

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a biometeorologie



Variabilita srážek v Praze v dlouhém časovém období

Bakalářská práce

Autor práce: Tereza Schováňková

Vedoucí práce: Ing. Věra Kožnarová, CSc.

© 2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Variabilita srážek v Praze v dlouhém časovém období" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.4. 2016 _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Věře Kožnarové, CSc. Za její trpělivost, čas a věcné připomínky, které mi pomohly při psaní práce. Dále bych chtěla poděkovat Českému hydrometeorologickému ústavu za pomoc při hledání zdrojů.

Variabilita srážek v Praze v dlouhém časovém období

Souhrn

Atmosférické srážky jsou jedním z nejvýznamnějších meteorologických prvků, který ovlivňuje jak přírodní prostředí, tak i řadu oblastí lidské činnosti, především zemědělství, lesnictví a vodním hospodářství. Jejich nadbytek, vyvolávající povodně, má však dopady, které zasahují i oblasti materiální a ztráty na životech. Proto znalosti prostorového rozložení srážek a jejich časových změn mají velký význam pro praxi.

Předložená bakalářská práce zahrnuje literární rešerši shrnující poznatky o rozdělení, měření a popisu srážek pomocí srážkových charakteristik. V experimentální části byla použita data z meteorologické stanice Praha-Karlov. Nadmořská výška stanice je 260,5 m nad mořem, zeměpisné souřadnice 50 04' s. š. a 14 25' v. d. Databáze byla vytvořena z měření Českého hydrometeorologického ústavu z periodika „Měsíční přehled měření a pozorování observatoře Praha-Karlov“ z období 1961 až 2010. K analýze byly použity tři základní srážkové charakteristiky: počet dní s denní sumou srážek $\geq 0,1$ mm, $\geq 1,0$ mm a $\geq 10,0$ mm. Jako referenční charakteristika byl použit standardní klimatologický normál vypočtený z období 1961–1990, který byl doplněn o parametry popisné statistiky (průměr, minimum, maximum, medián, modus, směrodatnou odchylku a amplitudu). Výsledky jsou prezentovány v grafech a tabulkách.

V souhrnném zhodnocení analyzovaného období lze konstatovat, že na stanici Praha-Karlov se objevuje tendence snížení počtu dní s denním úhrnem srážek $\geq 0,1$ mm, nebo $\geq 0,1$ mm víceméně celoročně. Výjimkou jsou jarní měsíce, kdy se počet srážkových dní zvyšuje. Největší změny jsou u počtu dní s denní sumou srážek $\geq 0,1$ mm v měsících leden, březen, červenec a prosinec; u charakteristiky s denní sumou srážek $\geq 1,0$ mm v červenci, září a listopadu. Potvrdily se tak hypotézy, že dochází ke změnám v časovém rozdělení srážek.

Klíčová slova: srážky, charakteristiky, Praha, sucho, roční období, variabilita

Precipitation variability in Prague during long-term period

Summary

Atmospheric precipitation are one of the most important meteorological element that influences both the natural environment as well as a number of human activities especially agriculture, forestry and water management. Its oversupply causing floods has also a negative impacts on ponderables and loss of life. Therefore the knowledge of the spatial distribution of precipitation and their changes in time are of great importance in the reality.

Following bachelor thesis includes a literature recherche summarizing findings of the distribution, measurement and precipitation description using precipitation characteristics. There were used data of the meteorological station Prague-Karlov in the experimental part of the bachelor thesis. The attitude of the station is 260,5 m over the sea, geographic coordinates are 50°04' N and 14°25' W. The database was created using the Czech Hydrometeorological institute's measurements published in the journal: „Monthly review of measurement and observation of Prague-Karlov observatory“ within the period of 1961 - 2010. There were used three basic precipitation characteristics to create the analysis. The characteristics are: number of days with precipitation $\geq 0,1$ mm, $\geq 1,0$ mm and $\geq 10,0$ mm. There was used a standard climatological normal as a referential characteristic which was calculated of the period 1961-1990 and supplemented by descriptive statistics parameters as average, minimum, maximum, median, modus, standard deviation and amplitude. The results are presented in graphs and charts.

In the general evaluation of analysed period can be stated that at Prague-Karlov observatory there is a trend of reduction of days with precipitation $\geq 0,1$ mm or $\geq 0,1$ mm moreover during the whole year except the spring months when the number of days with precipitation increases. The most significant changes are in number of days with precipitation $\geq 0,1$ mm in January, March, July and December as well as July, September and November for precipitation $\geq 1,0$ mm. It was confirmed that we are experiencing precipitation time dividing changes.

Keywords: precipitation, characteristic, Prague, drought, season, variability

Obsah

1. Úvod	1
2. Cíl	2
3. Literární rešerše	3
3.1. Počasí, Podnebí a klimatická změna	3
3.2. Meteorologické a klimatologické prvky	5
3.3. Historie měření	6
3.4. Meteorologické stanice	7
3.4.1. Synoptické stanice	8
3.4.2. Klimatologické stanice	9
3.4.3. Automatické meteorologické stanice	10
3.5. Termíny měření	11
3.6. Atmosférické srážky	12
3.6.1. Druhý vertikálních srážek	13
3.6.2. Oblačnost	15
3.6.3. Měření srážek v současnosti	17
3.7. Srážkové charakteristiky	17
3.8. Srážkové poměry v České republice	19
3.9. Klima Prahy	21
4. Materiál a metody	23
4.1. Meteorologická stanice Praha-Karlov	23
4.1.1. Geografické údaje o stanici	23
4.1.2. Klimatologické údaje	24
4.1.3. Analyzované klimatologické charakteristiky	25
4.1.4. Statistické veličiny	25
5. Výsledky	26
5.1. Klimatologický normál	26
5.2. Srovnání odchylek počtu dnů se srážkovým úhrnem $\geq 0,1$ mm	27

5.3. Srovnání odchylek počtu dnů se srážkovým úhrnem $\geq 1,0$ mm	30
5.4. Počet dní se srážkovým úhrnem $\geq 0,1$ mm	34
5.5. Počet dní se srážkovým úhrnem $\geq 1,0$ mm	35
5.6. Počet dní se srážkovým úhrnem $\geq 10,0$ mm	35
5.7. Rozložení počtu dní se srážkovým úhrnem $\geq 0,1$ mm v analyzovaném období 1961-2010	36
5.8. Rozložení počtu dní se srážkovým úhrnem $\geq 0,1$ mm v analyzovaném období 1961-2010	40
5.9. Statistické charakteristiky	44
6. Diskuze	46
7. Závěr	49
8. Literatura	50

1. Úvod

První jednoduché znalosti o dějích probíhajících v zemské atmosféře se objevují již v antickém období, například v dílech řeckých filozofů. K formování meteorologie jako samostatného vědního oboru však dochází až mnohem později, koncem středověku a počátkem novověku a souvisí s možností přesných měření v řešení problémů fyziky. První přístroje se objevily v Itálii v Toskánsku zhruba na počátku 17. století a byly velmi rychle použity pro potřeby meteorologie. V druhé polovině 16. století byla totiž středomořská oblast již jen stínem bývalého bohatství a blahobytu. Na domácím trhu vládł tvrdý konkurenční boj a do popředí se stále více dostávala zemědělská výroba a byly do něj investovány stále větší částky, čím nejistějším se stávalo podnikání za mořem. Italské zemědělství proto v této době řešilo problémy zavodňování a měření spadlých srážek.

První měření srážek ve střední Itálii prováděl benediktin a pozdější profesor matematiky na Collegio di Sapienza v Římě Benedetto Castelli v létě 1639 a o svých měřeních informoval Galileiho dopisem ze dne 18. června 1639 (Pejml, 1975).

I když od této doby uplynula již celá staletí a prostředky na měření srážek se značně změnily, nemění se význam jejich sledování, zejména v souvislosti s predikovanou klimatickou změnou. Význam vody v celé biosféře je ohromný. Voda je nejrozšířenější látkou na Zemi a základní složkou životního prostředí. Je regulátorem množství O_2 a CO_2 v atmosféře, podmínkou existence všech živých organismů, je nepostradatelná a nenahraditelná. Podílí se na formování povrchu planety v hydrologickém cyklu. Má specifický význam jak v krajině, tak i ve městech. Odhaduje se, že na Zemi je 1,4 miliardy m^3 vody. Naprostá většina z tohoto množství je soustředěna v podobě slané vody ve světovém oceánu a mořích. Zbývající část je obsažena v ledovcích a polárním ledu, pod povrchem jako půdní a podzemní voda, v jezerech, atmosféře, ve vodních tocích a také je podstatnou součástí těl živých organismů.

Z celkového známého množství vypařené vody z povrchu Země a množství vracejícího se zpět na povrch v podobě srážek lze snadno jednoduchým výpočtem ověřit, že se veškerá vodní pára obsažená v atmosféře vyměňuje přibližně každých 8 dní. Uvedenou globální bilanční úvahou lze dojít k závěru, že i když množství vody v ovzduší je ve srovnání s obsahem vody v hydrosféře a pedosféře poměrně malé, je voda a vodní pára nesmírně významným mezičlánkem přenosu vláhly a tepla na Zemi se všemi meteorologickými a klimatologickými důsledky (Klabzuba a Kožnarová, 2004).

2. Cíl práce

Cílem předložené práce je analýza databáze srážkových charakteristik založených na denních a měsíčních údajích v časovém intervalu 1961–2010.

Hypotéza:

1. V analyzovaném období nastaly výrazné změny v souvislosti se změnou klimatických (resp. mezoklimatických) podmínek.
2. Tyto změny se projevují s prodlužováním a čtenějším výskytem sucha.

Pro dosažení cíle budou vybrána data z meteorologické stanice Praha-Karlov z období 1961-2010, která budou podrobena statistickému šetření.

3. Literární rešerše

3.1. Počasí, podnebí a klimatická změna

Obsahový rozdíl mezi počasím a klimatem je stručně uvedeno v pořekadlech, jako je např. "Klima je to, co na průměr můžeme očekávat, počasí je to, co skutečně dostaneme" (Herbertson, 1908), "Klima vydrží po celou dobu, počasí jen na pár dní" (Twain, 1887) a jiné varianty (Coleman, Law, 2015).

Počasí je vnímáno jako stav atmosféry charakterizovaný souhrnem hodnot všech meteorologických prvků a atmosférických jevů v určitém místě a čase. Zpravidla se rozumí počasí jako okamžitý stav atmosféry, někdy též změny meteorologických prvků a jevů v určitém krátkém časovém intervalu. Počasí se charakterizuje souborem okamžitých nebo průměrovaných hodnot z krátkých časových intervalů, zvláště teploty vzduchu, oblačnosti.

Podnebí (klima) chápeme jakožto dlouhodobý režim počasí se všemi jeho zvláštnostmi, pestrostí a proměnlivostí, jakými se na daném území vyznačuje (Souborná studie, 1969). Je významnou složkou krajiny, určuje její ráz i využitelnost, pro svou geografickou podmíněnost je jevem na Zemi neopakovatelným. Charakter podnebí je podmíněn energetickou bilancí, cirkulací atmosféry, charakterem aktivního povrchu a lidskými zásahy.

Podnebí se obvykle charakterizuje pomocí průměrů meteorologických prvků a jevů doplněných o extrémy a četnosti, protože se klima dané oblasti vyznačuje určitou stálostí, která spočívá v tom, že statistické charakteristiky souboru klimatických prvků vypočítané za různá delší časová období se poměrně málo liší. Podle měřítka dějů, které utvářejí podnebí, nebo podle jeho prostorového rozsahu rozeznáváme makroklima, mezoklima, mikroklima, popř. místní podnebí (Sobíšek *et al.* 1993).

Makroklima charakterizuje velké územní celky a ovzduší do velké výše nad nimi. Je vyváženo především geografickými faktory a charakterem povrchu a je ovlivňováno velkými horskými masívy, všeobecnou cirkulací atmosféry a mořskými proudy. Sledujeme-li malé územní celky uvnitř makroklimatické oblasti, zjistíme, že se často vyznačují odlišným, vyhraněným uspořádáním metodologických prvků, které souborně nazýváme mikroklimatem. Dříve byla pod tímto pojmem míněna přízemní vrstva vzduchu.

Základy k současnému pojetí mikroklimatu položil Vojejkov, který zavedl pojem „aktivní povrch“, což je rozhraní mezi volným ovzduším a předměty na zemském povrchu, např. porostem. Velmi výrazné mikroklima se vytváří v uzavřených prostorách, jako jsou skleníky, stáje, obytné prostory, prostředí pracovišť, kde často působí dodatečný zdroj tepla, a to z umělých zdrojů tepla, skleníkovým efektem nebo produkcí z lidí a ustájených zvířat.

Přechodem mezi mikroklimatem a makroklimatem je mezoklima. Někteří autoři tento pojem neuznávají vůbec, jiní používají často podobných názvů nebo synonym, z nichž nejfrekventovanější jsou místní klima, lokální klima, terénní klima, topoklima, svahové klima a jiné. Ve většině případů je mezoklima chápáno jako podnebí územní celků s rozměrem řádově kilometry až desítky kilometrů s víceméně stejnorodým charakterem povrchu.

Na tvorbě mezoklimatu se velmi významně podílí antropogenní činnost, zejména prostřednictvím odlesňování, hospodářsko-technickými úpravami krajiny, její industrializací a s ní spojenou produkcí nejrůznějších emisí. Charakteristické mezoklima proto vytvářejí městské aglomerace, krajiny s velkými komplexy lesů, bezprostřední okolí velkých energetických provozů (Petr *et al.*, 1987; Klabzuba a Kožnarová, 2002).

Aktuálním problémem v současnosti je analýza klimatických podmínek v souvislosti s predikovanou klimatickou změnou.

Pod pojmem změna klimatu, nebo klimatická změna rozumíme vývoj klimatu probíhající po relativně velmi dlouhou dobu v jednom směru, např. směrem k oteplení nebo ochlazení. Týká se Země jako celku, na různých místech se však může projevit různou intenzitou; oteplení či ochlazení bývá např. nejvíce patrné ve vysokých zeměpisných šířkách. Příčinou změn klimatu bývá jednosměrná změna působení některého z globálně působících klimatických faktorů. Paleoklimatologie detekuje celou řadu změn klimatu v různých časových měřítkách (např. klima kvartéru, klima holocénu); historická klimatologie studuje změny historického klimatu. Dlouhodobé změny klimatu mohou být při uvažování krátkých časových řad maskovány kolísáním klimatu, naopak s větším odstupem se mohou ukázat být projevem periodicity klimatu. Je nutné poznamenat, že často jde o nevhodné označení jen pro antropogenní složku změn klimatu (<<http://slovník.cmes.cz/>>).

Bodri *et al.* (2005) uvádí, že se až v posledních letech vědecká pozornost týkající se změny klimatu orientuje na dopady změn vyjádřené pomocí klimatických průměrů. Klima je proměnlivé na všech časoprostorových měřítkách (i když velmi pomalu), avšak pro lepší pochopení povahy klimatických změn je třeba věnovat pozornost i změnám variability

podnebí a klimatických extrémů. Význam charakteristik popisujících variabilitu podnebí v oblasti jeho změny byl prokázán v různých studiích (např. Katz and Brown, 1992; Rebetz, 1996; Wilks and Riha, 1996; Houghtonetal., 1996).

3.2. Meteorologické a klimatologické prvky

Soubor meteorologických prvků na určitém místě a čase charakterizuje počasí. Meteorologický prvek je fyzikální charakteristika stavu atmosféry (např. teplota, vlhkost a tlak vzduchu) nebo atmosférický jev (např. výskyt oblaků, mlhy, srážek, bouřek). Statistická charakteristika odvozená z měření nebo pozorování meteorologického prvku, využívaná pro klimatologické účely (např. průměrná denní teplota vzduchu, roční úhrn srážek, složky tepelné a vláhové bilance) se nazývá klimatologický prvek.

Kvantitativní změny meteorologického prvku s časem vyjadřuje tzv. chod meteorologického prvku. V klimatologii se sleduje zejména denní a roční chod. Denní chod vyjadřuje změnu hodnoty během 24 hodin (v klimatologii nejčastěji průměr z hodinových hodnot); roční chod změny hodnoty během roku, vyjádřené pomocí průměrných denních, pentádových, dekadových nebo měsíčních charakteristik.

Proměnlivost meteorologických prvků se vyjadřuje jako proměnlivost ode dne ke dni (interdiurní), měsíc po měsíci (intermenzuální), z roku na rok (interanuální) (<<http://slovník.cmes.cz/>>).

V klimatologii se často používá tzv. extrém, tj. nejvyšší hodnota (maximum) nebo nejnižší hodnota (minimum) meteorologického prvku, zaznamenaná během určitého období. Rozdíl mezi maximem a minimem se nazývá amplituda. Lze hovořit o extrémech v denním nebo ročním chodu podobně jako o extrémech zjištěných v jednotlivých dnech, měsících, sezónách, letech nebo delších obdobích. Nejvyšší a nejnižší hodnoty meteorologického prvku zaznamenané za celou dobu měření se označují jako absolutní extrémy, tj. absolutní maximum a absolutní minimum. Z extrémů jednotlivých dní, měsíců atd. je možné vypočítat průměrné extrémy, tj. průměrné denní, měsíční a roční maximum a minimum. Světové extrémy jsou evidovány World Meteorological Organisation na adrese <<http://wmo.asu.edu>>.

Chronologicky nebo podle velikosti uspořádaná posloupnost klimatických prvků vyjadřuje tzv. klimatologickou řadu. Mezi nejčastěji používané klimatologické řady patří např. řada denních, pentádových, dekadových, měsíčních a ročních průměrů teploty vzduchu,

řada měsíčních a ročních úhrnů srážek, řada ročních amplitud teploty vzduchu apod. Při vytváření klimatologické řady z řad meteorologických pozorování a při jejich klimatologickém zpracování se většinou vychází z metod matematické statistiky (<<http://slovník.cmes.cz/>>).

3.3. Historie měření

Podrobnějším sledováním předlouhé historie meteorologie lze rozlišit tři nestejně dlouhá, avšak kvalitativně velmi odlišná období. Jsou zpravidla určována všeobecným rozvojem úrovně poznání v přírodních vědách, zvláště matematiky, fyziky a astronomie.

Předpřístrojová epocha používá nepřímé metody zkoumání (studium dobových zobrazení, archivů, kronik). Prvním významným předělem se proto přirozeně stalo období související s vynalezením základních meteorologických přístrojů umožňujících získávání objektivních informací pomocí přímého měření jednotlivých meteorologických prvků. Přístrojovou epochou začalo podstatně hlubší poznání zákonitostí a souvislostí přírodních jevů a počasí nejprve na trvale osídlené pevnině a později i na nepřístupných místech velehor, oceánů a polárních oblastí. Významnou úlohu sehrála standardizace a unifikace měřících metod a jednotná kalibrace přístrojů podmíněná nezištnou mezinárodní spoluprací a rozsáhlou výměnou dat. Počítačová a digitalizovaná epocha je spojena s datem 5. března 1950. Tehdy matematik J. Neumann dokončil vývoj prvního počítače ENIAC. Stále výkonnější výpočetní technika umožnila vývoj prakticky využitelných předpovědních modelů a jejich aplikace, spolu se získanými zkušenostmi, postupně nahrazují klasickou synoptickou metodu. Tím je postupně omezován přímý subjektivní vliv lidského faktoru (Kožnarová, Klabzuba 2005).

Tradice systematického monitoringu prvků atmosféry a hydrosféry na území ČR je velmi dlouhá, začíná meteorologickým měřením v pražském Klementinu (1752 zásluhou Josefa Steplinga) a rokem 1821 v podobě vodoměrného pozorování Vltavy v Praze (Anon, 2014). Tolasz *et al.* (2007) však uvádí, že nejstarší písemné zprávy o počasí na území dnešní České republiky jsou podstatně starší a týkají se událostí před více než 900 roky.

Pravidelné meteorologické měření a pozorování na stanici Praha-Klementinum začalo v roce 1775; trvá doposud, takže patří tato řada k nejdelším v Evropě. K zásadním změnám v organizaci meteorologických pozorování došlo po ukončení 1. světové války a vzniku

Československa. Na rozhraní roků 1919 a 1920 byl v Praze založen Státní ústav meteorologický. Se záměrem lépe charakterizovat průběh meteorologických prvků a klimatické zvláštnosti regionů byla několikrát provedena optimalizace staniční sítě. Ke konci 20. století bylo na území České republiky v činnosti kolem 200 stanic měřících základní meteorologické prvky a kolem 700 stanice srážkoměrných. Jejich přístrojové vybavení (srážkoměry, teploměry, vlasové vlhkoměry a další přístroje) se v průběhu let příliš neměnilo. Až v 90. letech 20. století začalo docházet k zásadní změně, když stanice byly postupně automatizovány. Odečet hodnot pozorovatelem na přístrojích (např. na teploměru) byl nahrazen elektronickým záznamem (např. odporového teploměru) a dálkovým přenosem naměřených dat. I nadále však měření a pozorování závisí na kvalitní práci mnoha dobrovolných i profesionálních pozorovatelů.

3.4. Meteorologické stanice

Meteorologické stanice jsou hlavními prostředky programu, kterým World Meteorological Organization řídí meteorologická měření a pozorování s cílem získat data v celosvětovém měřítku (Kobzová, 1998). World Weather Watch (WWW) - Světová služba počasí zahrnuje centra pro zpracování dat, pozorovací systémy a telekomunikační zařízení a zpřístupňuje všem svým členům informace pro zajištění kvalitní meteorologické a hydrologické služby. Jeho součástí Instruments and Method of Observation Programme, který podporuje standardizaci a další rozvoj meteorologických a navazujících pozorování (<http://www.wmo.int/pages/prog/www/>)

Meteorologická stanice je pak definována jako místo, nebo dopravní prostředek, v němž se konají stanovená meteorologická pozorování podle dohodnutých mezinárodních a vnitrostátních postupů. Základním předpokladem je odpovídající technologické a personální vybavení (Sobíšek *et al.* 1993). Znalost meteorologických dat umožňuje stanovit analýzu počasí, která je základem k sestavení předpovědi počasí. Práce na meteorologických stanicích spočívá v soustavném sledování počasí a jeho změn. Mimo to se v zájmu srovnatelnosti konají meteorologická pozorování v určitých časových okamžicích, tzv. termínech pozorování (Kobzová, 1998).

Meteorologické stanice je možno třídit podle různých hledisek:

- podle odborného zaměření se rozlišují stanice synoptické, klimatologické, letecké, zemědělsko-meteorologické a se speciálním zaměřením,

- podle charakteru získávání dat se dělí stanice přízemní, aerologické a na stanice měřící v mezní vrstvě atmosféry,
- podle umístění se třídí na stanice pozemní, námořní, na letadlech a na meteorologických družicích,
- podle poměru meteorologických pozorovatelů k meteorologickým institucím se rozlišují profesionální a dobrovolnické,
- podle stupně součinnosti s člověkem se dělí na automatické a stanice s lidskou obsluhou (Sobíšek, 1993).

Údaje z jednotlivých meteorologických stanic musí být navzájem dobře srovnatelné a typické pro určité území, proto se musí jednotlivé meteorologické prvky měřit přibližně ve stejných podmínkách při současném vyloučení místních mikroklimatických vlivů. Proto se většina přístrojů umísťuje do tzv. standardní meteorologické budky. Je důležité, aby meteorologická budka nebránila přirozenému proudění vzduchu a aby umožnila stejnoměrnou ventilaci přístrojů uvnitř budky (Slabá, 1972).

Moderní měřící metody vstupují v současnosti i do sběru dat na pozemních stanicích, kde se stále ve větší míře začínají využívat automatické stanice. I zde je však základním požadavkem standardizace přístrojové techniky pro vzájemnou srovnatelnost výsledků jak aktuálních, tj. z různých lokalit na Zemi, tak i historických dat získaných klasickými přístroji. Kvalifikovaný výběr takových systémů je podmínkou kompatibility dat nejen pro potřeby národních služeb a mezinárodní výměnu dat (Kožnarová a Klabzuba, 2005). Výsledky měření jsou vysílány automaticky do centra ve formě kódovaných zpráv nebo v datových souborech. V praxi je často užívaná anglická zkratka AWS - Automatic weather station (<<http://slovník.cmes.cz/>>).

3.4.1. Synoptická stanice

Kobzová (1998) uvádí, že úkolem synoptických stanic je pořizovat meteorologická data pro účely synoptické meteorologie, jejímž hlavním cílem je diagnóza a předpověď počasí. Aby byl získán současný obraz počasí na celé Zemi, jsou na synoptických stanicích stanoveny jednotné doby pozorování (tzv. synoptické termíny), které se dělí na hlavní (v 00, 06, 12 a 18 hodin světového času) a vedlejší (v 03, 09, 15 a 21 hodin světového času). V současnosti se díky automatickým stanicím měření provádí prakticky kontinuálně. Na synoptických stanicích se měří a pozoruje stav a průběh počasí, směr a rychlost větru, množství a druh oblačnosti, výška základny oblačnosti, meteorologická dohlednost, teplota,

vlhkost a tlak vzduchu. Dále zaznamenávají extrémní teploty, množství atmosférických srážek, směr tahu oblaků a speciální jevy. Produktem těchto pozorování jsou zprávy SYNOP.

3.4.2. Klimatologická stanice

je meteorologická stanice, jejímž úkolem je provádět klimatologická pozorování a měření, zpravidla v klimatologických termínech. Zprávy jsou předávány nejčastěji do zpracovatelských center a slouží pro získávání režimových časových a prostorových meteorologických a klimatologických informací.

Klimatologické stanice se rozdělují podle rozsahu a zaměření činnosti na klimatologické stanice základní, srážkoměrné a doplňkové.

Stanice klimatologická základní

provádí pozorování podle úplného programu, má nepřetržitý provoz a úplné přístrojové vybavení. Doporučený rozsah meteorologických prvků měřených nebo pozorovaných na základní klimatologické stanici: stav a průběh počasí, množství a druh oblačnosti, výška základny oblačnosti, směr a rychlost větru, teplota, vlhkost a tlak vzduchu, dohlednost, množství srážek, sněhová pokrývka, sluneční svit a teplota půdy v hloubkách 5, 10, 20, 50, 100, 150 a 300 cm.

Stanice klimatologická doplňková

provádí klimatologické pozorování v částečně omezeném rozsahu a nemusí být prováděno nepřetržitě. Rovněž technické vybavení nemusí být kompletní, ale měření maximální a minimální teploty a množství srážek je povinné. Doplňkové klimatologické stanice slouží k doplnění sítě základních klimatologických stanic.

Stanice srážkoměrná

měří množství spadlých atmosférických srážek, výšku a vodní hodnotu sněhové pokrývky a pozorují se rovněž stanovené meteorologické jevy. Obvykle je umístěna tak, aby svými srážkoměrnými údaji doplňovala údaje základních klimatologických stanic.

Základní srážkoměrnou síť Českého hydrometeorologického ústavu tvoří zhruba 535 srážkoměrných stanic. Na území Prahy se jedná o 24 stanic (tab. 1).

Tab. 1 Srážkoměrné stanice ČHMÚ na území Prahy

Stanice	Nadmořská výška	Stanice	Nadmořská výška
Běchovice (HMP)	246 m	Kbely	282 m
Břevnov	355 m	Klementinum	191 m
Břevnov (HMP)	371 m	Kyje (HMP)	257

Stanice	Nadmořská výška	Stanice	Nadmořská výška
Bubeneč (HMP)	184 m	Libuš	303 m
Ďáblice (HMP)	295 m	Michle (HMP)	272 m
Hlubočepy (HMP)	291 m.	Modřany sever II (HMP)	292 m
Horní Měcholupy (HMP)	314 m	Radotín (HMP)	305 m
Horní Počernice (HMP)	266 m	Ruzyně	364 m
Chodov (HMP)	322 m	Řepy (HMP)	373 m
Jinonice (HMP)	372 m	Stodůlky (HMP)	394 m
Karlov	232 m	Střešovice (HMP)	242 m
Karlov (HMP)	242 m	Žižkov (HMP)	270 m

3.4.3. Automatické meteorologické stanice

Na území Prahy se nachází 8 automatických stanic různého typu (tab. 2).

Tab. 2 Automatické stanice na území Prahy (aktuální z 23. 11. 2015)

Název stanice	Typ stanice	Nadmořská výška (m. n. m.)
Libuš	AMS1	302,04 m
Karlov	AMS1	260,5 m
Klementinum	AKS2	190,7 (dobrovolná) m
Klementinum	AKS2	191 m
Kbely	AMS	284,5 m
Ruzyně	AMS	364 m.
Břevnov	ASS	355 m
Průhonice	AKS4	312 m (dobrovolná bez pozorovatele)

Automatizované srážkoměrné stanice (ASS) jsou vybaveny automatickým srážkoměrem a naměřené hodnoty jsou přenášeny do centrálního počítače na pobočce. Interval záznamu je 1 minuta, přenos dat probíhá každých 10 minut. Měření sněhových charakteristik a pozorování meteorologických jevů se provádí stejně jako u stanic manuálních.

Automatizovaná klimatologická stanice IV. typu (AKS4) nemá pozorovatele, který by měřil a pozoroval manuální prvky (může mít stožár s větrem, ale nemusí, může mít jen teplotní čidla, nebo jen automatický srážkoměr a slunoměr, nebo jiná kombinace, která stanici odlišuje od srážkoměrné stanice). Stanice jsou v majetku ČHMÚ.

Automatizovaná klimatologická stanice II. typu (AKS2) měří všechny meteorologické prvky jako stanice manuální. Měření se však provádí pomocí automatických přístrojů (čidel) s intervalem záznamu 10 minut, u srážek s intervalem záznamu 1 minuta. Stanice

jsou vybaveny datovým přenosem. Pozorovatel zajišťuje manuálním pozorování stejně jako na manuálních klimatologických stanicích.

Automatizovaná meteorologická stanice (AMS) obsluhuje profesionální meteorolog. Provoz a metodické zařízení zajišťuje odbor profesionální staniční sítě (OPSS), odbor letecké meteorologie (OLM) ČHMÚ v Praze, popř. jsou pod správou Armády ČR nebo Ústavu fyziky atmosféry (ÚFA AV ČR). Program klimatologických pozorování je stejný jako u automatizovaných klimatologických stanic, ale jejich hlavním úkolem jsou synoptická pozorování.

Automatizovaná meteorologická stanice kombinovaného typu (AMS1) obsluhuje profesionální meteorolog ve stanovených denních hodinách.

Provoz a metodické řízení zajišťuje odbor profesionální staniční sítě (OPSS). Program klimatologických pozorování je stejný jako u automatizovaných klimatologických stanic, ale jejich hlavním úkolem jsou synoptická pozorování a měření prováděná každou hodinu.

3.5. Termíny měření

Práce na meteorologických stanicích spočívá v soustavném sledování počasí. V určených termínech se konají meteorologická měření a současné pozorování předepsaných prvků a jevů. Tyto termíny se stanoví na základě směrnic World Meteorological Organization podle účelů, kterým především meteorologická pozorování slouží (synoptickým nebo klimatologickým).

Pro synoptické účely se pozoruje na všech stanicích ve stejný časový okamžik, aby byl získán současný obraz počasí na velkém území, třeba i na polokouli nebo dokonce na celé zeměkouli. K tomuto účelu se používá i jednotného času Universal Time Coordinated (UTC), který je odvozen od atomového času a nahradil dříve používaný pásmový čas určený polohou nultého tzv. Greenwichského poledníku (GMT Greenwich Mean Time). Synoptická pozorování se konají pravidelně, počínaje termínem 00:00 h. Při analýze synoptických map a při použití výsledků synoptických pozorování pro mnohé jiné účely je proto nutné přihlížet k denní době, na kterou připadá termín synoptického pozorování.

Z klimatologického hlediska nejsou údaje získané v synoptických termínech dobře srovnatelné. Většina meteorologických prvků se totiž výrazně mění podle denní doby, která je závislá na poloze Slunce. Aby se získala data ve stejnou denní dobu, čili při stejné poloze Slunce nad obzorem, konají se na všech stanicích klimatologická pozorování podle místního

středního slunečního času (Slabá, 1972). Místní střední sluneční čas (SMČ, nebo Local Mean Time - LMT) je dán místním poledníkem. Obvykle se termín upravuje podle pásmového času, který se používá v občanské časomíře. V ČR se používá čas daný poledníkem 15° východní délky (a čas se nazývá střeoevropský čas, SEČ). Termíny měření pak na tomto poledníku jsou v 7, 14 a 21 h SMČ, směrem na východ je termín dříve (o 4 minuty na poledníkový stupeň), směrem na západ pak se měření a pozorování zpožďuje. V době platnosti letního času (SELČ) se klimatologická pozorování konají v 8, 15 a 22 h místního času (Kobzová, 1998, Klabzuba *et al.*, 1999).

3.6. Atmosférické srážky

Sobíšek (1993) uvádí, že se jedná o částice vzniklé následkem kondenzace, nebo desublimace vodní páry v ovzduší a vyskytující se v atmosféře, na povrchu země nebo předmětech v atmosféře v kapalně nebo pevné fázi. Rozeznáváme atmosférické srážky padající (někdy též vertikální) a usazené (někdy též horizontální). Pro atmosférické srážky unášené větrem se užívá termín srážky hnané větrem. Pokud vypadávají z oblaků, avšak nedosahují povrchu země, označují se jako virga (srážkové pruhy).

Jde tedy o všechnu atmosférickou vodu v kapalném nebo tuhém skupenství, vypadávající z různých druhů oblaků, popř. z mlhy, nebo usazující se na zemském povrchu či na předmětech v atmosféře.

Důležitým charakteristickým znakem srážek je stálá intenzita, která je odlišuje od přeháněk. U přeháněk se rychle mění intenzita, mají kratší trvání a zasahují menší územní celky (Vaníček *et al.*, 1988).

Atmosférické srážky jsou vedle teploty vzduchu určujícím činitelem pro vzhled kraje, pro jeho vegetační kryt, pro rozvoj hospodářství a vodohospodářské poměry. Srážky se vyznačují velikou proměnlivostí a tak ve stejném kraji někdy podmiňují mimořádnou úrodu, někdy naopak zapříčiní při dlouho trvajícím suchu ve vegetačním období velkou neúrodu (Souborná studie, 1969).

Sobíšek *et al.* (1993) označuje pod pojmem sucho v našich klimatických podmínkách určité časové období několik týdnů, měsíců i roků, ve kterých spadne méně srážek, než činí příslušný dlouhodobý normál. Sucho lze charakterizovat také počtem za sebou jdoucích dní, v nichž nebyl překročen předem stanovený průměrný nebo denní srážkový limit.

Vzhledem ke značně rozmanitému vlivu sucha z hlediska místního (v různých klimatických oblastech), časového (v různých ročních dobách) i z hlediska následků v jednotlivých oblastech národního hospodářství (podstatné snížení zemědělské úrody, obtíže v zásobování vodou aj.) neexistují jednotná kritéria pro přesné vymezení tohoto pojmu.

Srážkový režim ve městě a v jeho okolí je ovlivněn řadou faktorů. V městské aglomeraci je místní klima ovlivňováno tím, že většina ploch je pokryta asfaltem, betonem, cihlovými objekty apod. Tyto hmoty se vlivem přímého slunečního záření ohřívají mnohem více než plochy pokryté vegetací nebo vodou. Výsledkem jsou vzestupné vzdušné proudy. Do ovzduší se uvolňuje větší či menší množství tepelné energie ze spalovacích procesů všeho druhu, do ovzduší se ve formě exhalací dostávají plynné, kapalné a pevné příměsi, jež mění vlastnosti aerosolu.

3.6.1. Druhy vertikálních srážek

Mezi padající srážky patří:

- *Dešť* je srážka skládající se z vodních kapek o průměru obvykle větším než 0,5 mm. Pokud se vyskytují kapky menšího průměru, jsou rozptýleny tak, že je možné rozeznat jednotlivé kapky. Kapky deště po sobě zanechávají na dlažbě nebo na prkně zřetelnou stopu a při jejich dopadu na vodní hladinu se tvoří kola.
- *Dešťová přeháňka* se liší od deště především rychlostí kolísání jevu, náhlostí výskytu, rychlým střídáním oblačnosti a krátkým vyjasněním a obvykle malým územním rozsahem jednotlivé přeháňky.
- *Dešť se sněhem* (přeháňka deště se sněhem) je srážka složená současně z vodních kapek a sněhových vloček, při dešti se sněhem, převládají vodní kapky. Přebírají-li sněhové vločky, jedná se o sníh s deštěm
- *Zmrzlý dešť* je srážka složená z průhledných ledových zrn. Vzniká zmrznutím dešťových kapek nebo sněhových vloček, které během svého pádu téměř roztály a opět zmrzly. Ledová zrna zmrzlého deště mají zpravidla kulovitý nebo nepravidelný, vzácně i kuželovitý tvar. Jejich průměr je menší než 5 mm.
- *Mrznoucí dešť*, je dešť, jehož kapky při dopadu na přechlazený zemský povrch nebo na předměty na zemském povrchu okamžitě zmrznou. Tvoří se ledovka, což je homogenní průhledná ledová usazenina, která se tvoří zamrznutím přechlazených kapiček deště nebo mrhnutí jak na vodorovných, tak na svislých

či šikmých plochách, na větvích i kmenech stromů, na drátech, tyčích, na povrchu země (hlavně kamenitém), na chodnicích, vozovkách, atd. Při tvoření ledovky stačí ještě dopadající kapky před zmrznutím splynout a tvoří tak souvislý ledový obal, případně s menšími rampouchy. Ledovka vzniká ze slabých mrazů (od 0 do -3°C) a je průvodním jevem mrznoucího deště nebo mrholení.

- *Mrholení* je poměrně stejnorodá srážka složená výhradně z jemných vodních kapek (menší než 0,5 mm). Jednotlivé kapky nelze rozeznat. Jsou unášeny i slabými vzdušnými proudy, proto je pociťujeme na tváři i pod deštníkem. Na dlažbě ani na prknech nezanechávají po sobě zřetelnou stopu a po dopadu na vodní hladinu se netvoří kola.
- *Mrznoucí mrholení* je mrholení, jehož kapky při dopadu na přechlazený zemský povrch nebo předměty na zemském povrchu okamžitě mrznou. Tvoří se ledovka.
- *Sněhové krupky* (sněhové krupky v přeháňce) se skládají z bílých neprůsvitných ledových zrn. Tato zrna jsou kulovitá, někdy kuželovitá, jejich průměr bývá 2 až 5 mm. Sněhové krupky jsou křehké, dají se snadno stlačovat. Při dopadu na tvrdou plochu odskakují a snadno se třístí. Většinou se vyskytují v přeháňkách.
- *Námrazové krupky* (námrazové krupky v přeháňce) jsou složené z průsvitných ledových zrn převážně kulovitěho, zřídka též kuželovitěho tvaru o průměru kolem 5 mm. Jsou to sněhová zrna obalená tenkou vrstvou ledu. Námrazové krupky se vyskytují výhradně v přeháňkách.
- *Kroupy* (kroupová přeháňka) jsou složené z kuliček nebo kusů ledu o průměru 5 až 50 mm, někdy i větším. Jsou buď matné, nebo průsvitné, mohou být též složené střídavě z čirých a matných vrstev ledu. Při dopadu se někdy třístí a pak mají ostré hrany. Kroupy se vyskytují výhradně v přeháňkách, nejčastěji jako průvodní jev silných bouřek.
- *Ledové jehličky* jsou složené z nerozvětvených ledových krystalků ve tvaru jehliček, sloupečků nebo destiček, které jsou tak drobné, že se zdá, že se vznášejí ve vzduchu. Tyto krystalky mohou padat nejen z oblačnosti, ale mohou se vyskytnout i za jasné oblohy (Fišák, 1994)

3.6.2. Oblačnost

Oblak je viditelná soustava nepatrných částic vody nebo ledu, popřípadě obojího, v ovzduší. Tato soustava může obsahovat zároveň i větší částice vody nebo ledu a také jiné částice pocházející např. z průmyslových exhalací, kouře nebo prachu (Řezáčová *et al.*, 2007). Vzhled oblaku je určen povahou, rozměry, množstvím a prostorovým rozložením částic, ze kterých se skládá. Závisí též na intenzitě a na barvě světla, které na oblak dopadá, a na poloze místa pozorování a světelného zdroje vůči oblaku. Vzhled oblaku se vyjadřuje udáním rozměrů, formy, struktury, stavby, jasu a barvy oblaku. Tyto činitele je třeba brát v úvahu při popisu každé z charakteristických forem oblaků (Vesecký *et al.*, 1965).

Sobíšek *et al.* (1993) uvádí, že za oblak lze považovat i mlhu, která je v podstatě oblak dotýkající se zemského povrchu. Dále uvádí, že u oblaků se obvykle určuje stupeň pokrytí oblohy čili oblačnost, optická hustota oblaků, druhy a tvar a výška základny oblaků.

Oblaky se dělí na 10 druhů: Cirrus, Cirrocumulus, Cirrostratus, Altocumulus, Altostratus, Nimbostratus, Stratocumulus, Stratus, Cumulus, Cumulonimbus. Mezi oblaky, ze kterých vypadávají atmosférické srážky patří: Altostratus (vysoká sloha), Cumulonimbus (dešťová kupa), Nimbostratus (dešťová sloha).

- Altostratus (obr. 1) je šedavá nebo modravá oblačná plocha, nebo vrstva se strukturou vláknitou, nebo žebrovitou, nebo bez patrné struktury, pokrývající úplně nebo částečně oblohu; je tak tenká, že místy jsou patrné alespoň obrysy Slunce jako za matným sklem. U altostratu se nevyskytují halové jevy. Altostratus je smíšeným, méně často vodním oblakem středního patra, někdy však zasahuje i do vysokého patra. Vyskytuje se např. jako součást oblačných systémů teplé a studené fronty prvního druhu, kde vzniká působením výkluzných pohybů teplého vzduchu. Pod jeho základnou lze někdy pozorovat virgu. Srážky z altostratu se u nás v teplé polovině roku obvykle neobjevují (Sobíšek *et al.*, 1993).



Obr. 1 Altostratus

Dostupné z

<<http://www.holagarta.wz.cz/metodika/mraky.html>>

- Dalším oblakem, z něhož vypadávají srážky, je Cumulonimbus (obr. 2). Je to mohutný a hustý oblak velmi značného vertikálního rozsahu v podobě hor nebo obrovských věží. Alespoň část jeho vrcholu je obvykle hladká nebo vláknitá nebo žebrovitá a téměř vždy

zploštělá; tato část se často rozšiřuje do podoby kovadliny nebo širokého chocholu. Pod základnou oblaku, obvykle velmi tmavou, se často vyskytují nízké roztrhané oblaky, které mohou, avšak nemusí s cumulonimbem souviset, a srážky, někdy jen ve tvaru virga (Vesecký *et al.*, 1965). Kobzová (1998) ještě zmiňuje, že na cumulonimbus jsou vázány bouřky, avšak může existovat, aniž bouřka vznikne. Vertikální rozsah cumulonimbu dosahuje vždy alespoň několika km, někdy jejich vrcholky prorůstají i tropopauzou. Cumulonimbus je obvykle komplexem složeným z několika bouřkových buněk, řídčeji se skládá z jedné buňky. Vzniká působením intenzivní konvekce nejčastěji na studených frontách nebo čárách instability, podstatně méně často na teplých frontách. Může se vyvinout i uvnitř stejnorodé instabilní vzduchové hmoty, často za spolupůsobení orografických faktorů. Pro elektrickou strukturu je charakteristický výskyt centra záporného náboje v dolní a kladného náboje v horní části oblaku. Kromě toho bývá pozorováno i podružné centrum kladného náboje v oblasti základny, které je však vázáno na vypadávání srážek. V letectví se pokládá za nebezpečný jev, neboť se v něm vyskytují výstupné a sestupné vzdušné proudy, které dosahují rychlosti až desítky $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, intenzivní turbulence, námraza, elektrické výboje a kroupy často velkých rozměrů.



Obr. 2 Cumulonimbus

Dostupné z

<<http://www.holagarta.wz.cz/metodika/mraky.html>>

- Třetím srážkově významným oblakem je Nimbostratus (obr. 3). Je charakterizován jako šedá, často tmavá oblačná vrstva nebo plocha, která má vlivem vypadávání víceméně trvalých dešťových nebo sněhových srážek matný rozplývavý vzhled. Oblačná vrstva je všude tak hustá, že poloha Slunce není patrná, tzn., že jí Slunce neprosvítá. Pod touto vrstvou se často vyskytují nízké roztrhané oblaky, které mohou, ale nemusí s vrstvou souviset. Nimbostratus bývá obvykle smíšený a podstatně řídký vodní oblak. Mívá značný vertikální rozsah a jeho základna se zpravidla vyskytuje v nízkém patře oblaků. Je typickým srážkovým oblakem a bývá součástí oblačného systému teplé, studené a okluzní fronty, dále se vyskytuje v oblastech výškových cyklón a brázd nízkého tlaku (Sobišek *et al.*, 1993).



Obr. 3 Nimbostratus

Dostupné z

<https://en.wikipedia.org/wiki/Nimbostratus_cloud>

3.6.3. Měření srážek v současnosti

Dnešní měřicí a pozorovací metody i rozsah pozorovaných veličin se významně rozrostl (Brázdil, 2012). Při monitoringu fyzikálního stavu atmosféry jsou v současné době nezastupitelné metody dálkového sledování pomocí meteorologických družic či meteorologických radarů. Ty umožňují získat přehled o plošném rozsahu oblačnosti, srážek, nebo například sněhové pokrývky. Neznamená to však, že měření na pozemních stanicích by ztrácelo na významu. Základem jsou stále přízemní měření stanice s profesionální obsluhou vhodně doplněné stanicemi obsluhovanými dobrovolnými pozorovateli.

Množství srážek se udává v milimetrech; je to výška, do které by na povrchu země sahaly spadlé (usazené) srážky ve formě vody nebo voda vzniklá rozpuštěním tuhých srážek, kdyby se nevsákla do půdy, neodtekla ani neodpařila. Výšce srážek 1 mm odpovídá množství vody 1 litr na 1 m³ vodorovné plochy (Fišák, 1994). Při nepatrných srážkách se každé množství menší než 0,05 mm uvádí jako neměřitelné množství.

3.7. Srážkové charakteristiky

- *denní úhrn srážek* je množství srážek za 24 hodin, vždy od 7 do 7 hodin. Někdy se sledují dva intervaly od 7 do 19 h a od 19 do 7 h následujícího dne.
- *měsíční úhrn srážek* je součet všech daných úhrnů v daném měsíci bez ohledu na počet dní, v nichž se srážky vyskytly.
- *roční úhrn srážek*
- *úhrn srážek za delší časové období* – vegetační období
- *průměrný roční úhrn srážek*
- *počet srážkových dnů v měsíci*, kdy za den se srážkami je považován kalendářní den, během kterého se vyskytly padající srážky, které vydaly 0,0 mm (neměřitelné množství)

nebo více. Význam takto definovaných srážkových dnů je spíše teoretický – malé (neměřitelné) úhrny často uniknou pozornosti pozorovatele, a mezi počty srážkových dní jednotlivých stanic, i velmi blízko sebe ležících, bývají velké rozdíly. Proto se častěji používají srážkové dny definované výskytem srážkového úhrnu $\geq 0,1$ mm, $\geq 1,0$ mm, $\geq 10,0$ mm.

- počet srážkových dnů v roce nebo kratším období,
- počet dnů se srážkovým úhrnem ≥ 1 mm v měsíci,
- počet dnů se srážkovým úhrnem ≥ 1 mm v roce nebo v kratším období,
- počet dnů se srážkovým úhrnem ≥ 10 mm v měsíci,
- počet dnů se srážkovým úhrnem ≥ 10 mm v roce nebo v kratším období (Vaníček et al., 1988).

Meteorologická služba poskytuje statistické informace o variabilitě podnebí, které je založené na dlouhodobých pozorováních na meteorologických stanicích. Nejvýznamnější z nich jsou klimatologické normály (Livezey, 2007). Tradiční klimatologické normály

jsou střední hodnotou klimatologického prvku za určité časové období. Průměr tvoří jen neúplnou součást, mnoho aplikací vyžaduje informaci o rozložení četnosti prvku a další parametry. Srozumitelnou formu schopnou vyjádřit rozsáhlé množství dat umožňuje popisná statistika (WMO, 2011).

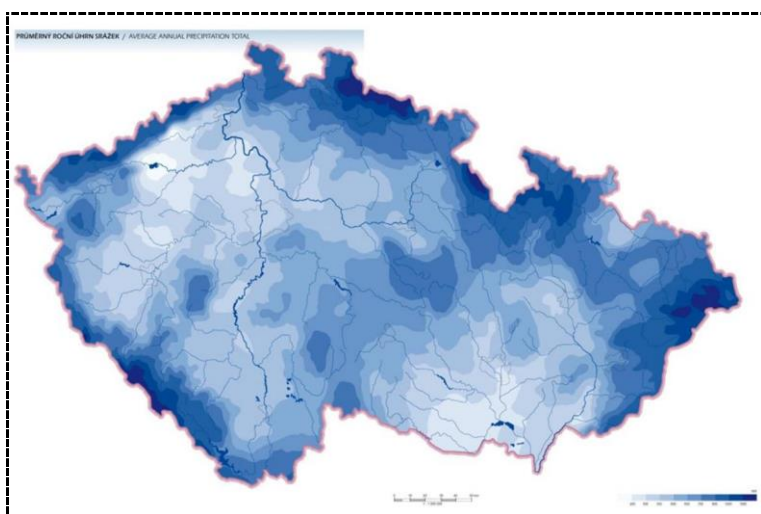
Klimatologické normály jsou používány ze dvou základních důvodů. Slouží pro porovnání minulých a současných pozorování, včetně anomálií v klimatologických datových souborech. Jsou také používány jako prognóza podmínek, které se s největší pravděpodobností v dané lokalitě vyskytnou. Historické předpisy týkající se klimatologických normálů (Lapin, Faško, Homola, 1988, WMO, 1996, Kožnarová, Klabzuba, 2002, WMO, 1996, 2009, 2011) se objevily v první polovině dvacátého století. Hlavním doporučením z této doby bylo používání 30letého období, které umožnilo srovnání dat z pozorování na celé zeměkouli. Většina stanic totiž delší časové řady neměla. Tento systém se používá dodnes a proto podle WMO je standardní klimatologický normál průměrem vypočteným z po sobě jdoucích ukončených třicetiletí: od 1. ledna 1901 až 31. prosince 1930; od 1. ledna 1931 do 31. prosince 1960; od 1. ledna 1961 do 31. prosince 1990 atd.

3.8. Srážkové poměry v České Republice

Česká republika se rozkládá v mírném podnebném pásu severní polokoule, pro které je charakteristické střídání čtyř ročních období. Rozkládá se při hlavním evropském rozvodí a je významnou evropskou pramennou oblastí. Významnou roli v rozdělení srážek v roce hraje synoptická situace (Brázdil a Štekl, 1978)

S nadmořskou výškou roste roční srážkový úhrn o 50 až 60 mm na každých 100 m výškového rozdílu.

Variabilitu ročního úhrnu srážek na území ČR dokumentuje obr. 4 a tab. 3.



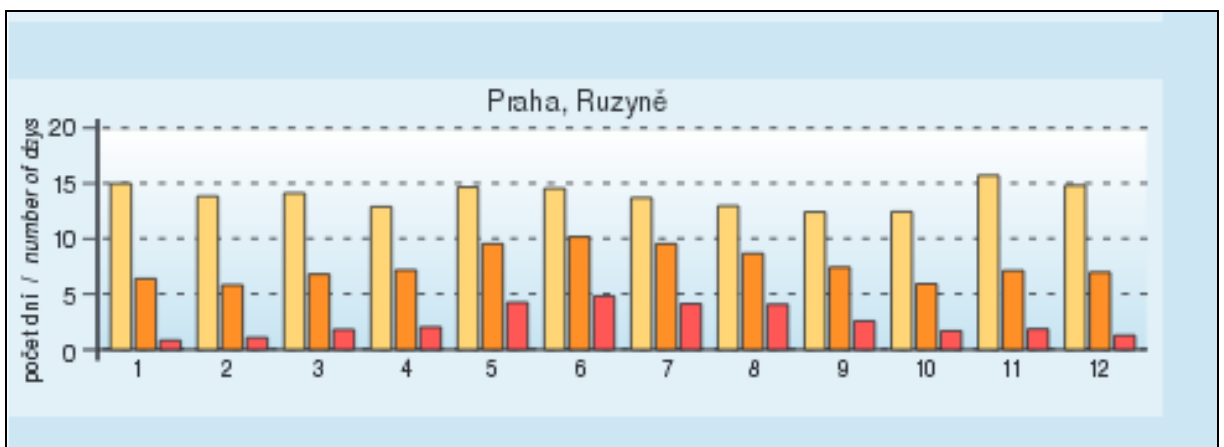
Obr. 4 Průměrný roční úhrn srážek

Tab. 3. Maximální a minimální úhrny srážek (Tolasz *et al.*, 2007).

	Maximum / Minimum Datum	Místo
Průměrný roční úhrn	1705 mm 1532 mm	Bílý Potok Lysá hora
	410 mm	Libědice okres Chomutov
Roční úhrn srážek	2220 mm, 1926 2137 mm, 1922 2067 mm, 1997	Jizerka Horská Kvilda Lysá hora
	247 mm, 1933 247 mm, 1959	Velké Přítočno Skryje
Denní úhrn srážek	345 mm, 29. 7. 1897 312 mm, 12. 8. 2002: 240 mm, 9. 7. 1903 234 mm, 6. 7. 1997	Bedřichov– Nová Louka Cínovec Stará Červená Voda Lysá hora

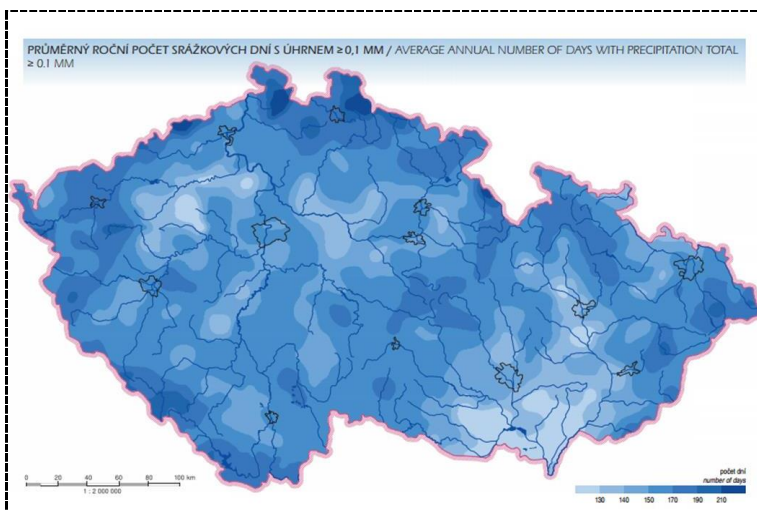
Geografické rozložení průměrného ročního počtu srážkových dní je oproti srážkovým úhrnům ovlivněno ve větší míře kvalitou pozorování, větší nahodilostí srážek a jejich volnější vazbou na nadmořskou výšku stanic. Patrné je to zejména na mapě četnosti dní s definovaným úhrnem srážek (obr. 6 až 8) s celou řadou menších izolovaných oblastí.

V ročním chodu průměrného počtu srážkových dní (obr. 5) je většinou patrný přechod od víceméně dvouvrcholového chodu, převážně s hlavním maximem v prosinci a podružným v červnu, pro počet srážkových dní s úhrnem $\geq 0,1$ mm k chodu s jedním hlavním letním maximem (červen) a jedním zimním minimem (leden) pro další kategorie srážkových dní.

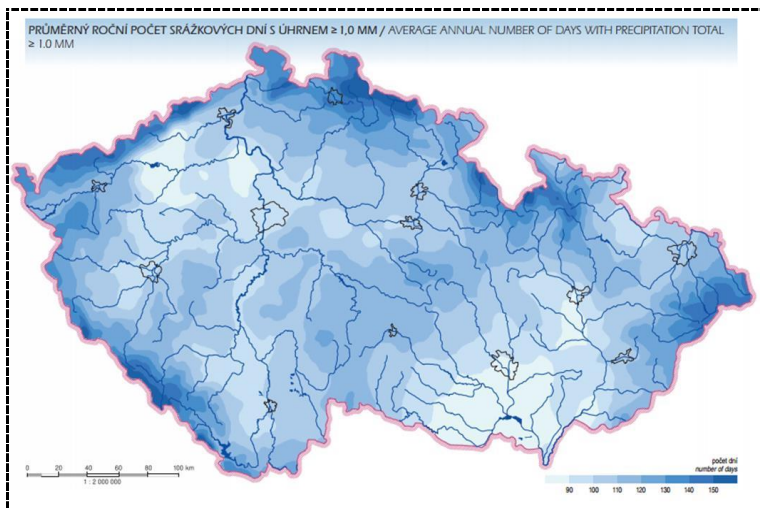


Obr. 5 Počet srážkových dní na stanici Praha Ruzyně

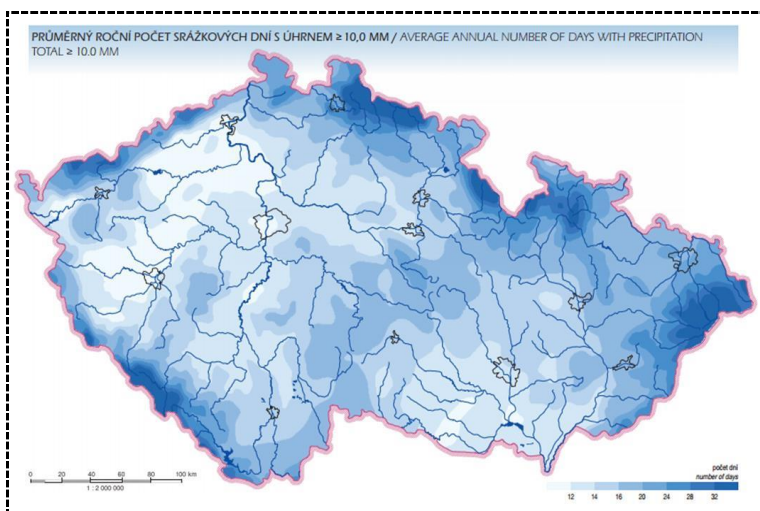
Pozn. žlutý sloupec = počet dní se srážkovým úhrnem $\geq 0,1$ mm, oranžový = $\geq 1,0$ mm, červený $\geq 10,0$ mm



Obr. 6 Počet s dní s úhrnem srážek 0,1 mm



Obr. 7 Počet s dní s úhrnem srážek 1,0 mm



Obr. 8 Počet s dní s úhrnem srážek 10,0 mm

3.9. Klima Prahy

Interakce atmosféry a urbanizovaného území je typickým příkladem otevřeného systému, ve kterém se v plné míře uplatňují zpětné vazby. Klima Prahy má proti volné krajině mnoho zvláštností. Nakupení stavebních hmot a zpevnění ploch mění radiační poměry lokality, a tím vyvolává i nepříznivé změny tepelných poměrů. Tvoří se efekt tepelného ostrova, který je způsoben tepelným znečištěním městské atmosféry, a to jako důsledek průmyslové a dopravní činnosti, vytápění objektů a bytů. Tento jev má více příčin aktivní povrch města je jiný než okolí - asfaltové ulice, kouř a střechy domů, různé druhy používaného stavebního materiálu v městské zástavbě podstatně přispívají ke specifickým změnám radiačních poměrů ve městě, dochází k rychlému odvádění srážek kanalizací, k zmenšení výparu a tedy i spotřeby tepla na výpar a deformaci pole proudění vzduchu. Polohy na okraji města jsou lépe provětrávány a mají přirozený denní chod teploty vzduchu (Kožnarová *et al.*, 2016).

Obecně lze konstatovat, že Praha patří k nejteplejším místům České republiky vůbec. Stejná teplota či mírně tepleji je pouze na jižní Moravě. Jak již bylo uvedeno, leží pražská aglomerace v poměrně členitém terénu s relativním převýšením, které je větší než 200 m, projevujícím se nejzřetelněji u teploty vzduchu. Pokles teploty vzduchu s výškou závisí na orografických a místních poměrech, na expozici terénu ke světovým stranám apod. Lokality s hustou zástavbou jsou teplejší večer a v noci; ve dne se ohřívají pomaleji (Červený *et al.*, 1984).

Město je rozdělováno do několika klimatických oblastí. Většinu území pokrývá teplá oblast, v centru se nachází tzv. urbanizované území se specifickým klimatem a jihovýchodní část spadá do oblasti mírně teplé. Mírně teplá oblast se od teplé odlišuje nižšími hodnotami teploty a naopak vyšším množstvím srážek (Kubíková *et al.*, 2005).

Čermáková (1950) uvádí, že poměrně málo srážek vykazuje celý jih a část středu města, mimo to i vltavské údolí na severu. Naproti tomu jsou tři oblasti srážkami bohaté, a to na jihovýchodě, severovýchodě a na západě města. Nejvyšší roční průměry vykazují Hostivař, Kbely, Hrdlořezy, Libeň, Bohnice a celá západní část, hlavně Břevnov a Šárka.

Množství srážek se ovšem mění rok od roku na pražských stanicích jako všude, a často tentýž měsíc má velmi odlišný ráz ve vláze v průběhu let. Hlavní charakter zůstává v dlouhodobém průměru u všech těchto míst zachován, tj. nejvíce srážek v období letním (červen, červenec, srpen), nejméně v období zimním (prosinec, leden, únor). Přejídná období, jaro a podzim v Praze se sobě dost podobají (Gregor, 1968).

Čermáková (1950) analyzovala 40letou řadu srážkových údajů od počátku 20. století a zjistila, že celkový počet roků s průměrným ročním srážkovým úhrnem od 450 do 550 mm bylo 16, vlhkých roků (nad 550 mm) bylo 13, z nich nejdeštivější byl rok 1926, který má roční množství 670 mm. Tohoto roku napršelo v Hostivaři 756 mm a jen za červen spadlo v Košířích 232 mm vody. Tyto vydatné deště způsobily letní povodně, které jsou dosud v dobré paměti. Uvedená hodnota 232 mm v Košířích je také nejvyšší měsíční hodnotou, naměřenou za celou pozorovací dobu v Praze.

4. Materiál a metody

4.1. Meteorologická stanice Praha-Karlov

Meteorologická stanice Praha-Karlov je umístěna na budově Fyzikálního ústavu Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v ulici Ke Karlovu 3 v Praze 2. Nachází se v jihozápadní části budovy, na věži, která převyšuje ostatní části budovy (obr. 9), kde jsou meteorologické přístroje umístěny na plošině věže, ve výšce 27 m nad terénem a 260,5 m nad mořem. Jako nadmořská výška stanice je uvedena výška střechy pod srážkoměrem; v historických publikacích je uváděna jako výška stanice 232 m n. m., což odpovídá terénu pod budovou.

Měření a pozorování bylo zahájeno na stanici Praha-Karlov 1. 1. 1920, záznamy jsou k dispozici od roku 1921. Výrazným milníkem v její historii je 1. 8. 2002, kdy se stala stanicí kombinovaného typu (Kožnarová *et al.*, 2016).



Obr. 9 Stanice Praha Karlov na střeše budovy
Matematicko- fyzikální fakulty Univerzity Karlovy

4.1.1. Geografické údaje o stanici (Anon, 2015):

Zeměpisná šířka: 50° 04' s. š.

Zeměpisná délka: 14° 25' v. d.

Povodí: Vltava

Okres: Praha 2

Kraj: Praha

Fytogeografická oblast: Středočeská tabule

Geomorfologická oblast: Pražská plošina

Nejbližší vrchol (kopec): Petřín - 336 m n. m. - 2,8 km severozápadně od stanice

Odchylka středního místního času SEČ: +3 minuty

Nadmořská výška: měrný pozemek 260,5 m, přístroje 27 m nad terénem

4.1.2. Klimatologické údaje

Obecný popis klimatických podmínek lokality umožňují klasifikační systémy, které obvykle vyjadřují syntézu klimatologických charakteristik. Mezoklimatické poměry oblasti, kde se nachází stanice Praha Karlov, lze tak charakterizovat pomocí dvou nejčastěji používaných klasifikací a klimagramu (obr. 10).

Klasifikace Köppena (Tolasz et al., 2007):

Cfb - podnebí listnatých lesů mírného pásma, kde:

C: průměrná teplota nejteplejšího měsíce převyšuje 10 °C, průměrná teplota nejchladnějšího měsíce mezi -3 až 18 °C,

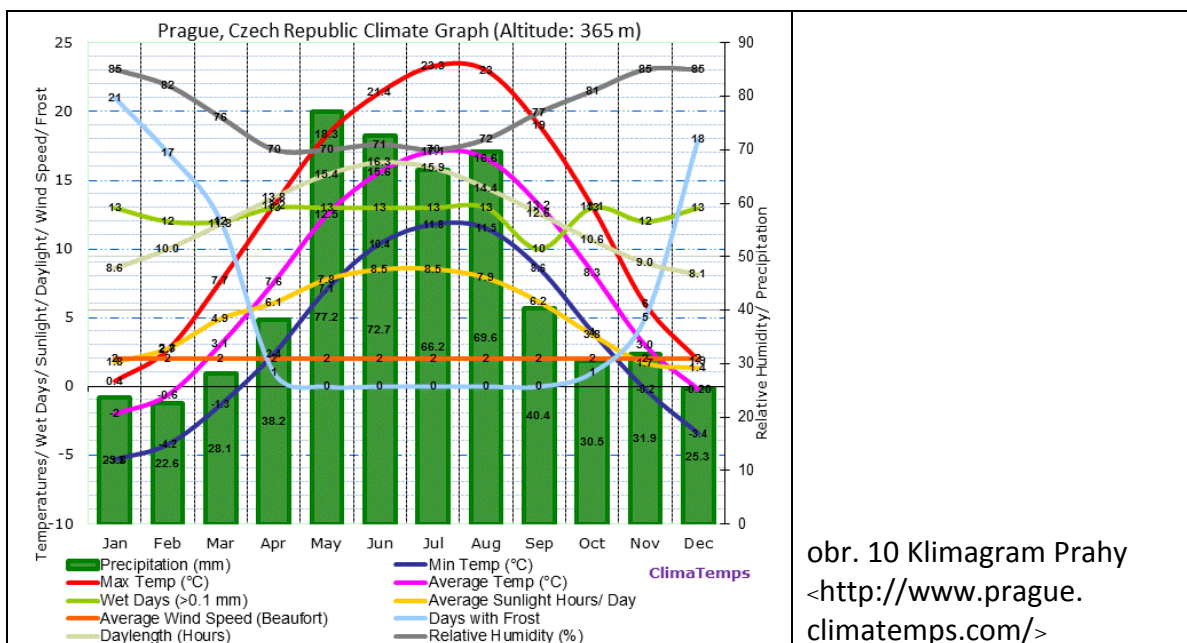
f: úhrn srážek v nejvlhčím letním měsíci je vyšší než v nejsušším zimním měsíci (méně než 10krát) a současně nejvlhčí zimní měsíc má úhrn srážek menší než je trojnásobek úhrnu srážek v nejsušším letním měsíci,

b: průměrná teplota nejteplejšího měsíce je menší než 22 °C a čtyři měsíce mají průměr větší než 10 °C.

Klasifikace Quittova (Květoň a Voženílek, 2011):

W2 – teplá oblast, která je určena podle těchto charakteristik:

Počet letních dnů:	50 až 60
Počet dnů s průměrnou teplotou $\geq 10,0$ °C:	160 až 170
Počet dnů s mrazem:	100 až 110
Počet ledových dnů:	30 až 40
Průměrná lednová teplota:	-2 až -3 °C
Průměrná červencová teplota:	18 až 19 °C
Průměrná dubnová teplota:	8 až 9 °C
Průměrná říjnová teplota:	7 až 9 °C
Průměrný počet dní se srážkami $\geq 1,0$ mm:	90 až 100
Suma srážek ve vegetačním období:	350 až 400 mm
Suma srážek v zimním období:	200 až 300 mm
Počet dnů se sněhovou pokrývkou:	40 až 50
Počet zatažených dnů:	120 až 140
Počet jasných dnů:	40 až 50



obr. 10 Klimagram Prahy
<http://www.prague.climatemps.com/>

4.1.3. Analyzované klimatologické charakteristiky

Meteorologická data byla vypsána z Měsíčního přehledu meteorologických měření a pozorování z observatoře Praha-Karlov a pro analýzu byly zvoleny počty dnů s definovaným srážkovým úhrnem, což jsou charakteristiky, které jsou definovány pomocí hodnoty, kdy byla dosažena nebo překročena definovaná hranice srážkového úhrnu.

V práci byly použity tyto charakteristiky (Vaníček *et al.*, 1988; Sobíšek *et al.*, 1993):

- den se srážkovým úhrnem $\geq 0,1$ mm.
- den se srážkovým úhrnem $\geq 1,0$ mm.
- den se srážkovým úhrnem $\geq 10,0$ mm.

4.1.4. Statistické veličiny

Při zpracování databáze z období 1961–2010 byla jako referenční charakteristika použit standardní klimatologický normál 1961–1990 (tab. 4 a graf 1), který byl doplněn o parametry popisné statistiky (průměr, minimum, maximum, medián, modus, směrodatnou odchylku a amplitudu).

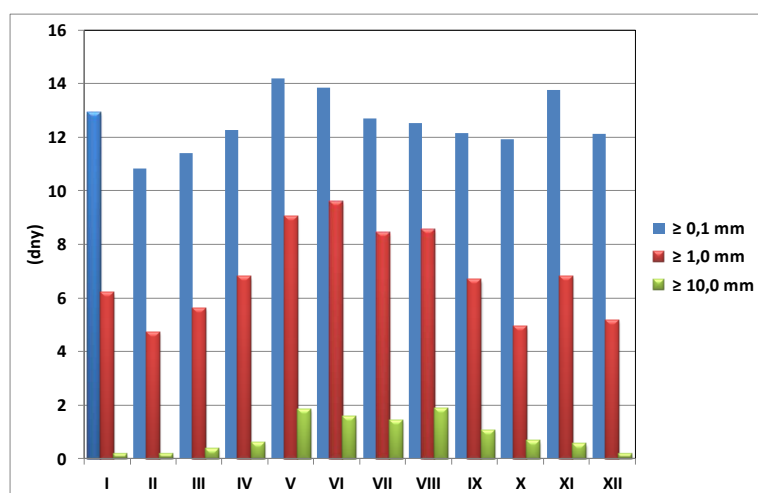
5. Výsledky

5.1. Klimatologický normál

Pro další analýzu byl určen standardní klimatologický normál (1961–1990) vypočtený z vypsaných dat z periodika „Měsíční přehled měření a pozorování observatoře Praha-Karlov“, který je v tab. 3. Rozložení definovaných srážkových dní v průběhu roku bylo vyjádřeno graficky (graf 1).

Tab. 4 Standardní klimatologický normál definovaných srážkových dní

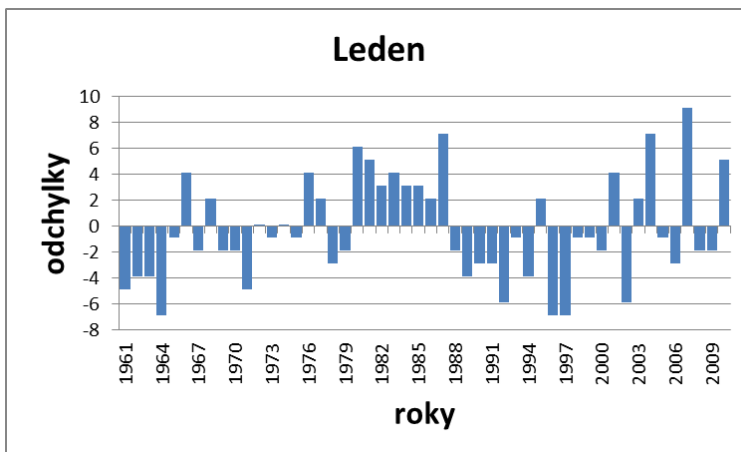
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
≥ 0,1 mm	12,9	10,8	11,4	12,3	14,2	13,9	12,7	12,5	12,2	11,9	13,8	12,1
≥ 1,0 mm	6,2	4,7	5,6	6,8	9,0	9,6	8,4	8,6	6,7	4,9	6,8	5,1
≥ 10,0 mm	0,2	0,2	0,4	0,6	1,8	1,5	1,4	1,9	1,1	0,7	0,5	0,2



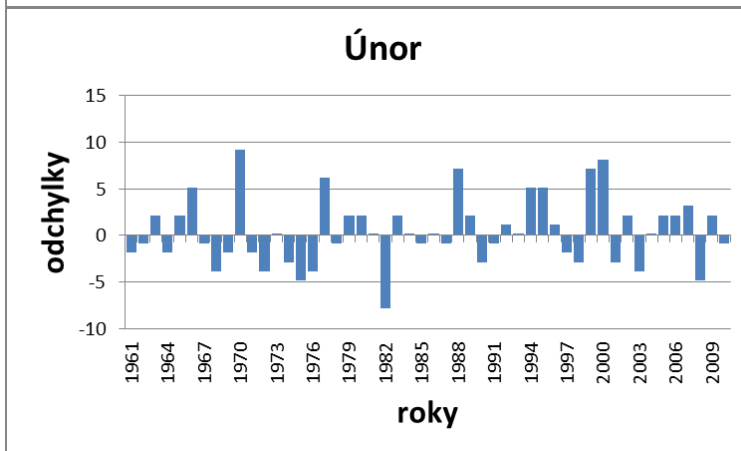
Graf 1 Rozdělení srážkových dnů v jednotlivých měsících (standardní klimatologický normál)

Standardní klimatologický normál je vhodným nástrojem pro hodnocení variability počasí v jednotlivých letech. Proto byl zvolen jako referenční hodnota pro stanovení odchylek počtu srážkových dnů s definovanou denní sumou srážek $\geq 0,1$ mm a $\geq 1,0$ mm v jednotlivých měsících roku (grafy 2 až 25). Počet dní se srážkovým úhrnem $\geq 10,0$ mm není do grafického výstupu zařazen s ohledem na nízkou četnost této charakteristiky.

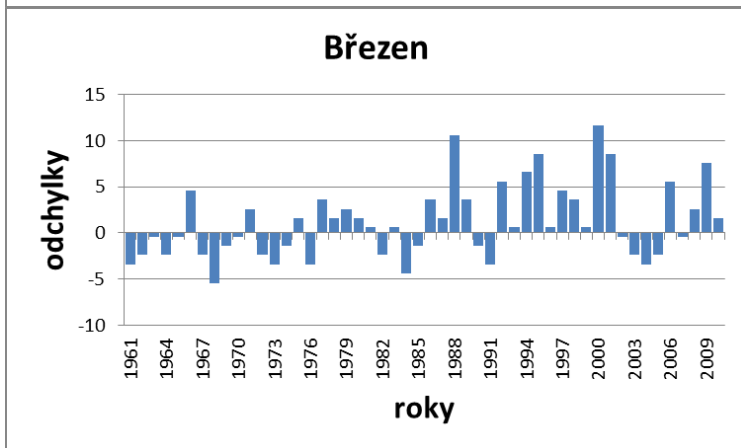
5.2. Srovnání odchylek počtu dnů se srážkovým úhrnem 0,1 mm



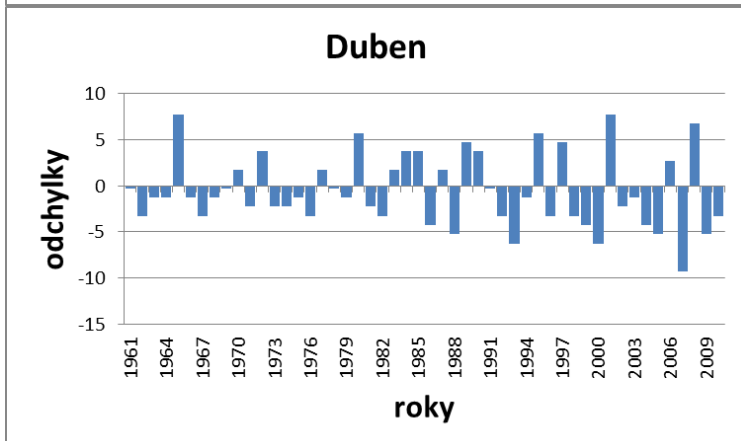
Graf č. 2 Srovnání odchylek v měsíci lednu



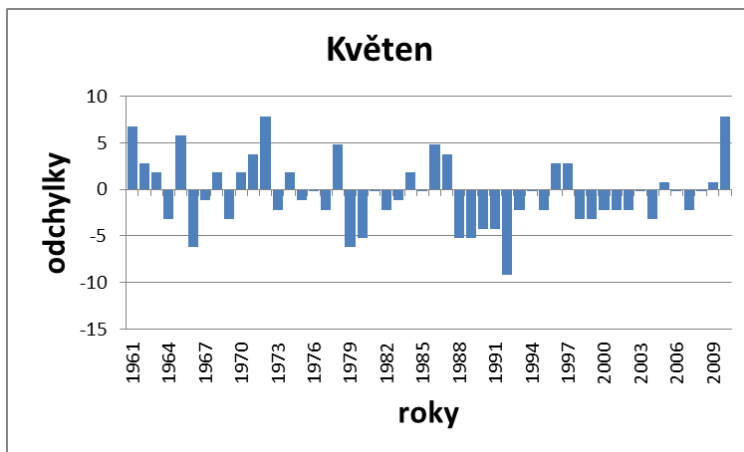
Graf č. 3 Srovnání odchylek v měsíci lednu



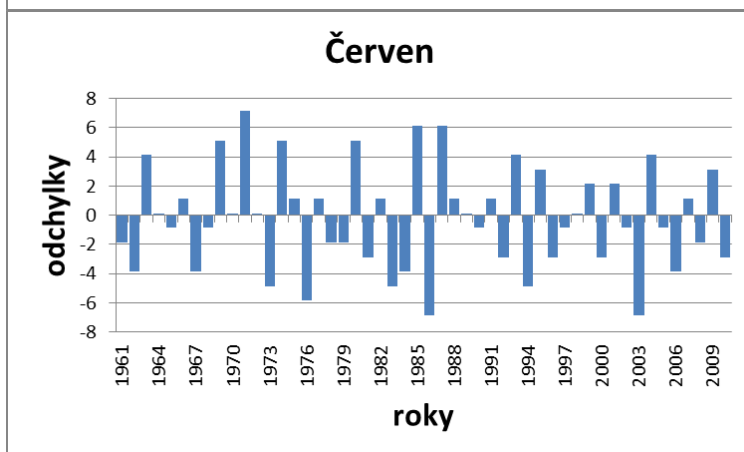
Graf č. 4 Srovnání odchylek v měsíci lednu



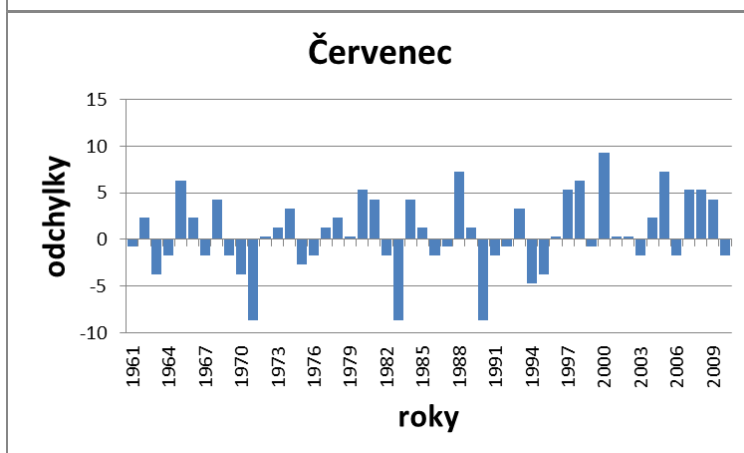
Graf č. 5 Srovnání odchylek v měsíci lednu



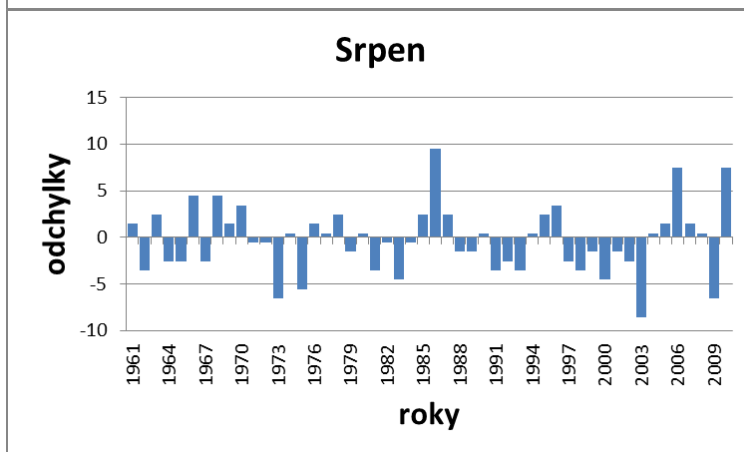
Graf č. 6 Srovnání odchylek v měsíci lednu



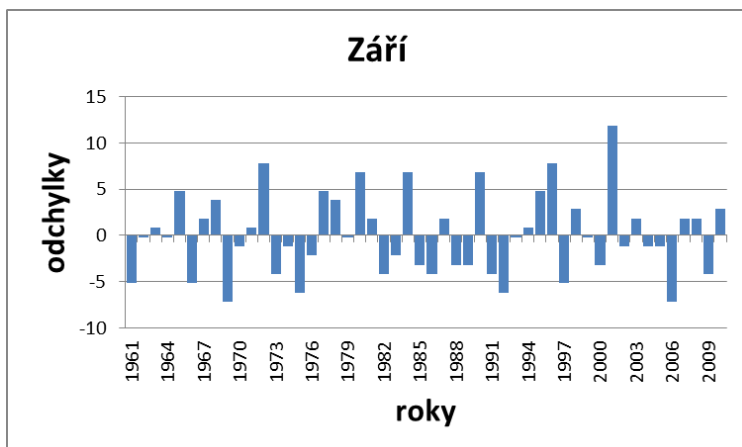
Graf č. 7 Srovnání odchylek v měsíci lednu



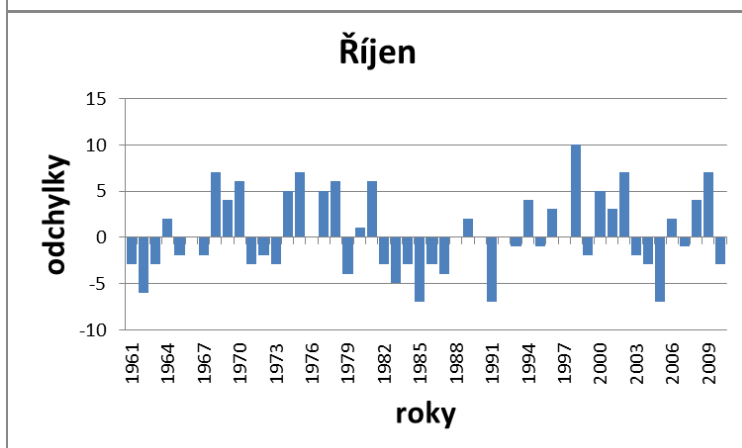
Graf č. 8 Srovnání odchylek v měsíci lednu



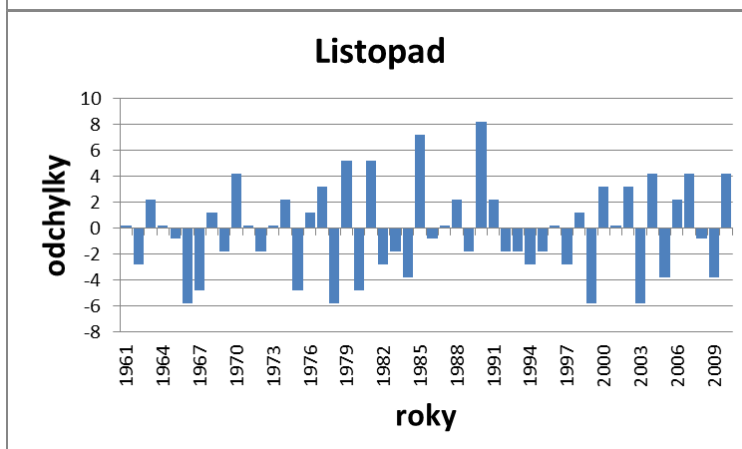
Graf č. 9 Srovnání odchylek v měsíci lednu



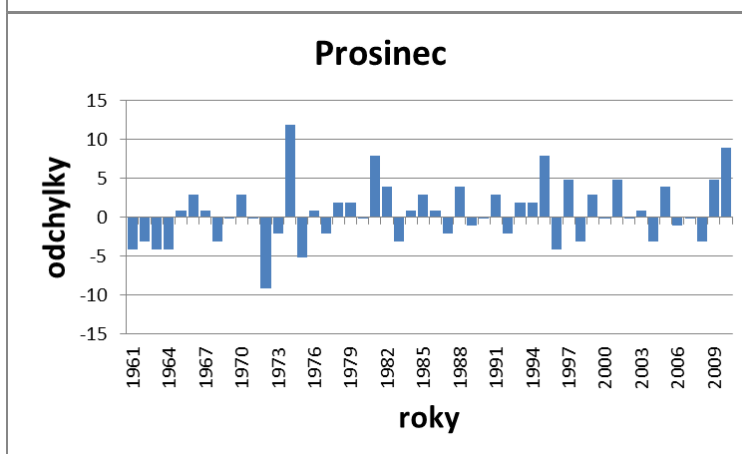
Graf č. 10 Srovnání odchylek v měsíci lednu



Graf č. 11 Srovnání odchylek v měsíci lednu



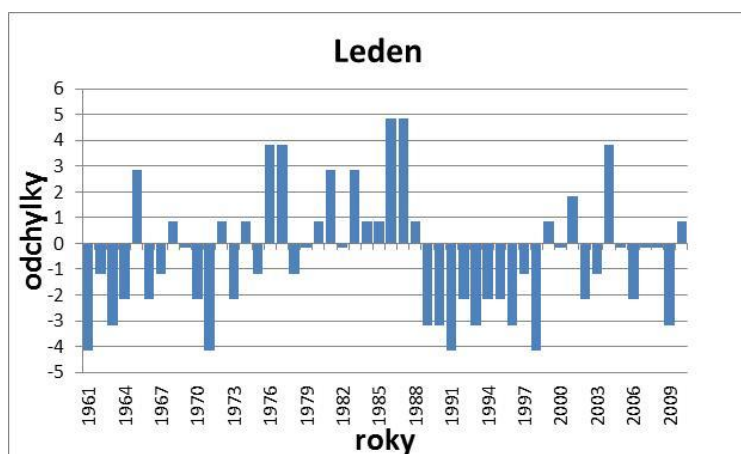
Graf č. 12 Srovnání odchylek v měsíci lednu



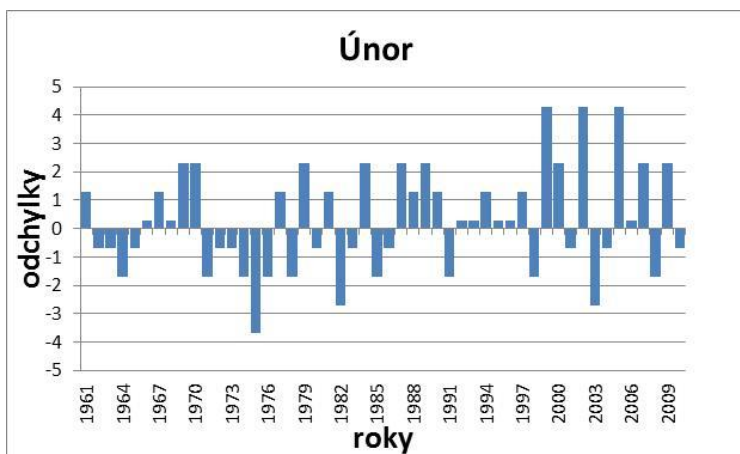
Graf č. 13 Srovnání odchylek v měsíci lednu

Začátek hodnoceného období (1961–1965) měsíce ledna byl suchý, následuje vlhký úsek a to od roku 1980–1987. Roky 1996 a 1997 byly suché. Nejvíce srážek spadlo v roce 2007, kdy počet dní byl +9. V únoru byl nejvlhčí rok 1970 s odchylkou +9 dní. Za nejsušší rok v tomto měsíci lze uzнат rok 1982 s odchylkou -8. Z grafu je, ale patrné, že je zde převaha srážkově bohatších let nad suchými. V březnu je patrná jakási průměrná pravidelnost odchylek jak na záporné straně, tak na straně kladné. Nejvýraznější odchylku v dubnu měl rok 1968 +8 dní, a rok 2001 se stejnou odchylkou na konci charakterizované řady. Následuje střídání odchylek v obou částech grafu. Nejsušší je v tomto grafu a měsíci rok 2007 s hodnotu -9. Květen začíná poměrně vlhkým obdobím, které se nejvíce projevilo v roce 1961 a 1963. První polovina grafu je tedy vlhká a druhá polovina je naopak sušší. Suché období se tedy projevuje v druhé polovině v letech 1988–1995. Měsíc květen je zakončen rokem 2007 s odchylkou +8. V červnu se vyskytuje velké množství kladných i záporných odchylek. Největší kladnou hodnotu najdeme v roce 1971, naopak zápornou v roce 1986. V červenci bylo srážkových dnů v celém období relativně málo. Jedná se zejména o roky 1971, 1983, 1990 s odchylkou -9. Nejdeštivější byl potom rok 2000. Z grafu je patrné, že suchými roky byly v srpnu 1973 a 1975. Následuje období, které se od standardního klimatologického roku neliší. Suché roky potom byly 1986 a 2003. V září je znát značná variabilita na obou stranách. Nejsušším rokem byl 1969 a 2006, za to vlhký je rok 2001. V říjnu se střídají krátká období sušší a vlhčí. Pro listopad je charakteristické téměř roční střídání odchylek kladných, nebo záporných. Nejsuššími byly roky 1966, 1978, 1999 a 2003. Naopak nejvlhčími byly roky 1985 a 1990. Variabilita v jednotlivých letech v prosinci je velmi malá, převažují vyšší počty dní.

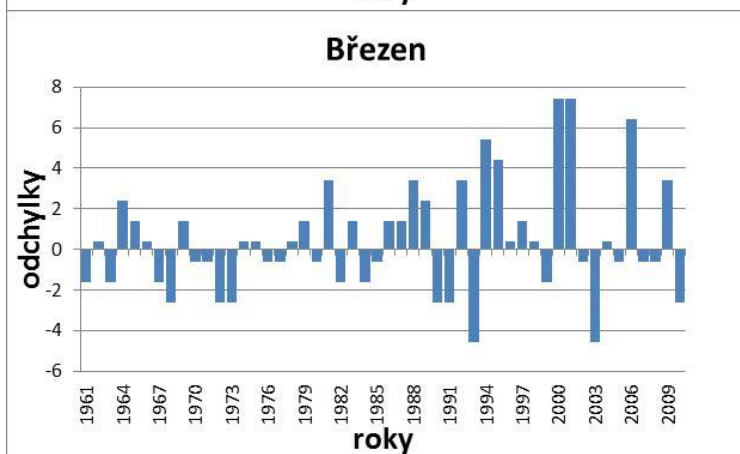
5.3. Srovnání odchylek počtu dnů se srážkovým úhrnem $\geq 1,0$ mm



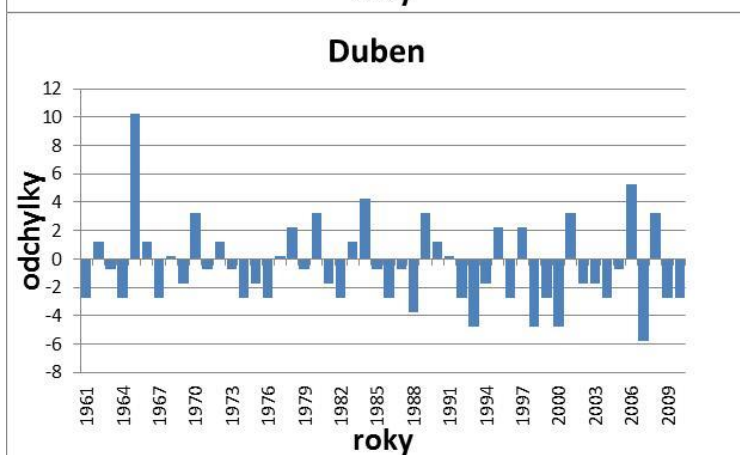
Graf. 14 Srovnání odchylek v měsíci lednu



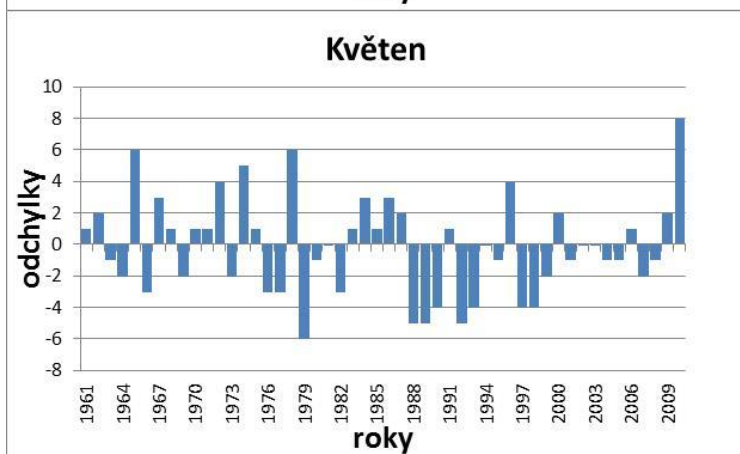
Graf. 15 Srovnání odchylek v měsíci únoru



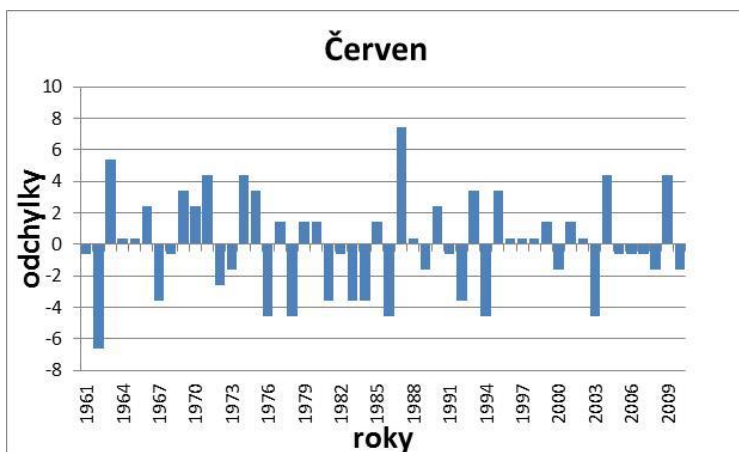
Graf. 16 Srovnání odchylek v měsíci březnu



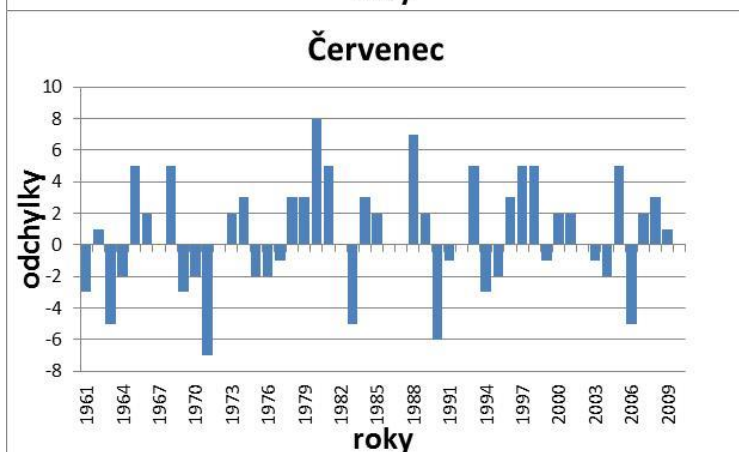
Graf. 17 Srovnání odchylek v měsíci dubnu



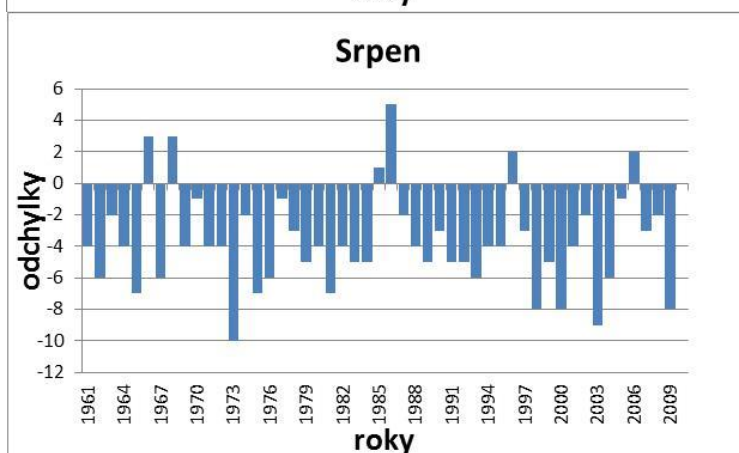
Graf. 18 Srovnání odchylek v měsíci květnu



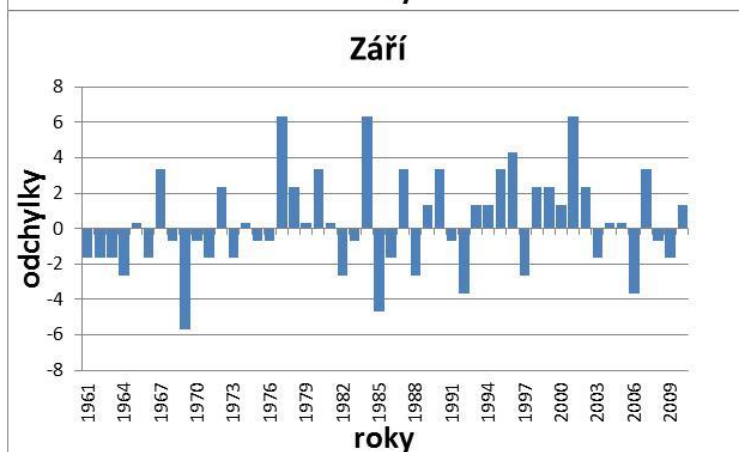
Graf. 19 Srovnání odchylek v měsíci červnu



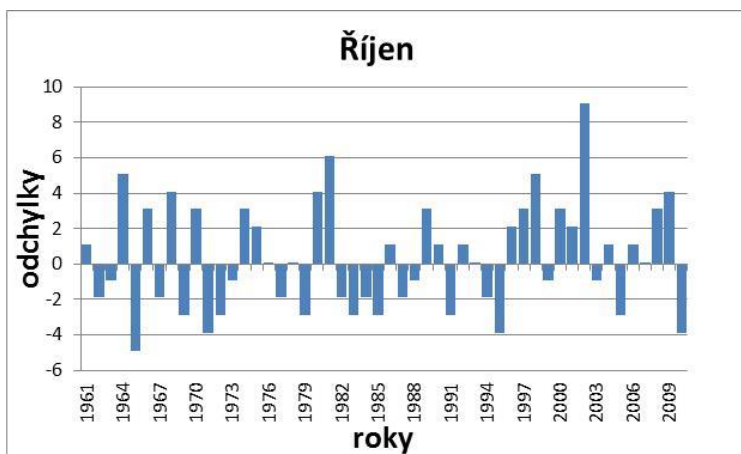
Graf. 20 Srovnání odchylek v měsíci červenci



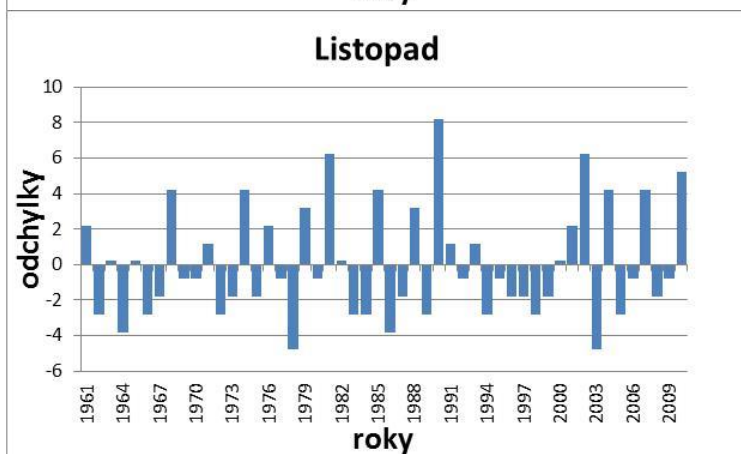
Graf. 21 Srovnání odchylek v měsíci srpnu



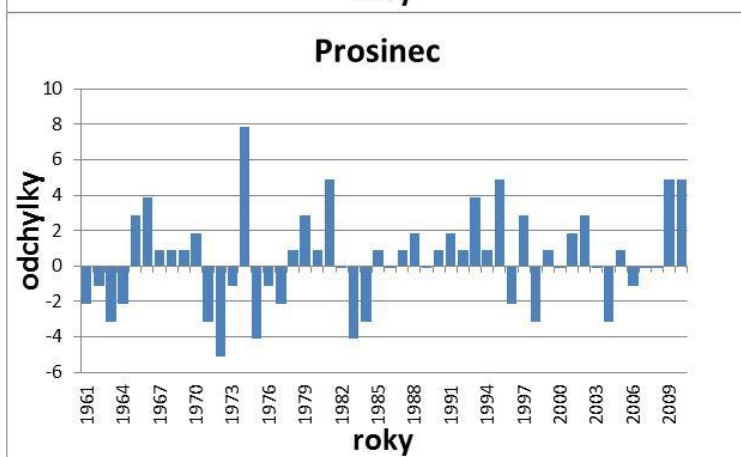
Graf. 22 Srovnání odchylek v měsíci září



Graf. 23 Srovnání odchylek
v měsíci říjnu



Graf. 24 Srovnání odchylek
v měsíci listopadu



Graf. 25 Srovnání odchylek
v měsíci prosinci

V měsíci lednu je zřetelné suché období na počátku analyzované řady (1961-1964). Další výrazně suché období je v intervalu let 1989–1999. Naopak vyšší počet dní má řada roků 1976–1988. Pro únor je typické střídání kladných i záporných odchylek v nevýrazných úsecích. Větší počet srážkových dní je vidět až v závěru celého sledovaného období. V březnu je charakteristický větší rozptyl hodnot v posledních letech. Duben vykazuje největší hodnotu kladné odchylky v roce 1965. V květnu byl nejvlhčím rok 2010 (+8 dní), suché byly roky 1988–1999. V grafu červnovém se srážkové dny v intervalu 1996–2008 pohybují prakticky v normálu. Nejvíce srážkových dnů v červenci bylo v roce 1980, nejsušší

pak byl rok 1971. Obecně pak převažují kladné odchylky. Srpen je výrazně nejsušším měsícem v celé analyzované řadě. V posledním desetiletí převažují v září spíše kladné odchylky. Z grafu charakterizující změny počtu srážkových dní v říjnu je zřetelný rok 2002 s kladnou odchylkou +9 dní. Spolu s listopadem mají větší variabilitu v kladných odchylkách. Prosincový graf vykazuje výraznější změny na počátku období, poslední desetiletí s výjimkou roků 2009 a 2010 se pohybují okolo normálu.

5.4. Počet dní se srážkovým úhrnem $\geq 0,1$ mm

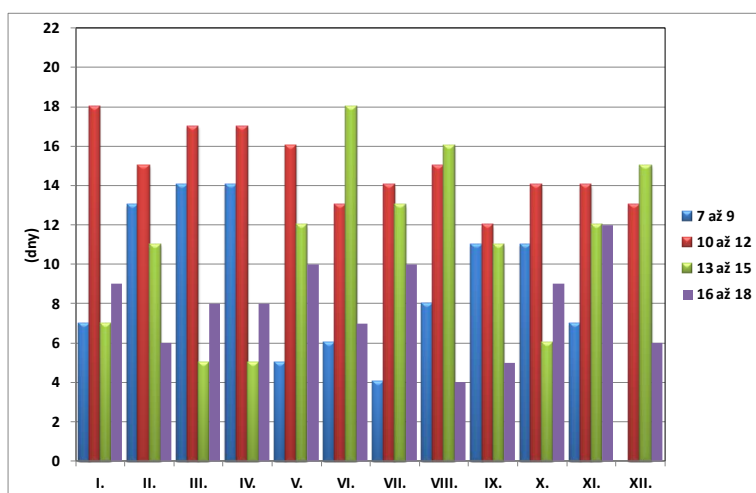
V další části práce byly hodnoceny četnosti počtu dní v jednotlivých měsících (tab. 5 a graf 26)

Tab. 5 Četnost dní se srážkovým úhrnem $\geq 0,1$ mm v jednotlivých měsících

dny	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
3	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
6	3	2	2	2	1	0	3	3	4	4	0	0
9	7	13	14	14	5	6	4	8	11	11	7	10
12	18	15	17	17	16	13	14	15	12	14	14	13
15	7	11	5	5	12	18	13	16	11	6	12	15
18	9	6	8	8	10	7	10	4	5	9	12	6
21	3	2	3	3	3	6	4	2	5	4	3	3
další	2	0	0	0	2	0	1	1	1	1	1	1

Z tabulky je patrné, že nejčastěji se vyskytuje tato charakteristika v intervalu 10 až 15 dní.

Barevně jsou zvýrazněny maximální počty.



Graf č. 26 Maximální počty dní se srážkovým úhrnem $\geq 0,1$ mm v jednotlivých měsících

Graf č. 26 vyjadřuje základní čtyři třídy vymezené intervaly 7–9 dní, 10–12 dní, 13–15 dní a 16–18 dní. Pro měsíce leden až květen jsou maximální počty dní ve třídě 10 až 12, v letních měsících pak převažují dny ve třídě 13 až 15 dní. Pro podzim je pak typické snížení počtu dní.

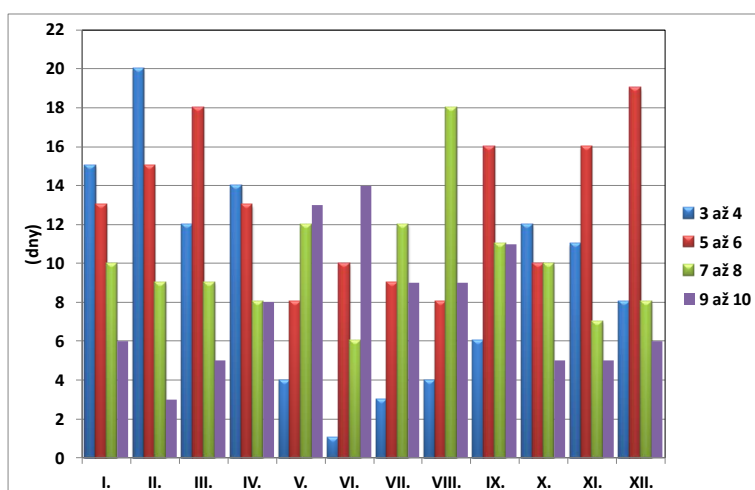
5.5. Počet dní se srážkovým úhrnem $\geq 1,0$ mm

dokumentují tab. 6 a graf č. 27

Tab. 6 Četnost dní se srážkovým úhrnem $\geq 1,0$ mm v jednotlivých měsících

dny	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
2	3	3	2	4	0	0	2	1	2	11	2	8
4	15	20	12	14	4	1	3	4	6	12	11	8
6	13	15	18	13	8	10	9	8	16	10	16	19
8	10	9	9	8	12	6	12	18	11	10	7	8
10	6	3	5	8	13	14	9	9	11	5	5	6
12	3	0	2	2	7	9	6	4	1	1	6	0
14	0	0	2	0	3	8	7	3	3	1	2	1
další	0	0	0	1	3	2	2	3	0	0	1	0

Od ledna do dubna je nejvyšší počet dní v rozpětí 3 až 6 dní, v létě se jich vyskytuje více (7 až 10). S podzimem a měnícím se počasím je počet srážkových dní v našich klimatických podmínkách nižší. To odpovídá i grafickému vyjádření (graf č. 27)



Graf č. 27 Maximální počty dní se srážkovým $\geq 1,0$ mm úhrnem v jednotlivých měsících

5.6. Počet dní se srážkovým úhrnem $\geq 10,0$ mm

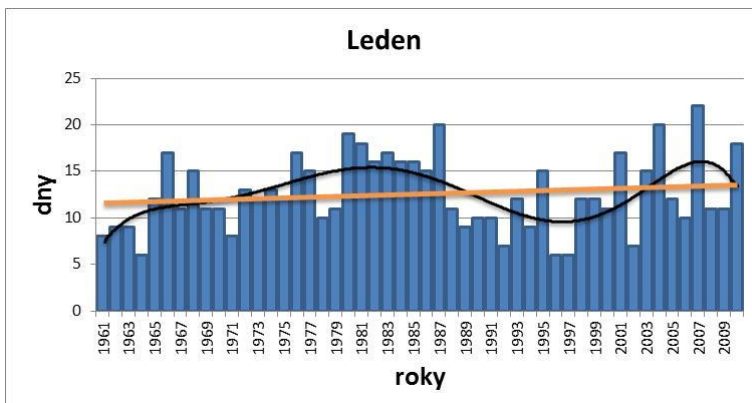
Tab. 7 Četnost dní se srážkovým úhrnem $\geq 10,0$ mm v jednotlivých měsících

třídy	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
0	43	44	35	29	13	9	14	7	14	35	34	39
1	5	6	4	16	13	16	13	15	12	7	12	10
2	1	0	1	5	12	13	11	11	9	5	4	1
3	1	0	0	0	6	9	5	13	3	2	0	0
4	0	0	0	0	4	3	4	4	2	1	0	0
5	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

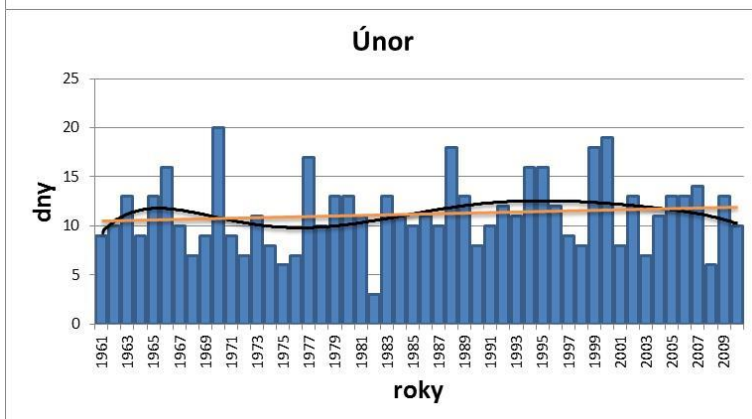
Dnů s vyšším množstvím srážek se vyskytovalo ve zpracovaném období 1961 až 2010 velmi málo, což dokazuje tab. 7. Většinou nejsou žádné, výjimkou jsou letní měsíce, kdy se nejčastěji vyskytuje 1 až 2 dny.

5.7. Rozložení počtu dní se srážkovým úhrnem $\geq 0,1$ mm v období 1961–2010

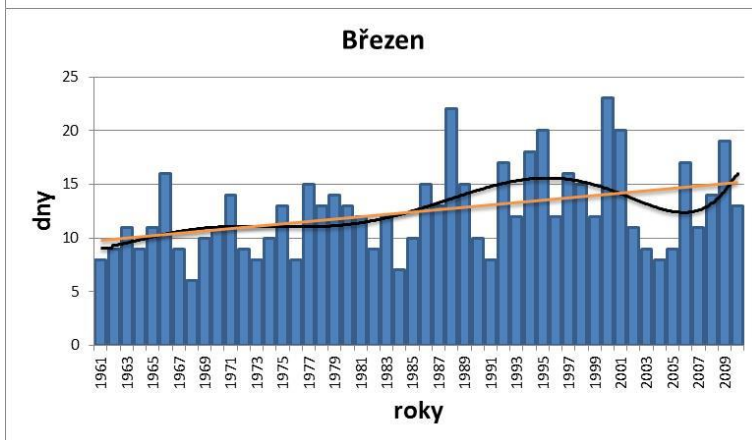
Grafy 28 až 39 dokumentují variabilitu počtu srážkových dní s úhrnem vymezeným hranicí 0,1 mm v průběhu 50 let. Pro analýzu trendu byly zvoleny funkce lineární a polynom 6. stupně.



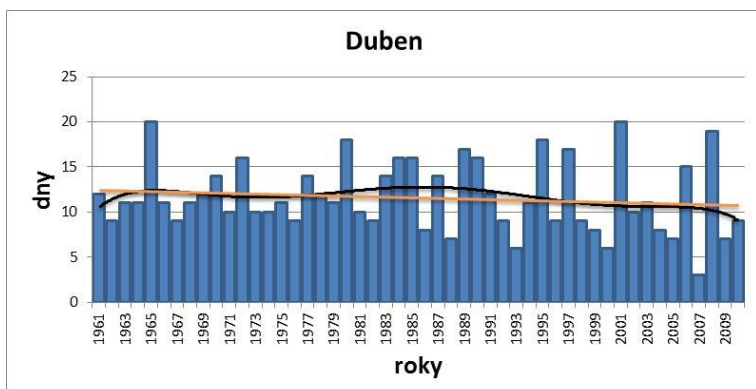
Graf č. 28 Počet srážkových dní v lednu



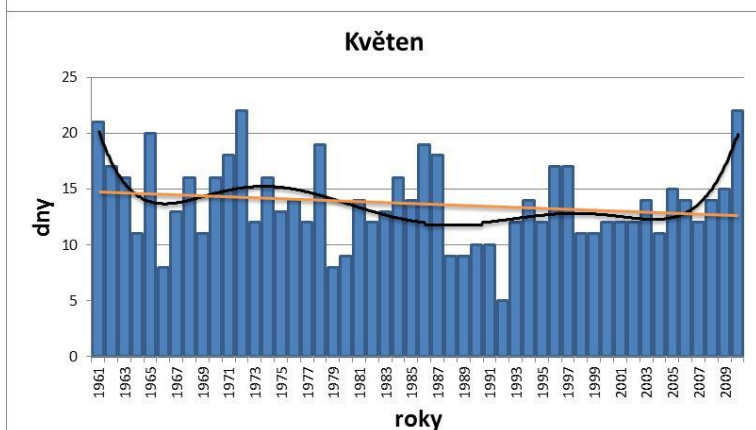
Graf č. 29 Počet srážkových dní v únoru



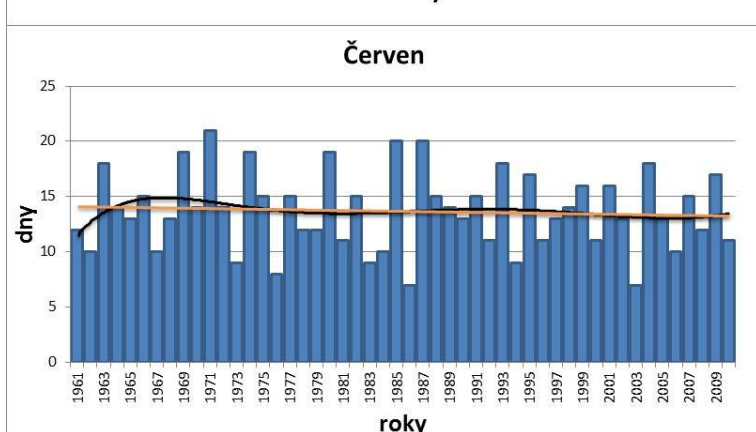
Graf č. 30 Počet srážkových dní v březnu



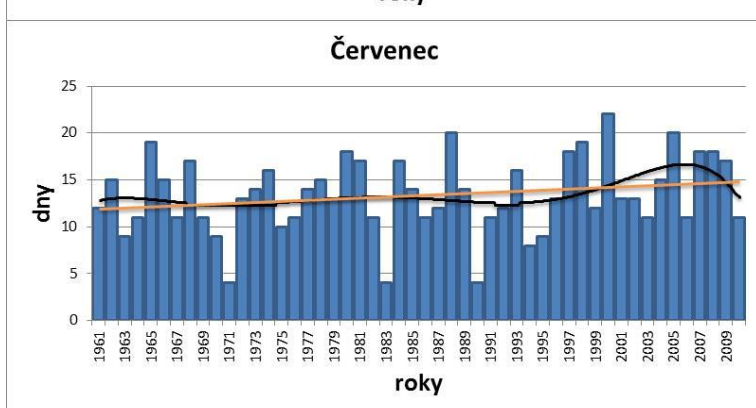
Graf č. 31 Počet srážkových dní v dubnu



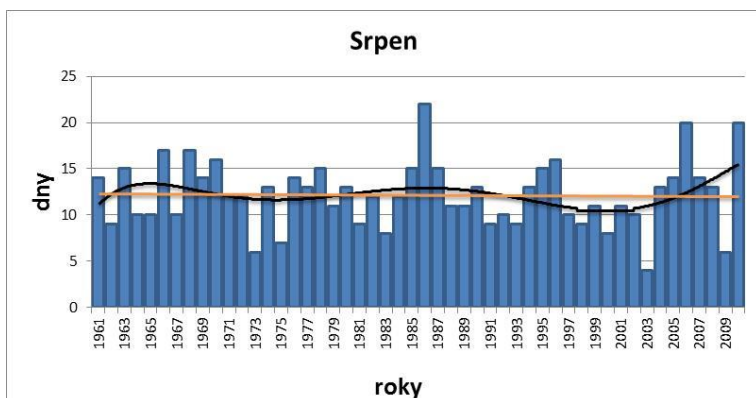
Graf č. 32 Počet srážkových dní v květnu



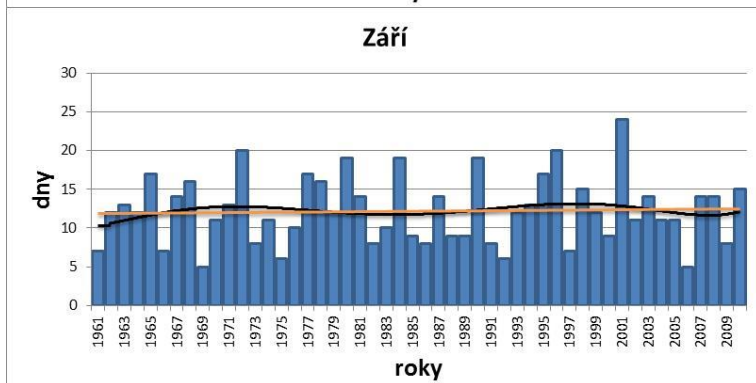
Graf č. 33 Počet srážkových dní v červnu



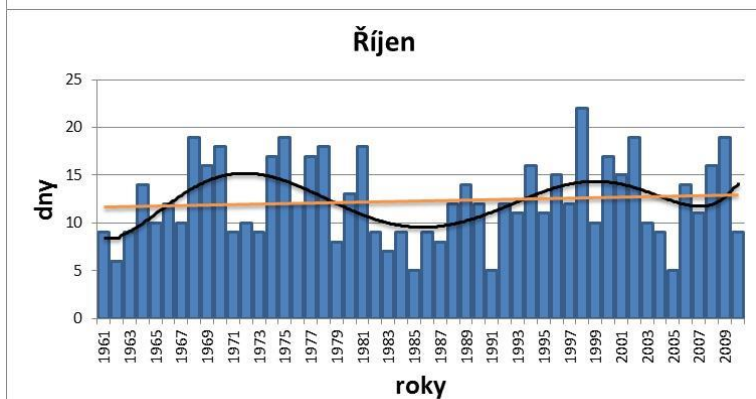
Graf č. 34 Počet srážkových dní v červenci



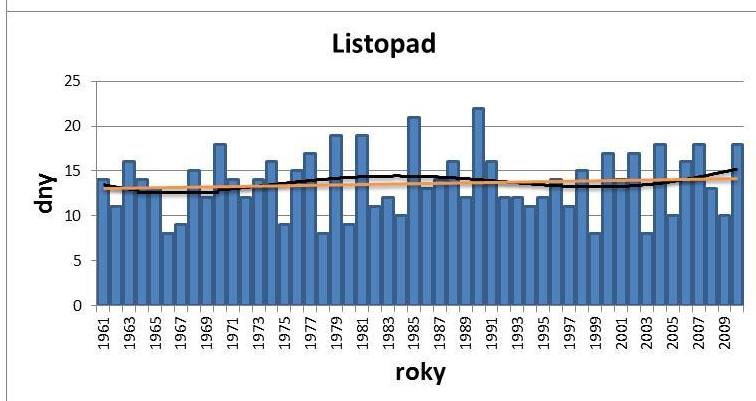
Graf č. 35 Počet srážkových dní v srpnu



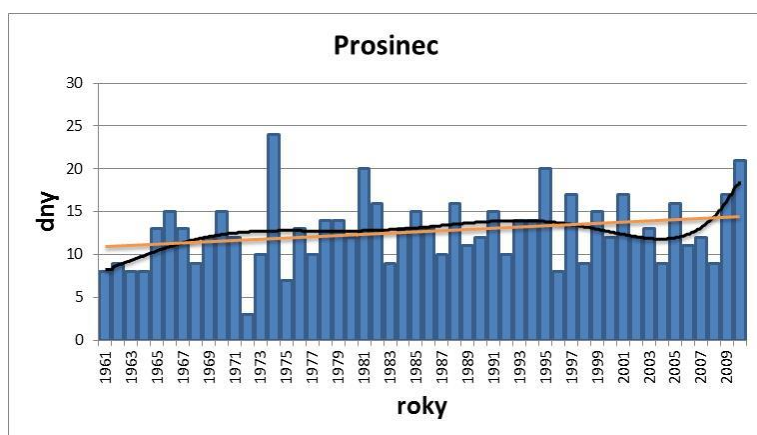
Graf č. 36 Počet srážkových dní v září



Graf č. 37 Počet srážkových dní v říjnu



Graf č. 38 Počet srážkových dní v listopadu



Graf č. 39 Počet srážkových dní v prosinci

V ročním chodu vybrané charakteristiky se projevují trendy vyjadřující jak zvyšující se počet dní, tak i stagnaci a v některých měsících i mírný pokles, který vyjadřuje směr k nastávajícím možným suchým rokům. Tomu odpovídají i hodnoty rovnic v tab. 8 a tab. 9.

Leden vykazuje zvyšující se počet dní s velkou variabilitou v období, kdy se střídají intervaly suché (1988–2000) a vlhké (1981–1987). Také v únoru se mírně počet zvyšuje, nejsušším rokem byl 1982 (3 dny). V březnu je trend výrazně zvyšuje (až o 5 dní), polynom vykazuje, že tyto jsou největší v devadesátých letech minulého století. V dubnu počet dní klesá podle obou funkcí, mírné snížení je i v květnu (až o 3 dny) s výjimkou roku 2010 (22 dní). Naopak v červenci je mírně rostoucí počet srážek. Srpen a září mají hodnoty podle obou funkcí vyrovnané v celém intervalu, který byl hodnocen. V říjnu vykazuje polynom výraznou variabilitu, ale lze v zásadě konstatovat mírné zvýšení. V listopadu obě křivky charakterizují mírný vzestup bez kolísání, které je naopak patrné v prosinci v posledním desetiletí.

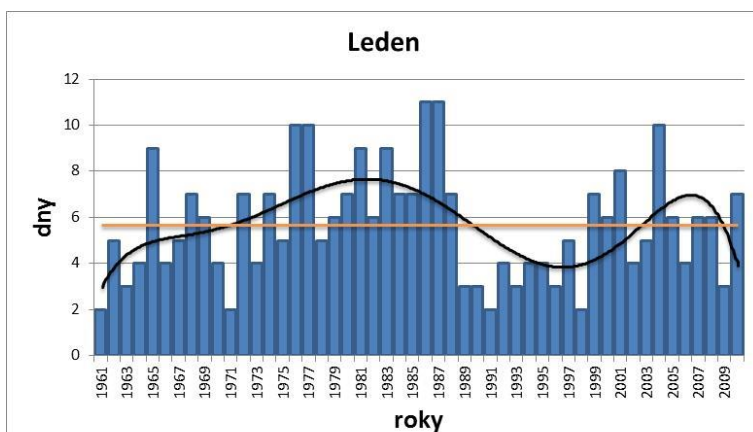
Tab. 8 Vyjádření trendu počtu dní se srážkovým úhrnem $\geq 0,1$ mm pomocí lineární funkce

	Rovnice	R ²
Leden	$y = 0,0405x + 11,567$	0,022
Únor	$y = 0,0298x + 10,521$	0,0144
Březen	$y = 0,1089x + 9,7429$	0,1582
Duben	$y = -0,0356x + 12,549$	0,0175
Květen	$y = -0,0428x + 14,852$	0,0279
Červen	$y = -0,0178x + 14,114$	0,0054
Červenec	$y = 0,0589x + 11,859$	0,0443
Srpen	$y = -0,0057x + 12,366$	0,0005
Září	$y = 0,0145x + 11,851$	0,0023
Říjen	$y = 0,0255x + 11,671$	0,0075
Listopad	$y = 0,0218x + 13,103$	0,0082
Prosinec	$y = 0,072x + 10,864$	0,079

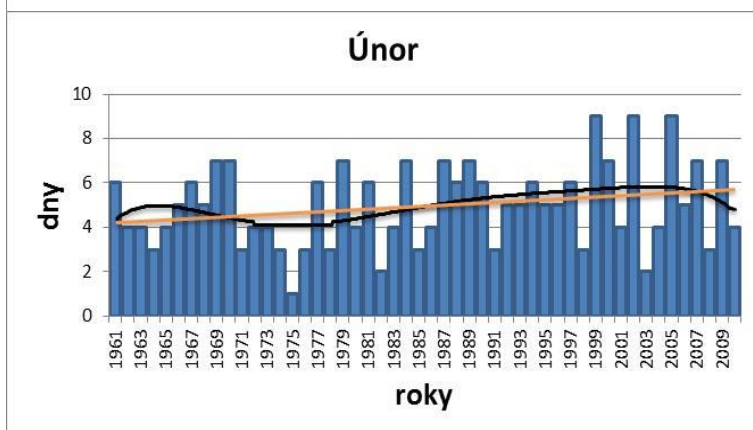
Tab. 9 Vyjádření trendu počtu dní s úhrnem $\geq 0,1$ mm pomocí polynomu 6. stupně

	Rovnice polynomičká	R ²
Leden	$y = -2E-07x^6 + 3E-05x^5 - 0,0016x^4 + 0,0381x^3 - 0,4466x^2 + 2,609x + 5,2077$	0,2934
Únor	$y = -5E-08x^6 + 9E-06x^5 - 0,0006x^4 + 0,0196x^3 - 0,3055x^2 + 1,9223x + 7,7055$	0,0669
Březen	$y = 1E-07x^6 - 1E-05x^5 + 0,0006x^4 - 0,0124x^3 + 0,1003x^2 - 0,0605x + 9,0889$	0,238
Duben	$y = -8E-08x^6 + 1E-05x^5 - 0,0007x^4 + 0,0202x^3 - 0,2729x^2 + 1,5688x + 9,2489$	0,049
Květen	$y = 2E-07x^6 - 3E-05x^5 + 0,0019x^4 - 0,0556x^3 + 0,7779x^2 - 4,8259x + 24,358$	0,2523
Červen	$y = -2E-08x^6 + 4E-06x^5 - 0,0003x^4 + 0,0119x^3 - 0,2219x^2 + 1,7813x + 9,882$	0,0307
Červenec	$y = -9E-08x^6 + 1E-05x^5 - 0,0007x^4 + 0,0153x^3 - 0,1596x^2 + 0,6097x + 12,262$	0,0948
Srpen	$y = -9E-08x^6 + 1E-05x^5 - 0,0009x^4 + 0,0267x^3 - 0,3699x^2 + 2,0887x + 9,386$	0,0811
Září	$y = 6E-08x^6 - 8E-06x^5 + 0,0004x^4 - 0,009x^3 + 0,0692x^2 + 0,1305x + 10,169$	0,0203
Říjen	$y = 2E-07x^6 - 3E-05x^5 + 0,0019x^4 - 0,0458x^3 + 0,4608x^2 - 0,9867x + 9,049$	0,2045
Listopad	$y = -1E-08x^6 + 2E-06x^5 - 6E-05x^4 + 0,0001x^3 + 0,0308x^2 - 0,3665x + 13,792$	0,0316
Prosinec	$y = 9E-08x^6 - 1E-05x^5 + 0,0005x^4 - 0,0112x^3 + 0,08x^2 + 0,3247x + 7,9168$	0,1679

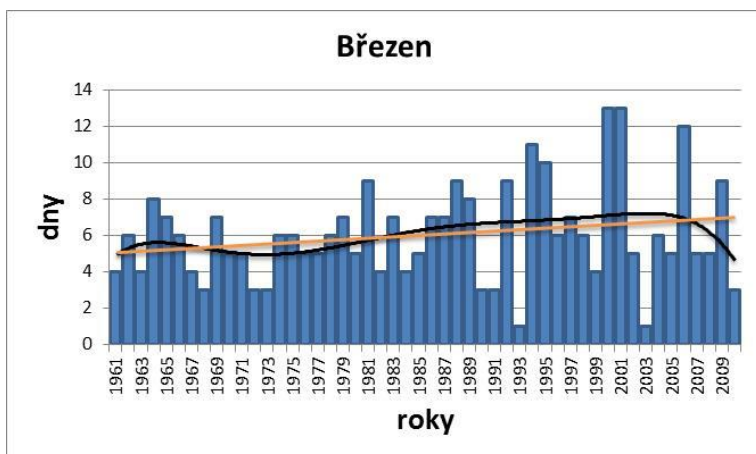
5.8. Rozložení počtu dní se srážkovým úhrnem $\geq 1,0$ mm v období 1961–2010



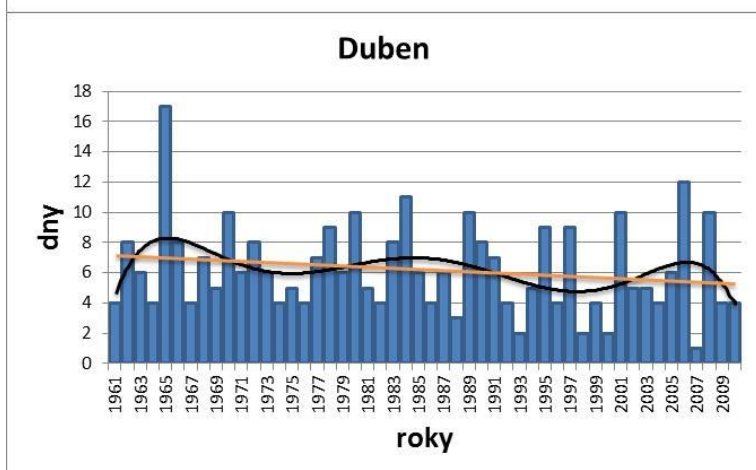
Graf č. 40 Počet srážkových dní v lednu



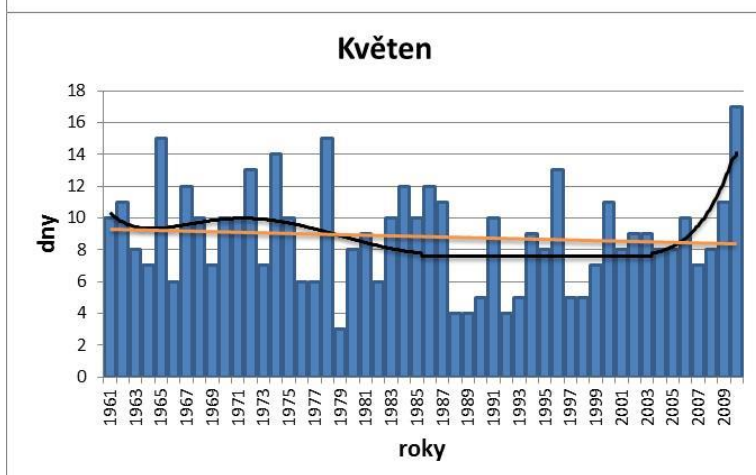
Graf č. 41 Počet srážkových dní v únoru



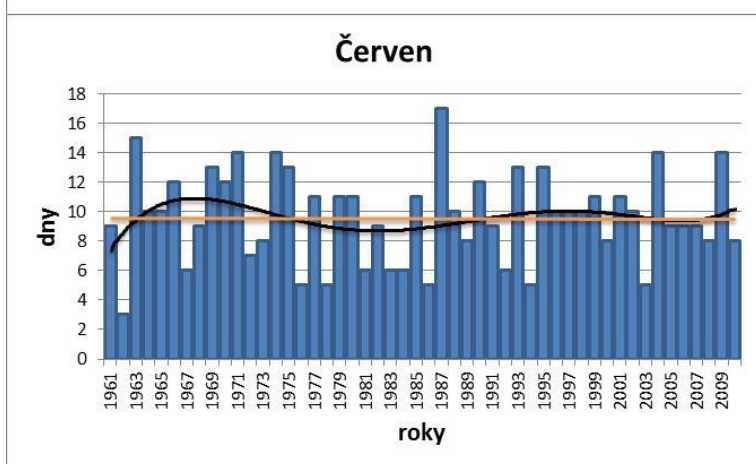
Graf č. 42 Počet srážkových dní v březnu



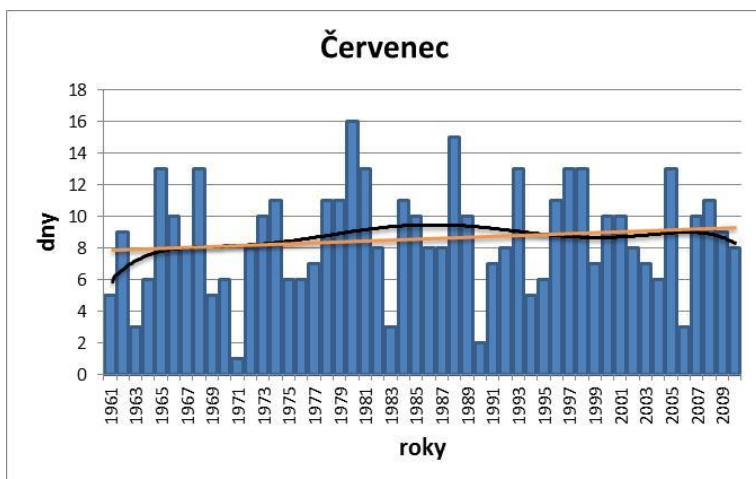
Graf č. 43 Počet srážkových dní v dubnu



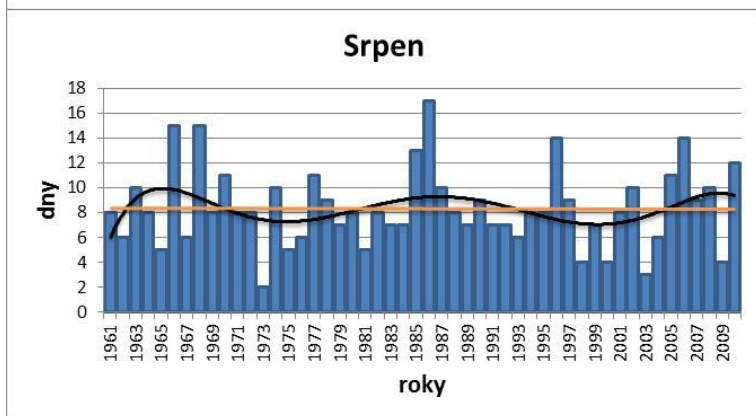
Graf č. 44 Počet srážkových dní v květnu



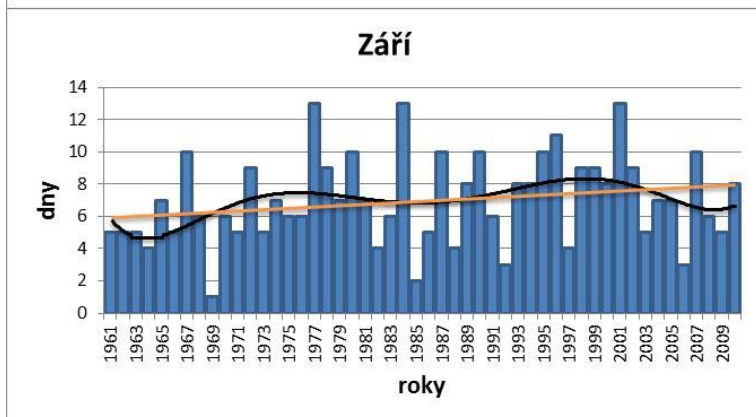
Graf č. 45 Počet srážkových dní v červnu



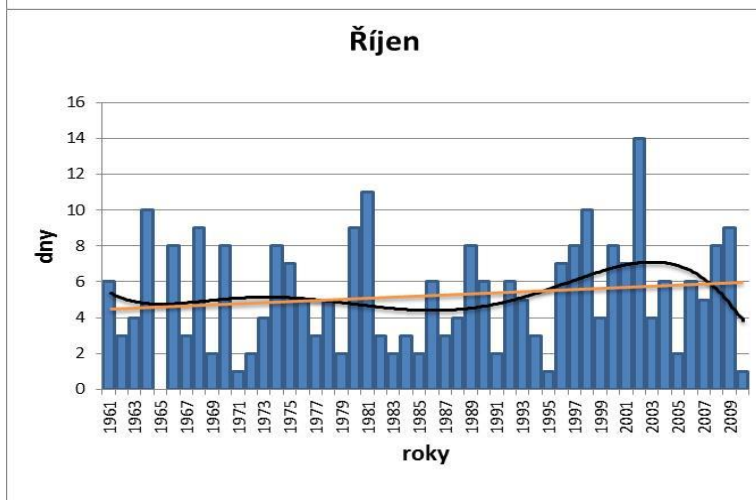
Graf č. 46 Počet srážkových dní v červenci



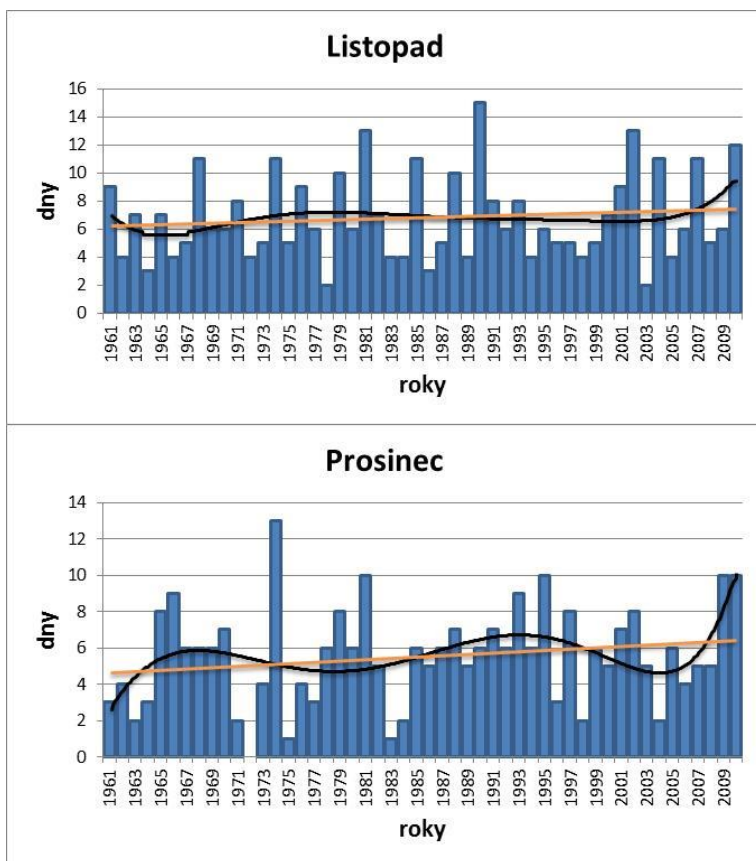
Graf č. 47 Počet srážkových dní v srpnu



Graf č. 48 Počet srážkových dní v září



Graf č. 49 Počet srážkových dní v říjnu



Graf č. 50 Počet srážkových dní v listopadu

Graf č. 51 Počet srážkových dní v prosinci

Tab. 10 Vyjádření trendu počtu dní se srážkovým úhrnem $\geq 1,0$ mm pomocí lineární funkce

	Rovnice lineární	R²
Leden	$y = 5,68$	0
Únor	$y = 0,0296x + 4,2245$	0,0528
Březen	$y = 0,0402x + 5,0139$	0,0463
Duben	$y = -0,0382x + 7,2147$	0,0339
Květen	$y = -0,0191x + 9,3461$	0,0079
Červen	$y = -0,0008x + 9,6196$	1,00E-05
Červenec	$y = 0,0291x + 7,8767$	0,0156
Srpen	$y = -0,0018x + 8,4065$	7,00E-05
Září	$y = 0,0404x + 5,9502$	0,0453
Říjen	$y = 0,03x + 4,4947$	0,0203
Listopad	$y = 0,0245x + 6,1943$	0,0132
Prosinec	$y = 0,0372x + 4,6122$	0,0393

Z grafického vyjádření lze stejným způsobem charakterizovat i počet dní se srážkovým úhrnem $\geq 1,0$ mm. V lednu je chod podle lineární funkce vyrovnaný, polynom však vykazuje dvě maxima v období 1977–1988 a 1999–2008 a jedno minimum 1989–1998. Únor vykazuje mírný vzestup asi o 2 dny, vzestupný je i trend v březnu. Duben má nevýrazná maxima a minima, celkově však se jedná o snížení počtu dní o 4. V květnu počet dní výrazně roste,

z tohoto trendu vybočuje rok 2009 a 2010. Červencový trend nevykazuje změny; červenec je variabilní v podstatě je tendence k růstu počtu dní. V srpnu je lineární závislost stálá, polynom okolo této přímky kmitá. V září, říjnu a v listopadu je mírný vzestup (o 2 dny), prosinec má počty dnů více proměnlivé. Tato zjištění potvrzují tab. 10 a tab. 11.

Tab. 11 Vyjádření trendu počtu dní s úhrnem $\geq 1,0$ mm pomocí polynomu 6. stupně

	Rovnice polynomičká	R²
Leden	$y = -1E-07x^6 + 2E-05x^5 - 0,001x^4 + 0,0234x^3 - 0,2665x^2 + 1,5068x + 1,7034$	0,2685
Únor	$y = -3E-08x^6 + 5E-06x^5 - 0,0003x^4 + 0,0088x^3 - 0,122x^2 + 0,6557x + 3,7845$	0,0936
Březen	$y = -5E-08x^6 + 7E-06x^5 - 0,0004x^4 + 0,0119x^3 - 0,1517x^2 + 0,7697x + 4,2857$	0,088
Duben	$y = -2E-07x^6 + 3E-05x^5 - 0,0015x^4 + 0,0425x^3 - 0,5753x^2 + 3,2764x + 1,8418$	0,1051
Květen	$y = 9E-08x^6 - 1E-05x^5 + 0,0007x^4 - 0,0191x^3 + 0,2314x^2 - 1,1433x + 11,285$	0,1755
Červen	$y = 8E-09x^6 + 2E-08x^5 - 0,0001x^4 + 0,0071x^3 - 0,1755x^2 + 1,6238x + 5,9214$	0,051
Červenec	$y = -5E-08x^6 + 8E-06x^5 - 0,0005x^4 + 0,0131x^3 - 0,1806x^2 + 1,2151x + 4,8712$	0,0438
Srpen	$y = -1E-07x^6 + 2E-05x^5 - 0,0015x^4 + 0,0436x^3 - 0,6074x^2 + 3,5221x + 2,9658$	0,0854
Září	$y = 9E-08x^6 - 1E-05x^5 + 0,0009x^4 - 0,0242x^3 + 0,3149x^2 - 1,5047x + 7,018$	0,1202
Říjen	$y = 1E-08x^6 - 3E-06x^5 + 0,0002x^4 - 0,0071x^3 + 0,1021x^2 - 0,5897x + 5,8877$	0,076
Listopad	$y = 5E-08x^6 - 7E-06x^5 + 0,0004x^4 - 0,0135x^3 + 0,1999x^2 - 1,2001x + 8,0706$	0,0458
Prosinec	$y = 4E-08x^6 - 3E-06x^5 + 3E-05x^4 + 0,0043x^3 - 0,1401x^2 + 1,4044x + 1,3384$	0,1652

5.9. Statistické charakteristiky

Soubor statistických veličin analyzovaného souboru je uveden v tab. 12 až 14

Tab. 12 Počet dní se srážkovým úhrnem $\geq 0,1$ mm

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Stř. hodn.	13	11	13	12	14	14	13	12	12	12	14	13
Medián	12	11	12	11	13,5	13,5	13	12	12	12	14	12,5
Modus	11	13	9	9	12	15	11	13	14	9	14	12
Směr. od.	3,98	3,62	3,99	3,93	3,74	3,53	4,08	3,63	4,39	4,28	3,51	3,94
Ampituda	16	17	17	17	17	14	18	18	19	17	14	21
Minimum	6	3	6	3	5	7	4	4	5	5	8	3
Maximum	22	20	23	20	22	21	22	22	24	22	22	24
H.s. 95,0%	1,131	1,029	1,134	1,117	1,063	1,004	1,159	1,032	1,246	1,216	0,999	1,120

Tab. 13 Počet dní se srážkovým úhrnem $\geq 1,0$ mm

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Stř. hodn.	6	5	6	6	9	10	9	8	7	5	7	6
Medián	6	5	6	6	9	10	8	8	7	5	6	6
Modus	4	4	5	4	10	9	8	8	5	3	4	6
Směr. od.	2,44	1,88	2,73	3,03	3,14	3,11	3,40	3,19	2,77	3,07	3,11	2,73
Ampituda	9	8	12	16	14	14	15	15	12	14	13	13
Minimum	2	1	1	1	3	3	1	2	1	0	2	0
Maximum	11	9	13	17	17	17	16	17	13	14	15	13
H.s. 95,0%	0,695	0,534	0,775	0,860	0,891	0,884	0,967	0,907	0,786	0,872	0,885	0,777

Tab. 14 Počet dní se srážkovým úhrnem $\geq 10,0$ mm

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Stř. hodn.	0	0	0	1	2	2	2	2	1	1	0	0
Medián	0	0	0	0	1	2	1	2	1	0	0	0
Modus	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
Směr. od.	0,57	0,33	0,51	0,68	1,53	1,16	1,50	1,20	1,13	0,97	0,64	0,48
Ampituda	3	1	2	2	7	4	5	4	4	4	2	2
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	3	1	2	2	7	4	5	4	4	4	2	2
H.s. 95,0%	0,162	0,093	0,146	0,192	0,436	0,329	0,425	0,341	0,322	0,277	0,182	0,135

6. Diskuze

V Česku, ležícím v oblasti hlavního evropského rozvodí, jsou atmosférické srážky hlavním zdrojem vody. Mají proto nejen klíčový význam pro charakter přírodního prostředí, ale i pro řadu oblastí lidské činnosti, jako je zemědělství, lesnictví, vodní hospodářství aj. Výrazný přebytek srážek v některých obdobích může být příčinou povodní, naopak jejich dlouhodobější nedostatek přispívá ke vzniku suchých období. Zatímco povodně mohou způsobit vedle velkých materiálních a jiných škod i ztráty na lidských životech, sucha podmiňují značné ztráty na zemědělské produkci, problémy v hospodaření a zásobování vodou, v lesnictví atd. Proto mají znalosti prostorového rozložení srážek a jejich časových změn velký význam pro praxi (Tolasz *et al.*, 2007).

V zemědělství se rozhoduje na základě několika hodin či dnů (rozhodnutí zda poslat lidi na pole pracovat), nebo se jedná o několik týdnů, měsíců nebo celé jedné sezony (volba správně odrůdy k vysetí na pole), nebo dlouhodobé, které se týká i delšího časového období (volba vhodných strojů nebo odrůdy). Je proto nutné neustále doplňovat dostupné klimatologické materiály o nové analýzy časových řad. Cílem je samozřejmě dosáhnout co největších výnosů. Závlaha polních plodin, zeleniny, ovocných sadů, ale i vinic, nebo chmelnic značně ovlivňuje výnosy zvláště potom v sušších oblastech České republiky (Polabí, jižní Morava).

V současné době se nejvíce diskutuje o změnách souvisejících s možnou klimatickou změnou. Odchytky od „normálu“, ať již jakýmkoliv směrem způsobují řadu problémů různých rozměrů. Přebytek vody po dlouhotrvajících deštích, nebo na jaře při tání sněhu způsobí, že se řeky rozvodní více, než bývá normální. Příčinnou sucha v České republice je deficit srážek ve vegetačním období i po jeho skončení. To tedy znamená, že pro Českou republiku nejsou výjimky ve střídání sucha a povodní.

Předložená práce se zabývá analýzou srážkových charakteristik, které jsou vhodnými kritérii pro posuzování mezoklimatických podmínek. Data, která byla podrobena analýze, jsou ze stanice Praha-Karlov, která se nachází na budově Fyzikálního ústavu Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze 2. Je umístěna v jihozápadní části budovy, kde jsou meteorologické přístroje umístěny na plošině věže, ve výšce 27 m nad terénem a 260,5 m nad mořem. Ve změně typu stanice (původně manuální) došlo v roce 2002, kdy se z ní stala stanice kombinovaného typu (manuální a automatická).

Pro další analýzu byl určen standardní klimatologický normál vypočtený z dat periodika „Měsíční přehled měření a pozorování observatoře Praha-Karlov“. Standardní klimatologický normál je vhodným nástrojem pro hodnocení variability počasí v jednotlivých letech. Proto byl zvolen jako referenční hodnota pro stanovení odchylek počtu srážkových dnů s definovanou denní sumou srážek $\geq 0,1$ mm, $\geq 1,0$ mm a $\geq 10,0$ mm v jednotlivých měsících roku.

Z výsledků je patrné, že srážkové charakteristiky je nutné kombinovat. Častějším případem je, že se uvádějí pouze měsíční úhrny srážek a ne srážkové dny. Pouze jejich kombinace umožňuje objektivně hodnotit rozložení srážek. Jako příklad je možné uvést rok 2002, kdy byla rozsáhlá území ČR včetně Prahy postižena povodní. Počet srážkových dnů se však příliš neliší. Srpen 2002 však nedosáhl ani historického maxima v množství spadlých srážek na stanici Praha Karlov, kdy napršelo 103 mm. Nejvyšší měsíční úhrn však byl změřen v roce 1938, kdy spadlo 180 mm (Kožnarová *et al.*, 2016).

Největší sucha v historii byla v letech 1983, 1992, 2003. Podle výsledků z grafů jednoznačně vychází, že při hodnocení počtu dní se srážkovým úhrnem $\geq 0,1$ mm se velmi často v analyzované padesátileté řadě objevuje rok 2003 v souvislosti s minimálním počtem srážkových dní.

Zjištěné výsledky jsme porovnali s údaji ze stanice Praha-Ruzyně (obr. 5), i když jsme si vědomi výrazné odlišnosti v umístění obou stanic. Při porovnání vypočtené průměrné hodnoty vyjadřující počet dní se srážkovým úhrnem 0,1 mm a větším bylo v Ruzyni dosaženo v lednu a listopadu 15 dní, na stanici Karlov 14 dní v červnu, červenci a prosinci. Naopak nejnižší průměrný počet v Ruzyni byl 13 dní (duben, září a říjen), kdežto na stanici Karlov vychází s počtem 11 dní pouze únor. Srovnání tedy prokázalo, že stanice Ruzyně, která se nachází v nadmořské výšce 364 m n. m. má srážkových dní více než stanice Karlov.

Průměrné počty dní se srážkovým úhrnem $\geq 1,0$ mm byly na stanici v Ruzyni vzestupné od ledna, vrcholící v červnu a následně došlo ke snížení hodnot. Zatímco na stanici Karlov se tak dělo až od února do června, kde teprve začaly klesat obdobně jako v Ruzyni. Je tady patrný vliv nadmořské výšky a otevřeného prostoru v Ruzyni

Předpoklad, že dochází ke změnám v rozložení srážek, byl správný. V souhrnném zhodnocení analyzovaného období lze konstatovat, že na stanici Praha-Karlov se objevuje tendence snížení v počtu dní v obou použitých charakteristikách víceméně celoročně období. Výjimkou jsou jarní měsíce, kdy se počet srážkových dnů zvyšuje. Změny dokumentuje

tab. 15 Lze předpokládat, že tyto změny zvyšují efekt tepelného ostrova v této lokalitě, který je ještě zesílen silnou automobilovou dopravou vedoucí přes Nuselský most.

Tab. 15 Porovnání klimatologického normálu (1961-1990) s absolutním členem lineární rovnice

≥ 0,1 mm												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
normál	12,9	10,8	11,4	12,3	14,2	13,9	12,7	12,5	12,2	11,9	13,8	12,1
abs. čl	11,6	10,5	9,7	12,5	14,8	14,1	11,9	12,4	11,9	11,7	13,1	10,8
rozdíl	-1,3	-0,3	-1,7	0,2	0,6	0,2	-0,8	-0,1	-0,3	-0,2	-0,7	-1,3
≥ 1,0 mm												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
normál	6,2	4,7	5,6	6,8	9,0	9,6	8,4	8,6	6,7	4,9	6,8	5,1
abs. čl	5,7	4,2	5,1	7,2	9,3	9,6	7,8	8,4	5,9	4,5	6,1	4,6
rozdíl	-0,5	-0,5	-0,5	0,4	0,3	0,0	-0,6	-0,2	-0,8	-0,4	-0,7	-0,5

7. Závěr

Atmosférické srážky, ať již jsou jakéhokoliv skupenství, vertikálního, nebo horizontálního směru jsou ve středoevropském prostoru významným faktorem, který ovlivňuje mezoklimatické a mikroklimatické podmínky. Jejich typickým rysem je proměnlivost jak v čase, tak i v prostoru. Přebytek vody, nebo její nedostatek měl vždy dopad na celou řadu oblastí života lidí, zvířat i rostlin.

Význam znalostí o rozložení srážek v prostoru i čase roste zejména v současnosti, kdy projevy počasí jsou stále výraznější a odborníci se shodují v tom, že trend možných změn klimatu zesiluje extremitu projevů počasí.

Předložená bakalářská práce se věnuje problematice srážkových dat z meteorologické stanice Praha-Karlov, která je umístěna na věži budovy Fyzikálního ústavu Matematicko-fyzikální fakulty UK v Praze 2. Nadmořská výška stanice je 260,5 m nad mořem, zeměpisné souřadnice 50°04' s. š.; 14°25' v. d. Databáze byla vytvořena z dat Českého hydrometeorologického ústavu z periodika „Měsíční přehled měření a pozorování observatoře Praha-Karlov“ z období 1961 až 2010. K analýze byly použity tři základní srážkové charakteristiky: počet dnů s denní sumou srážek $\geq 0,1$ mm, $\geq 1,0$ mm a $\geq 10,0$ mm.

V souhrnném zhodnocení analyzovaného období lze konstatovat, že na stanici Praha-Karlov se objevuje tendence snížení v počtu dní v obou použitých charakteristikách víceméně celoročně. Výjimkou jsou jarní měsíce, kdy se počet srážkových dní zvyšuje. Největší změny jsou u počtu dní s denní sumou srážek $\geq 0,1$ mm v měsících leden, březen, červenec a prosinec; u charakteristiky s denní sumou srážek $\geq 1,0$ mm v červenci, září a listopadu. Počet dní se srážkovým úhrnem $\geq 10,0$ hodnocen takto nebyl, protože těchto dní je v roce relativně málo (maximálně 2 dny v květnu podle normálu). Obě hypotézy, že dochází k časovým změnám v rozdělení srážek, tak byly potvrzeny.

Výsledky této analýzy lze, jak již bylo uvedeno, považovat za dílčí, a proto na ni bude navazovat detailní rozbor v diplomové práci.

8. Literatura

- Anonym, 2014. Měření a hodnocení atmosféry a hydrosféry. Český hydrometeorologický ústav. Praha. 39 s. ISBN 978-80-87577-28-8 80.00.
- BODRI, L., ČERMÁK, V., KRESL, M. 2005. Trends in precipitation variability: Prague (THE CZECH REPUBLIC). Climatic Change. 151 – 170p. ISSN 0165-0009
- Brázdil, R., ŠTEKL, J. 1987. Cirkulační procesy a atmosférické srážky v ČSSR. Univerzita J.E. Purkyně / Folia facultatis scientiarum naturalium Universitatis Purkynianae Brunensis, 23, Brno, 298 s.
- Brázdil, R., Zahradníček, P., Pišoft, P., Štěpánek, P., Bělinová, M., Dobrovolný, P. 2012. Theoretical and Applied Climatology – Temperature and precipitation fluctuations in the Czech Republic during the period of instrumental measurement. Springer Vídeň. p. 34 ISSN: Online 1434-4483, Print 0177-798X
- COLEMAN, J. S. M. Law, K. T. 2015. Meteorology. In: Procedia Environmental Science. Vol. 13. Elsevier. 7p. ISSN
- ČERMÁKOVÁ, M. 1950. Srážky ve Velké Praze. Meteorologické zprávy 4, 5-6. Český hydrometeorologický ústav. 116-119s.
- ČERVENÝ, J., BÖHM, B., BUBENÍČKOVÁ, L., BUCHTELE, J., ČULÍK, J. *et al.* 1984. Podnebí a vodní režim ČSSR. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 416s.
- FIŠÁK, J. 1994. Návod pro pozorovatele srážkoměrných stanic. Metodický předpis č. 11a. Český hydrometeorologický ústav. Praha. ISBN 80-85813-13-0
- GREGOR, A. 1968. Podnebí Prahy. Academia/studie ČSAV. Praha. 193s.
- KLABZUBA, J., KOŽNAROVÁ, V., VOBORNÍKOVÁ, J. 1999. Hodnocení počasí v zemědělství. PowerPrint. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 120s. ISBN 80-213-0584-3.
- KOBZOVÁ, E. 1998. Počasí. Olomouc. 276s. ISBN 80-85839-26-1.
- KOŽNAROVÁ, V., HÁJKOVÁ, L., KLABZUBA, J., BACHANOVÁ, S. 2016. Vybrané klimatologické charakteristiky na stanici Praha-Karlov pro biologické a technické aplikace. Český hydrometeorologický ústav. Praha. cca. 423s. (v tisku)
- KOŽNAROVÁ V., KLABZUBA J. 2002. Doporučení WMO pro popis meteorologických, resp. klimatologických podmínek definovaného období, *Rostlinná výroba, ČAZV - ÚZPI*, ISSN 0370-663X, duben 2002, č. 4, ročník 48, s. 190-192. ISSN 0370-663X.
- KOŽNAROVÁ, V., KLABZUBA, J. 2004. Aplikovaná meteorologie a klimatologie. I. díl – Historie a současnost, čas a kalendáře. Skriptum ČZU. Praha. 40s. ISBN 80-213-1280-7
- KOŽNAROVÁ V., KLABZUBA J. 2005. Historie a současnost, čas a kalendáře. PowerPrint. Praha. 39 s. ISBN: 978-80-213-1280-7.
- KUBÍKOVÁ, J., LOŽEK, V., ŠPRYŇAR, P. 2005. Praha – Chráněná území ČR XII. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Praha. 304 s. ISBN 80-86064-69.

- KVĚTOŇ, V., VOŽENÍLEK, V. 2011. Klimatické oblasti Česka: Klasifikace podle Quitta za období 1961–2000. Olomouc: Univerzita Palackého, Český hydrometeorologický ústav. 20s. + mapa. ISBN 978-80-244-2813-0.
- LIVEZEY, R., E. 2007. Estimation and Extrapolation of Climate Normals and Climatic Trends. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. Vol. 46. p. 1759–1776. AMS ISSN 1558-8424.
- PEJML, K. 1975. 200 let meteorologické observatoře v pražském Klementinu. Hydrometeorologický ústav. Praha. 80 s.
- PETR, J., BAIER, J., COUFAL, V., FÁBRY, A., HOSNEDL, V., HRBEK, J., HRUŠKA, L., KLABZUBA, J., *et al.* 1987. Počasí a výnosy. SZN Praha. 365s.
- PODNEBÍ ČESKOSLOVENSKÉ SOCIALISTICKÉ REPUBLIKY. 1969. Souborná studie. Hydrometeorologický ústav. Praha. 357 s.
- ŘEZÁČOVÁ, D., NOVÁK, P., KAŠPAR, M., SETVÁK, P. 2007. Fyzika oblaků a srážek. Academia. Praha. 576 s. GERSTNER, sv. 2. ISBN 978-80-200-1505-1.
- SLABÁ, N. 1972. Návod pro pozorovatele meteorologických stanic ČSSR. 2. přepracované vydání. Sborník předpisů, svazek 7. Hydrometeorologický ústav. Praha. 224 s.
- SOBÍŠEK, B., BEDNÁŘ, J., ČERNAVA, S., FLUX, J., FRÜHBAUER, J., GOTTWALD, A., HODAN, L., JURČOVIČ, P., KAKOS, V. *et al.* 1993. Meteorologický slovník výkladový terminologický. Academia. Praha. 594s. ISBN 80-85368-45-5.
- TOLASZ, R., BRÁZDIL, R., DOBROVOLNÝ, P., MACKOVÁ, J., VOŽENILEK, V., *et al.* 2007. Atlas podnebí Česka: Climate atlas of Czechia. Český hydrometeorologický ústav. Praha. 255s. ISBN 978-80-86690-26-1
- VANÍČEK, K., NĚMEC, L., REINHARTOVA, J., ŠTEKL, J., DYKAST, J., KAMENÍK, M., SLÁDEK, I., *et al.* 1988. Zpracování klimatologických informací. Český hydrometeorologický ústav. Praha. 167s.
- VESECKÝ, A., DVORNÝ, Z., SOBÍŠEK, B. 1965. Mezinárodní atlas oblaků. Hydrometeorologický ústav. Praha. 55s.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. 1996. Climatological Normals (CLINO) for the Period 1961–90 (WMO-No. 847). Geneva. ISBN 978-92-63-00847-3.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. 2007. The Role of Climatological Normals in a Changing Climate (WMO/TD-No. 1377, WCDMP-No. 61). Geneva. 46 p.
- WMO. 2011. Technical Regulations Basic Documents No. 2 Volume I – General Meteorological Standards and Recommended Practices. WMO No 49. Geneva. 83 p. ISBN 978-92-63-10049-8.

Elektronické zdroje

Anonym. Historie MS Praha Karlov. 2015. Český hydrometeorologický ústav. Praha. [cit. 2. 8. 2015]. Dostupné z <<http://pr-asv.chmi.cz/opssapp/historie.php?ukazatel=karlov>>.

Český hydrometeorologický ústav. Meteorologické stanice ČHMÚ [online]. [cit. 9. 4. 2016]. Dostupné z <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/OS/stanice/ShowStations_CZ.html>.

BEDNÁŘ, J., BRECHLER, J., BROŽKOVÁ, R., ČERVENÁ, E., HALENKA, T. 1. 4. (3/2016). Meteorologický slovník výkladový a terminologický (eMS), ČMeS. [online]. [cit. 9. 4. 2016]. dostupný z <<http://slovník.cmes.cz/>>.

CERVENY, R. WMO komise pro klimatologii zpravodaj. School of geografických věd. Arizona State University. Tempe AZ 85287-0104. USA [online]. [cit. 9. 4. 2016]. dostupný z <<http://wmo.asu.edu/contact>>.

WMO (Světová meteorologická organizace). Programmes and Strategic planning. [online]. [cit. 9. 4. 2016]. dostupný z <http://www.wmo.int/pages/about/spla_en.html>.