

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE**

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

**KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A
ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ**



**Statistické zpracování vybraných časových řad
denních srážkových úhrnů**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Máca, Ph.D.

Autor: Ladislav Říha

© 2022 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Ladislav Říha

Krajinářství
Územní technická a správní služba

Název práce

Statistické zpracování vybraných časových řad denních srážkových úhrnů

Název anglicky

Statistical survey of selected time series of daily rainfall rates

Cíle práce

Provedte zpracování denních srážkových úhrnů v České republice vybranými statistickými metodami. Odhadněte histogramy denních srážkových úhrnů, stanovte závislost denních srážkových úhrnů na nadmořské výšce, stanovte vybrané statistické charakteristiky denních srážkových úhrnů pro různá časová období. Uvedené vyhodnocení proveďte na souboru nekorigovaných staničních dat ČHMÚ. Porovnejte nekorigovaná a oficiální data o ročních úhrnech v České republice.

Metodika

Metodický postup se skládá z následujících kroků

1. Příprava dostupných dat o denních srážkových úhrnech
 2. Vyhodnocení vybraných statistických charakteristik srážkových dat
 3. Stanovení histogramu srážkových dat
 4. Popište závislost staničních dat na nadmořské výšce stanic
 5. Porovnejte roční úhrny staničních dat s oficiálními daty
- Pro řešení bakalářské práce použijte nekorigovaná staniční data a oficiální korigovaná data ČHMÚ.

Doporučený rozsah práce

standardní

Klíčová slova

denní srážkový úhrn, střední hodnota, rozptyl, sezónost

Doporučené zdroje informací

Novovičová J.: Pravděpodobnost a statistika. Skriptum FD ČVUT, 2006, s 154.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FZP

Vedoucí práce

doc. Ing. Petr Máca, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 24. 3. 2022

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 24. 3. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 28. 03. 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Statistické zpracování vybraných časových řad denních srážkových úhrnů vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. O právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odstavec 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 29. března 2022

.....

Říha Ladislav

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval doc. Ing. Petru Mácovi Ph.D. za odbornou pomoc, ochotu, vedení a velkou trpělivost, kterou mi věnoval při zpracování mé bakalářské práce.

Statistické zpracování vybraných časových řad denních srážkových úhrnů

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá denními srážkovými úhrny. V roce 2018 ČHMÚ uvolnilo celou svou databázi denních srážkových úhrnů zaznamenaných od roku 1961 na základě rozhodnutí Městského soudu v Praze, a to od roku 1961 až do roku 2019. Uvedená data byla zpracována základními metodami popisné statistiky. Byly stanoveny pro období s různou délkou statistické charakteristiky odhadem aritmetického průměru, odhadem mediánu, variabilitou rozptylu a variabilitou směrodatné odchylky. Dále byly stanoveny histogramy, které reprezentují empirický odhad rozdělení pravděpodobností za denních srážkových úhrnů v České republice. Z výsledků práce vyplývá, že srážkové úhrny se pohybovaly v hodnotách jejichž výsledky jsou zaznamenány v této práci. Histogramy ukazují na exponenciální rozdělení denních srážkových úhrnů.

Klíčová slova

Denní srážkový úhrn, střední hodnota, rozptyl, sezónnost

Statistical survey of selected time series of rainfall rates

Abstract

Bachelor thesis deals with daily deduction totals. In 2018, the CMO released its entire database of daily rainfall totals recorded since 1961 following a decision of the Municipal Court in Prague from 1961 until 2019. These data were processed using basic methods of descriptive statistics. They were determined for periods of varying length of statistical characteristics by estimation of arithmetic mean, estimation of median, variability of variance and variability of standard deviation. Histograms representing the empirical estimate of probability distribution at daily rainfall totals in the Czech Republic have also been determined. The results of the work show that the precipitation totals were within the values the results of which are recorded in this work. Histograms indicate an exponential distribution of daily precipitation totals.

Keywords

Daily precipitation total, mean value, variance, seasonality

1 OBSAH

1	ÚVOD.....	1
1.1	Cíl práce	2
1.2	Charakteristika náhodných veličin.....	3
1.2.1	Aritmetický průměr	3
1.2.2	Rozptyl	3
1.2.3	Kvantily	3
1.3	Srážky.....	4
1.3.1	Rozdělení srážek.....	4
1.3.2	Frontální a cyklonální srážky.....	4
1.3.3	Orografické srážky	5
1.3.4	Konvektivní srážky	5
1.4	Meteorologie srážek.....	5
1.5	Měření srážek.....	6
1.5.1	Bodová měření dešťových srážek.....	6
1.5.2	Plošná měření dešťových srážek.....	7
1.5.3	Odhad chybějících srážkových dat	7
1.5.4	Interpolace dešťových srážek na analyzovaném území	8
1.5.5	IDW	8
1.5.6	Kolerační analýza srážkových dat.....	8
1.6	Měření srážek.....	8
1.6.1	Srážkoměry/ ombrometry/ ombrografy	8
1.6.2	Vlhkoměr a další senzory pro měření meteo prvků	10
1.6.3	Meteoradar	13
2	STATISTICKÉ VÝSLEDKY ZPRACOVÁNÍ DENNÍCH A ROČNÍCH SRÁŽKOVÝCH ÚHRNŮ V ČESKÉ REPUBLICĚ.....	17
2.1	charakteristiky průměrného srážkového úhrnu pro desetiletá období	17
2.2	charakteristiky průměrného srážkového úhrnu pro dvacetiletá období.....	23
2.3	charakteristiky průměrného srážkového úhrnu pro třicetiletá období.....	27
2.4	Závislost denního srážkového úhrnu na nadmořských výškách	29
3	HISTOGRAMY	32
4	POROVNÁNÍ DAT SRÁŽKOVÝCH ÚHRNŮ.....	37
4.1	Program R	40
4.2	Ročenky ČHMÚ	42

5	DISKUZE	45
6	ZÁVĚR	47
7	PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	48
7.1	Literatura:	48
7.2	Internetové zdroje:	48
7.3	Seznam tabulek	51
7.4	Seznam obrázků	52
7.5	Seznam boxů	52
7.6	Seznam grafů	52

1 Úvod

Tato bakalářská práce je zaměřena na statistické zpracování vybraných (určených) časových řad denních úhrnů srážek, ke kterému je potřeba využití dat, která byla získána z Českého Hydrometeorologického ústavu, který v současné době uvolnil svoji databázi denních dat. Daty jsou myšleny srážkové úhrny, tak základní data či klimatické prvky k popisu počasí v České republice, pokud se jedná o dlouhodobé počasí v České republice. Česká srážková síť je postupně budována a doplňována.

V České republice jsou atmosférické srážky důležitým zdrojem vody u nás. Z tohoto důvodu je třeba mít kvalitní měření, která jsou řízena ČHMÚ, který spravuje státní síť srážkoměrů. Jelikož jsou srážky jediným zdrojem vody v ČR, je potřeba mít tato data správně vyhodnocena, a to k probíhající změně klimatu. K tomuto byl ČHMÚ uvolněn celkový set dat srážkového úhrnu pro celou Českou republiku, který reprezentuje data celkového srážkového úhrnu od roku 1961.

Deště, vzhledem ke změně klimatu, mění svůj charakter. Množství srážek na Zemi by mělo být za určitou dobu v množství, které je přijatelné, jelikož větší množství srážek způsobuje povodně a když je jich nedostatek tak způsobuje zase sucho.

V České republice má meteorologická síť celkem 802 stanic, kdy ne všechny spadají pod ČHMÚ. Z toho 38 profesionálních meteorologických stanic má nejrozsáhlejší pozorovací program. Kdy z těchto 38 stanic jich je 6 pod správou Armády ČR. 179 měřících stanic je dobrovolnických. Z těchto je 140 meteorologických stanic plně automatizováno. Z 559 měřících meteorologických stanic je 77 omezeno na program měření úhrnu srážek a sněhové pokrývky. ČHMÚ má v těžko dostupných místech (na horách) ještě umístěno 26 totalizátorů, které poskytují doplňková data o ročním úhrnu srážek.

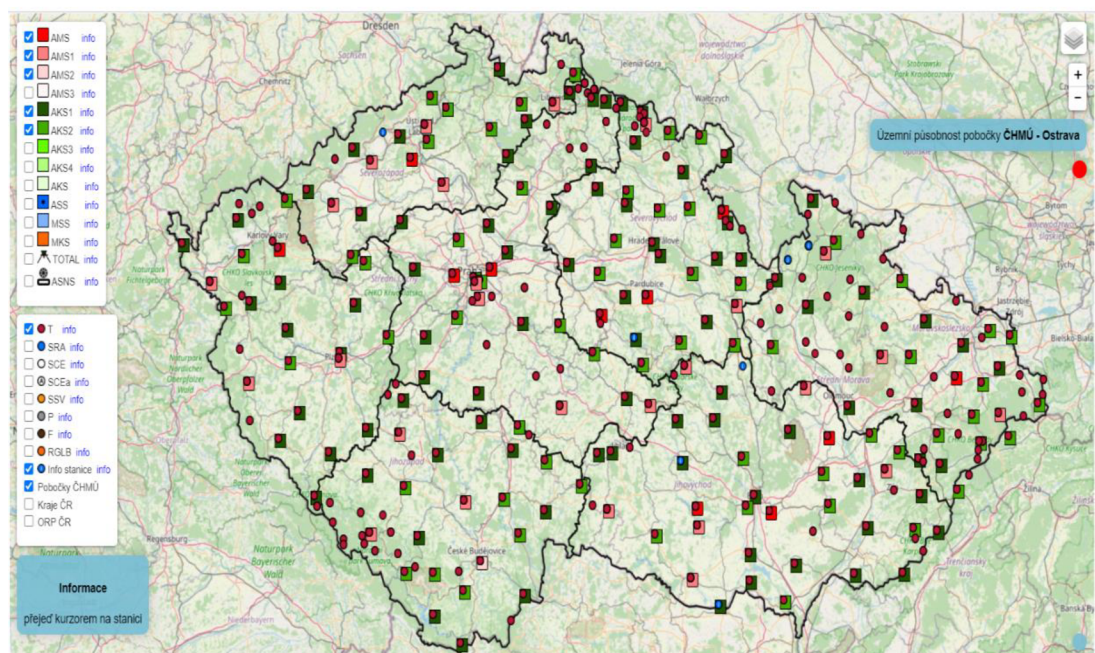
ČHMÚ má pobočky v krajských městech odkud jsou jednotlivé stanice řízeny. Odbor Klimatologie ČHMÚ poskytuje data a služby s tím spojené z více stanic a poboček najednou (URL 1).

V této bakalářské práci jde o vyhodnocení databáze denních srážkových úhrnů metodou popisné statistiky. A to za období v letech 1960-2019.

Tato data jsou rozdělena do šesti deseti letých období 1960–1970, 1970–1980, 1980–1990, 1990–2000, 2000–2010, 2010–2019.

Dále do jsou rozdělena do třech dvacetiletých období 1960–1980, 1980–2000, 2000–2019. A posledně do dvou třicetiletých období: 1960–1990, 1990–2019.

Obrázek 1 Mapa meteorologických stanic v České republice (URL 2)



https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/OS/stanice/ShowStations_CZ.html

1.1 CÍL PRÁCE

Cílem této práce je vyhodnotit soubor denních srážkových úhrnů základními metodami popisné statistiky. K tomuto účelu budou použity data, která jsou přístupná na webových stránkách viz. odkaz. Data pro všechny stanice budou stažena a budou vyhodnoceny základní charakteristiky datového souboru denních srážkových úhrnů pro Českou republiku. Je třeba zadat data, která jsou k dispozici v Českém hydrometeorologickém ústavu a tato budou dále převedena z TXT do digitálního provedení datového souboru. Kdy tento je k dispozici. Budou zhotoveny tabulky a histogramy (URL 2).

Český hydrometeorologický ústav uvolnil databázi svých dat denních srážkových úhrnů, proto jsem se rozhodl s těmito daty pracovat, kdy s těmito budu provádět analýzy. K tomuto účelu bylo zjištěno, že bylo využito celkem 16532134 dat. Data byla poskytnuta na základě zákona 123/1998 Sb.

Za použití dat denních srážkových úhrnů budou znázorněny různé druhy charakteristik. Kdy budou znázorněny odhady středních hodnot aritmetickým průměrem, odhady středních hodnot mediánem, variabilitou rozptylu a směrové odchylky, určených v R programu - R studiu s využitím dat denního srážkového úhrnu na území České republiky. Data jsem rozbalil, nahrál do R programu, kdy v R studiu byly načteny jednotlivé proměnné do datového rámce a tyto byly poté zobrazeny v jednotlivých sloupcích.

1.2 CHARAKTERISTIKA NÁHODNÝCH VELIČIN

Přesnou zprávu o náhodné veličině uvádí distribuční funkce. Když je tato funkce známa, tak je určité, z kterých hodnot začne narůstat náhodná veličina. Při zpracování statistických dat bývají charakteristiky střední hodnota a rozptyl náhodných veličin prvotním bodem daného zájmu. Toto rozložení pravděpodobnosti představují hlavní prioritní veličiny pravděpodobnosti. Zde používáme naměřené číselné hodnoty. (Novovičová J., 2006)

1.2.1 Aritmetický průměr

Je nejjednodušší metoda k výpočtu průměrné srážky v povodí. Průměrnou srážku vypočteme jako aritmetický průměr všech dostupných srážkoměrů. Aritmetický průměr představuje průměr všech plošných srážek. (Daňhelka, 2007)

Vzorec pro výpočet aritmetického průměru

$$\hat{x} = \frac{1}{N} \sum x_i$$

1.2.2 Rozptyl

Je využíván v teorii a v statistikách pravděpodobnosti. Jde se o jeden z prvotních momentů náhodné veličiny. Jde o střední kvadratickou odchylku. (Novovičová J., 2006)

Box 1 Výběrový rozptyl (Novovičová J., 2006)

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2.$$

1.2.3 Kvantily

Jsou numerické hodnoty. Jsou uspořádány dle velikosti. Určují umístění rozdělení na dvě oblasti. Menší, stejné nebo naopak. (Novovičová J., 2006)

$$\tilde{x}_{50} = \begin{cases} x_{([\frac{n}{2}]+1)}, \\ \frac{1}{2}(x_{(\frac{n}{2})} + x_{(\frac{n}{2}+1)}) \end{cases}$$

1.3 SRÁŽKY

„Vznik srážek je prioritní ze sledovaných hydrologických stavů, které přivádějí vodu do povodí na území České republiky. Svým časovým a plošným pokrytím ovlivňují zřetelně všechny hydrologické procesy a prostory akumulace vod v povodí na území ČR. Jako srážky jsou především jmenovány déšť, sníh, kroupy, mlha a námraza. Pro hydrologický prvotní návrh jsou jednoznačně srážky dešťové a sněhové. Přesnost odhadu srážek omezuje dokonalost odhadu všech jiných hydrologických neodlučitelných vlastností v rámci hydrologického vytváření modelů a managementu vodních zdrojů.“ (Máca P., 2014)

1.3.1 Rozdělení srážek

Dešťové srážky rozdělujeme dle původ, který určuje způsob jejich vzniku a je spojen s vertikálním výstupem vzdušných mas. Při tomto pohybu vzdušných mas dochází k dokonalé tepelné izolaci a snížení teploty při stupňování nasyceného vzduchu je kondenzace vodních par spojená s procesem vzniku a podmínek tvorby srážek

Dle hydrologicky významné srážky dělíme na následující druhy:

1. Frontální
2. Orografické
3. Konvektivní

Další vývoj a okrajové podmínky fyzikálních procesů ovlivňujících vznik hydrologicky významných srážek jsou uvedeny v (Dingman, 2002, Maidment, 1993).

1.3.2 Frontální a cyklonální srážky

Frontální a cyklonální srážky jsou svázané s chodem vzdušných mas, které mají jiné rozložení atmosférického tlaku. Pohyb těchto vzdušných mas je ovlivněn koloběhem atmosféry v meso-měřítku.

Z hydrologického stanoviska frontální srážky produkují dešťové seskupení a jsou převládající v meso měřítku (rozlišení gridu od 200 km do 2000 km). Typické dlouhotrvající deště jejichž průměrná velikost není velká. Převážnost frontálních srážek je typická svojí skladbou. Přehled struktury frontálního deště (Wheater et. Al., 2000).

Mnoho autorů tento druh srážek označuje termínem stratiformní srážky, tj. vrstvené.

1.3.3 Orografické srážky

Stejně jako frontální typ srážek jsou orografické srážky ztvárněny specifickým mechanismem, který formuje vznik vzdušných mas. Na rozdíl od předchozího typu srážek mohou být frontální srážky utvářeny svislou orientovanou topografickou překážkou (Dingman, 2002, Viessman et. al. 1989).

Překážkou jsou nejčastěji vysoké hory. Na návětrné straně hor jsou většinou vyšší srážkové úhrny, zatím co na druhé straně hor je srážkový stín s menším srážkovým dopadem. Parametrizaci nejznámějšího zpracování vlivu orografického efektu na srážková data za použití regresního modelu je prováděno modelem PRISM (Daly et al. 2003), který zohledňuje pro stanovení srážek tvar terénu.

Velmi často orografický efekt zesiluje srážky jiného typu, které se tvoří nad konkrétní svislou přehrázkou. Například pokud se přesouvají frontální srážky nad danými horami jsou na návětrných svazích stoupavé proudy zesíleny orografickým účinkem. (Máca P., 2014).

1.3.4 Konvektivní srážky

Nestejněměrné ohřívání zemského povrchu je příčinou dalšího typu srážek, který je zapříčiněn zrodem vzestupných proudů. V podmínkách nestálé atmosféry, pak vznikají srážky, které jsou vytvářeny ohřátím vzduchu na povrchu země kondukcí, následované stupňováním teplého vzduchu spojeným s ochlazením k rosnému bodu a zkapalnění. Tyto srážky jsou pojmenovány jako konvektivní.

Rychlost výstupních proudů je v rychlosti od 10 do 30 m. s⁻¹. Plošný rozsah je v porovnání s frontálními srážkami malý a je v řádech jednoho dešťového jádra nebo shluku dešťových jader. Proudění je také přítomno při zrodu frontálních srážek. Konvektivní srážky jsou typické vysokou průměrnou silou a kratším časem trvání. Převážně se jedná o letní mohutné bouřky, které jsou spojeny s výskytem oblačnosti typu kumulonimbus. Dle povahy atmosféry se mohou vyskytovat v místech přesahující prostor shromáždění dešťových jader. Kumulonimbus jsou mračna dosahující výšky 5000 až 15000 metrů (URL 3)

Struktura srážkových polí

Složení atmosférických srážek ukazuje na to že déšť je tvořen z vícero částí: dešťové pásy, shluky dešťových jader a dešťová jádra. Podrobný rozbor lze nalézt v (Hobbs et al., 1980 a Herzegh – Hobbs, 1980).

1.4 METEOROLOGIE SRÁŽEK

Srážky jsou v přímém vztahu s množstvím vodní páry přítomné v atmosféře. (Brutsaert, 2005) uvádí, že celkové množství páry v atmosféře by vytvořilo vrstvu pokrývající celý zemský povrch Země s výškou 25 mm. (Dingman, 2002) uvádí 4 nutné podmínky vzniku hydrologicky významných srážek:

1. Ochlazení vzduchu k rosnému bodu
2. Kondenzace

3. Růst kapek
4. Přenos vodních par z okolí

Ochlazení vzduchu je řízeno vzestupem vlhkého vzduchu do vyšších výšek atmosféry. Ve spojení s dokonalou tepelnou izolací, ochlazením za přítomnosti kondenzačních jader při plném nasycení vzduchu vodní parou nastává srážení. Růst kapek nastává při vzájemných střetnutích, ve vyšších polohách oblačnosti se místo kapek vyskytují ledové krystaly. Srážky se tvoří pouze za podmínky, že v okolí hlavní srážkotvorné oblačnosti je dostatek další páry. (Dingman, 2002 Brutsaer 2005)

1.5 MĚŘENÍ SRÁŽEK

Z hlediska měření dešťových srážek rozeznáváme dva základní typy srážkových dat.

1. Bodová data
2. Prostorová data

Oba typy těchto srážkových dat jsou získány jinou technologií měření a obsahují přesný výčet nároků na zpracování a oprav chyb měření.

1.5.1 Bodová měření dešťových srážek

Bodová srážková data jsou jedna z nejstarších datových záznamů dešťových srážek. Základní myšlenka zjišťování spočívá ve změření obsahu spadlých srážek v zadaném prostoru, spolu s touto informací je také zadána doba, během, které byl změřen a zjištěný obsah srážkové vody.

Přístroje používané pro bodová měření rozlišujeme na (ČSN, 1983):

1. srážkoměry
2. totalizátory

Srážkoměry jsou v současné době nejčastěji využívané přístroje k měření srážek. Srážkoměry jsou také označovány termínem **ombrometr**. Přístroje umožňují získat časový záznam objemu spadlých srážek vyjádřený výškou srážek – **Srážkovým úhrnem**. Záznam je pojmenován **hyetogramem**.

Totalizátor je instalován na těžko dostupných oblastech (na horách) a poskytuje informaci o srážkách za dlouhé časové období.

Úhrn srážek získaný srážkoměrem se rovná podílu zaznamenaného objemu srážek za jistou dobu a velikosti zachytné plochy srážkoměru.

Srážkoměry zaznamenávající časový průběh srážek jsou dle technologie záznamu rozděleny na:

- 1 - člunkové srážkoměry
- 2 - váhové srážkoměry
- 3 - plovákové srážkoměry

Člunkové srážkoměry měří srážky pomocí překlopného člunku. Počet překlopení a jejich čas je zaznamenáván záznamovou jednotkou. Objem člunku je znám a je převáděn na srážkový úhrn normováním velikosti záznamové plochy srážkoměru. Při umístění člunkového srážkoměru je nutné provést statistickou kalibraci srážkoměru, jejichž podstatou je rovnoměrné vyvážení retenční části člunku. Dále je nutné vyhodnotit chybu měření při mohutnosti srážek, kdy část objemu srážek není zcela zachycena člunkem dynamickou kalibrací. Nejvíce rozšířené srážkoměry mají zachytnou plochu o velikosti 500 cm². Sněhové srážky u vyhřívaných srážkoměrů jsou zaznamenány s určitým časovým zpožděním, které je časem potřebným pro roztání sněhu.

1.5.2 Plošná měření dešťových srážek

Vzhledem k tomu že srážky jsou často prostorově proměnlivé byly vyvinuty monitorovací technologie, které poskytují prostorově distribuovanou informaci.

Měření je lze rozdělit na:

- radarová data
- družicová data

Radarová data jsou získána z meteorologických radarů. Nad územím České republiky monitoruje v současné době několik radarů. Meteorologické radary zjišťují informace o srážkách nepřímým měřením. Mohutnost srážek je určena na základě měření odrazivosti.

1.5.3 Odhad chybějících srážkových dat

Metody odhadu srážkových dat slouží k nahrazení chybějících dat nebo k odhadu srážkových dat v místech, ve kterých není možné získat měření. Uvedené postupy jsou využívány pro potřeby popisu prostorového rozložení srážek na zkoumané oblasti. Stanovení prostorového rozložení srážek nad oblastí je základním hydrologickým úkolem. Jejím výsledkem je odhad objemu vody, který vstupuje do hydrologického systému. Jakékoli nejistoty a nepřesnosti tohoto odhadu jsou základním zdrojem dalších chyb souvisejících s kvantifikací toků a zásob v hydrologickém systému. Přehled nejznámějších interpolačních postupů jejich vzájemné porovnání je možné nalézt například v (Tabios – Sala, 1985, Dingman 2002).

Přehled odhadů plošného rozložení srážek nad povodím na základě informací ze srážkoměrné sítě uvádí (Dingman 2002).

Součástí interpolačního postupu, jehož výsledkem je určení plošného rozložení srážek na povodím na základě informací ze srážkoměrné sítě uvádí (Dingman 2002).

Součástí interpolačního postupu, jehož výsledkem je určení plošného průběhu srážek na zkoumaných územích, jsou následující kroky:

- Rozdělení povodí na dílčí oblasti: rast, polygony, trojúhelníková síť pravidelné šestiúhelníky a další
- Volba interpolační metody, typu kalibrace a verifikace
- Kalibrace interpolačního zařízení
- Validace na kalibrované zařízení (Tabios – Sala, 1985, Dingman 2002)

1.5.4 Interpolace dešťových srážek na analyzovaném území

Celá řada interpolačních schémat je založen na přiřazení vah jednotlivým veličinám známé bodové informace, která je dostupná prostřednictvím bodových záznamů srážkoměrné sítě. (Máca P., 2014)

1.5.5 IDW

Metoda IDW je metodou, která umožňuje stanovit odhad srážkových dat na základě stanovení vah, které jsou přiřazeny stanicím datům rozmístěným v blízkosti místa odhadu. Váhy jsou odhadnuty na základě informace o vzdálenosti mezi místem odhadu a místem se zjištěnou srážkou.

1.5.6 Korelační analýza srážkových dat

Prostorově a časově proměnlivá srážková pole vykazující určitou korelační strukturu. Korelační struktura ukazuje na míru podobnosti srážkových dat v povodí. Nejčastěji zkoumána na základě odhadu korelačních koeficientů mezi daty zaznamenanými dvojicí srážkoměrů, které jsou vzdáleny od nějakou vzdálenost (Tabios - Sala, 1985)

Korelační struktura srážkových dat jiných území Prahy byla popsána v práci (Máca P.,2014).

1.6 MĚŘENÍ SRÁŽEK

1.6.1 Srážkoměry/ ombrometry/ ombrografy

Srážkoměr či hyetometr je základní meteorologický přístroj, který slouží k měření spadu atmosférických srážek různého druhu, jako hlavního meteorologického, resp. klimatického prvku. Přístroj zaznamenává úhrn srážek, který vyjadřuje výška vodního sloupce srážkové vody (nejčastěji vyjádřena v mm) na vodorovném nepropustném povrchu o ploše 1 m², kdy předpokladem je absence odtoku a výparu. Hodnota srážkového úhrnu rovná 1 mm, reprezentuje objem vody, který se rovná 1 litru.

Základní druhy srážkoměrů

- **Automatický člunkový srážkoměr**-je nejpoužívanější, u něhož se provádí měření na základě počtu překlopení dvoudílného člunku vlivem srážkové vody přitékající do přístroje. Jakmile se překlopí člunek, tak po jeho naplnění z něho voda vyteče a nová voda začne přitékat do druhého dílku, ten byl předtím otočen dolů. Počet překlopení stanoví kvantitu srážek za určenou časovou dobu čas i jejich velikost.
- **Automatický váhový srážkoměr**-pracuje v podstatě na hmotnosti nádoby, v níž jsou zachyceny srážky. Vážení se provádí tenzometrickou vahou, která je připojena na elektroniku přístroje. Jedná se o přesnější srážkoměr, než je srážkoměr člunkový. Ihned vyhodnotí zachycené srážky, a to i srážky tuhé. Jeho přesností měření nejsou závislá na intenzitě srážek.
- **Manuální srážkoměr**-tento srážkoměr se skládá ze dvou nádob, ve kterých se zadržují srážky, odměrku, nálevku o shodné ploše a konvici. Jednotlivé nádoby jsou vystaveny srážkám, aby měly zadržovací plochu 1 m nad terénem či sněhovou pokrývkou. V teplejším období v roce se na nádobu nasazuje nálevka s omezením výparu vody. Kapalné srážky se měří po přelití do odměrky ze zachytné plochy. V případě tuhých srážek jsou prvotně v mírně teplém prostředí rozpouštěny. Tyto srážkoměry se využívají pouze při výpadku automatických přístrojů, a to na profesionálních stanicích. Tento znázorněn na obrázku č. 2.

Obrázek 2 Manuální srážkoměr (URL 6)



Obrázek 3 Člunkový srážkoměr (URL 7)



Na obrázku č. 3 se nachází člunkový srážkoměr, výbava každé lepší domácí meteorologické stanice dnešní doby

Sněhoměry / sněhové tyče

Sněhoměr je přístroj, který slouží k měření hodnot vody v sněhové pokrývce a dále se měří výška pokrývky.

Měření hodnoty vody ve sněhové pokrývce se určuje zvážením daného množství sněhu váhovým sněhoměrem. Dané množství sněhu se nechá roztát a následně se měří jako kapalné (vodní) srážky.

Sněhovou tyčí měříme výšku nasněžené pokrývky od zemského povrchu. Sněhová tyč je označena na centimetrové dílce a je zapuštěna svisle do zemského povrchu. Vyznačená 0 na sněhové tyči je zároveň s úrovní terénu. Sněhová tyč se umísťuje do míst bez tvorby závějí a sněhových jazyků.

Dále jsou používány i automatické sněhoměry, které provádějí měření za pomoci odrazu laserového paprsku.

1.6.2 Vlhkoměr a další senzory pro měření meteo prvků

Jedná se o technické zařízení, určené k měření vlhkosti vzduchu. Udává množství vodní páry v daném množství vzduchu. Přístroj neměří srážky, ale poskytuje informaci o množství vodní páry ve vzduchu.

Absorpční vlhkoměr: funguje na procesu absorpce vodní páry s hydrokopickou látkou

Blánový vlhkoměr: se již nepoužívá

Kondenzační vlhkoměr: stanoví rosný bod a jeho teplotu a stupeň teploty ojínění, a to při umělém ochlazení kovového povrchu leštěného. Na základě styku s kapalnou či pevnou částicí vody (URL 4).

Obrázek 4 Sněhoměrná lať, vedle srážkoměr(URL 9)



Anemometry a směrovka

Jako další meteorologický jev, je určení rychlosti a směr větru. K tomu je určen přístroj pod názvem Anemometr, ke kterému je přichycena tzv. směrovka.

Anemometr miskový – tento zachycuje proudění větru do misek rovnoměrně rozložených kolmo (horizontálně) k jeho vertikálně postavenému rotoru. První přístroj byl vyroben v roce 1837. Znázorněno na obrázku č.

Lopatkový Anemometr – opětovně využita rychlost větru, který proudí na lopatky přístroje, a to horizontální i vertikální rovině přístroje. Je citlivější než Anemometr miskový.

Ruční Anemometr – je využíván v případě absence meteorologické stanice. Odpovědná osoba drží přístroj v ruce, kdy tento by měl být ve výšce okolo dvou metrů nad povrchem terénu v měřeném místě. Znázorněno na obrázku č.

Tlakový Anemometr – jedná se o trubici, kdy její čidlo měří různé tlaky větru a na základě jejich rozdílů se stanoví rychlost větru. Jde o tzv. princip Pitotovy trubice (URL 4)

Obrázek 5 Miskový anemometr C552 – hliníkový (URL 10)



Tento senzor rychlosti větru se skládá z těla a tří otočných misek vyrobených z polykarbonátu, znázorněný na obrázku č. 5.

Obrázek 6 Ruční anemometr s lopatkami (URL 10)



1.6.3 Meteoradar

Meteoradar je určen k lokaci meteorologických jevů – hydrometeory, oblaka, litometeoty.

Jedná se o speciální technické zařízení s elektromagnetickým signálem určeným k přenosu informace o délce vln 2 až 10 cm v krátkých intervalech s okamžitým výkonem 100 kW. Signál radaru zachytí určitý cíl, kdy signál je z části pohlcen a z části se rozptýlí. Odraz uvedeného signálu se vrací zpět k přijímači radaru, kdy následně na jeho zobrazovacím zařízení určit velikost srážek, jejich intenzitu, a rychlost a směr postupu oblačnosti, její horní a dolní hranicí v nadmořské výšce.

V současné době jsou zjištěná data převáděna do digitálního formátu a každá příslušná intenzita srážek je označována barevně dle určitého klíče.

Fialová až modrá je určena pro minimální až žádné srážky

Tyrkysová až světle zelená pro srážky mírné

Žlutá a oranžová je přiřazena srážkám velmi silným, bouřkám občas i krupobití

Červená až hnědá – jedná se o velmi srážky, přívalové deště

Bíle jsou označeny srážky extrémní

V oblasti Čech a Moravy v minulém Československu se meteorologický radar začal využívat koncem 60. let 20. století.

První meteoradar v Čechách byl uveden do provozu v roce 1969 na observatoři Praha – Libuš, byl označen jako TESLA RM-2 a byl vyroben Československu. Jeho digitalizace byla provedena v roce 1992, kdy nejprve sloužil od roku 1971 k manuálnímu běžnému měření.

Druhý meteoradar ČHMÚ umístil v roce 1995 na vrch Skalky u Protivanova na Dražanské vrchovině.


Oba radary jsou součástí meteorologické radiolokační sítě CZRAD, která je zároveň součástí středoevropského meteoradarového systému, který je označován jako CERAD.

Minimální zjišťování odrazu signálu u obou radarů při 9,7 dBZ je 260 km. Oba uvedené meteoradary pokrývají v současné době celou Českou republiku.

Oba jmenované radary byly v roce 2015 vyměněny za radary označené jako Vaisala, kdy jsou schopné rozpoznat, zda se jedná o srážky dešťové či sněhové (URL 5).

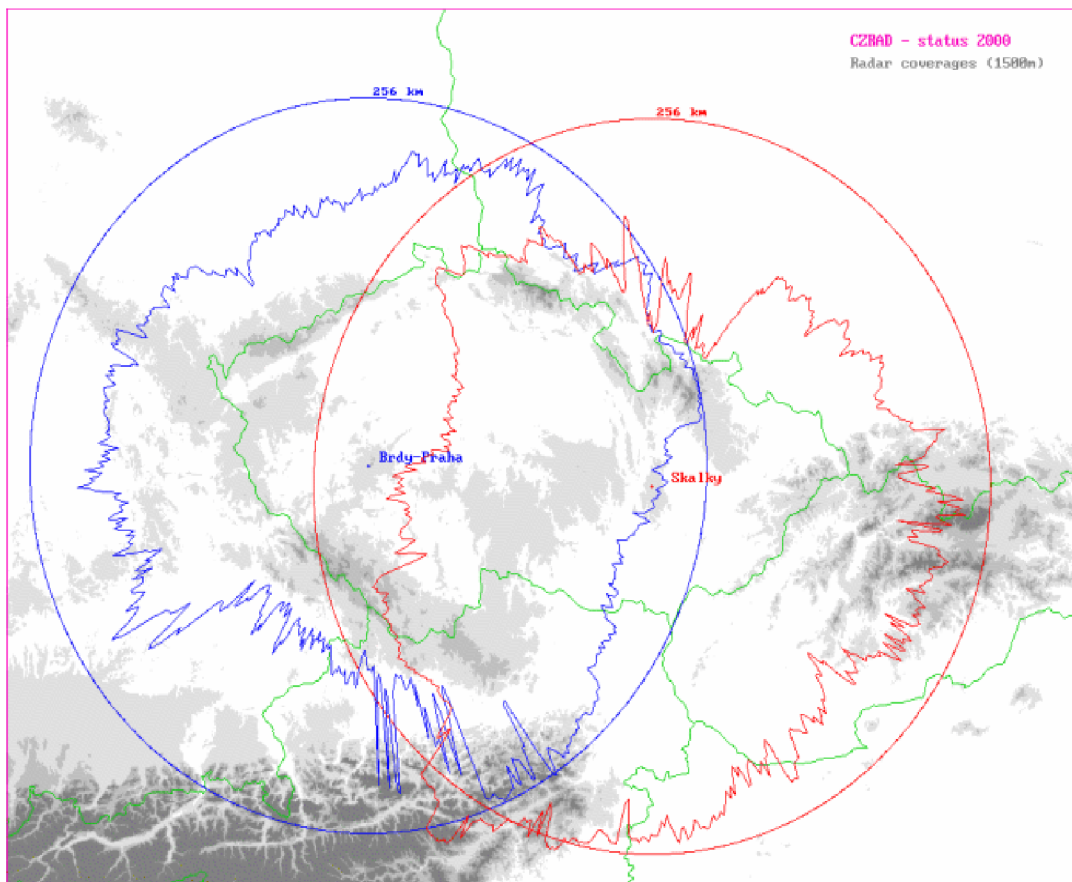
Parametry meteorologických radarů ČHMÚ:

Obrázek 7 parametry meteorologických radarů (URL 11)

Stanoviště	Skalky u Protivanova	Brdy – Praha
Oblastt	střední Morava	střední Čechy
WMO indikativ	11718	11480
Zeměpisná šířka	49,501 N	49,658 N
Zeměpisná délka	16,790 E	13,818 E
Mapa	Mapa	Mapa
Nadmoř.výška	730 m	860 m
Výška antény n.m.	767 m	916 m
Interval měření	5 min.	5 min.
V provozu	od 1995 (2015 současný radar)	od 1999 (2015 současný radar)
		
Výrobce	Vaisala	Vaisala
Typ radaru	Vaisala WRM200	Vaisala WRM200
Frekvenční pásmo	C	C
Dopplerovský mód	Ano	Ano
Polarimetrický mód	Ano	Ano
ANTÉNA		
Průměr	4,5 m	4,5 m
Šířka svazku	0,95 st.	0,95 st.
Zisk	46 dB	46 dB
Polarizace	horiz. / horiz.+vert.	horiz. / horiz.+vert.
VYSÍLAČ		
Vlnová délka	5,3 cm	5,3 cm
Frekvence	5645 MHz	5630 MHz
Impulsní výkon	250 kW	250 kW
Délka pulsu	0,5, 0,8, 1, 2 mikrosekundy	0,5, 0,8, 1, 2 mikrosekundy
Opakovací frekv.	200 - 2400 Hz	200 - 2400 Hz
PŘIJÍMAČ	lin. - dig. - dualpol.	lin. - dig. - dualpol.
Min.det.signál	-117 dBm	-117 dBm
Dynamický rozsah	101 dB	101 dB
Min.det.odrazivost	5 dBZ	5 dBZ
v max.vzdálenosti	260 km	260 km

Pokrytí území ČR radary ČHMÚ:

Obrázek 8 - Pokrytí území ČR radary ČHMÚ (URL 8)



Mapka ukazuje maximální dosahy meteorologických radarů ČHMÚ (kruhy) a dosahy pro určování intenzit srážek (do výšky 1500 m nad terénem) dle doporučení projektu COST 73.

2 STATISTICKÉ VÝSLEDKY ZPRACOVÁNÍ DENNÍCH A ROČNÍCH SRÁŽKOVÝCH ÚHRNŮ V ČESKÉ REPUBLICE

Stanovení rozdělení pravděpodobnosti srážkových úhrnů v České republice a vyhodnocení jejich vybrané statistické charakteristiky.

Box 3 Popisná statistika (Novoivčová J., 2006)

Definice 1.1 POPISNÁ STATISTIKA

Popisná statistika se skládá z metod pro zjišťování a sumarizaci informací.

Metodika

Metodický postup se skládá z následujících kroků:

1. Příprava dostupných dat o denních srážkových úhrnech
2. Vyhodnocení vybraných statistických charakteristiky dat
3. Stanovení rozdělení pravděpodobnosti vybraných staničních dat

2.1 CHARAKTERISTIKY PRŮMĚRNÉHO SRÁŽKOVÉHO ÚHRNU PRO DESETILETÁ OBDOBÍ

Tabulka 1 Denní průměrný úhrn pro období 10. let

MEAN	200	400	600	800	1000	1200	1400
1960 - 1970	4,45	4,58	5,24	6,02	6,39	6,46	6,50
1970 - 1980	4,43	4,57	5,19	5,95	5,99	6,25	6,08
1980 - 1990	4,34	4,53	5,15	5,86	5,94	6,11	5,32
1990 - 2000	4,33	4,51	5,16	5,80	6,05	6,26	6,02
2000 - 2010	4,47	4,71	5,38	6,03	6,10	5,91	3,83
2010 - 2019	4,31	4,42	4,93	5,28	5,27	5,54	4,54

Střední hodnoty denních srážkových úhrnů odhadované aritmetickým průměrem pro období 10 let ukazuje tabulka 1. V datovém souboru bylo

vyhodnoceno 6 desetiletých období. Každé z vyhodnocovaných období ukazuje podobný trend růstu srážkových úhrnů s nadmořskou výškou. Pouze období od roku 2000 do roku 2010 u stanic s nad mořskou výškou vyšší než 1200 metrů byl srážkový úhrn menší než průměrný denní srážkový úhrn u stanic 1000 metrů nad mořem. Poslední období tj. 2010–2019 ukazuje na snižování denních srážkových úhrnů.

Pro stanice s nadmořskou výškou vyšší, jak 200 metrů nad mořem bylo zjištěno, že největší srážkový úhrn byl v letech 2000–2010 a to 4,47 mm. Nejnižší srážkový úhrn byl naměřen pro uvedenou výšku v letech 2010–2019 a to 4,31 mm.

U stanic s nadmořskou výškou vyšší jak 400 metrů nad mořem bylo zjištěno, že největší srážkový úhrn byl v letech 1960–1970. Naopak v uvedené nadmořské výšce byl nejmenší srážkový úhrn v letech 2010–2019 a to 4,42 mm srážek.

Na stanicích s vyšší nadmořskou výškou jak 600 metrů nad mořem bylo zjištěno, že největší srážkový úhrn byl zaznamenán v letech 2000–2010 a to 5,38 mm. Nejnižší srážkový úhrn byl v uvedené nadmořské výšce naměřen v letech 2010–2019 a to 4,93 mm.

Pro stanice s nadmořskou výškou vyšší jak 800 metrů nad mořem byl nejvyšší srážkový úhrn naměřen 6,03 mm, a to v letech 2000–2010. Nejnižší srážkový úhrn byl naměřen u stanic vyšších jak 800 metrů nad mořem v letech 2010–2019 a to 5,28 mm.

U stanic s nadmořskou výškou vyšší jak 1000 metrů nad mořem byl naměřen nejvyšší srážkový úhrn v letech 1960–1970 a to 6,39 mm. Naopak nejnižší srážkový úhrn pro uvedené stanice byl naměřen v letech 2010–2019 a to 5,27 mm srážek.

Pro stanice s vyšší nadmořskou výškou jak 1200 metrů nad mořem byl nejvyšší srážkový úhrn naměřen v letech 1960–1970 a to 6,46 mm. Nejnižší srážkový úhrn byl naměřen 5,54 mm, a to v letech 2010–2019.

U stanic s nadmořskou výškou vyšší jak 1400 metrů byl nejvyšší srážkový úhrn naměřen v letech 1960–1970 a to 6,50 mm. Nejnižší srážkový úhrn pro stanice s uvedenou nadmořskou výškou vyšší jak 1400 metrů nad mořem bylo naměřeno v letech 2000–2010 a to 3,83 mm.

Denní srážkový úhrn u stanic s nadmořskou výškou vyšších než 1400 m. n. m. je odhad průměrných denních srážkových úhrnů zatížen malým počtem stanic. Největší absolutní hodnotu průměrného denního srážkového úhrnu bylo dosaženo v letech 1960–1970 u stanic s nadmořskou výškou vyšší než 1200 m. n. m. a to nejnižší hodnota byla dosažena pro období 2010–2019 pro stanice s nadmořskou výškou vyšší než 200 m. n. m. a to 4.31 mm.

Tabulka 2 Denní průměrný srážkový úhrn odhadnutý mediánem pro období 10. let

MEDIAN	200	400	600	800	1000	1200	1400
1960 - 1970	2,30	2,40	2,90	3,50	3,70	3,50	3,50
1970 - 1980	2,20	2,40	2,80	3,30	3,20	3,30	3,30
1980 - 1990	2,20	2,40	2,80	3,30	3,30	3,40	3,00
1990 - 2000	2,10	2,30	2,70	3,20	3,30	3,20	3,30
2000 - 2010	2,20	2,40	2,70	3,10	3,10	2,70	1,50
2010 - 2019	2,00	2,00	2,30	2,40	2,30	2,10	1,50

Při odhadu střední hodnoty denních srážkových úhrnů odhadované mediánem pro desetileté období znázorňuje tabulka 2. V datovém souboru bylo vyhodnoceno 6 desetiletých období. Každý hodnocen interval ukazuje podobný trend růstu srážkových úhrnů s nadmořskou výškou. Nejvyšší denní srážkový úhrn odhadnutý mediánem pro stanice s nadmořskou výškou vyšší jak 200 metrů nad mořem byl zjištěn v letech 1960–1970. A to 2,30 mm srážek. Nejnižší srážkový úhrn odhadnutý mediánem pro stanice s uvedenou nadmořskou výškou byl naměřen v letech 2010–2019 a to 2,00 mm.

Pro stanice s vyšší nadmořskou výškou jak 400 metrů nad mořem byl denní srážkový úhrn odhadnutý mediánem naměřen v letech 1960–1990 a v letech 2000–2010 a to shodně 2,40 mm. Naopak u stanic s uvedenou nadmořskou výškou byl nejnižší srážkový úhrn v letech 2010–2019 a to 2,00 mm srážek.

Pro meteorologické stanice s nadmořskou výškou vyšší jak 600 metrů nad mořem byl denní srážkový úhrn odhadnutý mediánem neměřen 2,90 mm, a to v letech 1960–1970 a to 2,90 mm. Nejnižší denní srážkový úhrn odhadnutý mediánem pro uvedené stanice s nadmořskou výškou větší jak 600 metrů nad mořem byl naměřen 2,30 mm, a to v letech 2010–2019.

Pro stanice s nadmořskou výškou vyšší jak 800 metrů nad mořem byl mediánem odhadem denní srážkový úhrn a to 3,50 mm v letech 1960–1970. Nejnižší denní srážkový úhrn pro uvedené stanice s uvedenou nadmořskou výškou naměřen v letech 1960–1970 a to 3,50 mm.

U stanic, které mají nadmořskou výškou vyšší jak 1000 metrů byl mediánem odhadnut nejvyšší denní srážkový úhrn v letech 1960–1970 a to 3,70 mm. Nejnižší byl naměřen v letech 2000–2010 a to 3,10 mm.

Pro měřicí stanice s nadmořskou výškou vyšší jak 1200 metrů byl mediánem odhadnut nejvyšší denní srážkový úhrn v letech 1960–1970 a to 3,50 mm. Nejnižší denní srážkový úhrn pro uvedené stanice byl naměřen v letech 2010–2019 a to 2,10 mm srážek.

U stanic s nadmořskou výškou vyšší jak 1400 metrů nad mořem byl mediánem odhadnut nejvyšší denní srážkový úhrn 3,50 mm. Nejnižší srážkový úhrn u těchto stanic byl v letech 2000–2010 a 2010–2019 a to shodně 1,50 mm srážek. Pouze období od roku 1980 do roku 2019 u stanic s nadmořskou výškou vyšší než 1200 metrů byl srážkový úhrn menší než průměrný denní srážkový úhrn u stanic 1000 metrů nad mořem. Poslední období tj. 1980–2019 ukazuje na snižování denních srážkových úhrnů.

Denní srážkový úhrn u stanic s nadmořskou výškou vyšších než 1400 m. n. m je odhad průměrných denních srážkových úhrnů zatížen malým počtem stanic. Největší absolutní hodnotu průměrného denního srážkového úhrnu Mediánu bylo dosaženo v letech 1960–1970 u stanic s nadmořskou výškou vyšší než 1200 m. n. m. Nejnižší hodnota byla dosažena pro období 2000–2019 pro stanice s nadmořskou výškou vyšší než 200 m. n. m.

Tabulka 3 Denní srážkový rozptyl odhadnutý variabilitou rozptylu pro období 10. let

VAR	200	400	600	800	1000	1200	1400
1960 - 1970	38,27	39,56	48,70	60,87	73,13	81,10	83,70
1970 - 1980	40,73	42,31	52,13	65,20	73,50	86,00	73,30
1980 - 1990	37,17	39,50	48,42	56,81	62,93	67,84	52,56
1990 - 2000	40,70	42,89	54,12	65,53	79,34	98,88	87,68
2000 - 2010	42,92	47,57	59,77	70,94	79,39	88,67	43,25
2010 - 2019	43,52	45,28	54,25	63,10	68,37	88,09	77,10

Střední hodnoty denních srážkových rozptylů odhadované VAR (variabilita rozptylu), pro časový úsek 10 let ukazuje tabulka 3. V datovém souboru bylo zpracováno šest desetiletých období. Každé z vyhodnocovaných období ukazuje podobný trend růstu srážkových úhrnů s nadmořskou výškou. Pouze období od roku 1970 do roku 2019 u stanic s nad mořskou výškou vyšší než 1200 metrů byl srážkový úhrn rozptylu menší než průměrný denní srážkový úhrn u stanic 1200 metrů na mořem. Poslední období tj. 1980–2019 ukazuje na snižování Variabilního rozptylu.

Denní srážkový rozptyl u stanic s nadmořskou výškou vyšších než 1400 m. n. m. je odhad průměrných denních srážkových úhrnů zatížen malým počtem stanic. Největší absolutní hodnotu průměrného denního srážkového rozptylu bylo dosaženo v letech 1990–2000 u stanic s nadmořskou výškou do 1200 m. n. m. Nejnižší hodnota byla dosažena pro období 2000–2019 pro stanice s nadmořskou výškou vyšší než 200 m. n. m.

Pro stanice, které mají nadmořskou výšku vyšší jak 200 metrů byl největší denní srážkový rozptyl naměřen v letech 2010–2019 a to 34,52 mm. Nejnižší denní srážkový rozptyl byl u uvedených stanic naměřen v letech 1980–1990 a to 37,17 mm.

Pro meteorologické stanice s vyšší nadmořskou výškou jak 400 metrů byl největší rozptyl srážkových úhrnů naměřen v letech 2000–2010 a to 47,57 mm. Nejnižší srážkový rozptyl byl u těchto stanic naměřen v letech 1980–1990 a to 39,50 mm.

Srážkový rozptyl denních úhrnů byl u stanic s nadmořskou výškou vyšší jak 600 metrů nad mořem, kdy byl naměřen v letech 2000–2010, a to 59,77 mm. Naopak nejnižší rozptyl srážkových úhrnů byl naměřen v letech 1980–1990 a to 48,42 mm.

Pro stanice s nadmořskou výškou vyšší jak 800 metrů nad mořem byl nejvyšší rozptyl srážkového úhrnu naměřen v letech 2000–2010 a to 70,94 mm. Nejnižší srážkový rozptyl u stanic s uvedenou nadmořskou výškou byl naměřen v letech 1980–1990 a to 56,81 mm.

V nadmořské výšce vyšší jak 1000 m byl stanicemi naměřen největší denní srážkový rozptyl naměřen v letech 2000–2010 a to 79,39 mm. Nejnižší srážkový rozptyl byl naměřen v letech 1980–1990 a to 62,93 mm.

Ve stanicích s nadmořskou výškou vyšší jak 1200 metrů nad mořem byl největší srážkový rozptyl naměřen v letech 1990–2000 a to 98,88 mm. Nejmenší denní rozptyl srážkových úhrnů u stanic s uvedenou nadmořskou výškou byl naměřen v letech 1980–1990 a to 67,84 mm.

Na stanicích s nadmořskou výškou vyšší jak 1400 metrů nad mořem byl největší rozptyl srážkových úhrnů naměřen v letech 1990–2000 a to 87,67 mm. Nejnižší srážkový rozptyl u stanic s nadmořskou výškou vyšší jak 1400 metrů nad mořem byl změřen v letech 2000–2010, a to 43,25 mm.

Tabulka 4 Směrodatná odchylna denního srážkového úhrnu pro období 10. let

SD	200	400	600	800	1000	1200	1400
1960 - 1970	6,18	6,28	6,97	7,80	8,55	9,00	9,14
1970 - 1980	6,38	6,50	7,22	8,07	8,57	9,27	8,56
1980 - 1990	6,09	6,28	6,95	7,53	7,93	8,23	7,25
1990 - 2000	6,38	6,54	7,35	8,09	8,90	9,94	9,36
2000 - 2010	6,55	6,89	7,37	8,42	8,91	9,41	6,57
2010 - 2019	6,59	6,72	7,36	7,94	8,26	9,38	8,87

Směrodatné odchylny pro období deseti let vykazuje tabulka 4. V datovém souboru bylo znázorněno šest desetiletých úseků. Každý z vyhodnocovaných úseků znázorňuje podobný trend růstu směrodatné odchylny s nadmořskou výškou. Pouze období od roku 1970 do roku 2019 u stanic s nad mořskou výškou vyšší než 1200 metrů byla směrodatná odchylna menší než směrodatné odchylny naměřené u stanic 1200 metrů na mořem. Poslední časový úsek tj. 1980–2019 ukazuje na zmenšování směrodatné odchylny.

Směrodatná odchylna u stanic s nadmořskou výškou vyšších než 1400 m. n. m je odhad průměrných denních srážkových směrodatných odchylek zatížen malým počtem měřících stanic. Největší absolutní hodnotu směrodatné odchylny bylo dosaženo v letech 1990–2000 u stanic s nadmořskou výškou do 1200 m. n. m. Nejnižší hodnota byla dosažena pro období 1970–2019 pro stanice s nadmořskou výškou vyšší než 200 m. n. m.

Stanice s vyšší nadmořskou výškou jak 200 m bylo v datovém souboru vyhodnoceno, že největší směrodatná odchylna denního srážkového úhrnu byla naměřena v letech 2010–2019 a to 6,59 mm. Nejnižší směrodatná odchylna u stanic s nadmořskou výškou vyšší jak 200 m byla naměřena v letech 1980–1990, a to 6,09 mm.

Pro stanice s vyšší nadmořskou výškou jak 400 m bylo v datovém souboru znázorněno, že největší směrodatná odchylna srážkového úhrnu byla zjištěna v letech 2000–2010 a to 6,89 mm a nejnižší směrodatná odchylna srážkového úhrnu byla zjištěn v letech 1960–1970 a 1980–1990 a to shodně 6,28 mm.

Ve stanicích s nadmořskou výškou vyšší jak 600 metrů bylo v datovém souboru vyhodnoceno, že největší směrodatná odchylna srážkového úhrnu byla naměřena v letech 2000–2010 a to 7,37 mm. Nejnižší směrodatná odchylna srážkového souhrnu pro uvedenou nadmořskou výšku byla stanovena na 6,95 mm, a to v letech 1980–1990.

U stanic s nadmořskou výškou vyšší jak 800 m bylo v datovém souboru naměřeno, že největší směrová odchylna denního srážkového úhrnu byla změřena v letech 2000–2010 a to 8,42 mm. Nejnižší směrová odchylna denního srážkového úhrnu byla naměřena v letech 1980–1990 a to 7,53 mm.

Ve stanicích s nadmořskou výškou vyšší jak 1000 m bylo v datovém souboru změřeno, že směrová odchylna denního srážkového úhrnu byla změřena v letech 2000–2010 a to 8,91 mm. Nejnižší směrodatná odchylna denního srážkového úhrnu pro uvedenou nadmořskou výšku byla změřena v letech 1980–1990 a to 7,93 mm.

U stanic pro nadmořskou výšku vyšší jak 1200 m bylo v datovém souboru zjištěno, že největší směrová odchylka denní srážkových úhrnů byla změřena v období let 1990–2000 a to 9,94 mm. Nejnižší směrodatná odchylka srážkových úhrnů byla naměřena v letech 1980–1990 a to 8,23 mm.

Pro stanice s vyšší nadmořskou výškou jak 1400 m bylo v datovém souboru vyhodnoceno, že největší směrová odchylka denního srážkového úhrnu byla naměřena v období let 1990–2000 a to 9,36 mm. Nejnižší naměřená směrová odchylka pro denní srážkový úhrn byla naměřena v letech 1990–2000 a to 9,36 mm. Nejnižší směrodatná odchylka denního srážkového úhrnu byla naměřena v letech 2000–2010 a to 6,57 mm.

2.2 CHARAKTERISTIKY PRŮMĚRNÉHO SRÁŽKOVÉHO ÚHRNU PRO DVACETILETÁ OBDOBÍ

Tabulka 5 Denní průměrný srážkový úhrn pro období 20. let

MEAN	200	400	600	800	1000	1200	1400
1960 - 1980	4,43	4,57	5,21	5,64	6,17	6,35	4,45
1980 - 2000	4,34	4,52	5,16	5,83	6,01	6,19	5,62
2000 - 2019	4,39	4,57	5,15	5,64	5,64	5,69	6,30

Střední hodnoty denních srážkových úhrnů odhadované aritmetickým průměrem pro období 20 let ukazuje tabulka 5. V datovém souboru byla vyhodnoceno 3 dvacetiletá období. Každé z vyhodnocovaných období ukazuje podobný trend růstu srážkových úhrnů s nadmořskou výškou. Pouze období od roku 1960 do roku 2000 u stanic s nadmořskou výškou vyšší než 1200 metrů byl srážkový úhrn menší než průměrný denní srážkový úhrn u stanic 1000 metrů na mořem. Poslední období tj. 2000–2019 ukazuje na zvyšování denních srážkových úhrnů.

Denní srážkový úhrn u stanic s nadmořskou výškou vyšších než 1400 m. n. m. je odhad průměrných denních srážkových úhrnů zatížen malým počtem stanic. Největší absolutní hodnotu průměrného denního srážkového úhrnu bylo dosaženo v letech 2000–2019 u stanic s nadmořskou výškou vyšší než 1200 m. n. m. Nejnižší hodnota byla dosažena pro období 1960–1980 pro stanice s nadmořskou výškou vyšší než 200 m. n. m.

U stanic s nadmořskou výškou vyšší jak 200 m bylo odhadnuto aritmetickým průměrem denního srážkového úhrnu, že pro uvedenou nadmořskou výšku byl největší v období let 1960–1980 a to 4,43 mm. Naopak nejnižší pro uvedenou výšku byl v období let 1980–2000 a to 4,34 mm.

U stanic s nadmořskou výškou vyšší jak 400 m bylo odhadnuto aritmetických průměrem nejvyšší denní srážkový úhrn, a to v letech 1960–1980 a shodně v letech 2000-2019 a to 4,57 mm. Nejnižší denní srážkový úhrn byl pro uvedenou nadmořskou výšku změřen v letech 1980–2000 a to 4,52 mm.

U stanic s nadmořskou výškou vyšší, jak 600 m bylo stanoveno aritmetickým průměrem denního srážkového úhrnu, že nejvyšší byl v období let 1960–1980 a to 5,21 mm. Nejnižší aritmetický průměr denního srážkového úhrnu byl stanoven v období let 2000–2019 a to 5,15 mm.

U stanic s nadmořskou výškou vyšší jak 800 metrů bylo aritmetickým průměrem denního srážkového úhrnu stanoveno, že nejvyšší byl v letech 1980–2000 a to 5,84 mm. Shodně nejnižší pro uvedené stanice v dané nadmořské výšce pak v letech 1960–1980 a 2000–2019 a to 5,84 mm.

U stanic s nadmořskou výškou vyšší jak 1000 m bylo aritmetickým průměrem denního srážkového úhrnu stanoveno, že nejvyšší byl v období let 1960–1970 a to 6,17 mm. Nejnižší byl pro uvedené stanice v letech 2000–2019 a to 5,64 mm.

U stanic s nadmořskou výškou vyšší jak 1200 m bylo naměřeno aritmetickým průměrem denního srážkového úhrnu, že největší byl v letech 1960–1980 a to 6,35

mm. Nejnižší byl u vedené nadmořské výšce změřen v období let 2000–2019 a to 5,69 mm.

Ve stanicích s nadmořskou výškou vyšší jak 1400 metrů byl největší aritmetický průměr denního srážkového úhrnu naměřen v letech 2000–2019 a to 6,30 mm. Naopak nejnižší pro uvedenou nadmořskou výšku byl změřen v letech 1960–1980 a to 4,45 mm.

Tabulka 6 Denní průměrný srážkový úhrn odhadnutý mediánem pro období 20. let

MEDIAN	200	400	600	800	1000	1200	1400
1960 - 1980	2,2	2,40	2,80	2,8	3,40	3,40	1,50
1980 - 2000	2,2	2,30	2,70	3,20	3,30	3,30	3,10
2000 - 2019	2,1	2,20	2,50	2,80	2,60	2,40	3,40

Střední hodnoty denních srážkových úhrnů odhadované Mediánem pro časový úsek dvaceti let ukazuje tabulka šest. V datovém souboru byla hodnocena 3 dvacetiletá období. Každý z hodnocených časových úseků ukazuje podobný trend růstu mediánu s nadmořskou výškou. Pouze období od roku 1960 do roku 2000 u stanic s nadmořskou výškou vyšší než 1200 metrů byl srážkový medián menší než průměrný denní medián u stanic 1200 metrů na mořem. Poslední období tj. 1980–2019 ukazuje na snižování denních mediánů.

Denní medián u stanic s nadmořskou výškou vyšších než 1400 m. n. m. je odhad průměrných denních srážkových úhrnů zatížen malým počtem stanic. Největší absolutní hodnotu průměrného denního Mediánu bylo dosaženo v letech 2000–2019 u stanic s nadmořskou výškou vyšší než 1200 m. n. m. Nejnižší hodnota byla dosažena pro období 1960–1980 pro stanice s nadmořskou výškou vyšší než 200 m. n. m.

Pro stanice s nadmořskou výškou vyšší, jak 200 m byly odhadnuty Mediánem střední denní hodnoty denních srážkových úhrnů, kdy bylo zjištěno že v období let 1960–1980 a shodně i v letech 1980–2000 vyšší denní srážkový úhrn a to 2,2 mm než v letech 2000–2019, kdy bylo naměřeno 2,1 mm.

Ve stanicích, které mají nadmořskou výšku vyšší jak 400 m. byl Mediánem odhadnut průměrný denní srážkový úhrn, kdy v letech 1960-1980 byl naměřen 2,40 mm. V letech 2000–2019 byl za uvedené období nejnižší a to 2,20 mm.

Na stanicích s nadmořskou výškou vyšší jak 600 m. byl Mediánem odhadnut denní průměrný srážkový úhrn, kdy největší byl v letech 1960–1980 a to 2,80 mm. A nejnižší v letech 2000–2019, a to 2,50 mm.

U stanic s nadmořskou výškou vyšší jak 800 m bylo změřeno Mediánem, že průměrný denní srážkový úhrn byl větší v letech 1980–2000 a to 3,20 mm. V letech 1960–1980 a shodně i v letech 2000–2019 byl nižší a to 2,80 mm.

V nadmořské výšce vyšší jak 1000 m bylo stanicemi změřeno, že průměrný denní srážkový úhrn byl zaznamenán v letech 1960–1980 a to 3,40 mm. Nižší průměrný denní úhrn srážek byl zaznamenán v období let 2000–2019 a to 2,40 mm.

Měření stanic s nadmořskou výškou vyšší jak 1200 m stanovilo, že průměrný denní srážkový úhrn byl vyšší v letech 1960–1980 a to 3,4 mm. V letech 2000–2019 bylo na uvedených stanicích v uvedené nadmořské výšce celkově zaznamenán nižší průměr denního srážkového úhrnu a to 2,40 mm.

Meteorologické stanice, které jsou umístěny ve vyšší nadmořské výšce jak 1400 m byl v letech 2000–2019 naměřen vyšší průměrný denní srážkový úhrn kdy ten to byl 3,40 mm. V letech 1960–1980 bylo naměřeno pouze 1,50 mm průměrného denního srážkového úhrnu.

Tabulka 7 Denní srážkový rozptyl odhadnutý variabilitou rozptylu pro období 20. let

VAR	200	400	600	800	1000	1200	1400
1960 - 1980	39,58	41,03	50,61	67,05	73,36	83,62	72,85
1980 - 2000	38,97	41,24	51,38	61,66	72,15	83,19	67,7
2000 - 2019	43,2	46,5	57,08	67,05	73,48	88,34	78,81

Střední hodnoty denních srážkových rozptylů odhadované pro dvacetiletá období znázorňuje tabulka 7. V datovém souboru byla vyhodnocena tři dvacetiletá období. Každé z vyhodnocovaných období ukazuje podobný trend růstu srážkových úhrnů s nadmořskou výškou. Pouze období od roku 1960 do roku 2019 u stanic s nadmořskou výškou vyšší než 1200 metrů byl srážkový rozptyl menší, než průměrný denní srážkový rozptyl u stanic 1000 metrů nad mořem. Poslední období tj. 2000–2019 ukazuje na zvyšování denních srážkových rozptylů.

Denní srážkový rozptyl u stanic s nadmořskou výškou vyšších než 1400 m. n. m. je odhad průměrných denních srážkových rozptylů zatížen malým počtem stanic. Největší absolutní hodnotu průměrného denního srážkového rozptylu bylo dosaženo v letech 2000–2019 u stanic s nadmořskou výškou vyšší než 1200 m. n. m. Nejnižší hodnota byla dosažena pro období 1960–2019 pro stanice s nadmořskou výškou vyšší než 200 m. n. m.

U stanic, pro které je nadmořská výška vyšší jak 200 m byl naměřen vyšší průměrný denní srážkový rozptyl v letech 2000–2019 a to 43,20 mm. Nižší průměrný srážkový rozptyl byl naměřen na stanicích s uvedenou nadmořskou výškou v letech 1980–2000 a to 38,97 mm.

Meteorologické stanice, které jsou umístěny v nadmořské výšce vyšší jak 400 m naměřily vyšší průměrný denní srážkový rozptyl v letech 2000–2019 a to 46,50 mm. Nižší uvedený rozptyl byl v uvedené nadmořské výšce naměřen v letech 1960–1980 a to 41,03 mm.

Stanice s nadmořskou výškou vyšší jak 600 m naměřily v letech 2000–2019 vyšší průměrný denní srážkový rozptyl a to 57,08 mm. Nejnižší průměrný srážkový rozptyl byl v uvedené nadmořské výšce změřen v letech 1960–1980 a to 61,66 mm.

Vyšší průměrný denní srážkový rozptyl byl naměřen v letech 1960–1980 a shodně i v letech 2000–2019 a to 67,05 mm ve stanicích s nadmořskou výškou vyšší jak 800 m. V letech 1980–2000 byl naměřen na stanicích s uvedenou nadmořskou výškou průměrný denní srážkový rozptyl 61,66 mm.

Ve stanicích s nadmořskou výškou vyšší jak 1000 m byl vyšší průměrný denní srážkový rozptyl naměřen v období let 2000–2019 a to 73,48 mm. Nižší průměrný denní srážkový rozptyl byl na stanicích s uvedenou nadmořskou výškou naměřen v letech 1980–2000 a to 72,15 mm.

Na stanicích s vyšší nadmořskou výškou jak 1200 m byl vyšší průměrný denní rozptyl naměřen v období let 2000–2019, a to 88,34 mm. Menší průměrný srážkový rozptyl

byl na stanicích v uvedené nadmořské výšce naměřen v letech 1980–2000 a to 83,19 mm.

Meteorologické stanice s nadmořskou výškou vyšší jak 1400 m naměřily v letech 2000–2019 vyšší průměrný denní srážkový rozptyl a to 78,81 mm než v letech 1980–2000, kdy bylo naměřeno 67,70 mm průměrného srážkového rozptylu.

Tabulka 8 Směrodatná odchylka denního srážkového úhrnu pro období 20. let

SD	200	400	600	800	1000	1200	1400
1960 - 1980	6,29	6,40	7,11	8,18	8,56	9,14	8,53
1980 - 2000	6,24	6,24	7,16	7,85	8,49	9,12	8,22
2000 - 2019	6,57	6,81	7,55	8,18	8,57	9,39	8,87

Měření směrodatné odchylky pro třicetileté období ukazuje tabulka osm. V datovém souboru byla vyhodnocena tři dvacetiletá období. Každé z vyhodnocovaných období ukazuje podobný trend růstu směrodatné odchylky s nadmořskou výškou. Pouze období od roku 1960 do roku 2019 u stanic s nad mořskou výškou vyšší než 1200 metrů byla směrodatná odchylka menší než směrodatné odchylky naměřené u stanic 1200 metrů na mořem. Poslední období tj. 1960–2019 ukazuje na zmenšování se směrodatné odchylky.

Směrodatná odchylka u stanic s nadmořskou výškou vyšších než 1400 m. n. m. je odhad průměrných denních srážkových směrodatných odchylek zatížen malým počtem měřících stanic. Největší absolutní hodnotu směrodatné odchylky bylo dosaženo v letech 2000–2019 u stanic s nadmořskou výškou do 1200 m. n. m. Nejnižší hodnota byla dosažena pro období 1980–2000 pro stanice s nadmořskou výškou vyšší než 200 m. n. m.

V meteorologických stanicích s nadmořskou výškou vyšší jak 200 m byly změřeny směrodatné odchylky srážkového úhrnu, kdy vyšší hodnota byla naměřena v letech 2000–2019 a to 6,57 mm. Nižší hodnota byla naměřena v letech 1980–2000 a to 6,24 mm.

U stanic s nadmořskou výškou vyšší jak 400 m byla vyhodnocena data a stanoveno, že v období let 2000–2019, byla směrodatná odchylka srážkového úhrnu 6,81 mm, kdy tato je větší než v měřeném období let 1980–2000, kdy byla směrodatná odchylka srážkového úhrnu 6,24 mm.

Pro stanice s nadmořskou výškou vyšší jak 600 m byla naměřena vyšší směrodatná odchylka denního srážkového úhrnu v letech 2000–2019 a to 7,55 mm. V letech 1960–1980 byla uvedená směrodatná odchylka denního srážkového úhrnu 7,11 mm.

V nadmořské výšce vyšší jak 800 m byla na stanicích zjištěna vyšší směrodatná odchylka denního srážkového úhrnu, a to shodně v letech 1960–1980 a 2000–2019 a to 8,18 mm. V letech 1980–2000 byla naměřena směrodatná odchylka denního srážkového úhrnu 7,85 mm.

Ve stanicích, které mají nadmořskou výšku vyšší jak 1000 m byla naměřena směrodatná odchylka denního srážkového úhrnu vyšší v období let 2000–2019, a to 8,57 mm nejvyšší směrodatná odchylka byla naměřena v letech 1980–2000 a to 8,49 mm.

Stanice s vyšší nadmořskou výškou jak 1200 m zaznamenaly v letech 2000–2019 vyšší směrodatnou odchylku denního srážkového úhrnu a to 9,39 mm oproti letům 1980–2000, kdy bylo naměřeno 9,12 mm.

Pro nadmořskou výšku vyšší jak 1400 m byla stanicemi vyhodnoceno v letech 2000–2019 vyšší směrodatná odchylka denního srážkového úhrnu a to 8,87 mm oproti letům 1980–2000, kdy bylo naměřeno 8,22 mm.

2.3 CHARAKTERISTIKY PRŮMĚRNÉHO SRÁŽKOVÉHO ÚHRNU PRO TŘICETILETÁ OBDOBÍ

Tabulka 9 Denní průměrný srážkový úhrn pro období 30. let

MEAN	200	400	600	800	1000	1200	1400
1960 - 1990	4,40	4,56	5,19	5,94	6,10	6,27	6,10
1990 - 2019	4,37	4,55	5,16	5,69	5,74	5,87	5,01

Střední hodnoty denních srážkových úhrnů odhadované aritmetickým průměrem pro období třiceti let znázorňuje tabulka devět. V datovém souboru byla vyhodnocena dvě třicetiletá období. Každé z vyhodnocovaných období ukazuje podobný trend růstu srážkových úhrnů s nadmořskou výškou. Pouze období od roku 1990 do roku 2019 u stanic s nad mořskou výškou vyšší než 1200 metrů byl srážkový úhrn menší než průměrný denní srážkový úhrn u stanic 1000 metrů nad mořem. Poslední období tj. 2010–2019 ukazuje na snižování denních srážkových úhrnů.

Denní srážkový úhrn u stanic s nadmořskou výškou vyšších než 1400 m. n. m. je odhad průměrných denních srážkových úhrnů zatížen malým počtem stanic. Největší absolutní hodnotu průměrného denního srážkového úhrnu bylo dosaženo v letech 1960–2019 u stanic s nadmořskou výškou vyšší než 1200 m. n. m. Nejnižší hodnota byla dosažena pro období 1990–2019 pro stanice s nadmořskou výškou vyšší než 200 m. n. m.

Z výše uvedené tabulky devět je patrné, že ve všech nadmořských výškách meteorologických stanic byl v období let 1960–1990 naměřen vyšší denní srážkový úhrn než v období 1990–2019 v stejných nadmořských výškách.

Tabulka 10 Denní průměrný srážkový úhrn odhadnutý mediánem pro období 30. let

MEDIAN	200	400	600	800	1000	1200	1400
1960 - 1990	2,20	2,40	2,80	3,40	3,40	3,40	3,30
1990 - 2019	2,10	2,20	2,60	2,90	2,80	2,60	2,00

Střední hodnoty denních srážkových úhrnů odhadované Mediánem pro období třiceti let ukazuje tabulka deset. V datovém souboru byla vyhodnocena dvě třicetiletá období. Každé z vyhodnocovaných období ukazuje podobný trend růstu srážkových úhrnů s nadmořskou výškou. Pouze období od roku 1990 do roku 2019 u stanic s nad mořskou výškou vyšší než 1200 metrů byl srážkový úhrn menší než průměrný denní srážkový úhrn u stanic 1000 metrů nad mořem. Poslední období tj. 1990–2019 ukazuje na snižování denních srážkových úhrnů.

Denní srážkový úhrn u stanic s nadmořskou výškou vyšších než 1400 m. n. m je odhad průměrných denních srážkových úhrnů zatížen malým počtem stanic. Největší absolutní hodnotu průměrného denního srážkového úhrnu Mediánu bylo dosaženo v letech 1960–1990 u stanic s nadmořskou výškou vyšší než 1200 m. n. m. Nejnižší hodnota byla dosažena pro období 1990–2019 pro stanice s nadmořskou výškou vyšší než 200 m. n. m.

I z tabulky 10 je patrné, že průměrný denní srážkový úhrn odhadovaný Mediánem v období let 1960–1990 a v uvedených nadmořských výškách je vyšší než průměrný denní srážkový úhrn v letech 1990–2019 ve stejných nadmořských výškách z meteorologických stanic, které měření prováděly.

Tabulka 11 Denní srážkový rozptyl odhadnutý variabilitou rozptylu pro období 30. let

VAR	200	400	600	800	1000	1200	1400
1960 - 1990	38,73	40,49	49,80	60,78	69,87	78,24	73,64
1990 - 2019	42,36	45,31	56,16	66,59	74,93	91,67	78,63

Střední hodnoty denních srážkových rozptylů odhadované VAR (variabilita rozptylu), pro časový úsek třiceti let ukazuje tabulka jedenáct. V datovém souboru byla vyhodnocena dvě třicetiletá období. Každé z vyhodnocovaných období ukazuje podobný trend růstu srážkových úhrnů s nadmořskou výškou. Pouze období od roku 1960 do roku 2019 u stanic s nadmořskou výškou vyšší než 1200 metrů byl srážkový úhrn rozptylu menší než průměrný denní srážkový úhrn u stanic 1200 metrů na mořem. Poslední období tj. 1960–2019 ukazuje na snižování Variabilního rozptylu.

Denní srážkový rozptyl u stanic s nadmořskou výškou vyšších než 1400 m. n. m je odhad průměrných denních srážkových úhrnů zatížen malým počtem stanic. Největší absolutní hodnotu průměrného denního srážkového rozptylu bylo dosaženo v letech 1990–2019 u stanic s nadmořskou výškou do 1200 m. n. m. Nejnižší hodnota byla dosažena pro období 1960–1990 pro stanice s nadmořskou výškou vyšší než 200 m. n. m.

Tabulka jedenáct nám ukazuje, že v letech 1960–1990 u meteorologických stanic v uvedených nadmořských výškách v tabulce bylo prováděno měření srážkového rozptylu, kdy tento je menší než sledované období v letech 1990–2019 ve stejných nadmořských výškách.

Tabulka 12 Směrodatná odchylka denního srážkového úhrnu pro období 30. let

SD	200	400	600	800	1000	1200	1400
1960 - 1990	6,22	6,36	7,05	7,79	8,35	8,84	8,58
1990 - 2019	6,50	6,73	7,49	8,16	8,65	9,57	8,86

Měření směrodatné odchylky pro třicetileté období vyjadřuje tabulka dvanáct. V datovém souboru byla vyhodnocena dvě třicetiletá období. Každé z vyhodnocovaných období ukazuje podobný trend růstu směrodatné odchylky s nadmořskou výškou. Pouze období od roku 1990 do roku 2019 u stanic s nadmořskou výškou vyšší než 1200 metrů byla směrodatná odchylka menší než

směrodatné odchyly naměřené u stanic 1200 metrů nad mořem. Poslední období tj. 1960–2019 ukazuje na zmenšování se směrodatné odchyly.

Směrodatná odchylyka u stanic s nadmořskou výškou vyšších než 1400 m. n. m. je odhad průměrných denních srážkových směrodatných odchylek zatížen malým počtem měřících stanic. Největší absolutní hodnotu směrodatné odchylyky bylo dosaženo v letech 1990–2019 u stanic s nadmořskou výškou do 1200 m. n. m. Nejnižší hodnota byla dosažena pro období 1960–1990 pro stanice s nadmořskou výškou vyšší než 200 m. n. m.

Tabulka dvanáct nám rovněž ukazuje výsledky měření směrodatné odchylyky denního srážkového úhrnu v zadaných nadmořských výškách a obdobích, kdy v sledovaných obdobích a to letech 1960–1990 je směrodatná odchylyka denního srážkového úhrnu nižší než v sledovaném období let 1990–2019 a to ve všech uvedených nadmořských výškách.

2.4 ZÁVISLOST DENNÍHO SRÁŽKOVÉHO ÚHRNU NA NADMOŘSKÝCH VÝŠKÁCH

V rámci řešení bakalářské práce byly vyhodnoceny závislosti srážkových dat na nadmořské výšce. Závislost byla popsána jednoduchou lineární rovnicí, ve které nezávislou proměnou byla nadmořská výška, závislou proměnou byly aritmetický průměr a medián denních srážkových úhrnů. V závislosti srážek na nadmořských výškách byly odhadovány pro různá období. Byly testovány statistické významnosti odhadnutých hodnot parametrů lineárního vztahu, který byl vyjádřen následující rovnicí:

$$S = b_1 NV + b_0,$$

kde b_1 je parametr určující sklon lineárního trendu, S je srážkový úhrn stanovený aritmetickým průměrem, respektive meanem, NV je hodnota nadmořské výšky, b_0 nulový člen lineárního vztahu.

Tabulka 13 Odhady parametrů lineární závislosti denního srážkového úhmu na nadmořské výšce pro uvedené období aritmetickým průměrem

MEAN	b1	b0	statisticky významné
desetiletá období			
1960-1970	0.001	4,0820	***
1970-1980	0.001	4,1910	***
1980-1990	0.001	4,3370	***
1990-2000	0.001	4,1240	***
2000-2010	0.0002	5,0320	**
2010-2019	0.0005	4,4310	***
dvacetileté období			
1960-1980	0.0008	4,6057	**
1980-2000	0.0014	4,2342	***
2000-2019	0.0015	4,1314	***
třicetiletá období			
1960-1990	0.0016	4,1614	***
1990-2019	0.0009	4,4642	***

b0 v období daných let je kolísající, kdy roste poté se sníží a zase roste. Nejvíce došel v desetiletém období v letech od 2010-2019, kdy byl nejvyšší za celou dobu, a to v hodnotě 5,0320. Gradienty ve většině případů vycházejí statisticky významné, ve dvou případech méně statisticky významné. Trend s nadmořskou výškou klesá.

Tabulka 14 Závislosti denních srážkových úhmů pro mediány

MEDIAN	b1	b0	Statisticky významné
desetiletá období			
1960 – 1970	0.0011	2,1710	***
1970 – 1980	0.0009	2,1428	***
1980 – 1990	0.0008	2,2142	***
1990 – 2000	0.0010	2,0142	***
2000 - 2010	0.0001	2,6857	**
2010 - 2019	0.0002	2,2714	***
dvacetiletá období			
MEDIAN	b1	b0	Statisticky významné
1960 - 1980	0.0008	2,5710	**
1980 - 2000	0.0014	2,1142	***
2000 - 2019	0.0015	1,9428	***
třicetiletá období			
MEDIAN	b1	b0	Statisticky významné
1960 - 1990	0.0010	2,1428	***
1990 - 2019	0.0001	2,3571	***

U mediánu b_0 má hodnoty hodně blízko sebe, kdy odchylka není taková jako u aritmetického průměru. Hodnoty jsou s malou odchylkou kolísající. Nejvyšší hodnota 2,6857 byla v období let 2000–2010. I v tomto případě jsou gradienty spíše statisticky významné, jen u třech případů se to liší. I v tomto případě trend klesá s nadmořskou výškou. Dochází tedy ke změně trendů.

3 HISTOGRAMY

Box 4 Histogram četností a relativních četností

Definice 2.3 HISTOGRAM ČETNOSTÍ A RELATIVNÍCH ČETNOSTÍ

Histogram četností: Graf, který v pravouhlé souřadnicové soustavě zobrazuje třídy na vodorovnou osu a četnosti tříd na svislou osu. Četnost každé třídy je reprezentována sloupcem, jehož výška je rovna četnosti třídy.

Histogram relativních četností: Graf, který v pravouhlé souřadnicové soustavě zobrazuje třídy na vodorovnou osu a relativní četnosti tříd na svislou osu. Relativní četnost každé třídy je reprezentována svislým sloupcem, jehož výška je rovna relativní četnosti třídy.

Histogramy měření průměrného denního srážkového úhrnu v období od roku 1960 po rok 2019 v nadmořské výšce od 200 m. n. m. do 1400 m. n. m.

Po provedení výpočtu dle zadaných hodnot a zanesení do příslušných tabulek, byly v programu R studio z Českého hydrologického ústavu vyhodnoceny zjištěná data a z těchto vytvořeny histogramy. Číselný výpočet byl převeden do grafického provedení.

Uvedený tvar histogramů jednoznačně dokumentuje, že denní srážkové úhrny mají exponenciální rozdělení, které je speciálním případem Gama rozdělení.

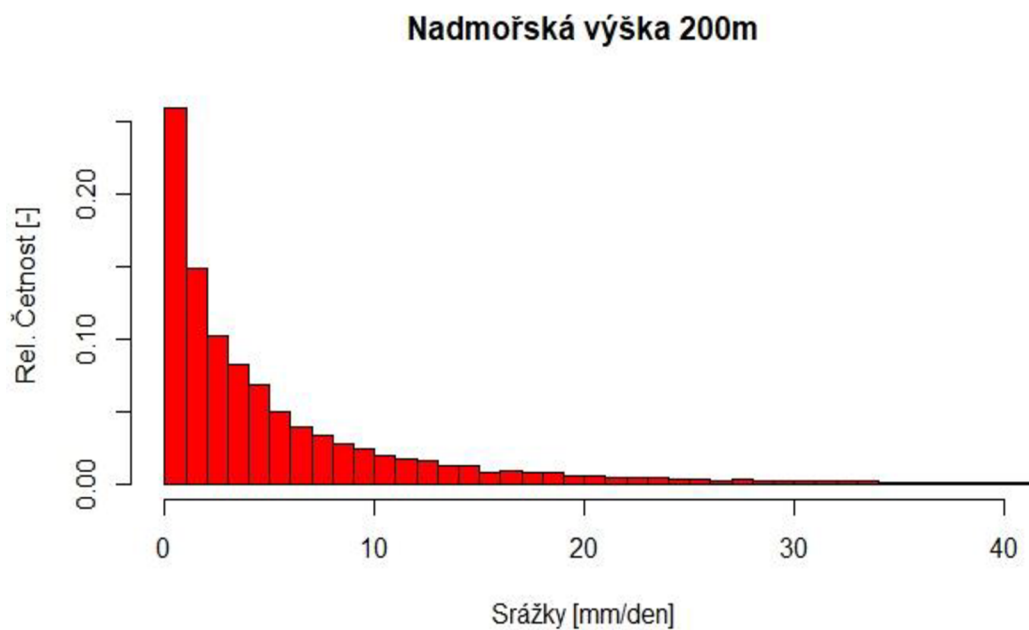
Denní srážkový úhrn je charakterizován jako výška vodního sloupce srážek za určitý časový úsek. Obvykle je uváděn v jednotkách mm/h nebo mm/rok.

Rozdělení relativních četností denních srážkových úhrnů pro stanice jejichž nadmořská výška přesahuje 200 metrů ukazuje obrázek histogramu 2.

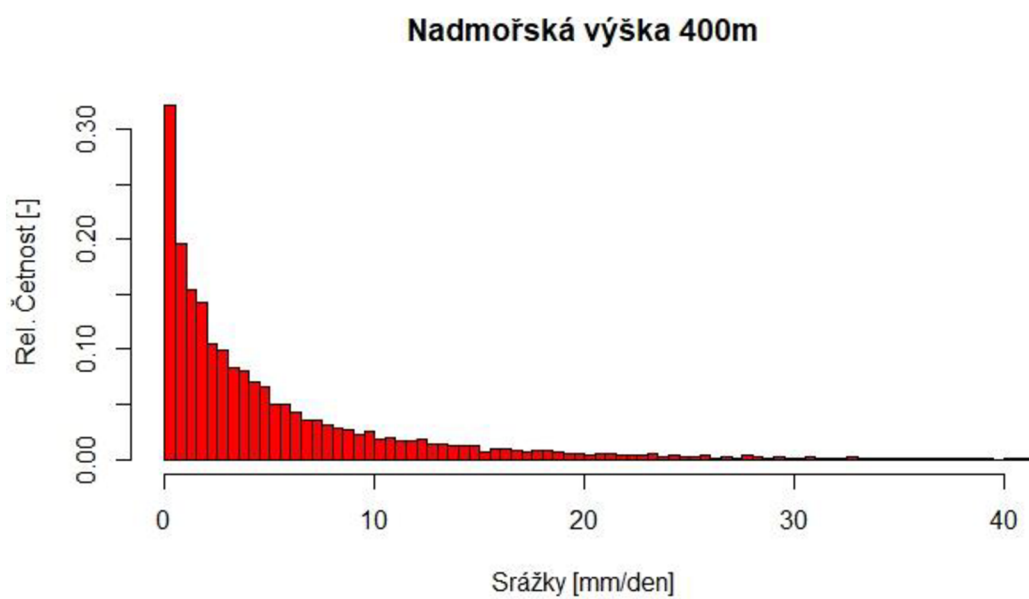
Rozdělení ukazuje, že nejčastěji se vyskytují nejmenší hodnoty z denních srážkových úhrnů a relativní četnost srážkových úhrnů s jejich rostoucí velikostí klesá. Dalo by se říct, že uvedený tvar histogramu nasvědčuje tomu, že denní srážkové úhrny mají rozdělení podobné Exponenciálnímu rozdělení. Toto je dokumentováno také histogramy, které ukazují rozdělení relativních četností pro stanice s nadmořskou výškou větších 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400 metrů nad mořem.

Rozdělení relativních četností, které je aproximací pravděpodobnosti příslušných srážkových úhrnů má stejný tvar pro všechny vyhodnocovaná data sety srážkových úhrnů jejichž pro soubory stanic jejich nadmořské výšky se lišily a ze získaných tvarů lze usoudit, že rozdělení srážkových úhrnů v České republice bude blízké Exponenciálnímu rozdělení, které tvoří jednu z variant Gama rozdělení.

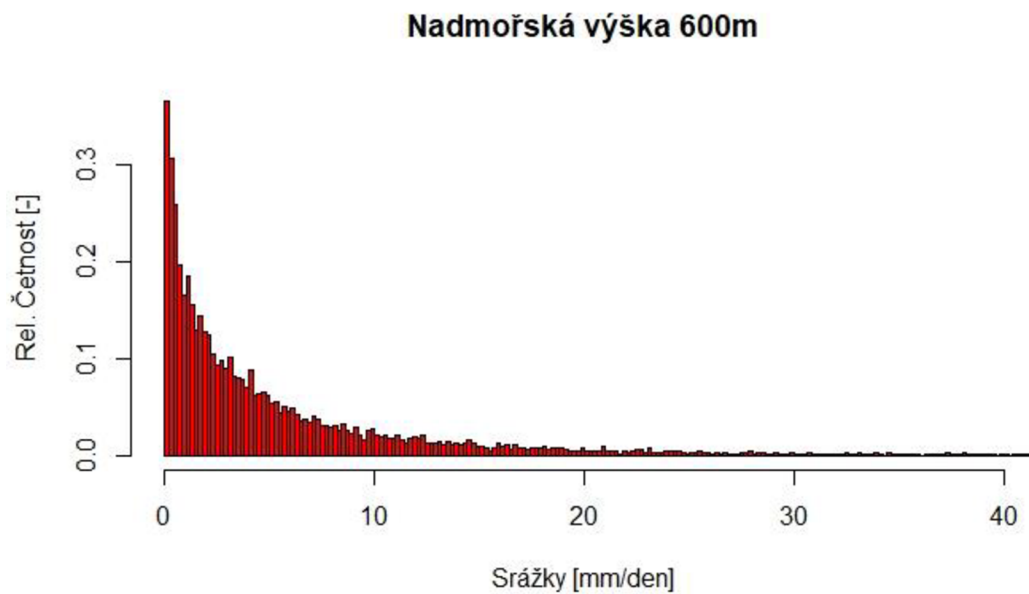
Obrázek 9 Histogram průměrných denních srážkových úhrnů pro stanice s nadmořskou výškou vyšší jak 200 metrů



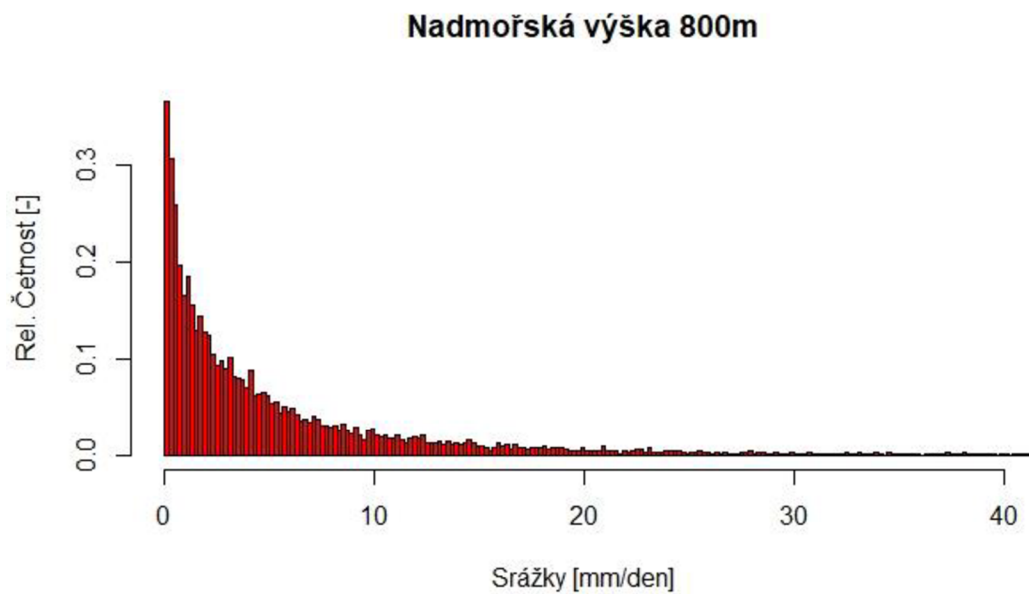
Obrázek 10 Histogram průměrných denních srážkových úhrnů pro stanice s nadmořskou výškou vyšší jak 400 metrů



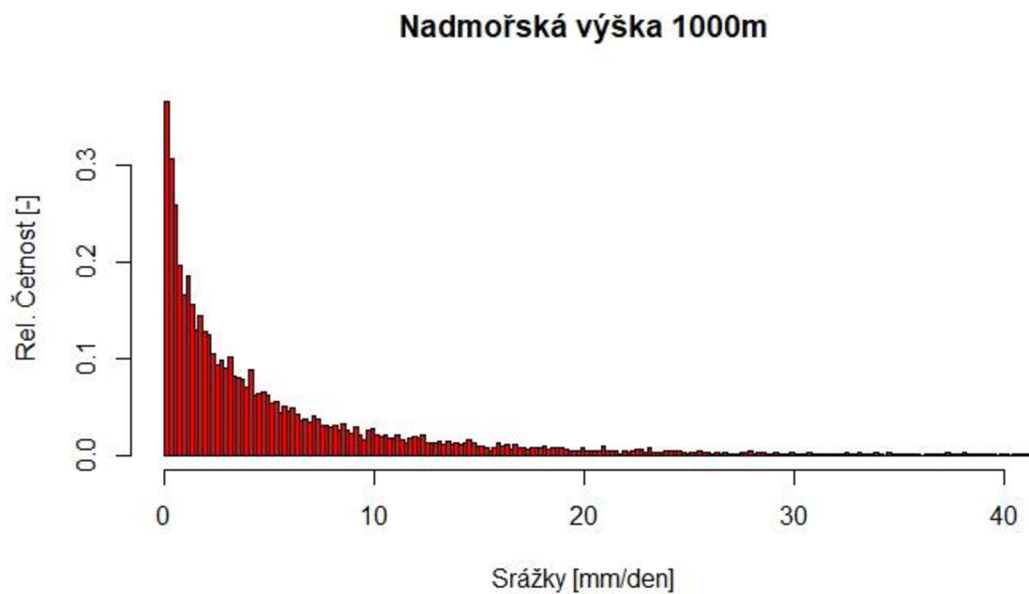
Obrázek 11 Histogram průměrných denních srážkových úhmů pro stanice s nadmořskou výškou vyšší jak 600 metrů



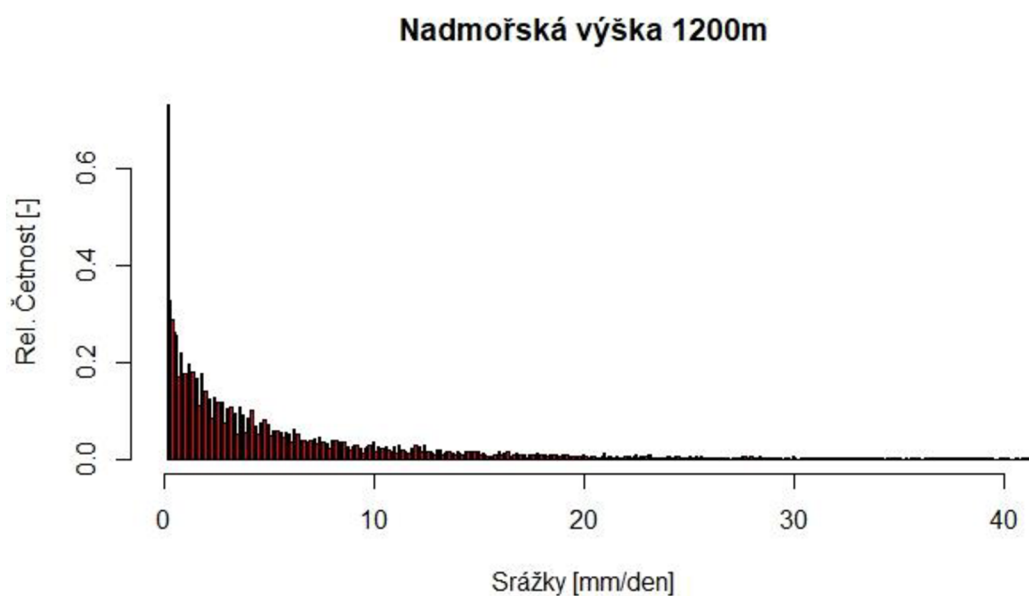
Obrázek 12 Histogram průměrných denních srážkových úhmů pro stanice s nadmořskou výškou vyšší jak 800 metrů



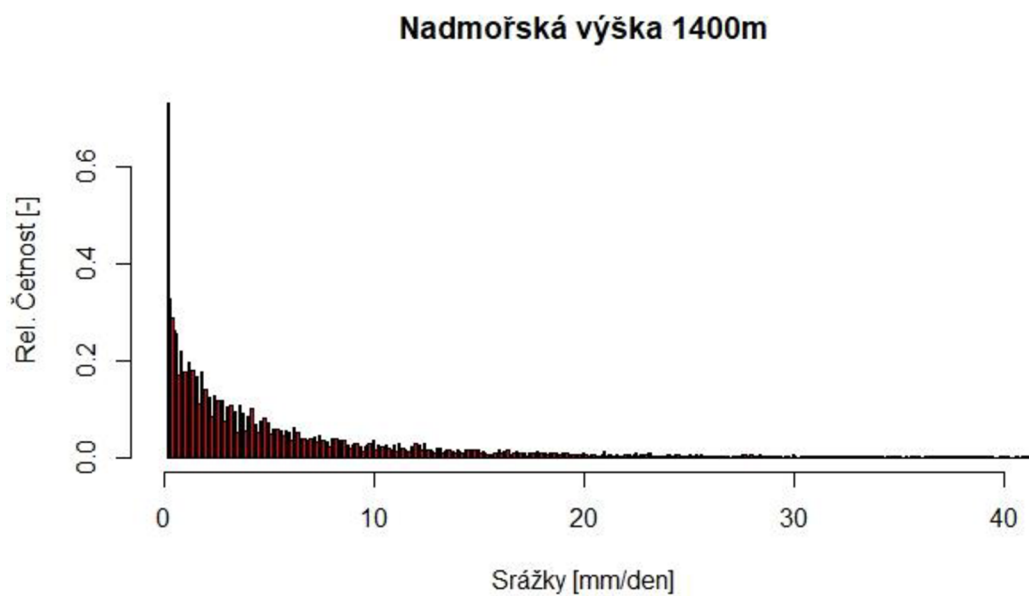
Obrázek 13 Histogram průměrných denních srážkových úhmů pro stanice s nadmořskou výškou vyšší jak 1000 metrů



Obrázek 14 Histogram průměrných denních srážkových úhmů pro stanice s nadmořskou výškou vyšší jak 1200 metrů



Obrázek 15 Histogram průměrných denních srážkových úhrnů pro stanice s nadmořskou výškou vyšší jak 1400 metrů.



4 POROVNÁNÍ DAT SRÁŽKOVÝCH ÚHRNŮ

Porovnání oficiálních historických dat srážkových úhrnů zveřejněných ČHMÚ s daty srážkových úhrnů staničních dat za období let 1961 - 2020

Tabulka 15 - Úhrn srážek v desetiletých obdobích v letech 1961-2020

	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2020	Průměr
Staniční data	697,00	672	671	685	741	669	689,1667
ČHMÚ korigována	651,7	651,7	637	671	722	647	663,4
Odchylka	-45,3	-20,3	-34	-14	-19	-22	-25,7667

Porovnáním dat v uvedené tabulce č. 15 bylo zjištěno, že průměrné srážkové úhrny v jednotlivých desetiletých obdobích staničních dat jsou vyšší než data uváděná ČHMÚ, která jsou volně dostupná na internetových stránkách ČHMÚ.

Nejvyšší srážkový úhrn staničních dat byl naměřen v období let 2001 – 2010. U dat ČHMÚ to bylo rovněž v letech 2001-2010. Vyšší průměr srážkového úhrnu byl spočítán u dat staničních. Dále byla spočítána odchylka srážkových úhrnů v uvedených obdobích, kdy nejnižší byla v letech 1991 – 2000 (-14mm) a nejvyšší v letech 1961 – 19970 (-45,3 mm). Průměrná odchylka srážkového průměru v období let 1961 – 2020 byla (-25,7667 mm).

Tabulka 16 - úhrn srážek v 20. letém období 1961-2020

	1961-1980	1981-2000	2001-2020	průměr
Staniční data	667	654	658	659,6667
ČHMÚ korigována	651,7	653,6	684,8	663,3667
Odchylka	-15,3	-0,4	26,8	3,7

V tabulce č. 16 jsem porovnal data srážkových úhrnů v dvacetiletých cyklech. Zde je patrné, že nejvyšší srážkový úhrn u staničních dat byl v letech 1961-1980 a to 667 mm. U srážkových úhrnů z ČHMÚ byl nejvyšší srážkový úhrn zjištěn v letech 2001 – 2020, (684,5 mm). Nejnižší odchylka srážkového úhrnu byla v letech 1981-2000 a to. (-0,4 mm), nejvyšší odchylka byla zjištěna v letech 2001 – 2020 a to (26,8mm).

Tabulka 17- úhrn srážek v 30. letém období 1961-2020

	1961-1990	1971-2000	1981-2010	1991-2020	Průměr
Staniční data	741,74	780	812	812	786,435
ČHMÚ korigována	651,7	653,6	676,5	680	665,45
Odchylka	-90,04	-126,4	-135,5	-132	-120,985

V tabulce č. 17 jsou znázorněny srážkové úhrny v třicetiletých obdobích, kdy jsem zjistil, že u staničních srážkových úhrnů bylo naměřeno nejvíce v letech 1981-2010 a 1991-2020 a to shodně (812 mm). Nejméně srážkového úhrnu bylo naměřeno v letech 1961-1990 (741,74 mm). U Srážkových úhrnů ČHMÚ bylo naměřeno nejvíce v letech 1991-2020 (680 mm) a nejméně v letech 1961-1990. Nejnižší odchylka

srážkových úhrnů byla zjištěna v letech 1961-190 (-90,04 mm) a nejvyšší v letech 1981-2010 (-135,5 mm).

Jednotlivá data úhrnu srážek za jednotlivé roky, a to od roku 1961 do roku 2020 jsem získal z volně dostupných historických dat ČHMÚ. Uvedené srážkové úhrny za celou ČR jsem převedl do tabulek a spočítal celkový průměrný srážkový úhrn za jednotlivá desetiletí, dvacetiletí a třicetiletí. Z uvedených průměrných srážkových úhrnů jsem zjistil, že se v jednotlivých výše uvedených obdobích průměrné srážkové úhrny od sebe odchyľují jen minimálně.

Dále jsem v programu R za použití studia R zjistil staniční data srážkových úhrnů ze všech meteorologických stanic v České republice, kdy jsem opětovně provedl zprůměrování zjištěných dat naměřených srážkových úhrnů v obdobích desetiletých, dvacetiletých a třicetiletých, kdy jsem jejich porovnáním s daty, která jsem zjistil v historických datech ČHMÚ, že oboje údaje jsou si velice podobné. K porovnání oficiálních dat ČHMÚ a dat staničních jsem vytvořil graf zjištěných hodnot, jako graf 1. (URL 12)

Shora uvedená data v tabulkách byla zjištěna pomocí programu R ze všech meteorologických stanic v ČR.(URL12)

Tabulkové porovnání historických dat ČHMÚ s daty staničními

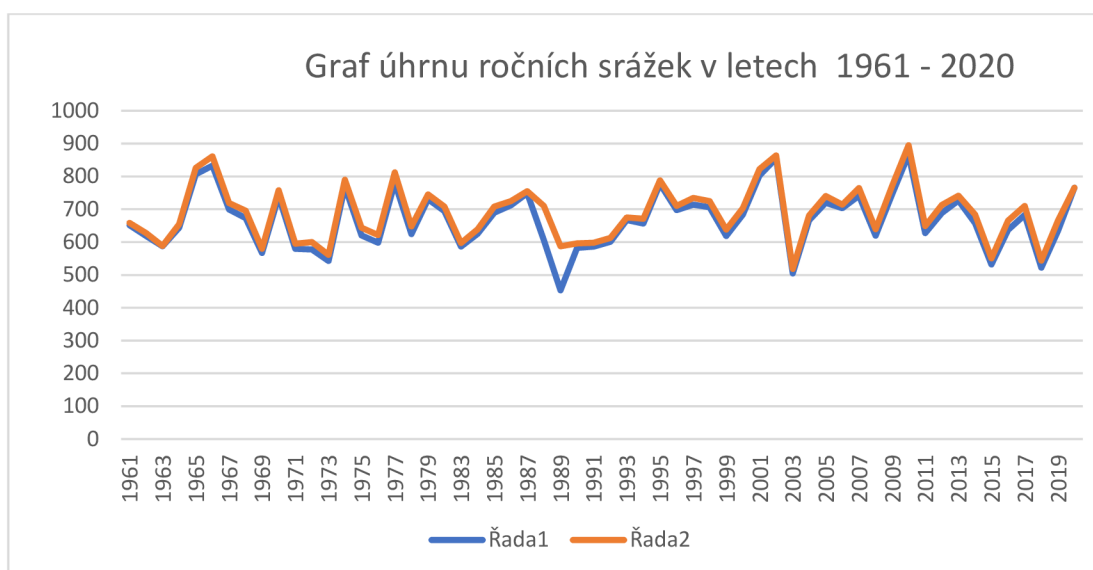
Tabulka č. 18 Historická data srážkových úhrnů ČHMÚ v období let 1961 - 2020

Oficiální hystorická data srážkových úhrnů ,celkový průměr desetiletí let						
srážkových úhrnů od roku 1961 do roku 2020						
						průměr
681,9	651,7	636,6	670,6	722,2	647,4	672,6

Tabulka č. 19 -Staničních dat srážkových úhrnů za období let 1961 - 2020

Staniční data srážkových úhrnů, celkový průměr úhrnů						
od roku 1961 do roku 2020						
						průměr
696,6	672,4	671,1	685,5	740,8	668,6	689,1667

Graf 1 - Porovnání oficiálních a staničních dat srážkových úhrnů



Na tomto grafu je patrné, že **oficiální historická data** srážkových úhrnů uvedených ČHMÚ v období let 1961 až 2020 jsou velmi podobná **datům staničním**. Přestože staniční data ukazují nepatrně vyšší srážkový úhrn oproti historickým datům ČHMÚ

4.1 PROGRAM R

Obrázek16 Logo programu R

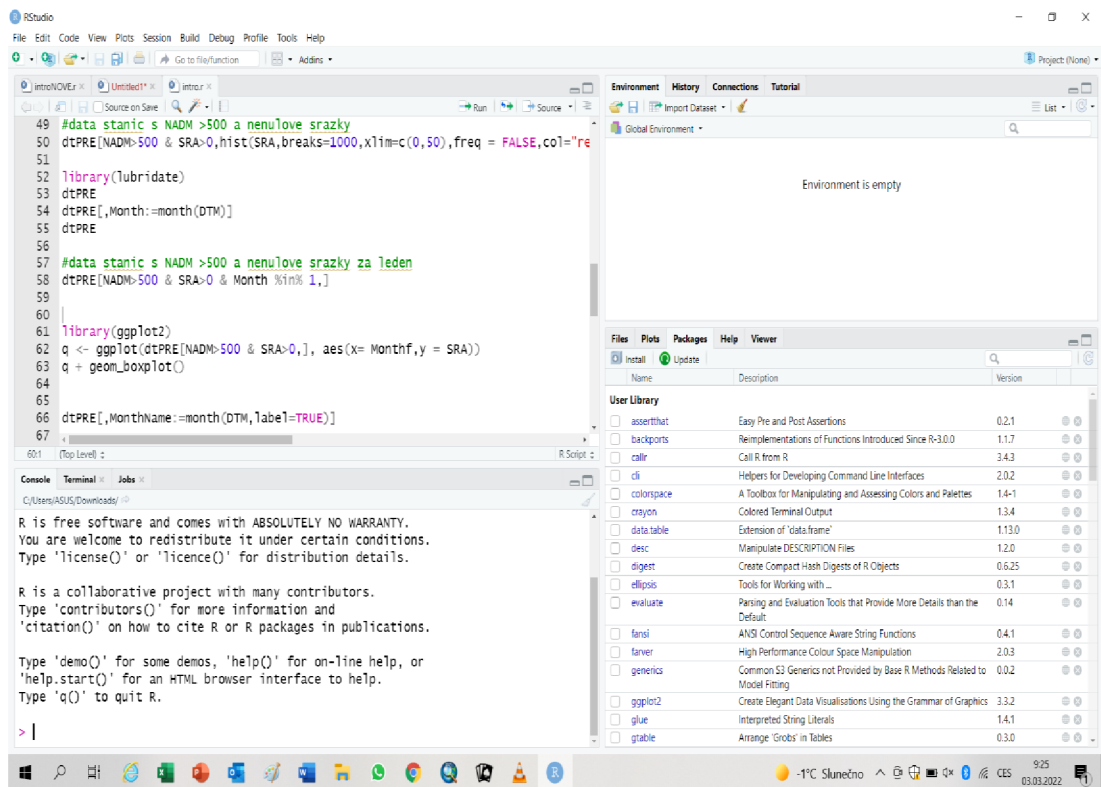


Jedná se o matematický software, který se specializuje na statistiky, při kterých se používají speciální profesionální statistické programy (URL 13). Tyto slouží ke zpracování velkého množství získaných dat, která se následně vyhodnocují v různých tabulkách, grafech a jiných znázornění. Využití má v řešení různých rovnic, vektorů či výpočtů matic. Logo softwaru a propracované prostředí Rstudio ve kterém byly data vyhodnoceny ukazují obrázky 16 a 17.

Velkou výhodou tohoto programu je, že umí zpracovat velké množství dat než MS Excel, který je omezený v řádcích a sloupcích. A také lze data využít dle různých období. Další výhodou tohoto programu jsou jeho pokročilé funkce např. Chi-square test, bootstrapping či ANOVA. Program R je využíván i ve školách při zpracování právě třeba semestrální či bakalářských prací. Samozřejmě program nefunguje sám, je potřeba do něho nahrát získaná potřebná data, pomocí kterých je možné následně vypočítat ne jeden úkol. Znamená tedy, že program R je využíván na vysokých školách nejen v české republice, ale i na světě, ale ne tak ve velké míře, což je škoda, jelikož by se dal velmi dobře využít. Nejvíce by se dalo říci, že program R je využíván v USA. Tento program je také dobře využit ve vědeckých oborech.

Tento program pracuje velmi rychle, přesně, kdy je i stabilní. Kdo tento program nezná a učí se v něm pracovat, tak se práce s ním může zdát složitá. Celý systém se skládá z programování a tvoření různých příkazů, které je ale potřeba znát, aby se s nimi mohlo následně pracovat. Jakmile dojde k seznámení, s tímto programem, tak se poté může práce s ním zdát jednoduchá. Dají se tam tvořit spousty úloh, příkladů, tabulek a jiných znázornění. Pomocí příkazů je možné si i pohrát s grafy, které je možné vytvářet v různých provedení, barevnosti a tvarů. V určitých oborech, kde se pracuje s daty může být velkým pomocníkem

Obrázek 17 Práce s programem R



Obrázek č. 17 znázorňuje práci s programem R-Studio R, který se zakládá na jednotlivých příkazech.

4.2 ROČENKY ČHMÚ

Hydrologická bilance na celém území České republiky v období let 2004 až 2020.

Srážková situace

Oficiální data ČHMÚ k vypracování Bakalářské práce byla získána z ročenek ČHMÚ za období let 2004 až 2020.

Internetové odkazy jsou uvedeny v seznamu internetových zdrojů pod (URL 15-31)

Rok **2004** byl z hlediska množství spadlých srážek normální. Srážkově nadnormální na většině území České republiky byl začátek roku a měsíce červen a listopad. Silně podnormální byly na celém území České republiky měsíce červenec a srpen a extrémně suchý byl měsíc prosinec (URL 14).

Průměrná výška srážek na území ČR dosáhla 680 mm, kdy toto je 101% normálu. Srážky v Čechách mírně překročily normální stav, kdy spadlo 691 mm srážek což je 104%. V prostoru Moravy a Slezska celkově spadlo méně srážek a to 663 mm což je 97% normálu.

Rok **2004** znamenal návrat k normálním hodnotám srážek oproti předešlým letům (URL 15).

Rok **2005** byl z srážkového hlediska celkem normální. Roční srážkový úhrn byl 732 mm což představuje 109% normálu (URL 16). Začátek roku byl srážkově v České republice sině nadprůměrný. V zimních měsících leden a únor představoval srážkový úhrn 165% až 170% normálu. Dále byly nadnormálně srážkové měsíce červen a červenec. Silně podprůměrný v celé ČR byl v roce 2005 měsíc říjen, kdy srážkový úhrn činil pouze 11 mm, což je 27% normálu

Rok **2006** byl na srážkový úhrn celkově normální. Roční srážkový úhrn byl 708 mm, což představuje 105 % normálu (URL 17). Srážky v celé ČR byly v průběhu roku celkem nerovnoměrně rozloženy. V první polovině roku byl srážkový úhrn 150% normálu

Rok **2007** byl srážkově celkem nadnormální, v ČR srážkový úhrn činil 755 mm., což představuje 112% normálu. V průběhu roku 2007 byly na území ČR srážky nerovnoměrně rozloženy (URL 18). První tři měsíce roku byly srážkově nadprůměrné, kdy následující duben, měl pouze 11% normálu. Další měsíce byli již srážkově normální. Nadnormální srážková úhrn měl měsíc září a to 224% normálu. Listopad byl také srážkově nad normálem, kdy srážkový úhrn činil 154% normálu. Konec roku zakončil relativně suchý prosinec, kdy srážkový úhrn byl 73% normálu

Rok **2008** byl co do výšky srážek normální. V průběhu roku na území ČR spadlo 619 mm srážek což činí 92% normálu. V roce 2008 byly srážky nad územím ČR rozloženy nerovnoměrně (URL 19).

Rok **2009** byl na množství srážek v ČR celkově vyrovnaný. Na území ČR spadlo 744 mm srážek, kdy roční srážkové úhrny se pohybovaly od 95 až po 129% normálu (URL 20). Srážkově bohaté byly měsíce červen 135% a červenec 142% normálu. Měsíc

září byl srážkově pod normálem a to 43% normálu. Konec roku 2009 byl srážkově vyrovnaný a blížil se normálu.

Rok **2010** byl srážkově celkem silně nadnormální a i nejlhčí za posledních 37 let. V ČR byl v roce 2010 průměrný srážkový úhrn 871 mm, což činí 129% normálu (URL 21).

V průběhu roku docházelo k střídání srážkově normálních s nadnormálními měsíci

V roce **2011** bylo množství spadlých srážek normální. Roční výška srážkového úhrnu byla na území ČR 634 mm což je 93% normálu (URL 22).

Rok **2012** by z hlediska srážek normální. Na území ČR byla naměřena výška srážek 689 mm, což činí 101% normálu (URL 23).

Rok **2013** byl na množství spadlých srážek normální až nadnormální. Na území ČR byl roční srážkový úhrn 727 mm což je 106% normálu (URL 24).

V měsíci červnu proběhly tři povodňové epizody. 1. byla na začátku měsíce, kdy za 24 hodin napršelo 60 až 130 mm srážek. Druhá povodňová epizoda byla na rozhraní první a druhé dekády měsíce června a poslední třetí epizoda proběhla v třetí dekádě měsíce června, kdy tato nebyla tak významná jako dvě předchozí.

Rok **2014** byl z hlediska spadlých srážek označen jako normální, kdy výška ročního srážkového úhrnu byla 657 mm, kdy tato odpovídá 97% normálu (URL 25).

Na území ČR byl rok **2015** srážkově označen jako značně podnormální. Roční srážkový úhrn byl 532 mm což je 79% srážkového normálu. Po 54 lech se jednalo o mimořádně teplý a suchý rok, který se zařadil na druhé místo za rok 2003, kdy bylo naměřeno 516 mm srážek, kdy toto činí 75% normálu. Podobné množství srážek bylo i v letech 1982 a 1973, kdy tyto roky činily 80% normálu (URL 26)

Průměrný srážkový úhrn v roce **2016** činil na území ČR 637 mm, což toto představuje 93% normálu. Rok 2016 byl hodnocen na srážkový úhrn jako průměrný. Srážkově pod normálem byly pouze měsíce srpen a prosinec, kdy srážkový úhrn činil 51% a 56% normálu. Srážkově nad normálem byly měsíce únor 163%, červenec 131% a říjen 151% normálu (URL 27).

Jako srážkově normální byl označen rok **2017**, kdy jeho roční průměrný srážkový úhrn na území ČR činil 683mm, kdy toto představuje 100% normálu. Nad normální byly v tomto roce hodnoceny měsíce duben 183% a říjen 188% normálu. Za rok 2017 byl

pod normálem pouze měsíc květen, kdy jeho srážkový úhrn byl 64% normálu (URL 28).

Na území ČR v roce 2018 činil roční srážkový úhrn 76% normálu, což je naměřená výška srážek v hodnotě 522 mm. Rok 2018 byl hodnocen jako srážkově silně podnormální. Od roku 1961 byl nižší srážkový úhrn zaznamenán pouze v roce 2003 a to 504mm. Ve většině měsíců roku 2018 se srážkové úhrny pohybovaly pod hodnotou normálu. Měsíce únor, duben, červenec, srpen a listopad měly méně než 50% normálu srážkového úhrnu. Jediný měsíc prosinec byl hodnocen jako nad normální, kdy jeho srážkový úhrn činil 144% (URL 29).

V ČR byl rok 2019 hodnocen jako srážkově normální, kdy na území ČR spadlo 634 mm srážek kdy toto představuje 92% normálu (URL 30). Během roku byly jako podnormální hodnoceny měsíce duben 60% normálu, červen 67% normálu, červenec 66% normálu. Jako nadnormální byly hodnoceny měsíce leden 148% normálu a květen 132% normálu.

Prostorové rozložení ročního úhrnu srážek bylo hodnoceno na území ČR jako nerovnoměrné, kdy spadlo průměrně 601 mm srážek, to je 88% normálu.

Rok 2020 byl na území České republiky srážkově nadprůměrný, roční úhrn srážek v tomto roce dosáhl průměru 112 % normálu, který byl zaznamenán od roku 1981-2010. Od roku 1961 se jedná o desátý nejvyšší zjištěný roční úhrn srážek (URL 31).

S mimořádným srážkovým úhrnem byl měsíc červen, kdy bylo zaznamenáno 152 mm srážek což je (192 % normálu). Nadnormálně byly srážkově i měsíce únor (205 % normálu) a říjen (214 % normálu), srpen (139 % normálu) a září (128 % normálu).

Pod podnormálním srážkovým úhrnem byly měsíce: leden (43 % normálu), duben (43 % normálu), listopad (45 % normálu), červenec (69 % normálu) a prosinec (56 % normálu).

Jako srážkově v normálu byly vyhodnoceny měsíce březen (75 % normálu) a květen (109 % normálu).

V prostoru České republiky byly srážkové úhrny rozloženy nerovnoměrně, kdy nad Moravou a Slezskem spadlo průměrně 868 mm srážek (126 %) oproti území Čech, kde spadlo pouze 716 mm srážek (105 % normálu). V krajích Ústeckém, Karlovarském a Libereckém (90 % a méně, než je normál). Nejvíce srážek bylo v krajích Pardubickém (128 % normálu) a Moravskoslezském (132 % normálu).

5 DISKUZE

Statistika je vědní obor, který se zabývá sběrem dat činností všech lidských oborů a dění v nich, ale i tak přírodních jevů a anomálií. Statistika se používá k zjištění a vyhodnocování dat, která jsou potřebná k zjišťování různých potřeb do budoucna. Dále se vyhodnocují data za účelem předcházení a zajišťování případných nedostatků nebo případných potřeb.

V případě přírody se jedná o shromažďování a vyhodnocování dat v určitých časových obdobích. A to o teplotě, srážkách, průtoku vodních toků, atmosférickém tlaku, ale i o oteplování planety a tání ledovců. Kdy tato data jsou následně vyhodnocována a jsou předávána potřebným institucím k provedení případných opatření. A to jak na území České republiky, tak i celosvětově.

V tomto případě se jedná o vyhodnocení úhrnu srážek nad územím České republiky v období od roku 1960 po rok 2019. K vyhodnocení dat bylo použito veřejně dostupných dat z Českého hydrometeorologického ústavu. Data byla zpracována a vyhodnocena v programu R studio, kdy bylo následně zjištěno, že v určitých nadmořských výškách a určitých obdobích se dešťové srážky nad územím České republiky liší. Data byla zjišťována z dostupných meteorologických stanic v České republice, která jsou umístěna v různých nadmořských výškách a jsou zjišťována pomocí meteorologických radarů nebo pozemních měřících přístrojů. Z těchto dat byly vytvořeny tabulky z různých časových období, které nám ukazují na proměnlivý srážkový úhrn, rozptyl, a měrnou odchylku měření srážek (dešťových, sněhových, ale i ostatních srážek jako jsou mlha, rosa, atd.).

Vyhodnocením zpracovaných dat v tabulkách bylo zjištěno, že za posledních několik let je nad územím České republiky četnost a intenzita srážek nižší. Přes to, že srážkový úhrn nad územím České republiky a četnost srážek je nižší, jsou tyto srážky tzv. přívalové.

Prudké ale krátké srážky po dopadu na zemský povrch se nestačí vsakovat a rychle odtékají z volné přírody do vodních toků. Toto může být zapříčiněno oteplováním planety, kdy teplotní maxima přesahují měřená období a srážkový úhrn je celkově nižší. Na základě nižšího srážkového úhrnu se musí budovat různé záchytné nádrže, které zadržují srážkovou vodu a tuto převádějí do okolní přírody.

K naměřenému srážkovému úhrnu dle zjištěných dat byly vytvořeny histogramy, kde je patrné, jak je srážkový úhrn za měřené období od roku 1960 do roku 2019 nižší.

Dále jsem provedl porovnání srážkových úhrnů na území ČR a to z historických dat ČHMÚ, která jsou volně dostupná na internetových stránkách ČHMÚ a srážkových úhrnů z met. stanic v ČR. Uvedené srážkové úhrny jsou v rozmezí let 1961-2020. Uvedené srážkové úhrny jsem převedl do tabulek a vyhodnotil deseti, dvaceti a třicetiletá období, kde byl spočítán průměr srážkových úhrnů. K uvedeným tabulkám jsem vytvořil graf, kde bylo zjištěno, že srážkové úhrny v období od roku 1961-2020 jsou si velmi podobné a blízké.

K vzhledem uvedeným naměřeným datům a probíhajícím klimatickým změnám je potřeba do budoucna vytvářet příznivé podmínky na planetě, aby nedocházelo k většímu oteplování a minimálním srážkám. Vytvářením těchto podmínek by mělo

být větší zalesnění, snížení vypouštění nežádoucích látek do ovzduší a snižování skleníkového efektu.

6 ZÁVĚR

Předložená Bakalářská práce se zabývá vyhodnocením denních srážkových úhrnů, vzhledem k tomu že Český hydrometeorologický ústav dle rozsudku Městského soudu v Praze ze dne 28.6.2018 uvolnil data denních srážkových úhrnů je možné je tedy zpracovat pro celou Českou republiku.

Tato práce vyhodnotila data z 802 stanic v České republice, ve kterých byly zaznamenány s různou délkou měření systematicky denní srážkové úhrny. Byly vyhodnoceny základní charakteristiky denního srážkového úhrnu, a to pro období let 1960–2019. Pro tento typ dat byly získány tyto výsledky, které jsou uvedeny v příslušných tabulkách a znázorněny v histogramech.

Uvedený tvar histogramů jednoznačně dokumentuje, že denní srážkové úhrny mají exponenciální rozdělení, které je speciálním případem Gama rozdělení.

Z vyhodnocených dat bylo zjištěno, že v posledních dvaceti letech se denní srážkový úhrn zmenšuje, a to ve výškách měření víc jak 1400 metrů nad mořem.

Provedením srovnání historických dat srážkových úhrnů, která jsou volně dostupná z ČHMÚ a dat staničních v období let 1961 – 2020 v programu R jsem zjistil, že oboje data jsou si velmi podobná, ale data staniční mají o něco vyšší srážkový úhrn než historická data srážkových úhrnů, která jsou volně dostupná z ČHMÚ.

7 PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

7.1 LITERATURA:

Daňhelka, 2007 (online) [cit.2021.01.20] dostupné z <http://voda.chmi.cz/hr07/obsah.html>

Dingman, 2002, Maidment, 1993 (online) [cit.2021.02.09] dostupné z <https://atmos.washington.edu/MG/cycles/index.html>

Hobbs et al., 1980 a Herzegh – Hobbs, 1980

Máca P., 2014: Hydrologie pro bakaláře. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha 126 s.

Novovičová J., 2006: Pravděpodobnost a matematická statistika. Skriptum FD ČVUT 2006, ISBN 80-01-01-01980-2, 157 s.

7.2 INTERNETOVÉ ZDROJE:

URL 1: ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav České republiky (online) [cit.2021.02.16] dostupné z <http://cnvh.cz/index.php/vybrana-data-chmu-pro-studijni-a-vedecke-ucely>.

URL 2: Ústav fyziky atmosféry AV ČR (online) [cit.2021.01.18] dostupné z Obrázek 1 Mapa meteorologických stanic v České republice https://www.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/OS/stanice/ShowStations_CZ.html

URL 3: <http://www.klimaweb.cz/konvekcni-a-vrstevnate-srazky>.

URL 4: Meteo aktuality počasí seriózně (online) [cit.2021.12.13] dostupné z <https://www.pocasimeteoaktuality.cz/meteorologie/meteorologicke-pristroje/2/>.

URL 5: Wikipedie otevřená encyklopedie (online) [cit.2020.01.12.] dostupné z https://cs.wikipedia.org/wiki/Meteorologick%C3%BD_radar

URL 6: Obrázek 2 Manuální srážkoměr <https://meteostanice.cz>

URL 7: Obrázek 3 Člunkový srážkoměr <https://meteoshop.cz>

URL 8: Obrázek 8 - Pokrytí území ČR r https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/rad/info_czrad/index.html adary ČHMÚ <https://www.chmi.cz>

URL 9: Obrázek 4 Sněhoměrná lať, vedle srážkoměr <https://geoinformatics.upol.cz>

URL 10: Obrázek 5 - Miskový anemometr C552 – hliníkový <https://www.pocasimeteoaktuality.cz/meteorologie/meteorologicke-pristroje/2/>

- URL 10: Obrázek 6 - Ruční anemometr s lopatkami
(<https://www.pocasimeteoaktuality.cz/meteorologie/meteorologicke-pristroje/2/>)
- URL 11: Obrázek 7
https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/rad/info_czrad/index.html
- URL 12: ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav České republiky (online) [cit.2021.12.20] dostupné z < <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky>>
- URL 13: LINUXEXPRES Matematický software R: S ním je každá statistika hezčí (online) [cit.2022.01.02] dostupné z <<https://www.linuxexpres.cz/software/matematicky-software-r-s-nim-je-kazda-statistika-hezci>>.
- URL 14: ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav České republiky (online) [cit.2022.02.15] dostupné z <https://eagri.cz/public/web/file/691951/Modra_zprava_2020_web.pdf>
- URL 15: ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav České republiky ročenka 2004 (online) [cit.2022.03.15] dostupné z<https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/hydrologicke_rocenky/HR_2004.pdf>.
- URL16: ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav České republiky ročenka 2005 (online) [cit.2022.03.15] dostupné z <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/hydrologicke_rocenky/HR_2005.pdf>.
- URL 17: ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav České republiky ročenka 2006 (online) [cit.2022.03.15] dostupné z<https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/hydrologicke_rocenky/HR_2006.pdf>.
- URL 18: ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav České republiky ročenka 2007 (online) [cit.2022.03.15] dostupné z<https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/hydrologicke_rocenky/HR_2007.pdf>.
- URL 19: ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav České republiky ročenka 2008 (online) [cit.2022.03.15] dostupné z<https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/hydrologicke_rocenky/HR_2008.pdf>.
- URL 20: ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav České republiky ročenka 2009 (online) [cit.2022.03.15] dostupné z<https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/hydrologicke_rocenky/HR_2009.pdf>.
- URL 21: ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav České republiky ročenka 2010 (online) [cit.2022.03.15] dostupné z<https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/hydrologicke_rocenky/HR_2010.pdf>.
- URL 22: ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav České republiky ročenka 2011 (online) [cit.2022.03.15] dostupné z<https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/hydrologicke_rocenky/HR_2011.pdf>.
- URL 23: ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav České republiky ročenka 2012 (online) [cit.2022.03.15] dostupné z<https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/hydrologicke_rocenky/HR_2012.pdf>.
- URL 24: ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav České republiky ročenka 2013 (online) [cit.2022.03.15] dostupné z<https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/hydrologicke_rocenky/HR_2013.pdf>.

- URL25: ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav České republiky ročenka 2014 (online) [cit.2022.03.15] dostupné z<https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/hydrologicke_rocenky/HR_2014.pdf.
- URL 26: ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav České republiky ročenka 2015 (online) [cit.2022.03.15] dostupné z<https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/hydrologicke_rocenky/HR_2015.pdf.
- URL 27 ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav České republiky ročenka 2016 (online) [cit.2022.03.15] dostupné z<https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/hydrologicke_rocenky/HR_2016.pdf.
- URL 28: ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav České republiky ročenka 2017 (online) [cit.2022.03.15] dostupné z<https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/hydrologicke_rocenky/HR_2017.pdf.
- URL 29: ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav České republiky ročenka 2018 (online) [cit.2022.03.15] dostupné z<https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/hydrologicke_rocenky/HR_2018.pdf.
- URL 30: ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav České republiky ročenka 2019(online) [cit.2022.03.15] dostupné z<https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/hydrologicke_rocenky/HR_2019.pdf.
- URL 31: ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav České republiky ročenka 2020 (online) [cit.2022.03.15] dostupné z<https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/hydrologicke_rocenky/HR_2020.pdf.
- Tabios – Sala, 1985, Dingman 2002 (online) [cit.2021.01.10] dostupné z <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674237015301319>.

7.3 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Denní průměrný úhrn pro období 10. let.....	17
Tabulka 17 Denní průměrný srážkový úhrn odhadnutý mediánem pro období 10. let.....	18
Tabulka 18 Denní srážkový rozptyl odhadnutý variabilitou rozptylu pro období 10. let.....	19
Tabulka 19 Směrodatná odchylka denního srážkového úhrnu pro období 10. let ...	20
Tabulka 20 Denní průměrný srážkový úhrn pro období 20. let.....	22
Tabulka 21 Denní průměrný srážkový úhrn odhadnutý mediánem pro období 20. let.....	23
Tabulka 22 Denní srážkový rozptyl odhadnutý variabilitou rozptylu pro období 20. let.....	24
Tabulka 23 Směrodatná odchylka denního srážkového úhrnu pro období 20. let.....	25
Tabulka 24 Denní průměrný srážkový úhrn pro období 30. let.....	26
Tabulka 25 Denní průměrný srážkový úhrn odhadnutý mediánem pro období 30. let.....	26
Tabulka 26 Denní srážkový rozptyl odhadnutý variabilitou rozptylu pro období 30. let.....	27
Tabulka 27 Směrodatná odchylka denního srážkového úhrnu pro období 30. let...	27
Tabulka 28 Odhady parametrů lineární závislosti denního srážkového úhrnu na nadmořské výšce pro uvedená období aritmetickým průměrem.....	29
Tabulka 29 Závislosti denních srážkových úhrnů pro mediány	29
Tabulka 30 - Úhrn srážek v desetiletých obdobích v letech 1961-2020.....	36
Tabulka 31 - úhrn srážek v 20. letém období 1961-2020.....	36
Tabulka 17 - úhrn srážek v 30. letém období 1961-2020	36
Tabulka č. 18 Historická data srážkových úhrnů ČHMÚ v období let 1961 – 2020...	37
Tabulka č. 19 -Staničních dat srážkových úhrnů za období let 1961 – 2020.....	37

7.4 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Mapa meteorologických stanic v České republice (URL 2)	2
Obrázek 2 Manuální srážkoměr (URL 6)	9
Obrázek 3 Člunkový srážkoměr (URL 7)	10
Obrázek 4 Sněhoměrná lať, vedle srážkoměr(URL 9)	11
Obrázek 5 Miskový anemometr C552 – hliníkový (URL 10)	12
Obrázek 6 Ruční anemometr s lopatkami (URL 10)	13
Obrázek 7 parametry meteorologických radarů (URL 11)	15
Obrázek 8 Pokrytí území ČR radary ČHMÚ (URL 7)	16
Obrázek 9 Histogram průměrných denních srážkových úhrnů pro stanice s nadmořskou výškou vyšší jak 200 metrů	33
Obrázek 10 Histogram průměrných denních srážkových úhrnů pro stanice s nadmořskou výškou vyšší jak 400 metrů	33
Obrázek 11 Histogram průměrných denních srážkových úhrnů pro stanice s nadmořskou výškou vyšší jak 600 metrů	34
Obrázek 12 Histogram průměrných denních srážkových úhrnů pro stanice s nadmořskou výškou vyšší jak 800 metrů	34
Obrázek 13 Histogram průměrných denních srážkových úhrnů pro stanice s nadmořskou výškou vyšší jak 1000 metrů	35
Obrázek 14 Histogram průměrných denních srážkových úhrnů pro stanice s nadmořskou výškou vyšší jak 1200 metrů	35
Obrázek 15 Histogram průměrných denních srážkových úhrnů pro stanice s nadmořskou výškou vyšší jak 1400 metrů	36
Obrázek 16 Logo programu R	40
Obrázek 17 Práce s programem R	41

7.5 SEZNAM BOXŮ

Box 1 Výběrový rozptyl (Novovičová J., 2006)

Box 2 Definice kvantil (Novovičová J., 2006)

Box 3 Popisná statistika (Novovičová J., 2006)

7.6 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 - Porovnání oficiálních a staničních dat srážkových úhrnů

