

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

**KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A
ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ**



Analýza srážkových úhrnů v Pardubickém kraji

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Martin Kovář

Bakalant: Rebeka Koršinská

© 2021 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Rebeka Koršinská

Krajinářství

Územní technická a správní služba

Název práce

Analýza srážkových úhrnů v Pardubickém kraji

Název anglicky

Analysis of precipitation totals in the Pardubice Region

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je sepsání podrobné literární rešerše s popisem srážek, srážkových úhrnů, měření srážek, hydrologických extrémů a klimatu vybraného území (Pardubický kraj). Dalším cílem je vyhodnocení dat ze všech stanic ČHMÚ, které se nacházejí na vybraném území v letech 2010 – 2020.

Metodika

První část práce bude detailní rešerše k zadanému tématu. V praktické části práce budou vyhodnocena data srážkových úhrnů ze 3 stanic ČHMÚ v Pardubickém kraji v letech 2010 – 2020. Výsledkem budou přehledné grafy a tabulky s hodnocením srážkových úhrnů v měsících a letech. Práce bude dále doplněna mapovými podklady úhrnů srážek a teplot vzduchu.

Doporučený rozsah práce

30-40 stran

Klíčová slova

srážkové úhrny, srážkoměr, klima, sucho, koloběh vody

Doporučené zdroje informací

- BRÁZDIL, R. – TRNKA, M. *Historie počasí a podnebí v Českých zemích. Svazek XI, Sucho v Českých zemích : minulost, současnost, budoucnost.* Brno: Centrum výzkumu globální změny Akademie věd České republiky, v.v.i., 2015. ISBN 978-80-87902-11-0.
- HRÁDEK, F. – KUŘÍK, P. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Hydrologie.* Praha: Česká zemědělská univerzita, 2008. ISBN 978-80-213-1744-4.
- MUNZAR, J. – KRŠKA, K. – PEJML, K. – SLÍVA, J. *Meteorologie skoro detektivní.* Praha: Horizont, 1990. ISBN 80-7012-037-1.
- SOBÍŠEK, B. – KRŠKA, K. – MUNZAR, J. *Meteorologický slovník výkladový & terminologický.* Praha: Ministerstvo životního prostředí České republiky, 1993. ISBN 80-85368-45-5.
- TOLASZ, R. *Atlas podnebí Česka = Climate atlas of Czechia.* Praha: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. ISBN 978-80-86690-26-1.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FZP

Vedoucí práce

Ing. Martin Kovář

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 22. 3. 2022

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 3. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 28. 03. 2022

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Analýza srážkových úhrnů v Pardubickém kraji vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že 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 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, 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 _____

(podpis autora práce)

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Martinu Kovářovi za odborné informace, trpělivost a cenné rady. Dále si velké poděkování zaslouží má rodina za psychickou podporu a poskytnutí klidného zázemí pro psaní této práce.

Abstrakt

Česká republika je často označována jako střecha Evropy, neboť z jejího území v podstatě všechna voda odtéká do okolních zemí. Veškerá voda nacházející se na území ČR tedy pochází z dešťových srážek. Z tohoto důvodu je nutné měřit a analyzovat srážkové úhrny a na základě získaných vědomostí vhodně přizpůsobovat krajinu pro nejvhodnější nakládání s vodou.

Předkládaná bakalářská práce se zabývá srážkovými úhrny v Pardubickém kraji v období let 2010–2020.

První část práce obsahuje literární rešerši, jejich součástí jsou definice atmosférických srážek, jejich vznik, členění, způsoby měření a faktory, kterými mohou být srážky ovlivněny.

Teoretická část zahrnuje i charakteristiku zkoumaného území, zejména klimatologické a hydrologické veličiny. Pozornost je věnována zejména srážkovým úhrnům.

Praktická část obsahuje detailnější analýzu srážkových úhrnů na území Pardubického kraje v období let 2010–2020. Data jsou přehledně uspořádána do tabulek a pro názornost prezentována též ve formě grafů a mapových výstupů, které jsou poskytnuty na internetovém portálu ČHMÚ.

Klíčová slova: srážkové úhrny, srážkoměr, klima, sucho, koloběh vody

Abstract

The Czech Republic is often called „ a roof of Europe “ because all water from its area flows to neighbour countries. All water located on the area of the Czech Republic therefore comes from rain precipitation. For this reason it is necessary to measure and analyse precipitation total and–based on received knowledge to adjust the landscape in the most suitable way to water–use management.

The presented bachelor thesis deals with precipitation summaries on the area of the Pardubice region during the period 2010–2020 years.

The first part includes the literature review, the part of which are definitions of atmospheric precipitations, their establishment, classification ways of measuring a factors which can impact the precipitations.

The teoretical part includes charakterictics of the researched area, also klimatological and hydrological charakterictics. The attention is given especially to precipitation summaries.

The practical part includes a detailed analysis of precipitation summaries on the area of Pardubický region during years 2010–2020. The data are carefully organised in tables and for simplicity presented also in form of charts, and map outpunts which are provided on the ČHMÚ internet portal.

Keywords: precipitation totals, rain gauge, climate, drought, water cycle

1 Obsah

2 Úvod	5
3 Cíl práce a metodika	6
3.1 Cíl práce	6
3.2 Metodika.....	6
4 Literární rešerše	7
4.1 Hydrologie.....	7
4.1.1 Dějiny hydrologické vědy	7
4.1.2 Původ vody na Zemi	8
4.1.3 Voda v atmosféře	9
4.1.4 Malý a velký oběh vody	9
4.1.5 Rámcový mechanismus oběhu vody na Zemi.....	11
4.1.6 Cyklus povrchového odtoku.....	12
4.2 Srážky	13
4.2.1 Dělení srážek	13
4.2.2 Atmosférické srážky.....	13
4.2.3 Orografické srážky	15
4.2.4 Konvektivní srážky	16
4.2.5 Vertikální srážky	16
4.3 Měření srážek	17
4.3.1 Bodové měření srážek	18
4.3.2 Plošné měření srážek.....	20
4.3.3 Časové rozdělení srážek	20
4.3.4 Srážkový normál	21
4.3.5 Srážkový úhrn	21
4.3.6 Srážkový stín.....	22
4.3.7 Srážkový průměr	22
4.3.8 Plošné rozložení srážek	22
4.3.9 Prostorové úhrny srážek	22
4.4 Faktory ovlivňující srážkové úhrny.....	23
4.4.1 Vliv nadmořské výšky na srážkový úhrn	23
4.5 Srážky v Pardubickém kraji	24
4.5.1 Klimatické podmínky v Pardubickém kraji	24
4.5.2 Vodstvo v Pardubickém kraji.....	25
4.6 Meteorologické stanice.....	26

4.6.1	Meteorologická stanice Pardubice.....	27
4.6.2	Meteorologická stanice Svratouch	27
4.6.3	Meteorologická stanice Ústí nad Orlicí.....	28
4.7	Analýza srážkových úhrnů	29
5	Diskuse.....	35
6	Závěr	37
7	Seznam použitých zdrojů.....	38
8	Seznam obrázků, grafů a tabulek	42
8.1	Seznam obrázků	42
8.2	Seznam grafů	42
9	Přílohy	43

2 Úvod

Hydrologický cyklus na Zemi může existovat pouze za přítomnosti atmosférických srážek, které jsou jeho nedílnou součástí. Jejich význam spočívá především v tom, že jsou základním zdrojem pitné vody, mají nezastupitelnou úlohu v zemědělství, utvářejí přírodní prostředí, ovlivňují salinitu světových oceánů. Jsou zároveň významnou klimatologickou a meteorologickou charakteristikou.

Tématem bakalářské práce je zpracování a analýza dat týkajících se srážek v Pardubickém kraji, které spadly v desetiletém časovém období, v letech 2010-2020. Údaje byly získány z portálu Českého hydrometeorologického ústavu.

Součástí práce jsou tabulky, grafy a mapové výstupy, které přehledně dokládají jak roční, tak i měsíční úhrny srážek v uvedeném časovém období.

Literární rešerše podává vysvětlení základních charakteristik srážek zabývá se jejich členěním podle různých hledisek, dále způsoby jejich měření a faktory, které srážky ovlivňují. Součástí literární rešerše je i stručný přehled odborných termínů týkajících se srážek. V závěru rešerše je charakterizován Pardubický kraj z hlediska klimatu, vodních toků a ploch.

Praktická část se zabývá zpracováním a analýzou dat týkajících se srážkové činnosti v Pardubickém kraji v uvedeném období.

Součástí praktické části jsou i mapové výstupy Pardubického kraje, které poskytuje ČHMÚ. Diskuze a závěr práce podávají souhrn získaných výsledků, jejich interpretaci a návrhy, jak řešit nedostatek srážek, snímž se v České republice v posledních letech opakovaně potýká.

3 Cíl práce a metodika

3.1 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je sepsání podrobné literární rešerše s popisem srážek, srážkových úhrnů, měření srážek, hydrologických extrémů a klimatu vybraného území (Pardubický kraj). Dalším cílem je vyhodnocení dat ze všech stanic ČHMÚ, které se nacházejí na vybraném území v letech 2010–2020.

3.2 Metodika

První část práce bude detailní rešerše k zadanému tématu. V praktické části práce budou vyhodnocena data srážkových úhrnů ze 3 stanic ČHMÚ v Pardubickém kraji v letech 2010–2020. Výsledkem budou přehledné grafy a tabulky s hodnocením srážkových úhrnů v měsících a letech. Práce bude dále doplněna mapovými podklady úhrnů srážek a teplot vzduchu. Výsledkem budou přehledné grafy a tabulky s hodnocením srážkových úhrnů v měsících a letech. Práce bude dále doplněna mapovými podklady úhrnů srážek a teplot vzduchu. V grafech jsou vyhodnocena data za posledních 10 let (2010–2020), kde vidíme, kdy byly srážkové úhrny nejnižší a kdy naopak nejvyšší.

4 Literární rešerše

4.1 Hydrologie

Hydrologie je věda, která se zabývá zákonitostmi nepřetržitě probíhajícího oběhu vody a jejího výskytu v přírodě, se zvláštním zřetelem na její množství, kvalitu a účinek v přírodě a společnosti (Netopil, 1972). „*Hydrologie je věda o Zemi popisující a předpovídající výskyt, oběh a rozdělení vody na Zemi a v její atmosféře*“ (Eagleson, 1991).

4.1.1 Dějiny hydrologické vědy

Již od počátku historie lidské civilizace se společnost zajímala o vodu, která byla odedávna látkou, bez níž by život nemohl existovat. Obyvatelé starověkých států, jako například Egypt, Mezopotámie a Indie, zakládali svá sídla v blízkosti mohutnějších vodních toků a využívali vodu k závlahám polí, na kterých pěstovali zemědělské plodiny potřebné k obživě. Tito lidé dokázali za pomoci jednoduchých nástrojů vystavět síť zavlažovacích kanálů. Později vymysleli aquadukty, které byly postaveny napříč přes údolí a přiváděly čistou, pitnou vodu do měst. Rovněž ve starověku vznikaly první náznaky kanalizace, tedy odvádění špinavé vody z měst. Lidé se zajímali o původ vody a pokoušeli se objasnit, proč a jakým způsobem vzniká déšť, odkud pochází voda z pramenů, dále pátrali po původu řek a jezer. Učenci a filosofové antického Řecka (např. Tháles Milétský) považovali vodu za prvopočáteční látku světa. Rovněž si všímali různých skupenství vody a uvažovali nad koloběhem vody v přírodě (Aristotelés, Platón). Jejich představy mnohdy neodpovídaly skutečnosti. Učenci a filosofové antického Říma navázali na poznatky a teorie starověkých Řeků a zasloužili se o principy vodního stavitelství a hydrauliky (Vitruvius). V období středověku se filosofie a vědění opíralo o katolickou církev a její dogmata, vše živé i neživé na Zemi bylo považováno za boží dílo, které nelze lidským rozumem pochopit. Tudíž v tomto období nedocházelo k prohloubení poznatků přírodních věd. Postupně však docházelo uprostřed církve ke snahám o reformu jejího učení, a to hlavně v 15. století. Významnými působnostmi období renesance, které přispěly k významnému pokroku v přírodních vědách a zejména hydrologii, byl Leonardo da Vinci, Bernard Palissy a Giovan Fontana. Postupně se zdokonalovaly metody

pozorování a měření jevů a na základě zjištěných výsledků docházelo k vyvozování nových teorií. Na poznatky renesančního období navázali vědci, kteří působili v 17. století (Edme Halley, Edme Mariotte, Pierre Perrault. Zasloužili se o výpočty a popis elementárních principů srážko – odtokového procesu. Následovalo 18. století a s ním významný pokrok v poznání hydrometrie a hydrodynamiky. Byly sestaveny přesnější měřicí přístroje (např. Pitotova trubice). Za prvopočátek hydrologické vědy je považován rok 1674, kdy byl vydán Perraultův spis „O původu pramenů“. Díky přesnějším měřením byly napraveny i tehdejší hydrologické vzorce pro výpočty odtoku, průtoku a rychlosti proudění. Velký zájem byl i o hydrologii podzemních vod a popis podzemního proudění vody (Henry Darcy, 2009).

4.1.2 Původ vody na Zemi

Vědci stále nedošli k jednoznačnému závěru o původu vody na planetě Zemi. Bylo však vytvořeno několik teorií, které se problematikou původu vody na Zemi a na jiných planetách terestriálního typu zabývají. První teorie vysvětluje původ vody možností přímého vstupu vodíku z hvězdné mlhoviny do magnetických oceánů krátce poté, co planety vznikly. K tomuto vzniku dle této teorie došlo prostřednictvím chemické reakce vodíku a oxidu železnatého. Druhá teorie předpokládá, že se voda dostala na naši planetu vlivem vesmírných těles – konkrétně komet a asteroidů, na nichž se voda vyskytovala ve formě ledu. Jak vyplývá z výpočtů objemu vody, která mohla být kometami transportována, mohl být maximální objem pouze 10 % veškeré vody na Zemi. Pokud jde o asteroidy, odborníci se přiklánějí k vyššímu množství vody, které se mohlo takto dostat na Zemi, avšak v tomto případě se detailnější výpočty neprováděly. Nejmodernější teorie předpokládají adsorpci plynů (vodík, helium a kyslík) na povrchu prachových částic, a to ještě dříve, než vznikla Sluneční soustava. Teorie uvažují o tom, že zmíněné plyny mohly na povrchu částic vstoupit do náhodných chemických reakcí a změnit se ve vodní páry. Kapalné skupenství vody by na Zemi mohlo existovat díky příznivé velikosti naší planety a také vzdálenosti od Slunce. Uvádí se, že průměrná teplota povrchu naší planety může být 27°C. Na rozdíl od Země, všechny známé teorie o existenci vody ve třech skupenstvích na ostatních planetách terestriálního typu vyvracejí. Jelikož povrchová teplota na Venuši je cca 430°C a na Marsu naopak extrémně nízká (-66° na pólech) není možné, aby na těchto planetách existovala voda v kapalném skupenství (Chmelová, Frajer, 2013).

4.1.3 Voda v atmosféře

Vodu lze nalézt v atmosféře Země ve třech skupenstvích:

- a) Pevné – krystalky ledu
- b) Kapalné – srážky
- c) Plynné – vodní pára

Voda na Zemi nelze ničím nahradit, a to z důvodu energetické bilance vláhy. Voda v atmosféře je nedílnou složkou hydrologického cyklu. Do atmosféry přichází z povrchu v podobě vodních par – výparem. Výpar se může uskutečnit několika způsoby:

1. Výpar z neživého substrátu = evaporace. Jde o fyzikální proces.
2. Výpar rostlin = transpirace. Jde o proces fyziologický.

V krajinách mírného podnebného pásu je transpirace vyšší než evaporace. Vezmeme-li v úvahu oba způsoby výparu dohromady, jedná se o evapotranspiraci.

Pokud naopak dochází ke změně skupenství z plynného na kapalné, jedná se o kondenzaci, která nastává v případě, že se ochladí vzduch, který obsahuje velké množství vodních par.

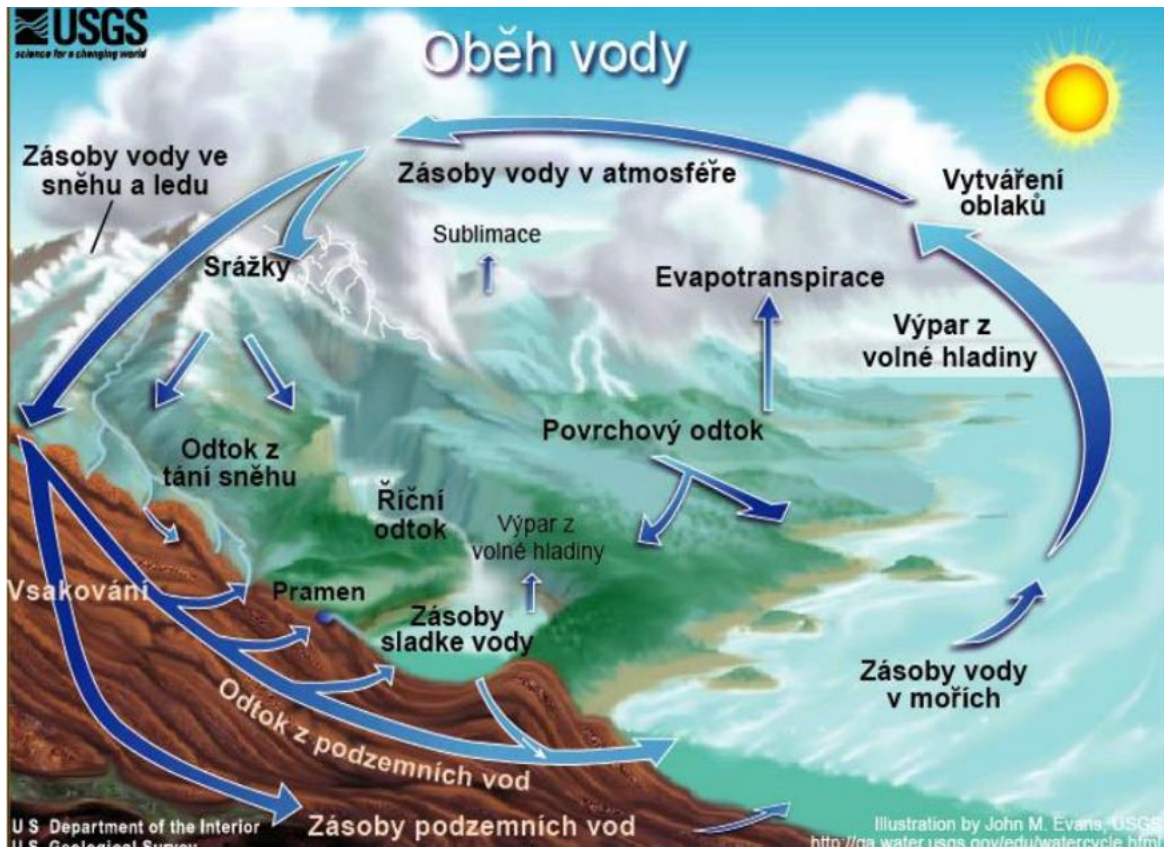
Další možností, jak se voda dostává do atmosféry, je změna z pevného skupenství (v podobě ledu) v plynné, tedy sublimace. Mění-li se skupenství kapalné na pevné, jedná se o mrznutí, což je případ tuhnutí. Opačný proces změna pevného skupenství na kapalné – se nazývá tání (Ruda, 2014).

4.1.4 Malý a velký oběh vody

Přesné vyjádření číselné hodnoty objemu vody, která se nachází v různých skupenstvích a je součástí oběhu vody na Zemi, je možné provést pouze na základě odborných expertíz. Z tohoto důvodu mohou být údaje v jednotlivých literárních

zdrojích od sebe navzájem více či méně odlišné. Pro účely předkládané práce budou rozhodující hodnoty uvedené na obrázku 1. (Ruda, 2014).

Obrázek 1. Oběh vody na Zemi v číslech



Zdroj: (USGS, 2017)

Objem vody, který se ve formě vodní páry vypaří ze zemského povrchu, představuje přibližně 496 000 km³ za rok. 87 % tohoto množství (425 000 km³) tvoří výpar ze světového oceánu a zbývajících 13 % pak výpar z ploch nacházejících se na souši (71 000 km³). Podstatná část této vypařené vody (385 000 km³), se opět vrátí v podobě srážek do oceánu. Těmito srážkami je ukončen tzv. malý oběh vody. Výše popsany oběh vody, jestliže by k němu docházelo v bezodtokých oblastech pevniny, lze rovněž zařadit k malému oběhu vody. Činností vzdušných proudů dochází každoročně k přenosu okolo 40 000 km³ vody, a to z oblastí ležících nad světovým oceánem na souš.

Rovněž dochází k pohybu vody mezi pevninským povrchem a atmosférou. Tyto procesy jsou doprovázeny skupenskými přeměnami-transpirací, evaporací, sublimací a kondenzací, které se mnohokrát opakují, aby se nakonec tentýž objem

vody, který se ze zemského povrchu vypařil, opět vrátil zpátky do světového oceánu. Tímto návratem se uzavírá velký oběh vody.

Vodní pára, která vzniká zejména transpirací a evaporací (přibližný objem 71 000 km³), se smísí s vodní párou, která přichází z oblasti světového oceánu (celkový objem představuje okolo 111 000 km³ vody) poté kondenzuje ve formě srážek. Objem vody, která v atmosféře zůstává trvale, činí cca 13 000 km³. Zhruba 75 % tohoto množství se nachází nad hladinou světového oceánu a zbylých 25 % pak nad souší.

Území, na nichž množství vláhy dosahuje maximálních hodnot, se nacházejí v rovníkovém a tropickém pásu západní části Tichého oceánu. Další významné oblasti bohaté na vláhu se rozprostírají v severovýchodní části Jižní Ameriky, převážně v povodí řeky Amazonky. Monzuny a pasáty nesou tuto vodu nad pevninu, což znamená velké objemy srážek a vysoké odtoky vody ve zmíněné oblasti. Po kondenzaci se vrací z pevniny zpátky do oceánu přibližně stejný objem vody, jaký je přinesen nad pevninu prostřednictvím vzdušných proudů. V bezodtokových oblastech je oběh vody do jisté míry samostatný, avšak má pevné vazby s celkovým oběhem vody na Zemi. Nad tyto oblasti se vláha dostává z okolních odtokových oblastí anebo moří. Poté atmosférou odchází a hranice bezodtokových oblastí opouští. Vlastní výměna vody mezi světovým oceánem a pevninou je značně komplikovanější. Určitá část oceánské vláhy, která se dostane nad pevninu, spadne na zemský povrch v podobě srážek. Jakmile se tato voda vypaří, v podobě páry je opět vzdušnými proudy odváděna nad oceán. Do dalšího oběhu vody nad pevninou nevstupuje a do konečného odtoku vody do oceánu nezasahuje. Pokud jde o celkový objem vodní páry, která proudí ze světového oceánu, pouze jeho část se vrací na pevninu jako srážky. Přibližně 30 % této páry se jen přesune nad kontinenty a poté se vrací zpět nad oceán (jde o tzv. tranzitní vláhu). Objem této vláhy není ovšem nad jednotlivými kontinenty stejný (Ruda,2014).

4.1.5 Rámcový mechanismus oběhu vody na Zemi

Jestliže nezůstaneme jen u základního rozdělení oběhu vody na malý a velký oběh vody, lze rámcový mechanismus tohoto procesu charakterizovat detailněji. (obr.1). Podle různých způsobů, kterými k transportu vody dochází, vymezujeme tři typy cyklů:

- a) atmosférický cyklus
- b) cyklus povrchového odtoku
- c) cyklus podzemního odtoku

Do atmosférického cyklu náleží tyto procesy:

- a) fyzikálního výparu vody (z plochy světového oceánu či vodních útvarů na pevnině – evaporace, z biologického výparu – transpirace, kombinovaně pak evapotranspirace, výpar z ledu a sněhu – sublimace, výpar z půdy)
- b) tvorba oblaků spojená s přenosem a kondenzací vodní páry a následného spadávání srážek

Pojem výpar představuje objem vody nebo výšku vodní vody vypařené za určitý časový interval z určité plochy. Výpar je uváděn v jednotkách, kterými je výška sloupce vypařené vody na jednotku plochy [mm], nebo se sleduje intenzita vypařování [mm.s-1]. Výpar se měří výparoměrem. K hlavním faktorům, které mají na velikost výparu vliv, patří teplota vypařující látky, velikost povrchu, vlastnosti kapaliny, pohyb plynu nad kapalinou a tlak par plynu nad kapalinou. Doba, po kterou vodní páry ve vzduchu zůstávají a podílejí se na atmosférickém cyklu, je poměrně krátká – cca 10 dní. Celý cyklus se zpravidla odehraje podle následujícího schématu:

- a) oceán – atmosféra – oceán
- b) pevnina – atmosféra – pevnina
- c) oceán – atmosféra – pevnina – atmosféra – oceán (Ruda,2014).

4.1.6 Cyklus povrchového odtoku

Povrchový odtok probíhá nejčastěji podle schématu oceán – atmosféra – pevnina – povrchový odtok – oceán. Účastní se však jen ta část srážkové vody, která

se nevypařila, ani nevsákla a pohybuje se po povrchu krajiny. V zásadě se rozlišuje plošný odtok (ron) a soustředěný odtok. Plošný odtok (ron) představuje nesoustředěné stékání vody po zemském povrchu. Voda se tak hromadí v mělkých sníženinách na povrchu terénu a její stékání je určováno směrem sklonu reliéfu. Tím se vytváří plošný splach, který odnosem uvolněných půdních částic působí jako jeden z erozních činitelů. Soustředěným odtokem, jak již vyplývá z názvu, se myslí soustředěné odtékání vody v říčních korytech. Ty vznikaly účinkem hloubkové vodní eroze na krajinu (vznik strží) a jejím výsledkem je také členitý erozní reliéf. Cyklu povrchového odtoku se účastní přibližně 40 000 km³ vody a čas oběhu vody trvá průměrně 12 dní. Cyklus podzemního odtoku Podzemní odtok probíhá převážně podle schématu oceán – atmosféra – pevnina – infiltrace do horninového prostředí – podzemní odtok do řek – oceán. Objem vody, který se účastní podzemního odtoku, se odhaduje na 12 000 km³. Průměrná doba oběhu se pohybuje okolo 5 000 let, v pásnu aktivní výměny pak okolo 330 let. Hlavními procesy tohoto cyklu jsou infiltrace (vsakování), přirozený výron (prameny) a podpovrchový odtok (Ruda, 2014).

4.2 Srážky

4.2.1 Dělení srážek

Srážky lze dělit podle různých hledisek. Podle toho, jaké příčiny vedou k výstupnému pohybu vzduchu, jehož následkem je jeho ochlazení, lze rozlišit tři hlavní skupiny srážek

1. Orografické srážky

-výstup vzduchu způsobují horské překážky

2. Konvektivní srážky

-příčinou stoupání vzduchu je konvekce

3. Vertikální srážky

-vzduch stoupá následkem pohybu vzduchových hmot (Ruda, 2014).

4.2.2 Atmosférické srážky

Pojem atmosférické srážky představuje voda, která padá z mraků na povrch Země. Tato voda padá v pevném nebo kapalném skupenství. Aby se ledové krystalky

nebo vodní kapky snesly z atmosféry, musí jejich velikost dosahovat malých rozměrů, které jim neumožňují setrvat a vznášet se v atmosféře (Lische, Frank, 1988). Prostřednictvím srážek je umožněn pohyb vody z atmosféry ke světovým oceánům, do řek, jezer a do oblastí ledovců (Bruce, Clark, 1996). Rozeznáváme srážky přechodné, které lze označit termínem přeháňky, nebo srážky trvale vznikající na atmosférické frontě. V důsledku kombinací atmosférické stability a konvekce mohou kterékoli srážky vzniknout.

Další členění srážek je členění na srážky horizontální, které vznikají v důsledku zkapalnění (kondenzace) vodních par na zemském povrchu a srážky vertikální, které díky zemské přitažlivosti volně padají z atmosféry směrem k zemskému povrchu. Srážky mohou být pevné, kapalné nebo smíšené (Buckley et al. 2004). Z hlediska časového a místního, jsou srážky meteorologickým elementem, jehož změny dosahují největších hodnot. Řadíme je mezi faktory, které mají dopad na klima i počasí. Podílejí se společně s teplotou ovzduší na vegetačním pokyvu a určují celkový ráz krajiny a vodohospodářské podmínky v konkrétní oblasti (Munzar a kol., 1989). V České republice představují nejdůležitější zdroj vody, a to obzvláště ve vnitrozemí. Ovlivňují také další přírodní děje a mají nezastupitelnou úlohu v řadě průmyslových a zemědělských oborech. Dojde-li k nedostatečnému výskytu srážek, ztráty a škody se projeví zejména ve vodním hospodářství a zemědělství (Bendl, 2012).

Jak již bylo nastíněno výše, atmosférické srážky vznikají v důsledku kondenzace vodních par na zemském povrchu, na živých i neživých objektech a v atmosféře (Pokorná, 2008). Podmínkou pro zkondenzování vodní páry je pohyb vzduchu směrem nahoru, protože se stoupající výškou narůstá i hodnota atmosférického tlaku a dochází k expanzi vzduchu. V důsledku rozpínání vzduchu dojde obvykle k ochlazení a tím proběhne kondenzace páry.

Dalším způsobem jak může nastat ochlazení je omezení dodávané energie. K tomuto jevu dochází například během noci, kdy zemský povrch je příčinou ochlazování vzduchu (Hanel, Vizina, 2014).

Nezbytnou podmínkou pro vytvoření vodních kapek je výskyt mikroskopických kondenzačních jader, která mohou být podchlazená a hygrokopická. V průmyslových oblastech se může nacházet více než 1 000 000 cm³

těchto jader, zatímco ve vzduchu nad oceánem je tato hodnota objemu přibližně 1000 cm³. Mikroskopická jádra mohou vzniknout buď v přírodě, anebo mají antropogenní povahu. Nyní se v atmosféře nachází větší počet mikroskopických jader antropogenního původu. Tyto mikroskopické kapky vytvářejí shluky a dávají tak prostor vzniknout větším kapkám nebo krystalkům ledu o velikosti 1 mm až 10 mm. Při nahromadění kapek vzniknou mraky, které jsou v atmosféře drženy pomocí vzestupných proudů. V nižších polohách s teplotou do -4°C obsahují mraky (oblaka) pouze vodní kapky. Lze tedy shrnout, že oblačnost představuje atmosférickou vodu v kapalném či plynném skupenství (Pokorná, 2008).

4.2.3 Orografické srážky

Jak bylo již výše zmíněno, výstup vzduchu vynucuje horská překážka, ke které vzduch přichází. Nejprve se až do dosažené hladiny kondenzace vzduch ochlazuje podle suchoadiabetického gradientu, a to na každých 100 m výšky o 1°C. Po dosažení hodnoty kondenzace se již vytvářejí oblaka. Při opětovném stoupaní se vzduch již podle vlhkoadiabetického gradientu, čímž dochází ke spadnutí srážek. Jakmile se vzduch přenesse přes horskou překážku, na její závětrnou stranu sestoupí a začne se oteplovat podle suchoadiabetického gradientu. Stává se postupně teplejším a sušším. Následkem orografického zesílení srážek dochází ke zvýšení srážek na závětrné straně hor, kdežto na návětrné straně se vytváří srážkový stín (Mostecko, Pálava, Krušné hory) (Ruda, 2014). Ovšem doba, po kterou orografické srážky trvají, není na jednotlivých místech stejná a liší se v závislosti na počasí dané oblasti (Bednář, 2003). Pro orografické srážky je typická delší doba trvání, ale jejich intenzita je nízká (Thomas, Goudie, 2010).

Na zesílení orografických srážek mají vliv tyto faktory:

- Vynucené výstupy (vyvolané efektem návětrné strany)
- Propadávání nesrážkovou orografickou oblačností
- Vyšší intenzita slunečního svitu na svazích
- Uvolnění nestability po vynuceném výstupu
- Sběr oblačné vody (Kyselý, 2009)

4.2.4 Konvektivní srážky

Jedná se o srážky, které se vyskytují na menším území (cca 1km²), mají tudíž charakter lokálních srážek. Trvají krátkou dobu, většinou méně než 1 hodinu a vyskytují se v různých intenzitách. Přestože dopadají na menší území a netrávají příliš dlouhou dobu, i tyto srážky mohou způsobit lokální záplavy (Bednář, 2003). Při nerovnoměrném zahřívání zemského povrchu nastává konvekce. Z ohřátého vzduchu vzniká bublina a vzduch v ní obsažený má hustotu menší než je hustota okolního vzduchu. Tato bublina poté stoupá vzhůru. Dojde k jejímu adiabatickému ochlazení a jakmile je dosažena hladina kondenzace, vytváří se kupovitá oblačnost. Pokud dochází ke skutečně intenzivní konvekci, oblaky se vytvářejí vertikálním směrem a získávají tvar bouřkového oblaku (cumulonimbu). K tomuto jevu dochází, pokud je vzduch teplý a vlhký a teplota vzduchu v okolní atmosféře ubývá rychleji než teplota ve vystupujícím vzduchu, který se adiabaticky ochlazuje. Jedná se o instabilní (teplotně nestabilní) vzduch (Ruda, 2014).

K samotnému vzniku konvektivní oblačnosti a srážek musí být v atmosféře splněna řada podmínek – např.: nestabilní zavrstvení vzduchu (situace, kdy je pokles teploty okolního vzduchu větší než pokles teploty vystupujícího vzduchu), dostatečná vlhkost vzduchu a příhodné teplotní rozmezí. Pokud dojde ke konvektivním bouřkám může nastat produkce velkého množství srážek (v podmínkách ČR více než 100 mm /1-2 hodiny). A může dojít k opakovanému obnovování bouře nad stejnou lokalitou. Vysoká intenzita srážek může způsobit přívalové povodně způsobující jak hmotné škody, tak i ztráty na lidských životech (např. Novojičínsko a Jesenicko 2009) (Volný, 2011).

Konvektivní bouře mohou být jednobuněčné nebo vícebuněčné. Konvektivní bouře tvořená jedinou bouřkovou buňkou se nazývá unicela (Kyselý, 2009).

4.2.5 Vertikální srážky

Mohou být členěny do skupin v závislosti na velikosti, skupenství a tvaru.

Ve výjimečných případech není možné prostřednictvím měření získat požadovaná data, a proto se musí použít metoda odhadů srážkových dat, zejména interpolační pro plošné rozdělení srážek (Ruda, 2014).

4.3 Měření srážek

Existuje několik důvodů, proč je potřebné měřit srážky. Zjištěné hodnoty umožní sestavit bilanční rovnici, protože množství srážek představuje její hlavní prvek. Zároveň jsou díky měření k dispozici informace o celkovém úhrnu srážek, průběhu deště v čase, jeho celkové době trvání a plošném rozmístění. Veličina H_s se nazývá srážková výška a je definována jako tloušťka vrstvy uvedené v milimetrech, která se vytvořila na ploše bez odtoku, výparu nebo vsaku (Pokorná, 2008). Důležitou srážkovou charakteristikou srážkové činnosti je srážkový úhrn. Tato veličina udává, kolik milimetrů vodního sloupce naprší. K podstatným charakteristikám náleží též intenzita a doba trvání srážek (Grunov, 1931). Intenzita představuje množství srážek, které spadnou na zemský povrch za určitý časový úsek.

Jednotkou pro měření srážek je milimetr, který odpovídá objemu 1l srážek, které dopadnou na plochu o obsahu 1m^2 (Skřehot, 2004).

Intenzita se označuje písmenem R .

Vzorec pro výpočet intenzity:

$$R = \Delta H / \Delta t$$

H – úhrn srážek [mm]

t – čas

Δ - přírůstek

Při měření srážek se používají dva typy srážkových údajů:

- a) Prostorová data
- b) Bodová data

K získání prostorových dat se používají měření pomocí družic nebo radarů. Bodová data se získají pomocí přístrojů, které se nazývají totalizátory a srážkoměry.

Ve výjimečných případech není možné prostřednictvím měření získat požadovaná data, a proto se musí použít metoda odkladů srážkových dat, zejména interpolační metoda pro plošné rozdělení srážek.

Hlavní interpolační metody jsou následující:

- Aritmetický průměr
- Spline (metoda minimální křivosti)
- Optimální interpolace
- IDW (metoda inverzních vzdáleností)
- Thiessenovy 15 polygony
- Kriging (metody geostatické) (Máca, 2014).

4.3.1 Bodové měření srážek

Jak bylo výše zmíněno, přístroje pro bodové měření srážek jsou:

a) Srážkoměr

Hlavní část přístroje tvoří kovová nádoba obsahující též nálevku s vodorovnou záchytnou plochou o obsahu $0,05 \text{ m}^2$. Horní okraj srážkoměru se nachází ve výšce 1 m nad zemí (Bendl, 2012). Je nutné, aby byl srážkoměr umístěn ve volném prostranství, kde se nenachází srážkový stín a tato plocha není vystavena větru. Každý den v 7 hodin ráno dochází k vyhodnocení dat. Objem srážek, který za uplynulý den spadne do nádoby, se přelije do nádoby kalibrované. Poté lze s přesností na desetiny milimetru jednoznačně stanovit skutečný úhrn srážek (Šilar, 1996).

Obrázek 2. Srážkoměr



Zdroj: (epřístroje, 2022)

b) Totalizátor

Jedná se o přístroj, který je využíván v oblastech, které jsou hůře dosažitelné. V tomto případě se pomocí přístroje zachycuje úhrn srážek v časovém intervalu delším než 24 hodin. Totalizátor představuje nádobu válcovitého tvaru, která má horní i dolní díl kónický. Aby se eliminovaly účinky větru na zachytném otvoru je umístěn tzv. Nipherův kužel. Na rozdíl od srážkoměru se totalizátor umísťuje do výšky 3–5 m nad území terénu a to prostřednictvím trojnožce, na níž stojí (Pokorná, Zábranská, 2008).

Obrázek 3. Totalizátor



Zdroj: (Infomet, 2022)

4.3.2 Plošné měření srážek

Existuje několik typů dat, které se získávají pomocí plošného měření srážek.

- **Radarová data**

Tato data vycházející z radarových pozorování, se zpravidla používají pro předpovědi srážek na kratší časový úsek. Každých 5 minut je za pomoci radiolokátoru naskenována odrazivost, která slouží k určení intenzity srážek. Vlastní výpočet intenzity je proveden pomocí Mashall – Pulmerova vztahu. V tomto případě hovoříme o získávání srážkových dat nepřímým měřením (Goudenhoofdt, Delobbe, 2008).

- **Družicová data**

Tato data vznikají jak v kosmickém, tak i v pozemním systému. Nejprve kosmický prostor provádí monitoring naší planety a atmosféry, poté pozemní systém tyto meteorologické informace přijme a zpracovává.

4.3.3 Časové rozdělení srážek

Tento typ rozdělení popisuje výskyt srážek a jejich naměřené hodnoty během určitého časového úseku na konkrétním místě (Hrádek, Kuřík, 2008).

Srážky se s nejvyšší pravděpodobností vyskytují v ranních nebo odpoledních hodinách. Naopak odpoledne a v noci je pravděpodobnost vzniku srážek nižší (Pokorná, Zábranská, 2008).

Nejdůležitější údaje pro časové rozlišení srážek jsou tyto údaje o srážkovém úhrnu:

- dlouhodobý srážkový úhrn
- nejvyšší dlouhodobý měsíční a roční úhrn srážek
- nejnižší dlouhodobý měsíční a roční úhrn srážek
- nejvyšší denní úhrn srážek za několik let (Hrádek, Kuřík, 2008).

Objem srážek, který spadne na určitém místě, je závislý na několika faktorech:

- nadmořská výška
- zeměpisná poloha
- orientace daného území na světové strany

Příkladem je situace v horských oblastech, kde dochází k proudění vlhkých, vzdušných hmot. Zde je roční úhrn srážek vyšší než na odvrácených stranách pohoří (Kemel, 1996).

4.3.4 Srážkový normál

Tato metoda porovnávání meziročních srážkových poměrů patří k nejčastěji používaným, a to díky své jednoduchosti. Srážkový normál je definován jako bodová hodnota nebo interval nacházející se kolem ročního či měsíčního průměru. Výhoda jednoduchosti je jediným pozitivem.

Nevýhodou je naopak omezená vypovídací hodnota, protože jsou brány v úvahu pouze srážky (Kohnke, 1968).

4.3.5 Srážkový úhrn

Tento termín lze chápat jako množství neboli sumu srážek a je vyjádřen výškou vodního sloupce srážek za určitý časový interval. Jeho jednotkou je mm/hod nebo mm/rok. Jeho hodnota vyjadřuje objem srážek měřených v litrech, které dopadnou na metr čtvereční plochy (Žalud, 2015).

4.3.6 Srážkový stín

Tento termín označuje území, které se nachází pod závětrnou stranou hor a je to oblast chudá na srážky. Příčinou je překážka v podobě vysokých hor, o které se srážky zastaví na návětrné straně a na tomto svahu se vyprší. Na závětrné straně oproti tomu nastane pokles vzdušné vlhkosti a oblačnost zaniká (Žalud, 2015).

4.3.7 Srážkový průměr

Jedná se o charakteristiku, která se vypočítá jako průměrná hodnota měsíčních průměrných srážek za stanovenou časovou jednotku. Používají se rovněž periodické průměry srážek, které jsou vypočítány jako aritmetické průměry za období posledních 10 let. Výpočty jsou prováděny vždy od 1.ledna roku, jehož letopočet je zakončen číslicí 1 (WHO, 2019).

4.3.8 Plošné rozložení srážek

Tato charakteristika je ovlivněna obzvláště nadmořskou výškou. Plošné rozložení srážek se zobrazuje pomocí tzv. izohet. Izohety jsou pomyslné křivky, které na mapě spojují místa se stejným srážkovým úhrnem. Tyto úhrny, které jsou propojeny izohetami se určují za různě dlouhé časové intervaly (rok, měsíc, den, nebo pouze období jednoho deště). Aby bylo možné izohety sestrojít, je nutné mít k dispozici příslušná data ze srážkoměrných stanic za stejné časové období (Negusse, 2005).

4.3.9 Prostorové úhrny srážek

Jedná se o úhrny srážek, které jsou stanoveny pro konkrétní území, které může ale také nemusí být hydrologicky uzavřené, a dále pro určitý časový interval obvykle hodinu, den či měsíc (Brázdil,1985). Dokud sledujeme úhrny srážek na větších územních celcích, lze zjistit, na jakém území se suchá období projevují nejvýrazněji. Tendenci vývoje do budoucnosti je možné předvídat při aplikaci klouzavých průměrů na řady prostorových úhrnů srážek (Gumbel, 1958).

4.4 Faktory ovlivňující srážkové úhrny

Rozložení srážek z hlediska prostorového v různých zeměpisných oblastech je ve významném vztahu s celkovou cirkulací atmosféry na Zemi. Všeobecně je pravdivé tvrzení, že srážek ve směru od oceánu dovnitř do vnitrozemí ubývá (Vysoudil, 2006). Srážky jsou rozloženy v jednotlivých pásmech, tedy zonálně, a to z důvodu, že závisí na teplotách vzduchu. Pokud jde o pevninu zde rozložení srážek je spíše nerovnoměrné. Geografické faktory mají průkaznější dopad na srážky v porovnání s jinými charakteristikami klimatu a meteorologických veličin. Faktory, které ovlivňují srážky, se člení na statické a dynamické.

Statické faktory zahrnují zeměpisnou polohu, sklon a nadmořskou výšku a zůstávají i mezi jednotlivými bouřkami beze změn. Dynamické faktory se naopak mění. Příčinou těchto změn je kolísání počasí. Lze tedy shrnout, že dočasná a prostorová proměnlivost srážek je způsobena především dynamickou meteorologickou strukturou v troposféře, ale také topografickými charakteristikami. Sledujeme-li tuto problematiku z hlediska celosvětového, je zde převaha dynamických faktorů, které jsou způsobeny rozdílnými modely počasí. Statické faktory, například topografie, mají také nezanedbatelný vliv a způsobují změny v podobě jevu, který se nazývá srážkový stín. V České republice se srážkový stín vyskytuje na Pálavě na jižní Moravě. Jelikož v rámci pevniny působí faktory statické a dynamické, výsledkem jsou větší srážkové úhrny (Wilson, Atwater, 1972).

4.4.1 Vliv nadmořské výšky na srážkový úhrn

V České republice patří nadmořská výška k faktorům, které významným způsobem ovlivňují prostorové rozložení srážek a také denní cyklus srážek v ČR. Maximální hodnoty u 24 hodinových součtů se obvykle vyskytují v horách, průměrná a absolutní maxima krátkodobých součtů (v časovém rozmezí 1–6 hodin), pak ve výškách od 300–600 m.n.m. Zaměříme-li se na sledování srážek v denním cyklu, pak je prokázáno že maximální frekvence srážek je v horách dosažena o 2 hodiny dříve než na ostatních částech sledovaného území. Střední hodnoty zůstávají až do 21 hodin UTC beze změn na stejné úrovni. S rostoucí nadmořskou výškou nedochází ke změnám průměrné doby, během níž vznikají maximální srážky. V horských oblastech a jejich okolí zpravidla začínají krátkodobá srážková maxima v odpoledních hodinách.

Dlouhodobá srážková maxima (většinou 8 hodinová vznikají později než krátkodobá, avšak při výrazně nižší koncentraci v čase, obzvláště horských oblastech. Příčinou těchto rozdílů mezi horskými pásmy a nížinami spočívají v menších relativních proporcích a ve starším počátku konvektivních srážek v horách (Bliznak et. al 2018). Na závětrné straně hor vznikne orografický výstup, který způsobí vznik lokální vzduchové masy. Vzduchové hmoty poté nabývají na objemu a adiabaticky se ochlazují, což má za následek nárůst relativní vlhkosti, vznik oblačností a srážek. Tento mechanismus vysvětluje zvyšování vodních srážek s narůstající nadmořskou výškou (Barros, Lettenmaier, 1994). Vzestup srážkových úhrnů se stoupající nadmořskou výškou je limitován hodnotou hladiny kondenzace. Tato charakteristika se pohybuje od 2000 m v Alpách až k 5000 m v Pamíru (Vysoudil, 2006).

4.5 Srážky v Pardubickém kraji

4.5.1 Klimatické podmínky v Pardubickém kraji

Pro Pardubický kraj je charakteristické zastoupení všech podnebných oblastí, které se vyskytují v České republice. Polabská nížina s průměrnými ročními teplotami 8°C představuje teplou klimatickou oblast. Naopak chladná a klimatická oblast se nachází v hornatých částech na severozápadě kraje. Zde hodnota průměrné roční teploty vzduchu dosahuje přibližně 4°C. Ostatní území kraje náleží do mírně teplé klimatické oblasti. Ročně zde naprší okolo 700-800 mm srážek. Značnou odchylku od tohoto průměru vykazuje Králický Sněžník, kde se úhrn srážek pohybuje kolem 1000 mm/rok (Český statistický úřad, Krajská správa Pardubice, 2006).

Obrázek 4. Klimatická charakteristika Pardubického kraje

Parametr	Klimatické charakteristiky oblastí Pardubického kraje									
	T2	MT2	MT3	MT7	MT9	MT10	MT11	CH4	CH6	CH7
Počet letních dní	50 - 60	20 - 30	20 - 30	30 - 40	40 - 50	40 - 50	40 - 50	0 - 20	10 - 30	10 - 30
Počet dní s průměrnou teplotou 10 ° C a více	160 - 170	140 - 160	120 - 140	140 - 160	140 - 160	140 - 160	140 - 160	80 - 120	120 - 140	120 - 140
Počet dní s mrazem	100 - 110	110 - 130	130 - 160	110 - 130	110 - 130	110 - 130	110 - 130	160 - 180	140 - 160	140 - 160
Počet lednových dní	30 - 40	40 - 50	40 - 50	40 - 50	30 - 40	30 - 40	30 - 40	60 - 70	60 - 70	50 - 60
Průměrná lednová teplota	-2 až -3	-3 až -4	-3 až -4	-2 až -3	-3 až -4	-2 až -3	-2 až -3	-6 až -7	-4 až -5	-3 až -4
Průměrná červencová teplota	18 - 19	16 - 17	16 - 17	16 - 17	17 - 18	17 - 18	17 - 18	12 - 14	14 - 15	15 - 16
Průměrná dubnová teplota	8 - 9	6 - 7	6 - 7	6 - 7	6 - 7	7 - 8	7 - 8	2 - 4	2 - 4	4 - 6
Průměrná říjnová teplota	7 - 9	6 - 7	6 - 7	7 - 8	7 - 8	7 - 8	7 - 8	4 - 5	5 - 6	6 - 7
Průměrný počet dní se srážkami 1 mm a více	90 - 100	120 - 130	110 - 120	100 - 120	100 - 120	100 - 120	90 - 100	120 - 140	140 - 160	120 - 130
Suma srážek ve vegetačním období	350 - 400	450 - 500	350 - 450	400 - 450	400 - 450	400 - 450	350 - 400	600 - 700	600 - 700	500 - 600
Suma srážek v zimním období	200 - 300	250 - 300	250 - 300	250 - 300	250 - 300	200 - 250	200 - 250	400 - 500	400 - 500	350 - 400
Počet dní se sněhovou pokrývkou	40 - 50	80 - 100	60 - 100	60 - 80	60 - 80	50 - 60	50 - 60	140 - 160	120 - 140	100 - 120
Počet zatažených dní	120 - 140	150 - 160	120 - 150	120 - 150	120 - 150	120 - 150	120 - 150	130 - 150	150 - 160	150 - 160
Počet jasných dní	40 - 50	40 - 50	40 - 50	40 - 50	40 - 50	40 - 50	40 - 50	30 - 40	40 - 50	40 - 50

Zdroj: (QUITT, 1971)

4.5.2 Vodstvo v Pardubickém kraji

Podstatná část celkové rozlohy Pardubického kraje náleží k povodí řeky Labe, jejímiž významnými přítoky jsou Divoká Orlice, Tichá Orlice a Chrudimka. K povodí řeky Moravy, jejíž pramen se nachází v těsné blízkosti Králického Sněžníku, patří část území Pardubického kraje, kterým protékají řeky Svitava a Svratka. Králický Sněžník je rovněž horou, jejímž vrcholem vede hlavní evropské rozvodí mezi Severním mořem a Černým mořem. (Šára, Tesaříková, 2007). V Pardubickém kraji byly vybudovány i některé známé vodní nádrže, například vodní nádrž Seč, která leží na řece Chrudimce. Toto vodní dílo je využíváno zejména v odvětví hydroenergetiky. Rovněž slouží k rekreačním účelům a jeho důležitá úloha spočívá i v tom, že zadržováním vody dokáže poskytnout svému okolí ochranu před povodněmi.

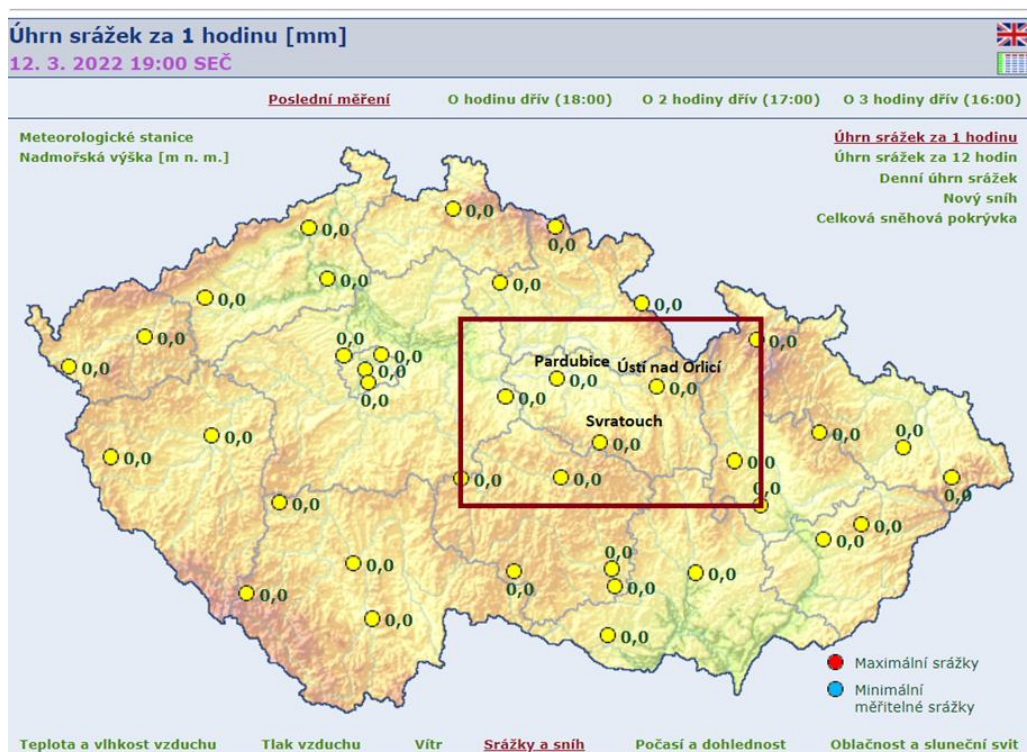
Další významnou vodní nádrží Pardubického kraje je vodní nádrž Pastviny, která byla postavena na toku Divoké Orlice. Její hlavní využití je rovněž v odvětví hydroenergetiky. Je nutné zmínit také Opatovický kanál, který vychází z Labe u města Opatovice a u Semína se pak opět napojuje na hlavní tok. Byl vystavěn již v 16.století a sloužil jako vodní zdroj pro napájení rybníků. Jeho přesná délka je 29,9 km. V současné době je využíván především k zásobování vodou (Vlček, 1984). V kraji jsou zastoupeny i léčivé vodní prameny, na jejichž blahodárných účincích jsou založeny známé lázně s názvem Lázně Bohdaneč.

4.6 Meteorologické stanice

Tato práce se zaměřuje na tyto tři stanice, které se nacházejí v Pardubickém kraji a jsou vyobrazeny na obrázku číslo 5 :

- **Pardubice** – 50,0158° (50° 0' 56,88“) sš 15,7402° (15° 44' 24,72“) vd 224,21 m.n.m.
- **Svratouch** – 50,0158° (50° 0' 56,88“) sš 15,7402° (15° 44' 24,72“) vd 224,21 m.n.m.
- **Ústí nad Orlicí** – 49,9801° (49° 58' 48,36“) sš 16,4221° (16° 25' 19,56“) vd 401,7 m.n.m.

Obrázek 5. Umístění stanic v Pardubickém kraji



Zdroj: (ČHMÚ, 2022)

4.6.1 Meteorologická stanice Pardubice

Jedná se o profesionální stanici, která se nachází v nadmořské výšce 226 m.n.m.

4.6.2 Meteorologická stanice Svratouch

Zahajovací práce na stavbě MS Svratouch byly uskutečněny koncem 40.let 20 století a stavba trvala více než dva roky. 10. dubna 1951 bylo provedeno první pozorování, avšak ve ztížených podmínkách a výhradně pro účely letectví, dalším významným mezníkem v historii MS Svratouch se stal 13.červenec 1951, kdy proběhlo vůbec první synoptické pozorování. Bylo započato ve 13 hodin a poté v intervalech jednoho dne, vždy od 5 hodiny ranní do 19 hodiny večerní. Zjištěná data byla pak předávána do ČHMÚ v Praze prostřednictvím telefonického spojení. Jelikož se dařilo proces získávání a předávání dat neustále zlepšovat, již v roce 1971 bylo možné zahájit nepřetržitý provoz. V dalších letech se též telefonické spojení nahradilo dálkopisem.

Důležitým okamžikem byl i 1.prosinec 1998, neboť se uskutečnilo první měření meteorologických veličin prostřednictvím automatické stanice (jednalo se o měření teploty, atmosférického tlaku, vzduchu, směru rychlosti větru, vlhkosti, výšky základny oblačnosti, dohlednosti, stavu a průběhu počasí). V současné době jsou všechna data a informace předávány v pevně stanovených termínech prostřednictvím internetu on-line. Aktuální hodnoty měření na stanici se tak dostávají do hlavního centra v Praze – Komořanech a poté opět prostřednictvím internetu na všechny světové kontinenty. MS Svratouch od roku 1963 úzce spolupracuje s astronomickým ústavem v Ondřejově v oblasti pořizování snímků oční oblohy (fotografování tzv. bolidů) Měření čistoty srážek a ovzduší se provádí ve Svratouchu od roku 1971 a tato činnost se zdokonalila v roce 1992, kdy byl nainstalován monitorovací kontejner sloužící k měření a přenosu aktuálních údajů o kvalitě ovzduší.

1.ledna 2020 začala MS Svratouch pracovat v režimu tzv. kombinovaného typu provozu. Jeho princip spočívá v tom, že jen část dne je na stanici pozorovatel a ve zbytku dne poté stanice funguje bez lidského faktoru. Je nutné zmínit že roku 2011 proběhla úplná rekonstrukce celého objektu a tento komplex získal novou podobu (obec Svratouch, 2015).

4.6.3 Meteorologická stanice Ústí nad Orlicí

Tato stanice se nachází v nadmořské výšce 332 m.n.m. a je též zařazena mezi profesionální meteorologické stanice. Tato stanice téměř patří do působnosti ČHMÚ a jedná se o stanici typu AMS1, kdy automatizovaná meteorologická stanice kombinovaného typu. Pouze v určité části dne je na stanici profesionální meteorolog a po další část dne stanice pracuje automaticky. Přístroje provádějí záznam v intervalech 10 minut a to jak v denních, tak i nočních hodinách. Pokud jde o srážky, jsou zaznamenávány v intervalech po 1 minutě.

K vybavení stanice patří automatický přenos dat. Úloha meteorologa pozorovatele spočívá v tom, že provádí manuálně pozorování (stav oblačnosti, počasí) a zjištěné meteorologické jevy zapisuje. Získaná data jsou předávána v desetiminutových intervalech do ČHMÚ Praha. Zatím však neexistuje zpětný přístup k elektronickým datům a jsou archivovány pouze primární písemné záznamy, v nichž jsou ze základních veličin počítány průměrné hodnoty. Správa databáze má na starost

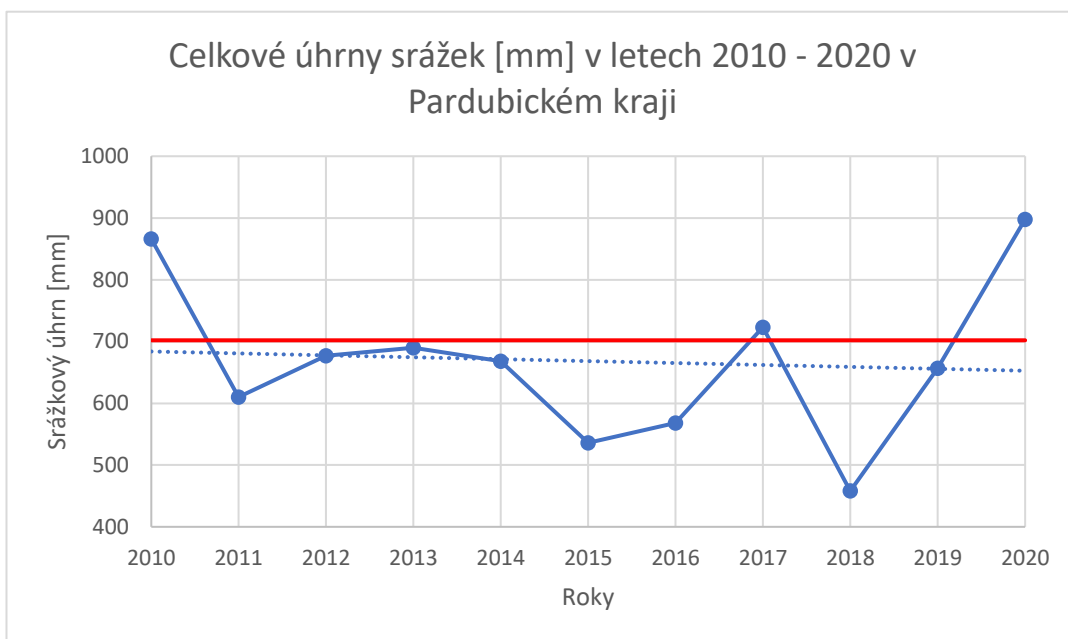
pobočku ČHMÚ v Hradci Králové kde se nachází automatizovaná klimatologická stanice 1 typu. Aktuálně lze tedy zjistit například tyto veličiny: teplota vzduchu, relativní vlhkost vzduchu, tlaková tendence, směr větru, tlak vzduchu na stanici, teplota půdy v hloubce 10 cm pod povrchem a další. K dispozici jsou tato data na webových stránkách ČHMÚ (Skořepa, 2018).

4.7 Analýza srážkových úhrnů

Monitoring a vyhodnocování srážek je nesmírně důležitá činnost, které přikládal význam již první ředitel hvězdárny pražského Klementina Josef Stepling, který řekl: „*Kdo nezná množství deště a sněhu, jež průměrně během jednoho roku k zemi spadne, nemůže též ničeho propovědět o původu pramenů.*“ (Karas a kol., 2007). Z dat, která byla zjištěna měřením srážek, lze zjistit podstatné vlastnosti srážek, které jsou důležitým podkladem pro zemědělskou činnost (Trabert, 1910). Srážky jsou významnou charakteristikou počasí (Seifert, 1987) a mají rovněž dopad na aktivitu lidí. Nadbytek, nebo naopak nedostatek srážek, má pozitivní či negativní dopady na ekonomiku zemí. Dle Kešnera (1986) je nutné brát v úvahu nejen množství spadlých srážek, ale rovněž jejich charakteristiky (intenzita, síla, četnost výskytu, frekvence během ročních období). Aby bylo možné srážky vyhodnocovat, je nutné shromáždit data ze srážkoměrných stanic. Poté je třeba naměřené hodnoty matematicky zpracovat, a to za účelem hydrologie a možné predikce srážkového výskytu. Tento proces je prováděn pomocí statistických a grafických metod. Jsou získány výsledky reprezentativní pro dané srážkoměry. Výstupní hodnoty jsou důležité i pro plánování protipovodňových opatření, vodních zdrojů, zemědělské činnosti Ngongondo a kol. (2011) upozorňují, že je třeba při veškerých statistických metodách brát v úvahu srážkovou proměnlivost a že každá statistická metoda má svá pozitiva i negativa. Tito autoři podporují vzájemné kombinování výstupů získaných různými metodami. Dle Krešla (2001) je třeba uvažovat v první řadě o fyzikální podstatě srážkové činnosti, což statistické vyhodnocovací metody neřeší. Výsledky statistického zpracování dat je třeba doplnit analýzou souvislosti, příčin a vlastní podstatou hydrologických jevů, k nimž srážky náleží (Krešl, 2001).

Tato kapitola se dále také zabývá analýzou srážkových úhrnů v podobě grafů a tabulek.

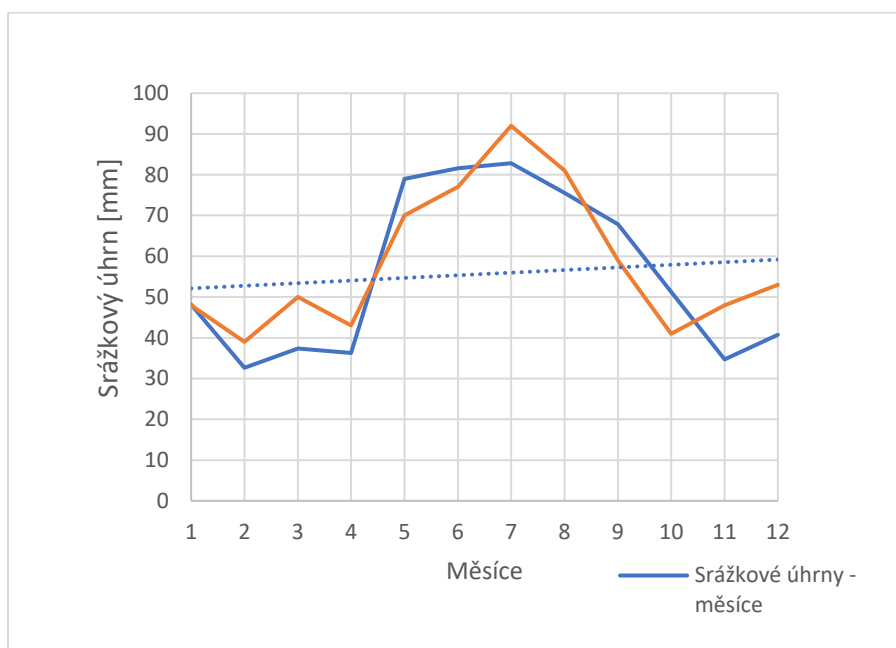
Graf 1. Celkové úhrny srážek v letech 2010–2020 v Pardubickém kraji



Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2022)

V grafu č.1 jsou zpracována data z ČHMÚ v podobě grafu, který ukazuje celkové úhrny srážek v letech 2010–2020 v Pardubickém kraji, v grafu je zobrazen také srážkový normál. Z grafu je patrné, že v roce 2018 byl úhrn srážek výrazně nejnižší a v roce 2020 naopak nejvyšší. Roku 2010 byl úhrn srážek opět velmi vysoký až 866mm/rok, což vidíme v tabulce číslo 1. Rok 2011–2014 byly naopak lehce pod normálem, ale k výrazným výkyvům nedošlo. V roce 2015, 2016 se úhrn srážek začal radikálně snižovat a úhrn činil pouze 530–570 mm/rok. 2017 byl průměr na normále a rok 2018 jak již bylo zmíněno byl nejkritičtějším rokem napadlo pouze 458 mm/rok. V roce 2019 začaly hodnoty opět viditelně stoupat a rok 2020, byl rok s nejvyšším úhrnem, který činil až 898 mm/rok. Zdrojová data jsou zpracována v tabulkách v příloze číslo 1.

Graf 2. Průměrné srážkové úhrny zobrazené v jednotlivých měsících



Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2022)

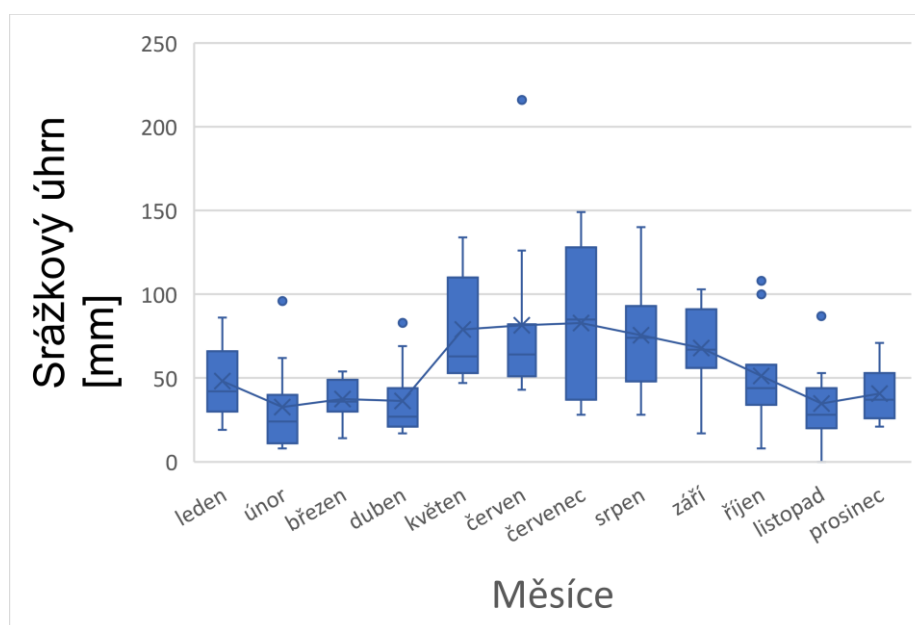
Na grafu číslo 2. jsou zobrazeny průměrné srážkové úhrny za jednotlivé měsíce, je zde také zobrazený srážkový normál pro každý měsíc.

- Modrá barva značí průměr za rok 2010–2020.
- Oranžová barva značí průměr měsíců dle srážkového normálu.

Leden až duben jsou měsíce pod normálem. Květen až září u těchto měsíců je z grafů patrné, že srážkový úhrn je vyšší, ale je zde jiné časové rozložení srážek v porovnání s normálem. Průběh podzimních a zimních měsíců je podobný normálu, koncem roku nám data ukazují, že listopad a prosinec patřily mezi sušší měsíce.

Dle lineární spojnice trendu je patrné, že srážkové úhrny se v průběhu roku zvyšují.

Graf 3. Celkové srážkové úhrny v jednotlivých měsících



Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2022)

Z grafu je patrné, že první část roku měsíce (leden-duben) je srážkově méně výrazný, poté ale nastává zlom v měsících duben a květen, kdy se srážkové úhrny významně navýší. V průběhu 10 let (2010–2020) lze pozorovat vysokou proměnlivost především v květnu a červenci. V zimních měsících jsou srážkové úhrny nižší. Odlehle hodnoty značí extrémní výkyvy v jednotlivých letech (vysoké srážkové úhrny) v měsících únor 2020, duben 2017, červen 2020, říjen 2017 a 2020, listopad 2015.

1. Minimální hodnoty 2. Maximální hodnoty 3. Průměr 2010–2020 4. Normál 1981–2010

Leden – 2020 byla minimální hodnota srážek 19 mm/rok, 2012 byla maximální hodnota srážek 86 mm/rok, průměr srážek činil 48 mm/rok, normál srážek byl 86 mm/rok.

Únor – 2014 byla minimální hodnota srážek 8 mm/rok, 2020 byla maximální hodnota srážek 96 mm/rok, průměr srážek činil 33 mm/rok, normál srážek byl 39 mm/rok.

Březen – 2012 byla minimální hodnota 14 mm/rok, 2015 byla maximální hodnota srážek 54 mm/rok, průměr srážek činil 37 mm/rok, normál srážek byl 50 mm/rok.

Duben – 2020 byla minimální hodnota srážek 17 mm/rok, 2017 byla maximální hodnota srážek 83 mm/rok, průměr srážek činil 36 mm/rok, normál srážek byl 43 mm/rok.

Květen – 2015 byla minimální hodnota srážek 47 mm/rok, 2010 byla maximální hodnota srážek 134 mm/rok, průměr srážek činil 79 mm/rok, normál srážek byl 70 mm/rok.

Červen – 2014 byla minimální hodnota srážek 43 mm/rok, 2020 byla maximální hodnota srážek 216 mm/rok, průměr srážek činil 82 mm/rok, normál srážek byl 77 mm/rok.

Červenec – 2018 byla minimální hodnota srážek 28 mm/rok, 2011 byla maximální hodnota srážek 149 mm/rok, průměr srážek činil 83 mm/rok, normál srážek byl 92 mm/rok.

Srpen – 2018 byla minimální hodnota srážek 28 mm/rok, 2010 byla maximální hodnota srážek 140 mm/rok, průměr srážek činil 76 mm/rok, normál srážek byl 81 mm/rok.

Září – 2016 byla minimální hodnota srážek 17 mm/rok, 2013/2014 byla maximální hodnota srážek 103 mm/rok, průměr srážek činil 68 mm/rok, normál srážek byl 59 mm/rok.

Říjen – 2010 byla minimální hodnota srážek 8 mm/rok, 2020 byla maximální hodnota srážek 108 mm/rok, průměr srážek činil 51 mm/rok, normál srážek byl 41 mm/rok.

Listopad – 2011 byla minimální hodnota srážek 0 mm/rok, 2015 byla maximální hodnota srážek 87 mm/rok, průměr srážek činil 35 mm/rok, normál srážek byl 48 mm/rok.

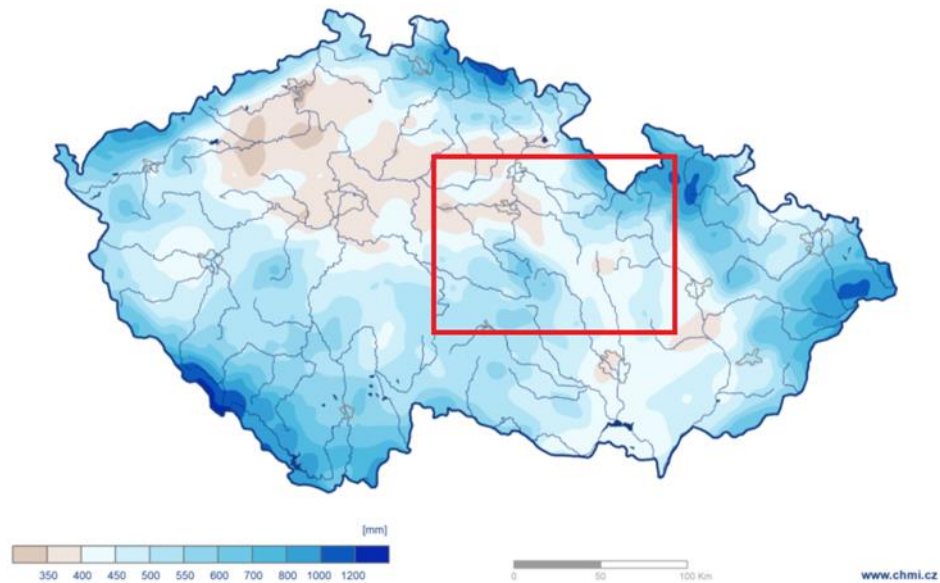
Prosinec – 2013 byla minimální hodnota srážek 21 mm/rok, 2018 byla maximální hodnota srážek 71 mm/rok, průměr srážek činil 41 mm/rok, normál srážek byl 53 mm/rok.

Zdrojová data jsou v příloze č. 2.

Obrázek 6. Úhrn srážek

Úhrn srážek v roce 2018

Český
hydrometeorologický
ústav



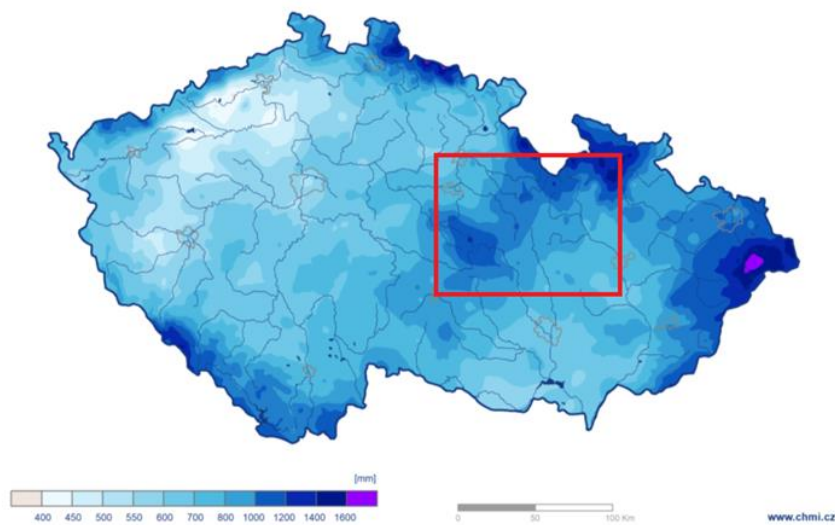
Zdroj: (ČHMÚ, 2022)

Na obrázku č. 6 byly zaznamenány úhrnné srážky v roce 2018. Především je zaznamenán Pardubický kraj, kde v tento rok byl úhrn srážek nejnižší, což můžeme vidět také výše v grafu č. 1.

Obrázek 7. Úhrn srážek

Úhrn srážek v roce 2020

Český
hydrometeorologický
ústav



Zdroj: (ČHMÚ, 2022)

Na obrázku č.7 byly zaznamenány úhrnné srážky v roce 2020. Především je zaznamenán Pardubický kraj, kde v tento rok byl úhrn srážek nejvyšší, což můžeme vidět také výše v grafu č. 1.

V těchto mapových výstupech jsou zaznamenány úhrnné srážky pomocí intenzity barev.

5 Diskuse

Měření srážkových úhrnů je z hlediska hospodaření s vodou zásadní. Ovšem samotný pojem srážek má několik různých definic např. z pohledu dělení. Dle Rudy (2014), se srážky dělí na orografické, konvektivní a vertikální. Další dělení srážek dle Buckleyho (2004) rozdělujeme na srážky pevné, kapalné a smíšené. Co se týká měření, můžeme měřit bodově, pomocí srážkoměru, nebo totalizátoru. Plošně, kdy využíváme radarová a družicová data. Při časovém měření zohledňujeme důležité údaje, mezi které patří dlouhodobý srážkový úhrn, nejvyšší dlouhodobý měsíční a roční úhrn srážek, nejnižší dlouhodobý měsíční a roční úhrn srážek, nejvyšší denní úhrn srážek za několik let (Hrádek, Kuřík, 2008).

V této práci byla provedena analýza srážkových úhrnů v posledních 10 letech v Pardubickém kraji. Z pozorovaného období (2010–2020), byly pouze tři roky a to rok 2010, 2017, 2020 nad normálem úhrnu srážek. Podle pozorování, byl výrazně nad normálem rok 2020. Je tedy otázkou, zda se tento trend suchých roků do budoucna bude otáčet, ale jak již bylo zmíněno výše, lze spíše předpokládat globální oteplování a výskyt suchých roků. Watson (1997) zmínil, že vlivem změny globálního klimatu se tak zvyšuje pravděpodobnost přítomnosti extrémního sucha a povodní na regionální úrovni.

Z pohledu jednotlivých let, lze pozorovat klesající trend, což může být způsobeno klimatickou změnou a výraznějšími hydrologickými extrémy, především suchem. Klimatickou změnou se rozumí taková změna, která se pojí přímo či nepřímo na lidskou činnost, díky níž se mění složení globální atmosféry a je mimoto i přirozené variability klimatu pozorována za srovnatelný časový úsek. Dle tvrzení Milana Smrže (2012), jsou za hlavní příčinu klimatické změny pokládány antropogenní kořeny. Také uvádí, že neexistuje téměř žádná pochybnost o tom, že člověkem způsobené emise skleníkových plynů patří k hlavním příčinám iniciace změn teploty Země. Borák a

Foltýn (2011) očekávají, že v budoucnosti bude přítomna vyšší extremita meteorologických a hydrologických jevů.

6 Závěr

Obsahem teoretické části je literární rešerše týkající se tématu srážek. Je zde podán základní nástin problematiky vzniku, členění a způsobu měření srážek. Existuje řada definic srážek a též různá členění podle kritérií. Téma srážek je aktuální pro širokou veřejnost a tudíž by bylo vhodné definovat srážky jednoznačně.

Obsahem praktické části je zpracování dat o srážkové činnosti za Pardubický kraj a to v průběhu 10 let, mezi roky 2010–2020. Získaná data jsou pro větší přehlednost též zanesena do grafů, z nichž lze zjistit průběh srážek v uvedeném období. Ze sestavené tabulky průměrných ročních úhrnů a grafu vyplývá, že Pardubickém kraji vykazovaly srážky klesající tendenci, s výjimkou výkyvů v letech 2010, 2017 a 2020, kdy byly srážkové úhrny nad normálem.

Ze sestaveného grafu o průměrných ročních srážkách v jednotlivých měsících vyplývá, že v červenci v roce 2011, byly srážky výrazně nad normálem a dosahovaly až 149 mm/rok, jak bylo v práci již výše zmíněno. Naopak v listopadu v roce 2011 byly srážky extrémně pod normálem a činily 0 mm/rok.

Na jaře v měsících duben a květen, byl zaznamenán velký zlom, kdy se úhrny srážek zvýšily až o 51 mm/rok.

Ovšem je třeba mít na zřeteli, že vzhledem ke značné nestálosti počasí je velmi obtížné srážky měřit a tyto hodnoty správně interpretovat zejména z nich vyvozovat predikce pro budoucí období.

Během posledních 5 let sledovaného časového intervalu panovala v České republice nebývalá období sucha. Je patrné, že v první polovině sledovaného období byly úhrny srážek podstatně vyšší. Přestože v horských oblastech napadl sníh, nestačila tato slabá několikacentimetrová vrstva chybějící srážky nahradit. Negativní dopady sucha se projevují úbytkem podzemních vod a vysycháním vodních toků a nádrží což má nepříznivé dopady na zemědělskou i nezemědělskou půdu. Úbytek podzemních vod znamená také zvýšení finančních a ekologických prostředků, které slouží k řešení těchto nepříznivých jevů.

7 Seznam použitých zdrojů

Barros A., Lettenmaier D. P., 1994: Dynamic modeling of orographically induced precipitation. *Reviews of Geophysics* 32, 265-284.

Bendl V., 2012: Frekvenční analýza krátkodobých úhrnů atmosférických srážek. „nepublikováno“. Dep.: Technická univerzita v Liberci.

Bednář J., 2003: *Meteorologie: Úvod do studia dějů v zemské atmosféře*. Portál, Praha.

Bruce J. P., Clark R. H., 1966: *Introduction to Hydrometeorology*, 1st Edition. Pergamon, Oxford.

Buckley B., Edward J., Hopkins J. E., Whitaker R., 2004: *Weather*. Firefly Books, 31-32, ISBN: 1-55297-957-1.

ČHMÚ. (2. 20 2022). Český hydrometeorologický ústav. Načteno z *Mapy charakteristik klimatu*: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu>

epřístroje. (2. 13 2022). *e-pristroje.cz*. Načteno z www.e-pristroje.cz/pictures/meteo/m210-01.jpg

Goudenhoofdt E., Delobbe L., 2008: Evaluation of radar-gauge merging methods for quantitative precipitation estimates Royal Meteorological Institute of Belgium. Brussels, Belgium: 195 – 203.

Geografická charakteristika Orlickoústecka s důrazem na možnosti turistického ruchu a sportovního využití [online]. GYMNÁZIUM, ÚSTÍ NAD ORLICÍ, T. G. Masaryka 106: H. Skořepa, 2018 [cit. 2022-03-03]. Dostupné z: <https://e-pdfs.hu/doc/6d759202/geografick%C3%A11-charakteristika-orlicko%C3%BAstecka-s-d%C5%AFrazem-na-mo%C5%BEnosti->

Grunov J., 1931: *Über die Ursachen großer Trockenheit in Mitteleuropa*. Julius Springer. Berlin: 31.

Gumbel E. J., 1958: *Statistics of extremes*. New York. Echo Point Books and Media, ISBN 978-1-62654-987-6.

Hanel M., Pavlásková A., Kyselý J., 2015: Trends in characteristics of sub-daily heavy precipitation and rainfall erosivity in the Czech Republic. *International Journal of Climatology*. 1833-1845.

Hanel M., Vizina A., 2014: *Metody vyhodnocování vodohospodářských dat*. Česká zemědělská univerzita v Praze.

Hladný, J. (2009) Vývojové trendy české hydrologické služby. *Meteorologické zprávy* (62, s. 148-152).

Hrádek F., Kuřík P., 2001: *Maximální odtok z povodí. Teorie svahového odtoku a hydrologický model DesQ-MAXQ*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 44 s., ISBN 80-213-07182-X.

Hrádek F., Kuřík P., 2008: *Hydrologie*. Česká zemědělská universita v Praze, Fakulta životního prostředí, Praha, 280 s.

Infomet. (2. 3 2022). *Infomet*. Načteno z <http://www.infomet.cz/pix/pix1572546776-8.jpg>

Karas P., Zárybnická A., Míková T. (2007): *Skoro jasno – průvodce televizní předpovědi počasí*. Praha, Česká televize, Edice ČT. 206 s. ISBN:978-80- 85005-78-3.

Kemel M., 1996: *Klimatologie, Meteorologie, Hydrologie*, Vydavatelství ČVUT, Praha, 289 s.

Kešner B. (1986): *Agrometeorologie*. Praha, Vysoká škola zemědělská Praha. 272 s.

Kohnke H., 1968: *Soil Physics*. New York: Mc.Graw-Hill Book Company, 224 s.

Krešl J. (2001): *Hydrologie*. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 128 s. ISBN: 80-7157-513-5.

Kyselý J., 2009: Trends in heavy precipitation in the Czech Republic over 1961 - 2005. *International journal of climatology*, 1745-1758.

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

Munzar J., Krška K., Nedelka M., Pejml K., 1989: Malý průvodce meteorologií. Mladá fronta, Praha, 247 s.

Negusse A. Y., 2005: Hydrosphere. In: Lehr, Jay H and Keeley, Jack eds: Water encyclopedia. John Wiley & Sons, USA, P. 1-9.

Ngongondo C., Xu Ch.-Y., Gottschalk L., Alemaw B. (2011) Evaluation of spatial and temporal of rainfall in Malawi: a case of data scarce region. Theoretical application climatology, 106: 79-93.

Obec Svratouch, 2015: Meteostanice obec Svratouch [online]. Obec Svratouch: myska.cz, [cit. 2022-03-03]. Dostupné z: <http://www.svratouch.cz/meteostanice/>

Pavelková Chmelová R., Frajer J., 2013: Základy fyzické hydrologie 1: Hydrologie. Univerzita Palackého v Olomouci, 144 s.

Pokorná D., 2008: Hydrologie a hydroopedologie. Vydavatelství VŠCHT, Praha.

Regionální rozdíly v demografickém, sociálním a ekonomickém vývoji Pardubického kraje v letech 2000 až 2005 [online]. Pardubice: Český statistický úřad, Krajská správa Pardubice, 2006 [cit. 2022-02-02]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/20537004/13-530706.pdf/1929730d-9ef5-4247-a1b8-453ed39fe5bd?version=1.0>

Roman Volný, ISSN 1214-4029, © VESMÍR, spol. s r. o.

Ruda A., 2014: Klimatologie a hydrogeografie pro učitele. Masarykova univerzita, Brno.

Seifert V. (1987): Rozumíme počasí ?. Praha, ARTIA. 191 s.

Skřehot P., 2004: Úvod do studia meteorologie. Meteorologická Operativní Rada, Praha.

Smrž M., 2012: Klimatická změna, obnovitelné zdroje energie a občanské aktivity: sborník textů. Ekumenická akademie, Praha.

Statistické údaje Pardubického kraje [2009 – 11 - 12] <http://www.pardubice.czso.cz/> [59] [2009 – 08 - 10]

Soukupová J., 2012: Atmosférické procesy (základy meteorologie a klimatologie). Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Šára, P., Tesaříková, P. (2007): Školní atlas Česká republika a Evropa. Shocart, Vizovice, 65 s.

Šilar J., 1996: Hydrologie v životním prostředí. Vysoká škola báňská, Ostrava, 136 s. ISBN 80-7078-361-3.

Thomas S.G.D., Goudie A., 2010: The Dictionary of Physical Geography, Third edition. Blackwell publishing, Oxford.

Trabert V. (1910): Meteorologie a klimatologie. Praha, J. Otto. 168 s.

Trnka M, Brázdil R, Možný M, Štěpánek P, Dobrovolný P, Zahradníček P, Balek J, Semerádová D, Dubrovský M, Hlavinka P, Eitzinger J, Wardlow B, Svoboda M, Hayes M, Žalud Z. 2015. Soil moisture trends in the Czech Republic between 1961 and 2012. International Journal of Climatology. DOI: 10.1002/joc.4242.

USGS. (19. 2 2017). USGS. Načteno z Oběh vody - The Natural Water Cycle, Czech (JPG):<https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/oobeh-vody-water-cycle-czech>

Vlček, V. - 1984: Zeměpisný lexikon ČSR: Vodní toky a nádrže. Academia, Praha, 316 s.

Vysoudil M., 2006: Meteorologie a klimatologie. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc, 281 s. ISBN 80-244-1455-4.

Watson R. T., Zinyowera M. C., Moss R. H., 1997: The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability. Cambridge University Press: 150–155.

Wilson J., Atwater M., 1972: Storm rainfall variability over Connecticut. Journal of Geophysical Research, 77. p. 3950-3956.

World Meteorological Organization. 2019. WMO Climatological Normals. WMO. Available from http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcdmp/GCDS_1.php (accessed červen 2020).

8 Seznam obrázků, grafů a tabulek

8.1 Seznam obrázků

Obrázek 1. Oběh vody na Zemi v číslech	10
Obrázek 2. Srážkoměr	19
Obrázek 3. Totalizátor	20
Obrázek 4. Klimatická charakteristika Pardubického kraje	25
Obrázek 5. Úhr srážek za 1 hodinu	27
Obrázek 6. Úhrn srážek	34
Obrázek 7. Úhrn srážek	34

8.2 Seznam grafů

Graf 1. Celkové úhrny srážek v letech 2010-2020 v Pardubickém kraji	30
Graf 2. Srážkové úhrny zobrazené v jednotlivých měsících	31
Graf 3. Celkové srážkové úhrny v jednotlivých měsících.....	32

9 Přílohy

Příloha č. 1 Tabulka celkových úhrnů srážek

Rok	celkový úhrn srážek [mm]	normál	
2010	866	702	
2011	610	702	
2012	677	702	
2013	690	702	
2014	668	702	
2015	536	702	
2016	568	702	
2017	723	702	
2018	458	702	
2019	657	702	
2020	898	702	

Příloha č.2 Tabulka měsíčních úhrnů srážek

	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	
normál 1981 - 2010	48	76	42	30	32	56	26	55	86	41	66	leden
	39	31	16	24	62	10	8	40	40	11	21	únor
	50	53	30	36	44	54	49	32	14	24	36	březen
	43	23	21	83	43	20	44	22	27	30	69	duben
	70	109	50	53	62	47	110	112	63	62	134	květen
	77	51	62	82	64	47	43	126	64	80	62	červen
	92	44	28	115	85	37	96	37	128	149	129	červenec
	81	81	28	48	31	88	93	74	66	54	140	srpen
	59	63	57	75	17	25	103	103	56	67	91	září
	41	46	34	100	58	44	33	40	55	38	8	říjen
	48	44	20	43	37	87	18	27	25	0	53	listopad
	53	37	71	33	32	22	45	21	53	52	56	prosinec