

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra aplikované ekologie



**Korekce a analýza časové řady srážek na stanici
Malá Mokrůvka**

Bakalářská práce

**Autor práce: Tereza Bednářová
Vedoucí práce: Ing. Martin Vokoun, Ph.D.**

© 2024 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tereza Bednářová

Aplikovaná ekologie

Název práce

Korekce a analýza časové řady srážek na stanici Malá Mokrůvka

Název anglicky

Correction and analysis of the rainfall time series at the Malá Mokrůvka station

Cíle práce

Cílem práce je korekce časové řady letních srážek v období květen až září na stanici Malá Mokrůvka na Šumavě. V časové řadě doplnit zejména chybějící úseky a odstranit chybné hodnoty na základě referenčních dat. Výsledná časová řada bude podrobena analýze za účelem vyhodnocení srážkových charakteristik této stanice.

Metodika

1. Vypracování rešeršní části sloužící jako teoretický základ pro metody kontroly a následné korekce a rekonstrukce časové řady letních srážek.
2. Screening srážkových dat ze stanice Mokrůvka a ze sousední stanice ÚHAV, které poslouží k rekonstrukci srážkových dat
3. Stanovení opravného koeficientu, doplnění srážkových dat
4. Analýza srážkových dat

Doporučený rozsah práce

30 normostran textu

Klíčová slova

srážky, časová řada, analýza, srážková data

Doporučené zdroje informací

Armanuos, A.M.; Al-Ansari, N.; Yaseen, Z.M. Cross Assessment of Twenty-One Different Methods for Missing Precipitation Data Estimation. *Atmosphere* 2020, 11, 389.

<https://doi.org/10.3390/atmos11040389>

Statistical Analysis of Climate Series: Analyzing, Plotting, Modeling, and Predicting with R, Springer Science & Business Media, Oct 30, 2012 – Mathematics – 176 pages



Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Martin Vokoun, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2024

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 2. 2024

prof. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 20. 03. 2024

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Korekce a analýza časové řady srážek na stanici Malá Mokrůvka“ 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 dne

.....
(Podpis autora práce)

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat mému vedoucímu práce Ing. Martinu Vokounovi, Ph.D. za trpělivost při zodpovídání mých nekončících dotazů a za užitečné informace, které mi k tématu předal. Velké díky patří lidem z ÚHAV ČR, kteří mi poskytli data z jejich meteorologické stanice. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat všem mým kamarádům, spolužákům a hlavně rodině, kteří mě podporovali jak při studiu, tak při psaní samotné práce.

Korekce a analýza časové řady srážek na stanici

Malá Mokrůvka

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá korekcí časové řady srážek na meteorologické stanici Malá Mokrůvka a následnou analýzou již opravené a zkompletované řady. V této práci byly definovány druhy srážek, typy srážkoměrů, hydrologická charakteristika České Republiky a hydrologická charakteristika Šumavy. Dále bylo charakterizováno zájmové území Malá Mokrůvka, její geologie, geomorfologie, pedologie a klimatické podmínky. V neposlední řadě byly popsány metody rekonstrukce srážkových dat a kontrola kvality dat a homogenizace.

Analýza probíhala na datové řadě z let 2008 až 2023, která nejprve musela být opravena. Chybějící a vadná data byla opravena z dat meteorologické stanice ÚHAV ČR, která se vyskytuje těsně pod sedlem pod Malou Mokrůvkou v lokalitě Medvědí doupe, a z dat meteorologické stanice NP Šumava, nacházející se asi 500 m od stanice Malá Mokrůvka, u pramene bezejmenného potoka. Nahrazená data byla korigována opravným koeficientem.

Na základě opravených dat byly v této práci vyhodnoceny základní charakteristiky srážek, jako například celkové roční úhrny srážek, nejsušší rok a měsíc, nejdeštivější rok a měsíc, průměrné roční srážky, průměrné srážky jednotlivých měsíců (květen-říjen), srážkové epizody, nejdeštivější srážková epizoda a bezsrážkové epizody.

Klíčová slova:

srážky, časová řada, analýza, srážková data

Correction and analysis of the rainfall time series at the Malá Mokrůvka station

Abstract

This thesis deals with the correction of the time series of the precipitation at the meteorological station Malá Mokrůvka and the subsequent analysis of the corrected and of the completed series. The types of precipitation, types of rain gauges, hydrological characteristics of the Czech Republic and hydrological characteristics of the Šumava region were defined in this thesis. Furthermore, the geology, geomorphology, pedology and climatic conditions of the area of interest; Malá Mokrůvka, were characterized in this thesis. Last but not least, this thesis offers a description of the methods of reconstruction of precipitation data and data quality control and homogenization.

The analysis was carried out by using the data series from 2008 to 2023, which had to be corrected first. The missing and defective data were corrected from the data of the meteorological station of ÚHAV ČR, which is located just below the saddle below 'Malá Mokrůvka' in the locality of 'Medvědí doupě', and from the data of the meteorological station of the Šumava National Park, that is located about 500m from the Malá Mokrůvka station, by the source of a nameless stream. The substituted data were corrected by a correction factor.

On the basis of the corrected data, this paper evaluated basic precipitation characteristics such as total annual precipitation, the driest year and month, the rainiest year and month, the average annual precipitation, the average precipitation of individual months (May-October), precipitation episodes, the rainiest precipitation episode and precipitation-free episodes were evaluated in this paper.

Keywords:

precipitation, time series, analysis, precipitation data

Seznam použitých zkratk

AA	Simple arithmetic mean method
CSM	closest station method
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČMeS	Česká meteorologická společnost
IDW	inverse distance weighting
LR	linear regression
MI	multiple imputation
NP	národní park
POLSR	parametric ordinary least-squares regression
ÚHAV ČR	Ústav pro hydrodynamiku Akademie věd České republiky
WMO	Světová meteorologická organizace

Obsah

1. Úvod	1
2. Cíle práce	3
3. Literární rešerše	4
3.1 Hydrologický cyklus	4
3.2 Srážky	4
3.2.1 Déšť	5
3.2.2 Sníh	6
3.2.3 Měření srážek	6
3.2.3.1 Srážkoměr	7
3.2.3.2 Totalizátor	9
3.2.3.3 Ombrograf (zapisující dešťoměr).....	9
3.2.3.4 Člunkový srážkoměr	10
3.2.3.5 Váhový srážkoměr	11
3.2.4 Měření sněhové pokrývky	12
3.2.4.1 Sněhoměrná lať	12
3.2.4.2 Vodní hodnota sněhu (SVH).....	13
3.2.4.3. Měření pomocí velké sněhoměrné nádoby	14
3.2.4.4 Váhový sněhoměr	15
3.3 Hydrologická charakteristika České Republiky.....	16
3.4 Hydrologická charakteristika Šumavy	17
3.5 Povodí Malé Mokrůvky	19
3.5.1 Geologie povodí	20
3.5.2 Pedologie povodí	20
3.5.3 Klimatické podmínky povodí	20
3.5.4 Geomorfologie povodí	21
3.6 Metody rekonstrukce srážkových dat	22
3.6.1 Simple arithmetic mean method (AA)	22
3.6.2 Normal ratio method	22
3.6.3 Modified normal ratio method	23
3.6.4 Inverse distance method	23
3.6.5 Linear Regression (LR)	24
3.6.6 Multiple Imputation (MI)	25
3.6.7 Closest station method (CSM)	25
3.7 Kontrola kvality dat a homogenizace.....	26
4. Použitá data a jejich předzpracování	30
5. Výsledky	32

5.1 Množství srážek	32
5.2 Měsíční úhrny srážek	42
5.3 Maximální denní úhrn srážek.....	45
5.4 Srážkové epizody	46
5.5 Bezsrážkové epizody	48
6. Diskuse	51
6.1 Nejistoty v datech	51
6.2 Vyhodnocení chyb	51
7. Závěr	53
9. Literatura.....	55
10. Seznam tabulek	63
11. Seznam obrázků	63

1. Úvod

Atmosférické srážky jsou klíčovou a neodmyslitelnou součástí našeho životního prostředí a představují základní prvek v koloběhu vody v přírodě. Jsou důležitým faktorem jak v meteorologii, tak v klimatologii, a jejich měření na povrchu Země poskytuje základní data nejen pro tyto obory, ale i pro hydrologii a další související disciplíny. Nedostatek srážek může vést k obdobím sucha, zatímco nadměrné srážky mohou způsobit povodně. Suchá období představují výzvy v oblasti zásobování vodou, správy vodních zdrojů, a mohou mít negativní dopad na zemědělskou produkci a lesnictví. Naopak povodně mohou způsobit materiální škody a v extrémních případech i lidské ztráty (Tolasz, 2007).

Srážky se mohou dělit dle fyzikálního skupenství nebo dle způsobu jejich vzniku. Dle skupenství se dělí na srážky kapalné a tuhé a dle vzniku se dělí na padající (dříve vertikální) a usazené (dříve horizontální). Mezi srážky padající patří déšť, mrznoucí déšť, mrholení, mrznoucí mrholení, sníh, sněhové krupky, sněhová zrna, krupky, zmrzlý déšť, ledové jehličky a kroupy. Naopak, k usazeným srážkám řadíme rosu, jíní, námrazu a ledovku. Měření horizontálních srážek je obtížné a provádí se pouze na vybraných lokalitách, přičemž do celkových srážkových úhrnů nejsou zahrnuty (Kemel, 1996).

Srážky jsou měřeny buď bodově pomocí srážkoměrů nebo plošně za použití radarů (Sokol et al, 2003). Bodové úhrny srážek lze získat ručně, manuálními srážkoměry nebo automaticky. Mezi jednodušší typy automatických srážkoměrů patří ombrograf, který pracuje na principu převodu výšky hladiny vody v srážkoměrné nádobě na záznam na otáčejícím se papíru (Květoň et al., 2004). Dalším z jednodušších automatických srážkoměrů je totalizátor, který se instaluje na špatně dostupných místech a kontroluje se maximálně čtyřikrát do roka (Dub, 1950). Mezi novější automatické srážkoměry patří člunkový srážkoměr a váhový srážkoměr. Člunkový srážkoměr měří pomocí člunku, který je rozdělen na dvě poloviny a překlápí se, když se jedna polovina kompletně zaplní (Fiedler, 2017). Váhový srážkoměr funguje na principu okamžitého vážení nádoby, do které srážky padají (ČMeS, ©2014).

Zavedení automatických srážkoměrů do sítě v České republice se datuje od roku 1999. V současnosti jsou tyto přístroje na všech klimatologických a automatických stanicích (Gajdušková, 2009).

Sníh lze měřit pomocí sněhoměrné latě, vodní hodnotou sněhu (SVH), sněhoměrnou nádobou nebo váhovým sněhoměrem (Židek a Lipina, 2003). Vodní hodnota sněhu je klíčovým faktorem pro určení obsahu vody v sněhové pokrývce a poskytuje informace o dostupné vodě v krajině během následujících období (Tolasz, 2007).

Srážkoměry jsou ale zatíženy chybami měření, ať už systematickými nebo nesystematickými. Nesystematické chyby jsou náhodné a dochází k nim jen občas, za to systematické jsou pravidelné a trvají delší dobu (Coufal et al., 2002). Pokud se v časové řadě měření srážek nalezne chyba, tím pádem chybí údaj o úhrnu z jednoho nebo více dní, je nezbytné ho nahradit jiným údajem. Proto jsou metody rekonstrukce srážkových dat velice důležitým prvkem hydrologických studií (Suhaila et al., 2008). Příkladem metody rekonstrukce srážkových řad může být Simple arithmetic mean method (AA), Linear regression (LR) nebo Closest station method (CSM).

Tato práce je zaměřena na analýzu a korekci časové řady srážek na meteorologické stanici Malá Mokrůvka na Šumavě. Korekce byla zhotovena z dat z let 2008 až 2023. Vadná a chybějící data byla nahrazena daty z nejbližší stanice ÚHAV ČR, popřípadě ze stanice NP Šumava, která se nachází 500 m od stanice Malá Mokrůvka. Data byla poté podrobena analýze, kterou lze nalézt v kapitole 5.

2. Cíle práce

Cílem práce je korekce časové řady letních srážek v období květen až říjen na stanici Malá Mokrůvka na Šumavě. V časové řadě doplnit zejména chybějící úseky a odstranit chybné hodnoty na základě referenčních dat. Výsledná časová řada bude podrobena analýze za účelem vyhodnocení srážkových charakteristik této stanice.

3. Literární rešerše

3.1 Hydrologický cyklus

Hydrologický cyklus, který je poháněn výměnou energie, zahrnuje pohyb vody z oceánů do atmosféry, na pevninu a následně zpět do oceánů, a to jak na povrchu pevniny, tak pod ním (Trenberth, 2004). Je definován jako opakující se proces různých forem pohybu vody a změn jejího fyzikálního stavu na konkrétním území Země. Klíčové procesy tohoto cyklu zahrnují srážky, sněžení, formování sněhové pokrývky, metamorfózu a tvorbu ledu, tání sněhu a ledu, zachycování srážek vegetací a jejich ukládání v depresích na povrchu půdy, infiltrace a vsakování srážek do půdy a jejich ukládání, evapotranspiraci, doplňování vody do půdy a podzemního proudění, tvorba říčního odtoku a pohyb vody v říčních systémech. Jeho hlavními složkami jsou srážky, výpar z pevniny a oceánů a v neposlední řadě, odtok z pevniny zpět do oceánů (Kuchment, 2004).

3.2 Srážky

Vodní srážky vznikají kondenzací nebo desublimací vodní páry v ovzduší. Dle skupenství se srážky dělí na kapalné a tuhé nebo se mohou dělit dle vzniku na usazené (dříve horizontální) a padající (dříve vertikální). Srážky usazené (dříve horizontální) vznikají na povrchu země a různých předmětů (například rosa, jinovatka, námraza), pokud je povrch půdy nebo předmětů chladnější než rosný bod okolního vzduchu (Kemel, 1996). Tyto srážky mohou dosahovat na hřebenech našich hor až 200 mm za rok (Lapin et al., 1991). Srážky padající (dříve vertikální) vznikají ve volné atmosféře a zahrnují oblaka, kapičky vody a krystalky ledu, které zůstávají ve vzduchu a za příhodných podmínek mohou klesnout na zem jako atmosférické srážky ve formě deště, sněhu, krup atd. Pro kondenzaci je nezbytné ochlazení vzduchu, které nastává při stoupání vzduchu vzhůru a v méně častých případech může být vyvoláno i vyzařováním (Kemel, 1996). Dále srážky můžeme dělit dle délky trvání na srážky trvalé, srážky občasné a přeháňky. Srážky trvalé padají nepřetržitě po delší dobu, obvykle z dešťového oblaku, známého jako Nimbostratus. Občasné srážky jsou přerušované srážky, ale nejsou to krátkodobé přeháňky, které spadají do kategorie třetí. Ty se vyznačují krátkým trváním s náhlým začátkem i koncem a častým kolísáním intenzity. Obvykle padají z bouřkového oblaku zvaného Cumulonimbus (Kříž et al., 1994). Dle Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ, ©2024) existuje ještě

čtvrtý druh srážek dle délky trvání, a to jsou srážky četné. Tyto srážky se charakterizují jako přeháňky, které se opakují v krátkých časových úsecích v řádech desítek minut. Srážky mohou z oblaků dopadat v kapalném (např. déšť) nebo tuhém (např. sníh) skupenství (Kemel, 1996).

3.2.1 Déšť

Déšť vzniká padáním vodních kapek zejména z dešťových oblaků typu Nimbostratus a Cumulonimbus. Tyto vodní kapky mají kulovitý tvar a průměr 0,5 až 8 mm. Déšť není chemicky čistou vodou, protože obsahuje pevné nebo rozpuštěné látky a také pohlcený kyslík, dusík, kysličník uhličitý, kysličníky dusíku, bakterie a jiné nečistoty, které absorbují z atmosféry. Deště můžeme dělit dle intenzity, dle délky trvání a dle rozsahu oblastí výskytu (Kemel, 1996).

Dle intenzity se déšť rozlišuje zpravidla na: slabý déšť dá úhrn srážek menší než 1 mm/h, mírný déšť od 1 mm do 5 mm/h, déšť silný dá od 5,1 mm do 10 mm/h, prudký 10,1 až 15 mm/h, lijavec 15,1 až 23 mm/h, přívalový déšť 23,1 až 58 mm/h a průtrž mračen více než 58,1 mm za hodinu (Kemel a Kolář, 1980).

Deště lze klasifikovat dle délky trvání na krátkodobé, nazývané též místní, a dlouhodobé, označované jako krajinné nebo regionální. Místní deště jsou charakterizovány krátkou dobou trvání, vysokou intenzitou a omezeným rozsahem, zpravidla nepřesahujícím 50 km². Deště na regionální úrovni jsou spojeny s tlakovou níží a vznikají v komplexní oblačnosti na frontách. Trvají několik hodin, často i několik dní, s nižší intenzitou než deště místní. Vyznačují se výraznými proměnami v rozsahu a trvání jak prostorově, tak i časově. Celkové množství spadlé vody je však vydatné. Z hlediska délky trvání můžeme déšť dělit na déšť trvalý, občasný a dešťové přeháňky (Kemel, 1996).

Další typy srážek jsou kroupy, mrholení, sněhové krupky, sněhová zrna, námrazové krupky, zmrzlý déšť, ledové jehličky, rosa, jinovatka, ledovka, náledí, zmrzlá rosa a ovlhnutí (Vysoudil, 2014). Podrobný popis jednotlivých srážek je nad rámec této práce.

3.2.2 Sníh

Sníh má v hydrologickém cyklu Země speciální místo, protože je jednou z nejdůležitějších částí odtékající vody. Z klimatologické perspektivy je ale ze všech zemských povrchů nejcitlivější na klimatické změny, proto je jí v posledních letech věnována stále větší pozornost (Nolin et. al, 2021).

Krystaly sněhu vznikají z mraků, které se formují, když je atmosféra přesycená vodní parou, tj. když tlak vodní páry přesahuje úroveň nasycení. Sněhové krystaly se tvoří v mracích, kde je teplota nižší než 0 °C za přítomnosti přechlazené vody a vhodných aerosolových jader pro kondenzaci. Růst ledových krystalů z vodní páry má za následek vytvoření sněhových krystalů (Wallace a Hobbs, 1977). Krystalky ledu jsou různorodě uspořádány na sobě, často ve tvarech rozvětvených hvězdic. Když se teplota pohybuje okolo 0 °C, vločky jsou velké, těžké a sypké (Kemel, 1996). Při teplotách, které jsou nižší než -5 °C, dosahují sněhové vločky menších rozměrů (Vysoudil, 2014).

Sněhová pokrývka je důležitým faktorem v meteorologii, klimatologii, biologii a hydrologii (Kemel, 1996). V hydrologickém cyklu v České Republice hraje významnou roli. Má zvláště zásadní vliv v malých horských povodích. V zimě je jedním z hlavních zdrojů zásoby vody. Ovlivňuje i množství usazené vody v krajině v dalších obdobích roku. Voda uvolněná při tání sněhové pokrývky je důležitým zdrojem pro potoky, řeky, jezera a zároveň doplňuje zásoby podzemní vody (Dub, 1950). Dále také ovlivňuje teplotu vzduchu, vyzařování tepla a teplotu půdy pod sněhem (Kemel, 1996).

3.2.3 Měření srážek

Měření srážek může být prováděno buď bodově pomocí srážkoměrů, nebo plošně pomocí radarů. Využití radarových technologií k odhadu srážek představuje v současnosti pokročilou oblast meteorologie. I přesto zůstávají srážková data získaná bodovou metodou důležitá, neboť poskytují dlouhodobé informace vhodné pro kontinuální sledování klimatu, jakož i pro kalibraci a přezkoumání radarových dat (Sokol et al., 2003). Bodové hodnoty úhrnů srážek lze získat manuálně nebo automaticky (Květoň et al., 2004). Tato práce se bude zabývat automatickým měřením srážek.

Pro měření bodových srážek se používá přístroj zvaný srážkoměr. Měří se množství srážek, které na zemský povrch dopadnou, a dále se měří také jejich prostorové a časové rozprostření. Pro měření srážek na určitém území je nejlepší, když srážkoměrné stanice jsou co nejlépe uspořádané do tzv. sítě srážkoměrných stanic, aby výsledné hodnoty byly rovnocenné a vzájemně porovnatelné (Kemel, 1996, Dub, 1950).

Množství srážek je vyjádřeno v milimetrech (mm) s přesností na desetiny milimetru. Tato vyjádřená hodnota představuje výšku, kam by od povrchu Země dosahovaly naměřené spadlé neboli usazené srážky, a to buď to ve formě vody nebo ve formě vody vzniklé z rozpuštěných tuhých srážek. Toto vše však pouze za předpokladu, že by se voda nenasákla do půdy, neodtekla by nebo by se neodpařila. Množství vody představované jednou milimetrovou (mm) vrstvou srážek odpovídá jednomu litru (l) na jednom metru čtverečním (m²) vodorovné plochy (Židek, Lipina, 2003). Množství srážek, které na určitém území spadne, tzv. v bodě srážkoměrné stanice se nazývá srážkový úhrn. U dešťů se kromě úhrnu srážek měří i trvání deště a dále jeho intenzita, která se počítá jako podíl úhrnu a trvání a vyjadřuje se v jednotkách mm.min⁻¹, nebo v mm.s⁻¹ (Kemel a Kolář, 1980).

Srážkový úhrn jeho intenzita, rozloha postižená deštěm a časový průběh mají vliv na způsob, jakým se formuje odtok vody z povodí. Tyto faktory rozhodují o klíčových parametrech povodňové vlny, jako je doba vzrůstu, velikost kulminace, doba poklesu, celkové trvání a objem povrchového odtoku z daného povodí. Proto je velice důležité všechny tyto faktory zaznamenávat. (Kemel a Kolář, 1980).

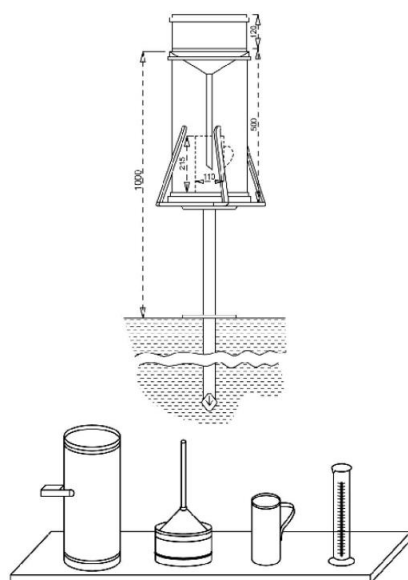
Nejjednodušší a zároveň i nejrozšířenější zařízení srážkoměrných stanic jsou srážkoměry (nesprávně dešťoměr) a dále také ombografy (Dub, 1950). Na místech, kam se špatně člověk dostává, jako jsou hory, jsou srážky zaznamenávány v delších časových obdobích totalizátory (Kemel a Kovář, 1980).

3.2.3.1 Srážkoměr

Srážkoměr neboli ombrometr, je složen ze čtyř válcových nádob ze zinkového plechu (obr. 1). Jde o dvě válcovité srážkoměrné nádoby s vodorovnou zachycovací plochou o velikosti 500 cm², tedy o průměru 252.3 mm (Kemel a Kovář, 1980). Výška nádob je asi 50 cm (Kemel, 1996). Dále jde o nálevku stejného průměru, která bývá obvykle nasazena na srážkoměrnou nádobu (Kemel a Kovář, 1980), kterou stékají srážky do plechová konvice a obsahu 2 litrů, stojící na dně srážkoměrné nádoby (Dub,

1950). Do kompletu patří ještě skleněná odměrka s dělením. To, jak jsou jednotlivé dělící čárky daleko od sebe určuje poměr zachytné plochy nálevky a vnitřní průřezové plochy odměrky, tzv. jeden dílek na odměrce je 1/10 srážkového milimetru (Kemel, 1996). Tento postup měření srážek se využívá pouze v období bez mrazů, které se obvykle stanovuje od 15. dubna do 15. října. V zimním období, kdy lze přepokládat výskyt mrazů, se používá pouze velká srážkoměrná nádoba, nálevka s konvicí se v tomto případě nevyužívají (Židek a Lipina, 2003). Srážky se měří každý den v 7 hodin ráno. Nahromaděné srážky v konvici se přelijí do odměrky a vypočítá se celkový úhrn srážek s přesností na 1/10 mm srážkového milimetru. Pokud jsou srážky vyšší, dvoulitrová konvice nestačí a voda se z ní vylévá do vnější srážkoměrné nádoby, je tedy nezbytné započítat do celkového úhrnu i vylitou vodu. (Kemel a Kolář, 1980).

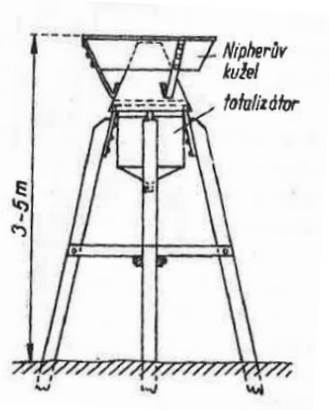
Přístroj se instaluje na volném prostranství, ale zároveň mu nesvědčí větrné místo (Kemel, 1996). Vzdálenost mezi srážkoměrem a jinými předměty jako jsou domy, stromy nebo auta se udává jako dvojnásobek převýšení těchto předmětů nad úroveň zachytné plochy přístroje (Kemel a Kolář, 1980). Nejvhodnější jsou tedy např. volná prostranství na zahradě. Srážkoměr se umísťuje na stolek připevněný ke kůlu tak, aby byl vodorovný se zemí a dále aby se nad zemí nacházel cca 1 m (Kemel, 1996).



Obr. 1: Srážkoměr (ombrometr) a jeho jednotlivé součásti (Židek a Lipina, 2003)

3.2.3.2 Totalizátor

Instalují se na těžko dostupných místech, kde není možné přístroj obsluhovat každý den. Přístroj je kontrolován jednou, dvakrát až čtyřikrát do roka. Zachycuje všechny druhy atmosférických srážek a přeměňuje pevné srážky na kapalné, nejlépe bez větších ztrát (Dub, 1950). Totalizátor je válcová nádoba s konickou horní a spodní částí o objemu přibližně 100 litrů (obr. 2). Horní část je chráněna proti větru pomocí Nipherova kužele. Pro prevenci odpařování se do obsahu přidává cca 0.5 litru vazelinového oleje. Dále se do obsahu přidává chlorid vápenatý, aby byl přístroj chráněn před zamrznutím v zimním období. Je upevněn na trojnožce ve výšce 3 až 5 metrů, aby nebyl zakryt sněhem. Množství srážek za určité období se stanovuje na základě rozdílu hmotností. Přírůstek srážek je určen dle rozdílu úrovně hladiny. V zimním období je také nutné změřit výšku sněhové pokrývky za pomoci sněhoměrné latě (Nysl a Kuráž, 1992).

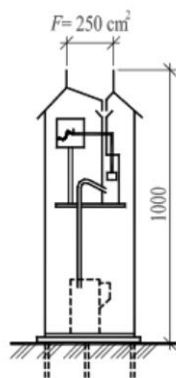


Obr. 2: Totalizátor (Kemel, 1996)

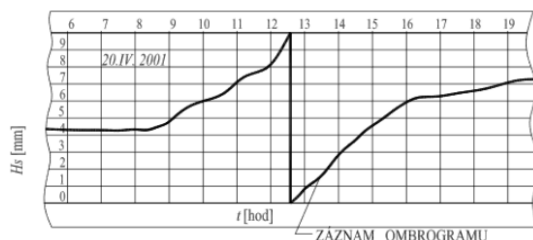
3.2.3.3 Ombrograf (zapisující dešťoměr)

V některých případech není dostačující znát pouze denní úhrny srážek, ale je potřeba znát průběh jednotlivých dešťů. Proto se srážkoměrné stanice doplňují přístroji, ombrografy, které plynule zaznamenávají průběh dešťů, jejich časový výskyt, trvání a úhrn (Dub, 1950). V České Republice se nejčastěji používá československý přístroj IBA (Kemel, 1996). Je složen z přijímací, měřicí a registrační části (Židek a Lipina, 2003). Měřicí součástí je plováková komora s plovákem a registrační zařízení, které se ukrývají ve válcovém pouzdře (obr. 3). Do pouzdra je shora zapuštěna přijímací část, nálevka o zádržné ploše 250 m², do které vtéká voda dovnitř válce. Součástí registrační části je tyčinka s raménkem a registračním perem, která je uchycena na plováku. Toto pero zapisuje barevným inkoustem výšku kapalných srážek

na papírový pás přichycený na válec. Válec je poháněn hodinovým strojkem kolem jeho vertikální osy. Celý se otočí jednou za 24 hodin. Na vertikální ose je značen srážkový úhrn, kde 5 mm na papíře, znamená 1 mm v realitě. Na vodorovné ose je zaznamenáván čas, kde 1 hodina znamená 20 mm (Kemel a Kolář, 1980). Plováková komora může pojmout maximálně 30 mm srážek. Při překročení této hodnoty se komora samočinně vyprázdní (Kříž, 1988). Tento prudký pokles hladiny je na grafu ombrografu zaznamenán téměř svislou linií. Pokud déšť stále pokračuje, hladina se zvedá a pero zase zaznamenává vzestupnou čáru, jejíž náklon je proporcionální intenzitě deště (Obrázek 4). Ombrografický záznam tedy představuje kumulativní čáru, ze které se určuje celkový úhrn a intenzita za celý déšť nebo jen v jednotlivých dešťových úsecích a dále intenzity v jednotlivých časových momentech (Kemel a Kolář, 1980). Zařízení je umístěno v ochranném pouzdře o celkové výšce 118 cm a stojí na betonovém podstavci, který se nachází maximálně ve výšce 20 cm nad zemí. Přístroj nelze používat v zimním období při teplotách pod bodem mrazu (Kříž, 1988).



Obr. 3: Ombrograf (Starý, 2005)

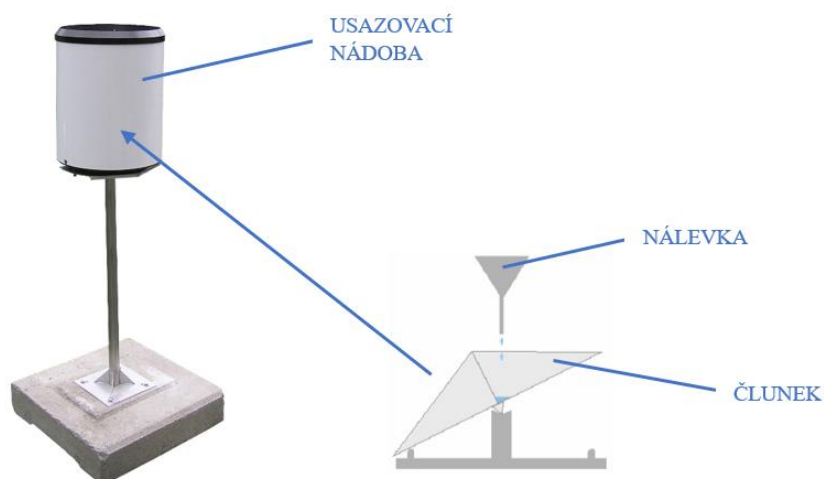


Obr. 4: Ombrogram (Starý, 2005)

3.2.3.4 Člunkový srážkoměr

V tomto srážkoměru se srážky měří na principu překlápěcího člunku. Existují vytápěné verze pro měření kapalných a tuhých srážek, ale také se vyrábějí nevytápěné

verze, které tuhé srážky měřit neumí. Záchytná plocha srážkoměru je 250 cm² nebo také 500 cm² (Meteoservis, 2008). Člunek, je rozdělen na dvě poloviny a nachází se pod výtokem nálevky na srážkoměru (obr. 5). Kapalně srážky (déšť, roztátý sníh) stékají otvorem do svrchní části člunku a když se úplně naplní, prázdná část se převáží a člunek se překlápí do dolní části. Během tohoto procesu voda vytéká z plné poloviny, což umožňuje naplnění druhé poloviny člunku. Tímto způsobem se po celou dobu srážek střídá naplnění a překlápění člunku. Podle počtu překlápění člunku zjišťujeme množství spadlých srážek a jejich intenzitu. Pro správné fungování srážkoměru a předcházení jeho chybovosti, se přístroj musí aspoň jednou za rok kalibrovat (Fiedler, 2017).



Obr. 5: Člunkový srážkoměr (Fiedler, 2017, upraveno) a jeho vnitřní část (Stránský, 1997, upraveno)

3.2.3.5 Váhový srážkoměr

Automatický srážkoměr, fungující na principu vážení nádoby, do které padají srážky a která je napojená na tenzometrickou váhu propojenou s řídicí elektronikou (obr. 6). Na rozdíl od člunkového srážkoměru dokáže zachytit a ihned vyhodnotit tuhé srážky. Pro jejich zachycení se do nádoby přidává nemrznoucí kapalina. Pro potlačení výparu srážek, se dále se do nádoby přidává silikonový olej. V přístroji se také nachází detektor srážek, který vyhodnocuje, zda se jedná o pravé nebo falešné srážky (ČMeS, ©2014).



Obr. 6: Váhový srážkoměr (Meteoservis, ©2008)

3.2.4 Měření sněhové pokrývky

Sněhová pokrývka je sněhová nebo ledová vrstva, která se vytvořila přímými nebo nepřímými procesy z tuhých srážek (sníh, kroupy, sněhové kroupy, sněhová zrna, zmrzlý déšť, námrazové krupky, náledí, zmrázky). Do sněhové pokrývky se nepočítá ledovka na zemi, protože ta vzniká při mrznoucích srážkách (Židek a Lipina, 2003).

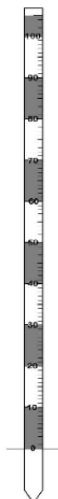
Srážkoměry kromě sněhových srážek určuje míru tloušťky sněhové pokrývky, vodní hodnotu sněhové pokrývky a výšku nově napadlého sněhu (Kemel a Kovář, 1980).

Rozpoznáváme dva typy sněhové pokrývky na pozemku stanice a v jejím okolí. První je souvislá sněhová pokrývka, která zahrnuje aspoň polovinu půdy na pozemku. Pokud je výška této sněhové pokrývky menší než 0,5 cm, považuje se za poprašek, v opačném případě se výška uvádí v celých centimetrech, pokud je 0,5 cm nebo více. Druhým typem je nesouvislá sněhová pokrývka, která pokrývá méně než polovinu půdy na pozemku stanice a v jeho okolí. Pro tuto nesouvislou sněhovou pokrývku se výška neuvádí, i když by mohla být změřena. Tato pravidla platí jak pro výšku sněhu, který nově napadl, tak pro celkovou výšku sněhové pokrývky (Židek a Lipina, 2003).

3.2.4.1 Sněhoměrná lat'

Výška sněhové pokrývky většinou bývá měřena v 7 hodin ráno, nebo popřípadě vícekrát za den sněhoměrnou latí, která může být stabilní nebo přenosná. Stabilní sněhoměrná tyč je vyrobená ze dřeva, má obdélníkový průřez o délce stran 7 x 2,5 cm,

rozdělená na dílky po 1 cm (obr. 7). Je instalována ve svislé poloze na vhodném místě, kde není ovlivňována větrem, a její nulová hodnota na stupnici odpovídá stupnici terénu. Abychom určili tloušťku nově napadlé sněhové pokrývky, používají se dřevěné destičky s minimálním rozměrem 30 x 30 cm s vhodným tuhým měřítkem a dílky po 1 cm (Kemel, 1996). Po provedení měření sněhu pomocí prkénka je nutné jej okamžitě setřít a umístit tak, aby horní plocha byla v úrovni s povrchem původního sněhu. Toto místo se označí sněhoměrnou tyčí (Kemel a Kovář, 1980).



Obr. 7: Sněhoměrná lať (Židek a Lipina, 2003)

3.2.4.2 Vodní hodnota sněhu (SVH)

Vodní hodnota sněhu je faktor hodnoty vody obsažené ve sněhové pokrývce, což z hlediska hydrologie je velice důležitý parametr. Pomáhá k určení, kolik vody bude k dispozici v krajině v následujících ročních obdobích. Znalost vodní hodnoty sněhu je velice významná zejména koncem zimy a na jaře, při správě vodních zdrojů v přehradních nádržích. Dlouhodobé hodnoty poskytují základ pro správné navrhování stavebních konstrukcí (Tolasz, 2007). Vodní hodnotu sněhové pokrývky zjišťujeme pomocí vzorku sněhu, který byl předem odebrán dle postupu popsáno níže. Určuje se buď jako poměr objemu vody získaného z roztátého sněhu k objemu původního vzorku, nebo jako poměr hmotnosti sněhového vzorku k jeho objemu (Kemel a Kolář, 1980). Tato hodnota vyjadřuje výšku vodního sloupce, který vznikne právě při úplném roztátí sněhu (tzv. oblevě) a bývá udávána v milimetrech. Hodnota vodního sloupce může být výrazně ovlivněna teplotou vzduchu, při které se sněhová pokrývka tvoří. Prachový sníh, vznikající při teplotách menších než $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ má hodnotu

menší než 0,1 (Tolasz, 2007). U nově napadlého sněhu je v průměru vodní hodnota rovna 0,1, po jeho ulehnutí 0,15 až 0,20. V období zimy, kdy sníh dosahuje maxima je hodnota 0,25 až 0,30. V období, kdy sníh mění svoji strukturu kvůli střídání záporných a kladných teplot dosahuje hodnota 0,35 až 0,40. Zrnitý firm neboli nej hutnější sníh, který můžeme nalézt v horách s vysokou nadmořskou výškou má hodnotu až 0,5 a ledovce dosahují hodnot až 0,9 (Kemel a Kolář, 1980).

SVH se stanovuje každé pondělí v 7 hodin ráno po dokončení ostatních měření a pozorování, a to pouze v případě, že souvislá sněhová pokrývka dosahuje 4 cm a více (někdy se měří i při nižší výšce sněhu). V případě, kdy je sněhová pokrývka nesouvislá se vodní hodnota sněhu neurčuje (Židek a Lipina, 2003).

Měření vodní hodnoty sněhu může probíhat přímo pomocí odebrání sloupce sněhu a následným roztátím. Alternativně lze tuto hodnotu vypočítat z výšky sněhové pokrývky a její hustoty pomocí následujícího vzorce (DeWalle a Rango, 2008):

$$SVH = d \times (\rho_s / \rho_w)$$

Přičemž:

SVH = vodní hodnota sněhu [m],

d = výška sněhové pokrývky [m],

ρ_s = hustota sněhu [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$],

ρ_w = hustota vody [$1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$].

3.2.4.3. Měření pomocí velké sněhoměrné nádoby

Vzorek sněhové pokrývky se odebírá na místě s neporušenou rovnoměrnou vrstvou sněhu takovým způsobem, že se pomocí volné sněhoměrné nádoby vyřízne svislý válec až k povrchu země. Následně se ze stran vykrojeného válce odhrabe sníh, pod válec se zasune lopata a nádoba se obrátí tak, aby dno leželo dole a zbývající sníh se pod válcem nahromadil. Dále se postupuje dle standartních kroků pro měření tuhých srážek. Je nezbytné, aby se zabránilo ztrátám v důsledku vypařování. V případech, kdy je pokrývka zledovatělá, lze výjimečně použít rýč a vysekat sněhovou pokrývku kolem válce, aby bylo možné nádobu protlačit až k zemi (Židek a Lipina, 2003).

3.2.4.4 Váhový sněhoměr

Tímto sněhoměrem se určuje vodní hodnota sněhové pokrývky. Celý přístroj se skládá z nerovnoramenné váhy, sady nastavných válců a 2 závaží. Je nutné, aby válce dosáhly na dno sněhové pokrývky, a proto se před měřením válce na sebe musí napojit v jednu dlouhou trubici a zavěsit na kratší rameno váhy (Obr. 8). Na druhé, delší, se zavěsí 2 závaží do nulové polohy (Kemel a Kovář, 1980). Pokud je váha zavěšená správně, jazýčky vah jsou přibližně v úrovni očí pozorovatele a zbytek přístroje je volně zavěšený. Po dosažení vyvážení se odebere odběrný válec, odstraní víko zespona válce a odebere se vzorek v místech s nezměněným nebo s nenarušeným povrchem sněhu ve vzdálenosti 2 metry a více od meteorologických přístrojů (Židek a Lipina, 2003). Odběr a měření se musí provést několikrát po sobě, nejlépe dva až pětkrát, mezi jednotlivými odběrovými místy musí být vzdálenost minimálně 1 metr (Křístek et al. 2011). Z těchto několika měření se později vypočítá aritmetický průměr, což je průměr vodní hodnoty v měřené sněhové pokrývce (Židek a Lipina, 2003).

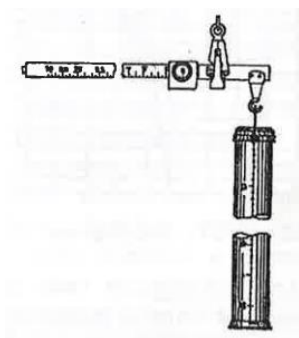
Při odběru vzorku se ozubený spodní konec válce zarazí kolmo dolů do sněhu až k zemi. Po dosažení na dno povrchu sněhu se odečte celková výška sněhu na venkovní straně trubice (Židek a Lipina, 2003). Pro zabránění vypadnutí vzorku sněhu při vytahování válce se využívá skládací tyčový píst pro jeho stlačení (Kemel a Kovář, 1980). Po vytažení válce ze sněhové pokrývky se jeho konec znovu uzavře. Válec se opět zavěsí na váhy a vyváží se pomocí závaží visícího na druhém rameni. Hodnoty na vrchní stupnici se udávají v tisících a stovkách gramů (g), zatímco na dolní stupnici se udávají v desítkách a jednotkách gramů (g). Pro dosažení přesného výsledku v gramech (g) se zapíše hodnoty z obou stupnic za sebou. Následně lze vypočítat celkovou vodní hodnotu sněhu, dle následujícího vzorce (Židek a Lipina, 2003):

$$H = P/5$$

Příčemž:

H = vodní hodnota celkově sněhové pokrývky v milimetrech

P = váha vzorku sněhu v gramech.



Obr. 8: Váhový sněhoměr (Kemel, 1996)

3.3 Hydrologická charakteristika České Republiky

Z území České Republiky voda spíše odtéká, než přitéká. To znamená, že hlavním zdrojem vláh jsou atmosférické srážky, a proto je velice důležité mít co nejpresnější informace o srážkových podmínkách. Teprve s těmito informacemi je možné, co nejefektivněji hospodařit s vodními zdroji a lépe předcházet meteorologickým škodám.

Česká Republika se nachází v mírném pásu ve střední Evropě (Kotrnc, 1976). Nejbližší mořská vodní plocha se nachází asi 300 km vzdušnou čarou od Šluknovského výběžku, na severu naší republiky. Jedná se o Štětínský záliv, ležící u pobřeží Baltského moře Německa a Polska (Černý, 2022). Také je tento záliv hlavní a konečnou retenční nádrží pro vodu z Odry před jejím vlitím do Baltského moře (Wolnomiejski a Witek, 2013). A protože Česká Republika leží na severní rovnoběžce severní zeměpisné šířky, kterou během celého kalendářního roku ovlivňují různé vzduchové masy, výrazně se střídají roční období (Černý, 2022).

Klima se v České Republice především formuje geografickým rozložením moří a pevniny v Evropě a výraznou orografickou rozmanitostí území. Vliv oceánu je patrný převážně v západních a severozápadních Čechách, kde se projevuje menšími teplotními výkyvy, mírnějšími zimami, chladnějšími léty, větším úhrnem srážek a větší oblačností. Na východním směru se zvyšuje vliv kontinentálních vlivů, což se projevuje studenějšími zimami, teplejšími léty, většími výkyvy denních a nočních teplot a výraznějšími letními srážkami. Obecný trend úbytku teplot a srážek s nadmořskou výškou je modifikován místní orografií, což znamená, že v horských oblastech je charakter počasí oceánský a v nížinách a pahorkatinách je charakter kontinentální. V Čechách je nejvyšší srážkový úhrn obvykle v červnu, zatímco na Moravě v červenci. Naopak nejnižší srážkový úhrn zaznamenáváme v lednu a únoru (Kotrnc, 1976). Podle Atlasu podnebí Česka (Tolasz, 2007) je počet dní s

deštěm nebo sněhem v zimě vyšší, avšak celkové srážkové množství je v letním období vyšší, přičemž téměř dvě třetiny ročních srážek spadne od března do září.

O srážkových poměrech na určitém území lze nejlépe zjistit z dlouhodobého ročního úhrnu srážek. Tento úhrn srážek se na našem území pohybuje od 410 do 1700 mm/rok. Nejvyšší srážky jsou pravidelně zaznamenávány v oblastech Krkonoš, Jeseníků a Beskyd. Nejnižší pak v případě Čech v povodí Ohře, na území okolo Žatce a Slaného a v případě Moravy na soutoku Dyje a Svratky (Kemel, 1996).

3.4 Hydrologická charakteristika Šumavy

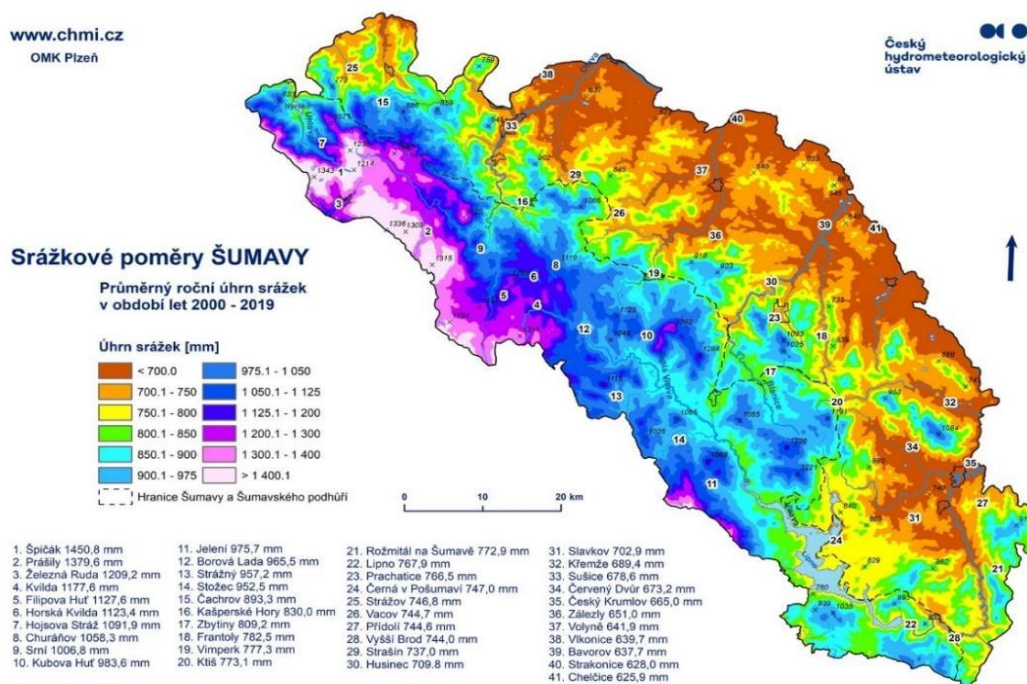
Šumava je bohatá na vodní zdroje, na jejím území se nachází mnoho řek, říček, pramenů, potoků a jezer. Pro Šumavu jsou specifickým vodním jevem ledovcová jezera, které se nacházejí okolo 1000 m n. m. Na území České Republiky se vyskytuje 5 těchto jezer a na území Německa další 3. Z hydrologického hlediska většina území spadá pod úmoří Severního moře, tedy k povodí Labe. Malá část území spadá pod úmoří Černého moře, tedy pod povodí Dunaje. Hlavními řekami jsou Vltava a Otava, které pramení v šumavských pánvích, v centrální části celého pohoří (Národní park Šumava, ©2023).

Šumava leží v oblasti přechodného středoevropského klimatu, a z hlediska klimatického členění převažující část tohoto pohoří patří do chladné klimatické oblasti. Pouze některé nižší polohy spadají do mírně teplé oblasti. Celkový charakter podnebí Šumavy se nachází na rozhraní kontinentálního a oceánského klimatu, což se projevuje minimálními ročními teplotními výkyvy a pravidelným rozložením srážek během celého roku. Průměrná teplota se pohybuje okolo 6,0 °C v nadmořské výšce 750 m, a 3,0 °C, v nadmořské výšce 1300 m. V zimním období se teploty dostávají velice nízko, nejnižší zaznamenaná teplota se uvádí -41,6 °C dne 30. ledna 1987 na Jezerní slati. Srážky se pohybují od minimální hodnoty 800–900 mm do maximální hodnoty 1600 mm. Množství sněhu se typicky pohybuje v rozmezí 40–150 cm, s maximální délkou pokryvu sněhu na 120–150 dní. Dominantní směr větru je západní a jihozápadní (5-8 m/s), s maximálními rychlostmi 130-153 m/s (Národní park Šumava, ©2023). To znamená, že většina srážek na Šumavu přichází západním a jihozápadním směrem, kdy na návětrné straně pohoří v Německu dochází k nucenému vystoupaní vzduchu, což má za výsledek zesílnění padajících srážek. Tento efekt se nejvíce projevuje v ose hlavního pohraničního hřebene a centrální části Šumavy

(Křivancová, Vavruška 1997). Častý je i výskyt větrných bouří, cca 35 dní v průběhu roce (Národní park Šumava, ©2023).

Jak již bylo zmíněno, Šumava patří mezi oblasti s dlouhodobě nejvyššími ročními srážkovými úhrny v České Republice. Na mapě níže je zobrazen průměrný roční úhrn srážek z let 2000 až 2019 na Šumavě (obr. 9). Mapa vychází z měření 50 šumavských srážkoměrných stanic, s tím, že každá ze stanic má svou barvu určující její naměřený srážkový úhrn. Výsledky z měření byly přeneseny do mapy výpočtem lineární regrese mezi úhrnem srážek a nadmořskou výškou. Z mapy je zřejmé, že srážkové úhrny na větrné západní a severozápadní straně jsou vyšší než na straně jihovýchodní. Nejvyšší průměrné roční srážkové úhrny byly zaznamenávány na stanicích Špičák, Prášíly a Železná Ruda (ČHMÚ, 2020). Dále zdaleka nejvyšší průměrné srážky zaznamenává stanice na Březníku a to okolo 1600 mm (Národní park Šumava, 2023). Naopak závětrná část Šumavy a obecně českých pohoří je jedna ze dvou nejsušších oblastí České Republiky, společně s oblastí jižní Moravy (Tolasz, 2007). Tento efekt lze vidět i na mapě.

V případě této mapky je však oblast Malé Mokrůvky pravděpodobně podhodnocena, jelikož v oblasti centrálního hřebene (Blatný vrch, Špičník, Mokrůvky atd.) chybí přesné měření zimních srážek (Tolasz, 2007).



Obr. 9: Průměrné roční úhrny srážek na Šumavě v období let 2000-2019 (Za krásnější Vimperk, 2020)

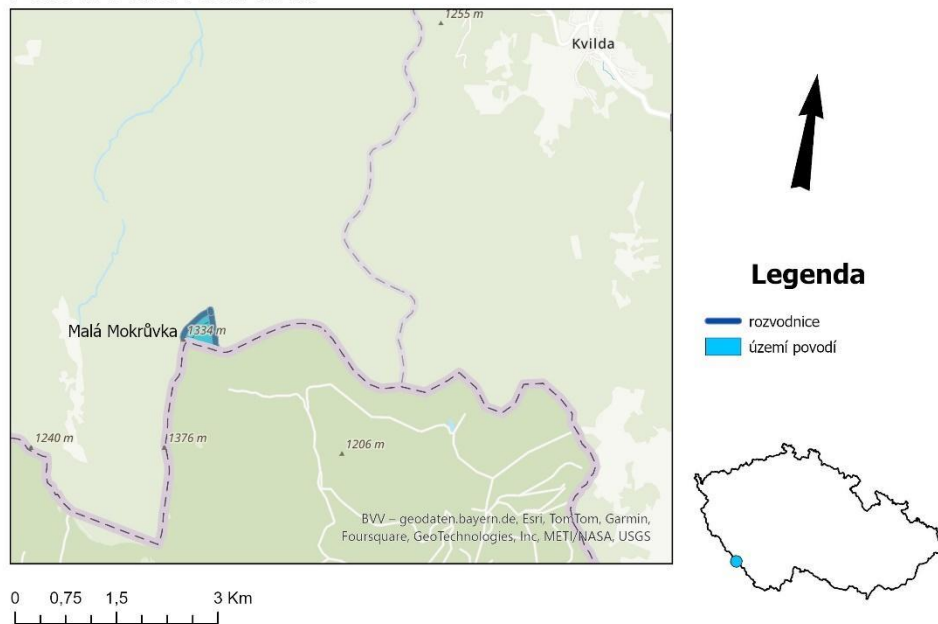
3.5 Povodí Malé Mokrůvky

Povodí se nachází na severovýchodním svahu hory zvané Malá Mokrůvka (1331 m n.m.) a na severozápadním svahu Mrtvého vrchu (1254 m n.n.), v oblasti, kde pramení Ptačí potok, 5 kilometrů od hranice s Bavorskem a 6 kilometrů vzdušnou čarou od Kvildy (Obr. 10). Celá lokalita se označuje jako „Medvědí doupě“. Mezi těmito dvěma svahy pramení v údolí bezejmenný tok, který se později vlévá do Ptačího potoka (Jačka et. al, 2011, 2012). Mapa povodí je zobrazena na Obrázku č. 10.

Povodí se rozprostírá na 16,65 hektarech s uzavěrovým profilem v nadmořské výšce 1188 m n.m, což je zároveň nejnižší bod celého povodí (48.9737997N, 13.5116950E). Na místě jsou zabudovány Thomsův měrný přeliv a meteorologická stanice (Vokoun et. al, 2023). Thomsův měrný přeliv se využívá na malých vodních tocích, kde s přesností měří okamžitý průtok (Hlom a Balvín, 2019). Dále je pozorována teplota a vlhkost vzduchu, srážky v letních měsících, hladina podzemní vody, výška sněhových srážek, odtok vody ze sněhu (Vokoun et. al, 2023). Celou oblast pokrývá smrkový porost, který byl mezi lety 1993 až 1996 napaden kůrovcem. Od té doby je na území povolena těžba napadených stromů, díky které vznikla travní holina a les se regeneruje přirozenou obnovou a výsadbou přirozeného stromového porostu (Pavlásek et. al, 2006). Vzhledem k těmto faktorům bylo povodí vybráno jako experimentální a v roce 1998 zde začal hydrometeorologický monitoring. Od té doby probíhala modernizace stanice až do roku 2012, kdy se podařilo vyměnit datalogger s většinou senzorů. Díky poslední modernizaci v roce 2020 již lze v oblasti měřit výšku sněhu pomocí ultrazvukového čidla, a ne ručním měřením sněhoměrnou latí, jak tomu bylo dříve. Navíc lze i monitorovat odtok ze sněhu lysimetrem a člunkovým průtokoměrem (Vokoun et. al, 2019).

Pojezdy těžební těžké techniky značně disturbovali půdu, což ovlivnilo zhutnění zeminy a hydrologický režim oblasti. V současné době zde můžeme nalézt jak vysazené, tak náletové dřeviny, pařezy a odumřelé dřevo po těžbě, ale také travní porosty (Pavlásek et. al, 2006).

Povodí Malá Mokrůvka



Obr. 10: Vymezení povodí Malé Mokrůvky

3.5.1 Geologie povodí

Základní hornina povodí jsou magmatické horniny moldanubického plutonu svrchního paleozoika, a to konkrétně žula s jemnozrnnou až střednězrnnou strukturou. Dále se zde vyskytuje metamorfovaný silimanit s kvartérními sedimenty, které představují fluviální štěrkopísčité usazeniny v okolí vodních toků. Dalším prvkem jsou usazeniny vytvořené ledovcovou činností ve formě blokovitých sutí (Levý, 2008).

3.5.2 Pedologie povodí

Půdní typ, který se nejvíce v oblasti povodí vyskytuje je humusový podzol a rezivá půda. V oblasti může být nalezen hnědý ranker a glej zrašelinělý nebo rašelinohumózní. Třetím a posledním typem půdy, který se na území objevuje, ale není tak častý, je rašeliništní půda vrchovištní (Půdní mapa, ©2024).

3.5.3 Klimatické podmínky povodí

Poloha povodí je v oblasti, kde je velice chladné podnebí s velkými úhrny srážek na hraničním hřebeni. Dle Quittovy klimatologické klasifikace spadá Malá Mokrůvka do klimatické oblasti CH4, která v České Republice zahrnuje pouze nejvyšší vrcholy Šumavy, Krkonoš a Krušných hor. Jarní období je charakteristické svojí délkou a chladem, léto je naopak krátké s vysokou vlhkostí, ale také chladné. Podzim bývá

dlouhý a mírně chladný. Zimní období bývá nejdelší, velice chladné a vlhké s dlouhodobou přítomností sněhové pokrývky (Quitt, 1977). Detailnější informace o klimatu Malé Mokrůvky jsou uvedeny v Tabulce č. 1.

Tab. 1: Klimatické charakteristiky chladných oblastí České Republiky (Quitt, 1977, upraveno)

Malá Mokrůvka	
Počet letních dní	0-20
Počet dní s průměrnou teplotou 10 °C a více	80-120
Počet dní s mrazem	160-180
Počet ledových dní	60-70
Průměrná lednová teplota	-6 až -7
Průměrná červencová teplota	12-14
Průměrná dubnová teplota	2-4
Průměrná říjnová teplota	4-5
Průměrný počet dní se srážkami 1 mm a více	120-140
Suma srážek ve vegetačním období	600-700
Suma srážek v zimním období	400-500
Suma srážek celkem	1000-1200
Počet dní se sněhovou pokrývkou	140-160
Počet zatažených dní	130-150
Počet jasných dní	30-40

3.5.4 Geomorfologie povodí

V následující Tabulce č. 2. jsou uvedeny vybrané geomorfologické charakteristiky povodí Malá Mokrůvka.

Tab. 2: Geomorfologické charakteristiky povodí (Ševčík, 2023, upraveno)

Malá Mokrůvka	
Plocha povodí [km ²]	0,22
Délka rozvodnice [km]	1,86
Délka údolnice [km]	0,57
Součinitel tvaru povodí	0,68
Součinitel asymetrie	-0,26
Střední sklon svahů [%]	30,5
Max. nadmořská výška [m n. m.]	1331
Min. nadmořská výška [m n. m.]	1188

3.6 Metody rekonstrukce srážkových dat

Hydrologické, klimatologické a meteorologické analýzy jsou založeny na dostupnosti údajů o srážkách. Často ale data chybí, a to z důvodů jako je přemístění stanic kvůli urbanizaci, chyby při měření množství srážek nebo poruchy přístrojů v určitém období, zejména v oblastech s povodněmi (Suhaila et. al, 2008). Výsledky analýz modelů mohou být ovlivněny, pokud v časové řadě údaje chybí nebo jsou vadná (Yaseen et. al, 2019). Z toho důvodu je zaplnění mezer ponechaných chybějícími daty a odhad chybějících hodnot velmi důležitým prvkem hydrologických studií (Suhaila et. al, 2008).

Zde je přehled některých vybraných metod rekonstrukce srážkových dat: Simple arithmetic mean method (AA), Normal ratio method, Modified Normal ratio method, Inverse Distance Weighting (IDW), Linear regression (LR), Parametric ordinary least-squares regression (POLSR), Multiple Imputation (MI), Closest station method (CSM) (Armanuos et. Al, 2020, Egigu, 2020).

3.6.1 Simple arithmetic mean method (AA)

Tato nejjednodušší metoda je běžně používána v meteorologii a klimatologii k doplnění chybějících meteorologických dat. Používá se, pokud je roční úhrn srážek v okolních meteorologických stanic v rozmezí 10% ročních srážek na stanici X. Metoda předpokládá, že na všech stanicích blízko sebe je stejný úhrn srážek a používá aritmetický průměr jejich úhrnů (Tabios a Salas, 1985). Mezery v datech lze získat doplněním údajů do následujícího vzorce (Egigu, 2020):

$$P_x = 1/m [P_1 + P_2 + \dots + P_m]$$

Příčemž:

P_x = odhadovaná hodnota chybějících dat na cílové stanici

P = hodnota stejného parametru v okolních stanicích

m = počet okolních stanic

3.6.2 Normal ratio method

Tato metoda se používá, pokud má jakákoli okolní stanice roční srážky přesahující 10 % normálních ročních srážek cílové stanice. Tato metoda zohledňuje vliv každé okolní stanice (Singh, 1992). Pokud se úhrn srážek výrazně liší, pak se P_x

odhaduje převážením srážek na všech stanicích dle koeficientu poměru ročních srážek. Dle této metody se P_x vypočítá jako (Egigu, 2020):

$$P_x = N_x/m[P_1/N_1 + P_2/N_2 + \dots + P_3/N_3]$$

Příčemž:

P_x = odhadovaná hodnota chybějících dat na cílové stanici

P_i = hodnoty srážek srážkoměrů použitých pro odhad

N_x = roční srážky cílové stanice

N_i = roční srážky okolních stanic

m = počet okolních stanic

3.6.3 Modified normal ratio method

Tato metoda je upravena tak, aby zahrnovala vliv vzdálenosti při odhadu chybějících srážkových údajů. Modifikoval ji Young v roce 1992 (Young, 1992). Používá se, když má jakákoli stanice v okolí roční srážky přesahující o 10 % roční úhrny srážek cílové stanice a zohledňuje vliv všech stanic v okolí (Singh, 1992). Data jsou kombinací parametrů s různými váhami (Egigu, 2020):

$$V_o = \frac{\sum_{i=1}^n W_i V_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

Příčemž:

V_o = odhadovaná hodnota chybějících dat

W_i = hodnota stejného parametru v nějaké okolní stanici (stanice i), vyjádřené jako:

$$W_i = \left[R_i^2 \left(\frac{N_i - 2}{1 - R_i^2} \right) \right]$$

3.6.4 Inverse distance method

Váhy pro každý vzorek jsou nepřímo úměrné jeho vzdálenosti od cílové stanice, tedy od místa, jehož hodnoty se odhadují (Wei a McGuinness, 1973). Je to metoda, která se používá nejčastěji k odhadu chybějících dat a považuje se jako nejpřesnější

ve srovnání s ostatními metodami vypsány výše, protože je funkcí následujících faktorů:

- A. Srážek naměřených na okolních stanicích
- B. Vzdálenosti každé okolní stanice od místa, kde se žádná stanice nenachází (místa bez měření srážek)

Tato metoda je určena následujícím způsobem (Egigu, 2020):

$$X_m = \frac{\sum_{i=1}^n X d_{m_i}^{-2}}{\sum_{i=1}^n d_{m_i}^{-2}}$$

Příčemž:

X_m = hodnota srážek na cílové stanici

n = počet srážek na cílové stanici

X_i = hodnota na stanici i

D_{mi} = vzdálenost stanice i ke stanici m

3.6.5 Linear Regression (LR)

Lineární regrese se využívá k odhadu chybějících meteorologických dat na jakékoli měřící stanici s podobnými klimatologickými podmínkami. V oblasti statistiky slouží metoda k identifikaci vztahu mezi závislou proměnnou Y a jedinou nezávislou proměnnou X . Jedná se o regresní analýzu, která je běžně uplatňována v praxi (Yan a Su, 2009). Je vypočítána následujícím vzorcem (Armanuos et. al, 2020):

$$Y_i = a + (b \cdot X_i)$$

Příčemž:

Y_i = odhadovaná hodnota srážek

X_i = pozorovaná hodnota srážek na sousední stanici (stanici i)

a = intercepce, která se vypočítá vzorcem:

$$a = \underline{Y} - (b \cdot \underline{X})$$

b = regresní koeficient, který se vypočítá vzorcem:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n xy - \frac{\sum_{i=1}^n x \sum_{i=1}^n y}{n}}{\sum_{i=1}^n x^2 - \frac{(\sum_{j=1}^n x)^2}{n}}$$

3.6.6 Multiple Imputation (MI)

Rubin navrhl tuto metodu, která se používá v případech, kdy jsou chybějící data náhodně rozložena (Rubin, 1988). V rámci této metody jsou chybějící údaje o srážkách nahrazeny souborem realistických hodnot, přičemž je zohledněna nejistota převyšující opravenou přesnou hodnotu chybějících údajů, které mají být přiřazeny na chybějící místa (Willmott a Robeson, 1995). Tento proces imputace pro odhad chybějících hodnot je opakován pětkrát a poté jsou tyto odhady zprůměrovány za pomoci diskrétní analýzy (Little a Rubin, 2019, Schafer, 1999).

Imputace se provádí pomocí různých statistických balíčků, například SAS, balíčku Amelia II, EMCOV, SPLUS a Mplus (Schafer, 1999, Myers, 2011).

3.6.7 Closest station method (CSM)

Tato metoda se skládá z několika kroků. Prvním krokem je identifikace nejbližší stanice ke stanici cílové. Druhým krokem je odhad chybějících údajů srážek cílové stanice na základě údajů právě té nejbližší stanice. Ve třetím kroku se upravují odhadnuté údaje srážek pomocí poměru dlouhodobých průměrů pro jeden daný rok (Kashani a Dinpashoh, 2012).

V literatuře existují různé metody s podobnou koncepcí, jako je například metoda nejbližšího souseda (NN) (Kashani a Dinpashoh, 2012). Tato metoda spočívá v použití údajů z nejbližší stanice k doplnění údajů cílové stanice a považuje se za jednoduchý způsob doplnění chybějících údajů. Nejbližší stanice je určena buď jako stanice s nejvyšším r_{Pearson} ve vztahu k cílové stanici nebo jako stanice s nejkratší vzdáleností a polohou (Bárdossy a Pergam, 2014). Pearsonův korelační koeficient (r) je měřítkem toho, jak blízko jsou k přímce pozorování nejlepší shody (Turney, 2023). Při této metodě lze hodnoty z nejbližší stanice použít k doplnění chybějících údajů beze změny (Bárdossy a Pergam, 2014).

3.7 Kontrola kvality dat a homogenizace

V České Republice je víceméně jeden spolehlivý zdroj meteorologických dat, a to je databáze Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ). Čím delší časový úsek bývá hodnocen, přibývá mezi naměřenými údaji pravděpodobnost výskytu chyb a nehomogenit. Hlavním cílem je, aby variabilita těchto dat byla způsobena pouze přirozenými výkyvy počasí a klimatu, tzv. maximální homogenity klimatologických dat (Conrad a Pollak, 1950). I když může být identifikace náhodných chyb obtížná kvůli jejich nahodilé povaze a různorodosti, jejich znalost je důležitá a poskytuje možnost provádět korekce naměřených úhrnů srážek (Brázdil, Štěpánková, 1998).

Chyby měření lze rozdělit na chyby systematické a nesystematické. Nesystematické chyby jsou nahodilé a dochází k nim jen zřídka, zatímco systematické chyby se vyznačují pravidelností a delším trváním (Coufal et. al, 2002). Podle Sevruka (2004) lze identifikovat dvě hlavní kategorie systematických chyb, které se vyskytují při měření srážek:

1. Chyby způsobené parametry srážkoměru.
2. Chyby vyvolané ovlivňováním měření meteorologickými prvky a jejich variabilitou.

Mezi hlavní systematické chyby, které mají největší vliv na podhodnocení srážkových úhrnů patří:

1. Chyba způsobená odváděním srážek mimo otvor srážkoměru, vlivem zesílení větru nad záchytnou plochou. Srážkoměrné stanice jsou pro vítr překážky, které způsobují zvýšenou koncentraci proudnic nad stanicí a tím pádem rychlost větru zesilují. Proto jsou některé srážkoměrné částice odváděny mimo záchytnou plochu přístroje do závětrí. Počet částic, které jsou strženy ovlivňuje rychlost větru a hmotnost a rychlost samotných částic. Například, velké dešťové kapky jsou odnášeny méně, zatímco lehké sněhové vločky jsou odnášeny snadněji (Lapin a Priadka, 1987). Pro déšť může chyba způsobená větrem dosáhnout 2-15 % a pro sníh 10-50 % (a více). Z uvedeného je tedy jasné, že v místech s vysokými rychlostmi větru a velkým úhrnem srážek, bude k chybám docházet častěji. Taková místa jsou například ve vyšších horských polohách (Sevruc, 2004).

Chybovost se určuje u dešťových srážek především empiricky, porovnáním úhrnů srážek z nadzemního srážkoměru s jámovým srážkoměrem. Jámový srážkoměr

je speciální typ srážkoměru, který je zasazen do země a jeho nálevka se nachází v úrovni země (Hošek et. al, 2022). Během zimního období není možné jámový srážkoměr využívat, protože by do něj mohl napadat sníh ze sněhové pokrývky vyskytující se okolo srážkoměru. Na úrovni země je vliv tření tak významný, že zde fouká pouze slabý nebo žádný vítr. V případě měření sněhu a smíšených srážek je využíváno porovnávací měření srážkoměru se zábranou proti větru a srážkoměru bez zábrany (Ptáček, 2012).

Jak již bylo zmíněno výše, systematická chyba může být způsobena i hmotností srážkových částic. Ta však není měřena, proto bylo nutné nalézt jiné meteorologické parametry, které s hmotností souvisejí. Pro dešťové srážky se určila intenzita deště, jelikož je skoro pravidlem, že čím intenzivnější dešť, tím větší a těžší částice jsou. Naopak pro tuhé srážky je to vztah s teplotou, protože čím nižší teplota, tím menší hmotnost sněhových vloček (Ptáček, 2012).

2. Chyba způsobená výparem vody z vnitřku srážkoměru. Velikost těchto ztrát závisí na době, po kterou jsou srážky vystaveny výparu, tzv. zdržení srážek do doby měření pozorovatelem, a dále na intenzitě výparu. Ta je závislá na několika faktorech: teplotě vzduchu, sytostním doplnku a rychlosti větru (Ptáček, 2012).

Během experimentů Lapin a Priadka (1987) zjistili, že dochází k podhodnocení srážkových úhrnů vlivem výparu o 3-10 %. Sevruk (2004) však uvádí, že pro většinu srážkoměrů tato ztráta činí 1-2 % ročního srážkového úhrnu.

3. Chyba způsobená adhezivní schopností vody ulpívat na površích soustředovacích nádob, nálevky, měřicího válce, tzv. ztráta způsobená omočením. Velikost omočení se také určuje experimenty a nabývá až ztrát 2-10 % (Sevruk, 2004).

4. Chyba spojená s procesem měření množství zachycených srážek. U manuálních srážkoměrů se objem může určit dvěma způsoby a to, pomocí odměrného válce nebo odebráním vzorku. Obě metody mají inherentní omezenou přesnost, a to může být zdrojem systematických i nesystematických chyb. Při měření pomocí odměrného válce je třeba dát si pozor na správné určení menisku hladiny, protože tato nepozornost by poté mohla vést k nesprávnému odečtu a dále také využívat válců se správným průměrem. Těmto chybám se dá předejít provedením kontrolního nezávislého měření a ujištění se, že všechny nádoby přístroje jsou zcela prázdné. Z tohoto důvodu je metoda vzorkování lepší a často i přesnější, chyb se lze vyvarovat častou kalibrací

přístroje. Stejně tak, ale může docházet k chybám u automatických zařízení z různých důvodů. Výrobci automatických srážkoměrů se snaží prostřednictvím konstrukčních úprav nebo korekcí naměřených dat tyto chyby eliminovat. (Hošek, et. al, 2022).

Další systematické chyby dle Lapina a Priadky (1987) zahrnují: záchytnou plochu ve sklonu, nestandardní povrchovou úpravu, proděravěný nebo mrazem poškozený srážkoměr a nedodržování správné metody měření srážek, jako zanedbávání malých srážkoměrných úhrnů nebo nesprávné dodržování kroků při měření tuhých a smíšených srážek.

Chyby zmíněné výše jsou způsobeny podmínkami na místě, kde se meteorologická stanice nachází a kde tedy měření probíhá. Takovým srážkám se říká bodové srážky a při jejich měření je klíčovým aspektem jejich reprezentativnost ve vztahu k okolním srážkovým podmínkám. Výběr vhodné lokality je tedy velice důležitý, a to jak z hlediska mikroklimatických faktorů, jako je vliv okolních budov nebo stromů, tak i s ohledem na praxi. Pro praktický cíl určení celkových srážkových úhrnů a získání přesných dat se meteorologické stanice rozmísťují do tzv. meteorologické sítě (Ptáček, 2012).

Jak sumarizuje Sevruc (2004), chyby ovlivňující konečný naměřený srážkový úhrn jsou:

1. Vliv použitého přístroje a jeho charakteristiky.
2. Vliv variability meteorologických prvků jako je vítr, výpar, podíl srážek ve formě sněhu.
3. Vliv špatné metody měření.
4. Vliv umístění stanoviště.

Důležitým hlediskem u srážkových dat je také časová stejnorodost, jelikož se okolí srážkoměrné stanice s časem neustále mění. To má za následek změny rychlosti větru a objemu srážkových úhrnů. V České Republice dochází k častým přemístěním srážkoměrných stanic. Po přesunu stanice z různých důvodů, jako je úmrtí nebo změna provozovatele, jí její jméno zůstane. Narušení konzistence datového souboru může být způsobeno i tím, že mnoho srážkoměrných stanic je v soukromém vlastnictví (Ptáček, 2012). Důležitým zákrokem do datové konzistence byla také automatizace srážkoměrných stanic v síti vlastněnou ČHMÚ v roce 1999 (Gajdušková, 2009).

Dle Světové meteorologické organizace (WMO) (1993) je prostorová nekonzistence srážkových dat ovlivněna následujícími faktory:

1. Různé druhy srážkoměrných stanic na konkrétním území, jejich časté výměny anebo úplná změna jejich stanoviště.
2. Změna expozice srážkoměru (otevřený terén, lesní porost, zástavba), což má vliv na rychlost větru
3. Roční období a nadmořská výška, jelikož jak již bylo zmíněno, v zimě dochází k výraznějším chybám, hlavně ve vyšších nadmořských výškách než v létě.

4. Použitá data a jejich předzpracování

Pro tuto práci byla použita data ze stanice Malá Mokrůvka (viz. Kapitola 3) a stanice Ústavu pro hydrodynamiku Akademie věd ČR (ÚHAV ČR) nacházející se těsně pod sedlem pod Malou Mokrůvkou v lokalitě Medvědí doupe. Data pokrývají období měsíců květen až říjen let 2008-2023. Toto období bylo vybráno z toho důvodu, že většina srážkoměrů není vyhřívána, a proto je důležité vybrat období s kladnými teplotami a vyhnout se tak případným tuhým srážkám (Vysoudil et al., 2012).

Poskytnutá data byla naměřena v denních, hodinových, 15 nebo 10 min. intervalech. Proto bylo nutné všechna data převést pouze na denní intervaly. Vzhledem k tomu, že dostupná data byla často neúplná nebo chybná, bylo nutné data doplnit a opravit.

Pokud byl nějaký údaj chybný, nebo došlo k ucpání srážkoměru, data byla nahrazena z dat stanice ÚHAV ČR (až na výjimky, viz dále), která byla vynásobena opravným koeficientem 1,1002, a tím byly hodnoty navýšeny o 10,02 %.

Procentuální rozdíl byl vypočítán následujícím způsobem:

$$\frac{(X - Y)}{Y \cdot 100}$$
$$\frac{(7554,9 - 6866,7)}{6866,7 \cdot 100}$$

Příčemž:

X = součet úhrnu srážek cílové stanice bez chybných dat obou stanic

Y = součet úhrnu srážek nejbližší stanice (ÚHAV ČR) bez chybných dat obou stanic

Celkem bylo na meteorologické stanici Malá Mokrůvka vynásobeno opravným koeficientem 712 dat. Z meteorologické stanice ÚHAV ČR bylo nahrazeno 619 dat, což je 86,94 % ze všech vadných dat. Zbylých 93 dat, konkrétně z května a června 2012, května 2015 a 12.7. 2018 bylo nahrazeno z meteorologické stanice Národního Parku Šumava. Jejich stanice se nachází asi 500 m od stanice Malá Mokrůvka, u pramene bezejmenného potoka, v nadmořské výšce přibližně 1250 m n. m. Tato data nebylo možné nahradit ze stanice ÚHAV ČR, protože v té době byl jejich srážkoměr

ještě zavřený a žádná data neměřil. Více o chybných datech, která musela být nahrazena z jiných stanic, lze nalézt v Tab. 3.

Tab. 3: Informace o chybných datech pro stanici Malá Mokrůvka a stanicích, z kterých data byla nahrazena, data v denním kroku

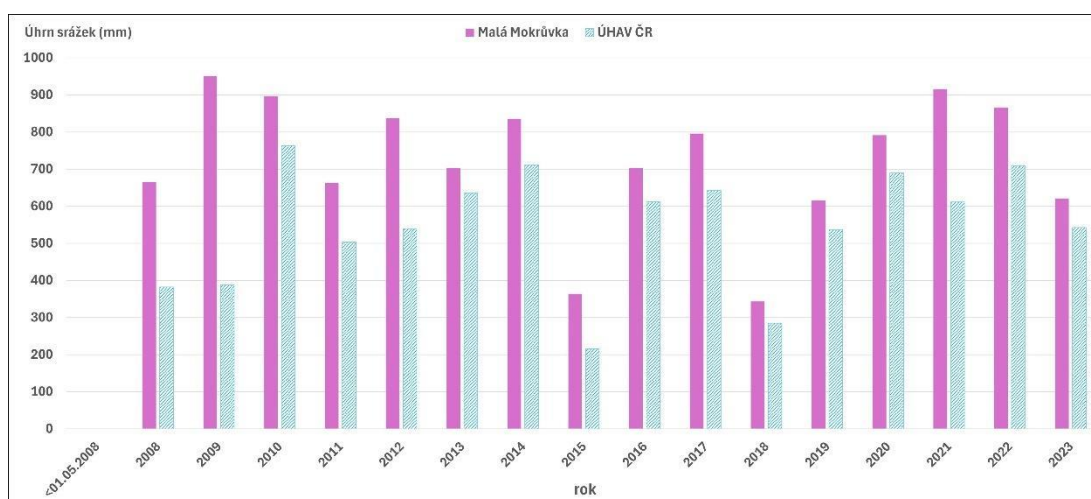
Malá Mokrůvka	Počet hodnot	Počet nahrazených NA	Procento NA z vadných dat	Procento NA ze všech dat
ÚHAV ČR	2944	618	86,92 %	20,99 %
NP Šumava	2944	93	13,08 %	3,16 %

5. Výsledky

Tato kapitola představuje vlastní analýzu srážkových poměrů na základě opravených a zkompletovaných dat ze srážkoměrné stanice Malá Mokrůvka a ÚHAV ČR. Jednotlivé úhrny srážek byly měřeny od roku 2008 do roku 2023, v měsících květen až říjen (1.5. až 31.10.).

5.1 Množství srážek

V grafu na Obr. 11 jsou pozorovány sumy úhrnů srážek za jednotlivé roční sezóny z meteorologických stanic Malá Mokrůvka a ÚHAV ČR v letech 2008 až 2023. Z grafu je patrné, že hodnoty úhrnů srážek na zájmovém území Malá Mokrůvka hodně variovaly. Nejmenší úhrny srážek byly naměřeny v roce 2018 a to 343,5 mm, nejvyšší pak v roce 2009 (951,0 mm). Průměrný roční úhrn srážek v zájmovém území za období 2008–2023 byl 723,09 mm se směrodatnou odchylkou 172,88 mm. Variabilitu množství srážek mezi jednotlivými roky udává variační koeficient ve výši 23,91 %. Další statistické charakteristiky tohoto období jsou uvedeny v Tab. 4.



Obr. 11: Sumy srážkových poměrů na meteorologické stanici Malá Mokrůvka a ÚHAV ČR z let 2008-2023

Tab. 4: Statistické charakteristiky (2008-2023)

Průměr	723,09 mm
Směrodatná odchylka	172,88 mm
Medián	747,75 mm
Minimum - 2018	343,5 mm
Maximum - 2008	951,0 mm
Variační rozpětí	607,5 mm
Dolní kvartil	631,8 mm
Horní kvartil	858,3 mm
Variační koeficient	23,91 %

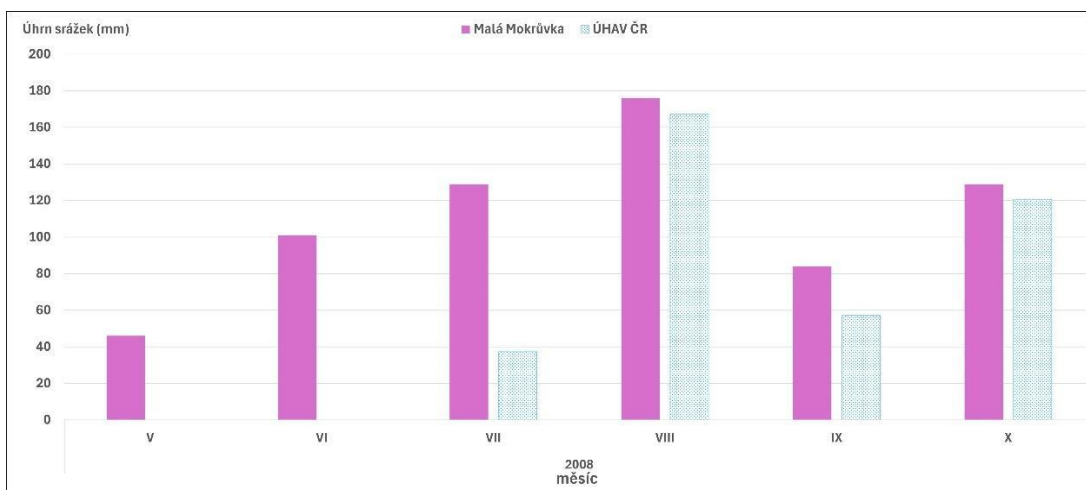
Přesné sezónní úhrny stanic Malá Mokrůvka a ÚHAV ČR jsou vypsány níže v Tab. 5

Tab. 5: Sezónní úhrny srážek na meteorologické stanici Malá Mokrůvka a ÚHAV ČR z let 2008-2023

Rok	Malá Mokrůvka (mm)	ÚHAV ČR (mm)
2008	665,0	382,6
2009	951,0	387,8
2010	897,0	763,6
2011	663,0	503,8
2012	837,6	539,6
2013	702,8	636,7
2014	835,5	712,1
2015	363,9	216,2
2016	703,8	612,2
2017	796,3	642,9
2018	343,5	285,0
2019	615,7	537,3
2020	791,7	689,7
2021	916,0	611,6
2022	865,2	709,4
2023	621,4	542,7
Celkový součet	11 569,4	8773,2

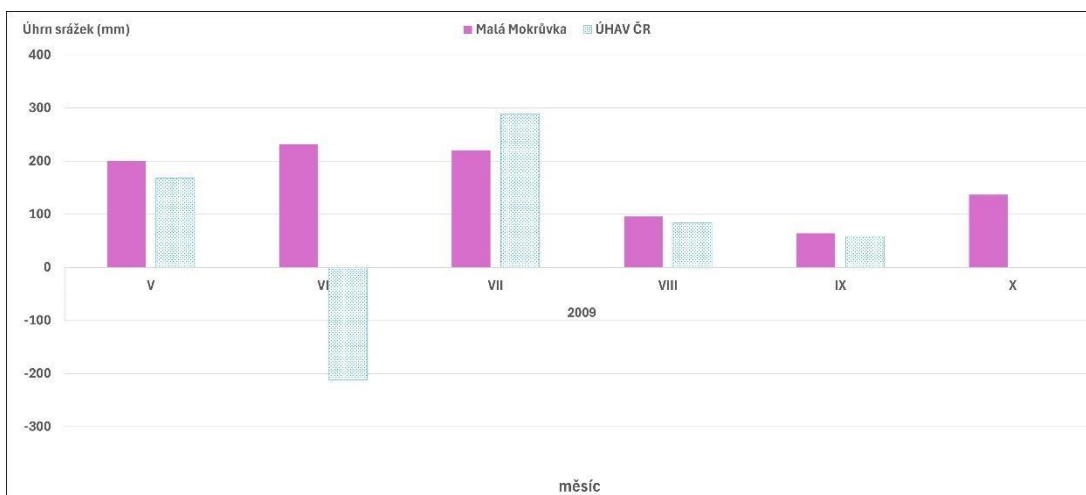
Nejvíce patrné rozdíly jsou v letech 2008 a 2009, jak lze pozorovat na grafech Obr. 12 a Obr. 13. Jak bylo již zmíněno, v květnu a v červnu byl v některých letech srážkoměr ÚHAV ČR vypnutý, kvůli tuhým srážkám, což se ukazuje v roce 2008 na Obr. 12, kdy se data začala na srážkoměru zapisovat až v půlce července. Nejnížší

měsíční úhrn na stanici Malá Mokrůvka připadl v květnu (46 mm), nejvyšší potom v srpnu (176 mm).



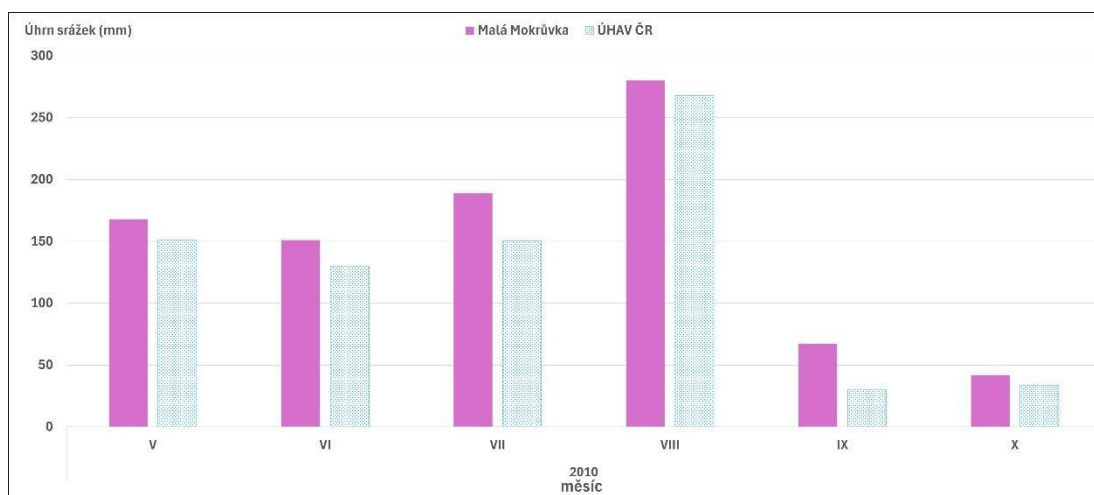
Obr. 12: Sumy srážkových úhrnů za rok 2008 dle měsíců

Rok 2009 byl nejvlhčím rokem z celé analýzy s 951,0 mm srážek (Tab. 3). Na Obr. 13 je patrná chyba na srážkoměru ÚHAV ČR, kdy se 16.6.2009 zapsala záporná hodnota -395,6 mm, a tím pádem se celý měsíc zobrazuje záporně. Dále je z grafu patrné, že v říjnu byl již srážkoměr zavřený. Nejvyšší úhrn srážek se zapsal v červnu na stanici Malá Mokrůvka (232 mm), na ÚHAV ČR v červenci (289,2 mm). Na obou stanicích připadlo v roce 2009, nejméně srážek v září, kdy se úhrny pohybovaly okolo 60 mm.



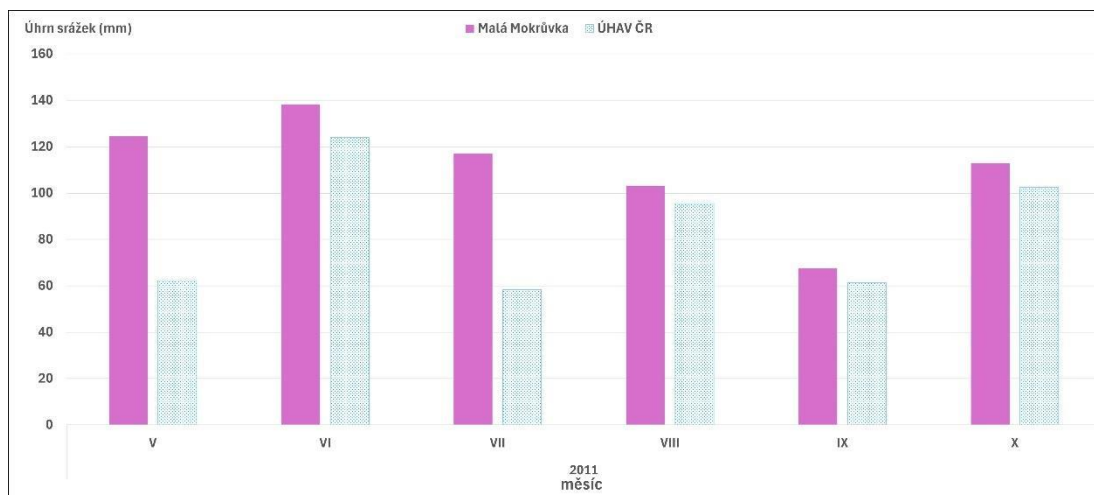
Obr. 13: Sumy srážkových úhrnů za rok 2009 dle měsíců

Na Obr. 14 jsou znázorněny sumy srážkových úhrnů dle měsíců za rok 2010. Na grafu vidíme, že tento rok byly měsíční sumy z obou stanic podobné, kromě měsíce července, kdy stanice Malá Mokrůvka průměrně naměřila více srážek, a měsíce září, kdy byl srážkoměr ÚHAV ČR ucpan. Nejvyšší množství srážek v roce 2010 zaznamenaly obě stanice v srpnu, na Malé Mokrůvce spadlo 280.0 mm, na stanici ÚHAV ČR 267,9 mm. Nejmenší množství srážek v tomto roce bylo naměřeno v říjnu, na Malé Mokrůvce 42,0 mm a na stanici ÚHAV ČR 33,8 mm.



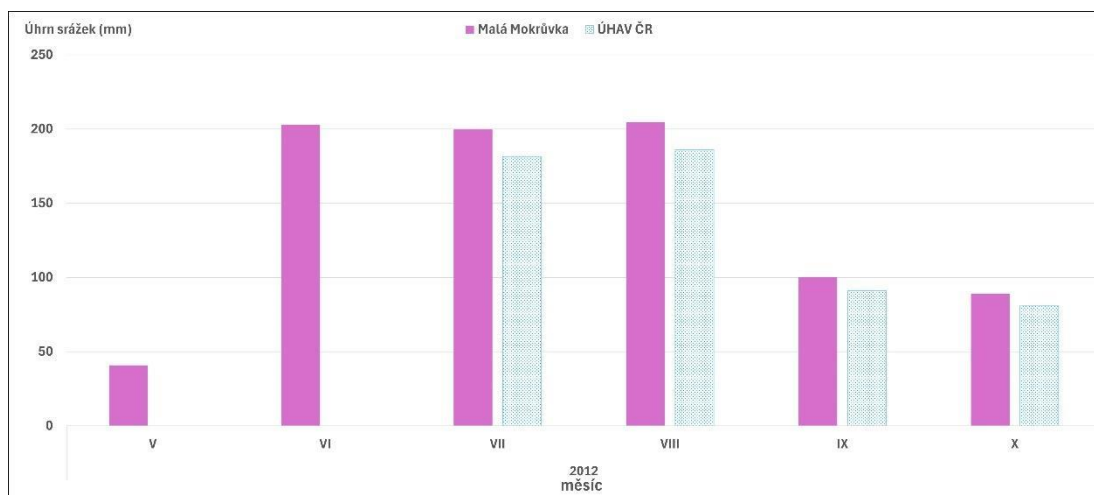
Obr. 14: Sumy srážkových úhrnů za rok 2010 dle měsíců

Rok 2011 byl problémový pro obě stanice, jak je patrné z Obr. 15. Srážkoměr ÚHAV ČR byl vypnutý od 1.5. do 20.5.2011, proto je výsledná měsíční suma nižší než na druhé stanici. Nejvyšší měsíční úhrn byl naměřen v červnu, 138,2 mm na Malé Mokrůvce, 123,9 mm na stanici ÚHAV ČR. V červenci byl srážkoměr ÚHAV ČR ucpaný, naopak na Mokrůvce byl ucpaný v září a říjnu a doplněn daty ze stanice ÚHAV ČR. Nejnižší naměřené úhrny byly v září, a to 67,4 mm na Mokrůvce a 61,3 mm na stanici ÚHAV ČR.



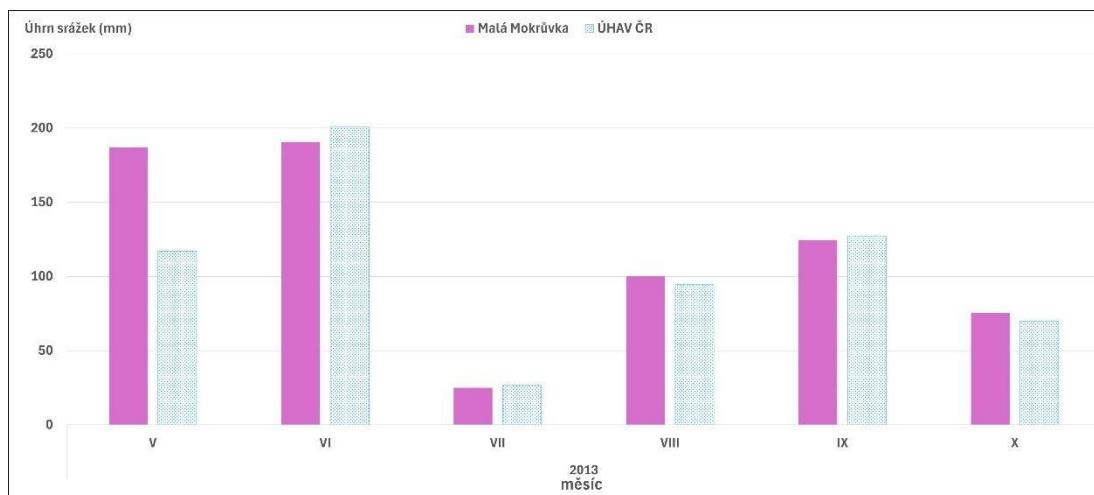
Obr. 15: Sumy srážkových úhrnů za rok 2011 dle měsíců

V celém roce 2012 (Obr. 16) na stanici Malá Mokrůvka probíhala výměna data loggeru, takže všechna chybějící data od července do října byla doplněna ze stanice ÚHAV ČR. První dva měsíce, kdy byl srážkoměr ještě zavřený, v květnu a červnu, byla data doplněna z meteorologické stanice NP Šumava, jak již bylo zmíněno výše. Nejnižší suma srážkových úhrnů na Malé Mokrůvce byla naměřena v květnu (40,6 mm), nejvyšší potom v srpnu (204,6 mm).



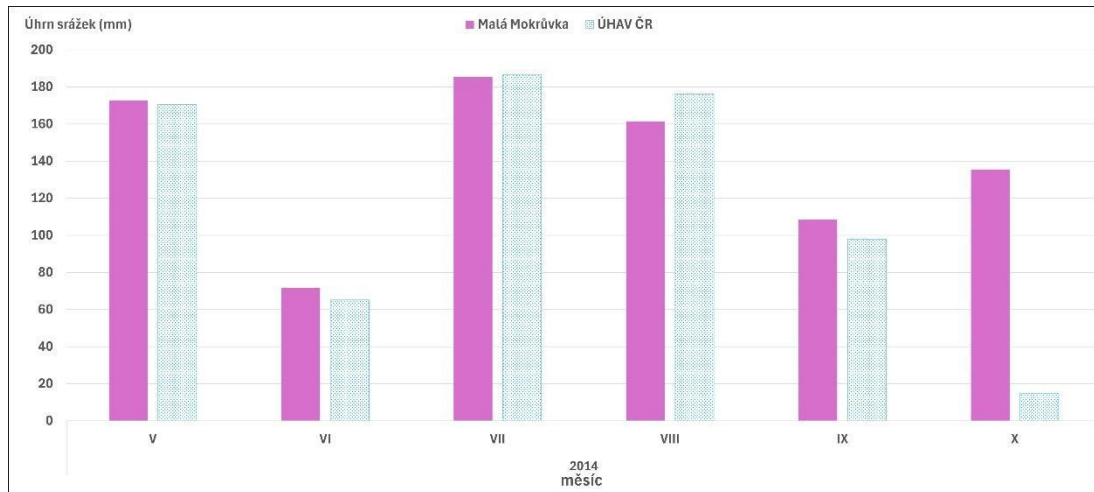
Obr. 16: Sumy srážkových úhrnů za rok 2012 dle měsíců

Rok 2013 (Obr. 17) byl bez větších problémů. Na grafu je vidět, že měsíční úhrny z obou stanic jsou podobné, variují od 70 mm (říjen) do 200 mm (červen). Jediná zřetelná odchylka v datech je v květnu, kdy byl opět srážkoměr stanice ÚHAV ČR zavřený až do půlky měsíce.



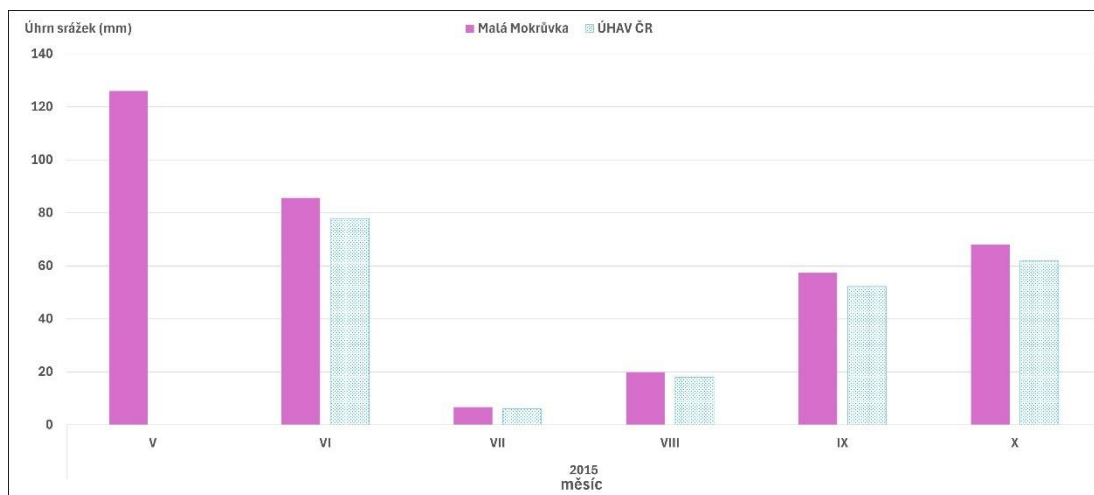
Obr. 17: Sumy srážkových úhrnů za rok 2013 dle měsíců

Stejně tak jako rok 2013, rok 2014 také vykazuje podobné měsíční úhrny z obou stanic. Z grafu na Obr. 18 je zřejmé, že tento rok byly měsíční úhrny vysoké v květnu, červenci a srpnu. Úhrny se pohybovaly mezi 160 a 186 mm. Nejnižších úhrnů dosáhl červen, se 71,7 mm a 65,2 mm. Stanice ÚHAV ČR byla opět zavřena od 16.10., proto je výsledná suma nízká.



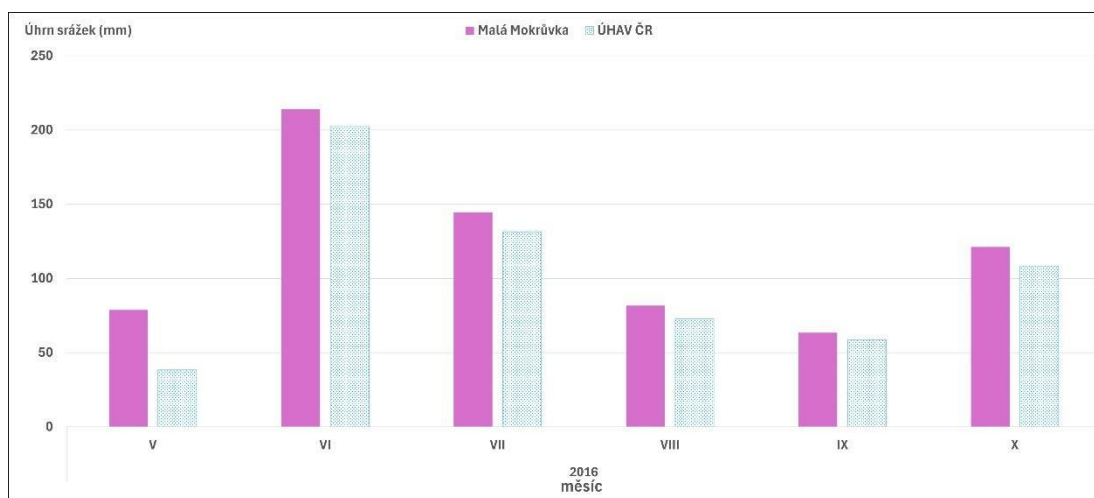
Obr. 18: Sumy srážkových úhrnů za rok 2014 dle měsíců

Z grafu na Obr. 19 jde poznat, že rok 2015 byl suchý. Navíc, celý rok byl srážkoměr na stanici Malá Mokrůvka ucpaný, tudíž jsou data doplněna ze stanice ÚHAV ČR, kromě měsíce května, kdy jsou data doplněna ze stanice NP Šumava. Nejsušším měsícem byl červenec, kdy srážky dosáhly pouze 6,1 mm a 6,7 mm. Nejvlhčím měsícem byl květen se 126,0 mm srážek.



Obr. 19: Sumy srážkových úhrnů za rok 2015 dle měsíců

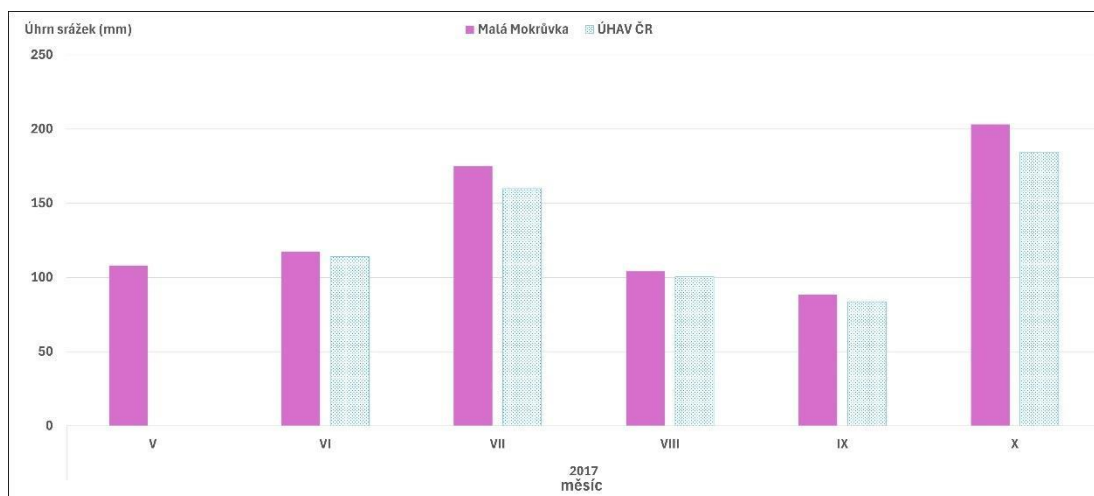
Rok 2016 (Obr. 20) má opět podobné úhrny srážek na obou stanicích. Srážkoměr na stanici ÚHAV ČR byl do 15.5. zavřený, proto zaznamenal méně srážek. Srážkoměr na stanici Malá Mokrůvka byl ucpaný od 7.6. do 28.8., takže se data musela nahradit ze stanice ÚHAV ČR. Nejvíce srážek spadlo v červnu (144,7 a 131,5 mm), nejméně v září (63,5 a 53,8 mm).



Obr. 20: Sumy srážkových úhrnů za rok 2016 dle měsíců

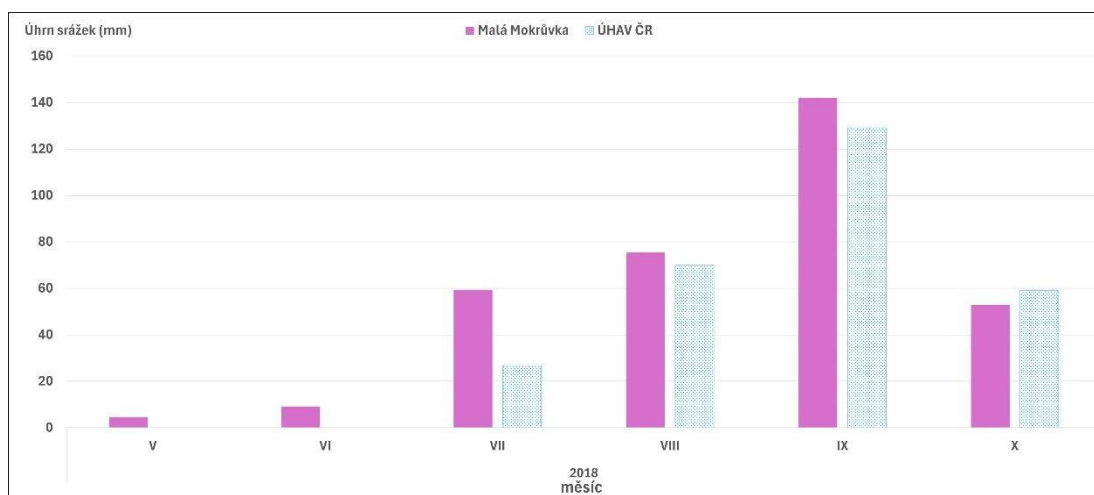
V roce 2017 (Obr. 21) byly opět úhrny srážek vyrovnané. Srážkoměr ÚHAV ČR byl znovu zavřený celý květen a srážky neměřil. Srážkoměr na Malé Mokrůvce byl tento rok dvakrát ucpan: 29.6.–29.7. a 2.10.–31.10. Nejnížší srážky byly na obou stanicích naměřeny v září (88,4 mm a 83,7 mm) a nejvyšší srážky byly na obou

stanicích zaznamenány v říjnu a to, 203,2 mm na Malé Mokrůvce a 184,6 mm na ÚHAV ČR.



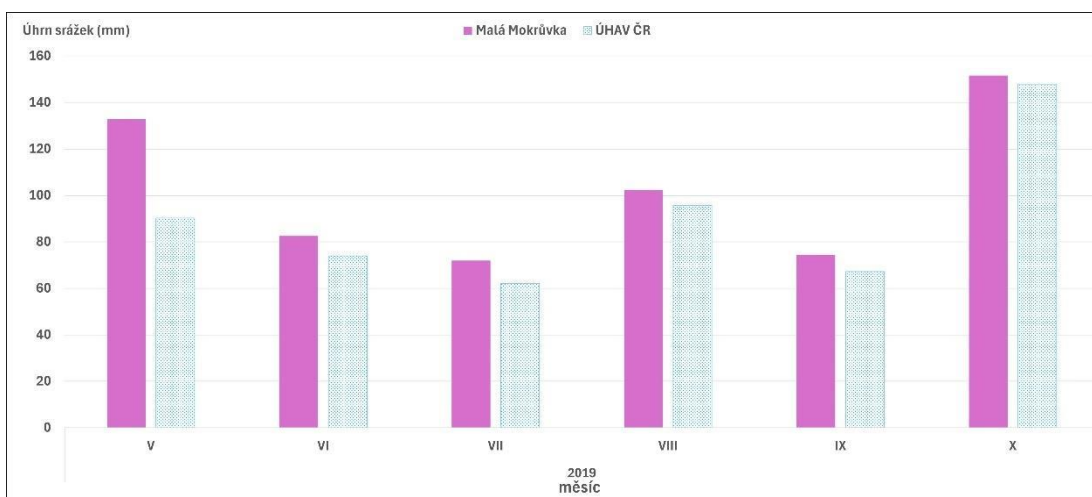
Obr. 21: Sumy srážkových úhrnů za rok 2017 dle měsíců

Rok 2018 byl opět problematický, jak můžeme vidět z grafu na Obr. 22. Od 1.5.- 5.7. byl srážkoměr ÚHAV ČR zavřený, tudíž vadný údaj z 12.7. na stanici Malá Mokrůvka byl doplněn ze stanice NP Šumava. Dále byl srážkoměr Malé Mokrůvky ucpaný od 31.8. do 29.9., takže data byla doplněna ze stanice ÚHAV ČR. Poslední vadný údaj tento rok na Malé Mokrůvce, byl 29.10., který se opět doplnil z dat stanice ÚHAV ČR. Nejsušším měsícem se z grafu jeví květen s 4,2 mm srážek. Nejvlhčím měsícem na obou stanicích bylo září s 142,0 mm a 129,1 mm.



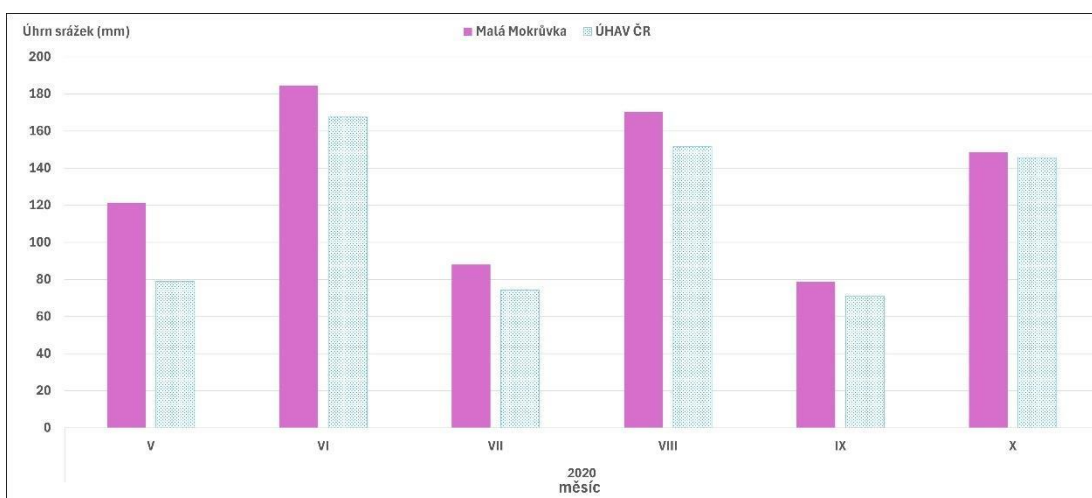
Obr. 22: Sumy srážkových úhrnů za rok 2018 dle měsíců

Měsíční úhrny v roce 2019 jsou znovu podobné (Obr. 23). Za rozdíl v úhrnech v měsíci květnu znovu může vypnutý srážkoměr na stanici ÚHAV ČR. Od 20.6. do 22.7. byl srážkoměr na stanici Malá Mokrůvka ucpán a data byla nahrazena z dat stanice ÚHAV ČR. Na obou stanicích byly nejnižší naměřené srážky v září a to, 71,9 mm a 67,2 mm. Nejvyšší potom v říjnu, 151,6 mm na Malé Mokrůvce a 147,9 na stanici ÚHAV ČR.



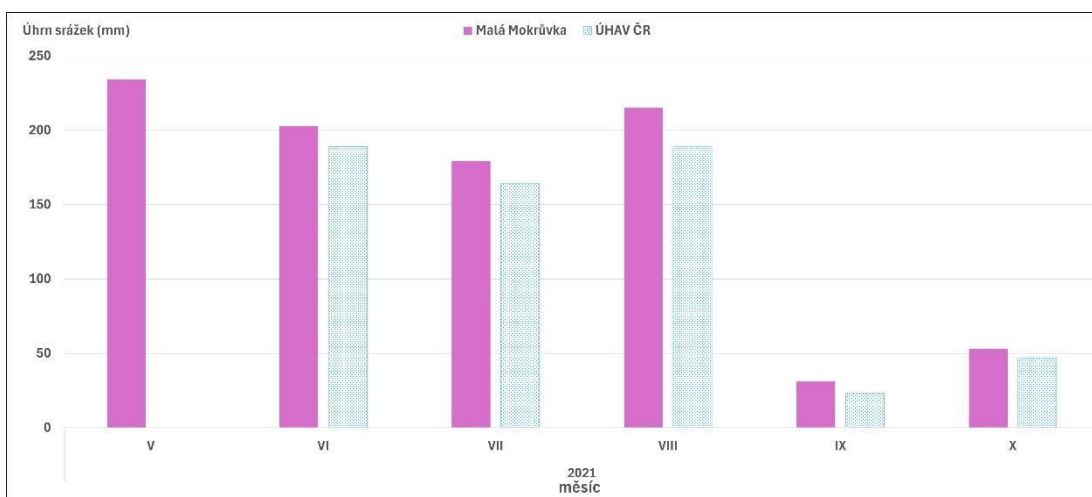
Obr. 23: Sumy srážkových úhrnů za rok 2019 dle měsíců

Srážkoměr ÚHAV ČR byl od 1.5. do 8.5. znovu zazimovaný, proto můžeme v květnu na grafu (Obr. 24) pozorovat tak velký rozdíl v úhrnech jednotlivých stanic. Kromě toho se v roce 2020 nestala žádná mimořádnost. Nejvyšší úhrn srážek stanice naměřily v srpnu – 170,4 mm a 151,8 mm, nejnižší úhrn v září – 78,8 mm a 71,1 mm.



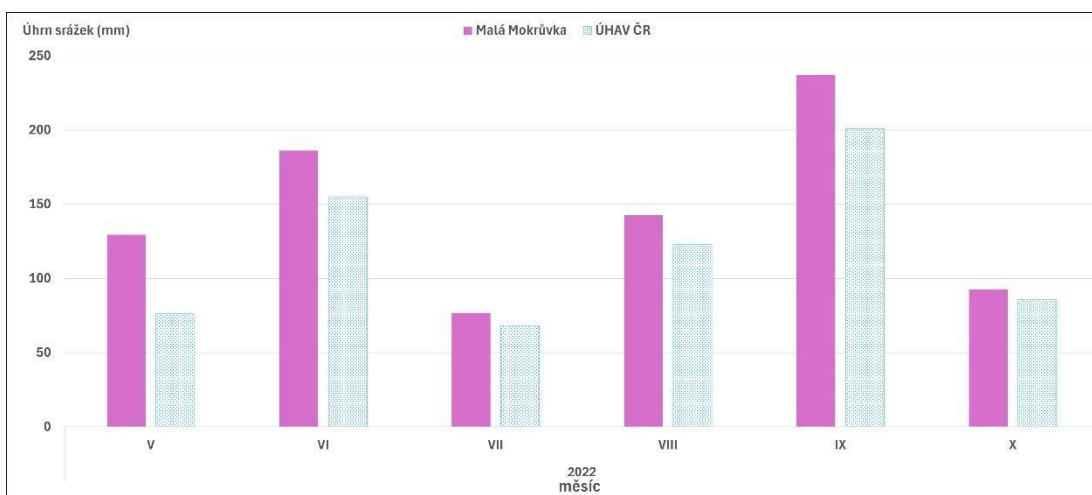
Obr. 24: Sumy srážkových úhrnů za rok 2020 dle měsíců

Z grafu na Obr. 25 lze poznat, že v květnu srážkoměr na Malé Mokrůvce zaznamenal nejvíce srážek (234,4) a zároveň srážkoměr na stanici ÚHAV ČR byl znovu zavřený, až do 4.6. V červnu, červenci i srpnu zaznamenávaly obě stanice poměrně vysoké srážky, v září a říjnu naopak velice nízké. Na Malé Mokrůvce spadlo 31,1 mm v září a 53,2 mm v říjnu. Na stanici ÚHAV ČR srážkoměr zaznamenal v září 23,1 mm a v říjnu 46,7 mm.



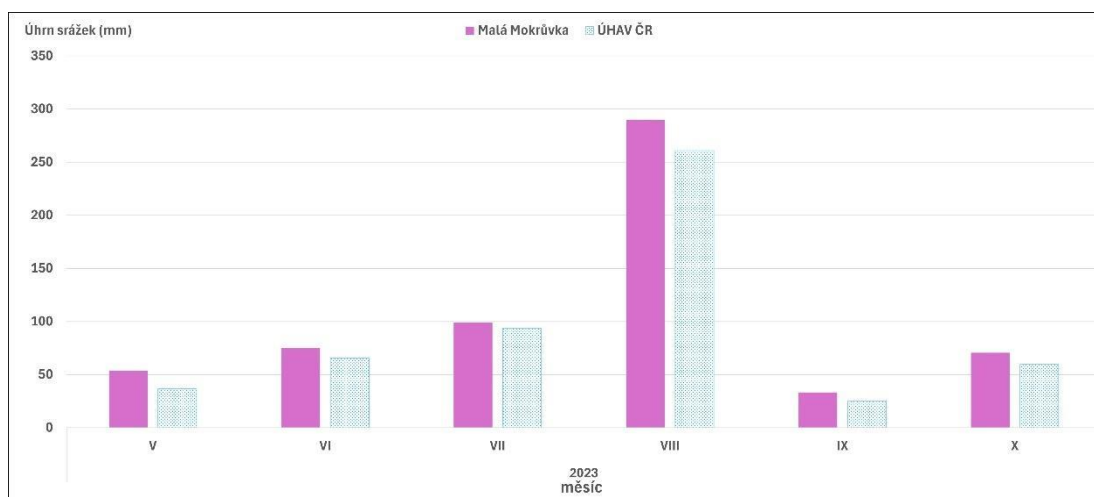
Obr. 25: Sumy srážkových úhrnů za rok 2021 dle měsíců

V květnu roce 2022 (Obr. 26), od 1.5. do 10.5., byl srážkoměr stanice ÚHAV ČR znovu zavřený. Nejméně srážek spadlo v červenci, 76,8 mm na Malé Mokrůvce a 68,3 mm na stanici ÚHAV ČR. Nejvíce v září, 273,3 mm a 200,9 mm.



Obr. 26: Sumy srážkových úhrnů za rok 2022 dle měsíců

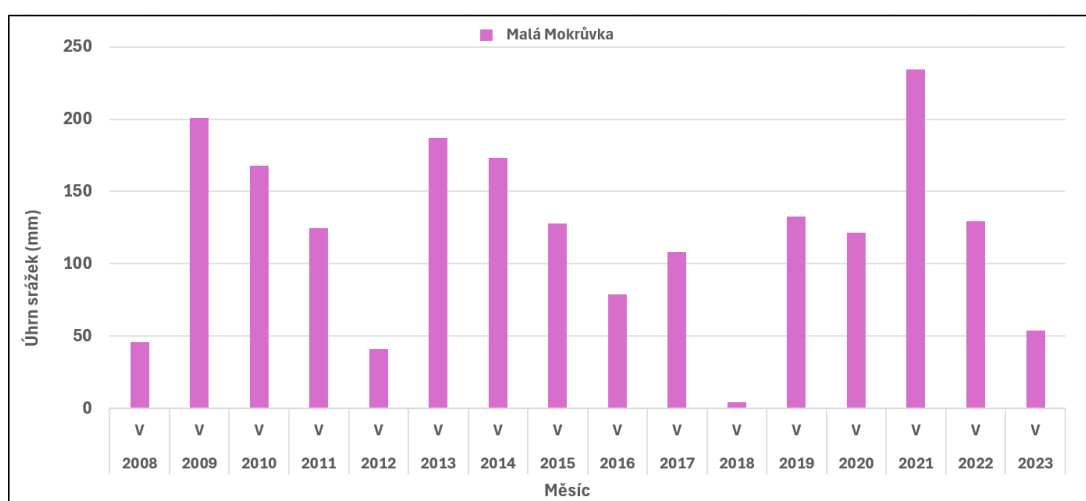
Z grafu na Obr. 27 je zřejmé, že úhrny srážek byly ve všech měsících, kromě srpna nízké. Na stanici ÚHAV ČR byl srážkoměr opět vypnutý od 1.5. do 9.5. V časové řadě úhrnů srážek Malá Mokrůvka se musel nahradit jeden údaj z 29.10. údajem z druhé stanice. Jak již bylo zmíněno, nejvyšší úhrny srážek byly v tomto roce zaznamenány v srpnu – 289,8 mm a 261,0 mm. Nejnižší srážky byly měsíc poté, v září – 33,4 mm a 25,5 mm. Rok 2023 byl sušší než předchozí 3 roky (2020, 2021, 2022).



Obr. 27: Sumy srážkových úhrnů za rok 2023 dle měsíců

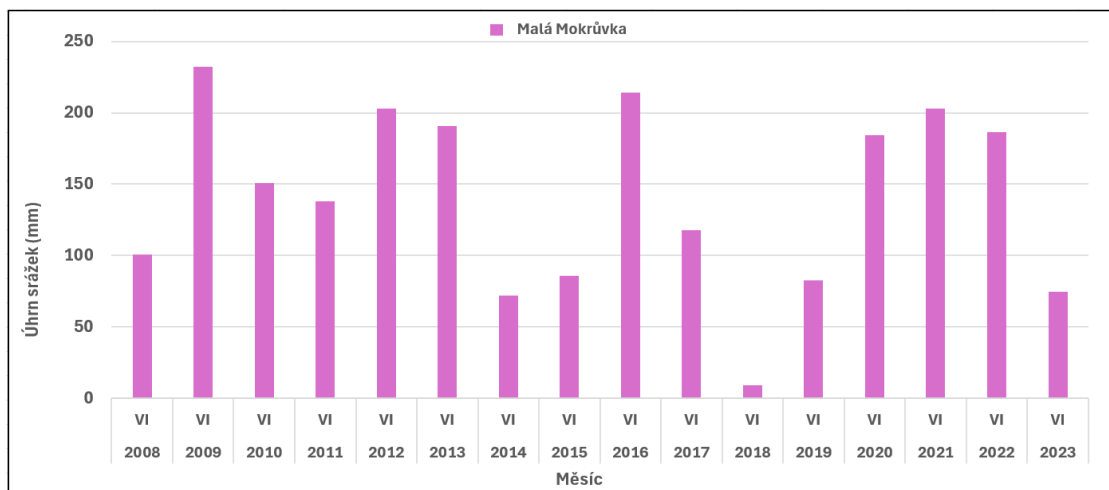
5.2 Měsíční úhrny srážek

Měsíční úhrny v květnech (Obr. 28) byly vysoké, kromě let 2008, 2012, 2018 a 2023. Nejnižší úhrn srážek zaznamenal rok 2018, s pouhými 4,60 mm. Naopak nejvyšší úhrn spadl v roce 2021, a to 234,40 mm. Průměrné měsíční srážky za květny byly 120,72 mm.



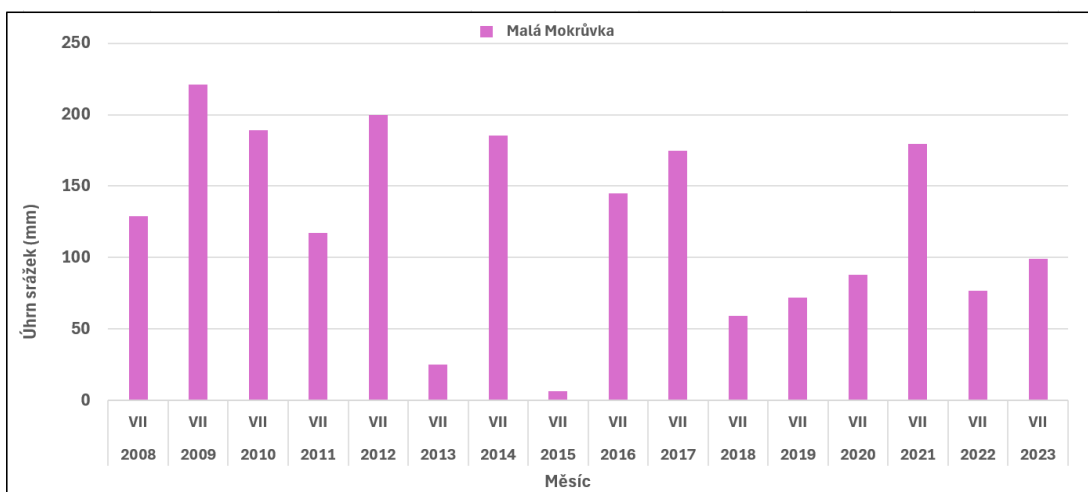
Obr. 28: Měsíc květen ve všech letech analýzy (2008-2023)

Měsíční úhrny srážek v červnech (Obr. 29) byly ještě vyšší než v květech, průměrné měsíční srážky byly 140,31 mm. Z nejsušších červnů v letech 2014, 2015, 2019 a 2023 nejvíce vyčnívá červen v roce 2018 s 9,20 mm srážek. Nejvlhčí potom byl v roce 2009, napršelo 232 mm.



Obr. 29: Měsíc červen ve všech letech analýzy (2008-2023)

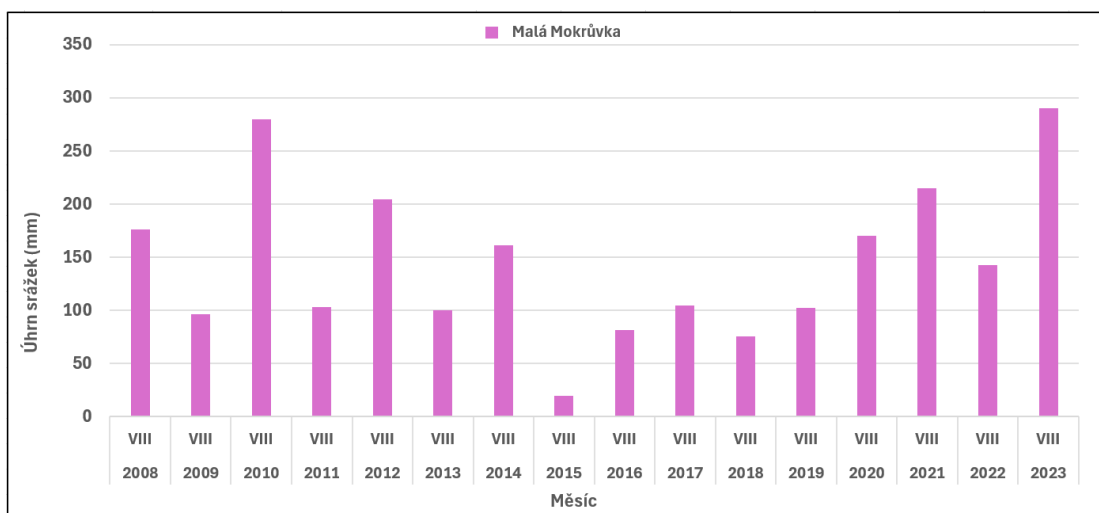
Na Obr. 30 si lze všimnout, že nejsušší červenec byl v roce 2015 s 6,71 mm, následovaný červenem 2013 s 25,10 mm. Nejvlhčí červenec v roce 2009 zaznamenal 221 mm a v druhý nejvlhčí v roce 2012, 199,80 mm. Průměrně za července spadlo 122,97 mm srážek.



Obr. 30: Měsíc červenec ve všech letech analýzy (2008-2023)

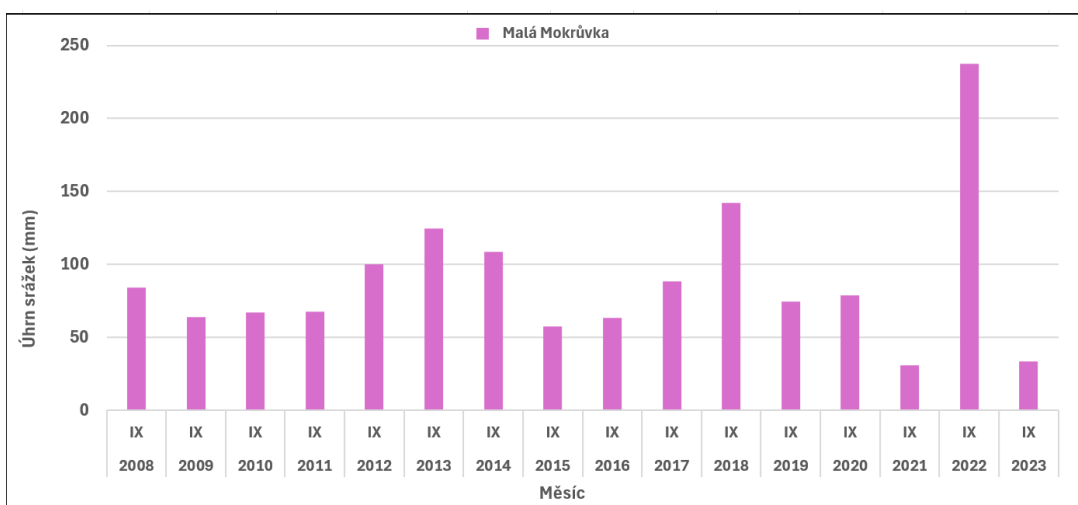
Z grafu na Obr. 31 lze vyvodit, že v prvním období do roku 2015, se měsíční úhrny srážek každý rok střídaly. Jeden rok bylo srážek hodně, jako tomu je v letech

2008, 2010, 2012 a 2014, a další rok bylo srážek málo, jako tomu je v letech 2009, 2011 a 2013. Roky 2015 až 2018 byly suché, což je nejlépe vidět právě na tomto grafu. Od roku 2019 srážky pomalu lineárně narůstaly, v roce 2022 byl lehký propad a v roce 2023 napadlo ze všech srpnů nejvíce srážek, přesněji 289,90 mm. Součet všech srpnů této analýzy dává 2322,82 mm, což je nejvíce ze všech ostatních součtů měsíců. Průměrný měsíční úhrn byl 145,18 mm.



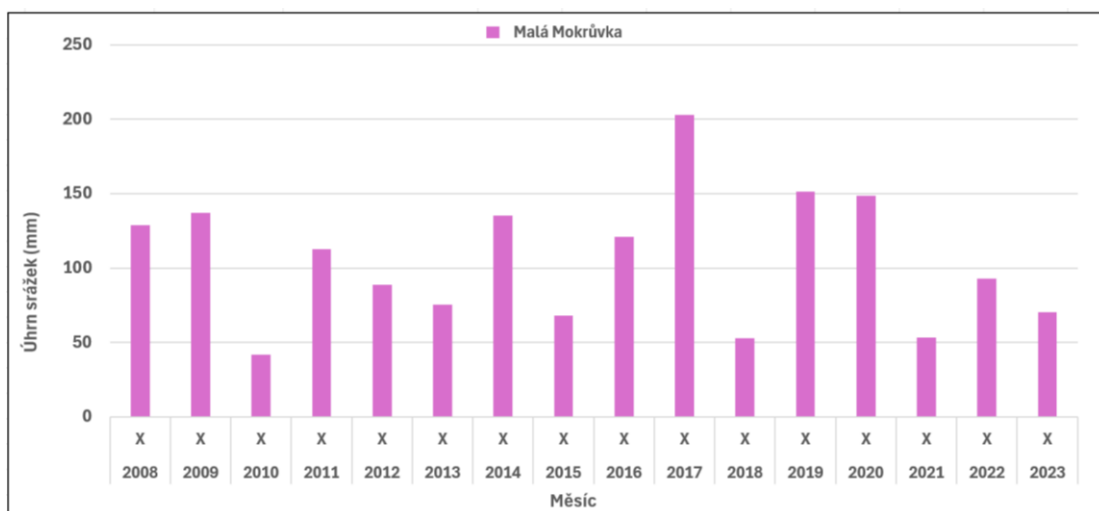
Obr. 31: Měsíc srpen ve všech letech analýzy (2008-2023)

Na grafu z obrázku Obr. 32 je zřejmé, že srážky ve všech měsících září si držely nižší hladinu srážek než jiné měsíce, pohybovaly se od 31 mm do 142 mm. Jediný rok 2022 vyčnívá s 237 mm srážek. Nejnižší úhrn srážek napadl o rok dříve, v roce 2021 (31,10 mm) a o rok později v roce 2023 (33,40 mm). Měsíce září mají nejmenší součet všech srážek (1422,04 mm) a průměrný měsíční úhrn srážek ze všech analyzovaných měsíců, a to 88,88 mm.



Obr. 32: Měsíc září ve všech letech analýzy (2008-2023)

Jak lze z grafu na Obr. 33 vyčíst, nejvíce srážek v říjnu spadlo v roce 2017, přesněji 203,19 mm. Nejméně srážek zaznamenal rok 2010 (42 mm), následovaný rokem 2018 (53,20 mm). Průměrné měsíční srážky za tento měsíc činí 105,17 mm.

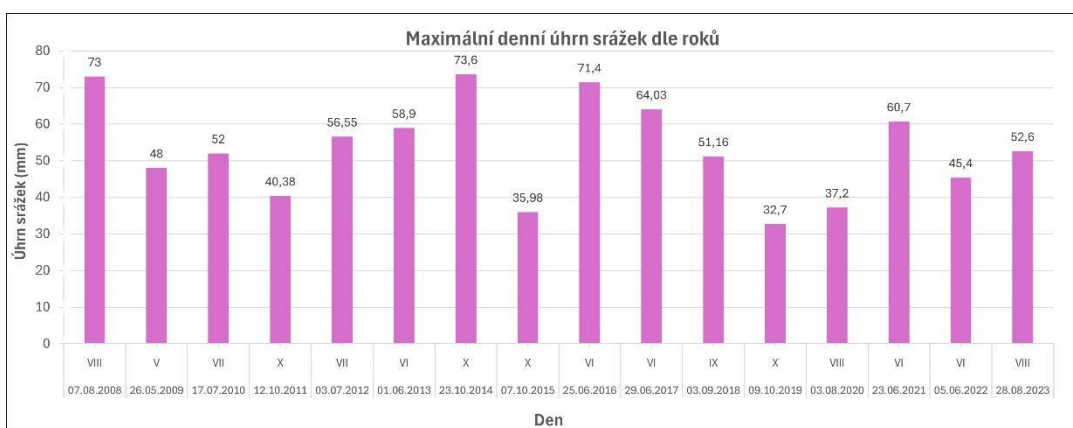


Obr. 33: Měsíc říjen ve všech letech analýzy (2008-2023)

5.3 Maximální denní úhrn srážek

Porozumění režimu maximálních denních srážkových úhrnů může mít fundamentální vliv pro lidské životy a životní prostředí. Výskyt výrazných a intenzivních srážkových událostí může způsobit nejen materiální škody, ale také ohrožit lidské životy.

Na grafu z Obr. 34 si lze vypořadovat, že dny s nejvyšším úhrnem za každý daný rok variovaly mezi 32 až 73 mm. Nejvyšší úhrn napadl v roce 2008 (73 mm) a v roce 2014 (73,6 mm). Nejnižší maximální denní úhrn srážek napadl v roce 2019 a to přesněji 9.10. (32,7 mm). Průměrné maximální srážky byly 53,31 mm.



Obr. 34: Maximální denní úhrn srážek dle roků

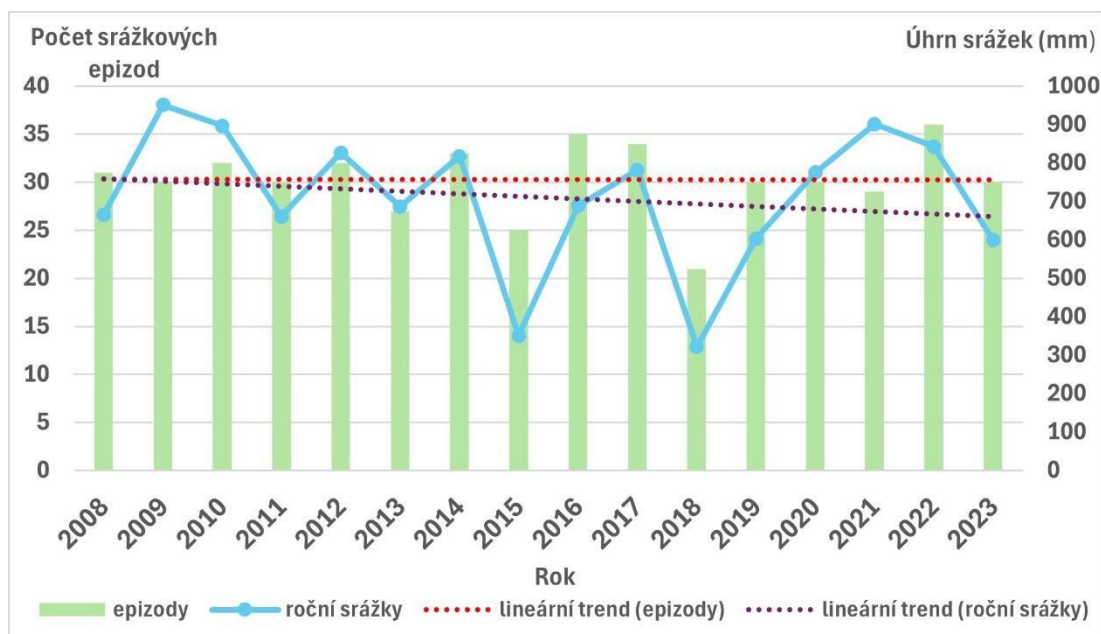
Kolikrát se v jednotlivých měsících na stanici Malá Mokrůvka vyskytuje den s nejvyšším úhrnem srážek za rok v celém zkoumaném období (Tab. 6):

Tab. 6: měsíce s nejvyšším denním úhrnem srážek

	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen
Počet	1	5	2	3	1	4

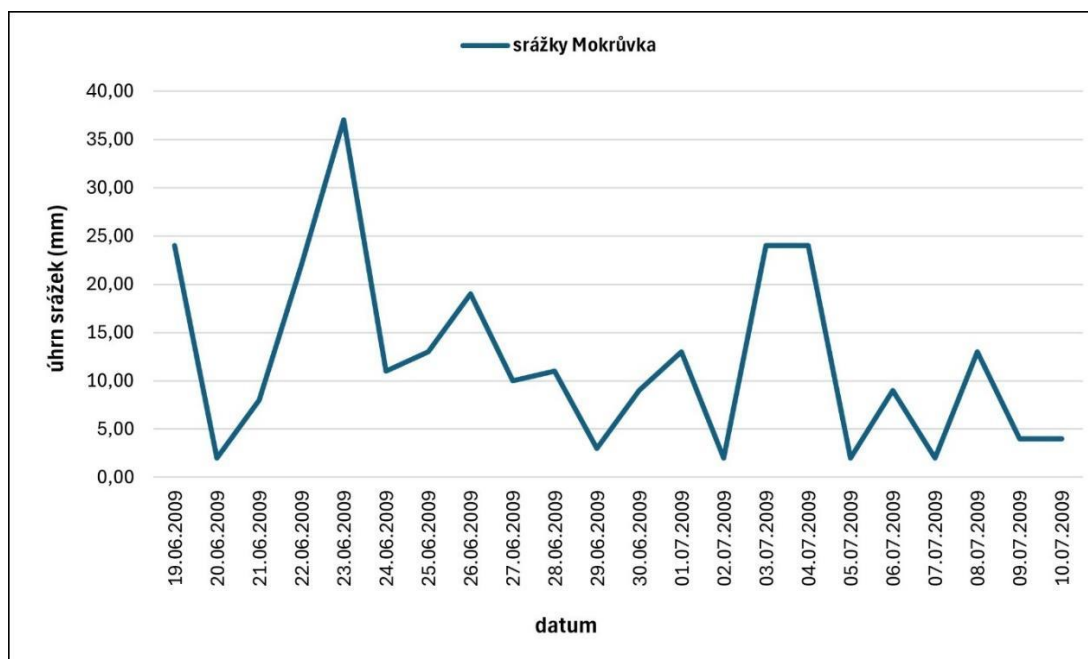
5.4 Srážkové epizody

Srážková epizoda v analýze byla brána jako minimálně jeden den se srážkou větší než 1 mm a maximálně souvislá řada dnů se srážkou větší než 1 mm, nepřerušena dnem s úhrnem menším než 1 mm. Počet srážkových událostí varioval mezi 21 (2018) a 36 (2022) za rok. Průměrný počet srážkových epizod byl 30,31 za rok a průměrný úhrn v jednotlivé epizodě byl 23,48 mm. Jelikož srážka menší než 1 mm byla brána jako den bez deště, celkový úhrn srážek v dešťových událostech se snížil na 11372,24 mm, oproti původním celkovým 11 569,4 mm. Počet epizod za jeden rok ve vztahu k ročním úhrnům srážek lze vidět na Obr. 35. Dále je na grafu zobrazen lineární trend pro srážkové epizody a pro roční úhrn srážek. Přímka trendu pro epizody je vodorovná, na rozdíl od toho přímkou trendu pro úhrn srážek, která mírně klesá.



Obr. 35: Počet epizod a jejich celkový roční úhrn

Nejvýraznější srážková událost, která vyplývá z analýzy dat, probíhala od 19. června 2009 do 10. července 2009 (Obr. 36). Trvala 22 dní a celkový srážkový úhrn dosáhl 266 mm, čímž překonal všechny měsíční úhrny srážek v průběhu celého zkoumaného období (2008-2023), s výjimkou srpna 2010 (280 mm) a srpna 2023 (289,8 mm).



Obr. 36: Vývoj nejdeštivější epizody analýzy (19.6.-10.7.2009)

Dle ČHMÚ (©2009) tato srážková událost byla v době, kdy Česká republika byla zasažena několika významnými dešťovými epizodami, které vyvrcholily v rozsáhlé povodně. Kvůli těmto epizodám, které způsobily nasycení půdy, došlo k přetížení vodních toků, což vedlo k dosažení řek extrémně vysokých stavů, protření hrází a zaplavení okolního území.

Dne 21. června vykazovaly velký stupeň nasycení především horské a podhorské oblasti, který v pozdějších dnech několikanásobně překročily. V noci z 22. června na 23. června se zejména na jihu Čech vyskytly intenzivní regionální srážky, které zasáhly hlavně povodí Malše, Otavy a Lužnice a působily rychlý nárůst vodní hladiny v toku (ČHMÚ, ©2009). Toto potvrzuje i graf na Obr. 36, kdy největší úhrn, 37 mm, lze pozorovat 23. června.

V následujících dnech se ve destabilizované atmosféře v odpoledních a večerních hodinách vytvářely bouřkové mraky, které místy vyústily v dlouhotrvající a

silné přívalové lijáky. Ty byly spouštěčem přívalových povodní na některých místech v České republice. Mezi nejvýznamnějšími událostmi bylo i významné přesycení povodí řek Blanice a Volyňka, což vyústilo v prudký nárůst odtoku za přívalových srážek v noci ze 27. na 28. června (ČHMÚ, ©2009). Prameny těchto řek se nacházejí v relativní blízkosti stanice Malá Mokrůvka, řeka Volyňka asi 16 km vzdušnou čarou a řeka Blanice asi 40 km vzdušnou čarou od stanice Malá Mokrůvka. Graf na Obr. 36 nevykazuje zvýšené úhrny srážek 27. a 28. června, naopak vykazuje snížení denního úhrnu srážek z 19 mm (26.června) na 10 mm (27.června) a 11 mm (28. června).

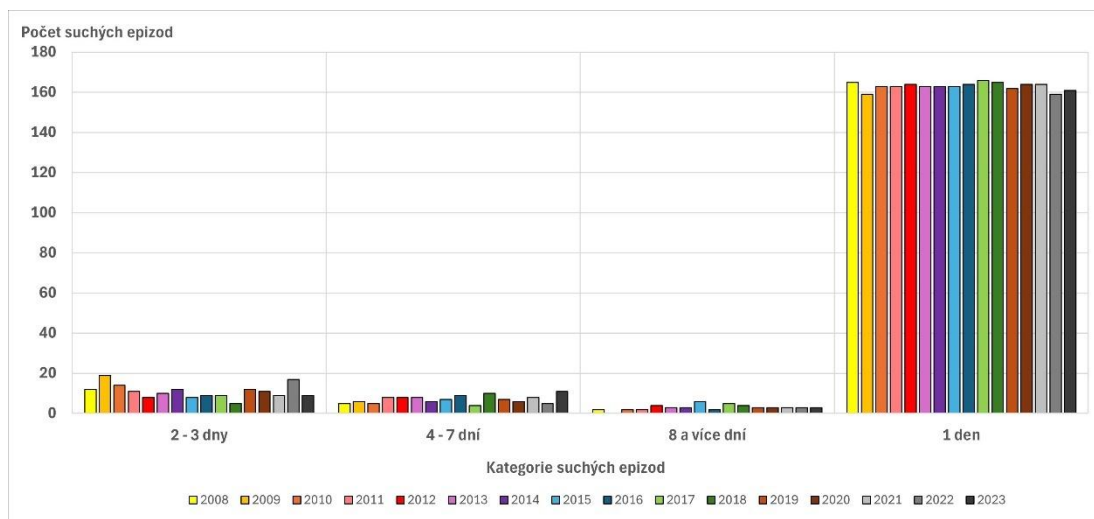
K dalším už ne tak významným povodním docházelo od 2. do 4. července, kvůli stále trvajícím přívalovým deštům (ČHMÚ, ©2009). Vysoké úhrny srážek 3. a 4. července vykazuje i graf na Obr. 36, přesněji 24 mm oba dva dny.

Po celou dobu trvání povodní na přelomu června a července 2009 se ve střední Evropě vyskytovala východní cyklonální povětrnostní situace. Tato situace je příznačná pro tvorbu intenzivních bouřek, často doprovázených i velice nebezpečnými jevy jako jsou přívalové srážky, což tato situace přinesla a na jejíž následky byla Česká Republika zasažena povodněmi.

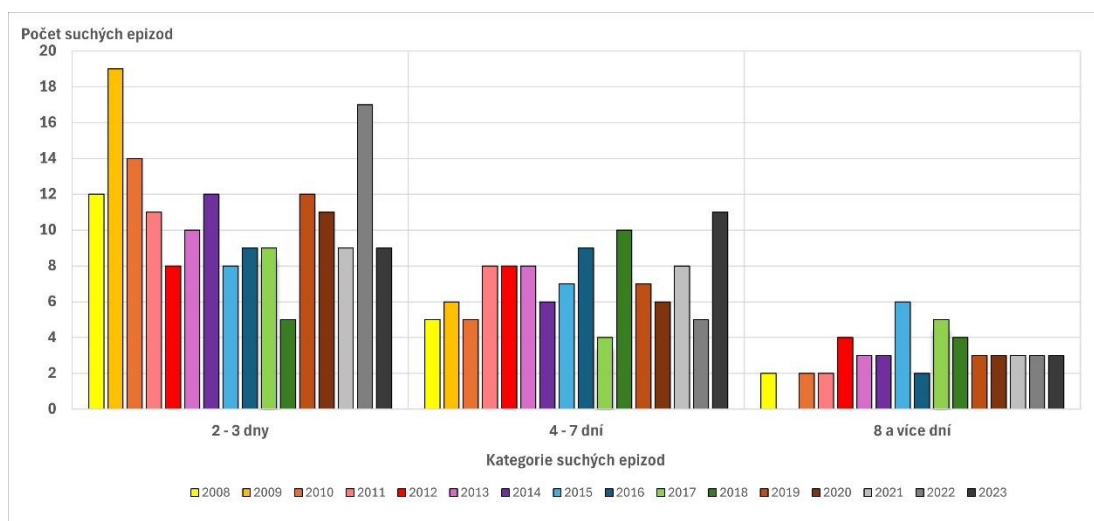
5.5 Bezsrážkové epizody

Bezsrážková epizoda neboli epizoda sucha je řada dnů nepřerušena dnem s úhrnem srážek větším nebo rovným 1mm. Srážky jsou v analýze rozděleny do 4 kategorií: epizoda dlouhá 1 den, epizoda 2 až 3 dny, epizoda mezi 4 a 7 dny, epizoda trvající 8 dní a více (Obr. 37). Pro lepší přehlednost byl vytvořen i graf, bez epizod sucha trvající 1 den (Obr. 37) Z grafu na Obr. 37 je zřejmé, že nejvíce bezsrážkových epizod bylo dlouhých dva až tři dny ve všech letech, kromě roku 2018 a 2023, kde se nejvíce epizod pohybovalo mezi čtyřmi až sedmi dny. Dále si z grafu lze všimnout, že v suchých letech, přesněji 2015, 2017, 2018 a 2019 bylo více epizod s trváním rovným nebo delším jak 8, než v ostatních letech. Nejvíce v roce 2015 a to 6 suchých epizod. Nejvíce epizod trvající 2-3 dny, bylo v roce 2009, konkrétně 19 epizod, to je možná i důvodem, proč v tento rok nebyla žádná epizoda trvající 8 a více dní.

Mezi nejdelší bezsrážkové epizody patří: 1.5.-29.5.2018, kde celkově bylo 29 dní bez srážek, dále 24.7.-14.8.2015 a 3.9.-24.9.2020, kde nepršelo 22 dní vkuse. Roky s největším počtem suchých období byly rok 2009 a rok 2022, s celkovým počtem 25 epizod.

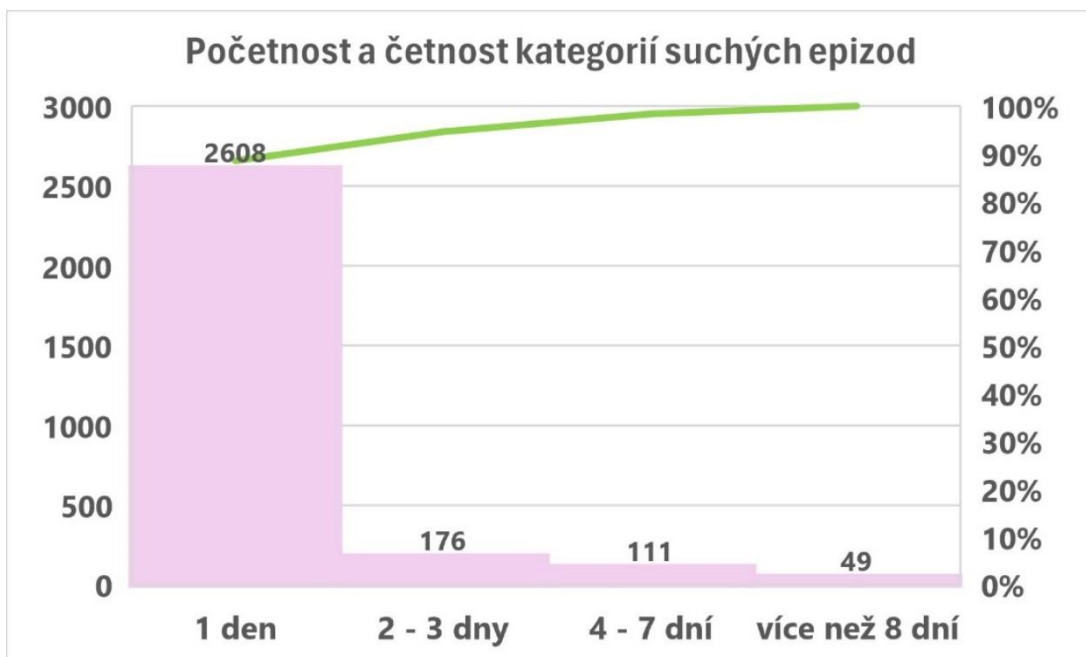


Obr. 37: Kategorie a počet suchých epizod (2008-2023)



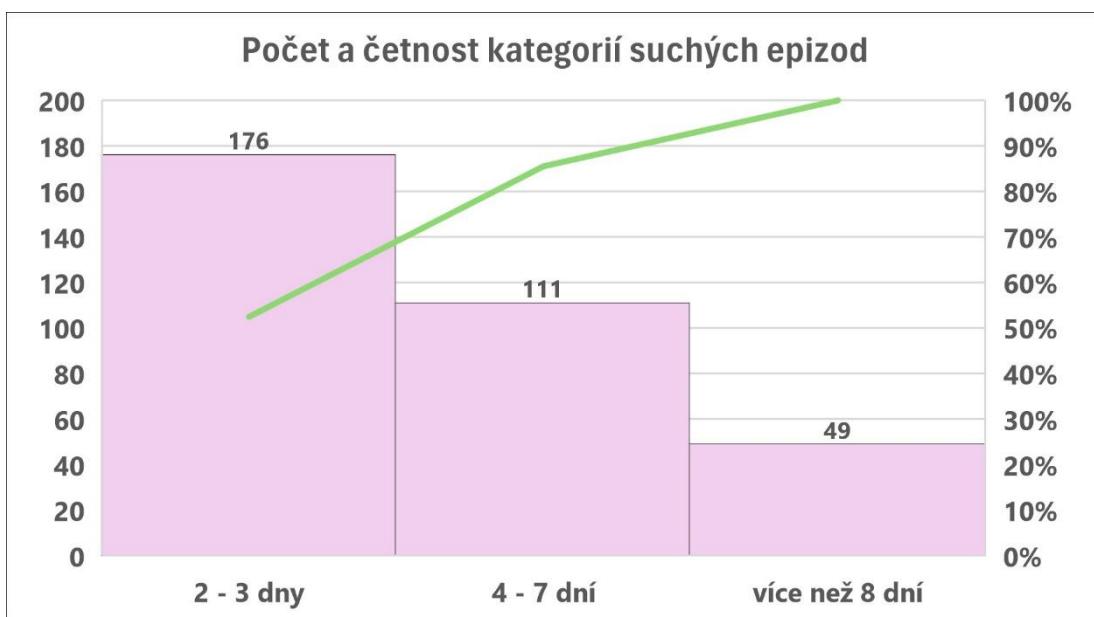
Obr. 38: Kategorie a počet suchých epizod bez kategorie 1 den (2008-2023)

Nejvyšší počet bezsrážkových epizod byly jednodenní události, a to 2608. Z grafu na Obr. 39 je patrné, že čím déle epizoda trvala, tím se snižuje jejich početnost. Zelená čára představuje kumulaci hodnot kategorie, nad kterou se nachází a těch, které jsou vlevo od ní a je vyjádřena v procentech. To znamená, že v grafu četnost začíná na 90% a 100% dosáhne v kategorii 4 až 7 dní.



Obr. 39: Počet suchých epizod a jejich kumulativní četnost na Paretovo diagramu (2008-2023)

Ze stejného důvodu jako u předchozích grafů, byl pro lepší přehlednost vytvořen i graf, bez epizod sucha trvající 1 den (Obr. 40). I zde si lze všimnout zelené čáry představující kumulativní četnost, začínající na 50% a pozvolně se zvedající až do poloviny kategorie 4 až 7 dní, kde dochází k prudkému zlomu v cca 85%. Následně trend prudce stoupá a 100% dosáhne v kategorii 8 dní a více.



Obr. 40: Počet suchých epizod a jejich kumulativní četnost na Paretovo diagramu bez kategorie 1 den (2008-2023)

6. Diskuse

Z grafů v části Výsledky (viz. Kapitola 5.1) je patrné, že vyšší sumy byly naměřeny na stanici Malá Mokrůvka oproti stanici ÚHAV ČR, což může být způsobeno nadhodnocováním srážkoměru na stanici Malá Mokrůvka, respektive systematická chyba měření způsobená špatnou kalibrací přístroje.

6.1 Nejistoty v datech

Výsledky vyhodnocení změn úhrnů srážek na povodí Malá Mokrůvka jsou zatíženy velkým počtem datových chyb, jako jsou vadná nebo chybějící data. Vysoký počet chybějících hodnot (NA) v datech pravděpodobně souvisí s nižší frekvencí údržby stanice a nedostatečnou kapacitou baterie v dataloggeru až do jeho vyměnění v roce 2012. Do tohoto roku byly srážky měřeny pomocí staršího typu člunkového srážkoměru, po výměně jsou zaznamenávány pomocí již novějšího typu. Ani jedno z těchto typů zařízení nebyly vyhřívané, proto je v práci analýza pouze půlročního úhrnu, od května do října. Na člunkovém srážkoměru může docházet k akumulaci sněhu, která taje, když dojde ke zvýšení teploty a srážkoměr registruje tuto vodu vzniklou ze sněhu jako srážku.

Dále je důležité zmínit, že data ze stanic, z kterých se řada napravovala, ÚHAV ČR a NP Šumava, také nemusí být bezchybné a na základě toho mohl nastat problém s definováním chyb (viz. Kapitola 5).

Další nejistota vznikla v důsledku úpravy dat. Docházelo k doplňování chybějících hodnot (NA) pro dny, kdy nebylo prováděno měření na úrovni dnů. Při převádění dat z hodinového nebo menšího kroku do denního, mohla nastat situace, kdy bylo pro určitý den zaznamenáno pouze omezené množství hodnot nebo dokonce pouze jedna hodnota dané jednotky. Tato jediná hodnota pak byla považována jako vhodná pro reprezentaci pro celý den, což vždy nemuselo odpovídat pravdivému stavu veličiny na daném území. Tato nejistota se týká všech dat ze stanice Malá Mokrůvka, která byla převáděna z hodinového kroku, všech dat ze stanice ÚHAV ČR, která byla převáděna z patnáctiminutového kroku a všech dat ze stanice NP Šumava, která byla převáděna z hodinového kroku.

6.2 Vyhodnocení chyb

Počet všech opravených chyb v časové řadě úhrnu srážek je 712. Data se nahrazovala ze dvou meteorologických stanic. Z meteorologické stanice ÚHAV ČR

bylo nahrazeno 618 dat a zbylých 93 dat bylo nahrazeno z meteorologické stanice NP Šumava. Chybná data byla rozdělena do 14 chybových událostí: 9 z nich bylo kvůli ucpání srážkoměru, 1 kvůli výměně dataloggeru a 4 z nich byla jen jednodenní vada.

V meteorologické stanici ÚHAV ČR bylo 479 chybějících či vadných dat. A právě 93 chybových událostí z Malé Mokrůvky bylo ve stejná data jako na stanici ÚHAV ČR, proto se data musela nahradit ze stanice NP Šumava. Více o chybových událostech lze najít v Tab. 7.

V Tab. 7 lze vidět jednotlivé chybové události. Chyby na Malé Mokrůvce jsou vyznačeny růžově, chyby na stanici ÚHAV ČR jsou vyznačeny modře. Počet chyb na Malé Mokrůvce kvůli ucpání srážkoměru bylo 524, kvůli výměně dataloggeru 184 a kvůli jednodenní vadě 4 (viz. Tab. 8)

Tab. 7: Seznam chybových událostí na stanicích Malá Mokrůvka (růžová) a ÚHAV ČR (modrá)

rok	měsíc/měsíce	datum	stanice	možná chyba	počet dní ÚHAV	počet dní Mokrůvka
2008	červenec	1.5. až 17.7.	ÚHAV	zavřený/ucpaný srážkoměr	78	0
2009	červen	16.6.	ÚHAV	vadná data	1	0
2009	červenec	22.7.	ÚHAV	vadná data	1	0
2009	říjen	1.10. až 31.10	ÚHAV	zavřený srážkoměr	31	0
2010	září, říjen	25.9. až 4.10.	ÚHAV	Ucpaný srážkoměr	10	0
2011	květen	1.5. až 20.5.	ÚHAV	zavřený srážkoměr	20	0
2011	květen, červen	31.5. až 6.6.	Mokrůvka	Ucpaný srážkoměr	0	7
2011	červenec	9.7. až 28.7.	ÚHAV	Ucpaný srážkoměr	20	0
2011	srpen, září, říjen	27.8. až 31.10	Mokrůvka	Ucpaný srážkoměr	0	66
2012	celé období	1.5. až 31.10.	Mokrůvka	výměna data loggeru	0	184
2012	květen, červen	1.5. až 30.6.	ÚHAV	zavřený/ucpaný srážkoměr	61	0
2013	květen	1.5. až 15.5.	ÚHAV	zavřený srážkoměr	15	0
2013	červenec	1.7.	Mokrůvka	vadná data	0	1
2014	květen, červen, červenec	17.5. až 15.7.	Mokrůvka	Ucpaný srážkoměr	0	60
2014	říjen	16.10. až 31.10.	ÚHAV	zavřený srážkoměr	16	0
2015	květen	1.5. až 31.5.	ÚHAV	zavřený srážkoměr	31	0
2015	celé období	1.5. až 31.10.	Mokrůvka	Ucpaný srážkoměr	0	184
2016	květen	1.5. až 15.5.	ÚHAV	zavřený srážkoměr	15	0
2016	červen, červenec	7.6. až 28.8.	Mokrůvka	Ucpaný srážkoměr	0	83
2017	květen	1.5. až 31.5.	ÚHAV	zavřený srážkoměr	31	0
2017	červen, červenec	29.6. až 29.7.	mokrůvka	Ucpaný srážkoměr	0	31
2017	říjen	2.10. až 31.10.	Mokrůvka	Ucpaný srážkoměr	0	30
2018	květen, červen, červenec	1.5. až 15.7.	ÚHAV	zavřený srážkoměr	76	0
2018	červenec	12.7.	Mokrůvka	vadná data	0	1
2018	srpen, září, říjen	31.8. až 29.9.	Mokrůvka	ucpaný srážkoměr	0	30
2018	říjen	29.10.	Mokrůvka	vadná data	0	1
2019	květen	1.5. až 11.5.	ÚHAV	zavřený srážkoměr	11	0
2019	červen, červenec	20.6. až 22.7.	Mokrůvka	ucpaný srážkoměr	0	33
2020	květen	1.5. až 8.5.	ÚHAV	zavřený srážkoměr	8	0
2021	květen	1.5. až 4.6.	ÚHAV	zavřený srážkoměr	35	0
2022	květen	1.5. až 10.5.	ÚHAV	zavřený srážkoměr	10	0
2023	květen	1.5. až 9.5.	ÚHAV	zavřený srážkoměr	9	0
2023	říjen	27.10.	Mokrůvka	vadná data	0	1
				suma:	479	712

Tab. 8: počet chyb a jejich důvod na stanici Malá Mokrůvka

Druh chyby	Počet chyb	Procentuální vyjádření
Ucpání srážkoměru	524	73,60%
Výměna dataloggeru	184	25,84%
Vadná data	4	0,56%

7. Závěr

Cílem této práce byla korekce a analýza časové řady srážek na stanici Malá Mokrůvka, která se nachází v experimentálním povodí „Medvědí doupě“, rozprostírající se na severovýchodním svahu hory zvané Malá Mokrůvka (1331 m n.m.) a na severozápadním svahu Mrtvého vrchu (1254 m n.n.), v oblasti, kde pramení Ptačí potok. Povodí je velké 16,65 hektarů, má uzávěrový profil v nejnižším bodu oblasti (1188 m n.m.). Na místě se nachází Thomsův měrný přeliv, měřící okamžitý průtok, a meteorologická stanice, měřící teplotu a vlhkost vzduchu, srážky v letních měsících, hladinu podzemní vody, výšku sněhových srážek a odtok vody ze sněhu.

V práci byla provedena korekce časové řady stanice Malá Mokrůvka z let 2008 až 2023. Vadná a chybějící data byla nahrazena daty z nejbližší stanice ÚHAV ČR, vynásobenými opravným koeficientem 1,1002, tím pádem byly hodnoty navýšeny o 10,02 %. Pokud data chyběla i v časové řadě srážek této stanice, nahrazovala se ze stanice NP Šumava, též vynásobena opravným koeficientem. Následně byla provedena analýza již opravených dat.

V analýze vyšly následující výsledky. Nejméně deštivým rokem byl rok 2018 s 345,5 mm srážek. Druhým nejsušším rokem byl rok 2015 s 363,9 mm srážek. Nejdeštivější byl rok 2009 (951,0 mm) a další rok 2010 (897,0 mm). Průměrný roční úhrn dosáhl 723,09 mm se směrodatnou odchylkou 172,88 mm srážek. Průměrným nejdeštivějším měsícem byl srpen s celkovým úhrnem 2322,82 mm a s průměrnými měsíčními srážkami 145,18 mm. Průměrným nejméně deštivým měsícem bylo září s celkovým úhrnem srážek 1422,04 mm a průměrným měsíčním úhrnem 88,88 mm. Maximální denní úhrn srážek napadl 23.10.2008, a to 73,6, druhý nejdeštivější den byl 7.8.2008 s 73 mm srážek.

Nejnižší počet srážkových epizod se zaznamenal v roce 2018, a to 21, nejvíce epizod se zaznamenal v roce 2022, konkrétně 36. Průměrný roční počet epizod byl 30,31, s tím, že průměrný úhrn srážek v jednotlivé epizodě byl 23,48 mm. Celkový úhrn srážek v dešťových událostech za celé období analýzy byl 11372,24 mm. Nejdeštivější srážková událost se konala od 19. června do 10. července 2009, při které napršelo 266 mm. Epizoda probíhala, když byla Česká Republika zasažena přívalovými dešti, způsobené východní cyklonální povětrnostní situací, jež vyvrcholily v rozsáhlé povodně.

Bezsrážkové epizody byly rozděleny do tří kategorií: 2-3 dny, 4-7 dní, 8 a více dní. Nejvíce suchých epizod trvalo 2 až 3 dny, kromě let 2018 a 2023, kde nejvíce epizod trvalo 4 až 7 dní. V letech 2015, 2017, 2018 a 2019 bylo více epizod s trváním rovným nebo delším 8 dní než v ostatních letech, nejvíce v roce 2015, přesněji 6. Nejvíce epizod rozprostírajících se mezi 2 a 3 dny bylo v roce 2009 (19 epizod). Největší počet suchých epizod, byl v roce 2009 a 2022, konkrétně 25. Nejdelší epizoda sucha se zaznamenala od 1.5.-29.5.2018, s celkovým počtem dní 29. Druhé a třetí nejdelší bezsrážkové období stanice zaznamenala od 24.7. do 14.8.2015 a od 3.9. do 24.9.2020, s celkovým počtem dní 22. Z grafů je ale patrné, že čím déle epizoda trvala, tím se jejich početnost snižovala.

9. Literatura

Armanuos A.M., Al-Ansari N., Yaseen Z.M., 2020: Cross assessment of twenty-one different methods for missing precipitation data estimation. *Atmosphere* 11(4), 389.

Bárdossy A., Pegram G., 2014: Infilling missing precipitation records: A comparison of a new copula based method with other techniques. *Journal of hydrology* 519, 1162-1170.

Brázdil R., Štěpánková P., 1998: Korekce systematických chyb při měření srážek na Milešovce v období 1956-1996. *Meteorologické zprávy* 5. 142-148.

Coufal L., Langová P., Míková T., 1992: Meteorologická data na území ČR za období 1961-90. Národní klimatický program ČSFR – svazek 8. ČHMÚ, Praha, 160 s.

Conrad V., Pollak L.W., 1950: *Methods in Climatology*. Harvard University Press, Cambridge, 459 s.

Černý T., 2022: Antropogenní činnost a její rizika na budoucí vývoj podnebí v České republice. AMBIS vysoká škola, a.s., katedra bezpečnosti a práva, Brno. 79 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“.

Dewalle D.R., Rango A., 2008: Principles of snow hydrology. *Journal of Glaciology* 55(189), 179-180 s.

Dub, O., 1950: *Hydrologia: prednášky pre poslucháčov odboru inžinierskeho staviteľstva*. Fakultná skupina ČSM odboru inžinierskeho staviteľstva pri SVŠT, Bratislava, 298 s.

Dub O., Němec J., 1969: *Hydrologie: Technický průvodce*. Nakladatelství technické literatury, Praha, 378 s.

Egigu, M. L., 2020: Techniques of Filling Missing Values of Daily and Monthly Rain Fall Data: A Review. *SF Journal Environmental and Earth Science* 3(1). 1036-1041.

Gajdušková B., 2009: Porovnání manuálních a automatických měření vybraných meteorologických prvků v síti stanic ČHMÚ. Masarykova Univerzita, Přírodovědecká fakulta, Brno. 80 s. (diplomová práce). „nepublikováno“.

Hošek J., Kebrle D., Procházka V., Hošková J., Brabec M., Iarema V., 2022: Metodika měření atmosférické depozice ekologicky významných látek do lesních porostů pomocí analýzy látkového toku podkorunové srážky: Certifikovaná metodika. Ekologické služby s.r.o., Hořovice, 149 s.

Jačka, L., Pavlásek, J., Pech, P., 2011: Vyhodnocení výsledků měření infiltrace v malém horském povodí v centrální části NP Šumava. In: Šír M., Tesař M. (eds.): *Hydrologie malého povodí*. Ústav pro hydrodynamiku AV ČR, Praha, 175-182. ISBN: 9788087117224.

Jačka L., Pavlásek J., Jindrová M., Bašta P., Černý M., Balvín A., Pech P., 2012: Steady infiltration rates estimated for a mountain forest catchment based on the distribution of plant species. *Journal of Forest Science* Volume 58 (12). 536-544.

Kashani M.H., Dinpashoh Y., 2012: Evaluation of efficiency of different estimation methods for missing climatological data. *Stochastic environmental research and risk assessment*, 26. 59-71.

Kemel M., 1996: *Klimatologie, meteorologie, hydrologie*. Vydavatelství ČVUT, Praha, 222 s.

Kemel M., Kolář V., 1980: *Hydrologie*. Vydavatelství ČVUT, Praha, 292 s.

Kotrnc J., 1976a: Vydávané deště a jejich hodnocení. *Vodní hospodářství* 26(2). 35–42.

Křivancová S., Vavruška F., 1999: Základní meteorologické prvky v jednotlivých povětrnostních situacích na území České republiky v období 1961–1990. ČHMÚ, Praha, 113 s.

Křístek, Š., Urbaňcová, N., Holuša, J., Tomeček, P., 2011: Měření vlastností sněhové pokrývky v lese a mimo les: Certifikovaná metodika. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Strnady, 73 s.

Kříž V., 1988: Hydrometrie: Celostátní vysokoškolská učebnice pro studenty přírodovědných fakult. SPN, Praha, 176 s.

Kříž V., Schneider B., Tolasz R., 1994: Cvičení z meteorologie, Klimatologie a Hydrologie: Sborník prací Přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity. Vydavatelství Nadace Beskydy, Ostrava, 93 s.

Květoň V., Zahradníček J., Žák, M., 2004: Kontrola kvality a digitalizace ombrogramů v ČHMÚ. Meteorologické zprávy 57. 47-52.

Lapin M., Faško P., Košťálová J., 1990: Zhodnotenie zrážkových pomerov na území Slovenska po korekcii systematických chýb meraní zrážok. Meteorologické zprávy 43(4). 101-105

Lapin M., Priadka O., 1987: Korekcie systematických chýb merania atmosférických zrážok. Meteorologické zprávy 40(1). 9-19.

Levý, O., 2008: Geofyzikální průzkum povodí Modrava 2. INSET, "nepublikováno". Dep.: KVHEM FŽP ČZU, Praha.

Little R.J.A., Rubin D.B., 2019: Statistical analysis with missing data. 3. vyd. John Wiley & Sons, Hoboken, 462 s.

Myers, T.A., 2011: Presenting hot deck imputation as an easy and effective tool for handling missing data. Commun. Methods Meas. 5. 297–310.

- Nolin A. W., Sproles E. A., Rupp D. E., Crumley R. L., Webb M. J. et al., 2021: New snow metrics for a warming world. *Hydrological Processes* 35(6). 1–13.
- Nypl V., Kuráž V., 1992: *Hydrologie a pedologie*. Vysoká škola chemicko-technologická, Praha, 293 s.
- Pavlásek, J., Máca, P., Ředinová, J., 2006: Analýza hydrologických dat z modravských povodí. *Journal of Hydrology and hydromechanics* 54. 207-216.
- Ptáček T., 2012: Chyby a opravy měření atmosférických srážek. Univerzita Karlova, Diplomová práce, Univerzita Karlova, Přírodovědná fakulta, Praha. 123 s. (diplomová práce). „nepublikováno“
- Quitt, E., 1977: *Klimatické oblasti Československa*. Geografický ústav ČSAV, Brno, 73 s.
- Rubin, D. B., 1988: An overview of multiple imputation. In *Proceedings of the survey research methods section of the American statistical association* 79. 79–84.
- Sevruk B., 2004: *Niederschlag als Wasserkreislauelement: Theorie und Praxis der Niederschlagsmessung*. Eigenverlag ETH Zurich, Zurich-Nitra, 200 s.
- Schafer, J.L., 1999: Multiple imputation: A primer. *Stat. Methods Med Res.* 8. 3–15.
- Schafer, J.L., Graham, J.W., 2002: Missing data: Our view of the state of the art. *Psychol. Methods* 7. 147–177.
- Singh V.P., 1992: *Elementary Hydrology*. Prentice Hall, Kalifornská univerzita, 973 s.
- Sokol Z., Řezáčová D., Pešice P., 2003: Odhad bodových i plošných srážek s využitím srážkoměrných a radarových dat. *Meteorologické zprávy* 56. 1-12.

Starý M., 2005: Hydrologie. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Brno, 213 s.

Suhaila J., Sayang M.D., Jemain A.A., 2008: Revised spatial weighting methods for estimation of missing rainfall data. *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences* 44(2). 93-104.

Ševčík M., 2023: Srovnání hydrologického režimu vybraných šumavských povodí zasažených kůrovcovou kalamitou. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 77 s. (diplomová práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.

Tabios G.Q., Salas J.D., 1985: A comparative analysis of techniques for spatial interpolation of precipitation. *Water Resource Bull* 21. 365-380.

Tolasz R., 2007: Atlas podnebí Česka: Climate atlas of Czechia. 1. vyd. Český hydrometeorologický ústav, Praha, 255 s.

Trenberth K.E., 2004: Earth's Energy Balance. In: Cleveland C.J. (eds.): *Encyclopedia of Energy*. Elsevier Science, 859-870, ISBN: 9780121764807.

Vokoun M., Moravec V., Juras R., 2023: Vliv změny vegetačního krytu na odtokové poměry malých povodí na Šumavě. In: Hnilicová S., Tesař M. (eds.): *Hydrologie malého povodí*. Ústav pro hydrodynamiku AVČR, v. v. i., Praha, 359-367. ISBN: 9788087117224.

Vysoudil M., Geletič J., Lehnert M., Lipina P., Pavelková Chmelová R., Řepka M., 2012: *Podnebí Olomouce*. 1. vyd. Univerzita Palackého, Olomouc, 211 s.

Vysoudil M., 2014: *Základy fyzické geografie 1: meteorologie a klimatologie*. Univerzita Palackého, Olomouc, 112 s.

Wallace, J.M., Hobbs, P.V., 1977: *Atmospheric Science: An Introductory Survey*. Academic Press, San Diego, 62 s.

Wei T.C., McGuinness J.L., 1973. Reciprocal Distance Squared Method: A Computer Technique for Estimating Area Precipitation. US Agricultural Research Service, 29 s.

Willmott, C. J., & Robeson, S. M., 1995: Climatologically aided interpolation (CAI) of terrestrial air temperature. *International Journal of Climatology* 15(2). 221-229.

WMO (World Meteorological Organization) - Sevruc, B., Lapin, M. (1993): Precipitation Measurement & Quality Control, Proceedings of the International Symposium on Precipitation and Evaporation. Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava a Swiss Federal Institute of Technology, Department of Geography, Zurich, 93-102 s.

Wolnomiejski N., Witek Z., 2013: Part 1. The Great Lagoon Biota. In *The Szczecin Lagoon Ecosystem*. Versita, Londýn, 231 s.

Yan, X., & Su, X., 2009: Linear regression analysis: theory and computing. World Scientific Publishing, Singapur, 348 s.

Yaseen Z.M., Ebtehaj I., Kim S., Sanikhani H. et. al, 2019: Novel hybrid data-intelligence model for forecasting monthly rainfall with uncertainty analysis. *Water* 11(3). 502.

Young KC, 1992: A three-way model for interpolating monthly precipitation values. *Monthly Weather Review* 120. 2561-2569.

Židek D., Lipina P., 2003: Návod pro pozorovatele meteorologických stanic. Ostrava: Český hydrometeorologický ústav, 90 s.

INTERNETOVÉ ZDROJE

Česká geologická služba, 2024: Půdní mapa 1:50000 (online) [cit.19.1.2024], dostupné z <<https://mapy.geology.cz/pudy/>>.

ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav, 2009: Vyhodnocení povodní v červnu a červenci 2009 na území České republiky (online) [cit. 11.1.2024], dostupné z <<https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/povodne/pov09/index.html>>.

ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav. Facebook [oficiální profil, uživatelský příspěvek]. 25. únor 2020. [cit.20.1.2024], dostupné z <<https://www.facebook.com/chmi.cz/photos/a.236774606346470/4759703104053575/?type=3>>.

ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav, 2024: Základní meteorologická terminologie (online) [cit. 20.11.2023], dostupné z <<https://www.chmi.cz/predpovedi/predpovedi-pocasi/ceska-republika/meteorologicka-terminologie>>.

ČMeS – Česká Meteorologická Společnost, 2014: Elektronický meteorologický slovník, Srážkoměr váhový (online) [cit. 11.1.2024], dostupné z <<http://slovník.cmes.cz/heslo/3541>>.

Fiedler J., 2017: Srážkoměry a jejich příslušenství (online) [cit. 11.1.2024], dostupné z <<https://www.fiedler-magr.cz/cs/produkty/snimace-meteorolog-velicin/destove-srazky>>.

Hlom J., Balvín P., 2019: Měření malých průtoků pomocí měrných přelivů (online) [cit. datum ve formátu 2024.2.8], dostupné z <<https://www.vtei.cz/2019/12/mereni-malych-prutoku-pomoci-mernych-prelivu/>>.

Meteoservis, 2008: Srážkoměry (online) [cit. 11.1.2024], dostupné z <<http://www.meteoservis.cz/57-SRAZKOMERY-CLUNKOVE/70-MR3-xx-a-MR3H-xx>>.

Meteoservis, 2008: Váhový srážkoměr (online) [cit. 24.1.2024], dostupné z <<https://www.meteoservis.cz/75-SRAZKOMERY-VAHOVE>>.

Národní park Šumava, 2023: Přírodní poměry (online) [cit.16.1.2024], dostupné z <<https://www.npsumava.cz/priroda/prirodni-pomery/>>.

Stránský D., 1997: Monitoring srážky. Praha: Vydavatelství ČVUT, (online) [cit.24.1.2024], dostupné z <http://kzei.fsv.cvut.cz/pdf/MZI_pr_5.pdf>.

Turney S., 2023: Pearson Correlation Coefficient (r): Guide & Examples, (online) [cit.25.1.2024], dostupné z <<https://www.scribbr.com/statistics/pearson-correlation-coefficient/>>.

10. Seznam tabulek

Tab. 1: Klimatické charakteristiky chladných oblastí České Republiky (Quitt, 1977, upraveno)	21
Tab. 2: Geomorfologické charakteristiky povodí (Ševčík, 2023, upraveno)	22
Tab. 3: Informace o chybných datech pro stanici Malá Mokrůvka a stanicích, z kterých data byla nahrazena, data v denním kroku	31
Tab. 4: Statistické charakteristiky – období 2008-2023	32
Tab. 5: Sezónní úhrny srážek na meteorologické stanici Malá Mokrůvka a ÚHAV ČR z let 2008-2023	33
Tab. 6: měsíce s nejvyšším denním úhrnem srážek	46
Tab. 7: Seznam chybových událostí na stanicích Malá Mokrůvka a ÚHAV ČR	52
Tab. 8: počet chyb a jejich důvod na stanici Malá Mokrůvka	52

11. Seznam obrázků

Obr. 1: Srážkoměr (ombrometr) a jeho jednotlivé součásti (Židek a Lipina, 2003)	8
Obr. 2: Totalizátor (Kemel, 1996)	9
Obr. 3: Ombrograf (Starý, 2005)	10
Obr. 4: Ombrogram (Starý, 2005)	10
Obr. 5: Člunkový srážkoměr (Fiedler, 2017, upraveno) a jeho vnitřní část (Stránský, 1997, upraveno)	11
Obr. 6: Váhový srážkoměr (Meteoservis, ©2008)	12
Obr. 7: Sněhoměrná lať (Židek a Lipina, 2003)	13
Obr. 8: Váhový sněhoměr (Kemel, 1996)	16
Obr. 9: Průměrné roční úhrny srážek na Šumavě v období let 2000-2019 (Za krásnější Vimperk, 2020)	19
Obr. 10: Vymezení povodí Malé Mokrůvky	20
Obr. 11: Sumy srážkových poměrů na meteorologické stanici Malá Mokrůvka a ÚHAV ČR z let 2008-2023	33
Obr. 12: Sumy srážkových úhrnů za rok 2008 dle měsíců	34
Obr. 13: Sumy srážkových úhrnů za rok 2009 dle měsíců	34
Obr. 14: Sumy srážkových úhrnů za rok 2010 dle měsíců	35
Obr. 15: Sumy srážkových úhrnů za rok 2011 dle měsíců	36
Obr. 16: Sumy srážkových úhrnů za rok 2012 dle měsíců	36
Obr. 17: Sumy srážkových úhrnů za rok 2013 dle měsíců	37
Obr. 18: Sumy srážkových úhrnů za rok 2014 dle měsíců	37
Obr. 19: Sumy srážkových úhrnů za rok 2015 dle měsíců	38
Obr. 20: Sumy srážkových úhrnů za rok 2016 dle měsíců	38
Obr. 21: Sumy srážkových úhrnů za rok 2017 dle měsíců	39
Obr. 22: Sumy srážkových úhrnů za rok 2018 dle měsíců	39
Obr. 23: Sumy srážkových úhrnů za rok 2019 dle měsíců	40
Obr. 24: Sumy srážkových úhrnů za rok 2020 dle měsíců	40
Obr. 25: Sumy srážkových úhrnů za rok 2021 dle měsíců	41
Obr. 26: Sumy srážkových úhrnů za rok 2022 dle měsíců	41
Obr. 27: Sumy srážkových úhrnů za rok 2023 dle měsíců	42
Obr. 28: Měsíc květen ve všech letech analýzy (2008-2023)	42
Obr. 29: Měsíc červen ve všech letech analýzy (2008-2023)	43
Obr. 30: Měsíc červenec ve všech letech analýzy (2008-2023)	43
Obr. 31: Měsíc srpen ve všech letech analýzy (2008-2023)	44

Obr. 32: Měsíc září ve všech letech analýzy (2008-2023)	45
Obr. 33: Měsíc říjen ve všech letech analýzy (2008-2023)	45
Obr. 34: Maximální denní úhrn srážek dle roků	46
Obr. 35: Počet epizod a jejich celkový roční úhrn	47
Obr. 36: Vývoj nejdeštivější epizody analýzy (19.6.-10.7.2009)	47
Obr. 37: Kategorie a počet suchých epizod (2008-2023)	49
Obr. 38: Počet suchých epizod a jejich kumulativní četnost na Paretovo diagramu	50

