

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

**KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A
ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ**

**METEOROLOGICKÉ EXTRÉMY V ČESKÉ
REPUBLICCE V POSLEDNÍM OBDOBÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Vedoucí práce: doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.
Bakalant: Klára Krejzová**

© 2021 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Klára Krejzová

Krajinářství

Územní technická a správní služba

Název práce

Meteorologické extrémy v České republice v posledním období

Název anglicky

Meteorological extremes in the Czech republic in the last period

Cíle práce

Cílem práce je vyhodnocení extrémních teplotních a srážkových poměrů zaznamenaných stanicí Praha Klementinum za poslední období. Dílčím cílem je popsat historii meteorologických extrémů v České republice a vymežit pojmy spojené s danou problematikou.

Metodika

Úvodní část práce bude rešerše zaměřená na historii a vymezení pojmů souvisejících s meteorologickými extrémy.

Praktická část bude založena na datech ČHMÚ konkrétně z hodnot stanice Praha Klementinum a bude obsahovat analýzu výskytu extrémních teplotních a srážkových poměrů za poslední období a následnou syntézu získaných dat do grafů a tabulek.

Doporučený rozsah práce

40 stran textu

Klíčová slova

extrémní hodnoty, teplota, srážky, Česká republika, meteorologie

Doporučené zdroje informací

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

KRŠKA, K. – ŠAMAJ, F. – ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. *Dějiny meteorologie v českých zemích a na Slovensku.* V Praze: Karolinum, 2001. ISBN 80-7184-951-0.

MUNZAR, J. – KRŠKA, K. – PEJML, K. – SLÍVA, J. *Meteorologie skoro detektivní.* Praha: Horizont, 1990. ISBN 80-7012-037-1.

SOBÍŠEK, B. – KRŠKA, K. – MUNZAR, J. *Meteorologický slovník výkladový & terminologický.* Praha: Ministerstvo životního prostředí České republiky, 1993. ISBN 80-85368-45-5.

TOLASZ, R. *Atlas podnebí Česka = Climate atlas of Czechia.* Praha: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. ISBN 978-80-86690-26-1.

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 11. 6. 2020

doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 17. 6. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 06. 10. 2020

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Meteorologické extrémy v České republice v posledním období 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 Litoměřicích dne _____

(podpis autora práce)

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce doc. Mgr. Marku Vachovi, Ph.D. za odborné vedení, užitečné rady a trpělivost. Dále si velké poděkování zaslouží můj přítel a má rodina za velkou psychickou podporu a vytvoření klidného zázemí pro psaní této práce.

Abstrakt

Začátek práce je řešen jako literární rešerše. Pojednává od historie, přes vývoj meteorologie ve světě i v České republice a volně pokračuje na vnímání meteorologie dnes. Vysvětluje také pojmy s ní spojené jako je předpověď počasí, která je nezbytným prvkem v dnešní době. Také vysvětluje sběr dat a následné zpracování numerickými modely pomocí radarů a družic, či zmiňuje s meteorologií úzce spojené znečištění ovzduší. Text se dále zabývá meteorologickými extrémy, riziky a dopady spojenými s teplotami a srážkami. Lokalitou sběru dat této práce je pražská stanice Klementinum, s kterou se lze blíže seznámit v praktické části. Data ze sledované stanice byla poskytnuta ČHMÚ. Hlavním úkolem je sledovat teplotní a srážkovou řadu v posledním období od ledna roku 2010 do září roku 2020. Zaměřit se na dané měsíce ve sledovaných letech a popsat jejich změny v čase na základě grafů a výsledných tabulek vytvořených pro toto sledování. Na základě této práce je možné si uvědomit stoupající trend vývoje teplot, zvyšování intenzity extrémních teplot a různorodé úhrny srážek a s tím související změnu klimatu.

Klíčová slova: extrémní hodnoty, teplota, srážky, Česká republika, meteorologie

Abstract

The beginning of the theses is literary research. The research starts with discussing themes of history, development of Meteorology in the world and in the Czech Republic. After that, it discusses perception of today's Meteorology. Then it explains terms associated with this topic, such as the weather forecast, which is necessary element nowadays. It also explains data collections and resulting processing by numerical models using radars and satellites. Research also mentions air pollution, which is closely related to meteorology. Furthermore, the thesis deals with meteorological extremes, risks and consequences associated with temperature and precipitation. The collecting area for research data is Klementinum, Prague meteorology station, which is closely described in practical part. Data from this station were provided by ČHMÚ. Main focus of the theses is a monitoring of temperature and precipitation line in the latest period, which is from January 2010 to September 2020. Focusing individually on the months and describing their temperature and precipitation changes over time. This will be based on the graphs and tables created for this observation. Based on this thesis, it is possible to realize the increasing trend of temperature growth, the increase of intensity of extreme temperatures measurements and various precipitation totals, and with that associated climate change.

Keywords: extreme values, temperature, precipitation, Czech Republic, meteorology

Obsah

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Úvod | 1 |
| 2 | Cíl práce a metodika..... | 2 |
| 2.1 | Cíl práce | 2 |
| 2.2 | Metodika..... | 2 |
| 3 | Literární řešerše..... | 3 |
| 3.1 | Historie Meteorologie a její vývoj..... | 3 |
| 3.1.1 | Běh české meteorologie | 3 |
| 3.1.2 | Meteorologie dnes | 4 |
| 3.2 | Předpověď počasí | 4 |
| 3.2.1 | Omezení předpovědi počasí | 5 |
| 3.3 | Meteorologické radary | 6 |
| 3.4 | Meteorologické družice..... | 7 |
| 3.4.1 | Družice na polárních dráhách..... | 8 |
| 3.4.2 | Geostacionární družice | 8 |
| 3.5 | Znečištění ovzduší | 9 |
| 3.6 | Meteorologické extrémý..... | 10 |
| 3.7 | SIVS | 10 |
| 3.7.1 | Teplota..... | 11 |
| 3.7.2 | Vítr | 12 |
| 3.7.3 | Sněhové, námrazové a bouřkové jevy | 12 |
| 3.7.4 | Dešťové srážky | 12 |
| 3.7.5 | Povodňové jevy, dotok..... | 13 |
| 3.7.6 | Požár..... | 13 |
| 3.8 | Dopady meteorologických extrémů | 13 |
| 3.8.1 | Sucho a s ním spojené požáry | 13 |
| 3.8.2 | Povodně..... | 14 |
| 3.9 | Meteorologické stanice..... | 14 |
| 4 | Charakteristika studijního území | 16 |
| 4.1 | Stanice Praha Klementinum | 16 |
| 4.2 | Meteorologické extrémý ve stanici Praha Klementinum | 17 |
| 5 | Praktická část..... | 19 |
| 5.1 | Data | 19 |
| 5.2 | Metodika..... | 19 |
| 5.3 | Teplotní extrémý a srážky v letech 2010–2020..... | 20 |
| 5.3.1 | Leden..... | 21 |
| 5.3.2 | Únor..... | 23 |
| 5.3.3 | Březen..... | 25 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 5.3.4 | Duben | 27 |
| 5.3.5 | Květen | 29 |
| 5.3.6 | Červen | 31 |
| 5.3.7 | Červenec..... | 33 |
| 5.3.8 | Srpen..... | 35 |
| 5.3.9 | Září | 37 |
| 5.3.10 | Říjen | 39 |
| 5.3.11 | Listopad..... | 41 |
| 5.3.12 | Prosinec | 43 |
| 5.4 | Výsledky..... | 45 |
| 6 | Diskuse | 48 |
| 7 | Závěr a přínos práce..... | 50 |
| 8 | Seznam použitých zdrojů | 51 |
| 8.1 | Tištěné dokumenty | 51 |
| 8.2 | Elektronické dokumenty..... | 52 |
| 9 | Seznam obrázků, grafů a tabulek..... | 56 |
| 9.1 | Seznam obrázků | 56 |
| 9.2 | Seznam grafů | 56 |
| 9.3 | Seznam tabulek..... | 57 |
| 10 | Přílohy | 58 |
| 10.1 | Obrázková příloha..... | 58 |

1 Úvod

V minulých dobách si lidé vykládali změnu počasí jako „*boží vůli*“, která představuje odměnu nebo odplatu. V dnešní době je počasí objektem zájmu ale i studie (Buckley, a další, 2006). Předpověď počasí nalezneme v telefonech, chytrých hodinkách, televizích a v mnoho dalších věcech kolem nás. Potřebujeme ji abychom si naplánovali den, co si máme obléci, kam máme jít na výlet nebo třeba kvůli práci, kterou není možné vykonávat v některých projevech počasí (WMO, ©2021). Stále dokonalejší meteorologické předpovědi počasí nám zajišťují stále kvalitnější a rychlejší přísuny dat a následné zpracování matematickými modely. K dostupnosti dat slouží meteorologické radary a družice. Ty potom využívají vědci v meteorologických centrech (Řezáčová, a další, 2007).

Nejdéle měřící stanicí u nás je pražské Klementinum, patří k nejdelšímu pozorování v Evropě (Tolasz, 2007). Extrémní počasí může být sledováno pouze z dlouhodobého hlediska (Buckley, a další, 2006). Meteorologické extrémy jsou stále častější. Je to projev přirozené variability zemské atmosféry. Četnost, intenzita a dopady meteorologických extrémů se mění v čase i prostoru. Významným jevem je fakt že roste teplota všech ročních období. Sucho představuje po povodních druhý nejvýznamnější hydrometeorologický extrém. V posledních letech vidáme projevy sucha stále častěji, souvisí to se změnou klimatu (Brázdil, a další, 2015).

V dalších kapitolách lze nalézt odpovědi právě na vývoj meteorologie v čase, stoupající trend meteorologických extrémů či otázky množství srážek v posledním období.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem této práce je v rešeršní části popsat historii meteorologie a meteorologických extrémů, vymezit dané pojmy a z části se zmínit i o předpovědi počasí a znečištění ovzduší. Dále se pak dotknout úzce stanice Praha Klementinum se kterou bude souviset i praktická část. Ta vychází z dat ČHMÚ a výsledkem bude vyhodnocení extrémních teplotních a srážkových poměrů právě v této stanici. Data jsou rozebírána po měsících v období 2010–2020.

2.2 Metodika

Úvodní částí je nutné nejdříve uvést samotnou meteorologii a pojmy s ní spojené. Potom projít krátce historii a navázat na současnost. Dále pak projít pojmy často spojené s meteorologií, jako například předpověď počasí či znečištění ovzduší. Poté specifikovat stanici Praha Klementinum jež bude úzce souviset s další částí. Praktická část bude stát na datech z ČHMÚ, a to konkrétně právě ze stanice Praha Klementinum. Data poskytnuta ČHMÚ byla spojena do jedné excelové tabulky, tak aby s nimi bylo možné nadále pracovat a vytvářet z nich přehledné grafy zobrazující vývoj extrémů ve sledovaném období v jednotlivých měsících.

3 Literární rešerše

V této kapitole si představíme teoretický základ pro tuto práci. Představíme si vše od historie až po předpověď počasí, znečištění ovzduší, meteorologické extrémy a jejich dopady.

3.1 Historie Meteorologie a její vývoj

Již je tomu 2,5 tisíce let co byl poprvé použit pojem meteorologie řeckým filozofem Platonem, tehdy ale neznamenal, co dnes. Nejstarším spisem je „*Meteorologica*“ vydaná ve čtyřech knihách Aristotelem (Kožnarová, a další, 2006). Dříve podle Aristotela pojmenovávali lidé všechny věci, které se nacházeli ve vzduchu (jak v kapalném tak v pevném skupenství) pojmem „meteora“ (Munzar, a další, 1993).

Pozdějšími slavnými průkopníky byli Leonardo da Vinci, Galileo Galilei nebo také Robert Hooke. Meteorologie byla později spojena s astronomií a astrologií, velmi rychle se začala rozvíjet v 16.století. Instituce, organizace a úřady začali vznikat až v posledních stoletích (METEO AKTUALITY, ©2020).

3.1.1 Běh české meteorologie

Po válce se česká meteorologie naklonila té sovětské. Ačkoliv byla na velmi vysoké úrovni, tak se stále zaměřovala jen jedním směrem. Západní literatura zde nebyla k sehnání. Denní přehledy se na našem území začaly vydávat až po roce 1949, zaveden byl meteorologický kod SYNOP. V české televizi vysílala první předpověď počasí v roce 1961 (Soukupová, 2012).

Dnešní hydrometeorologický ústav vznikl vládním nařízením Československé republiky č. 96/1953 Sb. s platností od 1.1. 1954. S zvyšujícím se nátlakem na ochranu životního prostředí se v roce 1967 začlenil třetí obor na ochranu čistoty ovzduší. V rámci federativního uspořádání došlo ke vzniku Českého a Slovenského hydrometeorologického ústavu se sídlem v Praze a Bratislavě v roce 1969. Rozvoj českého hydrometeorologického ústavu trvale pokračoval (ČHMÚ, ©2020).

3.1.2 Meteorologie dnes

V dnešní době se ke sledování změn počasí využívají moderní technologie jako meteorologické radary, meteorologické družice a výkonné superpočítače. Meteorologové úzce spolupracují po celém světě, aby zvýšili přesnost a spolehlivost předpovědi počasí. Ta je klíčová pro široké spektrum odvětví od zemědělství až po těžbu surovin (Buckley, a další, 2006).

Meteorologie je zkrátka věda o zemské atmosféře, jejím složení, vlastnostech a všech jevech v ní probíhajících. Naštěstí se pod pojmem „meteora“ již nepovažuje vše co je ve vzduchu. Dnes je to velice uznávaný a rozsáhlý vědní obor. Je nutno dodat že meteorologie udělala velký pokrok z minulosti do současnosti a pracuje nyní s opravdu špičkovou technologií.

3.2 Předpověď počasí

První pokus předpovědět počasí pomocí výpočtů trval šest týdnů a byl to Lewis Fry Richardson v roce 1922. Numerická předpověď počasí učinila od té doby obrovské pokroky, údaje o počasí jsou shromažďovány 24 hodin denně, 365 dní v roce od meteorologických satelitů přes Dopplerův radar, meteorologické stanice, meteorologické balóny, letadla, lodě a další mnohé zdroje (World Meteorological Organization, ©2020).

Počasí je svědkem ale mnohdy i příčinou všech událostí kolem nás. Soudy, pojišťovny, orgány bezpečnosti i historici chtějí často posudky od hydrometeorologických ústavů a žádají informace, které by mohly pomoci k vysvětlení daných událostí (Munzar, a další, 1990).

Meteorologové a vědci zaobýrající se počasím, vyhodnocují údaje z přístrojů po celém světě. Na principu modelů pak vydávají předpovědi. Nepřetržitý přenos informací zajišťuje celosvětová síť pozorovacích stanic (Allaby, 2002).

Národní, regionální ale i globální centra pro předpověď počasí a klimatu používají numerické modely založené na fyzikálních zákonech k výrobě grafů, digitálních snímků, předpovědí počasí, kvality ovzduší, předpovědí klimatu, hodnocení rizik a služeb včasného varování. Počasí nezná žádné státní hranice a práce, kterou v pozadí provádějí meteorologové pro prospěch celé společnosti je

výsledkem jejich týmové práce po celém světě (World Meteorological Organization, ©2020).

3.2.1 Omezení předpovědi počasí

V zemské atmosféře je obrovská rozmanitost procesů, které se mění každou chvíli. Zejména jevy jako proudění, ale i další pohybové děje, se můžou matematicky vyjádřit, a to za pomoci soustavy diferenciálních rovnic. Chování a vznik atmosférických jevů ve velkém měřítku („*synoptické analýzy*“), ale nevysvětluje procesy v měřítkách malých jako např. „proudění v přízemní vrstvě“. K popsání takového vztahu není k dispozici žádný předpis, který by zvládal přesně tyto závislosti popisovat. Je potřeba si uvědomit, že atmosféra Země je tak složitý systém, že abychom uměli její chování zcela popsat, muselo by být popsáno v nekonečné složitosti.

Nejen mezi odbornou částí populace existuje domnělý efekt tzv. „*efekt mávnutí motýlích křídel*“, který nám připodobňuje, že i úplně nevýznamná situace (pohyb vzduchu zapříčiněného mávnutí motýlích křídel) na jedné straně naší planety může mít po nějakém čase za následek významný jev na straně druhé (např. cyklónu). Víme sice, že je toto jen teoretický předpoklad, protože takovéto jevy jsou zapříčiněny tepelnou výměnou a hnány hlavně Coriolisovou silou. Přesně ale předpověď pro delší časové období provést neumíme, protože nejsme schopni zařadit do předpovědi potřebné velké množství dějů malých rozměrů.

Kvalitní předpověď počasí má pro společnost velký význam, a to nejen ekonomický. Proto se pro zkvalitnění předpovědí snaží fyzici i matematici přijít s řešením, jak pomocí matematických úkonů popsat rozměr atmosférických jevů jako konečný a přijatelný z hlediska našich výpočetních kapacit. Jednou z metod, která již byla vyvinuta je „*parametrizace turbulence*“. Velmi významný krok kupředu by v tomto směru znamenalo nalezení analytického řešení tzv. Navier-Stokesových rovnic.

Další cenou pomůckou je používání statistických dat pro předpověď počasí, které umožňují v určité míře vyhodnotit podobnost meteorologických situací a určit pravděpodobnou předpověď. I tato metoda ale naráží na problém nekonečně složitého chování atmosférických jevů (Vach, 2012).

3.3 Meteorologické radary

Slovo radar vzniklo ze zkratky z anglického „*Radio Detection And Ranging*“. Začalo to objevem elektromagnetického vlnění německým fyzikem Heinrichem Hertzem. Za zrození radaru je považován ale až rok 1935, kdy Robert Watson-Watt sestrojil pulsní radiolokátor pro detekci letadel. Radiová detekce odhalovala za 2.světové války nepřátelská letadla v bitvě o Británii. První čistě meteorologický radar byl sestrojen v roce 1949 v USA. První český radar TESLA RM-2 se pro pravidelné manuální měření začal používat v roce 1971 a k digitálnímu měření přešel v roce 1992 (viz. Obrázek 1 - Anténa radaru TESLA RM-2). Radar obsahuje tři hlavní části: vysílače, antény a přijímače. Řadí se k významnému a běžnému vybavení všech pokročilých meteorologických služeb. Je to mechanismus, který vysílá radiové vlny s vlnovou délkou řádu jednotek centimetrů a přijímá odraz, jež se zpětně vrátí od oblačných a srážkových částic. Dokáže odhadnout intenzitu srážek nad jeho sledovanou oblastí s prostorovou diferenciací 1 km × 1 km (Řezáčová, a další, 2007).

Obrázek 1 - Anténa radaru TESLA RM-2



Zdroj: (Archiv ČHMÚ, 2019)

Meteorologické radary jsou pro moderního meteorologa tudíž nepostradatelným zdrojem dat a informací. Je to jediný přístroj, který dokáže upozornit na bouřku či hurikán v rozmezí 5–10 minut. Také informují širokou

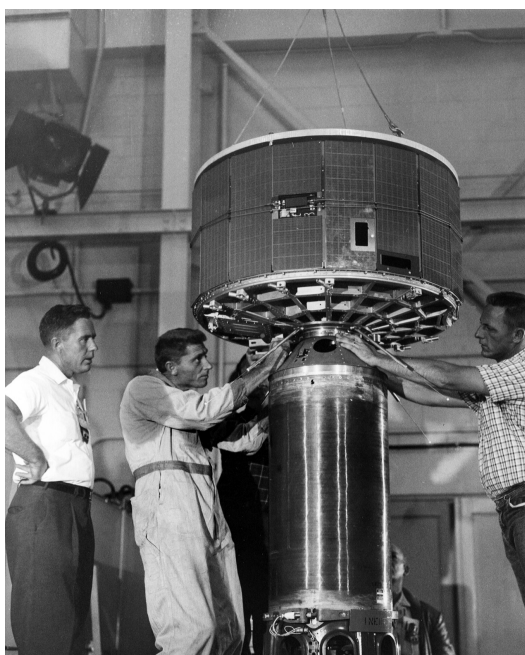
veřejnost, a to v podobě barevných animovaných obrázků, které jsou k vidění v televizních relacích o počasí (Buckley, a další, 2006).

Vynález radaru byl zlom pro meteorologii. Autoři konstatují fakta a upozorňují na jeho důležitost. Možnosti využití nejsou ale jistě vyčerpány. Dálková detekce oblaků a srážek je nenahraditelná.

3.4 Meteorologické družice

Družicová meteorologie začala 1. dubna 1960, kdy byla vypuštěna první meteorologická družice TIROS 1. Na obrázku níže lze spatřit technické práce na této družici. Meteorologické družice jsou umělá tělesa, která krouží po oběžné dráze. Podle charakteru dráhy se pak dále dělí na polární a geostacionární. (Karas, a další, 2007).

Obrázek 2 - TIROS 1



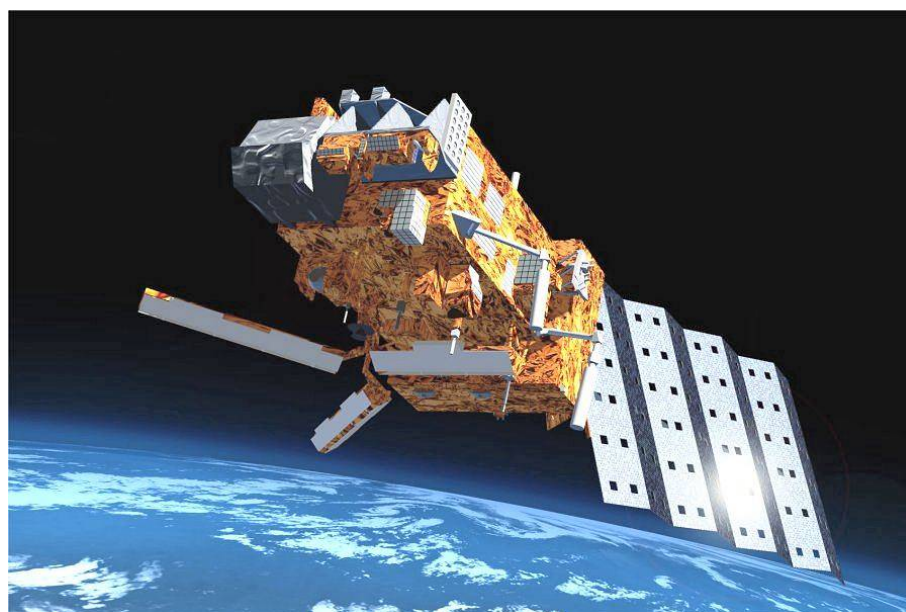
Zdroj: (NASA, 2019)

Barevné snímky z družic začali vznikat až v 60 letech, dříve byli pouze černobílé. Kvalita fotografií se neustále zlepšuje díky vysoké rozlišovací schopnosti. Snímky nám umožňují vidět detaily, které jsme dříve neviděli. Libovolné snímky nám dokonce umožňují zjistit stav moře, jeho povrchovou teplotu a proudění v horní troposféře. (Buckley, a další, 2006).

3.4.1 Družice na polárních dráhách

Polární družice se nacházejí na nízkých dráhách zhruba ve výšce 600 až 1500 km. Skoro vždy jsou přibližně kolmé na zemský rovník, proto při každém obletu přelétá nad polární oblastí. Do této skupiny družic patří například evropská družice METOP, kterou lze spatřit na následujícím obrázku, nesoucí přístroj VHRR („*Advanced Very High Resolution Radiometer*“) a další spousta družic označované jako výzkumné a vývojové družice (Řezáčová, a další, 2007).

Obrázek 3 - MetOp-A první polární družice



Zdroj: (Thuy Mai, 2017)

3.4.2 Geostacionární družice

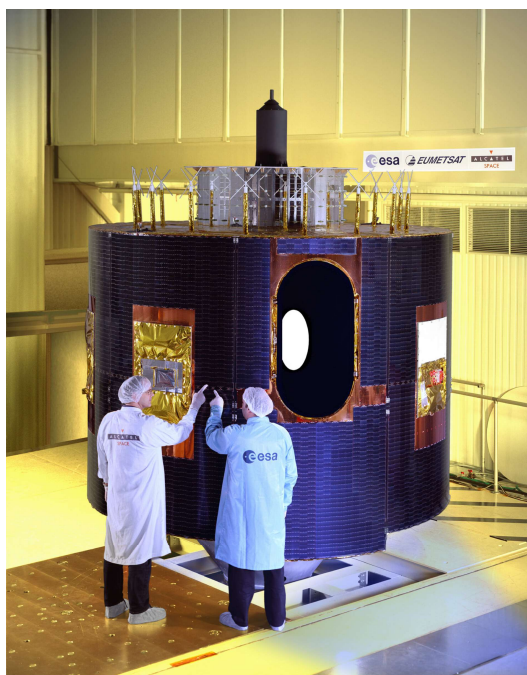
První družice na geostacionární dráze byla vypuštěna 7. prosince 1966, jednalo se o satelit NASA ATS-1. První čistě evropskou družicí na této dráze byl Meteosat 1, který byl vypuštěn 23. listopadu 1977 (Soukupová, 2012).

Geostacionární satelity rotují stejnou rychlostí jako Země a jejich výška nad zemským povrchem je zhruba 37 790 km. A proto jsou schopny každých 30 minut pořídí snímek Země na stejném místě. Takzvané „filmové smyčky“, které jsou z dat vytvářeny slouží prognostikům k získání pohledu z ptáčí perspektivy, což je vlastně pohled z vesmíru v reálném čase (NWS, ©2020).

Dané družice jsou rovnoměrně rozmístěny kolem Země. Pro Evropu jsou v současnosti nejvýznamnějšími geostacionárními družicemi, viz další obrázek,

Meteosat druhé generace („*Meteosat Second Generation*“) s radiometrem SEVIRI vzhledem k poloze nad rovníkem (Řezáčová, a další, 2007).

Obrázek 4 - Meteosat druhé generace



Zdroj: (J.L. Atteleyn, ©2002)

3.5 Znečištění ovzduší

Různorodé látky ve vysoké koncentraci otravující zdraví a pohodu lidí, působící na živé i neživé objekty po dlouhou dobu, tak by se dalo charakterizovat znečištění ovzduší. Nejdůležitějším kritériem jsou právně stanovené normy, které určují „*nejvýše přípustné koncentrace cizorodé látky v ovzduší*“. Významným zdrojem znečištění je u nás tovární komín, který je bodový, vyvýšený a plynulý (Munzar, a další, 1993).

Se znečištěním ovzduší měli problém již ve staré Anglii, kdy Král Edward I. vydal v roce 1273 prohlášení zakazující používání mořského uhlí, který produkoval velké množství sazí a oxidu siřičitého (Ahrens, 2011).

Lidé si uvědomili jak sami sobě mohou být nebezpeční až v 20. století při zavedení termínu smog, kdy na následky smogové situace v Londýně zemřelo 4000 lidí. Dnes smogem rozumíme různé druhy znečištění ovzduší od sloučenin síry přes ozon až po oxidy dusíku. Kvalita ovzduší a hodnoty znečištění se u nás pravidelně měří na stovkách místech po celé ČR. Hlavními znečišťovateli je doprava, malé

továrny a lokální topeniště. V České republice jsou imisní limity překračovány spíše ojediněle. O imisích mluvíme, když mapujeme množství škodlivin přecházející na příjemce. Emise vyznačují všechno vycházející ze zdrojů znečištění ovzduší nebo to co vzniká fyzickými či chemickými procesy v atmosféře (Karas, a další, 2007).

3.6 Meteorologické extrémny

Pro zvládání měnícího se klimatu má čím dál tím větší význam zkoumat dopady změn extrémního počasí a klimatických jevů (Karl, a další, 2008). V 21. století se experti shodují na extrémech častějších a rozšířenějších (Solomon, a další, 2007). Analýzu extrémů provádíme zejména pro nalezení rovnováhy a přijetí bezpečnostních standardů. Vedou k zabránění poškození staveb extrémními událostmi. Například vysoké srážky a výsledné průtoky ovlivňují stavby jako jsou mosty, nádrže, přehrady a kanalizace (World Meteorological Organization, 2009).

Existují zajímavé weby, kde se dají najít rekordy extrémů pro svět, kontinent i jednotlivé státy. Jedním z nich je ogimet.com, můžeme zde najít nejvyšší maxima, nejnižší minima a nejvyšší denní úhrny srážek (G. Ballester Valor, ©2021).

V České republice pak měsíční extrémny a diskuzi k nim je možné najít na webu Infomet (INFOMET, ©2021). A denní rekordy v Klementinu od začátku pozorování pak na stránkách Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ, ©2021).

3.7 SIVS

SIVS je zkratka pro Systém integrované výstražné služby. Je to systém pro vydávání meteorologických a hydrologických výstrah ČHMÚ od roku 2000. Nově se také od roku 2019 používá formát CAP, což je všeobecný výstražný protokol neboli „*Common Alerting Protocol*“. Je možné jev předpovědět až 3–48 hodin předem. Najdeme v něm například předpokládanou intenzitu jevu (ČMeS, ©2017).

ČHMÚ vydává výstrahy v souladu se Světovou meteorologickou organizací (WMO, ©2021). Jevy jsou rozděleny do 8 skupin (ty jsou rozepsány v podkapitolách níže), kdy každý jev má různý standart nebezpečí. Barevně rozlišujeme 3 intenzity nebezpečí, žlutou, oranžovou a červenou barvu. Na obrázku 5 je zachyceno toto rozdělení. Z obrázku lze vyčíst také pravděpodobnost výskytu nebezpečného jevu.

Žlutá barva značí nízký stupeň nebezpečí. Počasí se věnuje zvýšená pozornost, aby se předešlo případnému riziku. Jev je potenciaálně nebezpečný. Oranžová barva značí vysoký stupeň nebezpečí. Lze předpokládat materiální škody ale i oběti na životech. Bdělost a cyklické sledování je bezpodmínečné. Červená barva znamená extrémní nebezpečí, jev je spozorován vyjímečně. Počítá se s velkými škodami na majetku a katastrofickými následky. Lze očekávat mimořádná opatření (ČHMÚ, ©2021).

Obrázek 5 - Pravděpodobnost a intenzita nebezpečného jevu

| | | intenzita | | |
|-----------------|-----------------|-----------|--------|----------|
| | | nízká | vysoká | extrémní |
| pravděpodobnost | pozorovaný jev | | | |
| | vysoká (> 50 %) | X | | |
| | nízká (< 50 %) | | | |

Zdroj: (ČHMÚ, ©2021)

3.7.1 Teplota

Podnebí je u nás v České republice ovlivňováno vnitrozemským vlivem východní Evropy a vlivem Atlantického oceánu. S vyšší nadmořskou výškou teplota vzduchu klesá. Inverze je ale výjimkou. Z dlouhodobého pozorování vyplynulo, že nejteplejšími měsíci jsou červenec a srpen, naopak nejchladnější je začátek roku. Zátěž organismu z hlediska vysokých teplot nastává již od 30 °C, problémem jsou velké městské aglomerace, kde vznikají tepelné ostrovy. Nejvyšší teploty v České republice mohou dosahovat nezvykle až 40 °C. Z hlediska prudkých poklesů teplot zátěž organismu způsobuje teplota pod bod mrazu. Velmi nízké teploty se u nás vyskytují v prosinci, lednu a únoru, teplota může mimořádně klesnout až na -40 °C. Výstražné informace se vydávají na extrémně vysoké teploty, velmi vysoké teploty,

vysoké teploty, extrémní mráz, velmi silný mráz, silný mráz, mráz ve vegetačním období a prudký pokles teploty (ČHMÚ, ©2021).

3.7.2 Vítr

Vzduch se neustále přesouvá, hlavně horizontálně v souvislosti na rozložení atmosférického tlaku. Rychlost větru se udává v jednotce m/s nebo km/h. Výstražné informace se vydávají na extrémně silný vítr, velmi silný vítr a silný vítr. Extrémně silný vítr nad 30 m/s (110 km/s) se značí jako extrémní stupeň nebezpečí. Vítr s nárazy nad 24 m/s se značí jako velmi silný. Silný vítr má pak hodnotu nad 18 m/s (ČHMÚ, ©2021).

3.7.3 Sněhové, námrazové a bouřkové jevy

Sněhové jevy jsou srážky tuhého skupenství. Na horách může vznikat nebezpečí v podobě lavin. Výstražné informace se vydávají na extrémní sněhovou pokrývku, vysokou novou sněhovou pokrývku, novou sněhovou pokrývku, vysokou celkovou sněhovou pokrývku, silné sněžení, extrémně silné sněžení, sněhové jazyky, závěje a sněhové bouře (ČHMÚ, ©2021).

Obecně se dá říct, že námraza vzniká, když vzduch dosahuje teploty od 3 °C do -12 °C. Výstražné informace se vydávají na náledí, ledovku, silnou ledovku, velmi silnou ledovku, mrznoucí mlhy a silnou námrazu (ČHMÚ, ©2021).

Bouřkové jevy v České republice se vyskytují zpravidla v létě. Výstražné informace se vydávají na extrémně silné bouřky s přívalovými srážkami, extrémně silné bouřky, velmi silné bouřky s přívalovými srážkami, velmi silné bouřky a silné bouřky (ČHMÚ, ©2021).

3.7.4 Dešťové srážky

Dešťové kapky jsou větší než 0,5 mm, pokud jsou menší jde o mrholení. Množství srážek se udává v milimetrech za určitý časový úsek. Výstrahu ČHMÚ vydává, když jde o vydatný déšť nad 30 mm za 6 hodin. Velmi vydatný déšť nad 40 mm za 6 hodin nebo extrémní srážky nad 50 mm za 6 hodin (ČHMÚ, ©2021).

3.7.5 Povodňové jevy, dotok

Převážná část naší krajiny byla v historii utvářena povodněmi a cestou vody. Rozlišujeme 3 stupně povodňové aktivity (bdělost, pohotovost, ohrožení), na které se vydávají výstražná opatření. Více si o povodních lze přečíst v další kapitole „*Dopady meteorologických extrémů*“. Dotok je vrchol povodňové vlny, který prošel korytem řeky v celé její délce a to pod 1 SPA (stupeň povodňové aktivity), nepředpokládá se její opětovný vzestup (ČHMÚ, ©2021).

3.7.6 Požár

K požárům dochází především v období sucha. Požáry ale mohou vzniknout i úderem blesku. Index nebezpečí požáru má 5 stupnic, přičemž 5 znamená velmi vysoké riziko. Výstražné informace se vydávají při stupni 4 a 5 (ČHMÚ, ©2021).

3.8 Dopady meteorologických extrémů

Dopadů meteorologických extrémů je celá spousta. Od ničivých větrů po sněhové bouře. Níže jsou vybrány dva nejdůležitější z hlediska této práce. Jsou jimi sucho, jelikož je spojeno s teplotou a povodně, jelikož jsou spojovány také se srážkami.

3.8.1 Sucho a s ním spojené požáry

Sucho jako takové je velmi těžké definovat. Obecně k suchu dochází, když je nedostatečný úhrn srážek v delším časovém úseku (v České republice konkrétně v řádu týdnů až měsíců). Sucho způsobuje problémy jak pro životní prostředí, tak pro aktivitu a život lidí. Problémy v České republice lidé pocítují například v zemědělství (nedostatek vláhy pro plodiny), vodním hospodářství a lesnictví (kdy díky suchu dochází k požárům lesních porostů) (Ústav výzkumu globální změny AV ČR, ©2021).

Lesní požár je fyzikálně-chemický jev. Pro živou část v lýku dřevin je teplota nad 54 °C mortalitní (Baker, 1929). Vlhkost vzduchu, míra sucha, index nebezpečí požáru a předpověď počasí jsou velmi důležitými prvky k prognóze vzniku lesního požáru. (Berčák, a další, 2018).

Velmi využívaný a užitečný je také portál intersucho, který vznikl v roce 2012. Byl vyvinut Ústavem výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i. (Czech Globe). Zobrazuje intenzitu sucha v celé České republice a je využíván hlavně zemědělci (Ústav výzkumu globální změny AV ČR, ©2021).

Lesníci tedy mohou kontrolovat míru sucha a nebezpečí případného požáru. Rekordní požár se stal v roce 2012 u Bzence na Hodonínsku, který hořel na 200 ha půdy a hasičům se ho podařilo uhasit až čtvrtý den (Alžběta Šimková, 2019). Kvůli nedostupnému terénu a problému s vodou, musí často pomáhat vrtulníky. Proto je jednou z nejdůležitějších složek v prevenci proti požáru Letecká hasičská služba (Berčák, a další, 2018).

3.8.2 Povodně

Povodně vznikají, když voda zaplaví pevninu, která je obvykle suchá (Nunez, 2019). Poslední plošné povodně se stali v roce 2013, kdy na začátku června překročili řeky třetí stupeň a byl vyhlášen stav ohrožení (ECONOMIA, 2013).

V České republice ohledně povodní existuje řádka šikovných webů. Prvním z nich je „*Elektronický digitální povodňový portál*“ neboli edpp.cz. Nalezneme na něm online povodňovou mapu, povodňové plány a předpověď počasí (EDPP, ©2021). Dalším velice důležitým portálem je „*Povodňový plán České republiky*“ neboli dppcr.cz. Je to základní dokument pro ústřední řízení povodňové ochrany v České republice. Je zpracován MŽP a obsahuje podrobné rozdělení úkolů a činností spojených s opatřením před povodněmi (MŽP ČR, ©2021).

Třetím zajímavým webem je Intermap.cz, kde na riskportál najdeme povodňovou mapu. Jde tak zjistit jaká oblast je riziková. Na určení povodňové zóny se podílí vzdálenost od toku, mohutnost toku, velikost sběrného území toku a umístění protipovodňových zábran. Na tomto portálu tak můžeme zjistit jestli se daná nemovitost nachází v povodňové oblasti a je například pojistitelná (Intermap Technologies, ©2021).

3.9 Meteorologické stanice

„Meteorologickou stanicí se rozumí místo nebo dopravní prostředek, v němž se konají stanovená meteorologická pozorování podle dohodnutých mezinárodních

nebo vnitrostátních postupů“ (Munzar, a další, 1993). Zde pozorují odborní pracovníci meteorologické prvky a veličiny. Mapy a diagramy se pak vykreslují ze získaných dat. Dále pak putují do numerických modelů. Čím více stanic je blízko u sebe, tím přesnější předpovědi vypočítá numerický model. Nejvíce meteorologických stanic u nás provozuje ČHMÚ. Stanice měří teplotu vzduchu, vlhkost vzduchu, atmosférický tlak, délku slunečního svitu, srážky, výšku sněhové pokrývky, rychlost a směr větru, oblačnost, bouřky a další jevy. Meteorologické stanice se různě dělí v závislosti na pracovišti, umístění, charakteru získávání dat nebo součinnosti s člověkem. Nejstarší česká observatoř se v České republice nachází v pražském Klementinu (Smolka, 2013).

4 Charakteristika studijního území

Tato kapitola se bude zaměřovat na představení stanice Praha Klementinum, její historii a její extrémny.

4.1 Stanice Praha Klementinum

Nejdéle souvisle měřící stanice v České republice se nachází v hvězdárně v Pražském Klementinu. Mapuje klima v centru Prahy. Měření začala již v roce 1752 a pokračují až do dnes. Umístění meteorologické stanice nesplňuje předpisy, ale stanice poskytuje cenné údaje o vývoji teploty ve střední Evropě. Ze všeobecných informací lze zmínit zeměpisnou šířku, která je 50° 05' 12" N a zeměpisnou délku 14° 24' 59" E. Stanice se nachází v nadmořské výšce 191 m. n. m. Klementinum je jedním z největších stavebních komplexů v Evropě s plochou dvou hektarů (InMeteo, ©2020).

Jejím prvním ředitelem byl profesor Josef Stepling. Díky jeho zásluze začala meteorologická měření na pražském Klementinu probíhat. Dříve nepostupovalo měření jako dnes, většinu přístrojů si Stepling sestavoval sám. Z měření se bohužel také před rokem 1771 dochovalo jen velmi málo. Od začátku roku 1775 se povedlo všechny údaje převést na dnešní jednotky. V 80 letech 18. století se naposled meteorologické přístroje v rámci Klementina přesunuli, v tuto dobu byl hlavou stanice Antonín Strnad. Stanice byla vybavena kvalitními přístroji z Mannheimu. Jako v jiných středoevropských střediscích se také v této stanici dodržují takzvané Mannheimské hodiny, to jsou termíny meteorologických pozorování v 7 hodin ráno, ve 2 odpoledne a 9 hodin večer místního středního slunečního času. Podle této metody se také počítá průměrná teplota vzduchu, s tím že večerní teplota se započítává dvakrát. (Pejml, 1975; Krška, a další, 2001)

Přístroj na měření se netypicky nachází v druhém patře budovy, kde je atypická budka umístěna na stěně. V obrázkové příloze se nachází fotografie s umístěním přístroje a s astronomickou věží v Klementinu. Správná meteorologická stanice by se měla nacházet 2 metry nad zemí, nad travnatým pozemkem a nepřipevněna k žádné budově. Jelikož je stanice umístěna v centru města je značně ovlivněna i množstvím tepla, které se zde nachází, mluvíme tzv. o tepelném ostrově. Čím více se Praha rozrůstala tím více rostl i efekt tepelného ostrova. S tímto se také

uměrně zvyšuje množství naměřených rekordů právě na této stanici a to hlavně v létě. Umístění tedy ovlivňuje měření a jak už bylo zmíněno nesplňuje dané předpisy (Honsová, 2007).

4.2 Meteorologické extrémy ve stanici Praha Klementinum

Klima je ve stanici Klementinum velmi teplé vzhledem k situacím uvedeným v minulé kapitole. Zejména v létě se zde setkáváme s velkým množstvím tropických dní a nocí, a to z důvodu chybějící vegetace. Tropický den je den, kdy maximální teplota vzduchu musí být vyšší než 30 °C. V tropickou noc nesmí zase teplota v noci klesnout pod 20 °C.

Blíže se práce zaměří na extrémy v jednotlivých měsících od začátku měření do současnosti (pro průměry je použito období 1961–1990, které je shodné s citovaným atlasem a údajem z ČHMÚ). V lednu jakožto nejstudenějšímu měsíci v klimatu se průměrné teploty pohybují od 1,8 °C do –2,1 °C. Největší maximální teplota byla naměřena 12. 1. 1993 a to 17,4 °C. Nejnižší minimální teplota byla naměřena 31. 1. 1830 a to –27,5 °C. Únor patří také k teplotně hodně studeným měsícům. Průměrně se teplota pohybuje od 3 °C do 0,3 °C. Nejnižší minimální teplota se přitom blíží měsíci lednu s hodnotou –27,1 °C (naměřeno 11. 2. 1929). Nejvyšší teplota dosáhla 18,5 °C (25. 2. 1990). Březen dokáže být také velmi studený, což dokazuje minimální teplota –27,6 °C, ta je nižší než v lednu. Nejvyšší maximální teplotní extrém byl překonán nedávno v roce 2017 s teplotou 22,6 °C (naměřen 31. 3, tedy až ke konci měsíce). V dubnu se průměrné teploty pohybují od 8,1 °C do 11,7 °C. Přelom letního období je znát na minimální teplotě –8 °C (3. 4. 1900), zatímco maximální teplota dosáhla 30,7 °C, což byl tropický den (29. 4. 2012). Průměrné teploty měsíce května se pohybují od 12,5 °C do 16,8 °C. Nejnižší teplota se pořád pohybuje v záporných hodnotách –1,6 °C (6. 5. 1864). V roce 2005 se nejvyšší teplota dostala na 32,8 °C. Červen má průměrné teploty 16,5 °C až 20 °C. Minimální teplota je již kladná (naměřeno 4,2 °C, 1. 6. 1977).

V druhé polovině roku je červenec považován za nejteplejší měsíc u nás. Jeho průměrné teploty jsou od 18,6 °C do 21 °C. Nejnižší teplota byla naměřena rovnou dvakrát, a to v roce 1856 a 1962. Nejvyšší absolutní maximum naměřené v této stanici bylo 37,8 °C (27. 7. 1983). V srpnu jsou průměrné teploty velmi podobné s předešlým měsícem (17,3 °C až 20,9 °C). Nejnižší teplota 6,4 °C byla naměřena

26. 8. 1980. Nejvyšší teplota 36,8 °C byla naměřena dvakrát, a to v posledních letech 13. 8. 2013 a 8. 8. 2015. Zářij už je z hlediska průměrných teplot chladnější s hodnotami 13 °C až 17,4 °C. Maximální naměřená teplota 33,1 °C (5. 9. 1781) je jedna z nejstarších. Minimální naměřená teplota se blíží bodu mrazu (0,7 °C 27. 9. 1877). V dalším měsíci, tedy v říjnu již je minimální teplota -7,5 °C naměřena 31. 10. 1920. Maximální naměřená teplota nastává o 9 let později s hodnotou 27 °C. Průměrné teploty se v měsíci říjnu pohybují od 7,2 °C do 13,2 °C. Listopad jakožto předposlední měsíc ukazuje průměrné teploty od 2,2 °C do 7,9 °C. Dne 23. 11. 1858 bylo naměřeno minimum -16,9 °C. Maximum bylo naměřeno dne 3. 11. 1970. Poslední měsíc, tedy prosinec má průměrné teploty od 0,9 °C po 2,8 °C. Nejnižší teplota byla naměřena 26. 12. 1853 s hodnotou -24,8 °C, nejvyšší teplota 17,4 °C pak byla naměřena 5. 12. 1961 (ČHMÚ, ©2021; Tolasz, 2007).

5 Praktická část

Tato kapitola popíše získání a zpracování dat. Ukáže, vysvětlí a popíše důkladně sestrojené grafy. Stěžejní část práce a vyhodnocení dat, bude pak v kapitole Výsledky.

5.1 Data

Data pro tuto bakalářskou práci byla vzata z ČHMÚ, a to konkrétně ze stanice Praha Klementinum od ledna roku 2010 do prosince roku 2019. Data za rok 2020 a to konkrétně od ledna do září byla na požádání poskytnuta také od ČHMÚ. Tyto data však nejsou v současné době zveřejněna a nejsou verifikována, bude tomu tak v únoru roku 2021.

Vstupní data jsou tedy z jedenáctileté řady od ledna 2010 do září 2020. Data byla sloučena do jedné excelové tabulky a byla z nich vytvořena kontingenční tabulka, ze které se následně tvořili grafy.

5.2 Metodika

Všechna data k praktické části této práce byla poskytnuta ČHMÚ, ta byla sloučena a sepsána do excelových tabulek tak aby s nimi šlo nadále pracovat. Následně byla vytvořena kontingenční tabulka, ve které se dali filtrovat potřebné údaje. S grafy bylo posléze dále pracováno a byly z nich vytvořeny grafy zobrazující vývoj extrémů ve sledovaném období. Grafy byly přehledně rozděleny zvláště do teplotních extrémů a srážek, to vše v jednotlivých měsících.

Celkem je vytvořeno 24 grafů, 12 z nich ukazuje teplotní extrémy v daném měsíci a 12 z nich srážky v daném měsíci. Rozděleny jsou v praktické části do kapitol podle jmen všech 12 měsíců. K těmto měsícům byly následně přidány dva grafy, které jsou důkladně popsány. Grafy od ledna do září jsou od roku 2010 do roku 2020, říjen až prosinec pak od roku 2010 do roku 2019. V grafech je také v malé tabulce přehledně ukázána maximální teplota, minimální teplota a průměrná teplota za dané roky v daném měsíci.

Pro správné pochopení grafů je nutné specifikovat sledované veličiny v grafech. Maximální měsíční teplota pro daný rok ve sledovaném měsíci není

zaznamenávána vždy pro fixní den měsíce, nýbrž pro libovolný den v měsíci, který dosáhl požadovaných nejvyšších hodnot. Stejný postup platí pro zaznamenávání minimální měsíční teploty, s rozdílem, že v tomto případě je pozornost věnována nejnižším teplotám, které bylo možno pozorovat. Průměrná měsíční teplota je pro potřeby grafů vypočtena jako prostý aritmetický průměr naměřených teplot ve sledovaném měsíci. Výše zmíněné skutečnosti jsou vždy zobrazené v prvním grafu podkapitoly měsíce. Ve druhém grafu každé podkapitoly lze poté nalézt graf, který zobrazuje srážky v daném měsíci. V těchto grafech je hodnota celkových měsíčních srážek určena součtem srážek jednotlivých dnů v měsíci. Množství srážek udáváme v mm, přičemž tato jednotka odpovídá litrům na metr čtvereční plochy za jednotku času za den.

Pro potřeby popsání a vysvětlení grafů (přesných hodnot naměřených v jednotlivých dnech) je nutné dohledat ručně data, která jsou zpracována v excelové kontingenční tabulce.

5.3 Teplotní extrémy a srážky v letech 2010–2020

Níže je uvedeno 12 podkapitol s názvy jednotlivých měsíců. Každý měsíc má u sebe dva grafy popisující teplotní extrémy a srážky. Grafy zachycují teplotní výkyvy v daných měsících v průběhu tohoto desetiletí.

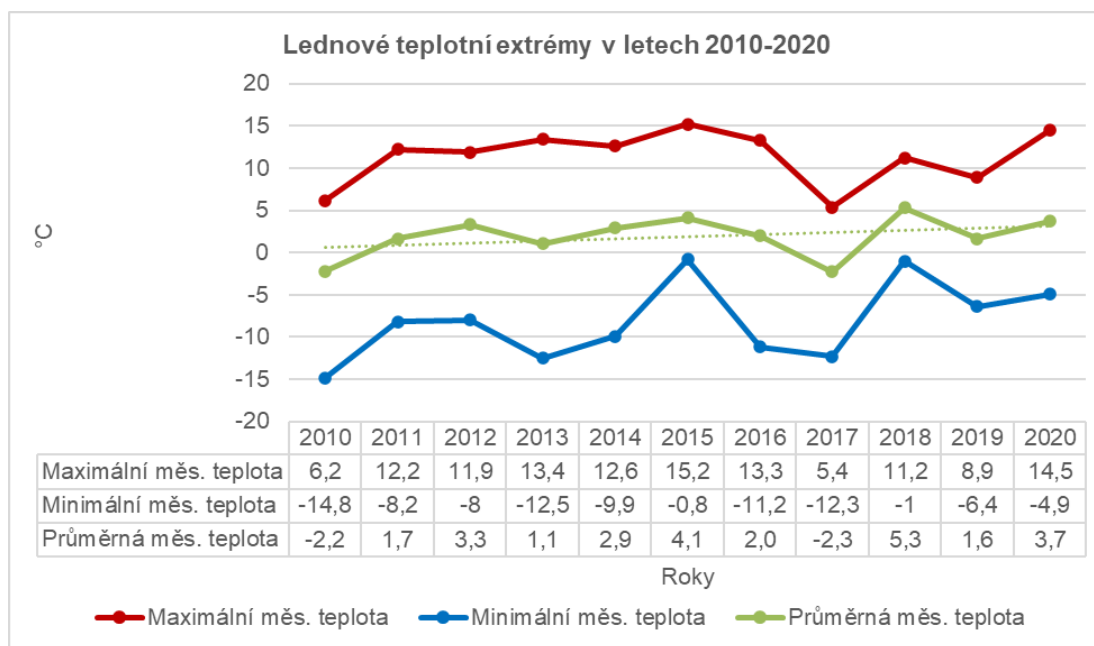
Grafy popisující měsíční teplotní extrémy obsahují 3 barevné křivky. Červená barva znázorňuje maximální měsíční teplotu pro daný rok ve sledovaném měsíci. Zelená barva vykresluje průměrnou měsíční teplotu za daný rok ve sledovaném měsíci, za ní lze vidět trendovou funkci, která je pro dané účely zobrazena tečkovaně. Poslední třetí křivka má barvu modrou a znázorňuje minimální měsíční teplotu za daný rok ve sledovaném měsíci. Dále jsou grafy doplněny tabulkou obsahující výčet naměřených extrémů.

Grafy, které zobrazují srážky v daném měsíci jsou tvořeny jednou křivkou. Ta má věcně zvolenou modrou barvu, která nám ukazuje měsíční srážky v jednotlivé roky za dané desetiletí.

5.3.1 Leden

Následující graf zobrazuje každoroční lednové teploty. A to zejména maximum, minimum a měsíční průměr. V Grafu č.1 lze vyčíst, že vývoj lednových teplot je z dlouhodobého hlediska mírně rostoucí (což lze vidět na trendové funkci u průměrné teploty). Z krátkodobého hlediska přesto zažívá v některých letech výkyvy. Při pohledu na lednová minima sledovaných let je zřejmé, že zejména roky 2010 (přesněji 27. 1. 2010 byla naměřena teplota $-14,8\text{ }^{\circ}\text{C}$) a dále roky 2013 a 2017 (26. 1. 2013 bylo naměřeno $-12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a 11. 1. 2017 klesla teplota na $-12,3\text{ }^{\circ}\text{C}$) byly velmi studené. Naopak v roce 2015 se minimální teplota dostala na hranici $-0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ (31. 1. 2015). Z tohoto důvodu to byl nejteplejší rok, a to jak z pohledu minimálních teplot, tak také maximálních (dne 10. 1. 2015 naměřeno $15,2\text{ }^{\circ}\text{C}$). Z pohledu maximálních teplot se roku 2015 těsně přiblížil rok 2020 se svojí teplotou $14,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (naměřenou 31. 1. 2020). Celkově lze považovat leden roku 2017 za velmi teplotně zajímavý, protože zde byl velký propad oproti trendu sledovaného období.

Graf 1 - Lednové teplotní extrémy



Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

V dalším grafu, tedy v grafu č. 2, který se zaměřuje na celkové lednové srážky od roku 2010 do roku 2020 lze pozorovat velmi sestupný trend. S nejvyšší hodnotou 40,9 mm srážek lze rok 2010 považovat za nejdeštivější. 17. 1. 2010 spadlo 9,6 mm srážek, to je více než za celý leden v letech 2017 (8 mm) nebo 2019 (9 mm). Nejméně deštivý byl rok 2020 (a to pouhých 5 mm).

Graf 2 - Lednové srážky

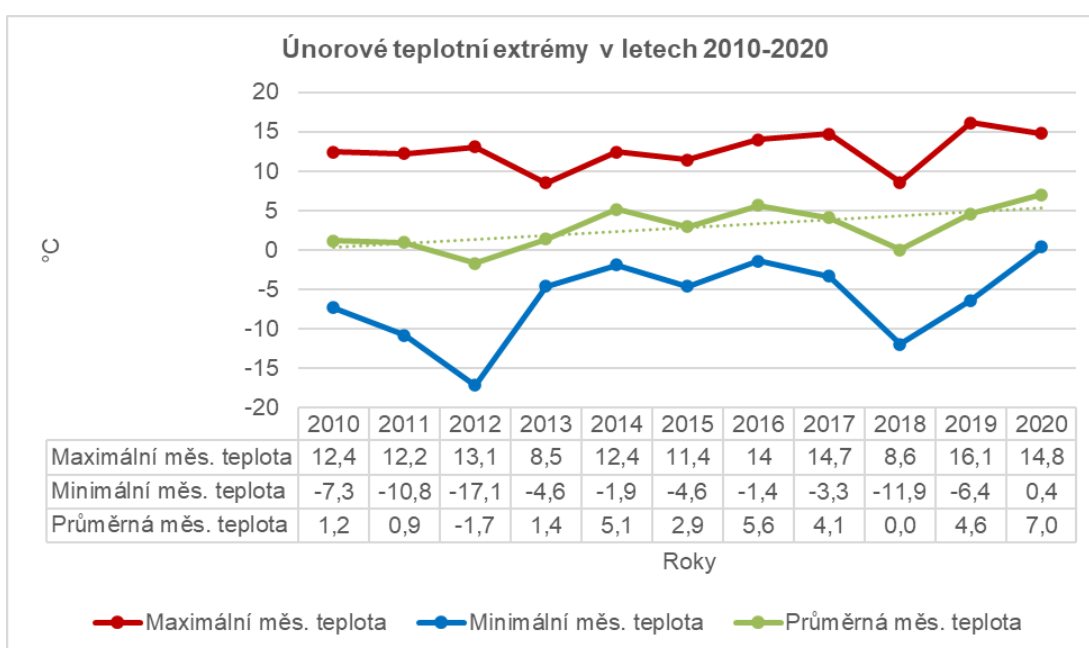


Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

5.3.2 Únor

Únorový graf č. 3 teplotních extrémů vykazuje na první pohled velmi studený rok 2012. Minimální teplota $-17,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ se naměřila dne 12. 2. 2012. Druhá nejnižší teplota byla v roce 2018 (dne 27. 2. 2018 byla minimální teplota $-11,9\text{ }^{\circ}\text{C}$). Stejně jako tomu bylo i u lednového grafu, v kterém je možno zpozorovat na trendové funkci průměrné měsíční teploty mírný růst, je v únoru zaznamenán mírný nárůst teplot, a to v průměru o $0,58\text{ }^{\circ}\text{C}$ za rok. Pokud jde o maximální teploty, nejvyšší naměřená byla 28. 2. 2019 a to hodnota $16,1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Graf 3 - Únorové teplotní extrémů



Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

Srážky v únoru na grafu č. 4 jsou v průběhu let velmi proměnné. Zatímco v roce 2014 a 2015 byli celkové srážky téměř nulové (2014, 1,1 mm a 2015, 1,4 mm srážek), tak v sousedních letech 2013 a 2016 byl souhrn srážek téměř na maximální úrovni. Z pohledu úrovně srážek byl rekordní únor v roce 2020 s hodnotou 36,3 mm.

Graf 4 - Únorové srážky

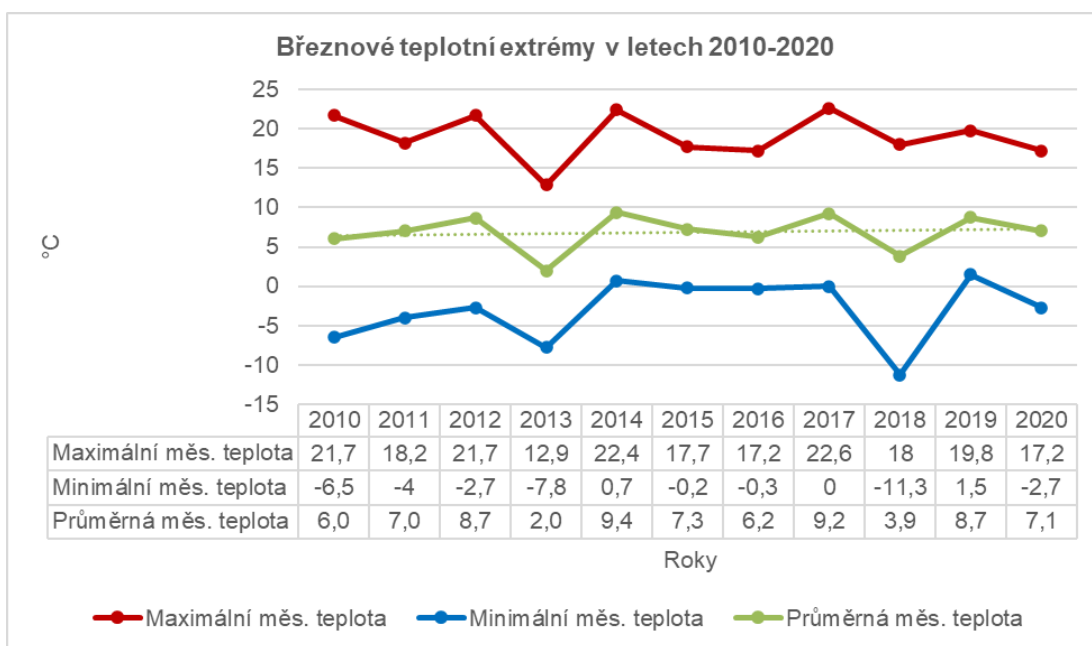


Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

5.3.3 Březen

Graf č. 5 zobrazující březnové teplotní extrémy ukazuje dva teplotní skoky, a to v roce 2013 a v roce 2018. Nejnižší minimální měsíční teplota se objevila v roce 2018 (1. 3. 2018 naměřeno $-11,3$ °C), druhá nejnižší minimální a zároveň nejvyšší maximální teplota v roce 2013 (min. 24. 3. 2013 hodnota $-7,8$ °C a max. 10. 3. 2013 hodnota $12,9$ °C). Rok 2013 byl tedy velice chladný, průměrná teplota března tohoto roku byla $2,0$ °C. Aritmetický průměr těchto jedenácti let je $6,86$ °C.

Graf 5 - Březnové teplotní extrémy



Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

Na grafu č. 6 níže je vidět březnové období srážek ve sledované jedenáctileté řadě. Graf začíná v roce 2010 na 15 mm srážek. Pokračuje skokem na rok 2011 s 25,7 mm srážek a opět prudce klesá na 9,6 mm v roce 2012, kde se drží i další rok. Poté opět stoupá a v roce 2014 je na 13,4 mm srážek drží se tam s mírnými odchylkami až do roku 2019, pak následuje převrat směrem nahoru. V roce 2020 je součet srážek 41,9 mm, to je nejvíce srážek za tento měsíc v průběhu sledovaných let. Nejvyšší hodnota srážkoměru byla dne 11. 3. 2020 s 19,4 mm srážek.

Graf 6 - Březnové srážky

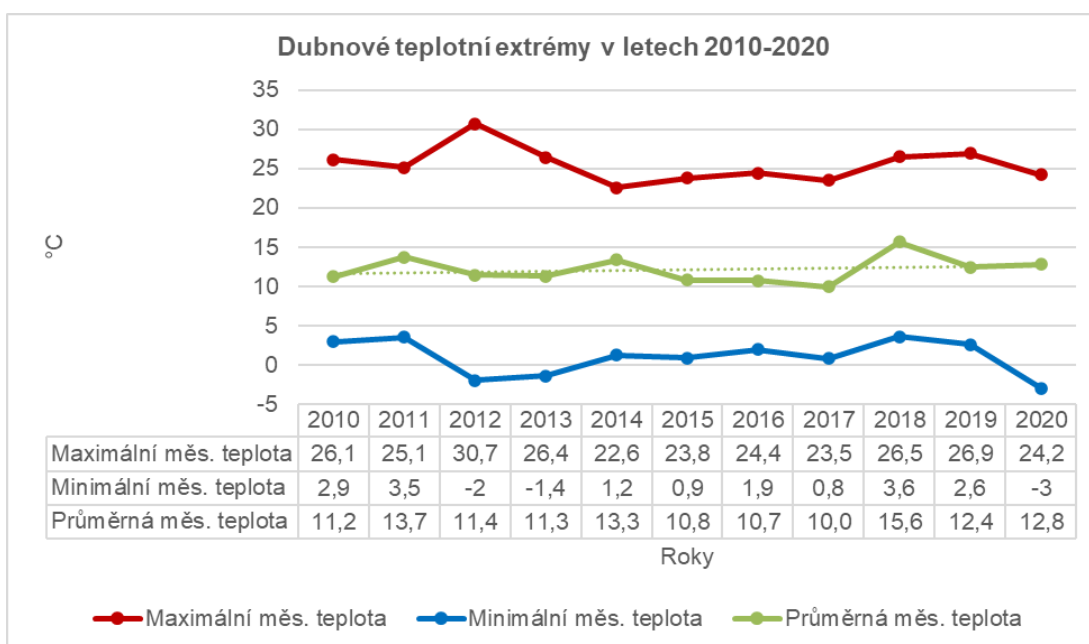


Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

5.3.4 Duben

Dubnové teploty zachycuje graf č. 7, kde lze spatřit jen mírné výkyvy teplot. Hodnoty tedy oscilují kolem dlouhodobého trendu. Mírný výkyv směrem nahoru v maximálních dubnových teplotách byl naměřen v roce 2012 (přesněji dne 29. 4. 2012 ve výši 30,7 °C). Mírný výkyv směrem dolů v minimálních dubnových teplotách byl zaznamenán v roce 2020 (1. 4. 2020 dosáhla teplota hodnoty -3,0 °C). Tento výkyv směrem dolů se udál po 7 letech, po tuto dobu se totiž dubnové teploty nedostali pod bod mrazu.

Graf 7 - Dubnové teplotní extrémy



Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

Na druhém dubnovém grafu, tedy grafu č. 8 se dají vypořádat velké skoky. Lze začít hned z kraje skokem z roku 2011(úhrn srážek 19,9 mm) na 2012 (úhrn srážek 35,1 mm), kde je možno vidět rozdíl mezi nimi ve výši 15,2 mm. Další skok je z dubna roku 2014 (25,6 mm) na 2015 (38 mm) ten je o něco nižší než minulý skok a to 12,4 mm. Následují zřetelně velké skoky z roku 2015 klesající na rok 2016, poté znovu stoupající na 2017 a opět prudce klesající na rok 2018. Rozdíl mezi největším skokem z roku 2016 na 2017 je 31,4 mm. Nejvíce srážek bylo tedy v roce 2017 a to těsně po 45 mm.

Graf 8 - Dubnové srážky

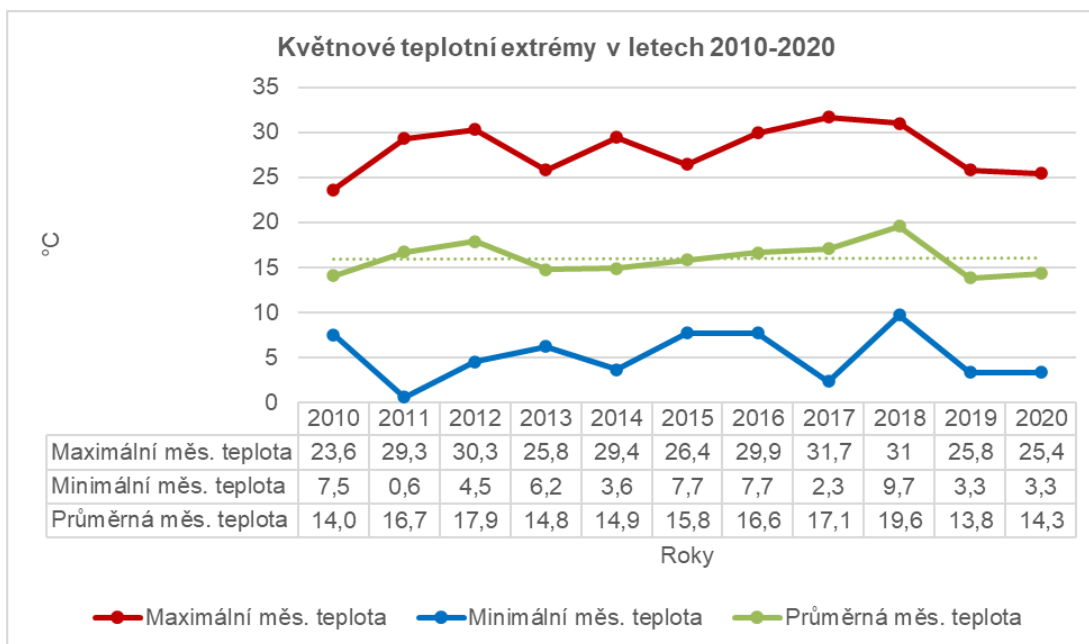


Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

5.3.5 Květen

První květnový graf č. 9 působí na první pohled kolísavě. Oscilace minimálních a maximálních teplot jde proti sobě. V letech, kdy byli naměřeny minimální teploty (2011, 2014, 2017) lze pozorovat také jedny z nejvyšších teplot. Snad jen v letech 2019 a 2020 byli nízké minimální teploty doprovázeny také nízkými maximálními teplotami. V těchto letech byli tedy květnové teploty vyrovnanější. Při zohlednění jak průměrné teploty, tak minim a maxim byl rok 2018 nejteplejším a hned následující rok 2019 naopak nejchladnějším. V celkovém dlouhodobém pohledu, ale měsíc květen nevykazuje trend růstu nebo poklesu teplot. V průměru se teplota drží stále kolem hranice trendu 16 °C.

Graf 9 - Květnové teplotní extrémy



Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

Další graf nesoucí název Květnové srážky má velký výkyv v roce 2014, kdy za tento měsíc srážky dosahují rekordních 123,5 mm ve sledované jedenáctileté řadě. Nejdeštivějším dnem tohoto měsíce bylo úterý 27. 5. 2014. Jinak se ostatní roky pohybují od 40 mm do 70 mm, až na dvě výjimky v letech 2015 a 2017, které se nachází pod hranicí 40 mm.

Graf 10 - Květnové srážky

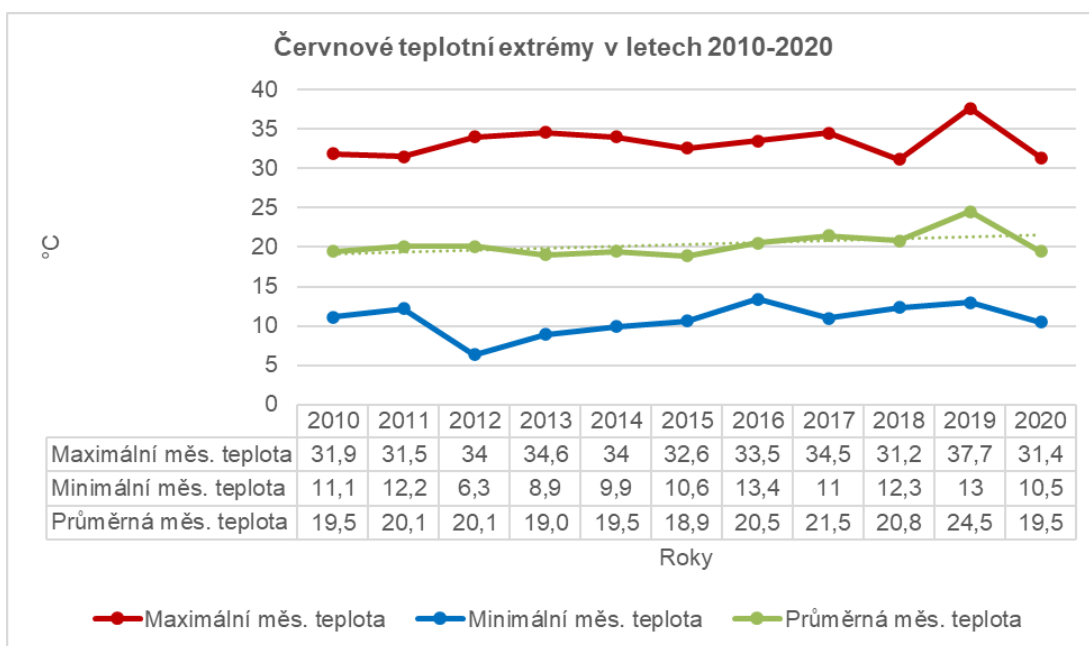


Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

5.3.6 Červen

Na grafu č. 11 lze vidět dva menší výkyvy. Jeden směrem nahoru a jeden směrem dolů. Směrem nahoru je výkyv nacházející se v maximálních měsíčních teplotách, a to v roce 2019, kdy teplota jde nahoru o 6,5 °C oproti předchozímu roku, ve kterém byli naopak naměřeny nejnižší maximální teploty. Z průměrných měsíčních teplot v tomto roce (2019) lze vypočítat, že vyšší teplota nebyla ojedinělá, tento měsíc byl celkově teplejší. Směrem dolů je výkyv nacházející se v minimálních teplotách, a to v roce 2012, kdy teplota jde dolů o 5,9 °C oproti roku 2011. Toto minimum ze dne 6. 6. 2012 bylo ale ojedinělé. Ostatní teploty v měsíci se nevymykali dlouhodobému trendu.

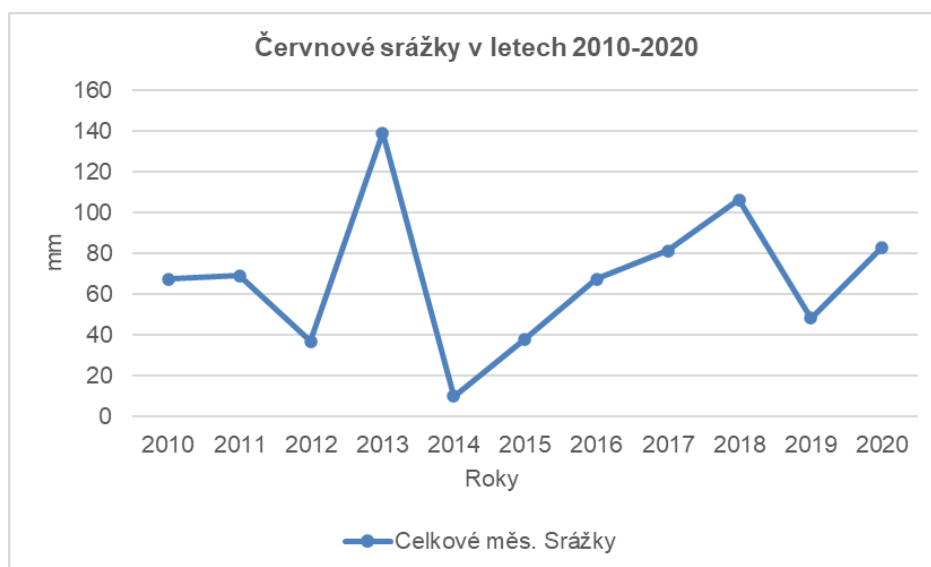
Graf 11 - Červnové teplotní extrémy



Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

Další v pořadí již dvanáctý graf ukazuje celkové měsíční srážky za měsíc červen. Zatímco měsíc květen měl maximální úhrn srážek za rok 2014, měsíc červen má tento rok minimální úhrn a to 9,9 mm srážek. Předchozí rok 2013 lze hodnotit jako rekordní s úhrnem 139,3 mm srážek. Od roku 2014 trvalo 3 až 4 roky, než se postupně měsíční úhrn srážek dostal na své obvyklé hodnoty kolem 75 mm.

Graf 12 - Červnové srážky

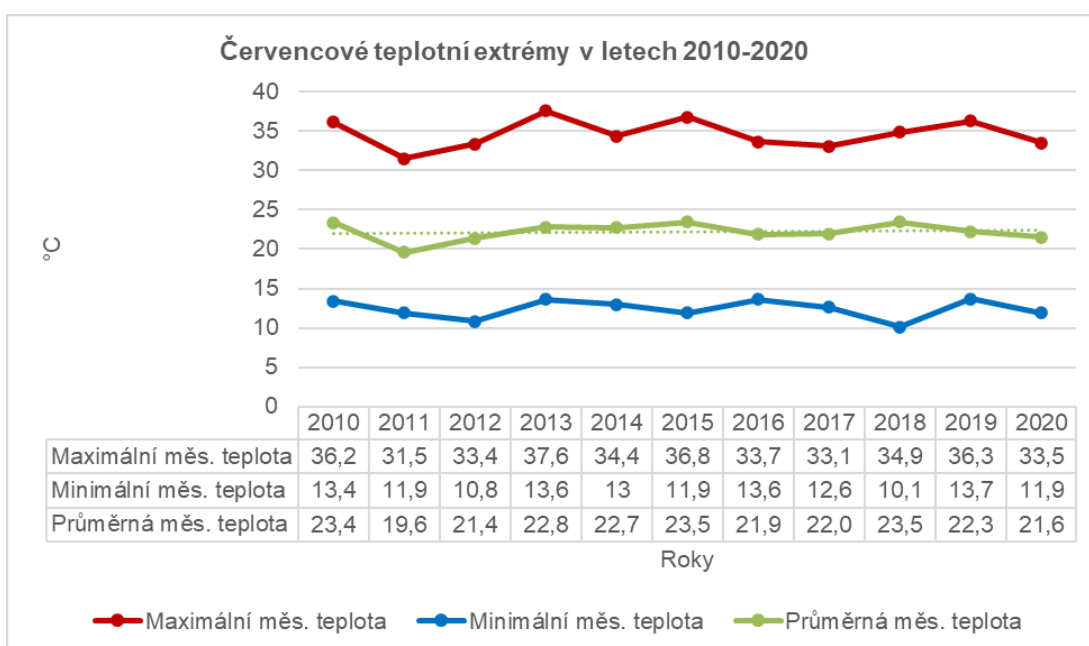


Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

5.3.7 Červenec

Graf č. 13 je velmi stabilní. Ukazuje červencové teplotní extrémy. Nejsou tu vidět žádné větší výkyvy teplot. Z celé jedenáctileté řady nelze zaznamenat větší výkyv nežli 5 °C. Nejteplejší den byl zaznamenán v roce 2013, kdy 28. 7. teplota vzrostla na 37,6 °C. Měsíc červenec není tedy v žádném ze sledovaných let z pohledu teplotních poměrů zajímavý.

Graf 13 - Červencové teplotní extrémy



Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

Následující graf, který ukazuje červencové srážky a je již čtrnáctý v pořadí má kolísavý spád. Začne-li se opět na počátečním roku sledované řady, lze zahlédnout prudký nárůst úhrnu srážek na následující rok 2011 a poté ještě prudší pokles úhrnu srážek na rok 2012. Další prudký nárůst nastává z roku 2013 na 2014, následně skokem opět milimetry klesají na rok 2015. V následujících letech se opět srážky zhoupnou a v roce 2018 je nejmenší úhrn 13,2 mm za celou naši sledovanou řadu.

Graf 14 - Červencové srážky

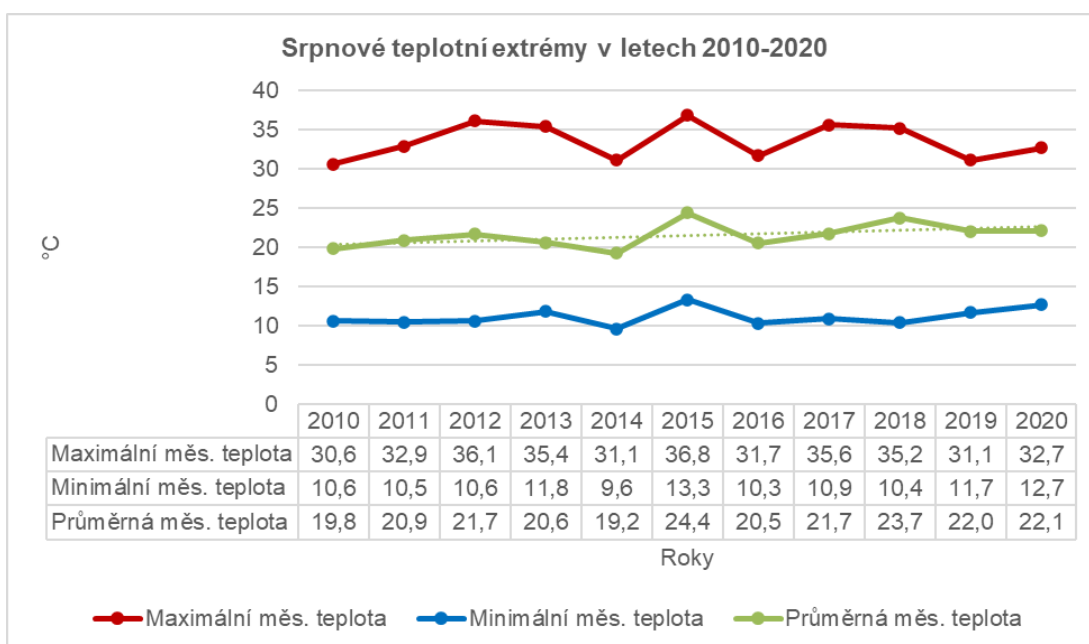


Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

5.3.8 Srpen

Měsíc srpen a jeho teplotní extrémy nám představuje graf č. 15. Stejně jako měsíc červenec neukazuje žádné větší výkyvy teplot. Snad jen na první pohled si lze všimnout neparně teplejšího roku 2015, to je ale způsobeno teplotně slabšími roky okolo (2014, 2016). Průměrné teploty se pohybují od 19,2 °C do 24,4 °C. Minimální i maximální teploty se též pohybují v rozmezí okolo 5 °C. Nejchladnější den byl v roce 2014, teplota klesla na 9,6 °C. Nejteplejší den byl již zmiňovaný rok 2015, kdy teplota stoupla na 36,8 °C.

Graf 15 - Srpnové teplotní extrémy



Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

Srážky v srpnu na grafu č. 16 jsou velmi zajímavé. Při pohledu na začátek křivky do roku 2010 lze zaznamenat nejvyšší úhrn srážek z této jedenáctileté řady. Z dalších roků je patrné, že celkový úhrn srážek v srpnových měsících má sestupnou tendenci až do roku 2016 (kromě let 2013 a 2015 ve kterých byl úhrn srážek oproti trendu vyšší), ve kterém bylo naměřeno pouze 34,2 mm srážek. V tomto roce má trend tendenci otočit svůj směr, což lze vidět na hodnotách srážek následujících let. Postupným nárůstem se hodnota úhrnu srážek dostává až na hranici 90,6 mm za srpne roku 2020.

Graf 16 - Srpnové srážky

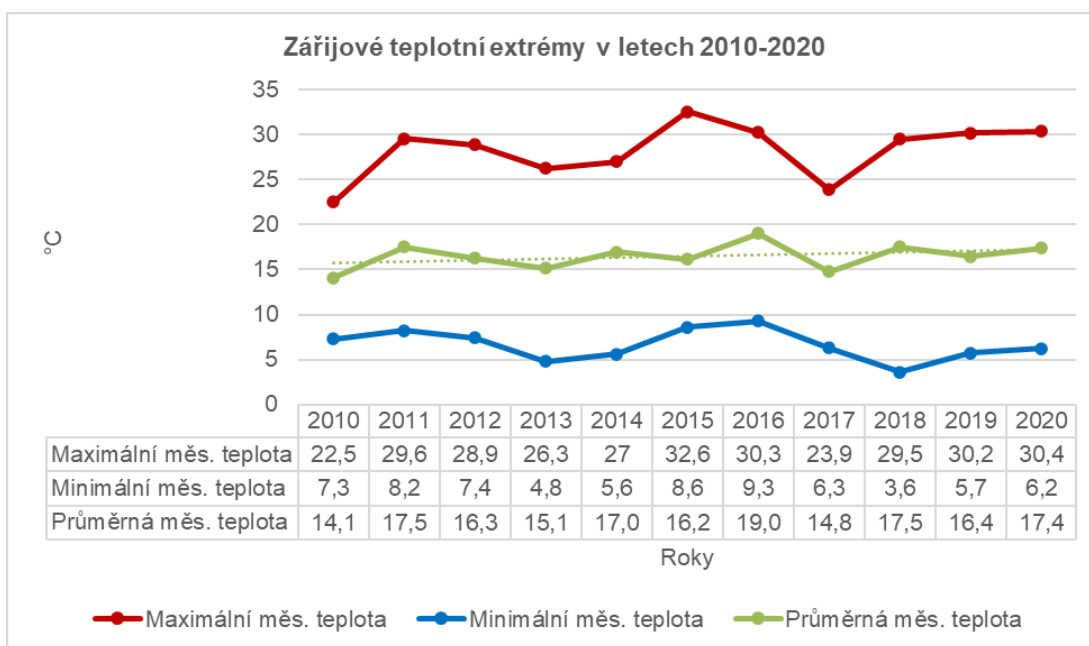


Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

5.3.9 Září

V září je vhodné se pozastavit u maximálních měsíčních teplot, které zachycuje graf č. 17. jako červenou křivku. Lze zpozorovat, že maximální teploty zažívají větší výkyvy nežli teploty minimální, jejichž hodnoty se příliš neodchylují od své trendové funkce. U maximálních naměřených teplot je zajímavé zmínit například začínající rok 2010, ve kterém byla naměřena nejnižší maximální teplota, která činila 22,5 °C. Mezi tímto a následujícím rokem 2011 byl zaznamenán největší meziroční nárůst maxima s hodnotou 7,1 °C. Dále byl vývoj maximálních teplot nepříliš výrazný až do roku 2015, kdy bylo 1. 9. zaznamenáno absolutní maximum tohoto měsíce s 32,6 °C. Poté byl zajímavý z hlediska teplotních extrémů již jen rok 2017, který byl výrazně chladnější. Průměrné teploty mají mírně stoupající tendenci. Svými hodnotami odpovídají již popsaným výkyvům v maximálních teplotách.

Graf 17 - Zářijové teplotní extrémy



Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

Na grafu č. 18 zobrazujícím zářijové srážky, si lze všimnout dvou největších srážkových úhrnů v roce 2010 a 2014 (v roce 2010 byl úhrn srážek 71,9 mm a v roce 2014 73,1 mm). Největší meziroční pokles srážek, za měsíc říjen, byl zaznamenán mezi roky 2014 a 2015. Jednalo se o pokles v hodnotě 89,6 % (což odpovídá 65,5 mm).

Graf 18 - Zářijové srážky

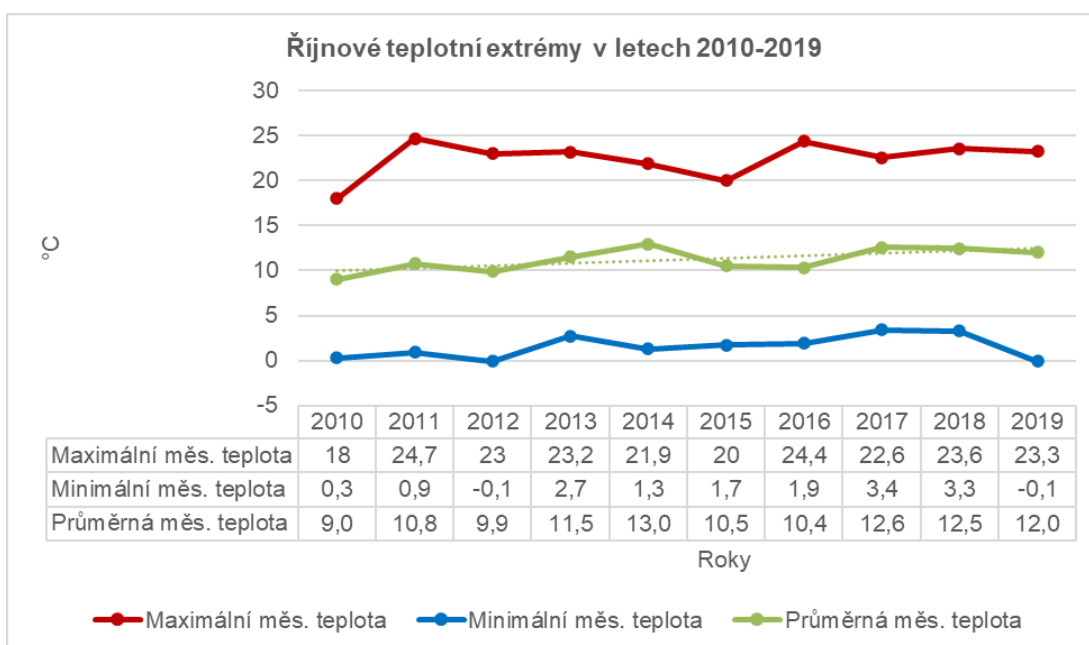


Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

5.3.10 Říjen

První říjnový graf č. 19, který představuje teplotní extrémy opět až na jednu výjimku nepřekračuje rozmezí 5 °C. Tuto výjimku lze spatřit v maximálních teplotách hned v roce 2010, kdy maximální teplota 18 °C v tomto měsíci trvala dva dny z 7. 10. 2010 na 8. 10. 2010 a byla nejmenší naměřená maximální teplota za sledovanou již už jen desetiletou řadu. Od tohoto grafu tedy od října lze sledovat pouze data do roku 2019. Data 2020 nejsou touto dobou dostupná. Minimální teplota v říjnu se dostává dvakrát pod bod mrazu, a to v roce 2012 a v roce 2019. Trendová funkce u průměrných teplot je hodně mírně stoupající.

Graf 19 - Říjnové teplotní extrémy



Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

Graf č. 20 prezentuje říjnové srážky od roku 2010 do roku 2019. V říjnu 2010 bylo nejméně úhrnu srážek za celou desetiletou řadu, je to zajímavé, když se vezme k úvahu fakt že v srpnu a září 2010 bylo nejvíce úhrnu srážek. Naopak říjen roku 2014 bylo nejvíce úhrnu srážek, stejně tomu bylo tak i přechodí měsíc září. Velice suché roky byli také 2012, 2018 a 2019, kdy srážky za měsíc nepřekročili 30 mm.

Graf 20 - Říjnové srážky

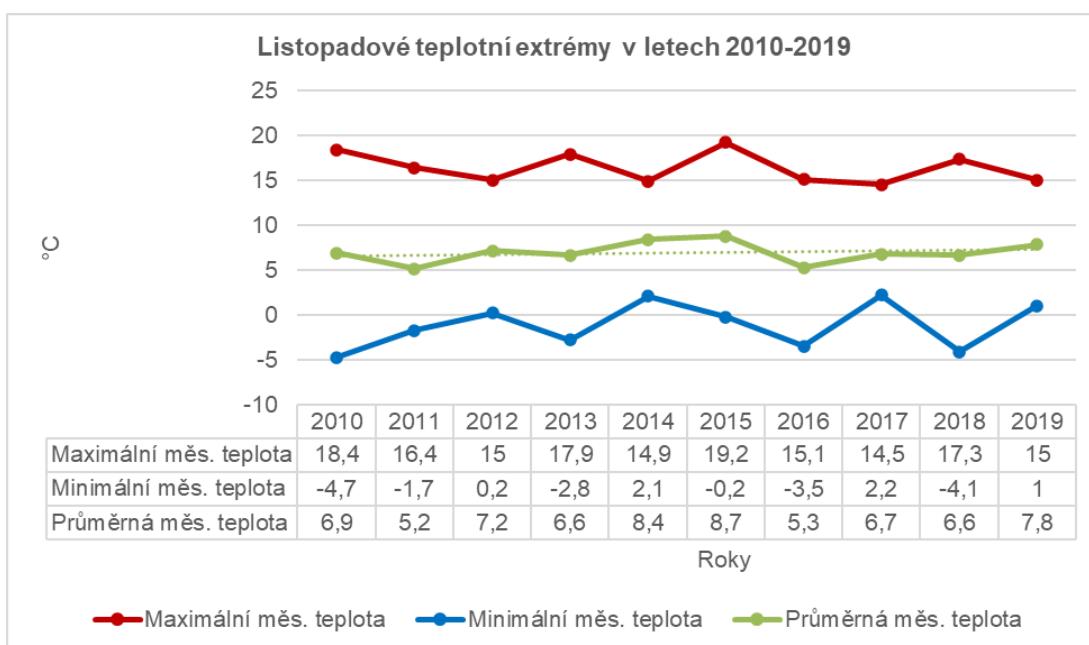


Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

5.3.11 Listopad

Dalším grafem č. 21 se přechází na předposlední měsíc, ze dvanácti sledovaných. Trendová funkce se zdá být neměnná. Aritmetický průměr všech deseti let je 6,94 °C. Nejteplejší rok byl 2015. Maximální listopadové teploty se vyšplhali až na 19,2 °C což bylo 10. 11. 2015. Nejnižší maximální teploty byli v roce 2017, kdy bylo maximum 14,5 °C. Minimální listopadové teploty se pak pohybovali většinou pod bodem mrazu. Nejnižší možné minimum v tento měsíc bylo naměřené 28. 11. 2010 kdy teplota byla pouhých -4,7 °C. Nejstudenějším rokem z hlediska průměrných teplot je ale rok 2011.

Graf 21 - Listopadové teplotní extrémny



Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

Srážky na dalším ze sledovaných měsíců, které vidíme na grafu č. 22 jsou velice pozoruhodné. Téměř k nule se blíží rok 2011 ve kterém byl úhrn 1,1 mm srážek. Rok zpátky byl měsíc listopad nejdeštivější s 52,9 mm srážek. A v roce 2012 opět srážky vzrostli na 34,7 mm. Třetí rok s největším úhrnem obsadil rok 2015 s 34,9 mm. Ostatní roky nepřekonali více jak 30 mm.

Graf 22 - Listopadové srážky

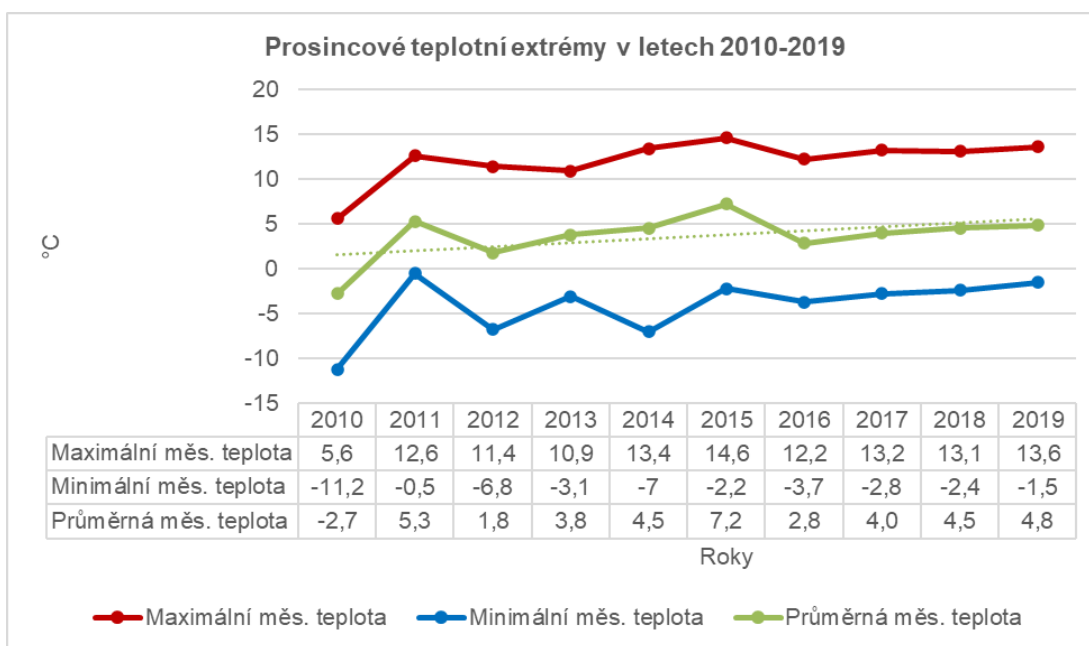


Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

5.3.12 Prosinec

Poslední měsíc prosinec na grafu č. 23 ukončuje teplotní extrémy. Trendová funkce je stoupající. Z hlediska průměrných teplot jsou nejchladnějšími roky 2010, 2012 a 2016. Rok 2010 jde nazvat nejchladnějším v naší řadě. Minimální teplota ve výši $-11,2\text{ °C}$ byla naměřena 4. 12. 2010. V tomto roce také byla maximální teplota pouhých $5,6\text{ °C}$. Průměrná teplota roku 2010 dosahuje dokonce minusových hodnot (přesněji $-2,7\text{ °C}$).

Graf 23 - Prosincové teplotní extrémy



Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

Poslední ze všech grafů č. 24 ukazuje na prosincové srážky. Když se zaměříme opět na začátek desetileté řady zjistíme, že srážky přesáhli 35 mm, což je největší úhrn za sledované roky. Následuje v roce 2011 pokles pod 25 mm srážek. Nad 30 mm se pak drží rok 2012 a 2018. V roce 2013 je vůbec nejmenší úhrn za celou časovou osu, který je pod 5 mm srážek. Ostatní roky se pohybovali od 5 mm do 25 mm srážek.

Graf 24 - Prosincové srážky



Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

5.4 Výsledky

V literární rešerši byly vysvětleny všechny souvislosti k pochopení této práce. Meteorologie je důležitým vědním oborem. Meteorologické extrémy tu s lidstvem budou stále častěji, a proto je nutné se jim přizpůsobit. Pro tuto práci je hlavní lokalitou sběru dat stanice pražského Klementina. Práce je zaměřena na poslední období, tedy období od roku 2010 do roku 2020. Postupně byly sledovány dané měsíce od ledna až do prosince.

Z praktické části vyplynuly zajímavé skutečnosti. Ze zkoumaných dat, která byla nashromážděna ve stanici Praha Klementinum, je možné pozorovat stoupající trend vývoje teplot sledovaného území. Po zpracování vývoje v jednotlivých měsících bylo zjištěno, že průměrná teplota každého z těchto měsíců má v průběhu sledovaných let 2010–2020 mírně rostoucí tendenci což lze zpozorovat také v tabulce č. 1. Nejvyšší dlouhodobý nárůst teplot je znatelný v zimních měsících. V lednu je zaznamenán průměrný meziroční nárůst teplot o 0,43 °C. V měsíci únoru je toto tempo růstu dokonce ještě znatelnější s hodnotou 0,58 °C za rok.

Klimaticky první jarní měsíc, tedy březen se ukázal být zajímavým dvěma teplotními skoky v letech 2013, 2018, kde minima i maxima jsou nízká z hlediska ostatních hodnot. V dubnu hodnoty oscilují kolem dlouhodobého trendu od 10 °C do 15 °C. Květen je převážně kolísavý, ale nevykazuje růst ani pokles teploty. V červnu je trend opravdu mírně stoupající, směrem dolů se pohybuje výkyv v roce 2012, a směrem nahoru výkyv roce 2019. Červenec a srpen jsou velmi stabilní měsíce. Dlouhodobý trend v měsíci září opět vykazuje mírný růst, nejvyšší teploty dosáhl rok 2015, stejně jako tomu bylo v srpnu. Říjen opět mírně stoupá ve své trendové funkci. Listopad opět stagnuje, a trendová funkce je neměnná, nejchladnější rok byl počáteční rok naší sledované řady 2010. V roce 2010 bylo nejnižší naměřené minimum také v prosinci, kdy byl trend průměrných teplot stoupající.

V tabulce č. 1 jsou prezentovány extrémy v letech 2010 až 2020. První sloupec obsahuje měsíce, ve kterém daný extrém vznikl. Druhý a třetí sloupec již udává danou maximální nebo minimální naměřenou teplotu za daný měsíc v sledovaném období na území pražské stanice Klementinum. Jsou zde také ručně vyhledány a připsány přesné datumy daného extrému. Poslední sloupec ukazuje průměrnou teplotu měsíce ve sledovaných letech. Z hlediska maximálních teplot se

nejčastěji vyskytuje rok 2015 (leden, srpen, září, listopad a prosinec), byl tedy z hlediska nejčastějšího výskytu maximálních extrémů i nejteplejším rokem. Z pohledu minimálních naměřených teplot je zde třikrát zmíněný rok 2010, kdy v zimním období (listopad, prosinec a leden) jeho teplota šla do absolutního minima sledované řady, lze ho tedy považovat za nejstudenější rok. Rok 2012 se objevuje v maximálních (duben, květen) i v minimálních extrémech (únor, červen, říjen) ukazuje tedy velkou nestabilitu a neodpovídá trendu vývoje teplot. Rok 2020 se objevuje v tabulce pouze jednou v měsíci dubnu (kde byla naměřena minimální naměřená teplota), data však od září roku 2020 nebyla dostupná, tudíž pokud nějaký extrém byl zaznamenán nelze jej zmínit. Tato tabulka řadí extremity teplot posledního desetiletí. Je důležitá hlavně pro další kapitulu „Diskusi“, kde bude srovnávána s extrémy od historie po současnost.

Tabulka 1 - Teplotní extrémy v letech 2010-2020

| Měsíc | Maximální naměřená teplota | Minimální naměřená teplota | Průměrná teplota |
|----------|----------------------------|----------------------------|------------------|
| Leden | 15,2 (10. 1. 2015) | -14,8 (37. 1. 2010) | 1,9 |
| Únor | 16,1 (28. 2. 2019) | -17,1 (12. 2. 2012) | 2,8 |
| Březen | 22,6 (31. 3. 2017) | -11,3 (1. 3. 2018) | 6,9 |
| Duben | 30,7 (29. 4. 2012) | -3 (1. 4. 2020) | 12,1 |
| Květen | 31,7 (11. 5. 2012) | 0,6 (4. 5. 2011) | 15,9 |
| Červen | 37,7 (30. 6. 2019) | 6,3 (6. 6. 2012) | 20,4 |
| Červenec | 37,6 (28. 7. 2013) | 10,1 (2. 7. 2018) | 22,2 |
| Srpen | 36,8 (8. 8. 2015) | 9,6 (28. 8. 2014) | 21,5 |
| Září | 32,6 (1. 9. 2015) | 3,6 (26. 9. 2018) | 16,5 |
| Říjen | 24,7 (3. 10. 2011) | -0,1 (30. 10. 2012) | 11,2 |
| Listopad | 19,2 (10. 11. 2015) | -4,7 (28. 11. 2010) | 6,9 |
| Prosinec | 14,6 (26. 12. 2015) | -11,2 (31. 12. 2010) | 3,6 |

Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

Sledování množství srážek v praktické části proběhlo stejným způsobem jako u teplotních extrémů, tedy po jednotlivých měsících. Srážkové poměry jsou z hlediska sledovaných dat velice proměnlivé, teploty se jeví stabilněji.

V tabulce č. 2 lze vidět přehlednou tabulku se shrnutím a vyhodnocením úhrnu srážek za poslední roky. První sloupec představuje měsíce, kdežto první řádek zase roky. Zde lze tedy zaznamenat hodnoty v grafech, které se nacházejí v praktické části jen číselně. S hodnotou 135 mm srážek vede v prvenství nejdeštivějšího měsíce červenec roku 2014. Naopak nejméně srážek 1,1 mm spadlo v únoru téhož roku 2014

ale i v listopadu roku 2011. Hodnoty měsíce ledna mají v průběhu let sestupující tendenci. Z posledního sloupce tabulky, která představuje Součet měsíců lze vyvodit nejdeštivější měsíc, kterým je srpen (dále červen a červenec). Nejdůležitější část v tabulce je poslední řádek s pojmenováním Součet roku, kde jsou úhrny srážek za celé jednotlivé roky. Výjimkou je však rok 2020, kdy data za poslední tři měsíce roku nebyla ještě v době psaní práce dostupná. Nejvíce deštivým byl rok 2010 s úhrnem srážek 589 mm. Nejsušším rokem byl již několikrát vymykající se rok 2015, kde úhrn srážek byl pouhých 330 mm. Z celku lze vyvodit fakt, že srážky let 2010, 2011, 2013 a 2014 byly četnější, průlomový byl rok 2015 s nastávajícím suchem. S dalším sledovaným rokem 2016 se opět o 100 mm zvýšil nárůst srážek, bohužel následující hodnoty byly vždy rok od roku nižší než ty předchozí. Deficit dešťových srážek způsobuje narůstající se sucho.

Tabulka 2 - Srážky v letech 2010-2020

| Měsíc | Rok | | | | | | | | | | | Součet měsíců |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------|
| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| 1 | 40,9 | 23,2 | 30,8 | 25,8 | 13,1 | 14 | 17,9 | 8 | 15 | 9 | 5 | 202,7 |
| 2 | 10,4 | 4,1 | 8,3 | 22 | 1,1 | 1,4 | 29,4 | 11,8 | 2,6 | 12,2 | 36,3 | 139,6 |
| 3 | 15 | 25,7 | 9,6 | 9,9 | 23,8 | 22,7 | 20,1 | 26,7 | 19,4 | 21,8 | 41,9 | 236,6 |
| 4 | 22,7 | 19,9 | 35,1 | 27,4 | 25,6 | 38 | 12,8 | 44,2 | 15,7 | 21,7 | 12,1 | 275,2 |
| 5 | 67,9 | 46,8 | 39,6 | 95 | 124 | 33,6 | 64,6 | 30,8 | 39,2 | 62,7 | 51 | 654,7 |
| 6 | 67,5 | 69,2 | 37,1 | 139 | 9,9 | 38,2 | 67,6 | 81,3 | 106 | 48,3 | 83,2 | 748 |
| 7 | 83,6 | 137 | 62,8 | 42,9 | 135 | 29,5 | 67,9 | 53,5 | 13,2 | 45,9 | 39,3 | 710 |
| 8 | 113 | 78,4 | 59,6 | 92,7 | 41,6 | 65,1 | 34,2 | 82,3 | 56,9 | 73 | 90,6 | 786,9 |
| 9 | 71,9 | 23,8 | 32,4 | 38,1 | 73,1 | 7,6 | 31,7 | 16,7 | 27,7 | 27,1 | 46,3 | 396,4 |
| 10 | 6,1 | 33,3 | 25,5 | 39,9 | 51,3 | 39,2 | 47,7 | 42 | 26,7 | 26,4 | - | 338,1 |
| 11 | 52,9 | 1,1 | 34,7 | 20,7 | 16,1 | 34,9 | 15,3 | 16,6 | 8,9 | 25,5 | - | 226,7 |
| 12 | 38 | 24,1 | 29,9 | 2,2 | 15,9 | 6,1 | 21,2 | 13,7 | 32 | 5,9 | - | 189 |
| Součet roku | 589 | 486 | 405 | 556 | 530 | 330 | 430 | 428 | 364 | 380 | 406 | 4903,9 |

Zdroj: (Vlastní zpracování na základě dat z ČHMÚ, ©2020)

Jak to bude v budoucnu lze jen těžko odhadovat. Nejspíše bude dále docházet ke zvyšování intenzity a četnosti extrémních hodnot, v podobě vysokých ale i nízkých teplot. Dále k různorodým úhrnům srážek, které nám budou přinášet jak velká sucha, tak hrozící povodně. Jak moc je to projev klimatu a lidské činnosti, lze jen odhadovat. Holým faktem je skutečnost že lidstvo se bude muset přizpůsobit.

6 Diskuse

V diskusi se mohou výsledky zasadit do širšího rámce, tedy se budou porovnávat data z tabulky č. 1 z výsledků s daty v kapitole „*Meteorologické extrémy ve stanici Praha Klementinum*“. Kde je sepsáno vyhodnocení naměřených hodnot ve stanici Praha Klementinum, jejich průměrné teploty a také minimální a maximální teplotní rekordy.

Absolutní extrémy, které se stali v naší sledované řadě a jsou i nejvyššími historickými extrémy od začátku měření jsou měsíce, které budou shrnuty pár následujícími větami. Nejvyšší maximální teplota v březnu překonala svůj rekord 31. 3. 2017 s teplotou 22,6 °C. V dubnu dne 29. 4. 2012 byl opět překonán extrém s 30,7 °C. Srpen s nejvyšší hodnotou 36,8 °C se překonal hned dvakrát v této dekádě, a to v dnech 13. 8. 2013 a 8. 8. 2015. Vzhledem k extrémům, které byli v této bakalářské práci sledovány a naměřeny a jsou zároveň i absolutními nejvyššími hodnotami v historii je zarážející fakt, že se zde nevyskytují žádné minimální naměřené hodnoty, jen maximální. Z toho lze i nezávisle posoudit stav klimatu, který se posouvá.

Jak se liší průměry sledované řady 2010–2020 a historické průměry v letech 1961–1990 spočítané na základě dat z ČHMÚ lze shrnout následujícími slovy. V lednu měla sledovaná řada průměrnou hodnotu 1,9 °C, což oproti historickému průměru s hodnotou –0,1 °C (teplota jednotlivých dní dosahovala průměrných hodnot od 1,8 °C do –2,1 °C) značí výrazný teplotní růst. V únoru s průměrnou teplotou 2,8 °C ve sledované řadě, jsou hodnoty skoro dvojnásobné oproti historickému průměru 1,5 °C. Březen s 6,9 °C je opět teplotně vyšší oproti dřívějšímu, kdy byl průměr 5,1 °C. Měsíc duben je opět s hodnotou 12,1 znovu teplejší než s historickými 10,1 °C. Další měsíce květen (15,9 °C, historicky 14,8 °C), červen (20,4 °C, historicky 18,2 °C), červenec (22,2 °C, historicky 19,7 °C) a srpen (21,5 °C, historicky 18,5 °C) jsou opět teplejší. Výjimkou ale není ani září (16,5 °C, historicky 15,2 °C), říjen (11,2 °C, historicky 10,5 °C), listopad (6,9 °C, historicky 5,7 °C) a prosinec (3,6 °C, historicky 3,2 °C). Lze tedy zmínit, že jsou měsíce sledovaného posledního období stále teplejší a do budoucna budou teploty stále stoupat, na vině je opět stále omílané i teplejší klima a lidský faktor. Teploty stoupají pomalu, tudíž je možné se přizpůsobit.

Práce ukázala že, měření ve stanici Praha Klementinum je značně zkreslené, jelikož umístění této stanice nesplňuje předpisy meteorologické stanice. Tato stanice je ale ceněna z hlediska dlouhodobého měření, a proto by bylo zajímavé zpracovat práci na vývoj teploty od začátku měření právě v této stanici v rámci Střední Evropy.

Další zkreslený údaj vyplývá z neúplného roku 2020, kdy nebylo možné zpracovat poslední 3 měsíce roku (říjen, listopad, prosinec). Nakonec by možná bylo vhodnější zpracovávat práci jen na období deseti let do roku 2019. Což by vneslo riziko neaktuálnosti práce.

Srážky jsou nedílnou součástí našeho bytí. Špatným ukazatelem pro člověka je množství srážek pod rámeček i nad rámeček. Sledováním srážek můžeme předpovídat jak povodně, tak sucha. Tato práce se mohla konkrétněji zaměřit na měření srážek různými aplikacemi, což by rozsah práce navýšilo.

7 Závěr a přínos práce

Meteorologie a věci s ní spojené mají v dnešní době velmi cenný význam. Člověk je doslova závislý na předpovědi počasí. Meteorologické extrémy se vyskytují ve větší míře než kdysi, lze je ale v určitých měřítkách předvídat. Teplotní poměry a srážkové poměry jsou vzhledem k poloze sledované pražské stanice Klementinum v České republice velmi proměnlivé v čase. Při pohledu na Klementinskou teplotní řadu sledovaných let je patrný stoupající trend průměrných teplot a růst nových extrémů, hlavně těch maximálních. Hodnoty srážkových úhrnů se střídají. V posledních pěti letech je větší sucho než v předchozích pěti letech, kdy byli úhrny vyšší. Epizody sucha budou dlouhodobé a přívaly srážek, které způsobí povodně nedoplní zásoby vody. Je více než jasné, že člověk musí přehodnotit své způsoby žití a přizpůsobit se většímu suchu. V těchto podmínkách se také musí naučit pracovat s krajinou. Tato práce ztotožňuje tvrzení mnohých autorů o teplejším klimatu, častějších epizodách sucha a vývoji meteorologických extrémů.

8 Seznam použitých zdrojů

8.1 Tištěné dokumenty

- Ahrens C. Donald., 2011: Essentials of meteorology An Invitation to the Atmosphere. Sixth Edition. Cengage Learning, Belmont, ISBN 9780840049339.
- Allaby Michael, 2002: Průvodce světem počasí: fotografická cesta oblaky. Slovart, Praha, ISBN 80-7209-426-2.
- Baker F. S., 1929: Effect of excessively high temperature on coniferous reproduction. Journal of Forestry. Sv. 27, 949-975.
- Berčák R., a další. 2018: LESNÍ POŽÁRY V ČESKÉ REPUBLICE – CHARAKTERISTIKA, PREVENCE A HAŠENÍ: REVIEW. Zprávy lesnického výzkumu. Sv. 63, 184-194.
- Brázdil R. a Trnka M., 2015: SUCHO V ČESKÝCH ZEMÍCH: MINULOST, SOUČASNOST, BUDOUCNOST. Centrum výzkumu globální změny Akademie věd České republiky, Brno, ISBN 978-80-87902-11-0.
- Buckley B., Hopkins Edward J., a Whitaker R., 2006: Počasí, Velký obrazový průvodce. Rebo productions CZ, Čestlice, ISBN 80-7234-552-4.
- Karas P., Zárybnická A. a Míková T., 2007: SKORO JASNO průvodce televizní předpovědi počasí. Česká televize, Praha, ISBN 978-80-85005-78-3.
- Kožnarová V., a Klabzuba J., 2006: Historie a současnost, čas a kalendáře. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, ISBN 80-213-1280-7.
- Krška K., a Šamaj F., 2001: Dějiny meteorologie v českých zemích a na Slovensku. Karolinum, Praha, ISBN 80-7184-951-0.
- Munzar J., Krška K. a Sobíšek B., 1993: Meteorologický slovník výkladový a terminologický. Academia, Praha, ISBN 80-85368-45-5.
- Munzar J., Pejml K., a Krška K., 1990: Meteorologie skoro detektivní. Horizont, Praha, ISBN 80-7012-037-1.
- Pejml K., 1975: 200 let meteorologické observatoře v pražském Klementinu. NTL - Nakladatelství technické literatury, Praha.

Řezáčová D., a další. 2007: Fyzika oblaků a srážek. ACADEMIA, Praha, ISBN 978-200-1505-1.

Soukupová J., 2012: ATMOSFERICKÉ PROCESY (základy meteorologie a klimatologie). Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, ISBN 978-80-213-2234-9.

Tolasz R., 2007: Atlas podnebí Česka = Climate atlas of Czechia. Univerzita Palackého v Olomouci, Praha, ISBN:978-80-86690-26-1.

Vach M., 2012: Limity předpovědatelnosti počasí. [autor knihy] Jana Soukupová. ATMOSFÉRICKÉ PROCESY (základy meteorologie a klimatologie). Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

8.2 Elektronické dokumenty

Archiv ČHMÚ, ©2019: Historie radarových meteorologických měření (Online) [Citace: 13.12.2020], dostupné z <<https://i.iinfo.cz/images/604/historie-radarovych-meteorologicky-mereni-7.jpg>>.

Atteley J. L., ©2002: Meteosat Second Generation (Online) [Citace: 13.12.2020], dostupné z <https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2002/07/Meteosat_Second_Generation_MSG>.

ČHMÚ, ©2021: Filozofie vydávaných výstražných informací (Online) [Citace: 8.2.2021], dostupné z <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/sivs_novy/img/matrice.png>.

ČHMÚ, ©2020: Historie ústavu (Online) [Citace: 2020.10.28], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/o-nas/historie-ustavu>>.

ČHMÚ, ©2020: Praha Klementinum (Online) [Citace: 2020.10.24], dostupné z <<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/praha-klementinum>>.

ČHMÚ, ©2021: Praha Klementinum (Online) [Citace: 8.2.2021], dostupné z <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klementinum_cs.html>.

ČHMÚ, ©2021: SIVS - Bouřkové jevy (Online) [Citace: 8.2.2021], dostupné z <<https://www.chmi.cz/informace-pro-vas/prezentace-a-vyuka/SIVS#>>.

- ČHMÚ, ©2021: SIVS - Dešťové srážky (Online) [Citace: 8.2.2021], dostupné z <<https://www.chmi.cz/informace-pro-vas/prezentace-a-vyuka/SIVS#>>.
- ČHMÚ, ©2021: SIVS - Námrazové jevy (Online) [Citace: 8.2.2021], dostupné z <<https://www.chmi.cz/informace-pro-vas/prezentace-a-vyuka/SIVS#/informace-pro-vas/prezentace-a-vyuka/SIVS#>>.
- ČHMÚ, ©2021: SIVS - Povodňové jevy (Online) [Citace: 8.2.2021], dostupné z <<https://www.chmi.cz/informace-pro-vas/prezentace-a-vyuka/SIVS#>>.
- ČHMÚ, ©2021: SIVS - Požáry (Online) [Citace: 8.2.2021], dostupné z <<https://www.chmi.cz/informace-pro-vas/prezentace-a-vyuka/SIVS#>>.
- ČHMÚ, ©2021: SIVS - Sněhové jevy (Online) [Citace: 8.2.2021], dostupné z <<https://www.chmi.cz/informace-pro-vas/prezentace-a-vyuka/SIVS#>>.
- ČHMÚ, ©2021: SIVS - Teplota (Online) [Citace: 8.2.2021], dostupné z <<https://www.chmi.cz/informace-pro-vas/prezentace-a-vyuka/SIVS#>>.
- ČHMÚ, ©2021: SIVS – Vítr (Online) [Citace: 8.2.2021], dostupné z <<https://www.chmi.cz/informace-pro-vas/prezentace-a-vyuka/SIVS#>>.
- ČHMÚ, ©2021: Systém integrované výstražné služby (SIVS) a související výstupy (Online) [Citace: 8.2.2021], dostupné z <<https://www.chmi.cz/informace-pro-vas/prezentace-a-vyuka/SIVS#>>.
- ČMeS, ©2017: Elektronický meteorologický slovník (Online) [Citace: 8.2.2021], dostupné z <<http://slovník.cmes.cz/heslo/3759>>.
- ECONOMIA, 2013: Povodně 2013 (Online) [Citace: 5.2.2021], dostupné z <<https://www.aktualne.cz/wiki/domaci/povodne-2013/r~i:wiki:3791/>>.
- EDPP, ©2021: Elektronický digitální povodňový portál (Online) [Citace: 6.2.2021], dostupné z <<https://www.edpp.cz/clanky-pocasi/predpoved-pocasi>>.
- G. Ballester Valor, ©2021: OGIMET (Online) [Citace: 8.2.2021], dostupné z <<http://www.ogimet.com/ranking.phtml.en>>.
- Honsová D., 2007: Pražské Klementinum - aneb nejstarší meteorologické měření u nás (Online) [Citace: 11.2.2021], dostupné z <<https://www.priroda.cz/clanky.php?detail=898>>.

- INFOMET, ©2021: Extrémy: Jaké jsou extrémní zjištěné hodnoty teploty vzduchu aneb co je u nás možné (Online) [Citace: 8.2.2021], dostupné z <<http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1440186005>>.
- InMeteo, ©2020: Praha – Klementinum (Online) [Citace: 14.12.2020], dostupné z <<https://www.in-pocasi.cz/archiv/klementinum.php>>.
- InMeteo, ©2021: Praha – Klementinum (Online) [Citace: 24.2.2021], dostupné z <<https://www.in-pocasi.cz/media/images/archiv/klementinum.jpg>>.
- Intermap Technologies, ©2021: Průvodce pro zjištění nebezpečí výskytu povodně (Online) [Citace: 6.2.2021], dostupné z <https://riskportal.intermap.cz/Intermap.ISF.Web.UI/Views/CS/CAP_Public/MainWizard.aspx?culturename=cs>.
- Karl R. Thomas, a další., 2008: Weather and Climate Extremes in a Changing Climate (Online) [Citace: 8.2.2021], dostupné z <<http://www.climate-science.gov/Library/sap/sap3-3/final-report/sap3-3-final-all.pdf>>.
- Klementinum, ©2021: Astronomická věž (Online) [Citace: 24.2.2021], dostupné z <<https://www.klementinum.com/wp-content/uploads/2018/02/4vez.jpg>>.
- Kráčmar J., ©2011: Meteorologické radiolokátory (Online) [Citace: 26.10.2020], dostupné z <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/rad/info_radar/index.html>.
- METEO AKTUALITY, ©2020: Meteorologie (Online) [Citace: 28.10.2020], dostupné z <<https://www.pocasimeteoaktuality.cz/meteorologie/>>.
- MŽP ČR, ©2021: Povodňový plán České republiky (Online) [Citace: 6.2.2021], dostupné z <http://www.dppcr.cz/html_pub/>.
- NASA, 2019: Launch of TIROS 1 (Online) [Citace: 13.12.2020], dostupné z <https://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/338885main_tiros-full.jpg>.
- Nunez Ch. 2019: Floods, explained (Online) [Citace: 5.2.2021], dostupné z <<https://www.nationalgeographic.com/environment/natural-disasters/floods/>>.

- Smolka V. 2013: Meteorologické stanice - dělení a význam (Online)
[Citace: 9.2.2021], dostupné z <<https://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/meteorologicke-stanice-rozdeleni/>>.
- Solomon S., a další., 2007: Climate Change (Online) [Citace: 8.2.2021], dostupné z <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ar4_wg1_full_report-1.pdf>.
- Šimková A., 2019: Hořící Česko: vedro a sucho devastuje přírodu, velkých požárů prudce přibývá (Online) [Citace: 5.2.2021], dostupné z <https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/pozary-bilance-lesnich-pozaru-hasicistatistika.A190831_498838_domaci_brzy>.
- Thuy Mai, 2017: Meteorological Operational Satellite A (Online)
[Citace: 13.12.2020], dostupné z <<https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/services/missions/earth/MetOpA.html>>.
- Ústav výzkumu globální změny AV ČR, ©2021: INTERSUCHO (Online)
[Citace: 5.2.2021], dostupné z <<https://www.intersucho.cz/cz/o-nas/o-projektu/?mapcountry=eu>>.
- NWS, ©2020: Satellites (Online) [Citace: 31.10.2020], dostupné z <<https://www.weather.gov/about/satellites>>.
- WMO, ©2021: Weather (Online) [Citace: 12.2.2021], dostupné z <<https://public.wmo.int/en/our-mandate/weather>>.
- WMO, ©2021: World Meteorological Organization (Online) [Citace: 12.2.2021], dostupné z <<https://public.wmo.int/en>>.
- World Meteorological Organization, ©2020: Weather (Online) [Citace: 6.12.2020], dostupné z <<https://public.wmo.int/en/our-mandate/weather>>.
- World Meteorological Organization, 2009: Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation (Online)
[Citace: 8.2.2021], dostupné z <https://www.ecad.eu/documents/WCDMP_72_TD_1500_en_1.pdf>.

9 Seznam obrázků, grafů a tabulek

9.1 Seznam obrázků

| | |
|--|----|
| Obrázek 1 - Anténa radaru TESLA RM-2..... | 6 |
| Obrázek 2 - TIROS 1 | 7 |
| Obrázek 3 - MetOp-A první polární družice | 8 |
| Obrázek 4 - Meteosat druhé generace | 9 |
| Obrázek 5 - Pravděpodobnost a intenzita nebezpečného jevu | 11 |
| Obrázek 6 - Umístění měřících přístrojů ve stanici Praha Klementinum | 58 |
| Obrázek 7 - Astronomická věž..... | 58 |

9.2 Seznam grafů

| | |
|--|----|
| Graf 1 - Lednové teplotní extrémny | 21 |
| Graf 2 - Lednové srážky | 22 |
| Graf 3 - Únorové teplotní extrémny | 23 |
| Graf 4 - Únorové srážky | 24 |
| Graf 5 - Březnové teplotní extrémny | 25 |
| Graf 6 - Březnové srážky | 26 |
| Graf 7 - Dubnové teplotní extrémny | 27 |
| Graf 8 - Dubnové srážky | 28 |
| Graf 9 - Květnové teplotní extrémny | 29 |
| Graf 10 - Květnové srážky | 30 |
| Graf 11 - Červnové teplotní extrémny | 31 |
| Graf 12 - Červnové srážky | 32 |
| Graf 13 - Červencové teplotní extrémny | 33 |
| Graf 14 - Červencové srážky..... | 34 |
| Graf 15 - Srpnové teplotní extrémny..... | 35 |

| | |
|---|----|
| Graf 16 - Srpnové srážky | 36 |
| Graf 17 - Zářijové teplotní extrémny | 37 |
| Graf 18 - Zářijové srážky | 38 |
| Graf 19 - Říjnové teplotní extrémny | 39 |
| Graf 20 - Říjnové srážky | 40 |
| Graf 21 - Listopadové teplotní extrémny | 41 |
| Graf 22 - Listopadové srážky | 42 |
| Graf 23 - Prosincové teplotní extrémny | 43 |
| Graf 24 - Prosincové srážky | 44 |

9.3 Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| Tabulka 1 - Teplotní extrémny v letech 2010–2020 | 46 |
| Tabulka 2 - Srážky v letech 2010–2020 | 47 |

10 Přílohy

10.1 Obrázková příloha

Obrázek 6 - Umístění měřicích přístrojů ve stanici Praha Klementinum



Zdroj: (InMeteo, ©2021)

Obrázek 7 - Astronomická věž



Zdroj: (Klementinum, ©2021)