

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a rostlinné produkce**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Projevy klimatické změny ve variabilitě teplotních a  
srážkových poměrů v Polabí**

**Bakalářská práce**

**Barbora Hartmanová**

**Ochrana krajiny a využívání přírodních zdrojů**

**Doc. Dr. Mgr. Vera Potopová**

© 2024 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Projevy klimatické změny ve variabilitě teplotních a srážkových poměrů v Polabí" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 24.4.2024 \_\_\_\_\_

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Dr. Mgr. Potopové za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnovala. Moje poděkování patří také Trifanu Tudorovi za cenné rady a připomínky k mojí práci a pomoc s programem ArcGis.

## **Projevy klimatické změny ve variabilitě teplotních a srážkových poměrů v Polabí**

### **Abstrakt**

Tato bakalářská práce měla za cíl v teoretické části v rámci literární rešerše zkoumat dopady klimatické změny na region Polabí pomocí dvou nových moderních metod SWOT a WHAT-IF analýzy. Teoretická část se zabývá vývojem klimatické změny jak v Česku, tak i ve světě, charakteristikou regionu Polabí. Následně se zabývá popisem nových metod SWOT a WHAT-IF analýzy. Dále je aplikována SWOT analýza týkající se přírodních a klimatických podmínek, zemědělství, průmyslu, přírodního a kulturního bohatství Polabí. Jsou zjišťovány pomocí odborné literatury silné a slabé stránky Polabí, následně také příležitosti a hrozby spojené s klimatickou změnou. V další části práce je aplikována také WHAT-IF analýza, tudíž je zjišťováno, co se dá očekávat při různých scénářích klimatické změny.

Praktická část se věnuje porovnávání meteostanic v rámci celého regionu Polabí z hlediska teplotních a srážkových charakteristik, a to minimální, maximální a průměrné teploty a srážkového úhrnu. Konkrétně jsou mezi sebou porovnávány meteostanice v různých částech regionu, v různé nadmořské výšce a na různém geografickém místě. Pomocí aplikace Microsoft excel byly vytvořeny tabulky pro každé roční období, kde jsou pro každou stanicí zapsané teplotní a srážkové extrémy v období mezi lety 2002-2022, které jsou následně v textu porovnávány. V další části práce byla provedena prostorová analýza srážkové a teplotní charakteristiky v rámci Polabského regionu pomocí programu ArcGis. Bylo zjišťováno, jakým způsobem ovlivňuje reliéf teplotu a srážky. V diskuzi byly následně analyzovány teplotní a srážkové trendy a tendence pomocí nového portálu Climrisk, který poskytuje klimatická data celé České republiky i střední Evropy pro posouzení klimatických rizik. Data shrnují nejnovější poznatky o budoucím klimatu, jsou průřezem dostupných klimatických modelů a uvažovaných scénářů a jsou tak nejvíce pravděpodobným obrazem budoucího střeoevropského klimatu včetně vymezení nejistot, které s každým výhledem do budoucnosti neoddělitelně souvisejí.

**Klíčová slova:** WHAT-IF analýza, SWOT analýza, zranitelnost, silné stránky, slabé stránky, příležitosti a ohrožení



## **Consequences of climate change on variability of temperature and precipitation in the Polabí region**

### **Abstract**

The aim of this bachelor thesis was to examine the impacts of climate change on the Polabí region using two new modern methods of SWOT and WHAT-IF analysis in the theoretical part of the literature search. The theoretical part deals with the development of climate change both in the Czech Republic and in the world, the characteristics of the Polabí region. Then it deals with the description of new methods of SWOT and WHAT-IF analysis. Furthermore, SWOT analysis is applied to natural and climatic conditions, agriculture, industry, natural and cultural wealth of the Polabí region. The strengths and weaknesses of the Polabie region are identified with the help of literature, followed by opportunities related to climate change or threats. In the next part of the thesis, WHAT-IF analysis is also applied, therefore it is determined what can be expected under different climate change scenarios.

The practical part is devoted to the comparison of weather stations in the whole Polabí region in terms of temperature and precipitation characteristics, namely minimum, maximum and average temperature and precipitation. Specifically, weather stations in different parts of the region at different altitudes and geographical locations are compared with each other. Using Microsoft excel, tables have been created for each season where temperature and precipitation extremes for each station are recorded for the period 2002-2022, which are then compared in the text. In the next part of the work, a spatial analysis of precipitation and temperature patterns within the Polabska region was performed using ArcGis software. It was investigated how relief affects temperature and precipitation. The discussion then analysed temperature and precipitation trends and tendencies using the new Climrisk portal, which provides climate data for the entire Czech Republic and Central Europe for climate risk assessment. The data summarises the latest knowledge on future climate, is a cross-section of available climate models and scenarios considered, and is thus the most likely picture of future Central European climate, including the delineation of uncertainties inherent in any future outlook.

**Keywords:** WHAT-IF analysis, SWOT analysis, vulnerability, strengths, weaknesses, opportunities and threats

## **Obsah**

Úvod .....	8
Cíl práce.....	9
<b>1. Literární rešerše.....</b>	<b>10</b>
1.1. Změna klimatu .....	10
1.2. Klimatická změna ve světě.....	12
1.3. IPCC 2023 .....	13
1.4. Klimatická změna v Česku .....	13
1.5. Charakteristika regionu Polabí.....	14
<b>2. Swot analýza .....</b>	<b>15</b>
2.1. SWOT analýza mikroregionu Polabí .....	16
2.1.1. Silné stránky .....	16
2.1.2. Slabé stránky.....	19
2.1.3. Příležitosti.....	22
2.1.4. Hrozby .....	25
<b>3. What if analýza .....</b>	<b>31</b>
3.1. What-if analýza dopadů klimatické změny v Polabí .....	32
<b>4. Metodika .....</b>	<b>33</b>
4.1. Zpracování dat.....	33
4.2. Statistické zpracování dat.....	33
4.3. Charakteristika vybraných meteostanic .....	37
<b>5. Výsledky .....</b>	<b>40</b>
5.1. Statistické hodnocení teplotních charakteristik.....	40
5.1.1. Jaro .....	40
5.1.2. Léto .....	42

5.1.3. Podzim.....	44
5.1.4. Zima .....	46
<b>5.2. Statistické hodnocení srážkových charakteristik.....</b>	<b>49</b>
5.2.1. Jaro.....	<b>Chyba! Zložka není definována.</b>
5.2.2. Léto .....	50
5.2.3. Podzim .....	51
5.2.4. Zima .....	51
<b>5.3. Prostorová analýza dat .....</b>	<b>54</b>
<b>6. Diskuze .....</b>	<b>57</b>
<b>Závěr .....</b>	<b>61</b>
<b>Zdroje.....</b>	<b>62</b>

# Úvod

Změna klimatu je v dnešní době velmi vážným a aktuálním tématem. S problémy spojenými s touto změnou se musí potýkat celý svět. V České republice se také vykytují čím dál tím znatelnější dopady změny klimatu v různých odvětvích, a to většinou negativní. Projevují se v různých typech krajiny. Zasahují do oblastí zemědělství, průmyslu nebo také cestovního ruchu. Velký dopad se odehrává také v povodích řek (Sedlářová, 2015).

Toto téma jsem si vybrala z důvodu jeho aktuálnosti, ale také z důvodu atraktivity zkoumaného území. Řeka Labe je největším vodním tokem na území České republiky. Pramení v nadmořské výšce 1386 m n.m. v horském pásmu Krkonoš a z území České republiky odtéká v nadmořské výšce 115 m n.m. nedaleko Děčína. Tento veliký rozdíl v nadmořských výškách znamená, že řeka protéká skrz více klimatických pásů, a to jak horskými chladnějšími a neúrodnými, tak i nížinnými úrodnými. Po celé délce toku se mění půdní typy, které jsou základem pro pěstování různých plodin.

V teoretické části práce se zaměřím pouze na malou část kolem toku Labe, a to konkrétně mikroregion Polabí. Polabí není úplně konkrétně vymezeno hranicemi, ale rozkládá se přibližně na území od soutoku Ohře a Labe po Hradec Králové. Zasahuje do Středočeského, Pardubického a Královehradeckého kraje a Ústeckého kraje. Polabí je vyznačováno kvalitními půdami, které jsou zásadní pro tamější zemědělství. Dále se v okolí řeky neustále mění i biomy, které jsou často důležitými podmínkami pro provoz průmyslu nebo zemědělství v daných oblastech.

V praktické části práce se zaměřím na statistická data z 11 meteorologických stanic, konkrétně úhrn srážek a teplotu mezi lety 2002–2022. V rámci Polabí budou porovnány meteostanice z hlediska srážkové a teplotní charakteristiky v rámci prostorové analýzy, tedy jak se mění teplota a úhrn srážek se vzdáleností od řeky a s nadmořskou výškou. Dále se bude praktická část týkat statistického výzkumu dlouhodobých trendů a tendencí průměrné teploty vzduchu, minimální teploty vzduchu, maximální teploty vzduchu a srážek. Bude zjišťováno, jakých hodnot mohlo být dosaženo v rámci Polabí mezi lety 2002–2022 a následně v diskuzi porovnáno i s hodnotami, které se týkají celé České republiky. V rámci tohoto výzkumu budou zjištěny nejsušší, a naopak nejdeštivější, nejteplejší, a naopak nejchladnější období ve zkoumaném období.

## **Cíl práce**

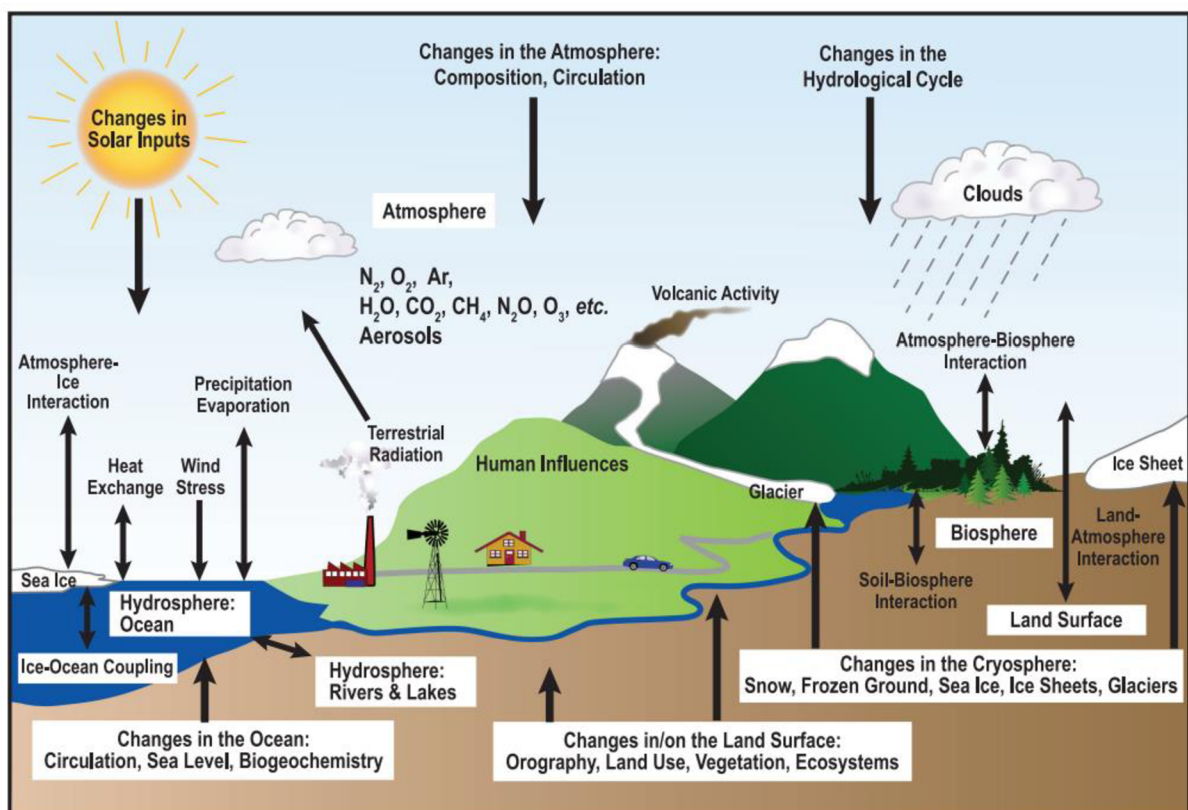
Cílem této bakalářské práce je vyhodnocení změn srážkové a teplotní charakteristiky v Polabí pomocí dvou nových moderních metod SWOT a WHAT-IF analýzy. V rámci této bakalářské práce budou statisticky zpracována data z 11 stanic ČHMÚ, které leží ve vybrané oblasti, naměřená za posledních 20 let. Dílčí cíle bakalářské práce jsou tyto: Provést SWOT a WHAT-IF analýzu mikroregionu a vymežit silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby zranitelnosti vůči dopadům klimatické změny.

# 1. Literární rešerše

V rámci literární rešerše jsou analyzovány na základě odborné literatury pojmy klimatická změna ve světě i v Česku, charakteristika Polabí a pojmy SWOT a WHAT – IF analýza. Také v této části jsou provedeny SWOT analýza a WHAT – IF analýza projevů klimatické změny v Polabí.

## 1.1. Změna klimatu

*Změnou klimatu se rozumí veškeré dlouhodobé změny včetně přirozené variability klimatu a změn způsobených lidskou činností* (mzp.cz, 2015). Klimatický systém na Zemi funguje už od jejího vzniku – 5,5 miliard let. Klima se postupně utvářelo interakcí atmosféry, kryosféry, litosféry, hydrosféry a v poslední řadě biosféry. Charakteristickými znaky klimatu je jeho proměnlivost a nestabilita související se změnami v jedné nebo více zmíněných sfér. Na klima má vliv mnoho faktorů, a to astronomické – sluneční variabilita, vzdálenost od slunce, geografické – např. reliéf daného místa, cirkulační – např. koloběh vody a antropogenní. Níže přikládám přehledné schéma, které ukazuje všechny klimatogenní faktory a jejich vzájemné interakce.



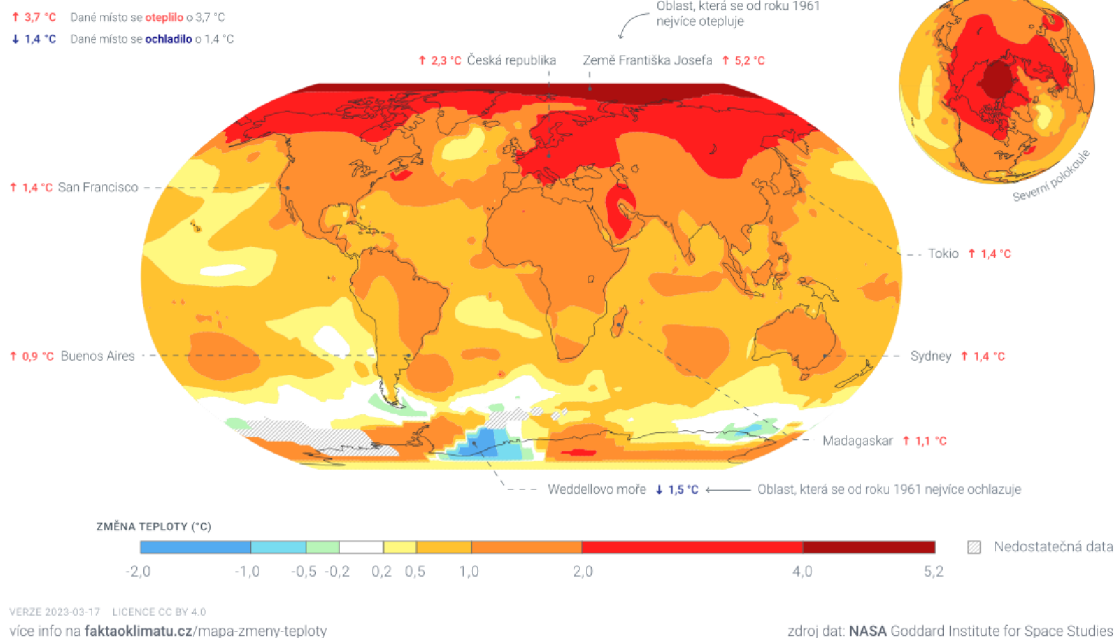
**Obř.1** Schéma klimatogenních faktorů a jejich interakcí (Le Treut, 2007)

Změna klimatu probíhá tedy už od vzniku planety Země, ale vědci se začali změně klimatu věnovat intenzivně až od druhé poloviny 20. století. Důvodem pro aktuálnost tématu byl předchozí nástup průmyslové revoluce a fakt, že se hlavním činitelem, který začal ovlivňovat globální klimatickou změnu, stala antropogenní činnost. Samozřejmě další roli hrály lepší podmínky pro výzkum, lepší technologie a také čím dál tím přesnější měření. Klima je definováno většinou delším časovým obdobím, a to minimálně 30 let. Definice klimatu je založena na dlouhodobém průměru teploty a srážek. Díky výzkumům mnoha organizací, jako je například IPCC, mezivládní panel pro změnu klimatu, je monitorována změna klimatu, byl rekonstruován jeho historický vývoj a jsou vytvořeny modely pro další vývoj klimatu. Do výzkumu o změně klimatu se zapojilo i mnoho vědců, kteří zkoumají koncentrace skleníkových plynů v atmosféře, a to jak v minulosti, tak v současnosti. Jedna z metod je založená na výzkumu složení firnu, který leží už dlouho pod sněhovou pokrývkou a z něj se určí konkrétně, jak vysoká byla koncentrace skleníkových plynů dříve a následně se může hodnota porovnat s dnešními hodnotami (klimatickazmena.cz, 2024).

## MAPA ZMĚNY TEPLoty MEZI LETY 1961–2021



Změna klimatu probíhá různě na různých místech planety. Například **kontinenty se oteplují přibližně dvakrát rychleji než oceány.**



**Obr.2:** Globální změna průměrné teploty mezi lety 1961-2020.

<https://faktaoklimatu.cz/infografiky/mapa-zmeny-teploty>

## 1.2. Klimatická změna ve světě

Mezivládní panel pro změnu klimatu – IPCC přišel v roce 2022 s 6. hodnotící zprávou ohledně této problematiky. Náplní zprávy je zhodnocení aktuálního stavu klimatické změny. Hlavním tématem je globální oteplování. Země se v rozmezí přibližně 150 let oteplila průměrně o 1,1 °C. A to hlavně díky emisím skleníkových plynů, které způsobuje lidská populace a díky těm narostla teplota o 2 °C. Průměrné emise skleníkových plynů, které vznikají hlavně spalováním fosilních paliv nebo průmyslovou výrobou, byly mezi lety 2010–2019 suverénně nejvyšší než v předchozích dekadách. Koncentrace CO<sub>2</sub> se pohybuje nad 410 ppm, což je nejvyšší koncentrace za poslední 2 miliony let. Naopak díky aerosolům ve vzduchu teplota poklesla o 0,8 °C. Vulkanická a solární činnost ovlivňují změny globální teploty o 0,1 °C. Kromě atmosféry došlo i ke změnám v kryosféře, oceánu nebo biosféře. Například hladina světového oceánu se od roku 1901–2019 zvýšila o 0,2 metrů. Viníkem je velmi pravděpodobně člověk. Zdvih hladiny oceánů se pořád zrychluje, momentálně z posledního časového období 2006–2019 byla naměřena rychlost 3,7 mm/rok. Působení člověka ovlivňuje také výskyt extrémních veder, přívalových srážek nebo sucha, a to minimálně od 50. let 20. století, ze kdy je tato informace vědecky podložena.

I na člověka ale má klimatická změna velký vliv, a to v některých oblastech nedostupností potravin nebo vody. S tímto problémem se potýká nejen značná část Afriky, celkem tím trpí 3 – 3,6 miliard obyvatel na planetě Zemi. Kromě lidí postihují hlavně vlny horka i ostatní živočišné i rostlinné druhy a stovky druhů vymírají.

Plánování adaptací na klimatickou změnu pokročilo na každém území trochu jinak. Díky veřejnému i politickému přes 170 zemí začalo plánovat důsledná adaptační opatření. *Příklady účinných možností adaptace zahrnují: zlepšování odrůd, hospodaření s vodou a její skladování na farmách, zachování vlhkosti půdy, zavlažování, agrolesnictví, komunitní adaptace, diverzifikace farem a zemědělské krajiny, udržitelné hospodaření s půdou, využití agroekologických principů a postupů* (IPCC, 2022). Obnovitelné zdroje energie jsou levnější a dostupnější pro mnoho obyvatel, většina zemí je výrazně podporuje.

Existuje mnoho celosvětových scénářů, jak by mohla klimatická změna pokračovat. Některé negativní scénáře – SSP3-7.0 a SSP5-8.522 počítají ke zdvojnásobení emisí CO<sub>2</sub> do roku 2100. Jiné – SSP2-4.5 předpokládají se stejným množstvím emisí CO<sub>2</sub> do roku 2050. K ustálení oteplení planety o 1,5 °C je potřeba snížit do roku 2030 emise skleníkových plynů o 43 %, do roku 2035 o 60 % a v roce 2050 už nevypouštět do atmosféry téměř žádné skleníkové plyny. Toto mají ve svém scénáři modely 1.9 a SSP1-2.6. Veškeré scénáře, které počítají



s udržení teploty a následným poklesem počítají s maximem skleníkových plynů v atmosféře do roku 2025 a následným poklesem.

Politika některých států už se velmi zasazuje o snížení emisí a díky novým zákonům a podporou boje proti klimatické změně je každým rokem atmosféra ušetřena o několik bilionů tun emisí skleníkových plynů (IPCC, 2022).

### **1.3. IPCC 2023**

Během zpracovávání této práce proběhla nová konference IPCC v Dubaji v roce 2023. Během této konference bylo projednáváno hlavně globální oteplování a jeho nárůst a následný pravděpodobný scénář. Dle této studie se předpokládá nárůst teploty do konce 21. století až o 3 °C. Už teď je jasné, že se nepodaří udržet teplotní rozdíl pod 1 °C. I s opatřeními, které by měly zpomalit klimatickou změnu je jasné, že teplota bude navýšena do konce 21. století o minimálně 1,5 – 2 °C. Také zde byly řešeny zdroje emisí skleníkových plynů. Významný podíl emisí skleníkových plynů pochází z energetiky, průmyslu, dopravy a budov. Růst emisí z těchto sektorů převažuje nad snižováním emisí díky energetické účinnosti a úpravě uhlíkové intenzity. Dále zde byly porovnávány regionální rozdíly v emisích. Například 35 % světové populace žije v zemích s emisemi nad 9 tCO<sub>2</sub>-eq na obyvatele, zatímco 41 % žije v zemích s emisemi pod 3 tCO<sub>2</sub>-eq na obyvatele. Také byly na konferenci popsány pozorované změny a dopady. Změny klimatu, včetně oteplení atmosféry, oceánů a souše, již mají rozsáhlé dopady na počasí, extrémní počasí a ekosystémy po celém světě. Bylo zjištěno, že lidský vliv byl hlavním faktorem nárůstu mořské hladiny od roku 1971. Také se potvrzuje, že extrémní počasí, jako jsou vlny horka, těžké srážky a sucha, jsou zvýšeny lidskou činností. Změny klimatu mají také vážné důsledky na ekosystémy a lidské zdraví, včetně úbytku biodiverzity, zvýšeného rizika nemocí a migrace obyvatelstva (IPCC, 2023).

### **1.4. Klimatická změna v Česku**

V Česku se rozdíl teploty oproti předindustriálnímu období liší o 1,8 °C, což je způsobeno vzdáleností od oceánu, který u jiných států lehce vyrovnává růst teploty. Největším problémem v Česku kvůli zvyšující se teplotě je pokles vodní hladiny, což je způsobeno větším výparem a nedostatkem srážek. Dále v Česku hrozí čím dál větší výskyt extrémních jevů. Jsou zaznamenávány častější přivalové srážky, častější a delší horké vlny, a to až nad 35 °C, které mají negativní vliv na fyzické zdraví starších lidí i mladších dětí. Dále se mohou vyskytnout například tornáda, která se podílejí na ničení majetku a mohou způsobit i ztráty lidských životů. Naposledy se v Česku vyskytlo tornádo v roce 2021, a to v oblasti jižní Moravy.

Do budoucna se v Česku plánuje zavést zelenomodrá infrastruktura, která by měla zmírnit klimatickou změnu. Bude to znamenat více zeleně ve městech, a to nejen v rámci různých parků, ale i na různých typech budov. Dále se bude budovat více vodních ploch ve městech, které jsou identifikovány jako tepelné ostrovy. Modrozelená infrastruktura by měla pomoci i k lepšímu přežívání horkých vln (Tolasz, 2023).

## **1.5. Charakteristika regionu Polabí**

Území, kterého se týká tato bakalářská práce, je úsek podél řeky Labe přibližně mezi městy Jaroměř a Litoměřice. Území bylo vybíráno hlavně podle umístění analyzovaných meteostanic. Celé zkoumané území kromě Ústeckého kraje je prezentováno v mapě č. 4, kde jsou vidět i analyzované meteostanice. Území, které bylo analyzováno v rámci SWOT analýzy bylo omezeno ale pouze na říční nivu řeky Labe. Polabí se rozkládá na území čtyř krajů: Královéhradeckého, Pardubického, Středočeského a Ústeckého. Tato oblast zahrnuje okresy Hradec Králové, Pardubice, Rychnov nad Kněžnou, Ústí nad Orlicí, Kolín, Nymburk, část okresu Mladá Boleslav, Mělník a Litoměřice. Řeka Labe prochází tímto územím, nejprve směrem na jih mezi Hradcem Králové a Pardubicemi, poté se stáčí k západu a za městem Kolín mění směr na severozápad (mapy.cz, 2024).

Z geologického hlediska patří zkoumaná oblast do části České tabule, která je součástí České vysočiny. Česká tabule se dále dělí na několik podcelků, mezi něž patří Východočeská tabule, Středočeská tabule a Severočeská tabule. Východolabská tabule, Orlická tabule, Středolabská tabule, Jizerská tabule, Dolnooharská tabule a Ralská pahorkatina jsou všechny součástí těchto podcelků (Demek, 2006).

Hlavní osou zkoumané oblasti je řeka Labe. Její pramen se nachází na Labské louce v Krkonoších ve výšce 1 384 m n. m. a odtéká z území České republiky v Hřensku ve výšce 115 m n. m. Původně směřuje na jih, ale u Pardubic se stáčí na západ a dále u Kolína na severozápad směrem k Ústí nad Labem. V této oblasti má Labe charakter nížinného toku s malým sklonem, prochází různými kotlinami České tabule, jako jsou Pardubická, Čáslavská, Nymburská, Mělnická a Terezínská.

Mezi levé přítoky Labe patří Orlice, Chrudimka, největší z nich je Vltava, a dále Ohře. Pravé přítoky jsou kratší, mezi něž patří Cidlina, Mrlina, Ploučnice a největší z nich, Jizera. Orlice vzniká soutokem Tiché a Divoké Orlice a ústí do Labe v Hradci Králové ve výšce 227 m n. m. V oblasti Pardubicka je významný Opatovický kanál, který byl postaven v 16. století pro napájení rybníků. Cidlina ústí do Labe v Nymburské kotlině u Libice nad Cidlinou ve výšce 186 m n. m., předtím protéká Cidlinskou a Chlumeckou tabulí. Jizera se vlévá do Labe

u Toušeně v Mělnické kotlině ve výšce 169 m n. m. Největší přítok Labe, Vltava, ústí do Labe u Mělníka ve výšce 155 m n. m. Posledním významným přítokem Labe v této oblasti je Ohře, která ústí do Labe u Litoměřic v Dolnooharské tabuli ve výšce 143 m n.m. (Vlček, 1984).

Podle klasifikace Quitta (1971) se zkoumané území nachází v teplé klimatické oblasti T2 a v mírně teplé oblasti MT10 a MT11. Teplá oblast se táhne podél toku řeky Labe, zatímco mírně teplá oblast MT10 sousedí s teplou oblastí na jihu a oblast MT11 na severu. V oblasti T2 převládá dlouhé, teplé a suché léto, s teplými nebo mírně teplými jarními a podzimními obdobími a krátkou, mírně teplou a suchou zimou s omezenou sněhovou pokrývkou. Oblast MT11 má podobné charakteristiky, ale teploty jsou nižší než v oblasti T2. Oblast MT10 je chladnější než T2 a má také vyšší úhrn srážek (Quitt, 1971).

## **2. Swot analýza**

Pro zhodnocení mikroregionu Polabí v rámci změny klimatu použiji v prvním případě metodu Swot analýzy. Swot analýza je metoda, která je založena na výzkumu a mapování určité oblasti ze 4 úhlů pohledu. Zkratka swot se skládá ze 4 sektorů – strengths, weaknesses, opportunities, threats. V překladu z angličtiny silné stránky, slabé stránky, příležitosti a hrozby. Zakladatelem této analýzy byl v 60. letech 20. století Albert Humprey při vedení projektu na Stanfordově univerzitě. Tato strategie je používána v dnešní době v mnoha rozdílných oblastech jako je podnikání, průmysl, školství nebo vědecký výzkum. Mnoha podnikům se swot analýza vyplatila pro jejich růst a rozvoj. Výhody této analýzy jsou v jednoduchosti diagramu, do kterého je swot analýza vypracována. Nejsou zde potřeba žádné matematické znalosti. Výhodou je také univerzálnost aplikace swot analýzy (Francánová, 2009). V této práci bude swot analýza použita pro charakteristiku silných a slabých stránek mikroregionu Polabí z klimatického hlediska a jak ovlivňují průmysl, zemědělství a cestovní ruch v této lokalitě. Dále se zaměří na příležitosti, které by mohla nabízet změna klimatu pro tyto sektory, ale také na hrozby změny klimatu v tomto mikroregionu. V jakém sektoru by se hrozby mohly promítnout nejvíce. Silné, slabé stránky, příležitosti i hrozby změny klimatu se poté vynesou do čtyřmístného diagramu pouze v bodech. Dále bude následovat popis diagramu a jeho slovní analýza a východiska této analýzy.

## 2.1. SWOT analýza mikroregionu Polabí

Tabulka 1. Swot analýza. Zdroj autor práce.

<b>silné stránky</b> Kvalitní zemědělské půdy Velké území orné půdy krajinná niva řeky Labe široká škála pěstovaných zemědělských produktů cestovní ruch řeka Labe jako zdroj závlahy	<b>slabé stránky</b> znečištění ovzduší zapříčiněné industrializací Povodně eutrofizace Labe  Meliorace mokřadů
<b>Příležitosti</b> potenciál v obnovitelných zdrojích energie pěstování nových plodin a odrůd nové systémy závlah prodloužení vegetačního období rostlin vyhubení škůdců	<b>Hrozby</b> ohrožení lesa častější výskyt extrémních jevů ohrožení suchem menší sněhová pokrývka eroze půdy zvyšování počtu obyvatel v okolí Prahy vymírání živočichů a rostlin pokles vodní hladiny

### 2.1.1. Silné stránky

V této kapitole konkrétněji představím jednotlivá pozitiva mikroregionu Polabí, která jsou buď zapříčiněna současným klimatem v Polabí, anebo je to dobrý základ pro potlačení klimatické změny. Také to může být silná stránka z hlediska přípravy na změnu klimatu.

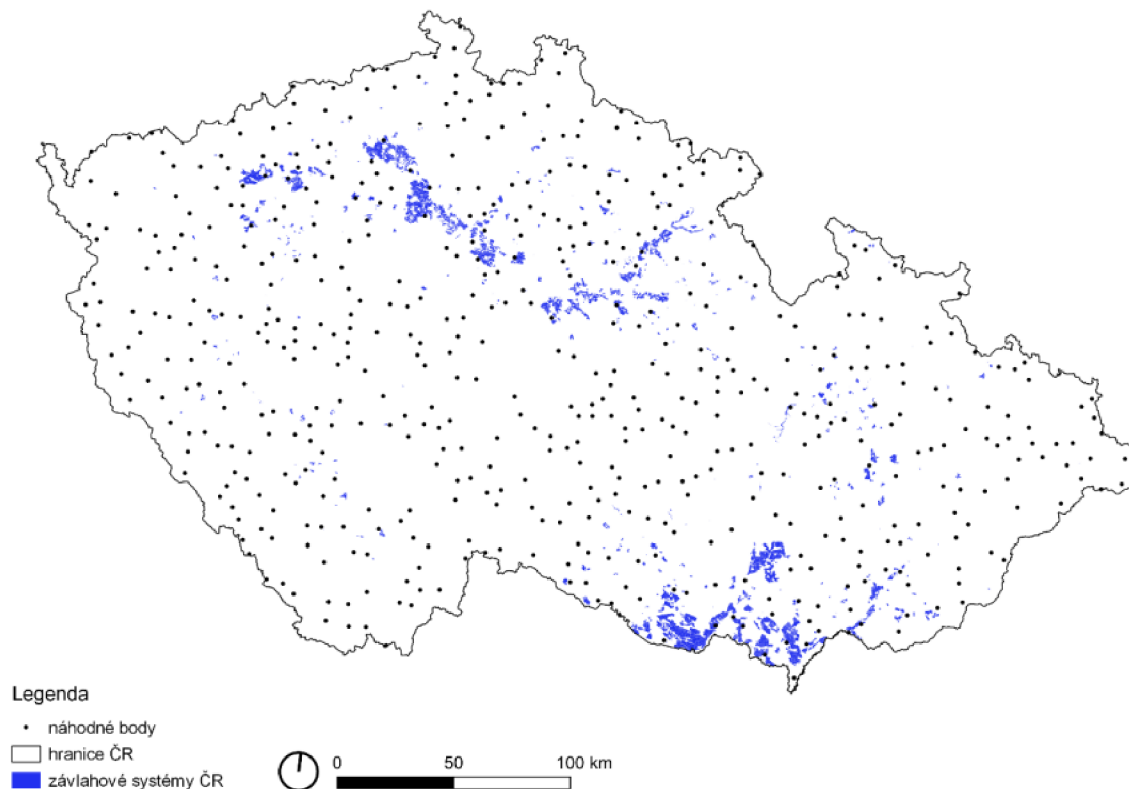
Polabská nížina se rozkládá z velké části na velmi kvalitních půdách, nejvýhodnějších pro zemědělské účely, a to černozemích, hnědozemích a fluvizolech. Tyto půdy se vyznačují tím, že dokážou na dlouhou dobu v zachytit vodu, a to znamená udržovat v sobě živiny pro zemědělské plodiny. Tyto vlastnosti jsou důležité také pro již probíhající klimatickou změnu. Na druhou stranu ale pokud se rapidně zvýší teplota, tak se s ní zrychlí i proces evapotranspirace a půdy nedokážou už vysušení zabránit. Jsou to půdy, které jsou v Česku rozšířeny v těch nejteplejších a nejsušších oblastech, a to právě v Polabí a na jižní Moravě. Černozemím vyhovuje nejvíce průměrná roční teplota nad 8 stupňů celsia a na místech, kde se půdy nacházejí, se pohybuje průměrný úhrn srážek mezi 450–600 mm. Půdy se také vyznačují větším množstvím edafonu v komparaci s jinými typy půdy. Obsahují vysoké procento kvalitního humusu. To je také další zdroj živin pro rostliny. Černozemě ale nejsou tak odolné vůči vysychání, což je velké riziko

z hlediska globálního oteplování. Hnědozemě jsou adaptované na průměrnou roční teplotu mezi 7-9 stupni Celsia. Zatímco černoze země se až na výjimky vyskytují v nížinách, hnědozemě už se objevují i v pahorkatinách. Hnědozemě již mají nižší procento humusu než černoze země, ale pořád dostačující pro většinu zemědělských plodin. Typickými plodinami pěstovanými v černozemích a hnědozemích jsou cukrovka, vřetěška, ječmen, pšenice nebo kukuřice. Fluvizemě vyplňují říční údolí, vznikají hlavně na nivních naplaveninách. Jsou to poměrně mladé půdy. Na fluvizemích se pěstuje hlavně zelenina (Tomášek, 2014).

Dalším benefitem Polabí je samotná říční niva řeky Labe. *Poříční a údolní nivy mají svoji svéráznou prostorovou strukturu svým původem spojenou s vodou a toky živin, která se liší od okolního terénu* (Demek, 2014). Vertikálně je niva tvořena dvěma základními vrstvami, a to spodní, která je složená ze šterko-pískových korytových usazenin pocházející z pleistocénu, přepracované v holocénu a svrchní, tvořená silty a jíly, uloženými během povodní v holocénu. V nivách se vyskytují ty nejbohatší ekosystémy, které jsou ovlivňovány jak měnící se hladinou tekoucí vody řeky Labe, tak i podzemní vody (Haase, 2007). Právě poříční niva byla a v některých ohledech pořád setrvává cennou pro obyvatelstvo Polabí z hlediska zadržování povodňové vody, zmírňování intenzity povodní, filtru lijákových vod v povodí, lepšího přístupu k pitné vodě nebo úrodné půdy pro zemědělství. Regulace povodní dnes nahradily přehradní nádrže v povodí Labe (tv-adams.wz.cz, 2023).

Polabský region se řadí mezi nejvýznamnější lokality ve střední Evropě pro pěstování ovoce a zeleniny. Ze zeleniny se v Polabí tradičně pěstuje hlavně brukvovitá zelenina, a to kedlubny, zelí, květák. V nejteplejších částech Polabí, ale pouze během teplejších let, se pěstují také rajčata (Potopová, 2015).

Právě kvůli teplému a suchému klimatu v Polabí potřebují některé plodiny závlahu. Závlahy jsou také nejlepší ochranou proti zemědělskému suchu. Nejvíce závlahy potřebují zelenina nebo ovoce, které jsou v Polabí hojně pěstované. Z tohoto důvodu jsou potřeba vodní zdroje, z kterých je voda transportována na zemědělské plochy a díky této vodě je umožněno pěstovat i náročnější plodiny, které jsou náchylné na suchu. Níže přikládám mapu, kde jsou znázorněny všechny závlahy na území České republiky a je vidět, že v Polabí je voda z Labe velmi využívána (Sklenička, 2020).



**Obr. 3.** Mapa závlah v ČR. (2020) <https://www.fzp.czu.cz/dl/93180?lang=cs>

Polabí je velmi příjemnou lokalitou pro cykloturistiku z důvodu umístění v nížinách. Polabí křížuje mnoho cyklistických tras, nejznámější je Polabská cyklostezka, která vede povětšinu času přímo podél Labe. Dále je zde také hodně měst, kde například Poděbrady jsou lázeňským městem. Také se ve městech koná mnoho akcí a koncertů. Pěší turisté míří například do chráněné krajinné oblasti Kokořínsko. Léto, které bys se mělo z důvodu klimatické změny neustále oteplovat, tak je využíváno ke koupání v mnoha Polabských jezerech – Lhota, Poděbradské jezero apod. Dále jsou na mnoha místech rozmístěné i stáje s koňmi, tudíž někteří turisté volí variantu výletu z koňského hřbetu. Veškerým turistickým aktivitám nahrávají místní klimatické podmínky z hlediska vyšších teplot (mapy.cz, 2024).

### 2.1.2. Slabé stránky

V této kapitole budou popsány aspekty, které nepříznivě ovlivňují život v Polabí, anebo přispívají negativně ke klimatické změně.

Od počátku 18.století se začala území českých zemí postupně industrializovat a budovaly se továrny. Při spalování v továrnách dochází k uvolňování škodlivých látek – Sox, COx, Nox, methan ad. do ovzduší (Olabi, 2022). Ty následně zapříčiňují zvýšenou koncentraci skleníkových plynů v atmosféře.

I přes poměrně vysoké množství průmyslových center v Polabí jsou hodnoty znečištění ovzduší většinu času v normě jak ve Středočeském, tak i v Pardubickém, Královéhradeckém a Ústeckém kraji (CHMI, 2023). V oblasti Polabí se nachází několik významných průmyslových podniků. Například v Pardubicích jsou elektrotechnické společnosti Panasonic a Foxconn, rafinerie PARAMO, chemička Synthesia, chemické závody Spolana a Lachema. U Kolína se nachází automobilka konsorcia TPCA (Toyota–Peugeot–Citroën), chemička Draslovka a elektrárna Chvaletice. V potravinářském průmyslu jsou významné pivovar Pernštejn v Pardubicích, pivovar Postřižinské pivo v Nymburce a perníkárství v Pardubicích. Diskutuje se především o průmyslových podnicích, které znečišťují životní prostředí, jako je Spolana Neratovice a Synthesia Pardubice. Problematikou jsou také opuštěné průmyslové zóny, známé jako brownfields (Dlasková, 2009).

V Polabí je rozvinutá také dopravní infrastruktura, která způsobuje také hlavně emise CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> (CHMI, 2020). Vedou zde dálnice D11 a D8, které jsou často hodně frekventované, protože lidé z menších měst jezdí pracovat denně do Prahy (mapy.cz, 2024).

Další slabší stránkou regionu jsou povodně. Povodeň je v České republice poměrně často se vyskytující přírodní katastrofa. Vzniká buď z přirozených příčin – tání sněhu, letní dlouhotrvající deště nebo krátkodobé intenzivní srážky, nebo z příčin umělých – protržení hráze přehrady (Horký, 2010). Řeky Labe se týkají hlavně povodně přirozené, vznikající kvůli meteorologickým jevům. Nejstarší doložená stoletá povodeň je z roku 1118 a je považována za vůbec nejmohutnější povodeň. Je doložená i díky značce na Děčínské zámecké skále. Extrémní zimní povodně, které vznikly v důsledku tání sněhu nebo i kombinací silných srážek a tání sněhu jsou doložené z let 1272, 1367, 1373, 1374, 1432, 1598, 1655, 1775, 1784, 1799, 1845, 1846, 2006. Letní povodně, které jsou způsobeny přívalovými srážkami, jsou zmonitorovány z let 1118, 1273, 1370, 1501, 1598, 1890, 2002, 2006, 2013 (Brázdil, 2005). Povodně se mohou opakovat víckrát za rok. Důsledkem povodní

jsou většinou poškozená obydlí lidí, kteří bydlí v blízkosti řeky, poničení zemědělské půdy, až ztráta lidských životů. Při povodni v roce 2002 byla zaplavena Spolana Neratovice, tudíž byl ovlivněn i chod chemického průmyslu.

V červenci v roce 2002 byl zpracován Akční plán povodňové ochrany v povodí Labe, který měl za úkol mimo jiné posílit ochranu krajiny a obyvatelstva před povodněmi a zvýšit schopnost krajiny zadržovat vodu v ploše povodí. Ve 4 lokalitách byly získány nové zaplavovací plochy posunutím protipovodňových hrází, na celém Labi bylo vybudováno nebo zrekonstruováno 513 km ochranných hrází a bylo postaveno 18 retenčních nádrží. Dále je v provozu povodňová předpověď na 48 hodin dopředu (MKOL, 2003).

Polabí, tudíž střední tok řeky Labe je nejvíce problematickou částí z hlediska vodního znečištění. Monitorování jakosti vody v Labi zajišťuje odbor vodohospodářských laboratoří povodí Labe v Hradci Králové a Děčíně od roku 1999 a kontrola je prováděna 2 x ročně na 45 profilech umístěné v celém povodí. Jsou na nich kontrolovány fyzikální ukazatele, chemické složení, kyslíkový režim, mikrobiální znečištění, těžké kovy, specifické organické látky, někde také radioaktivita. Výzkum se týká jak jakosti vody, tak i jakosti sedimentů. Výzkum se provádí dle ukazatelů BSK<sub>5</sub> (biochemická spotřeba kyslíku), CHSK<sub>Cr</sub> (chem. spotřeba kyslíku dichromanem, N – NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (dusičnanový N) , N – NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (amoniakový N), P<sub>celk</sub> (fosfor), index saprobity bentosu, RL – rozpuštěné látky, AOX (adsorbovatelné organicky vázané halogeny).

Na středním toku Labe je pozorována jakost vody mezi II. až III. stupněm (mírně znečištěná – znečištěná voda), v Kolině se ale jakost posouvá až na IV. stupeň jakosti (silně znečištěná voda) kvůli ukazateli bentos. Díky výstavbě čistíren odpadních vod se snížila koncentrace organických látek ve vodě. Největší zhoršení jakosti vody je způsobenou městskou a průmyslovou aglomerací Pardubice, a to například kvůli výrobě společnosti Synthesia, a.s. Pardubice – Semtín (Skalická, 2019).

Od 80.let se ale jakost řeky Labe postupně zlepšuje, roste koncentrace vzdušného kyslíku a klesá koncentrace těžkých kovů. V důsledku toho se zvýšil počet ryb v Labi a navrátil se sem losos (MKOL, 2023).

Velkým problémem Polabí byla hlavně v druhé polovině 20. století meliorace mokřadů z důvodu zisku zemědělské půdy. Mokřady jsou biotopy, které mají hladinou blízko povrchu půdy (Eiseltová, 2018). Z hlediska krajinně ekologického se mezi mokřady řadí i rybníky, protože se vyznačují malou hloubkou a litorálním pásmem. Mokřady v současnosti patří mezi nejohroženější ekosystémy na Zemi, celosvětově je jejich úbytek



odhadován až na 57 %, největší úbytek byl za posledních 100 let (Davidson, 2014). Za hlavní důvod vysoušení mokřadů je považováno zemědělství, i přes to, že v mnoha částech světa byly mokřady samotné využívány k zemědělské produkci. Postupně ale byly ve většině vyspělejších zemích potlačovány tradiční zemědělské postupy a vystřídalo je průmyslové zemědělství na vysušených půdách (Millennium Ecosystem Assessment 2005). V nížinách a pahorkatinách ČR bylo od roku 1843 se rozloha mokřadů snížila přibližně 100krát (Richter, Skaloš, 2016). To platí pro oblast Polabí a dále se zde odvodňovala pobřežní niva za účelem výstavby nových objektů.

Mokřady mají schopnost vypařovat poměrně velké množství vody, a tudíž se sluneční energie, která dopadá na povrch mokřadu, váže při výparu vody a při následné kondenzaci se opět uvolňuje, ale už v chladnější oblasti. Energie, která není vázána výparem ve vodní páře a dopadne například na odvodněné pole, se přeměňuje na teplo, což způsobuje ohřev atmosféry a za slunných letních dnů přehřívání krajiny. Odvodněné plochy mohou způsobit i pozdní ranní mrazíky a poškození ovocných stromů, protože je ve vzduchu málo vodní páry a nedojde k její kondenzaci, a proto se neuvolní teplo a klesá teplota. Dále je důležitá retenční schopnost mokřadů zadržet vodu i živiny v krajině (Eiseltová, 2018).

Ve studii Richtera (2023) jsou zkoumány 3 lokality v Polabí, kde byly odvodněny a kde se v minulosti nacházely mokřady společně s rybníky. Jedná se o nivu Mlynařice a zaniklý rybník Hladoměř u Staré Lysé, zaniklý mokřad u Libenic a nivu Doubravy se zaniklým rybníkem Kmotrov u Sulovic. V těchto lokalitách se nacházely mokré louhy, říční nivy, rybníky o rozloze 100–160 ha, ale většina z této rozlohy byla zazemněna nebo odvodněna. Dnes se ale díky různým projektům krajina opět začíná obnovovat a zakládají se na těchto místech různé tůně se snahou nalákat zpět vodní ekosystémy a vylepšit kvalitu půdy. S tímto pomáhají i staré mapy, díky kterým se zjišťuje, na kterých místech byly dříve mokřadní biotopy, a tudíž se ví, kde by se mělo začít s obnovou původní krajiny (Richter, 2023).

### 2.1.3. Příležitosti

V této části práce budou popsány příležitosti regionu, jak předejít některým hrozbám klimatické změny, anebo jak alespoň zmírnit jejich efekt. Dále zde budou popsána ale i fakta, jakým způsobem by mohla klimatická změna pomoci v jednotlivých sektorech.

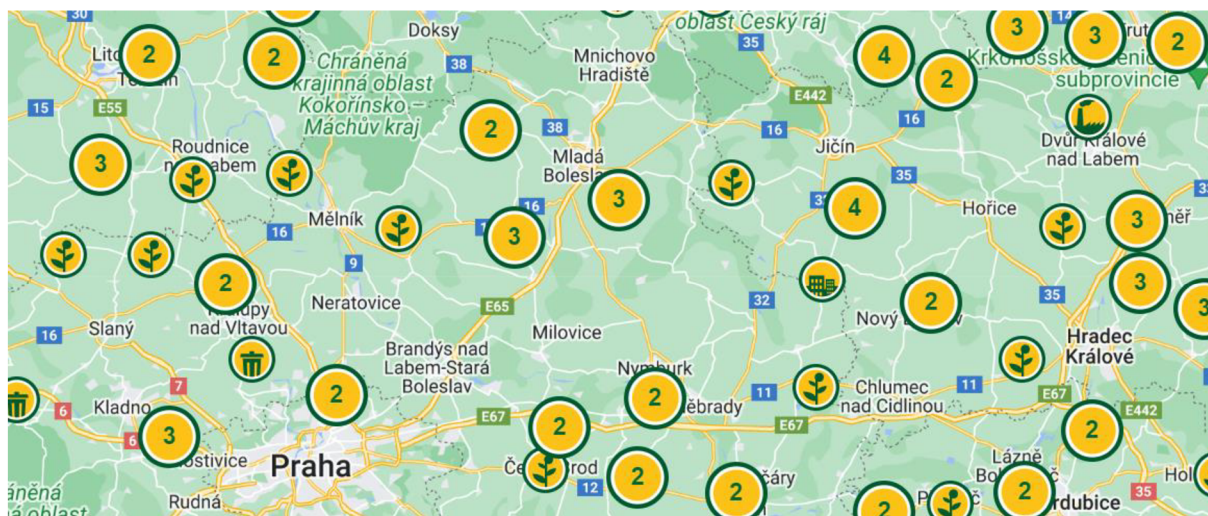
Velká příležitost pro tento region se nabízí v obnovitelných zdrojích energie. V České republice je možné pro výrobu energie z obnovitelných zdrojů používat čtyři hlavní zdroje energie – větrná energie, sluneční energie a energie z biomasy a vodní energie (Kukal, 2015). I v důsledku neustálého vzrůstu stavu populace je potřeba vyrábět stále více energie. I přes problémy, které způsobuje spalování fosilních paliv, je to stále hlavní distributor energie (Kukal, 2015). Z těchto důvodů většina států přikročila k opatřením, která by měla zajistit minimální znečištění ovzduší a zmírnit ohrožení lidského zdraví. Jedním z těchto opatření je právě zavedení obnovitelných zdrojů energie (Olabi, 2022).

V povodí řeky Labe je nainstalovaných 1020 vodních elektráren, tudíž v tomto ohledu už je velmi malá kapacita pro stavbu dalších elektráren (tv-adams.wz.cz, 2023).

Z hlediska sluneční energie je očekáván ale další progres. Solární energie je získávána pomocí fotovoltaických panelů a kolektorů. S globálním oteplováním se zvýší intenzita slunečního záření dopadající na Zemský povrch z důvodu redukce ozonové vrstvy a tím pádem by mělo být vyprodukováno větší množství energie. (klimatickazmena.cz, nedatováno) Na povrch dopadá 20 000krát více energie, než využije lidská populace, a přesto ji doposud dokážeme využívat jen po zpracování solárními panely nebo kolektory. Pokud se lidstvo naučí využívat sluneční energii efektivněji a ve větším množství, mohlo by to vyřešit globální problém s úbytkem energie z fosilních paliv a nárůst cen za energie. Problém s fotovoltaikou nastává při nedostatečném množství slunečního záření například v zimě, anebo když je zataženo, tak se na panel dostane pouze 15% solární energie. V ČR zatím převládají fotovoltaické elektrárny na rodinných domech pro využití jedné domácnosti. (Sentivánová, 2008) Přesto se v Polabí nachází některé z největších solárních elektráren v ČR – např. Vepřek nebo Ralsko a díky teplejším klimatickým podmínkám je zde potenciál pro stavbu dalších (fotovoltaickepanely.eu, 2024).

S větrnou energií je to složitější, protože větrné elektrárny se staví na vyvýšených místech, aby dosáhly největšího výkonu, ale v Polabí jsou z velké části jen nížiny, tudíž ve větrných elektrárnách také není velký potenciál.

V Polabí byla postavena také poměrně hustá síť bioplynových stanic. (CZBA, 2023)



**Obr.4.** Síť bioplynových stanic v Polabí. <https://www.czba.cz/mapa-bioplynovych-stanic.html>

V důsledku neustálého nárůstu průměrné teploty by mělo v blízké budoucnosti dojít k umožnění pěstování teplomilnějších plodin v Polabí, které se dnes pěstují v jižnějších oblastech. Jedná se například o meloun, lilek nebo papriku (Potopová, 2015). Dále bude podporována výsadba nově vyšlechtěných odrůd, a to právě v zelinářství, vinařství nebo také při pěstování ječmene a pšenice. Nové druhy by měly být více adaptované na nynější klimatické podmínky, jejich vlastnosti budou například mrazuvzdornost nebo suchovzdornost a budou pěstovány za účelem větší kvality a výnosu plodin (klimatickazmena.cz, 2023).

V dnešní době v důsledku klimatické změny vzrůstá význam závlah, hlavně kvůli úbytku sněhových srážek, častějším suchým obdobím a vysokými teplotami. To by mohlo negativně ovlivnit vegetační období plodin. Proto je nutné co nejvíce zefektivnit závlahový systém. Dnes už v některých měsících nahrazují závlahy povětšinou i úhrn srážek. Vzhledem k tomuto faktu byly mezi 2015–2017 aktualizovány podklady pro návrh závlahových systémů, týkající se hydromelioračních staveb, mikrozávlah, doplňkových závlah. Poznatky byly doplněny i o moderní způsoby závlah. Nebyla to lehká práce, protože posledních 25 let předtím závlahy nebyly vůbec podporovány a monitorovací stanice, které mohly monitorovat i klimatickou změnu a potřeby závlah, byly mimo provoz. Trend posledních let je precizní zemědělství, jehož účel je úspora závlahové vody. Pole jsou monitorována pomocí dronů, bezpilotních letounů a družic a tím se získávají data ohledně vlhkosti půdy a potřeby závlahy.

Dále se mohou používat i meteorologické stanice, kde jsou získaná data systémem automaticky vyhodnocená a určují optimální míru a průběh závlahy. Ty nejmodernější systémy jsou plně automatizované a dokáží upravovat data závlahových systémů podle aktuálních klimatických podmínek, automaticky ovládají čerpací stanice nebo dopouštějí akumulární nádrže. Některé systémy dokážou pracovat i s předpovědí počasí a zastaví závlahy při očekávaném vyšším úhrnu srážek. Také mohou upřednostnit určité plodiny, které potřebují závlahu více před ostatními. Tyto inteligentní automatizované ovládací systémy jsou ale většinou používány jen v zahrad nebo v parcích, tudíž spíše v malém měřítku.

Na větších zemědělských plochách je většina závlahových systémů zastaralých, kolem 45–60 let. Zde se používají pásové zavlažovače, sestavy postřikovačů s přenosným svinovatelným potrubím, mikropostřik a nejspornější systémy kapkové závlahy, většina z nich je ovládaná manuálně.

Poslední dobou pronikají na český trh z USA zmodernizované. Protože různá část pole má jiný pedologický podklad, tak stroj dokáže vyhodnotit množství vody, které je potřeba, aby stříkalo z jednotlivých trysek a tím zabraňuje přebytečnému odtoku vody. Trysky se dají ovládat dálkově pomocí wifi. Trysky jsou umístěny nízko nad terénem, aby se zabránilo odvětrání vody větrem, nebo většímu odparu (Schwarzová, 2018).

Další výhodný způsob závlahy jsou mikrozávlahy (klimatickazmena.cz, 2023). Jedná se o závlahu pouze jednotlivých plodin. Tudíž se dávkuje přesné množství vody do jejich kořenového systému, existují mikrozávlahy podzemní i nadzemní. Výhodou je i menší průtok a tlak postřiku. Šetří se tímto typem závlahy voda (Marešová, 2023).

V důsledku předpokládané klimatické změny je očekáváno globální oteplování. To bude znamenat i posun posledních jarních mrazíků na dřívější dobu a pozdější výskyt podzimních mrazíků. Rostliny tudíž budou schopné začít jejich dlouhé vegetační období, kdy denní průměrná teplota neklesne pod 5 stupňů Celsia, o dny dříve a sklizeň bude moci proběhnout také o pár dnů později, než tomu bylo doposud. Z dlouhodobé projekce dat od ALADIN climate/CZ a RegCM modelů vyplývá, že do konce 21. století by se mohla délka vegetačního období prodloužit až o 44 dnů v průměru. Tento fakt by umožnil pěstovat termofilní zeleninu i na území Polabí, kde jsou doteď mrazové kotliny, anebo kopcovitý terén a doteď to nebylo možné, protože právě na těchto místech by se měla prodloužit vegetační sezóna nejvíce. Tím pádem by se ale začalo v Polabí pěstovat více zeleniny a na farmářském trhu by se vyskytla větší konkurence. Dále by

z prodloužení vegetační sezóny mohly profitovat i některé odrůdy hroznového vína. Posun začátku vegetačního období by zapříčinil dřívější sklizeň některých plodin, ale také větší výnosy některých plodin, právě například zeleniny.

Už dnes je pozorován dřívější začátek vegetačního období jak u ovocných stromů, tak i například u plevelů. Rozdíl mezi lety 1980–2000 byl 2 týdny jen v začátku vegetačního období. Je ale nutno podotknout, že momentálně délka vegetačních období poměrně kolísá v závislosti na aktuálním počasí každého roku, například roku 2006 byl posunut konec vegetačního období o 33 dnů (Potopová, 2015).

Důsledkem teplejšího klimatu je velmi pravděpodobné, že se některé živočišné druhy nezládnou adaptovat na narůstající teplotu a z tohoto důvodu vyhynou. Hmyz patří mezi ektotermní živočichy, tudíž jsou velice citliví na změnu teploty a oteplení by pro některé mohlo být fatální (Zahradníček, 2017).

#### **2.1.4. Hrozby**

V této kapitole budou probrány hrozby dopadů klimatické změny na region Polabí. Dopady změny klimatu na lesy jsou výsledkem komplexních interakcí mezi meteorologickými faktory, půdními podmínkami, škůdci, lesními požáry a znečištěním životního prostředí. Celkové dopady na les lze pozorovat hlavně v růstu stromů, protože to je jeden z indikátorů zdraví lesů. Hlavním objektem zkoumání je ale defoliace koruny. Lze dle pozorování zjistit, jaké jsou lokální znečištění ovzduší, dopady extrémního sucha a horka a kolísající klimatické podmínky (Bussoti, 2017).

V porovnání s množstvím zemědělské půdy je zalesněnost Polabí jen 16 % (ÚHUL, 2023). Lesy jsou kromě těžby dřeva využívány i k rekreaci nejen místního obyvatelstva. Riziko těchto lesů je rozrůstání větších metropolí. Lesy se v mnoha případech nacházejí v krátké vzdálenosti od těchto měst. V Polabí ročně vytěží Polabská lesní s.r.o. cca 10 000 m<sup>3</sup> dřeva. Z hlediska klimatické změny, která bývá těžbou dřeva urychlována z důvodu pohlcování CO<sub>2</sub> stromy, je ale příznivé, že se každý rok vysadí v Polabí kolem 250 000 kusů sazenic, tudíž se alespoň část lesů obnoví. Lesy jsou zde kácené i z důvodu bezpečnosti turistických tras.

Největším aktuálním problémem v Polabí je momentálně vysychání borovice lesní, která je v Polabských lesích zastoupena 39 % (ÚHUL, 2023). Je velmi náchylná k vysušení, které je zapříčiněno převážně suchem. Už v roce 2019 bylo evidováno 111 tisíc m<sup>3</sup> sušín. Po vysušení stromy začnou napadat škůdci. Škůdcům prospívá zvýšená teplota, a tudíž se dokážou rychleji množit nebo dokonce vytvořit během jedné sezony

více generací. Tudiž interakce sucha a horka může do budoucnosti fatálně ohrozit porosty borovice lesní (Polabská lesní s.r.o., 2023).

Dle klimatických modelů (klimatickazmena.cz, 2023) se předpokládá, že do roku 2050 naroste průměrná teplota o 1,7 – 2,8 stupňů Celsia. Tato predikce předpokládá zvýšení evapotranspirace. To může vést k častějšímu přílivu horkých vln, které mohou způsobit například větší výskyt požárů a vlny sucha. Dále se ale oteplením vzduchu získává větší kapacita pro koncentraci vodní páry ve vzduchu a tento fakt naopak může způsobit srážkové extrémy.

Mezi další hrozby pro region je sucho. Sucho je přirozený jev, který nastane, pokud se hodnota srážek negativně vychýlí na určitý časový úsek. Nedostatek srážek následně ovlivní hladinu vodních ploch i toků nebo půdní vody. Dle délky trvání se rozlišují různé typy sucha, v nejhorším případě může nastat sucho sociálně – ekonomické, pokud má sucho dopad také na kvalitu života obyvatel. Sucho může způsobit i hospodářské ztráty podnikům, které využívají vodu k výrobě nebo také může negativně ovlivnit biologickou diverzitu, jakost vody, snižovat hladinu mokřadů, způsobit erozi půdy, nebo až její degradaci.

Kvůli klimatické změně se předpokládá stále častější výskyt suchých epizod. V období mezi lety 1808–2015 se sociálně ekonomická sucha objevila na území ČR 27krát. Poslední suchou epizodou bylo sucho, které začalo v roce 2015, ale přetrvávalo až do roku 2018.

Sucho může zapříčinit také nestabilitu v zemědělské produkci a její nedostatek spojený se vzrůstem cen za potraviny a jejich nedostatek (Sklenička et al., 2020). Výnos zeleniny, který bývá negativně ovlivňován suchem, může poklesnout v případě kořenové zeleniny až o 35 %, plodové zeleniny o 55 %, cibulové zeleniny 39 %, luštěnin o 45 % (Potopová, 2015). Z hlediska klimatické změny to ale v budoucnosti pravděpodobně budou ještě větší výkyvy.

Z tohoto důvodu bude potřeba rozšířit závlahové plochy. Dle studie Spitze (2014) bude potřeba zvýšit množství zavlažované vody v roce 2050 potřebné pro pšenici ozimou až o 15 %, pro brambory až o 2,1 %, pro řepu cukrovou o 43 % a pro okurky o 15,8 %. Potřeba závlahy ale nebude jen pro jednotlivé plodiny, ale pro celé osevní struktury rostlin. V důsledku očekávaného nedostatku vody jsou ve hře i nové alternativy zdroje vody, a to odpadní voda (Geršl, 2020). V roce 2015 v létě byla

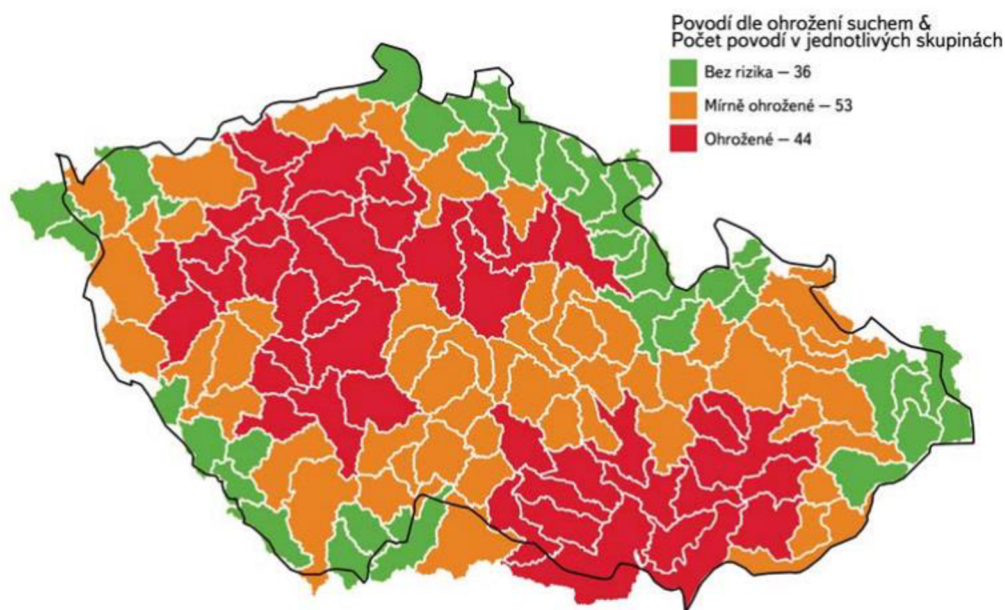


například kvůli hydrologickému suchu velmi ohrožena produkce chmele, protože má velké nároky na vodu při tvorbě plodů (Schwarzová, 2018).

Dále sucho pravděpodobně způsobí pokles hladiny vodních toků, negativně ovlivní jejich jakost a v nejhorším případě může způsobit až vyhynutí vodních živočichů. Při dlouhodobé epizodě sucha dochází také k poklesu podzemních vod, což může způsobit i uvadnutí některých plodin (Sklenička, 2020).

Protože od roku 2015 se téměř nepřetržitě v Polabí vyskytuje sucho, probíhá na tomto území pokles hladiny podzemní vody a vysychání menších vodních toků (Richter, 2023).

Sucho je rozdělené na meteorologické, zemědělské, hydrologické a socioekonomické. Zemědělské ovlivňuje vodu v půdě, tedy zásobování rostlin vodou, hydrologické celkovou zásobu vody a socioekonomické, to už ovlivňuje kvalitu života lidí. Právě kvůli suchu hrozí zemědělcům ztráta jejich příjmů (Potopová, 2014).



Obr. 4.3.17 Regionalizace ohrožení suchem dle Strnad et al. (2017)

### Obr. 5. Povodí ohrožené suchem.

[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/studie\\_dopadu\\_zmena\\_klimatu/\\$FILE/OEOK-Aktualizovana\\_studie\\_2019-20200128.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/studie_dopadu_zmena_klimatu/$FILE/OEOK-Aktualizovana_studie_2019-20200128.pdf)

Zvýšená hrozba suchých období může ohrozit i hladiny řek, potoků nebo jiných vodních ploch. Následky zemědělského sucha na naše zemědělství spočívají především

v odpařování srážek z povrchu země v důsledku vysušení půdy. Tento jev brání účinnému absorbování vody ze srážek a spíše způsobuje odtok vody. Tím dochází k postupnému snižování podzemních zásob vody a degradaci plodin a půdy, což vede ke ztrátě výnosů pro zemědělce. Hlavními faktory v této situaci jsou nedostatek vody a rozšiřující se oblasti sucha během vegetační sezóny. Nejvíce suchých oblastí bylo zaznamenáno východních Čechách v roce 2016, kde pokles průtoku vody v povodí Labe vedl k prohlubování epizod sucha (Buchta, 2019).

V důsledku oteplení klimatu se předpokládá, že se srážky v zimě budou měnit ze sněhových na dešťové, a to postupně i ve vyšších polohách. Labe má sice zatím výhodu, že pramení ve vysoké nadmořské výšce nad 1000 m n.m. v Krkonoších, kde by měl ještě sníh nějakou dobu vytrvat, ale do budoucna se také může i sněhová pokrývka Krkonoš velice tenčit. Sníh v sobě koncentruje velké množství vody, které bude následně chybět například v Polabí právě v zemědělském sektoru. Tím, že ale zvyšující teplota zvyšuje výpar vody, budou v zimě mnohem větší dešťové srážky. Pokud už nějaký sníh napadne, tak bude ale rychleji tát, tudíž se jarní tání přesune do zimního období. Nedostatek sněhu ovlivní pokles hladiny vodních toků a hladinu půdní vody (Jeníček, 2021).

Další rizika se týkají půd. V současnosti je největším problémem půd jejich zábor. Tímto způsobem se v ČR denně přichází o 15 ha zemědělské půdy.

Dalším rizikem pro půdy je eroze, a to hlavně vodní a větrná. Už v současnosti je v ČR ohroženo 1 780 000 ha zemědělské půdy a větrnou erozí 430 000 ha. *Eroze ochuzuje zemědělské půdy o nejurodnější část – ornici, zhoršuje fyzikálně-chemické vlastnosti půdy, zmenšuje mocnost půdního profilu, zvyšuje štěrkovitost, snižuje obsah živin a humusu, poškozují plodiny a kultury, znesnadňuje pohyb strojů po pozemcích a způsobuje ztráty osiv a sadby, hnojiv a přípravků na ochranu rostlin* (Vopravil, 2010). Dále potom látky, které jsou transportovány z polí znečišťují vodní zdroje a mají negativní vliv na vodní ekosystémy.

Do budoucna je očekávaná ještě mnohem větší půdní eroze v důsledku očekávané klimatické změny – nárůst teplot, častější výskyt sucha, záplav, vichřice, náhlý větší úhrn srážek. Je možné, že v budoucnu bude snaha převést pole na travnaté porosty, které jsou odolné erozi. Větrná eroze bude sílit právě v Polabských nížinách s výskytem častějších silnějších větrů (Vopravil, 2010).



Polabská nížina je sídlem mnoha větších měst jako jsou například Pardubice, Hradec Králové nebo Ústí nad Labem. Tato města jsou spíše průmyslová, na jejich okrajích se nacházejí podniky chemické, petrochemické, strojírenské nebo potravinářské (czso.cz, 2014). To nabízí lidem pracovní možnosti, a i proto je zde poměrně malá nezaměstnanost. Dále se zde nachází plno zemědělských podniků v porovnání s celou ČR. Kdo nepracuje ani v priméru, ani v sekundéru, tak se může zapojit do terciéru v rámci cestovního ruchu nebo dopravy. Dalším lákadlem pro obyvatelstvo, které se chce stěhovat do Polabí je dobrá dostupnost do hlavního města, a to jak automobilová – dálnice z obou směrů, jak z Hradce králové, tak i železniční. (mapy.cz, 2023) Další výhodou tohoto regionu jsou levnější ceny nemovitostí na rozdíl od Prahy nebo Brna. Průměrná cena v Praze se pohybuje momentálně kolem 116 372,- Kč/m<sup>2</sup> a v Pardubicích je to 63 823,- Kč (valuo.cz, 2023). Při inflaci v dnešní době je čím dál tím obvyklejší způsob, že lidé zvolí variantu levnější nemovitosti právě třeba v Pardubickém, Královehradeckém, ale hlavně ve Středočeském kraji. Dle predikce demografické statistiky ČSU bude v roce 2070 bydlet většina obyvatel v Praze a Středočeském kraji. Města se dnes ve velkém měřítku rozrůstají i díky suburbanizaci, tudíž rozšiřováním měst, a to například u Prahy jsou stavěny novostavby ve vesnicích a městech v okolí řeky Labe. Naopak v Královehradeckém kraji nebo Ústeckém by měl počet obyvatel poklesnout (ČT 24, 2019).

Z tohoto důvodu hrozí do budoucna větší znečištění z automobilů, nebo také lokální znečištění z komínů.

Klimatické změny představují také jednu z největších hrozeb pro biodiverzitu na planetě. V této kapitole se zaměřím na různé aspekty dopadů klimatických změn na biodiverzitu. Přesuny hranic rozšíření druhů v důsledku změn teploty a klimatických podmínek jsou jedním z hlavních důsledků klimatických změn. Studie ukazují, že druhy migrují směrem k pólům nebo do vyšších nadmořských výšek, kde nalézají vhodnější podmínky pro přežití. Tyto posuny se týkají nejen samotné druhů, ale i na celých ekosystémů. Podobná situace se děla také za dob ledových a meziledových, kdy docházelo k migraci zvířat, případně až k jejich vymírání.

Identifikace ohrožených druhů a ekosystémů v důsledku klimatických změn je klíčová pro ochranu biodiverzity. Zavedení adaptivních a ochranných opatření může pomoci zvýšit odolnost alespoň některých druhů vůči klimatickým změnám.

V Polabí se týká vymírání například žahadlových blanokřídlých, kteří přirozeně migrují z písčných oblastí na podobné struktury jemnozrnného substrátu, jako je popílek (Řehounek, 2010). Nicméně, popílek není ideální náhrada za písek. Obsah těžkých kovů v popílku totiž může být pro žahadlové blanokřídlé potenciálně toxický, podobně jako je tomu u obratlovců (Hopkins, 1998).

Změna klimatu má klíčový vliv na lidské zdraví a kvalitu života obyvatel. Přímé ovlivnění zahrnuje změny teploty, četnost a intenzitu extrémního počasí a pronikání UV záření na zemský povrch. Nepřímé ovlivnění je způsobeno proměnou životního prostředí, což může zhoršit kvalitu a dostupnost pitné vody a zvýšit riziko infekčních nemocí.

Zvýšení teploty způsobuje zdravotní problémy a zvýšenou úmrtnost, zejména u seniorů, chronicky nemocných jedinců a malých dětí. Nejčastějšími důsledky vln veder jsou úpal, úžeh, kolaps z horka nebo také kožní nádory. Suchá období ohrožují zásoby pitné vody a způsobují psychický stres, zatímco povodně přinášejí přímé ohrožení života a zdraví lidí. Změny kvality ovzduší zvyšují riziko respiračních problémů a alergií.

Pozitivní vlivy zahrnují snížení zimních úmrtí kvůli teplejším zimám. Očekává se, že v budoucnosti budou obyvatelé stále více vystaveni dopadům změny klimatu, což zvýší jejich zranitelnost (mzk.cz, 2020).

### 3. What if analýza

Metoda „What-If“, zkráceně „Co se stane, když...“, je efektivní nástroj pro identifikaci a řešení potenciálních rizik a neočekávaných událostí v průběhu procesů. Tato metoda je založena na principu brainstormingu, ve kterém kvalifikovaný pracovní tým, dobře seznámený se zkoumaným procesem, zkoumá různé možnosti otázkami a odpověďmi. Formulace otázek začíná charakteristickým „What – if“, což umožňuje týmu zaměřit se na představu neočekávaných scénářů.

Pracovní tým, skládající se z odborníků, aktivně formuluje otázky typu „Co se stane, když...“, které reflektují jejich znalosti a zkušenosti. Následně se tým snaží hledat odpovědi a předvídat možné následky daných situací. Tento proces se často provádí v rámci tvořivých pracovních porad, kde se členové týmu podílejí na identifikaci potenciálních selhání a jejich dopadů.

I když je metoda „What-If“ relativně oblíbená pro svou rychlost a nenáročnost na čas, je důležité si uvědomit, že rychlost provedení může vést k intuitivnímu a méně systematickému postupu. Proto je důležité, aby pracovní tým věnoval dostatečnou pozornost při odhadování následků a navrhování opatření, aby byla zajištěna efektivní analýza a minimalizace rizik (Paleček a spol.,2022).

Metoda "What If" je jednoduchým nástrojem pro systematické zkoumání možných rizik a jejich dopadů na různé oblasti života a prostředí. Cílem je najít situace, které by mohly způsobit problémy a ohrozit například zdraví, majetek nebo přírodu. Tato metoda se často používá v prioritních situacích a je účinná, když má tým dostatek informací a zkušeností. Může být využita pro jakoukoliv činnost nebo systém a poskytuje jednoduchý popis problémů formou otázek a odpovědí.

Často se používá samostatně, ale obvykle se kombinuje s jinými metodami analýzy rizik. Cílem je sjednotit výsledky analýzy a zajistit, aby byly přehledné. Přestože tato metoda má své limity, jako obtížnost ověření všech informací a poskytování spíše kvalitativních dat, postup zahrnuje několik kroků. To zahrnuje analýzu dopadů klimatických změn, výběr důležitých jevů, formulování otázek typu "Co když?" a identifikaci problémů a možných řešení. Dále je provedeno hodnocení pravděpodobnosti a závažnosti scénářů a zranitelnosti daných systémů s ohledem na stávající opatření. Každá otázka může představovat více rizik, a proto je důležité pečlivě zvážit každý aspekt analyzovaných situací (msk.cz, 2020).

### 3.1. What-if analýza dopadů klimatické změny v Polabí

V této kapitole budu vycházet ze swot analýzy ve 2. kapitole této práce a pokusím se vybrat nejdůležitější jevy, které mohou nastat v souvislosti s klimatickou změnou a následně odpovědět na otázku, jak by daný jev mohl vyřešit.

**Tabulka 2.** WHAT-IF analýza. Zdroj autor

What if...? Co se stane, když...?	Upřesnění	Negativní dopady/rizika
když se zvýší průměrné teploty?	Z hlediska zemědělství	Nemožnost pěstování stejných plodin jako dřív, přemnožení škůdců, vadnutí rostlin, méně orné půdy, lepší podmínky pro plevele
	Z hlediska lesního hospodářství	chřadnutí lesních porostů na nevhodných stanovištích, nedostatek dřeva pro ekonomické účely, méně fotosyntetizujících prvků
	Z hlediska vodního hospodářství	vyšší evapotranspirace -> vysychání vodních toků a vodních ploch, pokles kvality vody
	Z hlediska sídel	tepelný ostrov města -> neúnosná vedra ve městech při absenci zelených střech, degradace silnic, zhoršení podmínek pro řidiče
	Z hlediska obyvatelstva	nemoci, dřívější úmrtnost, větší potřeba zdravotní péče, bude náročnější provádět sportovní aktivity, nemožnost zimních sportů bez umělého zásahu člověka
když se budou vyskytovat častěji suchá období?	Z hlediska zemědělství	eroze půdy, nedostatek vody v půdě -> vadnutí rostlin
	Z hlediska lesního hospodářství	častější výskyt požárů, vysušení stromů
	Z hlediska vodního hospodářství	pokles zásoby podzemní vody, pokles hladin vodních toků, menší průtoky
	Z hlediska sídel	požáry mohou zasáhnout lidská sídla
	Z hlediska obyvatelstva	nedostatek vody, nemoci, nezaměstnanost v zemědělství, nedostatek vody v průmyslu
když se zvýší četnost a intenzita přívalových srážek a povodní?	Z hlediska zemědělství	zaplavení polí -> příliš mnoho vody pro rostliny, nemožnost pro zemědělce pole obhospodařovat, eroze půdy
	Z hlediska lesního hospodářství	při nedostatku lesních ploch by lesy nestíhaly zadržet všechnu vodu
	Z hlediska vodního hospodářství	vylití vody do okolní nivy, nárůst hladin vodních hladin
	Z hlediska sídel	Ohrožení domů v blízkosti vodních toků, zničená dopravní infrastruktura, při vydatných srážkách hrozba nepropustnosti asfaltu a budov -> velký odtok
	Z hlediska obyvatelstva	Ztráta domova, utonutí při povodni, psychologický i fyzický stres, omezení vodní turistiky

## 4. Metodika

### Statistické údaje z meteorologických stanic

Tato část bakalářské práce se zabývá metodikou vyhodnocení čtyř vybraných klimatických charakteristik, a to průměrné teploty vzduchu ( $T_{avg}$ ), minimální teploty vzduchu (TMI), maximální teploty vzduchu (TMA), úhrnu srážek (SRA) na území Polabí.

Použitá data byla stažena z portálu Českého o hydrometeorologického ústavu (ČHMI, 2023), ze sekce Historická data – Počasí – Denní data. Výběr stanic probíhal na základě kontinuitnosti měření, aby u každé stanice byla data dostupná za období 2002–2022 a bylo možné je statisticky vyhodnotit. Dále proběhla klasifikace dle určeného území, tedy Polabí. Stanice se nacházejí v různých krajích i v různé nadmořské výšce a jsou rozmístěny po celém zkoumaném území.

#### 4.1. Zpracování dat

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo provedení základního statistického vyhodnocení získaných dat z meteostanic umístěných na území Polabí a vyhodnocení rozdílu vybraných klimatických charakteristik. Získaná data z portálu Českého hydrometeorologického ústavu byla zkoumána za období 2002–2022 na 11 meteorologických stanicích.

#### 4.2. Statistické zpracování dat

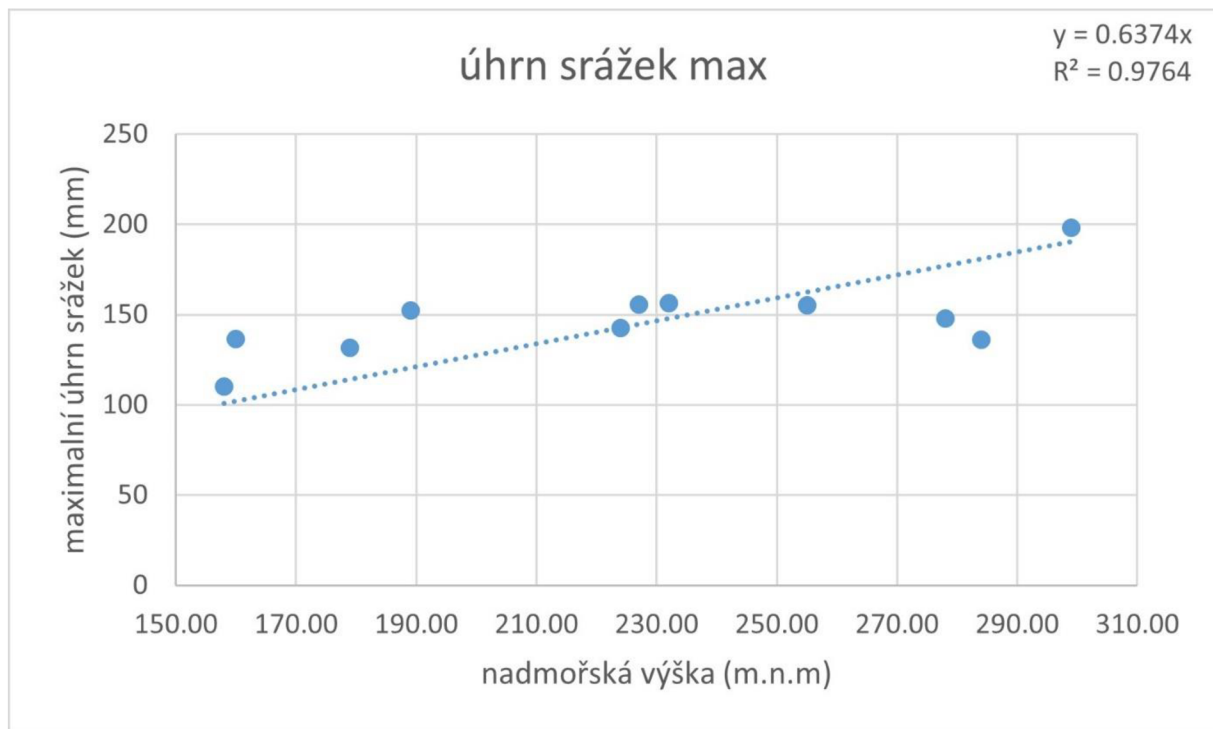
Jako vstupní data byly vybrány tyto klimatické charakteristiky: průměrná teplota vzduchu [jednotka °C], minimální teplota vzduchu [jednotka °C], maximální teplota vzduchu [jednotka °C], úhrn srážek [jednotka mm]. Výběr byl proveden i dle dostupnosti dat na jednotlivých meteostanicích.

Průměrná teplota vzduchu [jednotka °C] je základní meteorologický ukazatel, který hodnotí komplexně teplotní poměry daného území. Počítá se jako průměr měření v termínu 07, 14 a 21 hodin, kdy večerní termín je počítán do rovnice dvakrát. Slouží hlavně pro porovnání různých lokalit. Minimální teplota vzduchu [jednotka °C] je charakterizována jako nejnižší denní teplota vzduchu zaznamenaná za uplynulých 24 hodin měřená ve 21 hodin. Ve většině případů se jedná o údaj zaznamenaný v nočních či brzkých ranních hodinách. Slouží k charakterizování extremity území s ohledem na nízké teploty. Maximální teplota vzduchu [jednotka °C] je nejvyšší denní teplota vzduchu zaznamenaná za uplynulých 24 hodin měřená ve 21 hodin. Ve většině případů se jedná o údaj zaznamenaný po obědě. Slouží k charakterizování extremity území s ohledem na vysoké teploty. Úhrn srážek [jednotka mm] je suma denních srážek v dané lokalitě. Denní suma je zaznamenaná za uplynulých 24 hodin měřená v 7 hodin ráno a vztahující se k předešlému dni. Srážkové úhrny charakterizují vlhkostní

poměry dané lokality i s ohledem na roční chod. Jsou důležitým ukazatelem pro nakládání s vodními zdroji (Trnka, 2024).

K zpracování dat bylo využito aplikace Microsoft Office Excel. Ta byla využita pro zpracování dat do tabulek. Následně byla u každé meteostanice provedena popisná statistika. V rámci popisné statistiky byla zjištěna maximální, minimální teplota naměřená na jednotlivých stanicích, dále průměrná teplota a úhrn srážek. Následně tato data byla uspořádána dle ročních období do tabulek. V každé tabulce je u každé meteostanice uvedena maximální a minimální teplota, která byla naměřena v rozmezí let 2002–2022, aby bylo možné zjistit teplotní i srážkové extrémy v období 2002–2022. U  $T_{max}$  a  $T_{min}$  je zapsán i rok měření. V tabulkách týkajících se srážek je vždy u každé stanice zapsán maximální a minimální srážkový úhrn za dané roční období i s rokem měření. Následně byla vybrána meteostanice Poděbrady a u té byla provedena popisná statistika  $T_{max}$ ,  $T_{min}$ ,  $T_{avg}$ , srážkového úhrnu pro každé roční období. Popisná statistika vyhodnotila pro každý měsíc v každém ročním období pro  $T_{max}$ ,  $T_{min}$ ,  $T_{avg}$  střední hodnotu, směrodatnou odchylku, medián, šikmost, špičatost, minimum a maximum. V rámci srážkového úhrnu byla vyhodnocena směrodatná odchylka, špičatost, šikmost, minimum, maximum a součet.

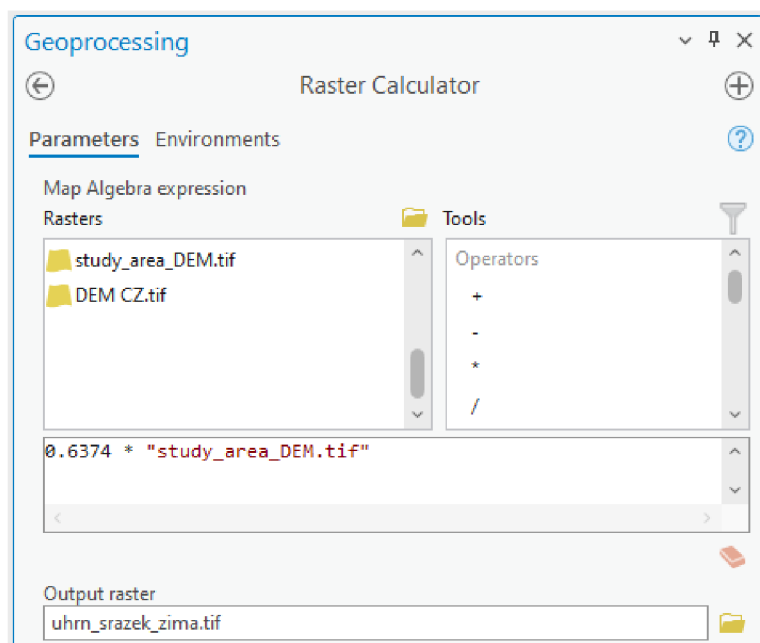
Následně byla provedena prostorová analýza upravených dat. Data z 10 meteorologických stanic byly použity k provedení lineární regrese v závislosti na nadmořské výšce. Pro získání hodnot pro celou studovanou oblast byla provedena interpolace podle nadmořské výšky pomocí vrstvy DEM (Digital Elevation Model) v GIS. K provedení interpolace v GIS byl použit nástroj Raster Calculator ze softwaru ArcGIS Pro, ve kterém byl použit vzorec získaný z lineární regrese (graf 1).



**Graf 1:** Regresní model pro maximální úhrn srážek v zimním období. Zdroj autor

Například následující graf znázorňuje regresi pro maximální úhrn srážek v zimním období, vidíme, že lineární regrese poskytla vysokou hodnotu R,  $R=0,9764$ , což znamená, že regresní model dobře odpovídá datům, což naznačuje silnou korelaci mezi nadmořskou výškou a maximálním úhrnem srážek pro dané meteorologické stanice. Kladný koeficient sklonu (0,6374) znamená pozitivní vztah mezi nadmořskou výškou a srážkami, což naznačuje, že s rostoucí nadmořskou výškou má tendenci růst i maximální úhrn srážek.

V lineární regresi byl použit vzorec:  $y = 0,6374x$ , kde y značí maximální úhrn srážek v zimním období pro každou stanici a x nadmořskou výšku každé meteorostanice a 0,6374 je korelační koeficient. Tento vzorec je následně použit v nástroji Raster Calculator v softwaru ArcGIS Pro k provedení interpolace, která pokryje celou studovanou oblast. Vzorec ale bylo potřeba upravit, aby mohl být použit v programu ARCGIS. Místo x je použit rastr s DEM, v tomto případě "study\_area\_DEM.tif". Následně tedy vzorec v nástroji Raster Calculator Tool vypadá takto:  $0,6374 * \text{"study\_area\_DEM.tif"}$ .



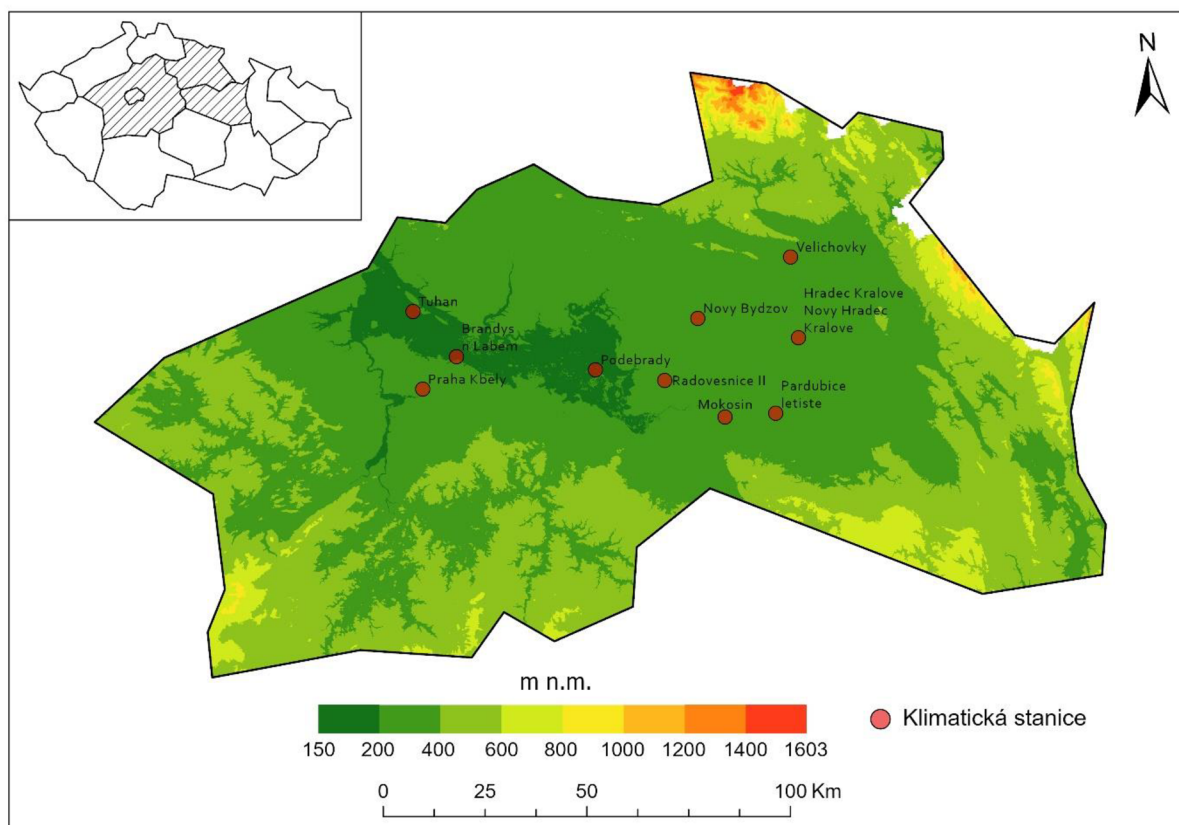
**Obr 6.** Raster Calculator. Zdroj. Arcgis.

V rámci diskuze byl následně použit nový portál Climrisk. Web ClimRisk poskytuje rychlý a snadný přístup k bezplatným klimatickým datům, která slouží k posouzení možných klimatických rizik v budoucnosti. Tato data zahrnují nejnovější informace o očekávaném budoucím klimatu, které jsou založeny na různých dostupných klimatických modelech a scénářích. Tyto informace poskytují nejpravděpodobnější představu o budoucím středoevropském klimatu a zároveň zdůrazňují nejistoty, které jsou s každým předpovědním modelem spojeny.

ClimRisk prezentuje výsledky ve dvou různých oblastech. První zahrnuje Českou republiku a je založena na detailních a přesných informacích. Druhá oblast pokrývá střední Evropu a vychází z méně detailních dat. Výsledky, které jsou k dispozici na tomto webu, jsou založeny na rozlišení 500 metrů pro území ČR a na gridové vrstvě s prostorovým rozlišením E-OBS datasetu (asi 10 km) pro střední Evropu. Jsou odvozeny z čtyř scénářů SSP popisujících předpokládaný budoucí vývoj světa podle IPCC a z sedmi modelů CMIP6 GCM, které dobře reprezentují původně větší soubor více než 20 testovaných modelů. Poskytují základní meteorologické charakteristiky (jako teplota vzduchu, srážky, rychlost větru, vlhkost vzduchu, sluneční svit a záření) a odvozené indexy včetně těch, které popisují extrémní události (například počet tropických dnů, počet dní se sněhovou pokrývkou, charakteristiky sucha atd.). Klíčovou výhodou těchto dat je vyjádření nejistoty předpovědi pro danou oblast, což umožňuje uživatelům zohlednit možný rozsah hodnot při rozhodování (Trnka, 2024).



### 4.3. Charakteristika vybraných meteostanic



**Obr. 7.** Mapa umístění stanic v Polabí s jejich nadmořskou výškou. Zdroj. Autor (ArcGis)

V mapě jsou vyznačeny všechny meteostanice ve vztahu k nadmořské výšce kromě Doksan, které už spadají mimo výřez Středočeského, Královehradeckého a Pardubického kraje.

**Tabulka 3:** Meteostanice v Polabí s nadmořskou výškou

název meteostanice	nadmořská výška
Poděbrady	189 m.n.m.
Brandýs n. Labem	179 m.n.m.
Velichovky	299 m.n.m.
Hradec Králové, Nový Hradec Králové	278 m.n.m.
Nový Bydžov	232 m.n.m.
Pardubice letiště	224 m.n.m.
Mokošín	255 m.n.m.
Radovesnice II.	227 m.n.m.
Praha, Kbely	284 m.n.m.
Tuhaň	160 m.n.m.
Doksany	158 m.n.m.

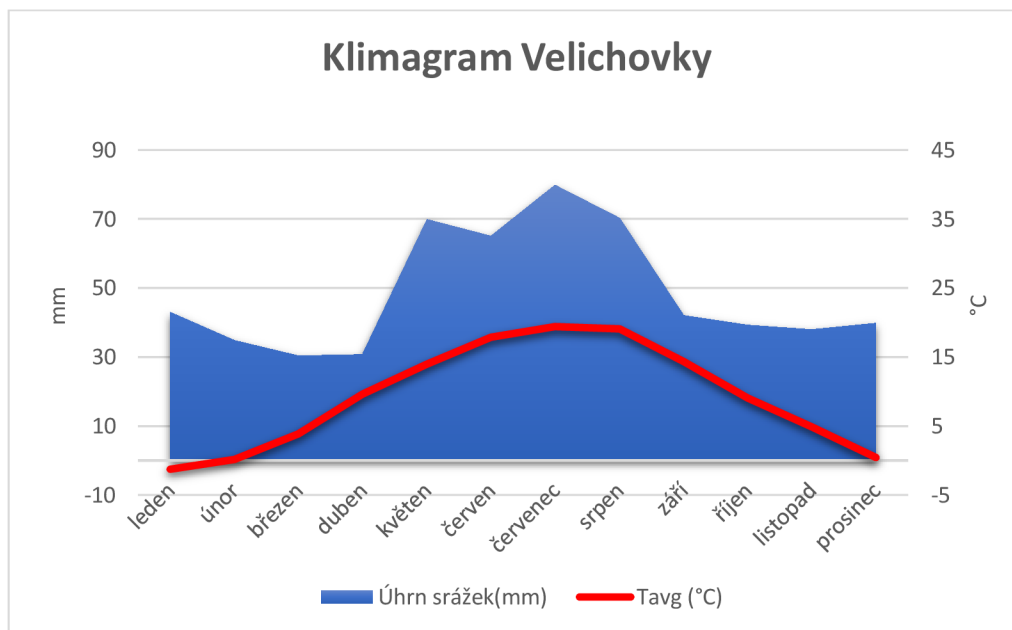
V tabulce č.3 jsou zapsány všechny zkoumané meteostanice s jejich nadmořskou výškou.

Dle krajů by se daly rozdělit tímto způsobem:

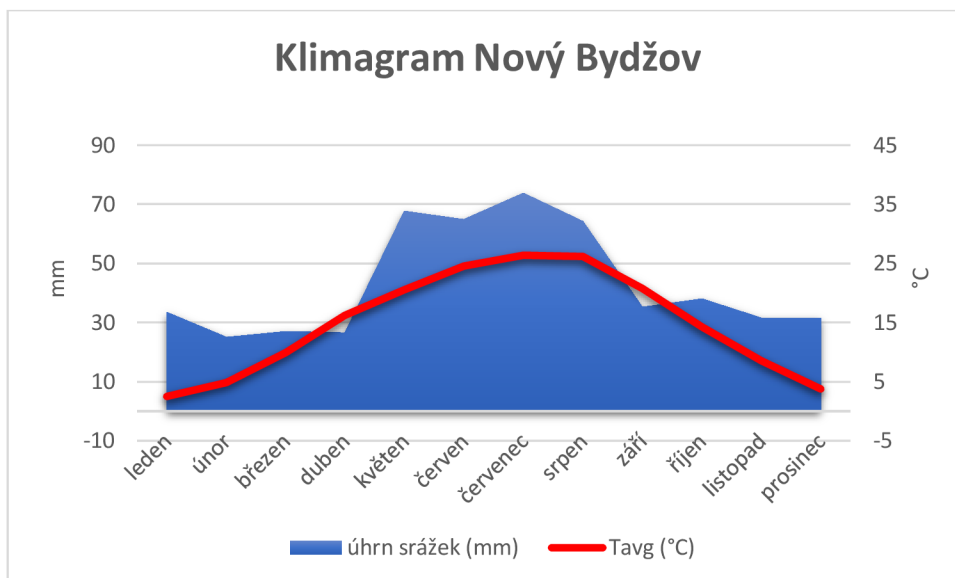
- Středočeský kraj – Brandýs n. Labem, Poděbrady, Tuháň
- Pardubický kraj – Pardubice letiště, Radovesnice II.
- Královohradecký kraj – Velichovky, Hradec Králové, Nový Bydžov
- Ústecký kraj – Doksany
- Hl. město Praha – Praha – Kbely

Stanice Praha – Kbely a Hradec Králové, Pardubice zastupují stanice, které jsou lokalizovány v krajských městech, stanice Doksany zastupuje stanice s umístěním v srážkovém stínu, stanice Velichovky, Radovesnice II., Tuháň, Mokošín jsou stanice umístěné v menších obcích, u kterých nepřevyšuje počet obyvatel hodnotu 1000. Stanice Brandýs nad Labem a Poděbrady reprezentují větší obce a stanice jsou lokalizovány přímo u řeky Labe.

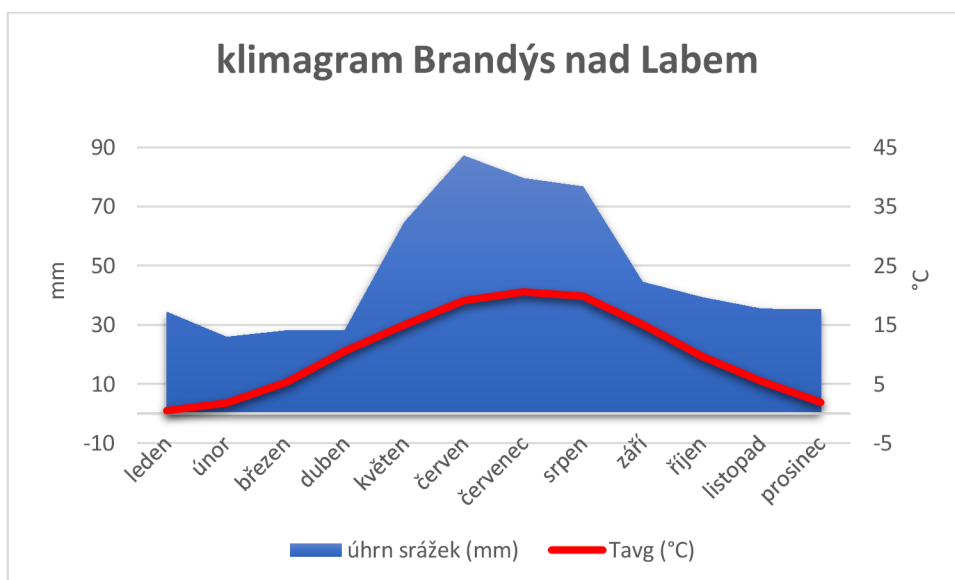
Níže příkládám 3 grafy meteostanic Nový Bydžov, Brandýs nad Labem a Velichovky pro lepší charakteristiku klimatu Polabí.



**Graf 2:** Klimagram Velichovky. Zdroj CHMI.



**Graf 3:** Klimagram Nový Bydžov. Zdroj CHMI.



**Graf 4:** Klimagram Brandýs nad Labem. Zdroj CHMI.

V grafech 1, 2, 3 jsou znázorněny průměrná teplota mezi lety 2002–2022 na stanicích Velichovky, Nový Bydžov a Brandýs nad Labem. Také je v grafech znázorněno rozložení srážek za rok. Ze všech grafů je patrná stoupající teplota i úhrn srážek od jara do léta a následný jejich pokles od podzimu do zimy. Nejvyšší letní úhrn srážek je vidět na grafu 3, a to až téměř 90 mm. Naopak nejnižší srážkový úhrn je vidět v zimních měsících v Novém Bydžově. Průměrná teplota je nejvyšší na meteostanici Nový Bydžov a nejnižší na meteostanici Velichovky.

## 5. Výsledky

V této kapitole budou vyhodnoceny dlouhodobé trendy a tendence průměrné teploty vzduchu, minimální teploty vzduchu, maximální teploty vzduchu a srážek pro 11 klimatických stanic v Polabí.

### 5.1. Statistické hodnocení teplotních charakteristik

V této části budou vyhodnoceny teplotní extrémny za každé roční období v rozmezí let 2002–2022.

#### 5.1.1. Jaro

V následující části je analyzována maximální a minimální teplota pro jarní roční období mezi lety 2002-2022.

Maximální teploty se v Polabí pohybují na poměrně vysokých hodnotách. Nejvyšší teplota, 34 °C, byla naměřena na meteostanici Nový Bydžov. Nový Bydžov se nachází 30 km západně od Hradce Králové v nadmořské výšce 232 m n.m. Teplotní maxima z ostatních stanic se pohybují okolo 25 °C. V tabulce č. 4 jsou uvedeny nejvyšší naměřené hodnoty na jednotlivých meteostanicích i s rokem, kdy byly hodnoty naměřeny. V roce 2005 byla zjištěna na 7 stanicích teplotní maxima. Dále v Poděbradech a Doksanech byla teplotní maxima naměřena v roce 2018 a v Radovesnicích II. a v Mokosíně v roce 2008.

Nejchladnější teplota byla naměřena ve Velichovkách, a to – 8,9 °C v roce 2005. V tomto roce bylo na stejné meteostanici naměřeno i nejvyšší jarní teplotní maximum. Mimo Velichovky byla na všech ostatních meteostanicích naměřena minima v roce 2018. Stanice Poděbrady a Doksany měly v tomto roce na jaře zaznamenány jak nejvyšší, tak nejnižší teplotu za zkoumané časové období.

V této kapitole bylo zjištěno, že roky 2005 a 2018 mohou být považovány za extrémní roky.

**Tabulka 4:** teplotní extrémy meteostanic v Polabí mezi lety 2002-2022 na jaře

Stanice	maximální teplota	rok	minimální teplota	Rok
Brandýs n. Labem	25,8	2005	-8,1	2018
Doksany	25,6	2018	-8,1	2018
Hradec Králové	25,9	2005	-8,6	2018
Mokosín	25,7	2008	-8,4	2018
Nový Bydžov	34,5	2005	-3	2018
Pardubice	25	2005	-8,1	2018
Poděbrady	25	2018	-8	2018
Praha Kbely	25,2	2005	-8,7	2018
Radovesnice II.	26,2	2008	-8,3	2018
Tuhaň	25,5	2005	-7,6	2018
Velichovky	24,8	2005	-8,9	2005

V tabulce č. 5 byla podrobně vyhodnocena statistická data pro jarní období mezi lety 2002–2022 na meteostanici Poděbrady. Průměrná sezónní teplota byla vyhodnocena v březnu 4,7 °C, v dubnu 10,3 °C a v nejteplejším jarním měsíci, v květnu 14,6 °C. Hodnoty kolísaly meziročně v březnu o 1,87 °C, v dubnu o 1,77 °C, v květnu o 1,54 °C.

V tabulce je zapsaný také teplotní medián, který je ve všech případech kromě května nepatrně vyšší než střední hodnota, a to v březnu -0,9 °C, v dubnu 3,5 °C a v květnu 7,5 °C. Tudiž je pravděpodobné, že teplota je proměnlivá více v zimě. Nejvyšší teplota, která zde byla naměřena na jaře, je 25 °C, nejnižší jarní teplota byla charakterizována na -8 °C. Meziroční kolísání pro Tmax je bylo březnu 1,9 °C, v dubnu a květnu 2,3 °C. Kolísání Tmin mezi lety 2002–2022 v březnu maximálně o 3,37 °C, v dubnu o 2,24 °C a v květnu o 2,23 °C. Kolísání Tmin je v jarních měsících větší než kolísání Tmax.

**Tabulka 5:** Popisná teplotní statistika meteostanice Poděbrady jaro

	Tmin jaro	Tmax jaro	Tavg jaro
	Březen	Březen	Březen
Stř. hodnota	-1,385	11,635	4,695
Medián	-0,9	11,5	4,75
Směr. Odchylka	3,370971	1,894389	1,874896
Špičatost	-0,54812	-0,08532	-0,08072
Šikmost	-0,36026	-0,1471	-0,44109
Minimum	-8	7,5	0,7
Maximum	3,7	15	7,6
	Duben	Duben	Duben
Stř. hodnota	3,295	17,745	10,305
Medián	3,5	17,5	10
Směr. Odchylka	2,470132	2,306165	1,77363
Špičatost	0,093431	1,371316	0,520454
Šikmost	0,003205	0,824035	0,647287
Minimum	-1,4	14	7,1
Maximum	8,8	23,9	14,3
	Květen	Květen	Květen
Stř. hodnota	7,745	21,49	14,56
Medián	7,7	22,05	14,65
Směr. Odchylka	2,267731	2,301921	1,543884
Špičatost	-0,03825	-1,0039	-0,13975
Šikmost	0,160116	-0,3594	0,345411
Minimum	3,6	17,1	12,3
Maximum	12,7	25	18,1

### 5.1.2. Léto

Náplní této kapitoly je porovnání letních teplotních maxim u 11 meteostanic v Polabí v rozmezí mezi lety 2002–2022.

Maximální teploty se v Polabí pohybují mezi hodnotami 29,6 °C – 31,1 °C. S výjimkou meteostanice Nový Bydžov, kde byla naměřena teplota 38,1 °C. Maximální teploty byly naměřeny ve 4 případech v roce 2015 a ve 3 případech v roce 2017. Na stanici Velichovky bylo maximum zachyceno v roce 2013, Nový Bydžov v roce 2003 a Poděbrady 2018.

Nejnižší teplota v létě byla naměřena v roce 2006 na meteostanici Velichovky a její hodnota byla 8 °C. Tato stanice leží ze všech stanice nejseverněji a také v nejvyšší nadmořské výšce, což způsobuje nejchladnější extrémy. Naopak nejvyšších minimálních hodnot

naměřených v létě dosahuje meteostanice v Novém Bydžově, a to konkrétně hodnoty 17,78 °C. Nejnižší teplota zde neklesla pod 10 °C, konkrétně to bylo v roce 2013 12,2 °C. V roce 2006 během letního období byla naměřena teplotní minima na 7 meteostanicích. Na ostatních meteostanicích byla naměřena teplotní minima jednotlivě, a to v Novém Bydžově roku 2013, Pardubicích roku 2005, v Praze Kbelských roku 2004 a na meteostanici Tuhaň roku 2009.

V této kapitole byly zjištěny roky 2006 a 2015 jako roky extrémní.

**Tabulka 6:** teplotní maxima meteostanic v Polabí mezi lety 2002-2022 v létě

Stanice	maximální teplota	Rok	minimální teplota	Rok
Brandýs n. Labem	31,1	2015	9,6	2006
Doksany	30,1	2022	9,4	2006
Hradec Králové	30,5	2015	8,3	2006
Mokosín	30,8	2017	8,4	2006
Nový Bydžov	38,1	2003	12,2	2013
Pardubice	30,7	2017	9	2005
Poděbrady	29,7	2018	9,4	2006
Praha Kbely	30,7	2015	8,4	2004
Radovesnice II.	30	2017/2018	9,5	2006
Tuhaň	30,7	2015	9,6	2009
Velichovky	29,6	2013	8	2006

V tabulce č. 7 byla podrobně vyhodnocena statistická data pro letní období mezi lety 2002–2022 na meteostanici Poděbrady. Průměrná sezónní teplota byla vyhodnocena v červnu 18,7 °C, v červenci 20,1 °C a v srpnu 19,4 °C. Hodnoty kolísaly meziročně v červnu maximálně o 1,4 °C, v červenci o 1,2 °C a v srpnu o 1,6 °C. Kolísání teplot je v nižším rozsahu než v jarních měsících.

V tabulce je zapsaný také teplotní medián, který se ve všech případech velmi podobá střední hodnotě, a to v červnu 18,7 °C, v červenci 19,8 °C a v srpnu 19,6 °C. Hodnoty července i srpna jsou velmi podobné. Nejvyšší teplota, která zde byla naměřena v létě, je 29,7 °C, a to konkrétně v srpnu, nejnižší naměřená letní teplota byla 9,4 °C. Meziroční kolísání pro Tmax bylo v červnu 2 °C, v červenci 1,9 °C a v srpnu 2,4 °C. Kolísání Tmin mezi lety 2002–2022 bylo v červnu maximálně o 2,2 °C, v červenci o 1,1 °C a v srpnu 1,4 °C. Kolísání Tmin je menší než kolísání Tmax až na červen.



**Tabulka 7:** Popisná teplotní statistika meteostanice Poděbrady léto

	Tmin léto	Tmax léto	Tavg léto
	Červen	červenec	Červenec
Stř. hodnota	13,02381	24,93333	18,67619
Medián	13,2	25,1	18,7
Směr. Odchylka	2,173685	1,983011	1,432447
Špičatost	-0,38395	-0,5413	0,461545
Šikmost	0,087163	-0,12088	0,522852
Minimum	9,4	21,3	16,2
Maximum	17,6	28,5	22,2
	Červenec	červenec	Červenec
Stř. hodnota	14,57143	26,19048	20,11429
Medián	14,4	26,1	19,8
Směr. Odchylka	1,144178	1,915177	1,163308
Špičatost	2,489013	-1,19883	-0,0704
Šikmost	0,653714	0,262348	0,488044
Minimum	12,2	23,4	18
Maximum	17,8	29,4	22,7
	Srpen	Srpen	Srpen
Stř. hodnota	13,88095	25,13333	19,4381
Medián	13,8	24,4	19,6
Směr. Odchylka	1,390187	2,485826	1,632629
Špičatost	-0,81473	-0,17365	0,263855
Šikmost	-0,12669	0,42495	0,286776
Minimum	11,3	20,9	16,5
Maximum	16,1	29,7	22,9

### 5.1.3. Podzim

Maximální podzimní teploty se pohybují mezi 24–25 °C. Nejvyšší teplota byla naměřena opět na stanici Nový Bydžov, a to 33,4 °C. Nejvíce maximálních hodnot bylo naměřeno v roce 2015.

Minimální teploty byly naměřeny na všech stanicích v roce 2015 kromě stanic Mocosín a Radovesnice II., kdy byla teplotní maxima naměřena roku 2008.

Nejnižší teplota byla naměřena na meteostanici Velichovky, a to – 6,9 °C. Minima se na ostatních meteostanicích pohybují mezi -5 °C až – 6 °C, a to kromě Nového Bydžova, kde nejnižší teplota neklesla pod – 2 °C. Všechna teplotní minima byla naměřena roku 2010



kromě meteostanice Doksany, kdy bylo teplotní minimum naměřeno roku 2018. To může být způsobené i faktem, že se stanice Doksany nachází ve srážkovém stínu (mapy.cz, 2024).

V této kapitole byly zjištěny roky 2015 a 2010 jako roky extrémní.

**Tabulka 8:** teplotní charakteristika meteostanic v Polabí mezi lety 2002-2022 na podzim

Stanice	maximální teplota	Rok	minimální teplota	Rok
Brandýs n. Labem	25,2	2015	-5	2010
Doksany	24,4	2015	-5,6	2018
Hradec Králové	25,2	2015	-6,3	2010
Mokosín	24,9	2008	-5,8	2010
Nový Bydžov	33,4	2015	-2	2010
Pardubice	25,4	2015	-6	2010
Poděbrady	24,7	2015	-5,4	2010
Praha Kbely	24,9	2015	-5,5	2010
Radovesnice II.	25,6	2008	-5	2010
Tuhaň	24,6	2015	-5,1	2010
Velichovky	25	2015	-6,9	2010

V tabulce č. 9 byla podrobně vyhodnocena statistická data pro podzimní období mezi lety 2002–2022 na meteostanici Poděbrady. Průměrná sezónní teplota byla vyhodnocena v září 14,6 °C, v říjnu 9,51 °C a v listopadu 5,4 °C. Hodnoty kolísaly meziročně o 1,3 °C v září o 1,26 °C v říjnu, o 1,27 °C v listopadu. Je zajímavé, že směrodatná odchylka ve všech měsících byla víceméně stejná. Kolísání teplot je v nižším rozsahu než v jiných ročních obdobích.

V tabulce je zapsaný také teplotní medián, který se ve všech případech velmi podobá střední hodnotě, a to v září 14,5 °C, v říjnu 9,5 °C a v listopadu 5,4 °C. Tudiž na podzim se shoduje i téměř přesně střední hodnota s mediánem. Nejvyšší teplota, která zde byla naměřena na podzim, je 24,7 °C, nejnižší naměřená letní teplota byla -5,4 °C. Meziroční kolísání pro T<sub>min</sub> bylo v září 1,46 °C, v říjnu 2,22 °C a v listopadu 2 °C. Kolísání T<sub>max</sub> mezi lety 2002–2022 bylo v září 2,13 °C, v říjnu 1,57 °C a v listopadu 2,23 °C. T<sub>max</sub> kolísá většinou více než T<sub>min</sub>.

**Tabulka 9:** Popisná teplotní statistika meteostanice Poděbrady podzim

	Tmin podzim	Tmax podzim	Tavg podzim
	Září	Září	Září
Stř. hodnota	8,87619	20,48095	14,61905
Medián	8,9	20,4	14,5
Směr. Odchylka	1,459077	2,134624	1,364778
Špičatost	0,358339	-0,19018	-0,65512
Šikmost	0,436175	-0,09428	0,32777
Minimum	6,2	16,5	12,5
Maximum	12,3	24,7	17,5
	Říjen	říjen	Říjen
Stř. hodnota	3,475	15,815	9,51
Medián	4,15	15,9	9,5
Směr. odchylka	2,219975	1,56786	1,263204
Špičatost	0,933612	-1,23277	0,8808
Šikmost	-0,90226	0,12274	-0,71862
Minimum	-2,2	13,4	6,2
Maximum	6,9	18,4	11,3
	Listopad	listopad	Listopad
Stř. hodnota	-1,40476	11,87619	5,361905
Medián	-1,8	12,5	5,4
Směr. odchylka	1,99386	2,238058	1,272193
Špičatost	-0,56348	-1,01395	-0,44669
Šikmost	0,076223	0,252948	-0,37064
Minimum	-5,4	8,7	2,9
Maximum	1,9	16	7,4

#### 5.1.4. Zima

V následující části jsou analyzována teplotní minima a maxima pro zimní roční období mezi lety 2002-2022.

Nejnižší teplota, - 20,3 °C, byla naměřena v roce 2004 na meteostanici Velichovky. Minimální teploty se pohybují na jednotlivých meteostanicích mezi - 17 až - 15 °C. Nejvyšší minimum bylo opět naměřeno v Novém Bydžově, - 12,6 °C. Téměř všechny minimální teploty byly naměřené v roce 2004, a to konkrétně na 8 meteostanicích. Ostatní meteostanice měly minima naměřena v jiných letech, konkrétně Brandýs nad Labem v roce 2004, Hradec Králové v roce 2002 a Pardubice v roce 2010.

Maximální zimní teplota byla naměřena na stanici Nový Bydžov v únoru roku 2008, a to 18,4 °C. Ostatní maximální hodnoty byly naměřeny v 8 případech v roce 2007 a pohybují se v rozmezí 11,9 – 14,6 °C. V Doksanech byla nejvyšší teplota naměřena roku 2004 a v Mokošíně roku 2022.

V této kapitole byly zjištěny roky 2007 a 2004 jako extrémní.

**Tabulka 10:** teplotní extrémny meteostanic v Polabí mezi lety 2002-2022 v zimě

Stanice	maximální teplota	Rok	minimální teplota	Rok
Brandýs n. Labem	14,4	2007	-16,1	2004
Doksany	13,1	2004	-15,3	2009
Hradec Králové	12,6	2007	-16,7	2002
Mokošín	14,6	2022	-16,1	2004
Nový Bydžov	18,4	2008	-12,6	2004
Pardubice	13,6	2007	-16,1	2010
Poděbrady	14,2	2007	-17,8	2004
Praha Kbely	13,7	2007	-17,8	2004
Radovesnice II.	14,2	2007	-17,5	2004
Tuhaň	14	2007	-16,8	2004
Velichovky	11,9	2007	-20,3	2004

V tabulce č. 11 byla podrobně vyhodnocena statistická data pro zimní období mezi lety 2002–2022 na meteostanici Poděbrady. Průměrná sezónní teplota byla vyhodnocena v prosinci na 1,49 °C, v lednu na 0,025 °C a v únoru 1,1 °C. Jako nejchladnější měsíc v roce byl vyhodnocen leden. Hodnoty kolísaly meziročně v prosinci o 2,1 °C, v lednu o 2,74 °C a v únoru o 2,78 °C. Kolísání teploty je poměrně vysoké ve srovnání s ostatními ročními obdobími roku.

V tabulce je zapsaný také teplotní medián, který má hodnotu v prosinci 1,6 °C, v lednu 0,25 °C a v únoru 1,15 °C. Opět jsou hodnoty velmi blízko střední hodnotě. Nejvyšší teplota, která zde byla naměřena v zimě, je 12,4 °C v únoru, nejnižší naměřená zimní teplota byla -17,8 °C. Meziroční kolísání pro T<sub>min</sub> bylo v prosinci 3,5 °C, v lednu 4,74 °C a v únoru 4,46 °C. Tyto hodnoty značí poměrně vysoké rozdíly mezi teplotními minimy v zimě. Kolísání teplotního maxima mezi lety 2002–2022 bylo v prosinci 2,22 °C, v lednu 3,5 °C a v únoru 2,82 °C. Maximální teplota kolísá ve všech případech více než teplota minimální.

**Tabulka 11:** Popisná teplotní statistika meteostanice Poděbrady zima

	Tmin zima	Tmax zima	Tavg zima
	Prosinec	Prosinec	Prosinec
Stř. hodnota	-5,67619	7,957143	1,490476
Medián	-5,9	8,3	1,6
Směr. odchylka	3,524614	2,227234	2,101405
Špičatost	-0,37799	0,176073	1,47222
Šikmost	-0,45043	-0,59082	-0,90998
Minimum	-13,4	2,5	-4,2
Maximum	-0,5	11,3	5,1
	Leden	Leden	Leden
Stř. hodnota	-8,045	7,33	0,025
Medián	-7,65	7,85	0,25
Směr. odchylka	4,745577	3,580811	2,74799
Špičatost	-0,55477	-0,48887	-0,69479
Šikmost	-0,43011	-0,17082	-0,38117
Minimum	-17,8	0,9	-5
Maximum	-1	14,2	4,8
	Únor	Únor	Únor
Stř. hodnota	-5,27	7,46	1,095
Medián	-4,45	7,5	1,15
Směr. odchylka	4,455641	2,823659	2,769282
Špičatost	-0,32723	-0,88947	-1,07328
Šikmost	-0,4895	0,052096	-0,11981
Minimum	-15,3	2,6	-3,8
Maximum	0,9	12,4	5,4

## 5.2. Statistické hodnocení srážkových charakteristik

V této části jsou vyhodnoceny srážkové extrémy za každé roční období v rozmezí let 2002–2022.

### 5.2.1. Jaro

V následující části jsou analyzovány srážkové extrémy pro jarní roční období mezi lety 2002-2022.

Nejnižší maximální roční úhrn srážek byl zaznamenán v lokalitě Doksany s 147,2 mm v roce 2014, zatímco nejvyšší byl zaznamenán ve Velichovkách s 219,8 mm také v roce 2010. Rozdíl mezi nejnižšími a nejvyššími hodnotami kolísá mezi 70 mm. 3 srážková maxima byla naměřena roku 2014, konkrétně na meteostanicích Doksany, Radovesnice II., Praha – Kbely, 3 srážková maxima byla naměřena v roce 2010, a to konkrétně na meteostanicích Hradec Králové, Pardubice a Velichovky, 2 maxima byla naměřena roku 2013, a to na stanicích Brandýs nad Labem a Tuhaň.

Nejnižší minimální roční úhrn srážek byl zaznamenán v Praze na stanici Kbely s 44,7 mm v roce 2007, zatímco nejvyšší minimální roční úhrn srážek byl zaznamenán v Hradci Králové s 90,7 mm v roce 2002. Minimální roční úhrny srážek se v různých lokalitách vyskytly v různých letech. Vícekrát se v tabulce vyskytují roky 2002 (Hradec Králové, Nový Bydžov), 2007 (Brandýs n. Labem, Pardubice, Praha – Kbely), 2018 (Poděbrady, Velichovky). V této kapitole byly zjištěny roky 2007 a 2010 jako extrémní.

**Tabulka 12:** Srážkové extrémy jaro Polabí 2002–2022

Stanice	úhrn srážek max	Rok	úhrn srážek min	Rok
Brandýs n. Labem	181,6	2013	60,1	2007
Doksany	147,2	2014	57,2	2004
Hradec Králové	216	2010	90,7	2002
Mokosín	205,3	2009	80,1	2006
Nový Bydžov	196,4	2006	71,4	2002
Pardubice	212	2010	69,6	2007
Poděbrady	219,6	2008	73,1	2018
Praha Kbely	205,3	2014	44,7	2007
Radovesnice II.	190,5	2014	79,6	2012
Tuhaň	167,1	2013	63,1	2003
Velichovky	219,8	2010	83,3	2018

### 5.2.2. Léto

V následující části bude analyzována srážková charakteristika pro letní roční období mezi lety 2002-2022.

Nejnižší maximální úhrn srážek byl zaznamenán v Novém Bydžově s 273,5 mm v roce 2012, zatímco nejvyšší úhrn byl naměřen v Tuhani s 361,9 mm v roce 2010. Jsou zde ale velké rozdíly v maximálních úhrnech srážek mezi různými lokalitami. Rozdíl mezi nejnižšími a nejvyššími hodnotami činí přibližně 90 mm. Nejčastěji byla maxima změřena v roce 2020, a to ve 4 případech (Hradec Králové, Pardubice, Radovesnice II., Velichovky), 2 stanice měly naměřená maxima v roce 2010 (Doksany, Tuhaň).

Nejnižší úhrn srážek byl zaznamenán v Brandýse nad Labem s 60,1 mm v roce 2007, zatímco v Radovesnicích II. byl nejnižší úhrn srážek až 134,2 mm v roce 2018. Rozdíl mezi nejnižšími a nejvyššími hodnotami činí přibližně 74,1 mm. Nejnižší hodnoty byly na 7 meteostanicích naměřeny v roce 2018. V Poděbradech a Praze – Kbelích bylo minimum naměřeno v roce 2003.

V této kapitole byly zjištěny roky 2018 a 2020 jako extrémní.

**Tabulka 13:** Srážková charakteristika léto Polabí 2002–2022

Stanice	úhrn srážek max	Rok	úhrn srážek min	Rok
Brandýs n. Labem	357,1	2002	60,1	2007
Doksany	358,7	2010	96,2	2018
Hradec Králové	309,8	2020	105,1	2018
Mokosín	335,4	2011	69,4	2018
Nový Bydžov	273,5	2012	120,2	2018
Pardubice	338,6	2020	96,8	2018
Poděbrady	337,6	2013	108,6	2003
Praha Kbely	306,7	2022	100,2	2003
Radovesnice II.	328,8	2020	134,2	2018
Tuhaň	361,9	2010	97,5	2018
Velichovky	310,7	2020	98,3	2015

### 5.2.3. Podzim

V této podkapitole jsou analyzovány srážkové extrémy v Polabí mezi lety 2002–2022, konkrétně v podzimních měsících.

Nejvyšší maximální srážkový úhrn byl naměřen v roce 2002 v Brandýse nad Labem, a to 214 mm. Nejnižší maximální srážkový úhrn byl naměřen v roce 2002 v Doksanech, ale tato stanice se nachází v srážkovém stínu. Na 8 stanicích byla naměřena srážková maxima v roce 2002, kdy proběhly jedny z největších povodní v české historii.

Nejnižší minimální srážkový úhrn byl naměřen roku 2003 s hodnotou 29 mm v Praze – Kbelích. Nejvyšší minimální srážkový úhrn byl naměřen roku 2021 v Novém Bydžově s hodnotou 61,9 mm. 3krát bylo minimum naměřeno v roce 2021 (Hradec Králové, Nový Bydžov, Radovesnice II.), 3krát v roce 2003 (Doksany, Praha Kbely, Tuhaň), 2krát v roce 2005.

Jako extrémní byly v této kapitole vyhodnoceny roky 2002, 2021 a 2003.

**Tabulka 14:** srážková charakteristika Polabí 2002–2022 podzim

Stanice	úhrn srážek max	Rok	úhrn srážek min	Rok
Brandýs n. Labem	214,1	2002	54,8	2005
Doksany	161,5	2002	39,3	2003
Hradec Králové	194,4	2020	58,7	2021
Mokosín	175,7	2006	46,9	2004
Nový Bydžov	189,4	2002	61,9	2021
Pardubice	171,7	2020	61,7	2006
Poděbrady	192,6	2002	42,7	2005
Praha Kbely	198	2002	29,7	2003
Radovesnice II.	186,6	2002	42,7	2021
Tuhaň	193,6	2002	38,7	2003
Velichovky	194,5	2002	54,9	2018

### 5.2.4. Zima

V této podkapitole jsou analyzovány srážkové extrémy v Polabí mezi lety 2002–2022, konkrétně v zimních měsících.

Nejvyšší maximální zimní úhrn srážek byl zaznamenán ve Velichovkách s 198,1 mm v roce 2004, následovaný maximálními úhrny v ostatních stanicích, které se pohybují od 110,3 mm do 156,4 mm. Nejnižší se pohybují maximální srážkové úhrny v Doksanech s 110,3 mm. Třikrát byla maximální hodnota naměřena v roce 2013 (Doksany, Praha Kbely, Tuhaň), na 3 stanicích byla maxima naměřena v roce 2004 (Hradec Králové, Nový

Bydžov, Velichovky) Na 2 stanicích byla maxima naměřena roku 2019 (Radovesnice II., Pardubice)

Nejnižší minimální úhrn srážek byl v zimě byl zaznamenán v Radovesnicích II. s 28,7 mm roku 2014, následovaný Doksany s 29,9 mm a Tuhaní s 32,9 mm. Stanice, která má nejvyšší minimální hodnotu srážek je Mocosín s 62,9 mm, naměřené v roce 2017. Všechny stanice s výjimkou Mocosína zaznamenaly minimální úhrny srážek v roce 2014. Tento rok v zimě tedy byl v celém Polabí nedostatek srážek. Rok je tudíž zařazený mezi extrémní roky, stejně jako roky 2004 a 2013.

**Tabulka 15:** srážkové extrémny Polabí 2002–2022 zima

Stanice	úhrn srážek max	Rok	úhrn srážek min	Rok
Brandýs n. Labem	131,5	2010	46,1	2014
Doksany	110,3	2013	29,9	2014
Hradec Králové	148	2004	36,9	2014
Mocosín	155,1	2009	62,9	2017
Nový Bydžov	156,4	2004	38,6	2014
Pardubice	142,5	2019	47,3	2014
Poděbrady	152,3	2007	48,4	2014
Praha Kbely	136,1	2013	33,4	2014
Radovesnice II.	155,6	2019	28,7	2014
Tuhaň	136,4	2013	32,9	2014
Velichovky	198,1	2004	39,3	2014

V tabulce č. 19 byla podrobně vyhodnocena statistická data pro období mezi lety 2002–2022 na meteostanici Poděbrady z hlediska srážkového úhrnu. Data jsou rozdělena dle ročního období. U každého měsíce je vyhodnocen celkový úhrn srážek za studovaných 20 let. Je patrné, že letní měsíce mají celkový úhrn srážek přibližně dvakrát vyšší než ostatní měsíce, tudíž je zde potvrzeno, že v létě na území Polabí spadne nejvíce srážek. Jako měsíc s nejnižším úhrnem srážek byl identifikován únor. Zde je také zajímavé srážkové minimum, což je pouhých 2,6 mm. Měsíce s nejvyšším úhrnem srážek byly červen a červenec s téměř stejným srážkovým úhrnem kolem 1488 mm. Nejdeštivější období v roce začíná květnem a končí srpnem, protože zde srážkový úhrn převýšil 1300 mm. Nejmenší srážkový úhrn byl zjištěn v zimním období. Nejnižší měsíční minimum bylo zaznamenáno v listopadu a to pouhý 1 mm. Další měsíc s velmi nízkým minimem je duben s 3,5 mm srážek. Naopak nejvyšší srážková maxima byla naměřena podle očekávání v létě a nejnižší minimum bylo naměřeno v červnu s 225



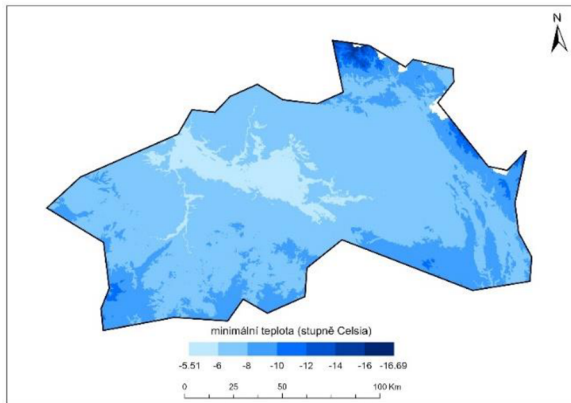
mm. Největší kolísání srážek bylo zjištěno také v letních měsících, a to 35–48 mm. Nejnižší kolísání úhrnu srážek bylo zjištěno v zimních měsících, a to pouhých 15–19 mm.

**Tabulka 16:** Popisná srážková statistika meteostanice Poděbrady

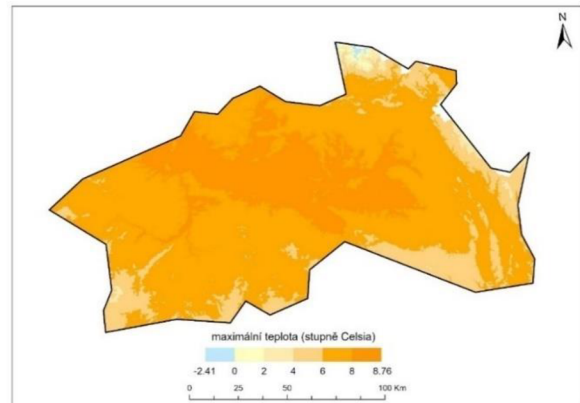
úhrn srážek	Zima	Jaro	Léto	Podzim
	prosinec	Březen	Červen	Září
Směr.				
Odchylka	15,87367	17,49308	48,61468	26,25512
Špičatost	-0,55373	-0,28114	5,273124	1,080823
Šikmost	0,518609	0,326152	2,275914	1,066705
Minimum	11,7	8,5	30,1	10,6
Maximum	68,7	68,4	225,9	111,4
Součet	747,9	677,9	1487,7	863,8
	leden	Duben	Červenec	Říjen
Směr.				
odchylka	15,45456	20,39477	38,71264	18,76667
Špičatost	0,967667	3,4315	-0,91938	-0,06314
Šikmost	0,873294	1,646034	0,29569	-0,02078
Minimum	14,1	3,5	10,1	3,6
Maximum	76,2	91,2	139,7	74
Součet	777,7	601,9	1488,2	854,2
	únor	Květen	Srpen	Listopad
Směr.				
odchylka	19,93276	31,78917	35,87588	19,74168
Špičatost	1,727124	1,086872	1,342193	-1,18037
Šikmost	1,005162	0,925237	1,145954	-0,07158
Minimum	2,6	20,7	21,6	1
Maximum	83,8	150,4	159,6	64,1
Součet	566,3	1341,9	1389,8	743,6

### 5.3. Prostorová analýza dat

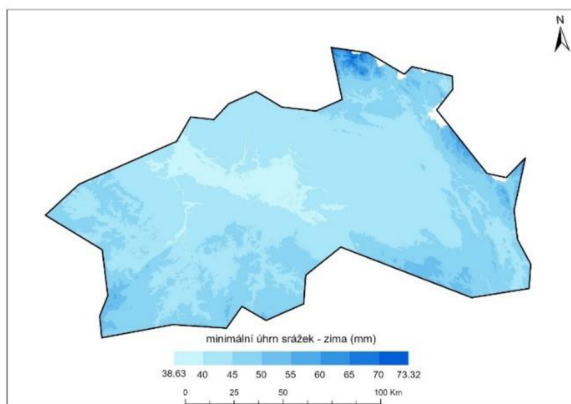
V této části budou znázorněny pomocí počítačového programu Arcgis stanice na mapě. Mapy budou různého charakteru a budou na nich ukázány, jak jsou rozmístěné prostorově v Polabí minimální a maximální srážky v zimě. Dále zde budou také prezentovány mapy, které budou reprezentovat rozmístění minimální a maximální teploty, a to v zimním období.



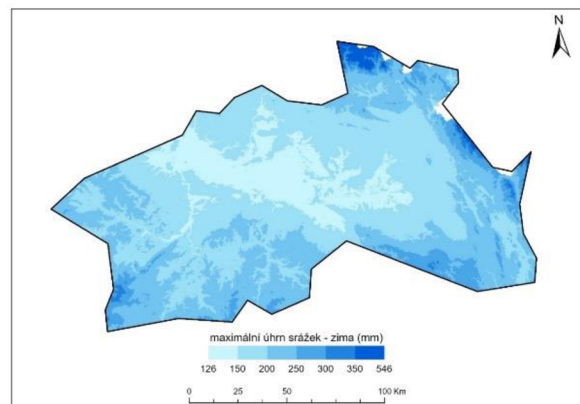
**Obr. č. 8a.** Minimální sezónní teplota



**Obr. č. 6b.** Maximální sezónní teplota



**Obr. č. 8c.** Minimální sezónní úhrn srážek



**Obr. č. 6d.** Maximální sezónní úhrn srážek

V mapách na obrázku č. 8 je zanalyzován prostorově maximální a minimální srážkový úhrn v zimních měsících a minimální a maximální teplota v rámci zkoumané lokality Polabí a jeho okolí.

Tato část je z hlediska geomorfologie charakterizována jako součást provincie Česká Vysočina, konkrétně subprovincie Česká tabule.

Nejvyšší maximální a minimální teploty byly dosaženy v nížinné části toku Labe a okolní nivě mezi městy Hradec Králové – Mělník. Nejvyšší naměřené teploty dosáhly v zimě na území nížin na 8,86 °C. Nejnižší naměřené teploty v nížinách se pohybovaly okolo -5 °C.

Nížina je charakterizována jako území, které je současně akumulací rovinou. Nadmořská výška těchto oblastí není vyšší než 300 m.n.m. V rámci celku České tabule je tato část zařazena z části ve Východolabské tabuli v oblasti Hradce Králové, hlavní část se nachází v oblasti Středolabské tabule a menší část u Mělníka zasahuje také do Jizerské tabule při soutoku Jizery a Labi. Dále byly zjištěny vysoké maximální teploty v úzkém pásu toků řek Vltavy a Jizery. Jizera spadá do celku Jizerské tabule a Vltava jižně od Prahy protéká Středočeskou pahorkatinou. Je pravděpodobné, že by v nejteplejší oblasti Polabí nacházelo i pokračování toku řeky směrem k Roudnici nad Labem, ale tato část už v této mapě nebyla analyzována, jelikož byla v Ústeckém kraji vybrána pouze jedna stanice, Doksany.

Maximální i minimální teploty postupně klesají s delší vzdáleností od řeky Labe a s vyšší nadmořskou výškou reliéfu, a to konkrétně na území, kde nížiny přecházejí v pahorkatiny. Nejvyšší teploty, které byly v pahorkatinách naměřeny, se pohybovaly okolo 6–8 °C. Naopak nejnižší teploty měly hodnotu kolem -8 až -10 °C. Pahorkatiny se nacházejí v nadmořské výšce 300–600 m n.m. Konkrétně na jih od toku Labe se reliéf zvedá v rámci Středočeské pahorkatiny, Hornosázavské pahorkatiny, Železných hor. Na sever od toku řeky Labe se reliéf zvedá v rámci Ralské pahorkatiny, Českého ráje a Krkonošského podhůří. Východně od Hradce Králové dochází ke zdvihu reliéfu v rámci Orlické tabule.

Nejnižší maximální i minimální teploty byly naměřeny v nejvyšších nadmořských výškách na mapě zkoumaného území v nadmořských výškách nad 600 m n.m., a to v Krkonoších a Orlických horách směrem na sever od toku řeky Labe. Na jih od toku řeky Labe byly vyzkoumány nejnižší teploty v rámci Českomoravské vrchoviny a Svitavské pahorkatiny. Zde se pohybovaly nejvyšší teploty okolo 2–4 °C a teploty nejnižší okolo -6 až -10 °C. Úplně nejnižší teploty byly naměřeny v Krkonoších v oblasti nejvyšší hory Česka, Sněžky, kde je reliéf vyvýšený do nadmořské výšky nad 1000 m n.m. Zde byla naměřena nejvyšší teplota v nejchladnějším bodě – 2,41 °C a nejnižší teplota – 16,69 °C.

Maximální i minimální úhrn srážek se v mnoha případech shoduje s teplotními extrémy. Nejnižší maximální i minimální úhrn srážek byl naměřen v údolí dolního toku řeky Labe, tedy opět mezi městy Hradec Králové – Mělník. Nejnižší srážková minima se pohybovala v zimních měsících na hodnotách 40 mm. Naopak nejvyšší srážkové úhrny zde byly naměřeny s hodnotami 150 mm. Částečně se oblast nejnižších srážkových extrémů nachází také v údolních nivách řek Jizera a Cidlina. Nepatrně vyšší srážkové extrémy se nacházejí v pahorkatinách, zmíněných v popisu maximálních a minimálních teplot. Konkrétně do tohoto území spadá i údolní niva řeky Sázavy a Berounky. S větší vzdáleností od řeky Labe a s vyšší

nadmořskou výškou srážková maxima i srážková minima stoupají, rámci pahorkatin v okolí Berounky a Sázavy, ale také směrem ke Krkonošům, Orlickým horám a Orlické tabuli.

Nejvyšší srážková maxima byla naměřena v Krkonoších na území v okolí Sněžky, a to až s hodnotami 546 mm za zimní období. Nejnižší srážková maxima se zde pohybují na 70 mm.

## 6. Diskuze

V první části analýz proběhlo porovnání teplotních a srážkových extrémů 11 klimatických stanic. Stanice se od sebe liší geografickou polohou a nadmořskou výškou. Bylo zjištěno, že nejchladnější stanice jsou Velichovky, a naopak nejteplejší a meteostanice v Polabí je stanice Nový Bydžov. Průměrná teplota pro Česko se v období mezi lety 2001–2016 pohybovala na 8,4 °C (CHMI, 2015). V Polabí byla naměřená průměrná teplota mezi lety 2002–2022 na všech stanicích okolo 9–10 °C. Konkrétně například na meteostanici Poděbrady, která byla vyhodnocena ve většině případů jako průměrná stanice, byla naměřená průměrná teplota 10 °C. I nejchladnější vyhodnocená stanice měla průměrnou teplotu 9,26 °C. Z těchto výsledků vyplývá, že Polabí je opravdu jeden z teplejších regionů Česka. Nejchladnější stanicí byla shledána meteostanice Velichovky, která se nachází v nejvyšší nadmořské výšce 299 m n.m. Tudíž výzkum potvrzuje, že nadmořská výška hraje v teplotní charakteristice velkou roli. Stanice Velichovky se nachází v podhůří Krkonoš a nenachází se v blízkosti nějakého většího města narozdíl od meteostanice Praha – Kbely. Tato stanice se nachází v nadmořské výšce 284 m n.m., tudíž jen o 15 metrů níže než stanice Velichovky, ale průměrná teplota mezi lety 2002–2022 zde byla naměřena 9,95 °C. To může být způsobeno také tepelným ostrovem města nebo větší hustotou zalidnění (Vacek, 2013). Jako nejteplejší byla vyhodnocená meteostanice Nový Bydžov s průměrnou teplotou 14,86 °C, která se nachází v nadmořské výšce 232 m n.m., což ale není zdaleka nejnižší položená stanice ze všech zkoumaných meteostanic. Tato stanice se nachází přímo ve městě Nový Bydžov, které je lokalizováno v Královéhradeckém kraji asi 30 km od Hradce Králové (mapy.cz). Nejnižší položená stanice v rámci výzkumu byla klimatická stanice Doksany, která leží v nadmořské výšce 158 m n.m. v Ústeckém kraji u břehu Ohře (mapy.cz). Zde byla naměřená průměrná teplota 9,97 °C.

Z hlediska srážkových úhrnů byl zjištěn nejnižší průměrný srážkový úhrn na meteostanici Praha – Kbely. Průměrný roční srážkový úhrn zde byl naměřen 432 mm. Naopak nejvyšší roční průměr z hlediska úhrnu srážek byl naměřen na meteostanici Velichovky, a to 612 mm. Tato stanice je tedy stanicí i s nejnižší průměrnou teplotou vzduchu, ale také s nejvyšším průměrným ročním srážkovým úhrnem. Celkový roční průměr vypočítaný ze získaných dat ze všech meteostanic v Polabí je 555 mm. Pro Česko byl vypočítán roční srážkový průměr od roku 2001–2015 na 712 mm (CHMI, 2015). Tudíž je patrné, že Polabský region se nachází pod celorepublikovým průměrem.

Pro Česko i Polabí je typické meziroční kolísání teploty i srážkových úhrnů. V první části praktické části byly analyzovány srážkové i teplotní extrémy a pomocí četnosti roků byly

určeny extrémní roky. Z hlediska maximální sezónní teploty bylo zanalyzováno roky 2004, 2005 a 2015 jako roky extrémní. Z hlediska minimální sezónní teploty byly vyhodnoceny roky 2006, 2007, 2010 a 2018 jako extrémní. Co se týče srážkových extrémů, největší četnost z hlediska minimálního úhrnu srážek mají roky 2003, 2007, 2014, 2018, 2021, z hlediska maximálního úhrnu srážek jsou to roky 2002, 2004, 2010, 2013, 2020.

Primární příčinou vzniku sucha je v podmínkách Česka bez výjimky deficit srážek v určitém srážkovém intervalu. Spolupůsobení ostatních prvků meteorologických prvků, zejména vyšších teplot může významně přispět k prohloubení důsledku tohoto jevu. Toto tvrzení se potvrzuje například v Polabí se nachází v jedné z oblastí, ve kterých je největší četnost suchých period. Dle atlasu podnebí Česka je v Polabí počet suchých period vyšší než 60 za 1 měsíc (Tolasz, 2007). Výsledek analýzy suchých let v Polabí se částečně shoduje s (Potopová, 2007), kdy je považován za suchý rok 2003, ale také rok 2002 a 2006. Tento výzkum se ztotožňuje také s Trnkou (2015), který zmiňuje období 2014–2018 jako velmi suché. Naopak v případě nejvyšších úhrnů srážek se shodují roky 2002 a 2013 s roky povodňovými (HZS ČR, 2015).

V Česku platí na většině území, že s nadmořskou výškou roste úhrn srážek a klesá teplota vzduchu (Hanel, Máca, 2013). Teplotní průměrný vertikální gradient je 0,65 °C na 100 výškových metrů (Žmudzka, 2022). Pro celé Česko dle ČHMI (2015) platí, že v letních měsících je nejvyšší srážkový úhrn, což je především způsobeno bouřkovými situacemi, které často způsobují vyšší odtok vody z krajiny. Naopak v zimě spadne nejméně srážek. V jarních měsících dochází k minimálním změnám, kdy jsou srážkové úhrny téměř stejné v různých obdobích. To samé bylo potvrzeno také v Polabí.

Cílem této práce byl výzkum dlouhodobých trendů a tendencí průměrné teploty vzduchu, minimální teploty vzduchu, maximální teploty vzduchu a srážek v Polabí. V tomto případě budou srovnány hodnoty zjištěné tímto statistickým výzkumem s hodnotami mezi lety 1981–2010 naměřené na portálu Climrisk (Trnka, 2024). Pro porovnání byly vybrány 3 lokality – Brandýs nad Labem, Nový Bydžov a Velichovky.

Brandýs nad Labem měl v období 1981–2010 průměrnou teplotu 9,5 °C a dle tohoto výzkumu mezi lety 2002–2022 byla vyhodnocena průměrná teplota na 10,4 °C. Průměrný srážkový roční úhrn byl v období mezi lety 1981–2010 na této stanici 565 mm a v období 2002–2022 582 mm.

Nový Bydžov měl změřenou v období 1981–2010 průměrnou teplotu 9 °C a dle tohoto výzkumu mezi lety 2002–2022 byla vyhodnocena průměrná teplota na 14,8 °C. Zde je ale velmi

pravděpodobné, že program ClimRisk měří z jiných zdrojů než z místní meteorologické stanice, protože dle jeho údajů by měla být průměrná teplota na této stanici v období mezi lety 2011–2040 10,3 °C. Průměrný srážkový roční úhrn byl v období mezi lety 1981–2010 na této stanici 556 mm a v období 2002–2022 545 mm.

Velichovky měly v období 1981–2010 naměřenou průměrnou teplotu 8,6 °C a dle tohoto výzkumu mezi lety 2002–2022 byla vyhodnocena průměrná teplota na 9,26 °C. Průměrný srážkový roční úhrn byl v období mezi lety 1981–2010 na této stanici 644 mm a v období 2002–2022 612 mm.

Z porovnání těchto hodnot vychází, že teplota lehce stoupla na všech vybraných meteostanicích, a naopak poklesl roční průměrný úhrn srážek, kromě Brandýsa nad Labem. Teplota ale nestoupá pouze v Polabí, dle studií Štěpánka (2019) nebo také Trnky (2017) je zřejmé, že se nárůst teploty týká také celého Česka. Také vyšší výskyt suchých období a nižší úhrn srážek je možné očekávat do budoucnosti v rámci celého Česka (Štěpánek, 2016). Toto téma lze ale vztáhnout i na globální úroveň dle studie (IPCC, 2023).

Predikcí do budoucnosti se zabývá také portál Climrisk. Nový Bydžov má predikovanou průměrnou roční teplotu v období 2009–2038 10,3 °C, 2021–2050 10,8 °C, v období mezi lety 2051–2080 má dle scénáře vyšplhat teplota až na 12 °C. Brandýs nad Labem a predikce teploty je charakterizována pro období 2009–2038 10,8 °C, pro období 2021–2050 11,2 °C a pro období 2051–2080 12,4 °C. Na Velichovkách je předpokládána průměrná roční teplota pro období 2009–2038 9,8 °C, pro období 2021–2050 10,3 °C a pro období 2051–2080 11,5 °C (Trnka, 2024).

Růstu teploty výrazně přispívá lidská činnost, která způsobuje tepelné znečištění atmosféry a podstatně mění vlastnosti zemského povrchu. Což dokazuje stále rostoucí tepelný ostrov Prahy, který se ale projevuje hlavně v celoročním navýšení průměrných teplot. Naopak ale tepelný ostrov nezvyšuje patrně počet tropických dní (Tolasz, 2007). Z prostorové analýzy vychází, že teplota v okolí tepelného ostrova Prahy je ta nejvyšší. V prostorové analýze je ale také potvrzený pokles teploty s nadmořskou výškou.

Srážky v Česku jsou hlavním zdrojem vody. Jsou typické značnou prostorovou a časovou proměnlivostí, která je dána interakcí fyzikálních procesů jejich vzniku, atmosférické cirkulace a fyzickogeografických charakteristik území. V zimním půlroce vypadávají srážky vázané hlavně na přechody frontálních systémů a tlakových níží především s vrstevnatou oblačností. Naopak v letním půlroce jsou srážky spojené spíše s výstupnými konvenčními pohyby vzduchu s tvorbou kupovité až bouřkové oblačnosti. Studovaná oblast se nachází



v jedné ze dvou výrazně sušších oblastí Česka, konkrétně oblasti Podkrušnohoří – Polabí (Tolasz, 2007). V prostorové analýze bylo potvrzeno, že úhrn srážek stoupá s nadmořskou výškou ve většině případů a nejsušší oblasti se nachází v říčních nivách řek Labe, Berounky, Jizery a Cidliny.



## Závěr

Dnes je zřejmé, že stav klimatické změny se bude nadále vyvíjet a že nebude možné udržet oteplení pod 1°C. V první části práce bylo v rámci swot a what – if analýzy představeno, jaké hrozby nebo příležitosti čekají na Polabský region a jak je na tyto situace region připravený. Polabí se na tuto klimatickou změnu bude muset adaptovat stejně jako ostatní regiony. Polabí se musí připravit na častější výskyt extrémních jevů jako je sucho nebo povodně. Se suchem už během začátku 21. století bojuje nejen Polabí poměrně často. Dále je potřeba se připravit na nový příliv obyvatelstva, tudíž větší znečištění ovzduší, a to i z dopravního zatížení, protože se v regionu bude pohybovat mnohem více automobilů. Další hrozba se týká lesa, kterého se budou týkat časté požáry v důsledku suchých období. Na druhou stranu by ale lesu mohla pomoci vyšší teplota k vyhubení škůdců. To samé se týká zemědělství. V případě zemědělství bude potřeba více závlahy, což nebude jednoduché z důvodu poklesu hladiny jak podzemních, tak i povrchových vod. V důsledku teplejších období se pravděpodobně změní sortiment pěstovaných druhů. Další dopady se budou týkat přímo lidských obyvatel Polabí a jejich zdraví. Vyšší výskyt tropických dní může znamenat častější výskyt úpalu nebo úžehu.

Při porovnávání meteostanic z hlediska teplotní a srážkové charakteristiky bylo zjištěno, že velkou roli hraje nadmořská výška a umístění meteostanice, jestli se nachází ve městě nebo v malé obci nebo i ve srážkovém stínu. V rámci prostorové analýzy bylo ukázáno, že teplota klesá se vzdáleností od krajinné nivy nejen řeky Labe, ale i ostatních řek, které jsou přítoky Labe. Jako nejchladnější stanice se ukázaly Velichovky, naopak jako nejteplejší byla shledána stanice Nový Bydžov. Nejnižší srážkové úhrny byly naměřeny na stanicích Radovesnice II., Praha Kbely nebo také v Doksanech, záleží na konkrétním ročním období. Naopak nejvyšší hodnoty srážek jsou naměřeny opět na nejvýše položené stanici, a to na Velichovkách. Bylo zjištěn nárůst průměrné teploty vzduchu i nepatrný pokles srážkového úhrnu téměř na všech meteostanicích. V rámci praktické části byly zjištěny také extrémní roky z hlediska maximální, minimální teploty a minimálního a maximálního úhrnu srážek. Pokud jde o maximální sezónní teploty, byly roky 2004, 2005 a 2015 identifikovány jako extrémní. Co se týče minimálních sezónních teplot, roky 2006, 2007, 2010 a 2018 byly označeny jako extrémní. Pokud jde o extrémní srážkové události, nejčastěji se vyskytují v letech 2003, 2007, 2014, 2018 a 2021, pokud jde o minimální srážky. Naopak, největší maximální srážkové události byly zaznamenány v letech 2002, 2004, 2010, 2013 a 2020.

## Zdroje

Brázdil, R. et al. 2005. Historické a současné povodně v české republice. 1. Vyd. Brno – Praha: Masarykova univerzita v Brně, Český hydrometeorologický ústav v Praze, 2005.

Brázdil, R. et al. 2015. Sucho v českých zemích: minulost, současnost a budoucnost. Brno, Masarykova univerzita v Brně.

Buchta, L. 2019. Rizika pro ČR vyplývající ze změny klimatu [dsc thesis]. Vysoká škola cevro institut.

Bussotti, F., Pollastrini, M. 2017. Observing climate change impacts on european forests: what works and what does not in ongoing long-term monitoring networks. *Frontiers in plant science* 8. Available from [https://www.researchgate.net/publication/316467947\\_observing\\_climate\\_change\\_impacts\\_on\\_european\\_forests\\_what\\_works\\_and\\_what\\_does\\_not\\_in\\_ongoing\\_long-term\\_monitoring\\_networks](https://www.researchgate.net/publication/316467947_observing_climate_change_impacts_on_european_forests_what_works_and_what_does_not_in_ongoing_long-term_monitoring_networks) (accessed november 2023)

Česká bioplynová asociace. 2023. Mapa bioplynových stanic. Available from <https://www.czba.cz/mapa-bioplynovych-stanic.html> (accessed november 2023)

ČSÚ. 2014. Charakteristika okresu a vývoj sídelní struktury. Available from [https://www.czso.cz/csu/czso/13-5318-03-za\\_rok\\_2001-1\\_1\\_charakteristika\\_okresu](https://www.czso.cz/csu/czso/13-5318-03-za_rok_2001-1_1_charakteristika_okresu) (accessed february 2024)

ČT 24. 2019. Třetina česka bude žít v roce 2070 v praze a středočeském kraji, predikují statistici. Available from <https://ct24.ceskatelevize.cz/clanek/domaci/tretina-ceska-bude-zit-v-roce-2070-v-praze-a-stredoceskem-kraji-predikuji-statistici-57054> (accessed november 2023)

Davidson, N. C. 2014. How much wetlands has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and freshwater research* 65. Available from [https://www.researchgate.net/publication/266388496\\_how\\_much\\_wetland\\_has\\_the\\_world\\_lost\\_long-term\\_and\\_recent\\_trends\\_in\\_global\\_wetland\\_area](https://www.researchgate.net/publication/266388496_how_much_wetland_has_the_world_lost_long-term_and_recent_trends_in_global_wetland_area) (accessed november 2023)

Demek, J; Mackovčín, P; Balatka, B, et al. 2006. Zeměpisný lexikon ČR. Hory a nížiny. Brno: agentura ochrany přírody a krajiny ČR.

Dlasková, A. 2009. Rozmístění a využití jezer po těžbě štěrkopísků ve středním polabí [bsc thesis ]. Univerzita Karlova.

Eiseltovej, M. 2018. Význam mokřadů v zemědělské krajině. Available from <https://www.ctpz.cz/vyzkum/vyznam-mokradu-v-zemedelske-krajine-868> (accessed 2023)

Ekotoxa s.r.o. 2020. Adaptační strategie Moravskoslezského kraje na dopady změny klimatu. Available from [https://www.msk.cz/assets/temata/zivotni\\_prostredi/adaptacni-strategie-moravskoslezskeho-kraje-na-dopady-zmeny-klimatu---leden-2020.pdf](https://www.msk.cz/assets/temata/zivotni_prostredi/adaptacni-strategie-moravskoslezskeho-kraje-na-dopady-zmeny-klimatu---leden-2020.pdf) (accessed march 2024)

Fakta o klimatu. 2024. Klimatická změna. Available from <https://faktaoklimatu.cz/temata/klimaticka-zmena> (accessed march 2024)

Francánová, E. 2009. Swot analýza [bsc thesis ]. Vysoká škola finanční a správní.

Geršl, J, Knotek, S, Workamp, M., 2020. Narrow stack emissions: errors in flow rate measurement due to disturbances and swirl. Pages 46–59. In journal of the air & waste management association. Volume 71. Available from <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10962247.2020.1832621> (accessed november 2023)

Haase, K. M. et al. 2007. Young volcanism and related hydrothermal activity at 5s on the slow-spreading southern midatlantic ridge. *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 8. Available from [https://oceanrep.geomar.de/id/eprint/7730/1/haase\\_et\\_al-2007-geochemistry,\\_geophysics,\\_geosystems.pdf](https://oceanrep.geomar.de/id/eprint/7730/1/haase_et_al-2007-geochemistry,_geophysics,_geosystems.pdf) (accessed 12.9.2023)

Hanel, M, Máca, P. 2013. Spatial varianility and interdependence of rain event. Characteristics in the Czech republic. *Hydrological processes* 28: 2929-2944

Hopkins, W. A, Mendonça, M. T, Rowe, C. L, Congdon, J. D, 1998. Elevated trace element concentrations in southern toads, *bufo terrestris*, exposed to coal combustion waste. *Archives of environmental contamination and toxicology* 35 (2): 325–329.

Horký, P. 2010. Povodně [bsc thesis]. Masarykova univerzita v Brně.

Český hydrometeorologický úřad. 2015. Aktualizace komplexní studie dopadů, zranitelnosti a zdrojů rizik souvisejících se změnou klimatu v ČR z roku 2015. Available from [file:///c:/users/lenovo/appdata/local/microsoft/windows/inetcache/content.outlook/0hopk5lw/oek-aktualizovana\\_studie\\_2019-20200128.pdf](file:///c:/users/lenovo/appdata/local/microsoft/windows/inetcache/content.outlook/0hopk5lw/oek-aktualizovana_studie_2019-20200128.pdf) (duben, 2024)

Český hydrometeorologický úřad. 2023. Kvalita ovzduší. Available from <https://www.chmi.cz/?tab=2> (accessed november 2023)

IPCC, 2022. Climate change 2022: impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of working group ii to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change [h.-o. Pörtner, d.c. roberts, m. Tignor, e.s. poloczanska, k. Mintenbeck, a. Alegría, m. Craig, s. Langsdorf, s. Löschke, v. Möller, a. Okem, b. Rama (eds.)]. Cambridge university press. Cambridge university press, cambridge, uk and new york, ny, usa, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.

IPCC, 2023. Climate change 2023: synthesis report. Contribution of working groups i, ii and iii to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change [core writing team, h. Lee and j. Romero (eds.)]. Ipcc, geneva, switzerland, pp. 35-115, doi: [10.59327/ipcc/ar6-9789291691647](https://doi.org/10.59327/ipcc/ar6-9789291691647).

Jansová, L. Zkušenosti s povodněmi v obci Troubky v letech 1997 a 2010. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

Jeníček, M, Hnilica, J, Nedelcev, O, Šípek, V. 2021. Future changes in snowpack will impact seasonal runoff and low flows in czechia. *Journal of hydrology regional studies* 37:100899. Available from [https://www.researchgate.net/publication/354208875\\_future\\_changes\\_in\\_snowpack\\_will\\_impact\\_seasonal\\_runoff\\_and\\_low\\_flows\\_in\\_czechia](https://www.researchgate.net/publication/354208875_future_changes_in_snowpack_will_impact_seasonal_runoff_and_low_flows_in_czechia) (accessed november 2023)

Kukal, M. 2015. Analýza využití obnovitelných zdrojů energie v české republice [bsc thesis]. Univerzita Karlova.

Kunský, J. 1968. Fyzický zeměpis Československa. Spn, praha.

Mapy.cz. 2024. Polabská nížina. Available from <https://mapy.cz/turisticka?source=area&id=31003&ds=1&x=15.0091548&y=50.2821664&z=9> (accessed september 2023)

Marešová, L. 2023. Studie návrhu uplatnění prvků mikrozávlahy ze sortimentu hunter na zelených střechách rodinného domu, jako alternativa úsporného zavlažování. [bsc thesis]. České vysoké učení technické v Praze.

Millennium ecosystem assessment. 2005. Ecosystems and human well-being. Synthesis. World resources institute. Washington dc. Available from: <https://www.wri.org/research/millennium-ecosystem-assessment-ecosystems-and-human-well-being> (accessed november 2023)

Ministerstvo životního prostředí. 2015. Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR. Available from [https://www.mzp.cz/c1257458002f0dc7/cz/zmena\\_klimatu\\_adaptacni\\_strategie/\\$file/oeok-adaptacni\\_strategie-20151029.pdf](https://www.mzp.cz/c1257458002f0dc7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/$file/oeok-adaptacni_strategie-20151029.pdf) (accessed march 2024)

MKOL. 2003. Ochrana před povodněmi. Available from [https://www.ikse-mkol.org/fileadmin/media/user\\_upload/cz/06\\_publicace/08\\_mkol-letaky/2015\\_mkol-letak\\_ochrana\\_pred\\_povodneni.pdf](https://www.ikse-mkol.org/fileadmin/media/user_upload/cz/06_publicace/08_mkol-letaky/2015_mkol-letak_ochrana_pred_povodneni.pdf) (accessed november 2023)

MKOL. 2023. Jakost vody v Labi a jeho přítocích. Available from <https://www.ikse-mkol.org/cz/themen/jakost-vody> (accessed november 2023)

Olabi, A.G. 2022. Renewable energy and climate change. *Renewable and sustainable energy reviews*. Volume 158. Available from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032122000405> (accessed november 2023)

Opluštil, M. 2008. Povodně v České republice a jejich dopad na pojištění a zajištění [bsc thesis]. Masarykova univerzita Brno.

Paleček, D. et al., 2006. Prevence rizik. Vysoká škola ekonomická. Available from <https://portalbozp.cz/wp-content/uploads/2015/01/pale%c4%8dek-prevence-rizik-v%c5%a0e.pdf> (accessed march 2023)

Polabská lesní s.r.o. 2023. Polabská lesní, s.r.o. se představuje. Available from <http://www.polabskalesni.cz/> (accessed november 2023)

Potopová, V., Türkott, L. 2014. Kumulativní vláhové podmínky před setím, v průběhu růstu a při skládkování cukrové řepy ve Středočeském kraji. Listy cukrovarnické a řepařské, 130 (11).

Potopová, V., Zahradníček, P., Türkott, L., Štěpánek, P., Soukup, J. 2015. The effects of climate change on variability of the growing seasons in the elbe river lowland, Czech republic. *Advances in meteorology*. Available from: <https://doi.org/10.1155/2015/546920> (accessed november 2023)

Příbylová, P. 2013. Povodně v české republice [bsc thesis]. Univerzita Pardubice.

Quitt, E. 1971. Klimatické oblasti československa. Brno: GÚ ČSAV.

Richter, P., Skaloš, J. 2016. Sledování změn mokřadů v krajině nížin a pahorkatin České republiky 1843–2015. *Vodní hospodářství* 66(8). Available from <https://vodnihospodarstvi.cz/sledovani-zmen-mokradu/> (accessed november 2023)

Richter, P. 2023. Krajinné změny ve vybraných lokalitách Polabí se zaměřením na mokřady. Available from <https://www.vtei.cz/2023/04/krajinne-zmeny-ve-vybranych-lokalitach-polabi-se-zamerenim-na-mokrady/> (accessed november 2023)

Řehounek, J., Řehouňková, K., Prach, K., 2010. Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. České Budějovice: calla.

Sedlářová, I. 2015. Příčiny a důsledky klimatických změn v české republice [bsc thesis]. Univerzita Tomáše bati ve Zlíně.

Sentivánová, Z. Analýza trhu se solárními panely: the market analysis of solar panels [bsc thesis]. Technická univerzita v Liberci.

Schwarzová, P., Kuráž, V., Šálek, J. 2018. Moderní metody optimalizace vláhového režimu. In Rožnovský, J., Litschmann, T. (eds). 2018. Hospodaření s vodou v krajině Třeboň 21. – 22. 6. 2018. Praha: Český hydrometeorologický ústav.

Skalická, I. 2019. Vodohospodářská bilance za rok 2018 povodí Labe, státní podnik. Zpráva o hodnocení jakosti povrchových vod pro území ve správě povodí Labe, státní podnik. Available from [https://www.pla.cz/planet/public/dokumenty/vh\\_bilance/2018/1\\_2018.pdf](https://www.pla.cz/planet/public/dokumenty/vh_bilance/2018/1_2018.pdf) (accessed november 2023)

Sklenicka, P., Zouhar, J., Trpáková, I., Vlasák, J. 2017. Trends in land ownership fragmentation during the last 230 years in czechia, and a projection of future developments. *Land use policy*, 67. Available from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837717301515?via%3dihub> (accessed november 2023)

Spitz, P, Hemerka, I. 2006. The development of the irrigation requirement in the dry regions of the Czech republic with reference to possible climatic change. In *acta Universitatis agriculturae et silviculturae mendeliana brunensis*. 54 (2), 171–180.

Štěpánek, P, Trnka, M, Meitner, J, Dubrovský, M, Zahradníček, P, Lhotka, P, Skalák, P, Kyselý, J, Farda, A, Semerádová, D. 2019. Očekávané klimatické podmínky v ČR, část i. Změna základních parametrů. Brno: ústav výzkumu globální změny AV ČR, 2019. [https://faktaoklimatu.cz/studie/2019\\_klimaticke-podminky-cr-1](https://faktaoklimatu.cz/studie/2019_klimaticke-podminky-cr-1). 25. (duben, 2024)

Spitz, P, Hemerka, I. 2006. The development of the irrigation requirement in the dry regions of the Czech republic with reference to possible climatic change. In *acta Universitatis agriculturae et silviculturae mendeliana brunensis*. 54 (2), 171–180.

Štěpánek, P, Zahradníček, P, Farda, A., Skalák, P., Trnka, M., Meitner, J., Rajdl., K. 2016. „projection of drought-inducing climate conditions in the czech republic according to eurocordex models“. *Climate research* 70, č. 2–3 (27. říjen 2016): 179–93. <https://doi.org/10.3354/cr01424>. (duben, 2024)

Tolasz, R. Klimatická změna v České republice. In: interview čt 24. Tv, čt 24, 17.8.2023.

Tolasz, R. 2007. Atlas podnebí Česka. Praha: český hydrometeorologický ústav ; olomouc : univerzita palackého v Olomouci, 2007.

Tomášek, M, 2014. Půdy české republiky. Praha: česká geologická služba.

Treut, L. et al. 2007. Contribution of working group i to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change, 2007 (pp.93-127). United kingdom and New York: Cambridge university press.

Trnka, M, Sklenička, P. 2024. Portál Climrisk. Available from <https://www.climrisk.cz/o-projektu/> (accessed march 2024)

Trnka, M, Žalud, Z., Hlavinka, P., Bartošová, L. et al. 2017. Průvodce změnou klimatu | klimatická změna v České republice. Brno: Czechglobe.. <https://www.klimatickazmena.cz/cs/vse-o-klimaticke-zmene/pruvodce-zmenou-klimatu/>. (duben, 2024)

Tw – adams.wz. 2024. Řeka labe. Available from <https://tv-adams.wz.cz/reky/vt/10100002.html> (accessed february 2024)

Úhul. 2023. Přírodní lesní oblast číslo 17- polabí. Available from <https://www.uhul.cz/nase-cinnost/prirodni-lesni-oblast-c-17-polabi/> (accessed november 2023)

Vacík, P., 2013. Statistický model charakteru tepelného ostrova evropských měst. [Dsc thesis ], Karlova univerzita, přírodovědecká fakulta.

Valuo.cz. 2023. Žebříček okresů dle cen nemovitostí. Available from <https://www.valuo.cz/statistiky/zebricek-okresu> (accessed november 2023)

Vlček, V. et al. 1984. Zeměpisný lexikon ČSR. Vodní toky a nádrže. Praha: academia. 315 s.

Vopravil, J., Vrabcová, T., Khel, T., Novotný, I., Banýrová, J. 2010. Vývoj a degradace půd v podmínkách očekávaných změn klimatu. Ze sborníku: Rožnovský, J., Litschmann, T. (ed): voda v krajině. Lednice 31.5. – 1.6.2010. Available from: <http://www.cbks.cz/sbornik10a/vopravil.pdf> (accessed november 2023)

Zahradník, P. 2017. Druhová změna škůdců v návaznosti na změny klimatu. Pages: 32-36. In martinec , p. 2017. Hospodaření s půdou ve školkařských provozech. Sborník příspěvků z celorepublikového semináře. Available from [http://www.vulhm.opocno.cz/download/sbornik\\_trebic\\_2017.pdf#page=32](http://www.vulhm.opocno.cz/download/sbornik_trebic_2017.pdf#page=32) (accessed november 2023)

Žmudzka, E, Dłużewski M, Dąbski, M, Leziak, K, Rojan, E. 2022. Annual and seasonal changes of the air temperature with altitude in the upper dades valley, high atlas, Morocco. Journal of mountain science 19: 85-102