

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Analýza výskytu a úhrnu srážek
v Libereckém kraji**

Bakalářská práce

Autor práce Jana Daňková

Obor studia Veřejná správa v zemědělství a krajině

Vedoucí práce Dr. Ing. Martin Možný

© 2022 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autorka práce: Jana Daňková
Studijní program: Veřejná správa v zemědělství a krajině
Obor: Veřejná správa v zemědělství a krajině
Vedoucí práce: Dr. Ing. Martin Možný
Garantující pracoviště: Katedra agroekologie a rostlinné produkce
Jazyk práce: Čeština

Název práce: **Analýza výskytu a úhrnů srážek v Libereckém kraji**

Název anglicky: **Analysis of frequency and total precipitation in Liberec Region**

Cíle práce: Cílem práce bude vyhodnocení výskytu a úhrnů srážek v Libereckém kraji za období 1961-2018. Budou hodnoceny počty dní se srážkami a sumy srážek. Detailněji budou analyzovány extrémně suché roky v daném období.

Metodika: Použité pracovní metody, zájmové území, datové zdroje:

- rešerše zahraniční a domácí odborné literatury na danou problematiku
- příprava vstupních datových podkladů pro Liberecký kraj
- vyhodnocení změn srážek (počtu dní se srážkami nad 1 a 10 mm pro vegetační období, srážkových sum a jejich chodu za jednotlivé roky a měsíce, četnosti bezsrážkových period pro rok a vegetační období)
- diskuse a shrnutí výsledků

Datové zdroje:

Odborná literatura, data ČHMÚ.

Doporučený rozsah práce: 40 stran

Klíčová slova: klima, srážky, sucho

Doporučené zdroje informací:

1. Brázdil R, Trnka M a kol. 2015. Historie počasí a podnebí v českých zemích, svazek XI. Sucho v českých zemích: minulost, současnost a budoucnost. Centrum výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i., Brno, 402 pp.
2. Brázdil R, Zahradníček P, Pišoft P, Štěpánek P, Bělínová M, Dobrovolný P. 2012. Temperature and precipitation fluctuations in the Czech Republic during the period of instrumental measurements. *Theoretical and Applied Climatology* 110:17–34.
3. Müller M, Kašpar M, Valeriánová A, Crhová L, Holtanová E, Gvoždíková B. 2015. Novel indices for the comparison of precipitation extremes and floods: an example from the Czech territory. *Hydrology and Earth System Sciences* 19:4641–4652.
4. Štěpánek P, Zahradníček P, Skalák P. 2009. Data quality control and homogenization of air temperature and precipitation series in the area of the Czech Republic in the period 1961–2007. Pages 23–26 *Advances in Science and Research*. Copernicus GmbH. Available from <https://www.adv-sci-res.net/3/23/2009/>
5. Tolasz R, Míková T, Valeriánová A, Voženílek V. 2007. Atlas podnebí Česka. Český hydrometeorologický ústav, Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. ISBN 978-80-86690-26-1.

Předběžný termín obhajoby: 2021/22 LS - FAPPZ

Konzultant: Ing. Lenka Hájková, Ph.D.

Elektronicky schváleno: 3. 2. 2020
prof. Ing. Josef Soukup, CSc.
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno: 17. 2. 2020
prof. Ing. Iva Langrová, CSc.
Děkanka

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Analýza výskytu a úhrnu srážek v Libereckém kraji" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího 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 _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce, panu Dr. Ing. Martinu Možnému, za pomoc, rady a připomínky. Velké díky patří i mojí rodině, která mě po celou dobu mého studia, a hlavně při psaní bakalářské práce podporovala a byla mi velkou oporou.

Analýza výskytu a úhrnu srážek v Libereckém kraji

Souhrn

Tato bakalářská práce se zabývá vyhodnocením úhrnu srážek v libereckém kraji, a to v období od roku 1961 do roku 2018. Pro tuto práci byly vybrány tři srážkoměrné meteorologické stanice v kraji s různou polohou, aby bylo vyhodnocování zajímavější, právě z pohledu různých nadmořských výšek a rozmanitosti libereckého kraje. Detailnější zaměření bylo na měsíce s úhrnem srážek nad 10 mm, a na měsíce, ve kterých bylo extrémní sucho.

Výsledky naznačují, že změna počtu srážkových dní je závislá na ročním období, ale i na dané lokalitě.

Klíčová slova: klima, srážky, sucho

Analyse of occurrence and aggregate rainfall in Liberec area

This bachelor's project shows evaluation of aggregate rainfalls in Liberec region, from the year 1961 to 2018. There were chosen in total three rain gauges, being situated at different altitudes to make study more interesting (indeed from the diversity point of view). More detailed focus was given to months, where aggregation rainfalls being higher than 10mm and also months with extreme drought.

The end results indicate changes in withholding days amount is reliant on year-long and also on certain location.

Key words: climate, rainfalls, drought

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Cíl práce.....	9
3	Literární přehled	10
3.1	POČASÍ.....	10
3.2	PODNEBÍ	10
3.2.1	Typy podnebí	12
3.2.1.1	Kontinentální	12
3.2.1.2	Oceánské.....	12
3.2.1.3	Přechodné	12
3.2.1.4	Monzunové	12
3.2.2	Podnebné pásy	13
3.2.2.1	Polární.....	13
3.2.2.2	Subpolární.....	13
3.2.2.3	Mírný	13
3.2.2.4	Subtropický.....	13
3.2.2.5	Tropický	14
3.3	Klimatologie.....	14
3.4	SUCHO	15
3.4.1	Klimatické sucho	16
3.4.2	Půdní sucho.....	16
3.4.3	Hydrologické sucho	17
3.4.4	Socio-ekonomické sucho	17
3.4.5	Dopady sucha.....	17
3.4.5.1	Ekonomické dopady	17
3.4.5.2	Sociální dopady	18
3.4.6	Současný stav v České republice	18
3.4.7	Budoucnost v České republice.....	19
3.5	SRÁŽKY	20
3.5.1	Atmosférické srážky	20
3.5.1.1	Vertikální srážky	21
3.5.1.2	Horizontální srážky	23
3.5.2	Geografické rozložení srážek.....	24
3.5.3	Měření atmosférických srážek	25

3.5.3.1	Měření na stanicích.....	27
4	VÝZKUMNÁ ČÁST	29
4.1	Charakteristika vybraných stanic	29
4.1.1	Meteorologická stanice Liberec.....	29
4.1.2	Meteorologická stanice Desná – Souš	31
4.1.3	Meteorologická stanice Hejnice – Na Skřivánku	31
4.2	VÝZKUM	32
4.2.1	CÍL VÝZKUMU.....	33
4.2.2	VÝZKUMNÝ SOUBOR.....	34
4.2.3	POUŽITÁ METODA	34
4.2.3.1	Kvantitativní výzkum	34
4.2.4	HYPOTÉZA	36
4.3	VÝSLEDKY VÝZKUMU.....	38
4.3.1	POČET DNŮ SE SRÁŽKAMI NAD 1 mm.....	38
4.3.2	POČET DNŮ SE SRÁŽKAMI NAD 10 mm.....	40
4.3.3	Nejsušší roky.....	44
5	Diskuze	45
6	Závěr	47
7	Použitá literatura	48

1 Úvod

Téma této práce jsem si vybrala, protože si myslím, že Liberecký kraj je na pozorování proměnlivosti srážek ideální a velmi rozmanitý.

Práce je rozdělena na dvě hlavní části. První z nich je teoretická část neboli literární přehled. V této části budou vysvětleny důležité pojmy, jako je počasí, podnebí, klima, podnebné pásy, sucho, srážky, atmosférické srážky atd. Tato část práce bude obsahovat informace z dostupné literatury, internetových zdrojů atd.

Druhou částí pak bude část výzkumná. V této části bude podrobněji popsán cíl výzkumu, zkoumaný vzorek, použitá metoda výzkumu. Získaná data budou poté interpretovány v části výsledky výzkumu. Pro lepší přehlednost budou data vyobrazena v tabulkách a grafech.

V závěrečné části mé práce pak bude prostor pro diskuzi, kde budou diskutovány výsledky výzkumu. Poté bude následovat závěr.

2 Cíl práce

Cílem této práce je porovnání a vyhodnocení úhrnů srážek v Libereckém kraji za období 1961-2018. K vyhodnocování budou využita data z vybraných srážkoměrných meteorologických stanic v kraji, a to ze stanice Liberec, Hejnice a Desná – Souš. Hodnoceny budou počty dní se srážkami nad 1 mm a se srážkami nad 10 mm. Dále budou analyzovány také extrémně suché roky v daném období.

3 Literární přehled

3.1 POČASÍ

Pod pojmem počasí lze chápat okamžitý stav ovzduší na konkrétním místě v konkrétní čas. Vliv na něj má nadmořská výška, vzdálenost od moře, ale i poloha místa na planetě Zemi. Počasí je charakterizováno souborem okamžitých nebo krátkodobě průměrovaných hodnot, jakými jsou teplota vzduchu, oblačnost nebo sluneční svit, směr a rychlost větru a atmosférické srážky. Je vázáno na troposféru, což je pro nás nejbližší část atmosféry. Nad troposférou zpravidla nedochází k vytváření oblak, bouřek, hydrometeorů apod. [1] V České republice je počasí proměnlivé, to znamená, že v průběhu roku se zde střídají čtyři roční období.

Dlouhodobější a opakující se počasí v konkrétním místě je nazýváno podnebí neboli klima.

3.2 PODNEBÍ

Za podnebí, také známo pod pojmem klima, označujeme dlouhodobý stav počasí, které je podmíněno energetickou bilancí, cirkulací atmosféry, charakterem aktivního povrchu, ale také člověkem. Jedná se o změny, které probíhají v dlouhodobých časových úsecích. Dle měřítka rozsahu, v němž se klima neboli podnebí uplatňuje, rozeznáváme makroklima, mezoklima a mikroklima.

Podnebí je ovlivňováno výškovou členitostí, což znamená, že s vyšší nadmořskou výškou klesá teplota a stoupá množství srážek.

Vlastní projev podnebí je tedy založen na režimu základních fyzikálních a meteorologických procesů, které představují výměnu tepla, oběh vody a všeobecnou cirkulaci atmosféry. Hlavní činitele, které utvářejí charakter klimatu, označovanými také jako klimatotvorné faktory, můžeme rozdělit do několika kategorií: [2]

Astronomické faktory

Jedná se o faktory, které jsou podmíněny vlastnostmi Země jako planety sluneční soustavy. Určují množství slunečního záření dopadajícího na horní hranici atmosféry a jeho rozdělení v čase a prostoru. Působí nepřetržitě a globálně. Mezi astronomické faktory patří především vlastnosti záření Slunce, jako jsou intenzita a vlnová délka. Dále sem patří vlastnosti a excentricita oběžné dráhy Země kolem

Slunce, sférický tvar a rotace Země, sklon zemské osy k rovině ekliptiky a vzájemná poloha perihelia a impakty vesmírných těles.

Cirkulační faktory

Cirkulačními faktory, které mají na celkový charakter klimatu zřejmě největší vliv, patří všeobecná cirkulace atmosféry, která působí na další klimatické prvky. Například makroklima velkých územních celků je určováno všeobecnou cirkulací atmosféry, naopak mezoklima a mikroklima může být významně ovlivňováno místní cirkulací. Tyto faktory se mohou uplatňovat jen v určité sezoně, v případě faktorů menšího měřítka jen v některé denní době. Tehdy ovlivňují například výskyt mlhy, inverzi teploty vzduchu, chod oblačnosti a srážek atd.

Radiační faktory

Tyto faktory působí prostřednictvím určité složky radiační bilance. Základním radiačním faktorem je sluneční záření, které dopadá na horní hranici atmosféry. Zde se k němu připojují i další astronomické klimatické faktory, které ho ovlivňují.

Geografické faktory

Jedná se o klimatický faktor podmíněný heterogenitou přírodního prostředí Země v různých měřítkách, která se odrážejí v kategorizaci klimatu. Zeměpisná šířka, rozložení pevniny a oceánů, uspořádání všeobecné cirkulace atmosféry a systém oceánských proudů jsou určujícími pro utváření makroklimatu. Dalšími geografickými faktory mohou být složení atmosféry Země, na které epizodicky působí zemský vulkanismus. [1]

Antropogenní faktory

Člověk sám o sobě nepatří mezi geografické činitele klimatu, ovšem jeho socioekonomické aktivity by, ve vazbě na krajinnou sféru, být hodnoceny měly. Vliv těchto aktivit je totiž prokazatelný. Výsledkem je postupná změna hodnot některých meteorologických prvků, které lze považovat za faktory utváření klimatu. Takovým nejčastěji zmiňovaných výsledkem je nárůst koncentrace CO₂ a CH₄.

Podnebí v České republice je dáno především polohou ČR, tedy její vzdáleností od moře a také nadmořskou výškou a členitostí krajiny. Naše země leží v mírném podnebném pásu, na přechodu mezi oceánským a pevninským podnebím.

3.2.1 Typy podnebí

3.2.1.1 Kontinentální

Jedná se o sušší podnebí, které se vyznačuje velkými rozdíly denních a nočních teplot, malou oblačností a nízkými úhrny srážek. Zatímco v létě jsou teploty a počasí na takřka stejné úrovni jako například ve střední Evropě, v zimě klesají hluboko pod bod mrazu. Průměrná letní teplota je zde kolem 21 až 32 stupňů, v zimě se pohybuje kolem hodnot od -12 do 7 stupňů, ve dne někdy až -23 stupňů. Tento typ podnebí převládá ve vnitřních částech velkých pevnin, jako například ve východní části Evropy nebo střední a severní části Asie. Rusko, a to konkrétně Moskva, je území, na kterém kontinentální podnebí převládá.

3.2.1.2 Oceánské

Oceánské, někdy také oceánické podnebí je podstatně vlhčí než podnebí kontinentální, jelikož se objevuje převážně na moři a na pevnině v blízkosti moří nebo oceánů. Dle Köppenovy klasifikace podnebí se jedná o typ podnebí, kde jsou spatřovány menší teplotní rozdíly mezi denními a nočními teplotami. Pro tento typ podnebí je také charakteristická vysoká oblačnost s velkým množstvím srážek, které jsou ale rovnoměrně rozloženy do všech ročních období. Toto podnebí je charakteristické pro západní pobřeží Evropy nebo Ameriky.

3.2.1.3 Přechodné

Podnebí typické pro Českou republiku.

3.2.1.4 Monzunové

Monzun je příčinou pravidelného střídání období sucha s obdobím dešťů. Monzunové období lze rozdělit na letní a zimní monzun. Letní monzun přináší srážky, jelikož vane od moře směrem na pevninu. Zimní monzun vane naopak z pevniny na moře. V monzunových oblastech způsobuje dlouhotrvající suché počasí. Takovou typickou oblastí, kde je častý výskyt monzunů, je Indonésie. [3]

3.2.2 Podnebné pásy

Oblasti se stejným podnebím vytváření tzv. podnebné pásy. Na zemi jsou podnebné pásy tři, a to studené (polární) pásy, mírné a teplé. Jelikož je přechod mezi základními podnebnými pásy pozvolný, vymezují se ještě dva pásy přechodné, a to subtropický a subpolární.

3.2.2.1 Polární

Jak již název napovídá, jedná se o oblasti rozkládající se kolem severního a jižního pólu. Střídají se zde polární dny a noci. Jelikož jsou zde trvale nízké teploty, na zemském povrchu najdeme sněhovou pokrývku nebo ledovce. Výskyt srážek je zde tedy minimální.

3.2.2.2 Subpolární

V subpolárním pásu převažuje dlouhá a chladná zima a krátké teplé léto. Srážek je málo a objevují se převážně v létě. Život v tomto pásu ztěžuje tzv. permafrost neboli trvale zmrzlá půda, která rozmrzá jen v létě. Na povrchu a umožňuje růst rostlin.

3.2.2.3 Mírný

Mírné pásy leží mezi obratníky a polárními kruhy. Většinou se tento pás rozkládá na severní polokouli, na jižní polokouli je obsažen jen na malých územích, jako například v Tasmánii, jih jižní Ameriky a na jihu Nového Zélandu. V Evropě tento pás sahá až k polárnímu kruhu. Pro mírný pás je charakteristické střídání čtyř ročních období. Rozdíly mezi letními a zimními teplotami jsou veliké.

3.2.2.4 Subtropický

Subtropický pás leží na přechodu mezi podnebím tropickým a mírným. Rozprostírá se kolem obratníků. Nacházíme zde malé teplotní rozdíly letními a zimními.

Subtropický pás se dále dělí na suché subtropy, které představují pás pouští a polopouští. Převažuje zde velmi teplé a suché období s minimem srážek. Je tedy charakteristický kratším obdobím dešťů. Druhými jsou vlhké subtropy, a to oblasti s letním obdobím dešťů a zimním obdobím dešťů. Oblasti s letním obdobím dešťů se nacházejí na východním okraji pevnin, kam pasáty přinášejí vlhký vzduch od oceánu.

Příkladem této oblasti je Florida, jižní a východní Asie. Naproti tomu oblasti se zimním obdobím dešťů bychom našli na západním okraji pevniny, kde vítr vane od západu. Je zde tedy západní proudění. Jedná se o Středomoří, Kalifornii a západní pobřeží Austrálie.

3.2.2.5 Tropický

Tento pás leží v oblasti rovníku, konkrétněji mezi obratníkem Raka a Kozoroha. Průměrná teplota v tomto pásu dosahuje kolem 24-28 stupňů. Jelikož sluneční paprsky dopadají kolmo, je zde nejvíce tepla, světla a sluneční energie. Mezi denními a nočními teplotami jsou velice malé teplotní rozdíly. Nevýhodou je, že zde převažuje deštivé počasí.

Území Evropy zasahuje do třech podnebných pásů. Nejsevernější část Evropy leží na pásu subpolárním, který je charakteristický dlouhou, mrazivou zimou a chladným létem. Nejjižnější část Evropy leží v subtropickém pásu s mírnými deštivými zimami a suchými, horkými léty. Zbytek Evropy leží v pásu mírném, kde se střídají čtyři roční období. Podnebí v mírném pásu je ovlivněno především vzdáleností od Atlantského oceánu – teplé oceánské proudy a rozdílnou nadmořskou výškou. [4]

3.3 Klimatologie

Klimatologie je slovo řeckého původu, skládající se ze slov “klíma“ = sklon a „logos“ = slovo, věda. Jak tedy název vypovídá, jedná se o vědu, zabývající se klimatem Země, a to především utvářením klimatu na Zemi a popisem odlišností v jednotlivých regionech. Jejím dalším úkolem je klasifikace podnebí a vymezení klimatických oblastí. Zabývá se studiem kolísání a změn klimatu a jeho prognózami. Zároveň se ale také zabývá působením klimatu na člověka, objekty jeho činnosti a naopak. [5]

Dle **studijních hledisek** se klimatologie dělí na:

obecnou – zabývající se obecnými zákonitostmi utváření podnebí a klimatických změn, vztahy mezi klimatotvornými faktory jevy a mezi klimatickými prvky navzájem.

regionální – studuje klimatické poměry území různé velikosti. Zjišťuje prostorovou diferenciaci klimatických podmínek a provádí klimatickou regionalizaci.

teoretickou

aplikovanou – analyzuje a syntetizuje klimatologické údaje pro potřeby praxe.

Dle **metody studia** dělíme klimatologii na:

klasickou – studuje klimatické prvky v jejich denním či ročním chodu dle kalendářních úseků – den, dekáda, měsíc atd. Nejčastěji využívanou charakteristikou je průměr, úhrn a četnost. Z nich poté stanovuje klimatologické normály. Klasická klimatologie poskytuje základní informace o podnebí určitého místa.

dynamickou – při zpracování klimatologických charakteristik vychází z různých dlouhých období, po která se na daném místě vyskytovaly určité cirkulační nebo radiační podmínky.

synoptickou – je částí dynamické klimatologie. Zabývá se především příčinnými vazbami mezi cirkulačními typy počasí a utvářením podnebí. Používanou metodou je četnostní zpracování povětrnostních situací a jejich projevů.

komplexní – ke studiu klimatu využívá stanovování intervalů hodnot skupiny vybraných meteorologických prvků. Základní jednotkou jsou třídy a typy počasí charakterizující počasí jednotlivých dní. Podnebí je charakterizováno na základě četnosti výskytu jednotlivých tříd a typů počasí. [5]

3.4 SUCHO

Pojem sucho je v meteorologii a klimatologii často používaný pojem, avšak jeho definice je neurčitá. V zásadě sucho znamená nedostatek vody v atmosféře, půdě či rostlinách. Neexistují však jednotná kritéria pro kvantitativní vymezení sucha, ovšem dle příčin a dopadů jej můžeme charakterizovat z několika pohledů. Sucho je jen nahodilý, vyskytuje se většinou nepravidelně v období podnormálních srážek s trváním od několika dní až po několik měsíců. Velmi často bývá doprovázeno abnormálně vysokými teplotami vzduchu, nižší relativní vlhkostí vzduchu, zmenšenou oblačností a větším počtem hodin slunečního svitu. Důsledkem toho je zvýšený výpar neboli evapotranspirace a ještě větší prohlubování nedostatku vody. Jelikož je sucho přírodním jevem nahodilým, odborně fundovaná prognóza je velmi problematická, dá se říci až nemožná. V poslední době se tedy využívají speciální postupy, pomocí nichž lze na základě operativních informací o počasí vyhodnocovat aktuální vláhově-

bilanční stav krajinného prostředí a kvalifikovaně tak odhadovat výskyt sucha a jeho vývoj v nejbližším období.

Obecně lze sucho rozdělit na **klimatické, půdní, hydrologické a socio-ekonomické**. [6] [7]

3.4.1 Klimatické sucho

Klimatické sucho (dále jen KS) bychom mohli definovat jako deficit, tedy nedostatek atmosférických srážek. Toto sucho je tedy prvotní příčinou všech typů sucha. Srážkový deficit v tomto případě představuje záporný rozdíl mezi množstvím aktuálně spadlých srážek a jejich dlouhodobým průměrem za určité časové období. Definování KS je prováděno na základě srovnání srážkových poměrů aktuálního období vůči období dlouhodobému. Při hodnocení je nutno zohlednit velikost deficitu meteorologických srážek včetně časového rozložení srážek v příslušném období. Základním předpokladem pro identifikaci možného sucha je srovnávací analýza hodnot vybraných klimatických prvků, a to především tzv. evapotranspirace neboli srážek z výparu, dosažených v aktuálním období a v dlouhodobém průměru.

3.4.2 Půdní sucho

Jak již název napovídá, půdní sucho lze definovat jako nedostatek vody v kořenové vrstvě půdního profilu, způsobující poruchy ve vodním režimu zemědělských plodin i volně rostoucích rostlin. Vliv PS se projevuje u jednotlivých druhů rostlin odlišně, jelikož závisí i na dalších faktorech, jakými jsou fáze rostliny, nárocích na vodu, na stáří rostliny atd. Vlhkost půdy je totiž jedním z nejvýznamnějších meteorologických faktorů, který ovlivňuje vývoj rostlin. Vlhkost je odvislá od množství, intenzitě a časovém rozložení srážek, od výparu a od vlastností půdy. Jelikož je na území ČR malá hustota stanic s přímým měřením, je zapotřebí výsledky měření kvalifikovaných odhadů půdní vlhkosti ještě doplnit hodnotami vypočtenými modelově.

Promítnutí půdního sucha do zemědělské praxe je označováno za sucho zemědělské. Trvá v měřítku týdnů až 6-9 měsíců. Dopady a intenzita zemědělského sucha jsou, kromě vlastního deficitu vody v půdě, ovlivňovány ještě dalšími faktory. Jsou jimi faktory biologické, tedy momentální stav porostů, odolnost jednotlivých odrůd vůči suchu atd. Dalšími jsou faktory technické, například způsob zpracovávání

půdy, úroveň zemědělských strojů a v neposlední řadě faktory ekonomické, jakými může být například využití závlahového systému.

3.4.3 Hydrologické sucho

Hydrologické sucho se projevuje jako nedostatek zdrojů povrchových a podzemních vod, tedy průtoků ve vodních tocích, vydatnosti pramenů, hladin jezer a nádrží a stav hladiny ve vrtech. Vzniká také následkem nedostatku srážek, který se ale v podzemní části hydrologického cyklu projevuje s určitým zpožděním. Na hydrologické sucho je možno pohlížet jako na přírodní fenomén, jelikož jeho vznik je ovlivňován i užíváním vody. Může být tedy prohloubeno i lidských působením.

3.4.4 Socio-ekonomické sucho

V důsledku tohoto sucha dochází ve vyspělých zemích k narůstání poptávky po některém zboží nebo službách, například po nápojích. Co se ale týče chudších zemí, dochází zde kupříkladu k nadměrné pastvě a zvýšení eroze půdy, později k vynucenému vybíjení dobytka, což vede k obavám z dalšího období sucha a tím se zhoršujícími dopady.

3.4.5 Dopady sucha

Výskyt dlouhých sušších období s nedostatkem srážek má prokazatelně negativní vliv nejen na vegetaci, ale i na celou lidskou společnost, kdy jsou ovlivňovány především její důležité aktivity. Dopady možného sucha jsou aktuálnější v rozvojových a vyspělejších zemích.

Vysušená krajina je náchylnější ke vzniku požárů, které mohou následně spálit rozsáhlé oblasti lesního porostu. Takovéto časté požáry můžeme již nyní sledovat například v Kalifornii či australské buši. Vlivem sucha může také docházet k popraskání půdy a k dezertifikaci krajiny neboli rozšiřování pouští. [8]

3.4.5.1 Ekonomické dopady

Téměř všechny dopady sucha se promítají nejčastěji právě v ekonomice. Například v zemědělství může ztráta výnosu znamenat pro některé farmáře ztrátu příjmů, vedoucí až k zadlužení nebo likvidaci celé firmy. Zemědělci nechtějí nést dopady sucha na svých bedrech sami a žádají úhradu ztrát po pojišťovnách či po v podobě podpůrných programů státu. Ovšem postiženy jsou i ostatní odvětví

primárního sektoru, a to lesnictví, rybářství, doprava, bankovníctví, energetika a průmysl. Dalšími ekonomickými dopady pak mohou být vzrůst nezaměstnanosti, s tím související ztrátu příjmů, ale i ztráty ve státním rozpočtu.

3.4.5.2 Sociální dopady

V sociální sféře může sucho vést k omezené dostupnosti vody pro občany. Časem by se tedy mohlo stát, že lidstvo bude mít omezené možnosti i pitné vody. Vznik tohoto sociálního napětí může přerůst v krajním případě ve válečný konflikt o vodu a jídlo. Obyvatelé budou nuceni migrovat ze zasažených oblastí. V minulosti jsme se již mohli setkat v letních obdobích s varováním, aby lidé šetřili co nejvíce vody. K zalévání a zavlažování zahrad bylo doporučeno používat dešťovou vodu, namísto vody pitné. Dále byl kladen důraz na napouštění bazénů a s tím souvisejícím plýtvání vody. Do budoucna bude zapotřebí dopady sucha řešit vhodnými opatřeními a programy, zaměřenými na zmírnění rizik. K tomu by mohlo přispět lepší monitorování a zavedení systému včasného varování před možným suchem. [6]

Zemědělství

Především na zemědělství má sucho největší dopad. V minulosti se vedlo mnoho odborných studií o dopadu sucha na úrodu zemědělských plodin. Studie Trnky et al. (2007) se zabývala zkoumáním vlivu zemědělského sucha na produkci ječmene jarního. Zkoumaným vzorkem bylo 62 okresů České republiky a zkoumaným obdobím duben až červen. Prokazatelný vliv na produkci ječmene jarního byl zjištěn v 51 okresech České republiky, kdy nejcitlivějšími na sucho byly okresy jižní Moravy a nejméně citlivé okresy severní Moravy a Slezska.

Jak již bylo uvedeno v předešlé kapitole, tzv. zemědělské sucho trvá zpravidla několik týdnů až měsíců a přispívá zejména k nižší úrodě zemědělských plodin. Delší sucha vedou k usychání stromů, což má za následek vynucenou těžbu dřeva ještě předtím, než stromy dosáhnou optimální velikosti. Dlouhé sucho vede ke snížení zásob podzemní vody a způsobuje problémy v hospodaření s vodními zdroji. [9]

3.4.6 Současný stav v České republice

Na našem území se za posledních sedm let, konkrétně od roku 2012 do 2018 objevilo jedenáct výraznějších epizod zemědělského sucha. Dopad to mělo především na krajinu, ale i hospodářství, a to především zemědělství, ovocnářství a lesnictví.

Z krajiny začíná mizet voda, klesají hladiny podzemních vod mělkých vrtů, zásoby v přehradách, ztenčují se průtoky řek a lokálně kolísá zásobování obyvatel pitnou vodou.

Hlavní příčinou čím dál častějšího sucha je především měnící se klima. Dle výsledků měření se za posledních 200 let průměrná roční teplota na území ČR zvýšila o 1,1 stupňů. Vyšší teplota s sebou přináší větší odpařování, mírnější zimy (takřka bez sněhu) a dřívější začátky jara a léta. Rostlinný porost tedy dříve vyčerpá dostupnou vodu.

Přestože je množství srážek stejné, nebo obdobné, mění se jejich variabilita. Srážky jsou intenzivnější a zároveň se střídají delší období bez srážek.

Dalším problémem ČR je, že je z pohledu vodních zdrojů odkázána jen na množství srážek. Zcela výjimečně k nám přitéká nějaká řeka, přivádějící vodu. Je tomu právě naopak, kdy naše řeky zásobují vodou sousední státy. [6]

3.4.7 Budoucnost v České republice

Mnoho odborných publikací signalizuje rostoucí riziko výskytu sucha ve střední Evropě, které je v posledních letech s velkou pravděpodobností nejvyšší za posledních 130 let. (Brázdil et al., 2009b). Trnka et al. (2015a) ve své studii poukazuje, že na území ČR dochází k postupnému snižování disponibilní vody v půdě, a to zejména v období od dubna do června, kdy je nejintenzivnější růst rostlin. Tento fakt se nejvíce podepíše na českém zemědělství, které je na pravidelně rozložených srážkách závislé. Prognózy do budoucna předpokládají takové klimatické podmínky, které budou vést spíše k nárůstu podílu sušších půdně-vlhkostních režimů. Mohlo by také docházet i k dramatickému úbytku půdně-klimatických režimů, typických pro pramenné oblasti. Sucho se do budoucna stane jedním ze základních problémů, který s sebou přinese antropogenně podmíněné změny klimatu. Vlivem těchto změn by mohlo docházet k zvýšení klimatické variability spojené s výskytem delších a intenzivnějších období sucha. Vlhkostní režimy jsou v současné době spojovány především s oblastí Středozemního moře, ovšem do budoucna by se tyto režimy mohly objevit i na území jižní Moravy. I v současné době patří Morava mezi regiony nejvíce a nejčastěji ohrožené nedostatkem vláhy. Díky teplejšímu a relativně slunečnému počasí, je v této oblasti nižší výskyt srážkových úhrnů, které bohužel neodpovídají potřebám vody.

Nárůst sucha nebude mít na Moravě negativní dopad nejen na zemědělství, je zde velká pravděpodobnost zvýšeného rizika výskytu lesních požárů a erozí. Vysoké teploty a s tím spojené vysychání průtoků povedou také ke zhoršení podmínek pro chov ryb. Co se hydrologických dopadů týče, je evidentní, že jsme ohroženi vyšší rozkolísaností průtoků a není vyloučeno ani ohrožení zásobování pitnou vodou z dostupných zdrojů.

Možným řešením je trvalé zlepšení situace s využitím razantnějších zásahů, jakými by mohly být redukce emisí, adaptace krajiny její ozdravení. Obecně řečeno, je zapotřebí zlepšit klimatickou politiku. V České republice je zhruba 11% krajiny zastavěno, 2% tvoří vodní plochy a zbytek tvoří zemědělskou (53%) a lesnickou (34%) krajinu. Rychlá degradace půdy a neschopnost zadržet vodu v krajině výrazně ohrožuje samotnou produkci a v dlouhodobém hledisku je neudržitelná. Aby byl nynější stav i nadále udržitelný, je zapotřebí co nejvíce využívat to, co poskytuje produkce krajiny. Tím máme na mysli využití potravin, dostupného dřeva, energií atd. Již dnes je nutné začít více preferovat opatření k ochraně půdy a vody. [6]

3.5 SRÁŽKY

Srážky jsou částice, vznikající v atmosféře kondenzací nebo na zemském povrchu desublimací vodní páry. Vznik srážek tedy souvisí s kondenzací vodní páry, obsažené ve vzduchu, nejčastěji při jejím ochlazení během výstupných pohybů vzduchu. Obecně se množství srážek měří v milimetrech za určitý časový úsek, například za 24 hodin. Přičemž 1 milimetr srážek představuje množství 1 litru vody spadlé na 1 metr čtverečný.

3.5.1 Atmosférické srážky

„Atmosférické srážky jsou produkty kondenzace nebo desublimace vodní páry v ovzduší, dopadající na zemský povrch nebo na něm vznikající.“ [10] Zjednodušeně řečeno, jedná se tedy o všechnu vodu v kapalném nebo tuhém skupenství, která vypadává z různých druhů oblaků, popřípadě z mlhy, nebo se usazují na zemském povrchu. Pokud se jedná o srážky vypadávající z oblaků, ale nedopadající na zemský povrch, mluvíme o srážkách nazývajících se *virga* neboli *srážkové pruhy*.

Všechny atmosférické srážky patří k hydrometeorům, ovšem ne všechny hydrometeory jsou atmosférickými srážkami. K atmosférickým srážkám například nepatří mlha, kouřmo, zvířený sníh nebo vodní tříšť.

Atmosférické srážky jsou jedním z nejvýznamnějších projevů počasí, který ovlivňuje lidskou činnost. Jejich nadbytek, nebo naopak nedostatek příznivě nebo nepříznivě působí na hospodářství jednotlivých zemí. [11]

Dle **skupenství** lze atmosférické srážky rozdělit na:

Kapalné

Tuhé

Dle **původu** na vertikální = padající, a horizontální = usazené.

3.5.1.1 Vertikální srážky

Jak již název napovídá, jedná se o srážky pohybující se vertikálně, tedy směrem k zemi. Jedná se o srážky z oblaků. Nejčastěji mají podobu deště a sněhu, patří sem ale také mrholení, kroupy atd. Přeháňkové srážky přinášejí bouřkové mraky, naopak srážky trvalého rázu vypadávají nejčastěji z oblaků výstupného klouzání. Většina typů vertikálních srážek se může vyskytovat v podobě přeháněk nebo ve smíšených tvarech, jakými jsou například déšť se sněhem.

Mrholení

Jedná se o vodní srážky padající z oblaků tvořené drobnými kapkami o průměru menším než 0,5 mm. Pokud mají vyšší intenzitu, lze je považovat za déšť, kdy lze rozlišit jednotlivé kapky.

Déšť

Představuje vodní srážky vypadávající taktéž z oblaků v podobě kapek o průměru obvykle větším než 0,5 mm, maximálně však 7 mm. Jak již bylo v předchozím odstavci zmíněno, o dešti lze mluvit i v případě, kdy kapky mají průměr menší než 0,5 mm, ale vypadávají hustě. Při větších přeháňkách mohou být dešťové kapky i větší, ale při pádu se odporem vzduchu rozpadají na menší.

Dle intenzity lze déšť rozdělit na slabý, mírný, silný, prudký, lijavec, přivalový déšť a průtrž mračen. [12] [13]

Druh deště	Úhrn srážek v mm/hod
Slabý	< 1
Mírný	1-5
Silný	5-10
Prudký	10-15
Lijavec	15-23
Přivalový déšť	23-58
Průtrž mračen	>58

Obr. 1 : rozdělení dešťů podle úhrnu srážek [12]

Dále lze dešť dělit z hlediska délky výskytu. Mluvíme tak o dešti **trvalém, občasném a dešťových přeháňkách.**

Dle rozsahu oblastí výskytu rozeznáváme dva druhy dešťů, a to:

- **regionální** – trvalý déšť padající současně na území, které zahrnuje nejméně desítky kilometrů čtverečných.
- **místní** – padající na malém území, například v části města, obvykle při místních bouřkách.

Zmrzlý déšť

Představuje padající průhledná nebo průsvitná ledová zrna o průměru 5 mm. Vznikají zmrznutím dešťových kapek nebo dříve roztátých sněhových vloček. Uvnitř mohou obsahovat vodu a po rozbití při pádu mají tvar ledových skořápek.

Kroupy

Vyskytují se pouze při přeháňkách a výhradně z bouřkových mraků. Jedná se o kuličky, úlomky nebo kousky ledu o průměru 5-50 mm. V extrémních případech mohou vážit i 500g. V minulosti byly zaznamenány i těžší kroupy.

Sněhové krupky

Tuhé srážky složené z bílých neprůhledných ledových částic. Padají při přeháňkách za teplot kolem bodu mrazu. Mají podobu kulových, měkkých neprůhledných zrn o průměru 2-5 mm. Po dopadu často dochází k jejich roztříštění.

Sněhová krupice, sněhová zrna

Jedná se též o tuhé srážky, které se skládají z ledu. Jsou ovšem menší než sněhové krupky, tedy o průměru menší než 1 mm. Dalším rozdílem je, že po dopadu nedochází k roztržení. Připomínají mrholení a vyskytují se při teplotách pod bodem mrazu.

Námrazové krupky

Jsou tvořeny sněhovými zrny obalenými vrstvou ledu. Jejich průměr dosahuje zpravidla 5 mm. Často doprovázejí déšť, ale padají při teplotě kolem bodu mrazu. Po dopadu na zem odskakují nebo se roztrhají.

Ledové jehličky

Tvoří je jednoduché ledové krystalky ve tvaru jehlic. Vznášejí se ve vzduchu nebo padají nízkou rychlostí k zemi. Ve středních zeměpisných šířkách se objevují pouze v období silných mrazů. Co se týče polárních oblastí, jejich výskyt je zde typický.

Sníh

Představuje tuhé srážky, skládající se z ledových krystalků nebo jejich shluků o různých tvarech. Nejznámějším tvarem je šesticípá hvězdička nebo její část. Při teplotách nižší než -5 C jsou sněhové vločky menší. Naopak při vyšších teplotách má sníh podobu velkých chumáčků. [13]

3.5.1.2 Horizontální srážky

Kondenzáty na povrchu země. Horizontálními srážkami jsou rosa, jinovatka, náledí, ledovka.

Z hlediska **délky výskytu** srážky dělíme na:

Trvalé – padají nepřetržitě po delší dobu, zpravidla z dešťové slohy neboli nimbostratu. Mají mírnější, ale stálou intenzitu, například sníh nebo déšť.

Občasné – přerušované srážky, které však nemají charakter přeháněk. Jejich výskyt je opakovaný a jsou pozorovány dlouhé přestávky mezi srážkovými jevy.

Přeháňky – jedná se o krátkodobé opakující se srážky, jejichž intenzita a množství rychle kolísá. [14]

Dle **příčin vzniku** rozlišujeme srážky:

Konvekční – jedná se o srážky vypadávající z kupovitých oblaků, především z kumulonimbů. Jejich charakter je přeháňkový nebo lijákový, s krátkou dobou trvání, za to větší intenzitou. Často bývají provázeny bouřkou. V našich zeměpisných šířkách jsou v letním období často tvořeny velkými dešťovými kapkami, někdy i kroupami. V přechodných ročních obdobích a v zimě bývají zpravidla tvořeny mokrým sněhem nebo sněhovými krupkami.

Cyklonální – považují se za ně frontální srážky v oblasti atmosférické fronty. Cyklonální srážky vypadávají v oblasti tlakové níže. Vznikají na teplé frontě a studené frontě prvního druhu, především v chladném období. Mají trvalý charakter a jejich intenzita je závislá na vlhkosti vzduchu. Na studené frontě druhého druhu, především v teplém období, se vyskytují především frontální srážky v podobě přeháněk.

Orografické – vliv na jejich tvorbu mají především terénní překážky, jakými mohou být kopce, hory apod. Vytvářejí se výstupem vzduchu po svazích, kdy v závětrří horských překážek pak vypadávají srážky.

3.5.2 Geografické rozložení srážek

Geografické rozložení srážek se vyjadřuje pomocí tzv. *izohyet*, což jsou čáry spojující místa se stejnými úhrny srážek za určité období.

Pro geografické rozložení srážek průměrného ročního úhrnu platí 3 hlavní zásady:

- od oceánu směrem do vnitrozemí srážek postupně ubývá
- s rostoucí nadmořskou výškou, až po tzv. výšku pásma maximálních srážek, srážek nejprve přibývá
- na návětrných svazích horských pásem je srážek více než na závětrných svazích

Dle ročního chodu srážek rozlišujeme tři různé srážkové režimy. Tyto režimy charakterizují vlastnosti sezónního rozdělení atmosférických srážek v daném místě.

Oceánský – je charakteristický převahou srážek v zimním pololetí nad srážkami v letním pololetí.

Kontinentální – charakteristický i pro Českou republiku. Vyznačuje se převahou srážek v letním pololetí nad srážkami v zimním pololetí.

Monzunový – dominuje výraznou dobou dešťů v období letního monzunu a malým množstvím srážek po zbytek roku. [15]

3.5.3 Měření atmosférických srážek

Hlavním úkolem meteorologického měření je určení srážkového úhrnu neboli množství srážek. „*Úhrn (množství) srážek představuje množství vody v kapalném i pevném skupenství spadlém na vodorovnou plochu v daném místě za určitý čas a vyjádřené výškou vodního sloupce nad touto plochou v mm (1 mm srážek odpovídá 1 l vody spadlé na plochu 1m²).*“ [16]

Obecně lze tedy říci, že množství srážek se měří v milimetrech za určitý časový úsek, například za 24 hodin. Přičemž 1 milimetr srážek představuje množství 1 litru vody spadlé na 1 metr čtverečný.

Srážkové úhrny lze měřit pomocí tzv. srážkoměru. Srážkoměr má podobu válce s nálevkou, která svádí všechny srážky dovnitř nádoby. Pokud se jedná o sněhové, či jiné tuhé srážky, nechají se nejprve roztát a následně je změřen objem vody v nádrži. Aby nedocházelo ke zkreslení měření vlivem víření vzduchu, měla by tato nádobka být opatřena ochranou proti větru. Doba trvání srážek představuje časový interval, ve kterém byly pozorovány padající nebo usazené srážky. Intenzita srážek pak představuje množství srážek spadlých za jednotku času. [15]



Obr. 2 : Srážkoměr [15]

Pro následnou registraci časového průběhu padajících kapalných srážek slouží ombrograf (z řeckého *ombros* – déšť).

Při pozorování a následném měření srážek meteorologické stanice určují:

- množství srážek neboli úhrn - výška vodního sloupce v mm. V praxi to znamená -
- 1 mm srážek odpovídá 1 litru vody padlé na plochu 1m².
- intenzita srážek
- doba trvání srážek
- skupenství srážek

Extrém v množství spadlých srážek je nazýván *průtrž mračen*. Průtrži mračen označujeme stav, kdy je naměřeno množství srážek - 45 mm za 30 min, 55 mm za 1 h, 65 mm za 2 h a 70 mm za 3 h. Na našem území byla zaznamenána nejsilnější průtrž mračen v bývalé ČSSR, a to 12. července 1957 na stanici Salka u Nových Zámků, kde za 65 min spadlo 228,5 mm srážek. [17]

Nejvyšší roční úhrn srážek na Zemi	22 990 mm	Čerápundží (Ásam, Indie) 1861
Nejvyšší roční úhrn srážek v ČSSR	2 725 mm	Zbojnická chata (Vysoké Tatry) 1938
Nejvyšší denní úhrn srážek na Zemi	1 870 mm	Cilaos (ostrov Réunion) 15. až 16. března 1952
Nejvyšší denní úhrn srážek v ČSSR	345 mm	Nová Louka (Jizerské hory, 29. až 30. července 1897
Nejnižší roční úhrn srážek na Zemi	0 mm	Iquique (Chile) 14 let nepršelo
Nejnižší roční úhrn srážek v ČSSR	247 mm	Velké Přítočno (okres Kladno) 1933 Skryje (okres Rakovník) 1959

Obr. 3 : naměřené extrémy [17]

Na našem území spadne v průměru za rok 680 mm srážek (1961-1990). Nejdeštivějšími jsou letní měsíce, konkrétně červen, červenec a srpen. V těchto měsících v průměru spadne kolem 87 mm srážek za měsíc. Naopak nejsuššími měsíci jsou leden, únor a březen se zhruba 43 mm za měsíc. Největší množství srážek spadne v horských oblastech, kde je odlišný roční chod. Průměrný roční úhrn obvykle přesahuje 1000 mm. Vyšší srážkové úhrny na horách jsou důsledkem ochlazování vzduchu při jeho vynuceném stoupání na návětrných svazích. Tento jev, za přítomnosti dostatečné vlhkosti podporuje tvorbu oblačnosti a srážek.

V České republice se z hlediska typu povětrnostní situace silné trvalé srážky vyskytují nejčastěji při postupu tlakových níží z Alpské oblasti přes střední Evropu k severovýchodu nebo na zpomalující se studené frontě. Dochází zde k jejímu zvlnění, kdy zůstává nad stejnou oblastí delší dobu relativně bez pohybu. [17]

Extrémy naměřené v ČR

Největší množství srážek trvalého charakteru, a to konkrétně 345 mm za 24 hodin bylo naměřeno dne 29. 7. 1987 v Jizerských horách, na stanici Bedřichov, Nová Louka.

V době povodní na Moravě v roce 1997 bylo naměřeno nejvíce srážek za 24 hodin hned na několika místech. Na stanicích Lysá hora bylo dne 6. 7. 1997 naměřeno množství 234 mm srážek. Na stanici Šance pak 230 mm, na Rejvízu (Zlaté hory) to bylo 214 mm a ve Frenštátu pod Radhoštěm 206 mm.

V Čechách v roce 2002 v době povodní pak bylo nejvíce srážek naměřeno 12. 8. 2002 v Ústeckém kraji, a to na stanicích Cínovec – 312 mm, Český Jiřetín, Fláje 221 mm, Petrovice, Krásný les 210 mm. O den později bylo nejvíce srážek naměřeno v okrese Jablonec nad Nisou, Josefův Důl 270 mm. [17]

3.5.3.1 Měření na stanicích

Na stanicích Českého hydrometeorologického ústavu se srážky měří dvěma způsoby. Manuální měření výšky vodního sloupce odebraného ze srážkoměrné nádoby, nebo také automatickými srážkoměry, které mohou být člunkové nebo váhové. Základní srážkoměrnou síť ČHMÚ (Český hydrometeorologický ústav) tvoří zhruba 535 stanic. Měření srážek se také provádí na stanicích vyššího typu, což jsou stanice meteorologické, klimatologické, letecké a observatoře. Na 335 stanicích se

srážky měří automatizovaně a data jsou odesílána každých 10 minut. Výsledky z manuálního měření jsou zasílány pouze jednou za měsíc v denních úhrnech. Množství srážek se udává v mililitrech a odpovídá litrům na metr čtvereční plochy. Vždy je velmi důležité znát období, ve kterém se měření provádí. [18]

Meteorologické stanice dělíme do tří základních skupin, a to **synoptické, klimatologické a srážkoměrné**.

Synoptické stanice – obsluhovány zaměstnanci ČHMÚ. Pozorovací program je nejrozsáhlejší a měření se provádí nepřetržitě v hodinových intervalech. Data se odesílají každou hodinu přímo do meteorologického centra v Praze. Zde se z těchto dat vytváření synoptické mapy aktuálního stavu počasí a pomocí počítače a zkušeností meteorologů se dále tvoří předpovědi počasí pro nejbližší hodiny a dny.

Klimatologické stanice – jsou obsluhovány dobrovolníky ČHMÚ. Pozorovatelé průběžně sledují a zaznamenávají meteorologické jevy, jejich druh, intenzitu a časový výskyt. Pozorování je prováděno 3x denně v termínech 07, 14 a 21 hodin. Tyto stanice dále dělíme na manuální a automatické. Na manuálních stanicích je měření prováděno ručně pozorovatelem, který následně naměřená data vkládá do počítače.

Srážkoměrné stanice – taktéž jsou obsluhovány dobrovolnými pracovníky ČHMÚ. Pozorovatelé průběžně sledují a zaznamenávají meteorologická data v klimatologickém termínu 07 hod. [19]

4 VÝZKUMNÁ ČÁST

4.1 Charakteristika vybraných stanic



Obr. 4 Poloha vybraných stanic [21]

4.1.1 Meteorologická stanice Liberec

Meteorologická stanice Liberec se nachází na libereckém letišti - 2,5 km západně od centra města, v nadmořské výšce 398 m n. m. Jedná se o leteckou meteorologickou stanici, která patří mezi profesionální. První meteorologické pozorování zde bylo zahájeno v červenci 1946. Do roku 1952 byli pozorovatelé na stanici vojáci, poté již stanici provozovali civilní zaměstnanci. Mezi roky 1949 a 1980 patřila stanice pod odbor letecké meteorologie na letišti v Praze Ruzyni. V roce 1980 byla stanice převedena pod pobočku ČHMÚ v Ústí nad Labem.

V roce 1990 byla liberecká stanice opět zařazena k odboru letecké meteorologie v Praze Ruzyni. V letech 1948 až 1989 byla stanice umístěna v přístavku hangáru a meteorologická zahrádka ležela 150 metrů od ní. V roce 1989 byla stanice přestěhována do mobilní buňky, kde měli pozorovatelé ale ztížené podmínky. Proto se v roce 2001 rozhodlo o výstavbě nové budovy se zahrádkou umístěnou pouze 30 metrů od ní. [20]

V této stanici je nepřetržitý provoz, který zajišťují pracovníci ČHMÚ. V roce 1971 byl uveden do provozu počítač blesků z EGÚ Brno. (Energetický ústav Brno) O několik let později (1977) zde byl instalovaný mrakoměr TNS, který však sloužil pouhé 3 roky. V roce 1982 byl na stanici uveden do provozu pluviograf a půdní teploměry. V následujících letech byla instalována distanční stanice, ceilometr, byla

zahájena počítačová kontrola synopů a měřič výšky oblačnosti IVO. V roce 1987 se na meteorologické stanici začal používat mrazoměr a o rok později byl na stanici zprovozněn nový anemometr AMET. Předávání zprávy CLIMAT bylo zahájeno v roce 1989. Ve stanici se mimo jiné využívá také anemograf SIAP, elektrický psychrometr a od roku 1990 třísložkový anemometr T-01. Rok 1992 byl významný pro instalaci anemografu Fuess s čidlem ve výšce 10 metrů. K automatizaci dat na stanici došlo v roce 1996. [20]



Obr. 5: Meteorologická zahrádka Liberec [20]



Obr. 6: Detektor srážek, stanice Liberec [20]



Obr. 7: Budova meteorologické stanice Liberec [20]

Vysvětlivky:

SYNOP - meteorologický kód na šifrování synoptických pozorování na meteorologických stanicích [24]

pluviograf - přístroj měřící množství a intenzitu srážek [24]

ceilometr - přístroj měřící výšku základny oblaků [24]

anemograf - přístroj měřící a zaznamenávající rychlost a směr větru [24]

psychrometr - přístroj měřící tlak vodní páry a relativní vlhkost vzduchu [24]

4.1.2 Meteorologická stanice Desná – Souš

Meteorologická stanice v Desné se nachází u přehrady Souš, v nadmořské výšce 772 m n. m. I přesto, že tato stanice leží v libereckém kraji, spadá pod ČHMÚ pobočka Praha. Jedná se o srážkoměrnou stanici. Tato meteorologická stanice je v provozu od roku 1960. Od tohoto roku se zde měří teplota a vlhkost vzduchu a množství úhrnů srážek. Měření pro Český hydrometeorologický ústav se provádí každou hodinu. Provoz této stanice je automatizován.

4.1.3 Meteorologická stanice Hejnice – Na Skřivánku

Meteorologická stanice leží na severním úpatí Jizerských hor v nadmořské výšce 396 m n. m. Byla zřízena 1. 10. 1960 a je řazena mezi stanice soukromé. Měření pro Český hydrometeorologický ústav se provádí třikrát denně, i když je stanice skoro tři roky plně automatizovaná. [22]

Od roku 1960 se zde měří srážky a od roku 1968 teplota a další údaje. Čistota ovzduší se na popud meteorologického ústavu monitoruje taktéž od roku 1968. Od roku 1969 se zde měří i teplota vzduchu, vlhkost vzduchu, směr a rychlost větru, stav počasí, oblačnost a stav půdy. V roce 2008 byl na stanici nainstalován automatický srážkoměr. Dokončení automatizace stanice proběhlo v říjnu 2012. [23]



Obr. 8: stanice v roce 1969 [23]



Obr. 9: stanice v roce 2000 [23]

4.2 VÝZKUM

Dle dostupných informací bylo v minulosti provedeno již několik vědeckých výzkumů, zaměřených na analyzování změn klimatu, ať už se jedná o změny celosvětové, evropské či změny v jednotlivých regionech. Nejčastěji zkoumanými veličinami jsou teploty vzduchu, úhrn srážek, výskyt sucha a další významné klimatologické charakteristiky, které ovlivňují jednak vegetaci, ale také významně působí na lidstvo a její činnosti.

Jednou z nejznámějších českých institucí, zabývajících se problémem globálních změn, je Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i. známý také jako CzechGlobe. Činnost tohoto ústavu je zaměřena na problematiku ekologických věd, konkrétně na problém globálních změn. Lenka Hájková, za pomoci zmiňovaného ústavu, provedla výzkum, ve kterém se zabývala konkrétně změnami klimatu v Libereckém kraji za posledních 70 let. Představila dosavadní výsledky projektu Interklim, který analyzoval a modeloval klimatické poměry v česko-saském pohraničí. Zkoumanými roky byly 1961-2100. Klima bylo analyzováno v regionech Saska, Karlovarského, Ústeckého, ale i Libereckého kraje. Výzkum se zaměřil na teplotu vzduchu, úhrn srážek a trvání slunečního svitu. Na základě získaných výsledků byly spočítány jednotlivé klimatologické charakteristiky jako např. počet tropických dní, ledových dní, trvání vegetačního období, počet dní se srážkovým úhrnem nad určitou hranici, vyhodnocení sucha a mnoho dalších agroklimatických a klimatických charakteristik. Tyto charakteristiky hrají totiž významnou roli pro řadu odvětví lidských činností, jakými jsou zemědělství, lesní a vodní hospodářství, cestovní ruch, územní plánování, životní prostředí a jiné. Ze získaných výsledků bylo zjištěno, že došlo ke zvýšení průměrné roční teploty vzduchu o 0,7 stupňů. Vegetační období pro růst rostlin se prodloužilo o 8 dní. Zvýšil se počet letních dní s maximální teplotou vzduchu 25 stupňů a tropických dní, tedy s maximální teplotou vzduchu 30 stupňů a vyšší. Naopak se snížil počet mrazových dní, tedy s minimální teplotou pod 0 stupňů a ledových dní s maximální teplotou pod 0 stupňů. Co se ročního úhrnu srážek týče, ten se dle výzkumu zvýšil o 50 mm, což představuje zvýšení o 7%. Zároveň se zvýšil počet dní se slunečním svitem. Konkrétně v Libereckém kraji udává navýšení slunečního svitu o 211 hodin, oproti například 80. letům.

Druhým tématem, které bude v rámci mé práce zkoumáno, bude otázka sucha. Sucho je totiž dalším klimatickým problémem, který ovlivňuje nejen vegetaci, ale hraje významnou roli pro řadu odvětví lidských činností. Názory na sucho, oproštěné od náboženských představ se u nás začínaly objevovat ve 40. letech 19. století. Publikované práce reagovaly zejména na konkrétní suchou periodu a pokoušeli se objasnit fyzikální příčiny sucha. František Augustin, první profesor meteorologie na pražské univerzitě, publikoval práci „*Sucha v Čechách v době od roku 962-1893.*“ Touto publikací zřejmě reagoval na velice suchý rok 1893, kdy popsal fyzikální podstatu procesů, vedoucích ke vzniku srážek a sucha [25]

Otázkami a výzkumy globálních změn klimatu, tedy i sucha se v několika svých publikacích zabýval i vědecký pracovník CzechGlobe Prof. RNDr. Rudolf Brázdil, DRSc. Spolu s dalšími vědci představil komplexní analýzu trendů časoprostových změn teplot na území dnešní České republiky v období od roku 1961 do roku 2019. Data byla dodána ze 133 stanic Českého hydrometeorologického ústavu. Následně byly vypočteny denní, měsíční a sezónní a roční řady pro čtyři nadmořské výšky a celé ČR, pro které byly vypočteny a analyzovány lineární trendy. Bylo zjištěno, že ve srovnání třech dekád po roce 1990 s normálem z let 1961-1990 bylo každé desetiletí obecně teplejší než předchozí období, přičemž v letech 2011-2019 bylo oteplení obzvláště výrazné. [25]

4.2.1 CÍL VÝZKUMU

Jak již bylo řečeno v úvodu této práce, cílem výzkumu je analýza a vyhodnocení dnů s výskytem úhrnů srážek v Libereckém kraji. Hodnoceny budou počty dnů a sumy srážek. Analyzovány budou jednotlivé roky, a to od roku 1961 do roku 2018. Sběr dat bude probíhat na třech srážkoměrných meteorologických stanicích v Libereckém kraji. Konkrétně se jedná o meteorologická stanice Liberec, meteorologická stanice Hejnice a srážkoměrná stanice Desná – Souš. Poté budou vyhodnoceny počty dní se srážkami nad 1 mm a se srážkami nad 10 mm.

Dalším tématem, na které se ve své práci zaměřím, bude sucho. Budou nás zajímat nejsušší roky z vybraného zkoumaného vzorku let, tedy od roku 1961 do roku 2018.

4.2.2 VÝZKUMNÝ SOUBOR

Výzkumným souborem budou data, získaná ze třech meteorologických stanic Libereckého kraje. Pro co nejobektivnější data byly vybrány stanice, ležící na různých místech libereckého kraje, s rozdílnou nadmořskou výškou. Sběr dat bude probíhat v časovém intervalu od roku 1961 do roku 2018. Zkoumaným vzorkem tedy bude konkrétně 58 let. Měření a pozorování bude probíhat každý den. Jelikož je meteorologická stanice v Liberci, konkrétně na libereckém letišti, jako jediná stanicí profesionální, s nepřetržitým provozem, budou zaznamenávána data ze stejného časového termínu, a tím je 7. hodina ranní. Získaná data poté budou zobecněna na jednotlivé měsíce, konkrétně nás tedy bude zajímat, kolik dní v měsíci se vyskytovaly srážky s množstvím úhrnů nad 1 mm a kolik dní s množstvím úhrnů nad 10 mm. Výzkumný vzorek tedy bude tvořit 24 hodnot v každém roce z každé meteorologické stanice. Dohromady sběrem dat získáme 4176 hodnot za 58 let pozorování.

4.2.3 POUŽITÁ METODA

4.2.3.1 Kvantitativní výzkum

Obecná definice

Kvantitativní výzkum představuje strukturovaný a ucelený proces, vycházející zpravidla z teorie, na základě které je vytvořena hypotéza a následně je ověřena pomocí statistických metod. Nejčastěji používanou logickou operací je dedukce. Ještě před započítím vlastního výzkumu je zapotřebí znát proměnné i postup, za pomoci kterého budeme získaná data interpretovat.

V rámci kvantitativního výzkumu pracujeme nejčastěji s daty číselnými, tedy numerickými, jakými jsou hmotnost, délka, teplota, rychlost a mnoho dalších. Je tedy nutné, abychom používali taková měření, která jsou validní, tedy měří to, co měřit mají. Data jsou vybírána náhodně a ve velkých vzorcích. Jsou získávána pomocí pozorování, experimentů nebo rozhovorů. Následně jsou data, pomocí souboru statistických metod, vypočtena pro určité nálezy.

Cílem tohoto výzkumu je zjištění vztahu mezi proměnnými. V praxi to znamená, že zjišťujeme, kolik nebo kolikrát se objevuje určitý jev, nikoliv proč se vykytuje. Za pomoci testování hypotéz se snaží najít i budoucí odpovědi.

Velkou výhodou kvantitativního výzkumu je možnost testování a validizace teorie, zobecnování výsledků na populaci, možnost eliminace rušivých proměnných a prokázání příčinného vztahu. Představuje poměrně rychlý a přímočarý sběr dat. Další velkou výhodou je, že poskytuje přesná numerická data, která umožňují jejich rychlou analýzu. Výsledky jsou v kvantitativním přístupu nezávislé na výzkumníkovi.

Naopak nevýhodami mohou být redukcionismus, který může vést k opomenutí některých fenoménů, protože se soustředíme jen na testování určité teorie, nikoliv jejího rozvoje. Ačkoliv je zobecnění výhodou, výsledky mohou být naopak příliš obecné a abstraktní pro přímou aplikaci v daných podmínkách. [33]

Metody využívané v rámci kvalitativního výzkumu:

- statistické šetření
- experiment
- analýza oficiálních statistik
- strukturované pozorování
- obsahová analýza dle přesného kódovacího schématu

Kvantitativní výzkum zahrnuje následující fáze:

- stanovení obecného tvrzení neboli teorie - za pomoci studia odborné literatury a dostupných zdrojů
- vytvoření hypotéz pomocí dedukce
- definice toho, co potřebujeme zjistit, abychom mohli testovat hypotézy
- výběr testovaného vzorku
- samotný sběr dat za pomoci pozorování a měření
- ověření hypotéz
- verifikace – vztahení výsledků zpět k teoretickému základu výzkumu [33]

VYUŽITÍ PŘI MÉM VÝZKUMU

Použitou metodou v mé práci bude tedy kvantitativní výzkum. Budou zkoumány dvě proměnné, a to dny s úhrny srážek nad 1 mm a s úhrny srážek nad 10 mm.

Data budou získávána pozorováním a měřením z vybraných meteorologických stanic, které jsou na různých místech a v různých nadmořských výškách. Konkrétně se

budou data zaznamenávat každý den, v 7 hodin ráno, po celý rok. Jelikož se jedná o kvantitativní výzkum, kdy jsou data získávána v rozsáhlých vzorcích, budou následně zobecněna na jednotlivé měsíce ve vybraných rocích, a to tedy od roku 1961 do roku 2018.

Na základě získaných dat budou výše uvedené proměnné mezi sebou porovnány. Bude nás zajímat četnost výskytu jednotlivých proměnných v roce, zda některá v roce zastoupena ve více dnech a další. Na základě četnosti výskytu proměnných v jednotlivých rocích poté budeme schopni určit, které roky byly v libereckém kraji nejsušší. Konkrétně můžeme i analyzovat, které měsíce v roce jsou nejsušší.

Pro přehlednější interpretaci výsledků budou naměřená data promítnuta v tabulkách a grafech.

4.2.4 HYPOTÉZA

Dle informací z dostupných zdrojů, tedy odborné literatury a provedených výzkumů, se s postupem času, nejen v České republice, objevuje stále méně dnů s atmosférickými srážkami, a naopak stále více suchých dní. Naše hypotézy tedy vychází nejen z dostupných informací, ale i z našich zkušeností.

Hypotéza 1:

Počet dnů se srážkovými úhrny nad 1 mm se bude snižovat. Naopak dnů se srážkovými úhrny nad 10 mm bude růst.

Hypotéza 2:

Dnů s množstvím srážkových úhrnů nad 1 mm bude v měsíci více, než s množstvím nad 10 mm.

Hypotéza 3:

Největší množství dnů se srážkami obecně bude naměřeno v nejvýše položené meteorologické stanici, a to Desná – přehrada Souš.

Hypotéza 4:

V letních měsících bude počet dnů se srážkovými úhrny obecně méně, než v ostatních měsících.

Hypotéza 5:

Suchých dní bude s postupem času přibývat. Extrémně suchých let bude zřejmě po roce 2000 více, než kolem roku 1961.

4.3 VÝSLEDKY VÝZKUMU

4.3.1 POČET DNŮ SE SRÁŽKAMI NAD 1 mm

Srážkoměrná stanice Desná – přehrada Souš - 772 m n. m.

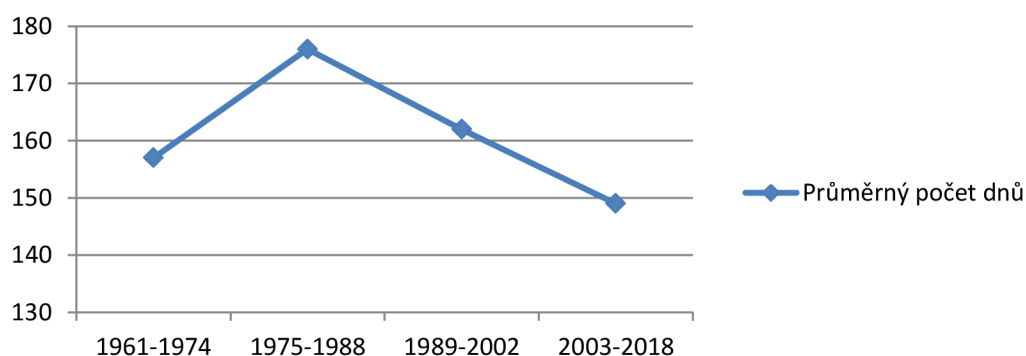
Tab. 1: výsledky měření z meteorologické stanice Desná - Souš od roku 1961-2018

ROK	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
POČET DNŮ	161	152	124	136	171	170	161	170	135	184	142	172	156	169	141
ROK	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
POČET DNŮ	153	171	166	158	183	188	134	156	160	171	148	174	190	145	166
ROK	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
POČET DNŮ	144	149	163	160	180	152	161	193	160	157	175	163	125	168	157
ROK	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018		
POČET DNŮ	159	156	152	149	156	140	156	149	129	143	158	177	117		

Shrneme-li výsledky z výše uvedené tabulky, v meteorologické stanici Desná u přehrady Souš v nadmořské výšce 772 m n. m., bylo nejméně dnů s úhrny srážek nad 1 mm naměřeno v roce **1963**, **1982** a v roce **2018**. Vůbec nejmenší počet dnů zaznamenal poslední rok našeho výzkumu, a to rok **2018**, s pouhými **117 dny**.

Naopak nejvíce dnů s úhrny srážek nad 1 mm zaznamenaly, na této stanici, v roce 1998, a to konkrétně 193 dnů.

Průměrný počet dní s množstvím úhrnů srážek nad 1 mm v jednotlivých rocích meteorologická stanice Desná - Souš



Graf 1: průměrný počet dní s množstvím úhrnů srážek nad 1 mm v jednotlivých rocích (Desná – Souš)

Meteorologická stanice Liberec - 398 m n. m.

Tab. 2: výsledky měření z meteorologické stanice Liberec od roku 1961-2018

ROK	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
POČET DNŮ	138	127	111	115	158	146	131	150	108	155	126	116	121	143	104
ROK	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
POČET DNŮ	115	139	142	133	142	154	104	131	128	104	141	140	150	120	124
ROK	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
POČET DNŮ	108	112	129	135	153	118	133	156	145	141	150	133	98	146	139
ROK	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018		
POČET DNŮ	133	134	128	144	145	121	136	138	114	116	143	154	90		

Na meteorologické stanici v Liberci, na libereckém letišti, bylo nejméně dnů naměřeno v roce 2018, a to pouhých 90 dnů. Dalšími roky s nejmenším počtem dnů byly rok 1975 a 1985, se shodným počtem 104 dnů.

Rok 1965 byl naopak rokem s nejvíce dny s úhrny srážek nad 1 mm. V tomto roce bylo zaznamenáno 158 deštivých dnů.

Meteorologická stanice Hejnice – Na Skřivánku - 396 m n. m.

Tab. 3: výsledky měření z meteorologické stanice Hejnice od roku 1961-2018

ROK	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
POČET DNŮ	143	139	124	121	163	159	140	157	108	155	135	118	135	155	120
ROK	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
POČET DNŮ	116	154	146	136	150	151	112	131	132	164	135	148	161	119	128
ROK	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
POČET DNŮ	120	125	149	146	155	135	133	161	142	150	158	131	109	146	143
ROK	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018		
POČET DNŮ	133	140	148	149	137	114	130	131	114	114	144	150	89		

4.3.2 POČET DNŮ SE SRÁŽKAMI NAD 10 mm

Srážkoměrná stanice Desná – přehrada Souš - 772 m n. m.

Tab. 4: výsledky měření z meteorologické stanice Desná - Souš od roku 1961-2018

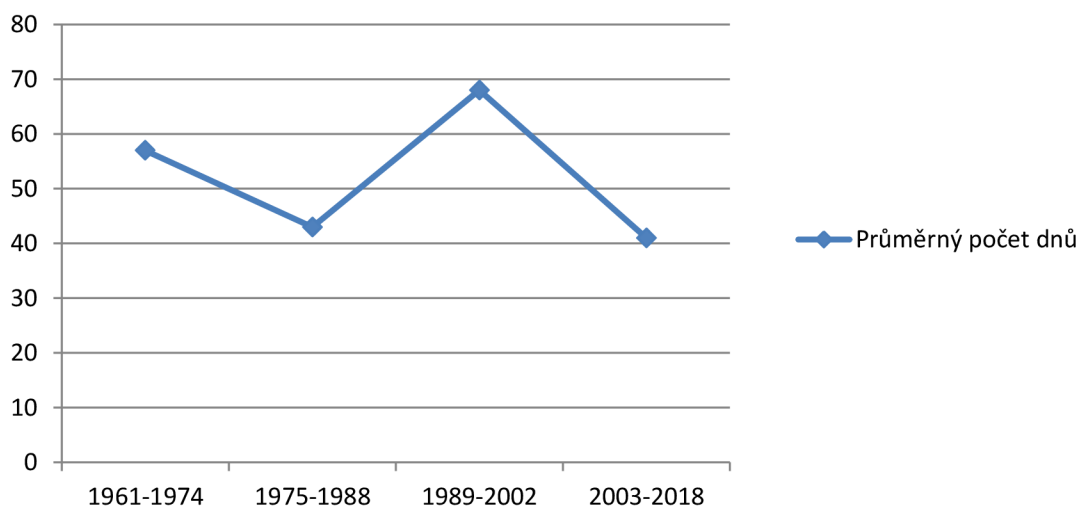
ROK	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
POČET DNŮ	44	50	26	46	44	51	51	45	34	47	39	22	50	64	36

ROK	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
POČET DNŮ	30	48	48	43	48	62	29	48	40	40	47	40	50	36	36

ROK	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
POČET DNŮ	34	43	55	48	55	35	49	63	44	49	57	51	31	48	49

ROK	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
POČET DNŮ	50	49	37	40	49	44	41	44	33	37	31	40	33

Průměrný počet dní s množstvím úhrnů srážek nad 10 mm v jednotlivých rocích meteorologická stanice Desná - Souš



Graf 2: průměrný počet dní s množstvím úhrnů srážek nad 10 mm v jednotlivých rocích (Desná – Souš)

Meteorologická stanice Liberec - 398 m n. m.

ROK	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
POČET DNŮ	25	17	12	18	22	34	25	25	17	28	20	12	17	29	14

ROK	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
POČET DNŮ	14	23	22	24	22	35	10	17	26	19	32	19	25	15	16

ROK	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
POČET DNŮ	16	15	26	23	23	24	27	28	15	22	24	28	15	13	21

ROK	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
POČET DNŮ	18	26	28	31	36	25	23	23	20	18	15	26	15

Tab. 5: výsledky měření z meteorologické stanice Liberec od roku 1961-2018

Meteorologická stanice Hejnice – Na Skřivánku - 396 m n. m.

Tab. 6: výsledky měření z meteorologické stanice Hejnice od roku 1961-2018

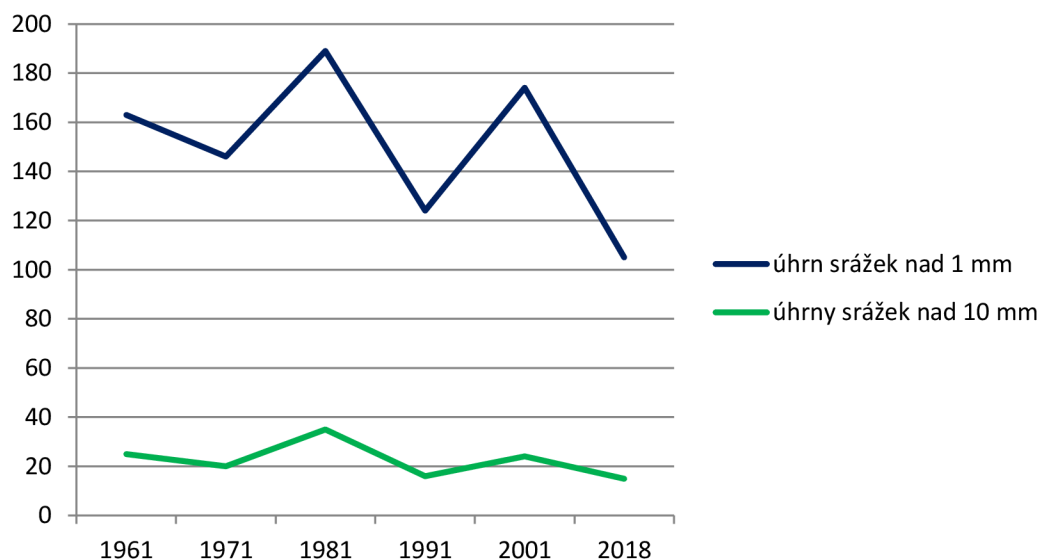
ROK	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
POČET DNŮ	27	29	19	24	24	33	24	27	22	29	25	17	20	36	28

ROK	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
POČET DNŮ	23	32	35	30	30	35	14	21	24	25	36	29	29	24	15

ROK	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
POČET DNŮ	26	24	31	28	29	35	36	63	19	32	40	26	22	33	38

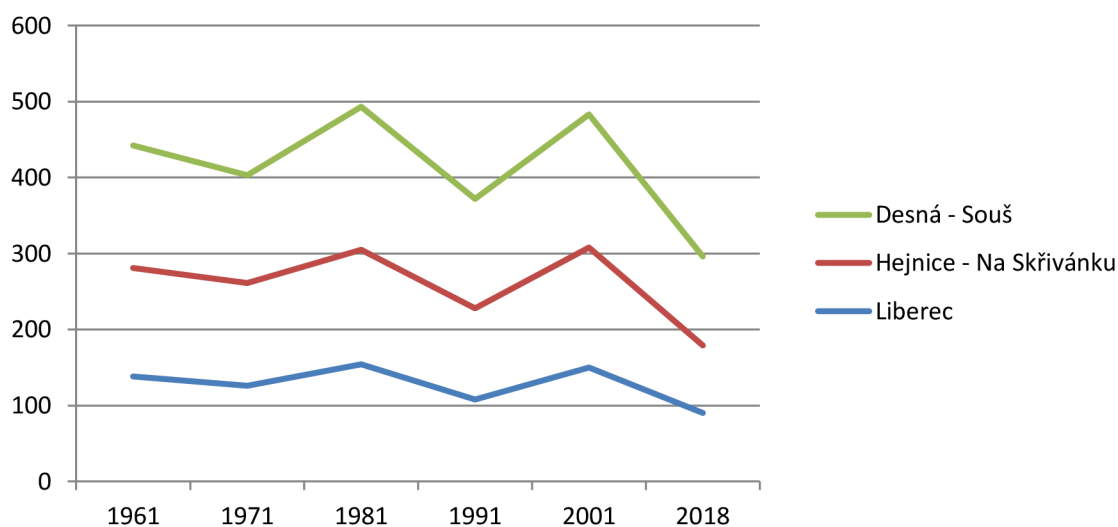
ROK	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
POČET DNŮ	28	29	28	35	38	26	30	29	22	17	25	25	21

Při obecném porovnání množství dnů s úhrny srážek nad 1 mm a nad 10 mm, je dle grafu zřejmé, že dnů s množstvím úhrnů srážek nad 1 mm je v jednotlivých měsících, potažmo i letech, o dost více, než dnů s množstvím srážek nad 10 mm.



Graf 3: porovnání počtů dnů s úhrny srážek nad 1 mm a 10 mm

Pokud mezi sebou porovnáme jednotlivé meteorologické stanice, v Desné – u přehrady Souš, byl vždy naměřen nejvyšší počet dnů s množstvím úhrn srážek nad 1 mm i nad 10 mm.



Graf 4: porovnání vybraných meteorologických stanic

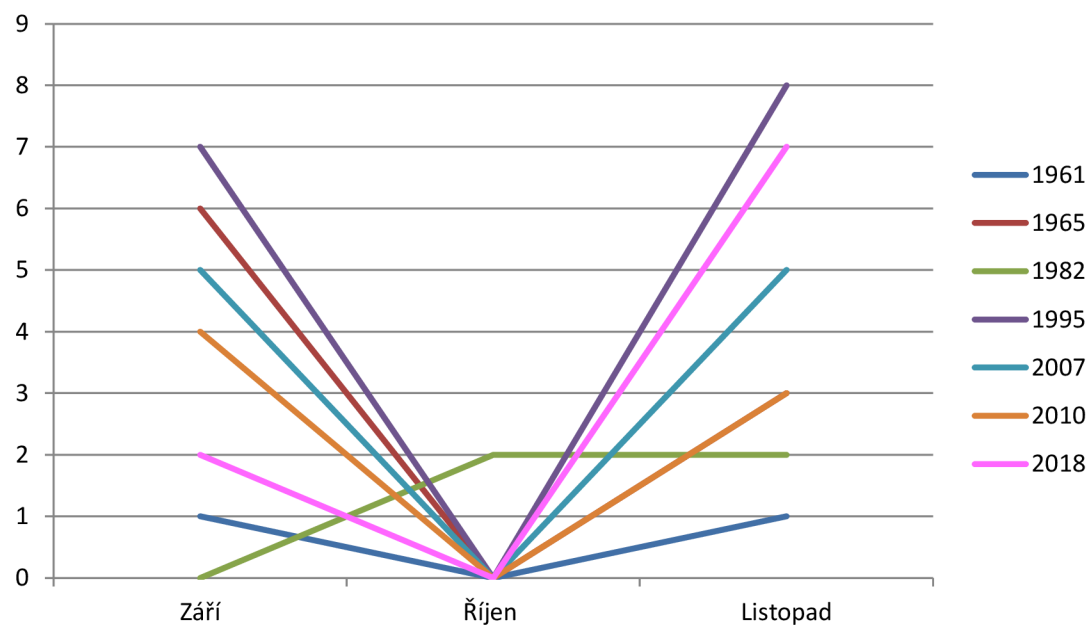
Při detailnějším průzkumu naměřených výsledků, jsme byli schopni určit i měsíce s nejmenším počtem srážek.

Co se týče dnů s úhrnem srážek nad 1 mm, nejnižší počet se opakoval převážně v měsících červenci a září.

Ohledně dnů s úhrny srážek nad 10 mm, byly září a říjen měsíce s nejmenším počtem dnů. Dokonce jsme v určité roky zaznamenali i 0 dnů s úhrny srážek nad 10 mm. Konkrétně v říjnu v roce 1961, 1965, 1995, 2007 a 2010 nebyl, ani na jedné z vybraných meteorologických stanic, zaznamenán jediný den s úhrnem srážek nad 10 mm. V roce 1982 bylo září s nulovým počtem dnů. V roce 2018 to byl listopad, kdy nebyl naměřen jediný den.

Tab. 7: porovnání měsíců s nejnižším počtem dnů s úhrny srážek nad 10 mm

	1961	1965	1982	1995	2007	2010	2018
září	1	6	0	7	5	4	2
říjen	0	0	2	0	0	0	0
listopad	1	3	2	8	5	3	7



Graf 5: měsíce s nejnižším počtem dnů s množstvím úhrnů srážek nad 10 mm

4.3.3 Nejsušší roky

Za nejsušší roky lze označit ty, během kterých se konstantně vyskytoval nejmenší počet dnů s úhrny srážek obecně. Za nejsušší roky bychom mohli označit rok 1963, který se několikrát promítl v našich výsledcích jako rok, s jedním z nejnižších počtů dní s úhrny srážek. Dalším takovým rokem byl rok 1972, 1982 a zajisté rok 2018. Rok 2018 byl rokem s vůbec nejnižším počtem dnů s množstvím úhrnů srážek nad 1 mm.

5 Diskuze

Tato bakalářská práce byla zaměřena na zkoumání a porovnání množství úhrnu srážek v Libereckém kraji. Na vybraném vzorku tří meteorologických stanic v Libereckém kraji s odlišnou nadmořskou výškou. Zkoumaným obdobím byly roky 1961 až 2018. Byly analyzovány především dny s množstvím úhrnů srážek nad 1 mm a 10 mm. Ze získaných výsledků byly stanoveny počty dnů se srážkovými úhrny v jednotlivých měsících a následně i letech. Což umožnilo mezi sebou porovnat měsíce a i roky. Zároveň ověřit, zda má na počet dnů se srážkami vliv nadmořská výška. Analyzovány byly i roky s nejnižším počtem srážek, tedy nejsušší roky.

Na počátku výzkumu byly stanoveny hypotézy, které byly následně ověřovány na konkrétních datech.

Provedená analýza potvrdila, že došlo k poklesu trendu srážek nad 1 mm, počet dnů se srážkami nad 1 mm se v posledním období snížil.

Na datech z jedné ze stanic, a to konkrétně v Desné u přehrady Souš je zřejmé, že na počátku 70. let byl průměrný počet dní relativně vysoký, pohyboval se pod hranicí 160 dnů za rok. Mezi lety 1974 až 1988 jeho počet relativně vzrostl, ale od roku 1998 se průměrný počet dnů s množstvím úhrnů nad 1 mm stále snižoval. Nejmenší počet dnů se srážkami byl zaznamenán v roce 2018. V tomto roce bylo naměřeno pouhých 117 dnů.

Nebylo tedy prokázáno, že v posledních letech došlo k nárůstu vydatnějších srážek v Libereckém kraji.

Analýza také potvrdila vyšší četnost srážek nad 1 mm oproti srážkám nad 10 mm. Ani v posledních letech nedošlo k nárůstu počtu dnů se srážkami nad 10 mm (intenzivnější srážky), jejich výskyt je stále nižší než dnů se srážkami nad 1 mm.

Průměrný počet dnů s úhrnem srážek nad 1 mm se pohyboval v rozmezí 120-180. Oproti tomu dnů s intenzivnějšími srážkami, tedy nad 100 mm, bylo naměřeno v rozmezí od 15-40 dnů.

Analýzou byl dále potvrzen růst úhrnů srážek se zvyšující se nadmořskou výškou. Na nejvýše položené meteorologické stanici v Desné u přehrady Souš byl konstantně zaznamenán nejvyšší počet dnů se srážkami nad 1 i 10 mm. Konkrétně u

počtů dnů se srážkami nad 1 mm bylo na meteorologické stanici v Desné – Souš naměřeno v průměru kolem 160 dnů, na meteorologické stanici v Liberci 130 dnů a na meteorologické stanici v Hejnicích 140 dnů. Dnů se srážkami nad 10 mm bylo v průměru v Desné naměřeno kolem 40, v Liberci kolem 20 a v Hejnicích kolem 28.

Analýza taktéž ukázala, že v Libereckém kraji je nejsušším měsícem říjen. Například v říjnu roku 1961, 1965, 1995, 2007, 2010 a 2018 nebyl naměřen jeden jediný den se srážkami nad 10 mm. Dalšími nejsuššími měsíci v našem kraji jsou září a červenec.

Výše uvedené roky jsou zároveň tedy těmi nejsuššími. Nárůst sucha je patrný u všech zkoumaných stanic.

6 Závěr

Analýza počtu srážkových dnů v Libereckém kraji ukázala na jejich pokles v posledních letech. Kupříkladu dříve se průměrný počet dnů s množstvím srážek nad 1 mm pohyboval kolem hranice 170 dnů za rok, a v roce 2018 byl jen kolem 100 za rok. Pokles srážkových dní je v souladu s výsledky dalších výzkumů (Brázdil, Trnka, 2015). V letních obdobích přibývá doporučení šetřit vodou, zalévat jen nasbíranou dešťovou vodou, nenapouštět zbytečně bazény, nepoužívat zavlažovací systémy a další. Extrémně suché dny, někdy i měsíce, mají dopad na řadu lidských činností, ať už se jedná o zemědělství, hospodářství, rybolov, cestovní ruch, ale i nás samotné.

Bylo prokázáno, že průměrná roční teplota se za posledních několik let zvýšila o přibližně o 1 stupeň a má po dobu dalších 50 let vzrůst až o 5 stupňů. Naše planeta se stále více otepluje. Oteplení má výrazný vliv i na sněhové srážky, kterých je čím dál méně. O tom, že jsou v posledních letech zimy mírnější, jsme se mohli přesvědčit i sami. Dříve bylo normální, že během zimních měsíců napadlo až několik desítek centimetrů sněhu. Nyní je tento jev, i ve vyšších nadmořských výškách, ojedinělý. I v horských oblastech mají nyní provozovatelé vleků problémy s přírodní sněhovou pokrývkou a je zapotřebí využívat zasněžovací techniky.

Osobně si myslím, že bychom jako společnost, mohli razantnímu přibývání suchých dní do určité míry pomoci. Nepodnikat kroky, které zbytečně naši planetu ještě více oteplují. Měli bychom začít více šetřit s pitnou vodou, určitě se nikdo z nás nechce dožít dne, kdy zdroje pitné vody dojdou. V poslední době se klade veliký důraz na výstavbu nových domů. Kvůli developerských projektům jsou káceny stromy, ničeny louky, zužovány potoky atd. a na těchto místech následně vystavěny obchodní domy, polyfunkční domy. Území s deštnými pralesy je stále menší. Kácením stromů a výstavbou nových domů ale bohužel přírodě nijak neprospíváme. Myslím, že bychom se měli více starat o svou přírodu, o zeleň, dokud tu ještě nějaká je.

7 Použitá literatura

- [1] ELEKTRONICKÝ METEOROLOGICKÝ SLOVNÍK [online]. [cit. 2022-01-20]. Dostupné z: <<http://slovník.cmes.cz/vyklad/cs/p>>
- [2] IS.MUNI.CZ [online]. [cit. 2022-01-20]. Dostupné z: <is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz_geogr/web/pages/05-klima.html>
- [3] ZSKRTINY.CZ [online]. [cit. 2022-01-15]. Dostupné z: <zskrtiny.cz>
- [4] ZSLUCANY.CZ [online]. [cit. 2022-01-17]. Dostupné z: <zslucany.cz>
- [5] GEOGRAPHY.UPOL.CZ [online]. [cit. 2022-01-03]. Dostupné z: <<https://geography.upol.cz/soubory/studium/e-ucebnice/978-80-244-3893-1.pdf>>
- [6] BRÁZDIL, R., TRNKA, M. A KOLEKTIV. *Historie počasí a podnebí v českých zemích XI: Sucho v českých zemích: minulost, současnost a budoucnost*. Centrum výzkumu globální změna Akademie věd České republiky, v.v.i., Brno, 2015, 402 s., ISBN: 978-80-87902-11-0.
- [7] WHITE, D. A. (ed.) 2005. *Drought and Water Crises: Science, Technology and Management Issues*, CRC Press, Boca Raton, FL [online]. [cit. 2022-01-03]. Dostupné z: <<https://www.intersucho.cz/cz/o-suchu/co-je-sucho/>>
- [8] CHMI.CZ. [online]. [cit. 2022-11-18]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/Definice_sucha.html>
- [9] WILHITE, D. A., VANYARKHO, O. V. *Drought: Pervasive Impacts of a Creeping Phenomenon*. Drought Mitigation Center Faculty Publications, 2000, [online]. [cit. 2022-01-09]. Dostupné z: <<http://digitalcommons.unl.edu/droughtfacpub/71>>
- [10] DOLNIMESTO. CZ [online]. [cit. 2022-01-09]. Dostupné z: <https://www.dolnimesto.cz/assets/File.ashx?id_org=2974&id_dokumenty=8576>
- [11] SEIFERT, V. *Rozumíme počasí?*. Praha: ARTIA, 1987, 192 s., ISBN 59-313-82.

- [12] KEMEL, M. *Klimatologie, meteorologie, hydrologie*. Vydavatelství ČVUT, Praha, 2016, 290 s., ISBN 80-01-01456-8.
- [13] ENCYKLOPEDIA.CZ [online]. [cit. 2022-12-09]. Dostupné z: <encyklopedie.pocasi.meteoaktuality.cz>
- [14] ŽALUD, Z.: *Bioklimatologie*. Mendelova univerzita v Brně, 2015, 167 s., ISBN 918-80-7509-189-5.
- [15] METEOCENTRUM.CZ. *Encyklopedie srážky*. [online]. [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: < <https://www.meteocentrum.cz/encyklopedie/srazky> >
- [16] EDU.TECHMANIA.CZ. *Atmosférické srážky* [online]. c2007, [cit. 2022-01-20]. Dostupné z: <<http://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/meteorologie/atmosfericke-srazky>>
- [17] CHMI.CZ. *Územní srážky* [online]. [cit. 2022-01-21]. Dostupné z: <<https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky>>
- [18] TOLASZ, R. *Měření srážek na stanicích ČHMÚ*. [online]. c 2010 [cit. 2022-03-08]. Dostupné z: < https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/casmz/assets/2018/chmu_mz_4-18.pdf >
- [19] MARUSKA.OZDOZ.COM. *Meteorologické stanice*. [online]. c2007-2022, [cit. 2021-12-29]. Dostupné z: < https://www.maruska.ordoz.com/meteorologie/meteorologicke_stanice >
- [20] SKŘIVÁNEK, J.: *Historie Letecké meteorologické stanice na letišti v Liberci* [online]. c2001, [cit. 2021-12-25]. Dostupné z: <<http://www.cmes.cz/cs/node/408>>
- [21] MAPY.CZ [online]. [cit. 2021-11-25]. Dostupné z: <<https://mapy.cz/zakladni?x=14.9757700&y=50.7172784&z=11&q=LIBEREC&source=muni&id=1818&ds=2> >

- [22] LIDOVKY.CZ [online]. c2022, [cit. 2022-11-11]. Dostupné z: <<http://lidovky.cz/>>
- [23] CHMUUL.ORG [online]. [cit. 2022-15-11]. Dostupné z: <chmuul.org>
- [24] SOBÍŠEK, B. a kolektiv: *Meteorologický slovník výkladový a terminologický*. Ministerstvo životního prostředí České republiky, Praha, 1993, 594 s. ISBN 80-85368-45-5.
- [25] TRNKA M., BALEK J., BRÁZDIL R., DUBROVSKÝ M., FITZINGER J., HLAVINKA P., CHUCHMA F., MOŽNÝ M., PRÁŠIL I., RŮŽEK P., SEMERÁDOVÁ D., ŠTĚPÁNEK P., ZAHRADNÍČEK P., ŽALUD Z. *Observed changes in the agroclimatic zones in the Czech Republic between 1961 and 2019. Plant Soil Environ.* [online]. [cit. 2022-15-11]. Dostupné z: <https://www.agriculturejournals.cz/web/pse.htm?type=article&id=327_2020-PSE>
- [26] AGUARDO, E., BURT J. E. *Understanding weather & klima*. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, 2007, 4th ed., 562 p. ISBN 0-13-149696-4
- [27] CLIMATECHANGEPOST.COM. *Czech republic droughts* [online]. c2022, [cit. 2022-01-15]. Dostupné z: < <https://www.climatechangepost.com/czech-republic/droughts/> >
- [28] CMES.CZ. *Česká meteorologická společnost* [online]. [cit. 2022-01-23]. Dostupné z: < <http://www.cmes.cz/cs/node/408>>
- [29] DROUGHT.UNL.EDU. *Types of drought* [online]. c2022, [cit. 2022-01-23]. Dostupné z: < <https://drought.unl.edu/Education/DroughtIn-depth/TypesofDrought.aspx>>
- [30] INFOMET. [online]. [cit. 2022-02-21]. Dostupné z: <<http://www.infomet.cz/>>
- [31] KLIMAWEB.CZ. *Konvekční a vrstevnaté srážky*. [online]. c2022, [cit. 2022-02-21]. Dostupné z: <<http://www.klimaweb.cz/konvekcni-a-vrstevnate-srazky>>
- [32] SUCHO.EU. *Biosucho* [online]. c2006, [cit. 2022-01-06]. Dostupné z: < <http://www.sucho.eu/> >

[33] WIKISOFIA.CZ [online]. c2006, [cit. 2022-01-10]. Dostupné z:
< https://wikisofia.cz/wiki/Kvantitativn%C3%AD_v%C3%BDzkum >