



**MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ
FAKULTA**
Univerzita Karlova

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Andrea Pešková

**Klimatické klasifikace pro území České
republiky**

Katedra fyziky atmosféry

Vedoucí bakalářské práce: doc. Mgr. Michal Žák, Ph.D.

Studijní program: Fyzika (B1701)

Studijní obor: FOF (1701R026)

Praha 2023

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů, literatury a dalších odborných zdrojů. Tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona v platném znění, zejména skutečnost, že Univerzita Karlova má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona.

V dne

Podpis autora

Poděkování

Ráda bych poděkovala doc. Mgr. Michalu Žákovi, Phd. za odborné vedení, trpělivost a ochotu, které mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnoval. Dále bych chtěla poděkovat Bc. Lukáši Juráskovi za obeznámení a praktickou pomoc se softwarem, ve kterém byla tato práce napsána, Michaelu Minarčíkovi za překlad zdrojů z ruského jazyka a tátovi, Ing. Janu Peškovi, za korekturu textu. V neposlední řadě děkuji rodině za podporu v průběhu celého studia.

Název práce: Klimatické klasifikace pro území České republiky

Autor: Andrea Pešková

Katedra: Katedra fyziky atmosféry

Vedoucí bakalářské práce: doc. Mgr. Michal Žák, Ph.D., Katedra fyziky atmosféry

Abstrakt: Bakalářská práce se zabývá klasifikacemi klimatu na území České republiky. Poskytuje přehled stávajících klimatických klasifikací používaných pro toto území. Představen je koncept zpracování družicových dat jakožto alternativní přístup k tvorbě klasifikací klimatu. Na základě družicových dat radiální bilance, globálního záření a množství oblačnosti, jsou metodou hierarchického shlukování vytvořeny nové klasifikace podnebí pro Českou republiku. Ukazuje se, že ve všech případech vyčleněné klimatické jednotky odrážejí především členitost terénu a zvětšující se kontinentalitu podnebí v jihozápadním směru.

Klíčová slova: klima, klimatické klasifikace, satelitní data, radiální bilance, shluková analýza

Title: Climate classifications for the Czech Republic territory

Author: Andrea Pešková

Department: Department of Atmospheric Physics

Supervisor: doc. Mgr. Michal Žák, Ph.D., Department of Atmospheric Physics

Abstract: This bachelor's thesis discusses climate classification of the Czech Republic territory, providing an overview of the existing climate classifications used for the area. The concept of satellite data processing is presented, as an alternative approach to climate classification. Based on satellite data of net radiation, incoming solar radiation and fractional cloud cover, new climate classifications for the Czech Republic are created using a hierarchical clustering method. The results show that in all cases, the identified climate units primarily reflect the terrain and increasing continentality of climate in the southwest direction.

Keywords: climate, climate classification, satellite data, radiation budget, cluster analysis

Obsah

1	Úvod	3
I	Teoretická část	4
2	Definice klimatu	5
2.1	Klimatický systém	6
3	Klasifikace klimatu	7
3.1	Köppenova klasifikace	7
3.1.1	Köppenova klasifikace v praxi	12
3.1.2	Köppenova-Trewartha klasifikace	12
3.2	Quittova klasifikace	13
3.2.1	Quittova klasifikace území České republiky	16
3.3	Klasifikace Atlasu podnebí Československé republiky	18
3.4	Agronomické rajonizace	21
3.4.1	Langova klasifikace	22
3.4.2	Minářova klasifikace	22
3.4.3	Agroklimatická klasifikace	23
3.4.4	Klasifikace podle Moravce a Votýpky	25
3.5	Bergova klasifikace	25
3.6	Klasifikace na základě družicových dat	28
3.6.1	Klasifikace klimatu podle radiační bilance zemského povrchu	28
II	Praktická část	31
4	Data	32
4.1	Použitá data	32
4.2	Chybějící data	33
5	Metodika	35
5.1	Porovnání s již existující klasifikací	35
5.2	Shluková analýza	35
5.3	Použitý software	37
6	Výsledky a diskuse	39
6.1	Klasifikace přímým stanovením mezních hodnot	39
6.2	Klasifikace metodou shlukové analýzy	43
6.2.1	Radiační bilance zemského povrchu	45
6.2.2	Globální záření při povrchu Země	47
6.2.3	Množství oblačnosti	50

7 Závěr	53
III Přílohy	63
A Obrázky	64
B Mapy	65
C Tabulky	73

1. Úvod

Pod pojmem *klima* se obvykle rozumí dlouhodobý charakter počasí v daném místě. Představuje stav komplexního a velice složitého systému, který je ovlivňován velkým množstvím nejrůznějších, vzájemně provázaných faktorů. Klimatické klasifikace se v těchto spleťtých systémech pokouší hledat jisté vzorce a podobnosti, na základě nichž by bylo možné zjednodušit analýzu a pochopení získávaných dat. První pokusy o rozdělení světa do regionů s podobnými přírodními podmínkami jsou datovány už do dob antického Řecka. Novodobé klimatické klasifikace potom vznikaly převážně na přelomu 19. a 20. století, v období 2. průmyslové revoluce.[1] Od té doby bylo klasifikací klimatu vytvořeno několik desítek. Liší se v zohledňovaných meteorologických prvcích, v samotné konstrukci i v přístupu k výkladu zpracovávaných datových souborů. Jelikož nelze zhotovit klasifikaci založenou na všech charakteristikách, které klima ovlivňují, je u klimatické klasifikace řídicím kritériem pro výběr zohledňovaných veličin vždy účel, za kterým je vytvářena.

V této práci je sepsán přehled klasifikací klimatu nejčastěji používaných pro území České republiky. Zahrnuty jsou klasifikace přímo vytvořené pro Českou republiku i globální klasifikace, které lze na Českou republiku aplikovat. Představen je také koncept zpracování družicových dat jakožto alternativní přístup k tvorbě klimatických klasifikací.

Na základě družicových dat radiační bilance povrchu Země je vytvořena nová klasifikace podnebí pro území České republiky. K vytvoření klasifikace jsou zvoleny dva přístupy – porovnáním rozložení průměrných měsíčních hodnot radiační bilance s Quittovou, na Českém území nejpoužívanější, klasifikací a metodou hierarchického shlukování radiačních dat. Shlukování je provedeno také pro družicová data globálního záření a množství oblačnosti.

Výhoda využití družicových dat oproti pozemským pozorováním leží v dostupnosti měření v oblastech oceánů a obecně v místech s nedostačující staniční sítí. Družicová data nejsou závislá na místě měření, čímž je minimalizován vliv překážek, zastínění a jiných pozemských komplikací. Předností je také konzistence, pravidelnost a téměř libovolná časová frekvence získávaných dat. Zejména v případě měření množství oblačnosti se použitím meteorologických družic eliminuje přítomnost datových děr, které vznikají při manuálních staničních měřeních.

Nové klimatické klasifikace založené na satelitních datech by proto měly přinést moderní pohled na podnebí území České republiky, který bude lépe odrážet skutečné klimatické podmínky uvažovaného území. Vytvořené klasifikace mohou nalézt uplatnění v oblastech správy životního prostředí, zemědělství, stavitelství a územního plánování, či solární energetice.

I. Teoretická část

2. Definice klimatu

Výraz klima pochází z řeckého slova $\kappa\lambda\iota\mu\alpha$ [klima] „sklon“.[2] V období dnešního významu byl tento termín poprvé použit řeckým astronomem Hipparchem z Nikkei (190–120 př. n. l.) při jeho snahách poukázat na závislost klimatu na sklonu dopadajících slunečních paprsků na Zemi.[3]

První novodobou definici slova sepsal pruský přírodovědec Alexander von Humboldt (1769–1859). Podle něj pojem klima značí v nejjobecnějším slova smyslu všechna kolísání v atmosféře, která citlivě ovlivňují naše orgány. Jsou to teplota, vlhkost, změny atmosférického tlaku, bezvětří nebo vliv silných větrů, hodnota elektrického napětí, čistota atmosféry nebo její znečištění víceméně škodlivými plynnými substancemi a konečně průzračnost a čistota oblohy, což vše ovlivňuje vyzařování povrchu, organický vývoj rostlin a zralost plodů, ale také citění a psychologii člověka.[4]

Ve slavném díle Handbuch der klimatologie definoval Dr. Julius Hann (1839–1921) klima poněkud stručněji jako soubor meteorologických jevů, které charakterizují průměrný stav atmosféry v nějakém místě na zemském povrchu.[5].

Na Světové klimatické konferenci v roce 1992, pořádané Světovou meteorologickou organizací (WMO), bylo klima definováno následovně: „*Klima je syntézou počasí v dané oblasti, charakterizované dlouhodobými statistikami (střední hodnoty, rozptyly, pravděpodobnosti extrémních hodnot atd.) meteorologických prvků (hodnoty relevantních meteorologických veličin pozorovaných v určený čas[6]) v této oblasti.*“[7] Českou velmi rozpracovanou definici klimatu následně vytvořil v roce 1997 Miroslav Vysoudil. Říká, že klima je souhrn a postupné střídání všech stavů atmosféry (podmínek počasí) možných v daném místě. Je důsledkem nepřetržitě probíhajících fyzikálních tzv. klimatotvorných procesů v úplném klimatickém systému (tj. v atmosféře a aktivní vrstvě půdy – hydrosféra, kryosféra, litosféra, biosféra[2])[8], za které jsou zodpovědné především vnitřní dynamika systému, vnější vlivy jako tok a transformace sluneční energie, a které souvisejí i se samotnou činností člověka.[9]

Aktuálně nejnovější definice klimatu zazněla v Šesté hodnotící zprávě Mezivládního panelu pro změnu klimatu (IPCC) z roku 2021: „*Klima, neboli podnebí, obvykle označuje dlouhodobý „průměr počasí“ v určité oblasti, typicky za období 30 let (definováno WMO).*“ „Průměrem počasí“ zde rozumíme statistický popis z hlediska průměru a variability relevantních meteorologických veličin za určité časové rozmezí v řádu měsíců až milionů let. Příslušné meteorologické veličiny, které se nejčastěji zohledňují jsou teplota vzduchu, vlhkost vzduchu, úhrn srážek, atmosferický tlak a vítr... Přesněji je klima definováno jako stav a statistický popis klimatického systému.[10]

Všechny definice tedy hovoří o jistém statistickém popisu atmosferických podmínek, chceme-li počasí, na určitém území za delší časové období.

2.1 Klimatický systém

Budeme-li se držet definice klimatu podle IPCC (2021), tedy že klima je stav a statistický popis klimatického systému, je třeba zdůraznit komplexnost a složitost klimatického systému.

Úplný klimatický systém se skládá z atmosféry a aktivní vrstvy půdy, kterou tvoří hydrosféra, kryosféra, litosféra a biosféra. Každá z jeho složek představuje sama o sobě velice složitý termodynamický systém, ve kterém neustále probíhá velké množství fyzikálních, chemických a biologických procesů. Jednotlivé složky zároveň interagují mezi sebou a navzájem se ovlivňují.[11][12] Schéma úplného klimatického systému je zobrazeno na obrázku v příloze A.1.

Nejdůležitější interakce probíhá mezi atmosférou a hydrosférou, konkrétně oceány. Přes atmosféru se do klimatického systému dostává sluneční záření, základní zdroj energie pro veškeré procesy probíhající v klimatickém systému.[13] energii ze Slunce, která projde atmosférou, oceány ukládají a přemísťují zejména v podobě tepelné energie, čímž působí jako jakési regulátory rychlých atmosferických změn.[12] Zároveň také dopadající sluneční záření značnou měrou přispívá k vypařování vody z oceánů a vodních ploch obecně, čímž je udržováno chladnější klima v jejich okolí. Vypařená vodní pára se hromadí v atmosféře a vytváří základy pro oblaky, které jsou následně unášeny atmosferickými proudy a ovlivňují počasí (tím i klima) na celé Zemi. [14][15]

Litosféra a biosféra, tedy zemský povrch a živé organismy, ovlivňují klimatický systém především svým vlivem na výše zmíněné sluneční záření procházející atmosférou. Při průchodu slunečního záření atmosférou dochází k tzv. atmosferické extinkci.[16] Záření je jednotlivými složkami zemského ovzduší (tj. molekulami vzduchu, vodními kapičkami, ledovými částicemi a aerosolovými částicemi) absorbováno a rozptylováno, čímž dochází k jeho zeslabení. Intenzita, směr a spektrum záření dopadajícího na zemský povrch tak mimo jiné závisí na samotném složení atmosféry. A právě na to mají významný vliv, zejména prostřednictvím skleníkových plynů (tj. plyny schopné absorbovat a zpětně vyzařovat tepelné záření, například vodní pára, oxid uhličitý či methan.[15]), živé organismy, tedy biosféra.[14][13] Zemský povrch, litosféra, dopadající záření dále absorbuje a reflektuje. Jednotlivé druhy zemského povrchu mají různé albedo (odrazivost) a tedy sluneční záření odrážejí rozdílně. Současně je zemským povrchem vyzařováno tepelné záření, na jehož „odchodu“ z atmosféry má rovněž vliv její složení.[13]

Kryosféra, zahrnující vodu na zemi v pevném skupenství, přispívá k dynamice klimatického systému tím, že se od velkých bílých ploch sněhu a ledu (Antarktida, Grónsko atp.) až 70 % příchozího slunečního záření odráží. Zároveň sezónní tání a opětovné zamrzání ledu a sněhu přispívá k cirkulaci vody v oceánech.[14][13]

Všechny subsystémy klimatického systému jsou vzájemně propojeny toky energie, hmoty a hybnosti do velmi komplexního celku. Procesy probíhající v klimatickém systému jsou propojeny složitými vazbami a doposud nebyly všechny plně prozkoumány a pochopeny. Klimatický systém je tedy natolik složitý, že ho současná věda nemůže zcela přesně popisovat ani předpovídat jeho další vývoj.[17]

Avšak přesto, že se klimatický systém pod zmíněnými složitými klimatotvornými procesy neustále proměňuje a vyvíjí, klima se vyznačuje jistou časovou stálostí. Charakteristiky klimatických prvků počítané za různě zvolená časová období v řádu desítek let mají stejný průběh.[18]

3. Klasifikace klimatu

Zmíněná časová stálost klimatu umožňuje zavést klimatické klasifikace, neboli klasifikace podnebí.

Záměrem každého klasifikačního systému je získat efektivní uspořádání informací ve zjednodušené a zobecněné formě.[12] Stejně tomu je i v případě klasifikací klimatu. Jejich účelem je zavést jednoduchost a řád do velkého množství získávaných klimatologických dat, aby se usnadnila jejich analýza a vysvětlení.[19]

Jedná se o proces rozdělování zkoumané oblasti, ať už globálně zeměkoule či regionálně např. České republiky, do územních celků s podobnými klimatickými vlastnostmi.[9]

Klimatických klasifikací bylo vytvořeno mnoho. Jejich konstrukce závisí na účelu použití a typu dostupných dat.[20][21] Obecně je rozdělujeme do dvou skupin na konvenční a genetické.

Konvenční klasifikace vymezují typy klimatu podle předem stanovených mezích hodnot jednoho nebo více meteorologických prvků (teplota vzduchu, teplota půdy, srážky či výpar atp.[22]), případně výčtem typických rostlinných znaků krajiny. Klasifikace definovaná na základě teploty vzduchu, úhrnu srážek a vegetace - tzv. Köppenova klasifikace – je nejrozšířenější a nejpoužívanější klasifikací vůbec.[23] V rámci České republiky je nejvíce používanou klasifikací Quittova klasifikace, která vznikla přímo pro tehdy Československou republiku a je tedy proti Köppenově klasifikaci jemnější. [20] [22]

Genetické klasifikace člení podnebí podle základních podmínek jeho vzniku. Opírají se o cirkulační klimatotvorné faktory, jako jsou všeobecná cirkulace vzduchu v atmosféře, z ní vyplývající pohyb vzduchových hmot a systém oceánské proudění. Součástí těchto klasifikací je výklad původu jednotlivých klimatických typů.[8][23] Příkladem genetických klasifikací je Alisovova klasifikace, která člení podnebí podle převládajícího výskytu základních vzduchových hmot.[23] Vzhledem k malé rozloze České republiky nejsou genetické klasifikace pro regionální klasifikaci našeho území vhodné, a tedy dále nebudou obsahem této práce.

Obecně klimatické klasifikace velmi dobře vystihují územní variabilitu klimatu. Data, která se však při jejich vytváření zpracovávají, pochází vždy z poměrně dlouhodobých klimatických měření. Světovou meteorologickou organizací (WMO) byla stanovena standardní doba sběru dat pro tvorbu klimatických klasifikací na minimálně 30 let.[7] Při stále rychleji se měnících klimatických podmínkách tak klasifikace nevypovídají o klimatu současnosti, ale o odpovídající minulosti. Například výše zmíněná Quittova klasifikace z roku 1971 je postavena na datech z období 1901–1950.[22][24]

3.1 Köppenova klasifikace

Köppenovu klasifikaci klimatu vytvořil roku 1884 německý klimatolog Wladimir Köppen.[25] Vychází z původní Suppanovy klasifikace (1879), která byla založena pouze na rozložení hodnot teploty vzduchu, respektive na izotermách (křivky konstantní teploty[26]). Köppenova klasifikace stojí na předpokladu, že „*přirozená vegetace je nejlepším odrazem klimatu daného území*“. Definice klima-

tických pásem tak kromě rozložení teplot vzduchu a úhrnu atmosferických srážek zohledňuje i výskyt konkrétního vegetačního pokryvu.[27]

Klasifikace prošla za Köppenova života i po jeho smrti několika modifikacemi, především z důvodu zohlednění většího množství získaných meteorologických dat. Nejznámější a nejpracovanější úpravou je tzv. Köppen-Geigerova klasifikace z roku 1931, na které spolupracoval s německým klimatologem Rudolfem Geigerem.[27][23]

Köppenova(-Geigerova) klasifikace rozděluje podnebí světa do pěti klimatických pásem, která mají odpovídat pěti hlavním skupinám světové vegetace.[19] Klimatická pásma, každé značené velkým písmenem A–E, jsou rozlišována následující: A – tropické vlhké klima bez chladného období; B – suché klima; C – vlhké mírně teplé klima střední šířky s mírnými zimami; D – vlhké mírně studené klima střední šířky s tuhými zimami; a E – polární klima bez teplého období. Pásma A, C, D a E jsou vymezena na základě teplotních kritérií. V pásmu B je řídicím faktorem pro výskyt vegetace sucho, přesněji vztah mezi průměrnou roční teplotou vzduchu a průměrnými ročními srážkami.[28] Dalšími písmeny, která vycházejí z německých výrazů: s (Sommer = léto), w (Winter = zima), f (feucht = vlhký), m (monsunisch = monzunový), W (Wüste = poušť), S (Steppe = step), h (heiss = horký), k (kalt = studený), T (Tundra = tundra), F (Frost = mráz) a a, b, c, d, jsou značeny klimatické typy a podtypy, do kterých se klimatická pásma jemněji dělí na základě sezónního rozložení srážek nebo průměrů teplot.[19]

Vymezení klimatických zón podle Köppenovy-Geigerovy klasifikace klimatu je shrnuto v tabulce 3.1.

Pásmo A, pás vlhkého tropického klimatu, se rozprostírá v téměř nepřerušném pásu kolem Země v nízkých zeměpisných šířkách, většinou do 15° severní a jižní šířky. Díky celoročnímu vysokému příkonu slunečního záření v tomto pásmu roční amplituda teploty (rozdíl průměrné měsíční teploty vzduchu nejteplejšího a nejchladnějšího měsíce.[2]) nepřesahuje 6 °C a průměrná měsíční teplota vzduchu neklesá pod 18 °C. Teplotní rozdíly mezi dnem a nocí jsou obvykle větší než mezi nejteplejším a nejchladnějším měsícem. Roční chod tedy nepředstavují léto a zima, jak je tomu ve středních zeměpisných šířkách, ale období sucha a období deštů. Roční úhrn srážek je vysoký, přes 750 mm a srážky převažují nad výparem.[27][28] Nachází se zde říše rostlin známých jako megatermy, které k životu potřebují neustále vysoké teploty a relativně bohaté srážky.[19]

Na základě sezónnosti srážek jsou v pásmu A vyčleněny 3 podtypy: Af – klima tropických deštných (pra)lesů vyznačující se vysokými teplotami, vysokou vlhkostí vzduchu a vysokými průměrnými měsíčními srážkami, které po celý rok neklesají pod 60 mm; Am – klima tropických monzunů charakteristické vysokými teplotami a střídáním období srážek s kratším obdobím sucha v období nízkého Slunce (tj. „zima“, neboli období, během kterého je Slunce nad opačnou polokoulí a během celého dne tedy vystoupá jen nízko nad obzor[29]). Srážky často v ročním úhrnu převyšují srážky podtypu Af a udržují tak půdu dostatečně vlhkou po celý rok, aby byla schopna zásobovat deštný prales.; a Aw – klima tropických savan, pro které jsou typické opět vysoké teploty a vydatné srážky, tentokrát ale s výrazným obdobím sucha v období nízkého Slunce, které nepříznivě ovlivňuje vegetaci.[28][19]

Pásmo B, pás suchého (aridního) podnebí, zabírá asi 30,2 % zemského povrchu. Vyznačuje se nízkým ročním úhrnem srážek, nízkou vlhkostí vzduchu a vy-

sokou hodnotou celkového výparu. Nevyskytují se zde žádné stálé vodní toky.[28]

S ohledem na ariditu (tj. převaha výparu nad srážkami[2]) se rozlišují dva typy klimatu pásma B: BW – klima pouští a BS – klima stepí a suchých savan. Klima pouští se nachází v oblastech, kde je roční úhrn srážek menší než polovina ročního úhrnu srážek pásu suchého klimatu. Typické jsou vysoké teploty s velkými výkyvy mezi dnem a nocí v rozsahu až 35 °C. Klima stepí a suchých savan se vyznačuje vyššími srážkami než klima pouští a extrémně proměnlivými teplotními podmínkami. Toto podnebí se většinou nachází hluboko ve vnitrozemí kontinentů a sousedí s pouštním podnebím.[27][28]

K oběma typům suchého podnebného pásu B existují dva podtypy: horký, značený písmenem „h“, s průměrnou roční teplotou vzduchu větší nebo rovnou 18 °C, a chladný, značený písmenem „k“, s průměrnou roční teplotou vzduchu menší než 18 °C. Označení těchto podtypů se připojuje na konec typu – např. BW_h – suché klima pouští horké.[27]

Hranice sucha, tedy hranice mezi suchým pásmem B a vlhkými pásy A, C, D, jsou určeny vztahy mezi průměrnou roční teplotou vzduchu T_{ROK} [°C] a průměrným ročním úhrnem srážek S_{ROK} [mm]. Zahrnout je ale třeba také období maxima srážek. Srážky, které spadnou během horkého léta (období vysokého výparu), jsou z hlediska udržování vláhly půdy pro rostliny méně významné než stejné množství srážek, které spadne v chladné zimě (období nižšího výparu). Převažují-li srážky v zimním období, je podle rovnice 3.1 klimatický typ B ohraničen intervalem $S_{ROK} = 0$ a $S_{ROK} = 20 \cdot T_{ROK}$. Převládají-li srážky v období letním, potom rovnice 3.2 vymezuje hranice pásma B od $S_{ROK} = 0$ do $S_{ROK} = 20 \cdot (T_{ROK} + 14)$. Při rovnoměrném rozložení srážek je B ohraničeno podle rovnice 3.3 hodnotami $S_{ROK} = 0$ a $S_{ROK} = 20 \cdot (T_{ROK} + 7)$. [27][19]

Pásma C a D jsou pásy mírného klimatu.

Pásma C, vlhké mírně teplé klimatické pásmo, se vyznačuje proměnlivostí počasí a výraznou cyklonální činností. Během roku se střídají čtyři roční období, ale v poměrně mírné zimě se netvoří pravidelná sněhová pokrývka. Pás je omezen izotermou 10 °C nejteplejšího měsíce a izotermami 0 °C (−3 °C) a 18 °C pro nejchladnější měsíc.[27][30]

Pásma D, vlhké mírně studené (boreální) klimatické pásmo, je charakteristické větším množstvím srážek, krátkým létem a pravidelnou sněhovou pokrývkou. Pás je určen izotermou 10 °C nejteplejšího a 0 °C (−3 °C) nejchladnějšího měsíce.[27] Hranice průměrné teploty 10 °C pro nejteplejší měsíc se přibližně shoduje s hranicemi lesa.[19] Nejčastěji se pásmo vyskytuje ve vnitrozemí kontinentů severně od 40° severní zeměpisné šířky. Na jižní polokouli se z důvodu absence rozsáhlejší pevniny v této zeměpisné šířce objevuje jen zřídka, a to ve vazbě na vyšší nadmořskou výšku.[27][30]

Podle rozložení úhrnu srážek během roku obě pásma mírného klimatu dále rozlišujeme na tři typy: s – se suchým létem, w – se suchou zimou a f – bez suchého období, tedy s rovnoměrným rozložením srážek během roku. Každý z nich může být podle převládajících teplotních podmínek rozlišen na dílčí subtypy: a – s horkým létem, kde průměrná teplota vzduchu nejteplejšího měsíce dosahuje nebo je vyšší než 22 °C; b – s teplým létem, kde průměrná roční teplota nedosahuje 22 °C a minimálně čtyři měsíce v roce mají vyšší teplotu než 10 °C; c – s chladným létem, kde jeden až čtyři měsíce překračují průměrnou teplotu 10 °C; a v pásmu D ještě d – s velmi chladnou zimou, kde průměrná teplota nejchladnějšího měsíce

je menší než $-38\text{ }^{\circ}\text{C}$. [31]

Posledním pásmem v Köppenově-Geigerově klasifikaci je pásmo E – pás polárního (sněžného) podnebí. Polární klimatický pás je typický velmi nízkými teplotami, malým celkovým ročním úhrnem srážek a velmi chladnými zimami se zápornými hodnotami teploty vzduchu. Hranici pásma tvoří izoterma $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ nejteplejšího měsíce. Srážky převažují sněhové. [27]

Podle teploty vzduchu nejteplejšího měsíce se polární podnebné pásmo dělí na dva typy: ET – oblast tundry s teplotou vzduchu nejteplejšího měsíce vyšší než $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, která umožňuje alespoň skromný vegetační pokryv a EF – oblast věčného mrazu, kde hodnota teploty vzduchu leží trvale pod bodem mrazu a nenachází se zde již žádná vegetace. [31][19]

Pro těžko zařaditelné vysokohorské oblasti bylo zavedeno dodatečné pásmo H, někdy označované EH. Ačkoli nebylo součástí původních Köppenových systémů, často klasifikaci doplňuje. [28]

Tabulka 3.1: Vymezení klimatických zón podle Köppenovy-Geigerovy klasifikace. [32]

Pásmo	Typ	Podtyp	Podnebí	Kritéria
A			tropické	$T_{MIN} \geq 18\text{ }^{\circ}\text{C}$
	f		deštných lesů	$S_{MIN} \geq 60\text{ mm}$
	m		monzunové	neplatí (f) & $S_{MIN} \geq 100 - S_{ROK}/25\text{ mm}$
	w		savan	neplatí (f) & $S_{MIN} < 100 - S_{ROK}/25\text{ mm}$
B			suché (aridní)	$S_{ROK} < S_{LIMIT}$
	W		pouští	$S_{ROK} < S_{LIMIT}/2$
	S		stepí a suchých savan	$S_{ROK} \geq S_{LIMIT}/2$
		h	horké	$T_{ROK} \geq 18\text{ }^{\circ}\text{C}$
		k	chladné	$T_{ROK} < 18\text{ }^{\circ}\text{C}$
C			mírně teplé	$T_{MAX} > 10\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ \& } 0\text{ }^{\circ}\text{C} < T_{MIN} < 18\text{ }^{\circ}\text{C} *$
	s		se suchým létem	$SL_{MIN} < 40\text{ mm} \text{ \& } SL_{MIN} < SZ_{MAX}/3$
	w		se suchou zimou	$SZ_{MIN} < SL_{MAX}/10$
	f		bez suchého období	neplatí (s) ani (w)
		a	s horkým létem	$T_{MAX} \geq 22\text{ }^{\circ}\text{C}$
		b	s teplým létem	neplatí (a) & $MT_{10} \geq 4$
		c	s chladným létem	neplatí (a) ani (b) & $1 \leq MT_{10} < 4$
D			mírně studené (boreální)	$T_{MAX} > 10\text{ }^{\circ}\text{C} \text{ \& } T_{MIN} \leq 0\text{ }^{\circ}\text{C} *$
	s		se suchým létem	$SL_{MIN} < 40\text{ mm} \text{ \& } SL_{MIN} < SZ_{MAX}/3$
	w		se suchou zimou	$SZ_{MIN} < SL_{MAX}/10$
	f		bez suchého období	neplatí (s) ani (w)
		a	s horkým létem	$T_{MAX} \geq 22\text{ }^{\circ}\text{C}$
		b	s teplým létem	neplatí (a) & $MT_{10} \geq 4$
		c	s chladným létem	neplatí (a), (b) ani (d)
		d	s velmi chladnou zimou	neplatí (a) ani (b) & $T_{MIN} < -38\text{ }^{\circ}\text{C}$
E			polární (sněžné)	$T_{MAX} < 10\text{ }^{\circ}\text{C}$
	T		tundry	$T_{MAX} > 0\text{ }^{\circ}\text{C}$
	F		věčného mrazu	$T_{MAX} \leq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$

* U starších verzí Köppenovy-Geigerovy klasifikace se pro rozlišení typu C a D používá kritérium $-3\text{ }^{\circ}\text{C} < T_{MIN}$ (C), resp. $T_{MIN} \leq -3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (D)
Vysvětlivky k údajům uvedeným v tabulce:

S_{ROK} = průměrné roční srážky
 T_{ROK} = průměrné roční teploty
 T_{MAX} = průměrná teplota nejteplejšího měsíce
 T_{MIN} = průměrná teplota nejchladnějšího měsíce
 MT_{10} = počet měsíců s teplotou nad 10°C
 S_{MIN} = srážky nejsuššího měsíce
 SL_{MIN} = srážky nejsuššího měsíce letního období
 SZ_{MIN} = srážky nejsuššího měsíce zimního období
 SL_{MAX} = srážky nejdeštivějšího měsíce letního období
 SZ_{MAX} = srážky nejdeštivějšího měsíce zimního období
 S_{LIMIT} = hranice sucha

– platí jedno z pravidel:

1) Když spadne 70 % množství ročních srážek v zimním období:

$$S_{LIMIT} = 20 \cdot T_{ROK} \quad (3.1)$$

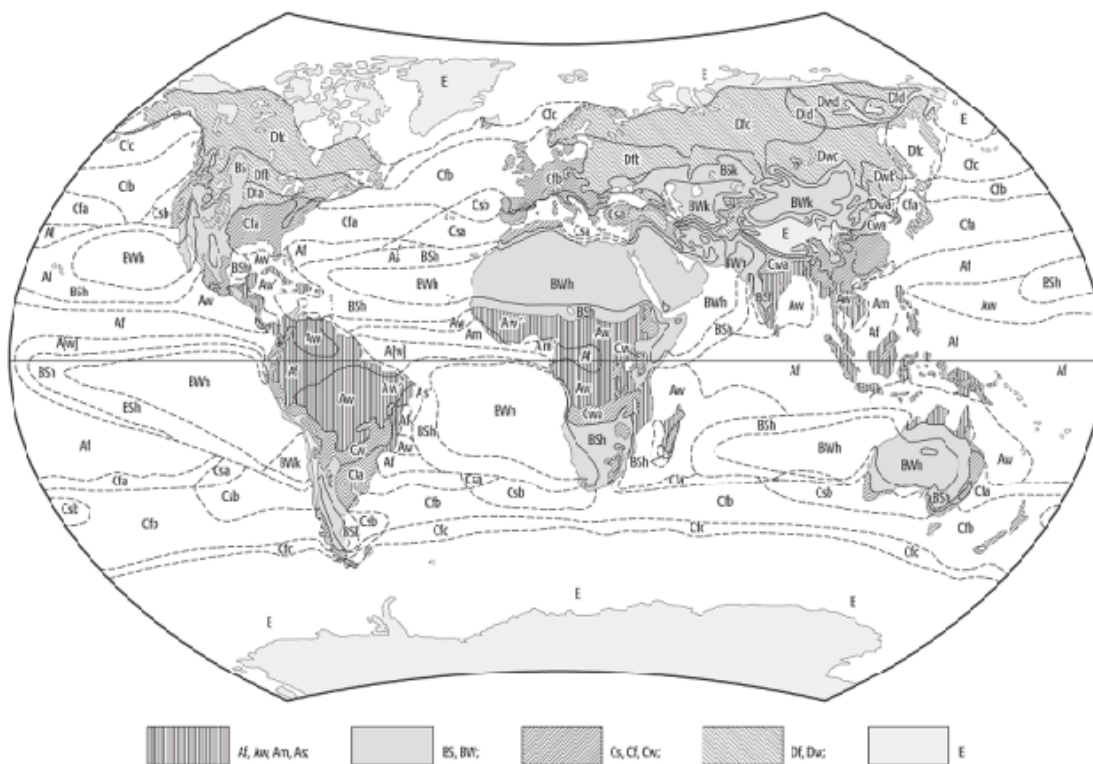
2) Když spadne 70 % množství ročních srážek v letním období:

$$S_{LIMIT} = 20 \cdot (T_{ROK} + 14) \quad (3.2)$$

3) Když jsou srážky rozloženy rovnoměrně:

$$S_{LIMIT} = 20 \cdot (T_{ROK} + 7) \quad (3.3)$$

Letní/zimní období je definováno jako 6 nejteplejších/nejchladnějších měsíců



Obrázek 3.1: Mapa světa Köppenovy-Geigerovy klimatické klasifikace[33]

3.1.1 Köppenova klasifikace v praxi

Podle Köppenovy(-Geigerovy) klasifikace klimatu celé Země zaujímají nejvíce pevninské plochy klimatické typy Df a BS a naopak nejméně je nad pevninami zastoupeno klima typu Cs. Nad oceány převládají typy Cf a Af a jen zřídka se vyskytují klimata Dw a Cw.[27]

Klasifikace podnebí světa podle Köppenovy(-Geigerovy) klasifikace je zobrazena na obrázku 3.1.

Pro klasifikaci podnebí samotné České republiky není Köppenova klasifikace dostatečně podrobná. Na celém území se nachází tři klimatické typy: podnebí listnatých lesů mírného pásma Cfb, boreální klima Dfb a Dfc a na hřebenech Krkonoš a Jeseníků nalezneme klima tundry ET.[20]

Mapa Köppenovy klasifikace podnebí České republiky je zobrazena v příloze B.1.

Vymezení obecně nejrozšířenějšího klimatického typu Cf bývá označováno jako jeden z hlavních nedostatků Köppenovy klasifikace. Klimatický typ Cf je z genetického hlediska silně heterogenní. Zaujímá z pohledu všeobecné cirkulace atmosféry velmi odlišné oblasti – společně se západní Evropou a Uruguayí zároveň i oblasti jižní Číny nebo horské tropické oblasti. Za další nedostatky klasifikace se považuje nedostatečně vyjádřený princip klimatické pásmovitosti a vertikální stupňovitosti.[27]

3.1.2 Köppenova-Trewarthova klasifikace

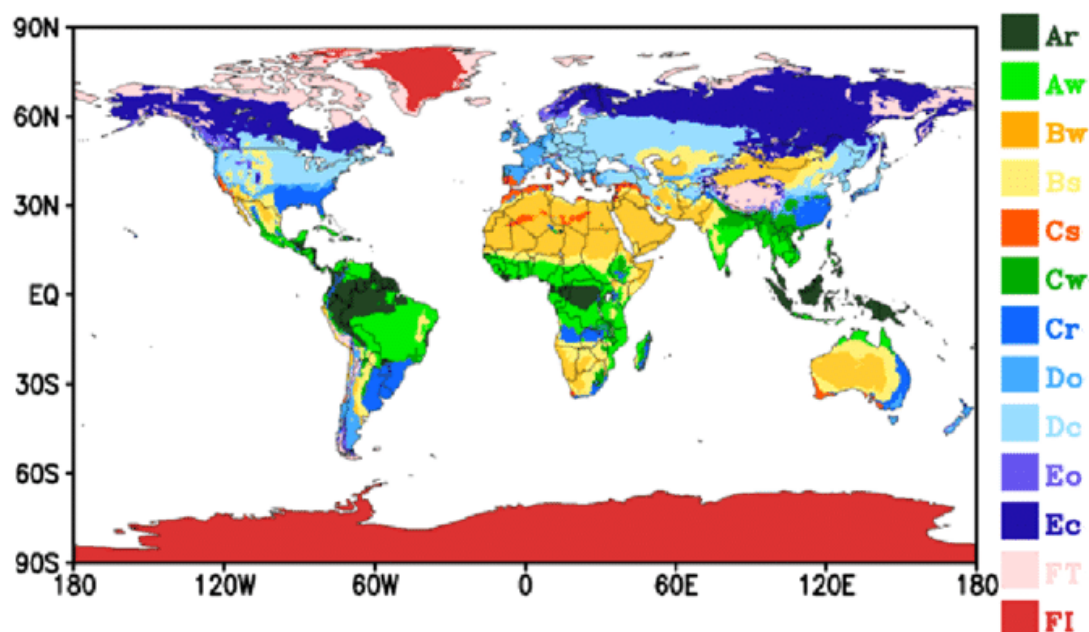
(Köppenova-)Trewarthova klasifikace je jednou z významných modifikací Köppenovy klasifikace. Vytvořil ji po Köppenově smrti v roce 1966 americký geograf G. T. Trewartha. Vyčlenění klimatických pásem založil pouze na teplotě vzduchu a úhrnu srážek bez zohlednění vegetace. Pokusil se tak předefinovat pásma středních zeměpisných šířek, aby byla blíže genetickým klimatickým systémům a lépe korespondovala s hranicemi přírodní krajiny.[2][34]

Trewartha rozeznává šest klimatických pásem, značených písmeny A–F. Pásma A a B jsou vymezena obdobně s původní Köppenovou(-Geigerovou) klasifikací. Pásmo F odpovídá Köppenovu(-Geigerovu) pásmu E. Hlavní odlišnost Trewarthovy klasifikace spočívá v rozčlenění původních dvou klimatických pásem C a D do tří pásem C, D a E. K mírnému a boreálnímu pásmu přibylo pásmo subtropické (C), kde nejméně osm měsíců v roce je průměrná teplota 10 °C a vyšší. V mírném pásmu (D) přesahuje průměrná teplota hranici 10 °C po dobu čtyř až sedmi měsíců a v pásmu boreálním (E) má průměrnou teplotu alespoň 10 °C pouze jeden až tři měsíce v roce.

Další dělení jednotlivých pásem na typy a subtypy je pro pásma A, B a F opět obdobné Köppenově(-Geigerově) klasifikaci. Pásmo C se dělí na podtypy s, w, f jako původní pásma C a D, ale s hranicí 30 mm srážek nejdeštivějšího měsíce letního období oproti původním 40 mm. Pásma D a E se nově dělí na kontinentální, značené písmenem c, a oceánské, značené písmenem o. Hranice mezi nimi je určena průměrnou teplotou vzduchu nejchladnějšího měsíce tak, že pro kontinentální klima je tato hodnota menší a pro oceánské vyšší než 0 °C.

Obdobně jako Köppenova(-Geigerova) klasifikace se i tato někdy doplňuje o pásmo H, popř. G, pro těžko zařaditelné vysokohorské oblasti.[35][34]

Na obrázku 3.2 je zobrazena (Köppenova-)Trewarthova klimatická klasifikace celého světa.



Obrázek 3.2: Mapa světa Köppenovy-Trewarthy klimatické klasifikace[36]

3.2 Quittova klasifikace

Quittovu klasifikaci podnebí vytvořil český klimatolog Evžen Quitt. Publikoval ji roku 1971 v díle *Klimatické oblasti Československa*. Klasifikace vycházela z klimatických dat *Atlasu podnebí Československé republiky (1958)*[37] z období let 1901–1950. Byla vytvořena pro regionální úroveň tehdejší Československé socialistické republiky (ČSSR) a poskytuje tedy členění klimatu jemnější než výše zmíněná Köppenova(-Geigerova) klasifikace.

Systém Quittovy klasifikace rozlišuje 23 klimatických jednotek ve 3 oblastech: teplá, mírně teplá a chladná, na základě 14 klimatologických charakteristik.[24] Zohledněny jsou teploty vzduchu, srážkové poměry a množství oblačnosti. Konkrétně se uvažují následující parametry: průměrný počet letních dnů s nejvyšší teplotou nejméně 25 °C, průměrný počet mrazových dnů s nejnižší teplotou nižší než 0,1 °C a průměrný počet ledových dnů, kdy teplota vzduchu nepřekročí 0,1 °C; průměrné teploty vzduchu v lednu, dubnu, červenci a říjnu; počet dní s průměrnou teplotou vzduchu minimálně 10 °C; srážkové úhrny v tzv. vegetačním období od dubna do září a srážkové úhrny v chladné polovině roku od října do března; počet dnů s úhrnem srážek minimálně 1 mm; počet dnů se sněhovou pokrývkou; počet jasných dnů, kdy oblačnost zabírá méně než 20 % oblohy a počet dnů s vysokou oblačností přes 80 %.[20]

Původní klasifikace pracovala s územím ČSSR rozčleněným na čtverce o straně 3 km (900 ha). Každému čtverci bylo přiřazeno výše zmíněných 14 charakteristik. Hranice jednotlivých podnebí byly vedeny místy, kde docházelo k největšímu počtu změn těchto charakteristik mezi sousedními čtverci. Vzniklo tak pro ČSSR 23 klimatických jednotek ve třech hlavních oblastech: v teplé 5 (T1 až T5), v mírně

teplé 11 (MT1 až MT11) a v chladné 7 (CH1 až CH7).[20][24]

Vymezení charakteristik jednotlivých klimatických jednotek je z důvodu ne-standardního rozměru tabulek přiloženo pro teplé oblasti v příloze C.1, pro méně teplé oblasti v příloze C.3 a chladné oblasti jsou shrnuty v příloze C.2.

Každá klimatická jednotka se vyznačuje obecně různým průběhem jednotlivých ročních období. Jejich charakteristiky jsou uvedeny pro teplou oblast v tabulce 3.2, pro mírně teplou oblast v tabulce 3.3 a pro chladnou oblast v tabulce 3.4.

Tabulka 3.2: Roční období teplé oblasti.[24]

Klimatická jednotka	Jaro	Léto	Podzim	Zima
T1	krátké, teplé až mírně teplé	dlouhé, teplé, suché	krátký, teplý až mírně teplý	krátká, mírná až mírně chladná, s krátkým trváním sněhové pokrývky
T2	velmi krátké, teplé až mírně teplé	dlouhé, teplé, suché	velmi krátký, teplý až mírně teplý	krátká, mírně teplá, suchá až velmi suchá
T3	krátké, teplé	velmi dlouhé, velmi teplé, suché	krátký, teplý	krátká, mírná, suchá až velmi suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky
T4	velmi krátké, teplé	velmi dlouhé, velmi teplé, velmi suché	velmi krátký, teplý	krátká, mírně teplá, suchá až velmi suchá, s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky
T5	velmi krátké, teplé	velmi dlouhé, velmi teplé, velmi suché	velmi krátký, teplý	velmi krátká, teplá, suchá až velmi suchá, s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky

Tabulka 3.3: Roční období mírně teplé oblasti.[24]

Klimatická jednotka	Jaro	Léto	Podzim	Zima
MT1	velmi dlouhé, mírně chladné	krátké, mírně chladné, vlhké	velmi dlouhý, mírný	normálně dlouhá, chladná, suchá až mírně suchá, s dlouhým trváním sněhové pokrývky
MT2	krátké, mírné	krátké, mírné až mírně chladné, mírně vlhké	krátký, mírný	normálně dlouhá, mírná, suchá, s normálním trváním sněhové pokrývky
MT3	normálně dlouhé až delší, mírné	krátké, mírné až mírně chladné, suché až mírně suché	normálně dlouhý až delší, mírný	normálně dlouhá, mírná až mírně chladná, suchá až mírně suchá, s normálním až krátkým trváním sněhové pokrývky
MT4	krátké, mírné	krátké, mírné, suché až mírně suché	krátký, mírný	normálně dlouhá, mírná, suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky
MT5	normálně dlouhé až dlouhé, mírné	normální až krátké, mírné až mírně chladné, suché až mírně suché	normálně dlouhý až dlouhý, mírný	normálně dlouhá, mírně chladná, suchá až mírně suchá, s normálním až krátkým trváním sněhové pokrývky
MT6	normální až dlouhé, mírné až mírně teplé	normální až dlouhé, mírné, mírně vlhké	normální až dlouhý, mírný	normálně dlouhá, chladná, suchá až mírně suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky
MT7	krátké, mírné	normálně dlouhé, mírné, mírně suché	krátký, mírně teplý	normálně dlouhá, mírně teplá, suchá až mírně suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky
MT8	normálně dlouhé, mírně teplé	dlouhé, teplé, mírně vlhké	normálně dlouhý, mírně teplý	normálně dlouhá, mírná až mírně chladná, suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky
MT9	krátké, mírné až mírně teplé	dlouhé, teplé, suché až mírně suché	krátký, mírně teplý	krátká, mírná, suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky
MT10	krátké, mírně teplé	dlouhé, teplé, mírně suché	krátký, mírně teplý	krátká, mírně teplá, velmi suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky
MT11	krátké, mírně teplé	dlouhé, teplé, suché	krátký, mírně teplý	krátká, mírně teplá, velmi suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky

Tabulka 3.4: Roční období chladné oblasti.[24]

Klimatická jednotka	Jaro	Léto	Podzim	Zima
CH1	velmi dlouhé, velmi chladné	velmi krátké, chladné, velmi vlhké	velmi dlouhý, chladný	velmi dlouhá, velmi chladná, velmi vlhká, s velmi dlouhým trváním sněhové pokrývky
CH2	velmi dlouhé, velmi chladné až chladné	velmi krátké, chladné, velmi vlhké	velmi dlouhý, chladný	velmi dlouhá, velmi chladná, velmi vlhká, s velmi dlouhým trváním sněhové pokrývky
CH3	velmi dlouhé, velmi chladné až chladné	velmi krátké, chladné, vlhké	velmi dlouhý, chladný	velmi dlouhá, velmi chladná, vlhká, s velmi dlouhým trváním sněhové pokrývky
CH4	velmi dlouhé, chladné	velmi krátké, chladné, vlhké	velmi dlouhý, mírně chladný	velmi dlouhá, velmi chladná, vlhká, s velmi dlouhým trváním sněhové pokrývky
CH5	dlouhé, chladné	velmi krátké až krátké, mírně chladné, vlhké	dlouhý, mírně chladný	velmi dlouhá, chladná, mírně vlhká, s dlouhým trváním sněhové pokrývky
CH6	dlouhé, chladné	krátké až velmi krátké, mírně chladné, vlhké až velmi vlhké	dlouhý, mírně chladný	velmi dlouhá, mírně chladná, vlhká, s dlouhým trváním sněhové pokrývky
CH7	dlouhé, mírně chladné	velmi krátké až krátké, mírně chladné, vlhké	dlouhý, mírný	dlouhá, mírná, mírně vlhká, s dlouhým trváním sněhové pokrývky

3.2.1 Quittova klasifikace území České republiky

Na území České republiky se podle původní Quittovy klasifikace vyskytuje 13 klimatických jednotek, zbylých 10 pak na území Slovenska.

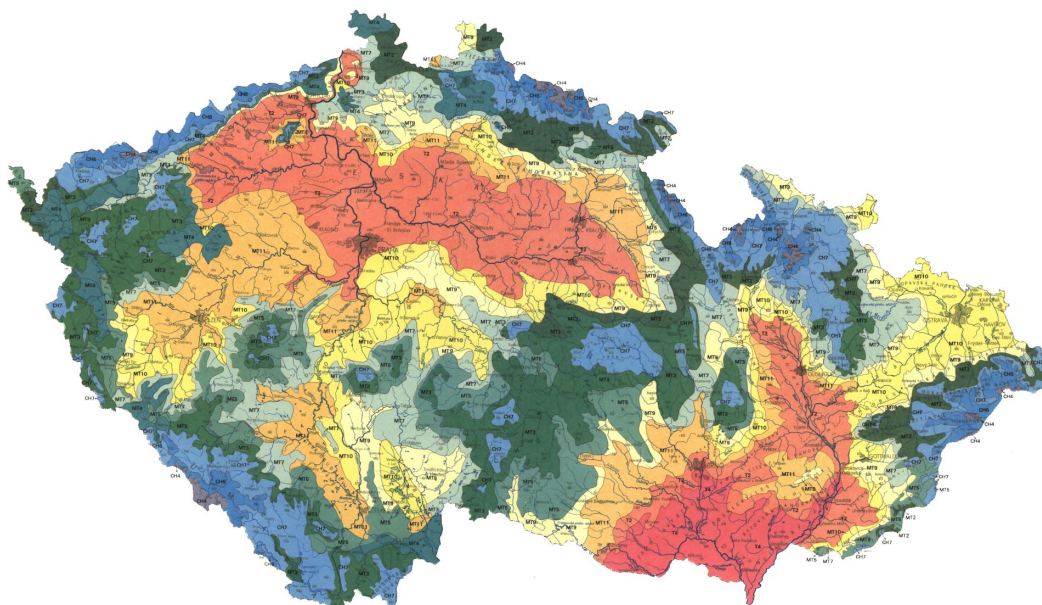
Z teplé oblasti se na našem území nachází jen jednotky T2 a T4. Do kategorie T2 se řadí podnebí Žatecka, Polabí, Poohří a Mostecké pánve. Jednotka T4 zahrnuje nejteplejší a nejsušší místa na našem území. Nalezneme ji v oblasti Dyjskosvrateckého a Dolnomoravského úvalu.

Většina území České republiky spadá do mírně teplé klimatické oblasti, přesněji do jednotek MT2–MT5, MT7 a MT9–MT11. Jejich rozložení souhlasí s rozložením středních poloh našeho území.

Převážně v horských oblastech nalezneme i tři klimatické jednotky chladné oblasti: CH4, CH6 a CH7. Patří sem území Českého středohoří, Českomoravské vrchoviny, vrcholů Brd a většiny pohraničních pohoří. Jednotka CH4 zahrnuje jen nejchladnější území nejvyšších vrcholů Krkonoš, Jeseníků, Beskyd, Krušných hor a Šumavy. [24]

Ilustrace rozdělení území České republiky podle Quittovy klasifikace klimatu je na obrázku 3.3.

V příloze B.2 je přiložena přepracovaná verze Quittovy klasifikace České republiky z dat za období let 1961–2000. Autoři Atlasu podnebí Česka z roku 2007 [20] při aplikaci Quittovy klasifikace na novější datový soubor narazili na problém vytyčení hranic jednotlivých klimatických jednotek. Původní klasifikace obsahovala *"jistý podíl expertního subjektivního přístupu"*[38], takže nebylo možné postup dokonale replikovat. Příslušnost k uvažované klimatické jednotce tak byla posuzována pro každý čtverec (pixel) zvlášť. Přiřazení bylo provedeno s využitím normované vzdálenosti hodnot jednotlivých prvků a jejich skupin od hranic intervalů původní Quittovy klasifikace (viz příloha C), s preferencí některých skupin prvků. V případě rovnocenného přiřazení čtverce do více jednotek byla upřednostněna jednotka teplejší. Další aspekt přepracování leží také v jemnosti členění popisovaného území. Nová verze byla již zpracována digitálně, a proto si autoři mohli dovolit území členit na čtverce o straně 500 m na rozdíl od původních 3 km.[38]



Obrázek 3.3: Klimatické oblasti České republiky podle Quittovy klasifikace, 1971[24]

3.3 Klasifikace Atlasu podnebí Československé republiky

Klasifikace Atlasu podnebí Československé republiky (ČSR), někdy též po jednom z autorů nazývána Končerkovou klasifikací, byla vydána v roce 1958 jako "*první soustavný a ucelený obraz o podnebí našeho státu*".[37]

Končerkova klasifikace rozlišuje na základě teplotních charakteristik tři hlavní klimatické oblasti: teplou, mírně teplou a chladnou. Teplá oblast je ohraničena izočarou průměrného počtu 50 letních dnů s maximální teplotou nejméně 25 °C v roce, resp. izočarou počátku žní ozimého žita 5. července (pozn.: žito ozimé byla v první polovině 20. století na našem území nejvíce pěstovaná obilnina[39]). Mírně teplá oblast navazuje na oblast teplou a z druhé strany přechází v oblast chladnou. Hranici mezi mírně teplou a chladnou oblastí tvoří v Čechách a na Moravě červencová izoterma 15 °C a v Beskydech a na Slovensku červencová izoterma 16 °C.

Klimatické oblasti jsou dále členěny do podoblastí na základě vláhové bilance, přesněji na základě Končerkova vláhového indexu I_z , který je definován vztahem:

$$I_z = \frac{R}{2} + \Delta r - 10t - (30 + v^2), \quad (3.4)$$

kde R značí úhrn srážek za vegetační období od dubna do září, Δr je kladná odchylka úhrnu srážek od množství 105 mm za měsíce prosinec, leden a únor, t je průměrná teplota vegetačního období ve stupních Celsia a v je průměrná rychlost větru ve 14 hodin za celé vegetační období udávaná v ms^{-1} .

Končerkův index vymezuje pět klimatických podoblastí: suchou podoblast s $I_z < -20$; mírně suchou podoblast s $-20 < I_z < 0$; mírně vlhkou podoblast, kde je $0 < I_z < 60$; vlhkou podoblast, pro kterou platí $60 < I_z < 120$; a velmi vlhkou podoblast s $I_z > 120$.

Každá podoblast se dále dělí na menší klimatické oblasti, tzv. klimatické okrsky. Kritéria pro toto dělení jsou tvar terénu, průměrná délka slunečního svitu za vegetační období a průměrná hodnota teploty vzduchu v lednu. Faktor tvaru terénu je zohledněn členěním území ČSR na nížiny s výškou do 200 m n. m., pahorkatiny s výškou do 500 m n. m., vrchoviny s výškou do 1000 m n. m. a horské oblasti s výškou nad 1000 m n. m.. Z hlediska průměrných lednových teplot se rozlišují 3 druhy území: území s mírnou zimou, kde průměrná teplota překračuje -3 °C; území s chladnou zimou, kde se teploty pohybují v rozmezí od -5 °C do -3 °C; a území se studenou zimou s teplotami pod -5 °C. Klimatických okrsků bylo tímto způsobem vytvořeno celkem 19, a to 6 v teplé oblasti, 10 v mírně teplé oblasti a 3 v oblasti chladné.[20][30]

Klimatické okrsky, jejich vyčlenění i charakteristiky jsou pro jednotlivé oblasti uvedeny v tabulkách: pro teplou oblast v tabulce 3.5, pro mírně teplou oblast 3.7 a pro chladnou oblast 3.6.[37]

Tabulka 3.5: A. Teplá oblast[37]

Podoblast		Okrsek		
Charakteristika	I_z	Označení	Charakteristika	Znaky klimatické, nebo terénní
Suchá	< -20	A ₁	teplý, suchý, s mírnou zimou, s delším slunečním svitem	lednová teplota nad -3 °C, sluneční svit ve vegetačním období nad 1500 hodin
		A ₂	teplý, suchý, s mírnou zimou, s kratším slunečním svitem	lednová teplota nad -3 °C, sluneční svit ve vegetačním období pod 1500 hodin
Mírně suchá	-20 – 0	A ₃	teplý, mírně suchý, s mírnou zimou	lednová teplota nad -3 °C
		A ₄	teplý, mírně suchý, s chladnou zimou	lednová teplota od -3 °C do -5 °C
Mírně vlhká	0–60	A ₅	teplý, mírně vlhký, s mírnou zimou	lednová teplota nad -3 °C
		A ₆	teplý, mírně vlhký, s chladnou zimou	lednová teplota od -3 °C do -5 °C

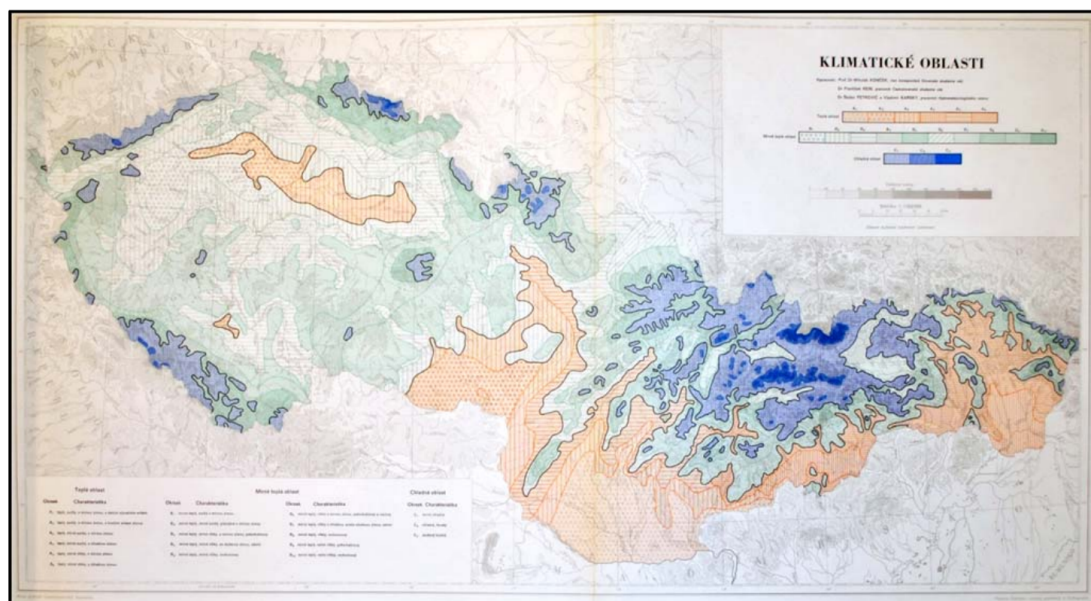
Tabulka 3.6: C. Chladná oblast[37]

Podoblast		Okrsek		
Charakteristika	I_z	Označení	Charakteristika	Znaky klimatické, nebo terénní
Suchá	není rozhodující	C ₁	mírně chladný	červencová teplota 12 °C až 15 °C (16 °C)
		C ₂	chladný, horský	červencová teplota 10 °C až 12 °C
		C ₃	studený, horský	červencová teplota pod 10 °C

Tabulka 3.7: B. Mírně teplá oblast[37]

Podoblast		Okresek		
Charakteristika	I_z	Označení	Charakteristika	Znaky klimatické, nebo terénní
Suchá	< -20	B_1	mírně teplý, suchý, s mírnou zimou	lednová teplota nad -3 °C ojediněle do -4 °C
Mírně suchá	-20 - 0	B_2	mírně teplý, mírně suchý, převážně s mírnou zimou	lednová teplota nad -3 °C, sluneční svit ve vegetačním období pod 1500 hodin
Mírně vlhká	0–60	B_3	mírně teplý, mírně vlhký, s mírnou zimou, pahorkatinový	lednová teplota nad -3 °C, výška do 500 m. n. m.
		B_4	mírně teplý, mírně vlhký, se studenou zimou, údolní	lednová teplota pod -5 °C
		B_5	mírně teplý, mírně vlhký, vrchovinový	výška do 1000 m. n. m.
Vlhká	60–120	B_6	mírně teplý, vlhký, s mírnou zimou, pahorkatinový a rovinný	lednová teplota nad -3 °C, výška do 500 m. n. m.
		B_7	mírně teplý, vlhký, s chladnou zimou, údolní	lednová teplota pod -3 °C
		B_8	mírně teplý, vlhký, vrchovinový	výška do 1000 m. n. m.
Velmi vlhká	> 120	B_9	mírně teplý, velmi vlhký, pahorkatinový	výška do 500 m. n. m.
		B_{10}	mírně teplý, velmi vlhký, vrchovinový	výška do 1000 m. n. m.

Klasifikace podnebí ČSR podle Končeka, neboli klasifikace Atlasu podnebí ČSR, je uvedena na obrázku 3.4.



Obrázek 3.4: Klimatické oblasti ČSR podle Končekovy klasifikace, 1958[37]

Končekova klasifikace je společně s Quittovou klasifikací nejrozšířenější klasifikací klimatu pro území České republiky. Vznikla z dat za období let 1901–1950 (resp. 1926–1940). Pro data z období let 1961–2000 byla v Atlasu podnebí Česka z roku 2007 představena její přepracovaná verze. Primárním důvodem úpravy původní klasifikace bylo použití data plné zralosti žita ozimého jako kritéria hranice teplé oblasti. Tento agrotechnický údaj nebyl pro uvažované období relevantní a v nové verzi byl vynechán. Vymezení chladné oblasti rozdílnými červencovými izotermami pro Beskydy a zbytek území prošlo také změnou. Došlo ke sjednocení teplotní charakteristiky pro celé území nahrazením výše zmíněného kritéria průměrnými teplotami vzduchu za leden a červenec. Upravená klasifikace tedy pracuje s následujícími charakteristikami: průměrná teplota vzduchu za leden a červenec, délka slunečního svitu ve vegetačním období, počet letních dnů v roce, nadmořská výška terénu a Končkův vláhový index. Hlavní myšlenka původní mapy zůstala zachována a zároveň je klasifikaci možné jednoznačně využít pro jakékoli období.[20]

Podnebí České republiky podle modifikované Končekovy klasifikace z Atlasu podnebí Česka je přiloženo v příloze B.3.

3.4 Agronomické rajonizace

Regionální klasifikace podnebí pro Českou republiku vznikaly převážně v agronomickém kontextu. Zemědělství, jakožto hlavní zdroj obživy a nejstarší složka ekonomiky státu, je s klimatem úzce provázáno. Klimatické podmínky mají obecně významný vliv na růst a vývoj rostlin, ovlivňují množství živin v půdě, výskyt škůdců, chorob atp. Různé rostliny vyžadují k životu různé klimatické prostředí. Získání znalostí o tom, které regiony jsou vhodné pro pěstování kterých plodin, tak bylo motivací k vytvoření prvních klasifikací podnebí našeho území.

3.4.1 Langova klasifikace

Langova klasifikace z roku 1915 vznikla jako vedlejší produkt Langovy snahy o vyjádření podmínek pro vytváření půdního humusu.[2]

Langův dešťový index, ukazatel přirozeného zavlažení krajiny, je definován vzorcem:

$$L = \frac{R}{t}, \quad (3.5)$$

tedy jako poměr průměrného ročního úhrnu srážek R v mm a průměrné roční teploty vzduchu t ve $^{\circ}C$. Hodnoty indexu se mohou teoreticky pohybovat v rozmezí od 0 do 160 s tím, že území s hodnotou menší než 60 se považují za území suchá.[30]

Zavedením Langova dešťového indexu L bylo možné vymezit šest klimatických typů krajiny podle její vlhkosti. Našemu území odpovídají pouze 3 klimatické typy: semiaridní, semihumidní a humidní. Pro použití v celosvětovém měřítku není Langova klasifikace vhodná, neboť je definována jen pro průměrné roční teploty vzduchu $t > 0$ $^{\circ}C$. Ostatní typy jsou nastíněny pro celistvost klasifikace.[2][20]

Hodnoty Langova dešťového indexu a klimatické typy, které vymezují, jsou uvedeny v tabulce 3.8.

Tabulka 3.8: Vymezení klimatických typů podle Langova dešťového indexu, [9]

Klimatický typ	Langův faktor
Výstředně aridní	< 10
Aridní	10–40
Semiaridní	40–50
Semihumidní	50–60
Humidní	60–100
Perhumidní	> 100

Mapa klasifikace České republiky podle Langova dešťového faktoru je přiložena v příloze B.4.

3.4.2 Minářova klasifikace

Další klasifikací podnebí, která vznikla primárně k agronomickým účelům, je Minářova klasifikace z roku 1948. Ta zavádí tzv. vláhovou jistotu, přesněji Minářův koeficient vláhové jistoty J , která je definovaná vztahem:

$$J = \frac{S - s'}{t}, \quad (3.6)$$

kde S je průměrný roční úhrn srážek, t je průměrná roční teplota vzduchu a kritická mez pro zemědělské plodiny v našich podnebných podmínkách s' se z ní vypočítá vztahem:

$$s' = 30 \cdot (t + 7). \quad (3.7)$$

K tomuto vztahu 3.7 došel A. Gregor na základě Köppenova určení hranice sucha pro oblasti s rovnoměrným rozložením srážek během roku podle vztahu 3.3.

Podle vláhové jistoty rozlišuje Minářova klasifikace pět podnebných oblastí: nejsušší, silně suchou, středně až mírně suchou, mírně vlhkou a středně až silně vlhkou. Jejich vymezení je zaneseno do tabulky 3.9.[30]

Tabulka 3.9: Vymezení klimatických oblastí podle Minářovy vláhové jistoty [30]

Oblast	Vláhová jistota	Případů sucha
Nejsušší	-4	50 %
Silně suchá	1–7	50–25 %
Středně až mírně suchá	8–14	25–15 %
Mírně vlhká	15–21	15–5 %
Středně až silně vlhká	22–35	5–0 %

3.4.3 Agroklimatická klasifikace

M. Kurpelová, L. Coufal a J. Čulík publikovali v roce 1971 dílo Agroklimatické podmínky ČSSR. V tomto díle je zaznamenána další agronomicky podmíněná klasifikace podnebí České, resp. Československé republiky.

Klimatické oblasti jsou vymezeny na základě tří agroklimatických znaků: teplotních podmínek, podmínek přezimování a zavlažení.

Teplotní podmínky jsou reprezentovány teplotní sumou za období s průměrnou denní teplotou vzduchu $\geq 10\text{ }^\circ\text{C}$ ($\sum T$).[40] Je to ukazatel teplotní zabezpečení zemědělských plodin a dobře charakterizuje vegetační podmínky daného území.[41]

Jako ukazatel přezimování byl použit průměr ročních absolutních minim teploty vzduchu T_m . [40] Vystihuje teplotní podmínky během zimy a charakterizuje kritické teploty vymrzání ozimů.[41]

Vláhu půdy charakterizuje klimatický koeficient zavlažení k pro měsíce červen až srpen.[40] Definován je rozdílem potenciální evapotranspirace E_0 (tj. celkový výpar, tedy fyziologický i z vlhkých povrchů[2]) a úhrnu srážek za dané období R :

$$k = E_0 - R. \quad (3.8)$$

Hodnoty koeficientu zavlažení dobře vystihují vláhovou bilanci území. Kladné hodnoty charakterizují nedostatek vláhy a záporné naopak vláhy nadbytek.[41]

Na základě výše zmíněných agroklimatických faktorů je klima našeho území rozčleněno na tři makrooblasti: teplou, mírně teplou a chladnou. Podle koeficientu zavlažení je každá oblast dále dělena na podoblasti a v nich jsou ještě jemnější okrsky vyčleněny dle ročních minim teplot.[40]

Teplá makrooblast se vyskytuje převážně na území České tabule, Dolnomoravského a Dyjskosvrateckého úvalu, v Ostravské pánvi a Oderské nížině.[40] Představuje oblast s příznivými podmínkami pro pěstování teplomilných kultur, jako jsou například kukuřice nebo cukrová řepa.[42] Hodnoty $\sum T$ se pohybují v rozmezí od 3100 $^\circ\text{C}$ do 2400 $^\circ\text{C}$. Člení se na čtyři agroklimatické oblasti: velmi teplou, převážně teplou, dostatečně teplou a poměrně teplou.[40]

Mírně teplá makrooblast je vymezena hodnotami $\sum T$ od 2400 $^\circ\text{C}$ do 2000 $^\circ\text{C}$. Jedná se o oblasti s vhodnými podmínkami pro pěstování obilnin méně náročných na teplo nebo pro pozdní brambory.[42] Do této makrooblasti spadá většina

území České republiky s nadmořskou výškou přibližně do 600 m. Dělí se na dvě agroklimatické oblasti: poměrně mírně teplou a slabě mírně teplou.[40]

Chladná makrooblast odpovídá oblastem, kde se hodnoty $\sum T$ pohybují od 2000 °C do 1600 °C. Zaujímá okrajová území zemědělské výroby.[42] Nalezneme ji na okrajích vysoko položených kotlin a na úpatích vyšších pohoří do nadmořské výšky 800 m. Dále se dělí na oblast mírně chladnou a oblast převážně chladnou.[40]

Přehled agroklimatického dělení území České republiky podle Kurpelové je zanesen v tabulce 3.10.[40]

Tabulka 3.10: Vymezení agroklimatických oblastí podle Kurpelové [40][41]

Agroklim. makrooblast	Agroklim. oblast	$\sum T$ [°C]	Agroklim. podoblast	k [mm]	Agroklim. okrsky – zimy	T_m [°C]		
Teplá	velmi teplá	> 3000	velmi suchá	≥ 150	převážně mírné	> -18		
			převážně suchá	150–101				
	převážně teplá	3000–2800	velmi suchá	≥ 150	převážně mírné	> -18		
			převážně suchá	150–101	poměrně mírné	-18 - -20		
			mírně suchá	100–51				
	dostatečně teplá	2800–2600	velmi suchá	≥ 150	poměrně mírné	-18 - -20		
			převážně suchá	150–101				
			mírně suchá	100–51				
	poměrně teplá	2600–2400	velmi suchá	≥ 150	poměrně mírné	-18 - -20		
			převážně suchá	150–101			mírně chladné	-20 - -22
			mírně suchá	100–51				
			mírně vlhká	50–1				
Mírně teplá	poměrně mírně teplá	2400–2200	převážně suchá	150–101	poměrně mírné	-18 - -20		
			mírně suchá	100–51			mírně chladné	-20 - -22
			mírně vlhká	50–1	převážně chladné	-22 - -24		
			převážně vlhká	0 - -50				
	slabě mírně teplá	2200–2000	převážně suchá	150–101	poměrně mírné	-18 - -20		
			mírně suchá	100–51			mírně chladné	-20 - -22
			mírně vlhká	50–1	převážně chladné	-22 - -24		
			převážně vlhká	0 - -50			studené	< -24
			vlhká	-51 - -100				
	velmi vlhká	≤ 100						
	Chladná	mírně chladná	2000–1800	mírně suchá	100–51	převážně chladné	-22 - -24	
				mírně vlhká	50–1			studené
převážně vlhká				0 - -50				
vlhká				-51 - -100				
velmi vlhká				≤ 100				
převážně chladná		1800–1600	mírně vlhká	50–1	studené	< -24		
			převážně vlhká	0 - -50				
			vlhká	-51 - -100				
			velmi vlhká	≤ 100				

Mapa agroklimatického členění České republiky je přiložena v příloze B.5.

3.4.4 Klasifikace podle Moravce a Votýpky

Klimatická regionalizace České republiky z roku 1998 představuje další agroklimatickou klasifikaci našeho území. D. Moravec a J. Votýpka za účelem bonitace zemědělského půdního fondu digitálně zpracovali klimatická data z 85 klimatologických stanic České republiky za období let 1961 až 1990. Území rozdělují na regiony s přibližně stejnými klimatickými podmínkami pro pěstování zemědělských plodin.

Zpracování klimatických staničních dat metodou součtových řad s neobvykle malou jednotkou zpracování, 100 x 100 m, umožnilo vytvořit novou klasifikaci podnebí České republiky, která je téměř invariantní vůči jiné kategorizaci či volbě nových intervalů řídicích veličin. Na území České republiky je vyčleněno deset klimatických regionů – kategorií, značených římskými číslicemi I–X. Rozhodující kritéria jejich vymezení jsou pouze průměrný počet dní s teplotou vzduchu $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$, resp. počet dní vegetačního období, průměrný roční úhrn srážek a délka trvání období sucha.[43]

Přehled klimatických kategorií je uveden v tabulce 3.11.

Tabulka 3.11: Vymezení klimatických regionů podle Moravce a Votýpka[43]

Kategorie	Prům. počet dní vegetačního období	Prům. roční úhrn srážek [mm]	Počet dní sucha
I	≥ 178	≤ 580	> 22
II	160–177	> 580	
III	160–177	≤ 580	> 22
IV	160–177	≤ 580	≤ 22
V	142–159	> 580	
VI	142–159	≤ 580	> 22
VII	142–159	≤ 580	≤ 22
VIII	124–141	> 580	
IX	124–141	≤ 580	> 22
X	≤ 123	> 580	

Mapa klimatické regionalizace České republiky podle Moravce a Votýpky je přiložena v příloze B.6.

3.5 Bergova klasifikace

Klasifikace klimatu sestavená ruským biologem a geografem L. S. Bergem v roce 1922 je postavena především na jeho poznacích o rozšíření přírodních krajinných zón.[2] Pro vymezení jednotlivých podnebných typů nejsou použity číselné hodnoty meteorologických prvků, ale vycházejí z charakteristických znaků krajiny a ze zastoupení půdních a vegetačních druhů.[44]

Bergova klasifikace vyčleňuje 17 klimatických typů v rámci klimatu velkých a malých nadmořských výšek. V nížinách a horách do 1000 m n. m. rozlišuje 11 klimatických typů a 6 typů uvádí ve vysočinách s nadmořskou výškou větší než 1000 m n. m. Klimatické typy nížin podle Bergovy klasifikace jsou následující

(od severu): klima tundry, klima tajgy, klima listnatých lesů mírného pásu, stepní klima, středomořské klima, monzunové klima mírného pásu, klima vlhkých subtropických lesů, klima vnětropických pouští, klima subtropických pouští, klima savan a klima deštného tropického lesa.[45][2] Na náhorních plošinách rozlišuje: klima náhorních polárních rovin, klima horských stepí mírného pásma, klima horských pouští mírného pásma, tibetský typ klimatu vysokohorských pouští, klima horských subtropických stepí a klima tropických horských plošin a vysočin.[46]

Klimatické typy nížin:

Podnebí tundry se vyskytuje na severním okraji kontinentů Asie, Evropy, Severní Ameriky a na ostrovech v této oblasti. Podnebí tundry je velmi studené s dlouhými tuhými zimami a chladným létem. Vegetační období trvá pouze dva až tři měsíce. Jižní hranici tohoto pásma tvoří hranice rozšíření lesa.

Tajga zaujímá značnou část severní polokoule, v Severní Americe Aljašku a většinu území Kanady, v Evropě Skandinávii a v Asii Sibiř. Na jižní polokouli se Tajga téměř nevyskytuje. Vegetační období je zde výrazně delší než v tundře. Tajga poskytuje příznivé klimatické podmínky pro rostlinstvo. V létě mírné teploty, vysoká vlhkost vzduchu a dostatečné množství srážek, v zimě teploty hluboko pod bodem mrazu, ale sněhová pokrývka většinou stačí k ochraně půdy před promrznutím. Tyto podmínky vytváří vhodné prostředí pro rozvoj lesní vegetace.

Klima listnatých lesů mírného pásu se vyskytuje na jižní i severní polokouli v pásu vymezeném přibližně 40. a 60. rovnoběžkou (spadá sem i Česká republika). Teplá léta a mírné zimy představují vhodné podmínky pro růst listnatých lesů. Projevují se zde výrazné rozdíly v kontinentálním a oceánském podnebí. V oblastech s kontinentálním podnebím pozorujeme chladné zimy s velkou roční amplitudou teploty. Srážky jsou nepravidelně rozloženy v průběhu roku. Oceánské podnebí je typické mírnou zimou s intenzivní cyklonální činností. Srážky jsou v průběhu roku rozloženy pravidelně.

Podnebí stepí se dělí na dva druhy – stepi mírných šířek s chladnou zimou, které nalezneme především v evropské části bývalého SSSR a západních státech USA, a stepi subtropických a tropických šířek s teplou zimou, které lemují pouště tropického a subtropického pásu. Oblasti stepí jsou charakteristické výsušným podnebím. Léta bývají horká a suchá, v zimě se vyskytuje sněhová pokrývka s mocností místy až 30 cm.

Středomořské klima se kromě Středozeří nalézá také na pobřeží Kavkazu, Chile, Kalifornie a na jihu Austrálie. Klima je v těchto oblastech ovlivňováno chladnými mořskými proudy – Humboldtovým, Kalifornským a Benguelským. Obecně je středomořské podnebí teplé s dostatečným množstvím srážek, které převažují v zimním období.

Monzunové podnebí mírných šířek se vyskytuje především v Číně, severním Japonsku a Koreji. Toto podnebí je typické vydatnými monzunovými dešti v letním období a suchými jasnými zimami většinou bez sněhové pokrývky.

Vlhké subtropické lesy nalezneme například na pobřežní Mexického zálivu, na náhorních rovinách Afriky nebo v severní Indii. Podnebí je zde charakterizováno teplou zimou s průměrnou teplotou nejchladnějšího měsíce vyšší nebo rovnu 2 °C.

Pouštní klima se podle Berga opět rozděluje na dva druhy – klima vnětropických pouští a klima subtropických pouští. Do první skupiny řadíme především středoasijské pouště a pouště Severní Ameriky. Druhá skupina pouští zahrnuje pouště dolního toku řeky Colorado v Kalifornii, Africké pouště (Sahara, Namib),

pouště Arabského poloostrova, jihoamerické pouště a pouště v centrální části Austrálie. Podnebí pouští je obecně velmi suché s výrazně převládajícím výparem nad srážkami. Rozdíl mezi vnitropickýmmi a subtropickými pouštěmi je převážně v amplitudách ročního a denního kolísání teploty vzduchu. Zatímco vnitropické pouště jsou typické horkými léty s maximálními teplotami nad 50 °C a chladnou zimou s teplotami do -10 °C, na subtropických pouštích je roční amplituda teploty relativně malá, kolem 16 °C, ale rozdíly teplot mezi dnem a nocí mohou být až 40 °C.

Savany pokrývají rozsáhlé plochy tropické Afriky a Jižní Ameriky. Podnebí je typické mírnými teplotami a sezónními pasáty, které v letním období přinášejí vydatné srážky a v zimě naopak suchý kontinentální vzduch.

Tropické deštné lesy nalezneme v oblasti rovníku, například v povodí řeky Amazonky, ve střední Africe, nebo v Oceánii. Podnebí je zde velmi vlhké a teplé. Srážky padají celoročně ve formě lijáků a jsou doprovázené silnými bouřkami. Průměrné denní teploty neklesají pod 16 °C a roční amplituda je maximálně 6 °C.[47]

Klimatické typy náhorních plošin:

Do zóny klimatu náhorních polárních rovin řadíme ledové plošiny Grónska, Země Františka Josefa, Severní Země, ostrovů Nové Země, nebo Antarktidy. Typické jsou extrémně nízké teploty s měsíčními průměry pod bodem mrazu. Téměř polovina dní v roce je zde mlhavá s vysokou relativní vlhkostí vzduchu. Mocnost ledové pokrývky na některých místech dosahuje hloubky až 1 km. O tomto klimatu se často hovoří také jako o tzv. klimatu věčného mrazu.

Klima horských stepí nalezneme například v oblasti jezer v západním Mongolsku. Počasí zde výrazně ovlivňují cyklóny – střídají se období srážek a období sucha. Srážky padají převážně v létě za doprovodu bouřek a krupobití. Průměrné teploty vzduchu v létě se pohybují kolem bodu mrazu. Zimy jsou suché, mrazivé, s hustou sněhovou pokrývkou.

Typickým zástupcem horských pouští mírného pásma může být oblast východního Turkmenistánu. Klima je zde velice suché s maximem srážek v jarních měsících. Časté jsou silné prachové bouře následované hustou prašnou mlhou.

Tibetský typ klimatu vysokohorských pouští je vyčleněn pro oblasti východního Tibetu a Pamiru. Jsou zde vysoké jak roční, tak denní amplitudy teploty vzduchu – až 33 °C. Srážky převažují v letním období, ale obecně jich padá velmi málo. Zvláštností tibetského klimatu jsou každodenní bouře, které naplňují vzduch mračny prachu a písku.

Horské subtropické stepi nalezneme například na náhorní plošině v Íránu. Klima je zde suché, s maximem srážek v jarních měsících. Srážky padají v průměru pouze 25 dní v roce. Vzduch je celoročně suchý a teplý, v létě až horký s teplotami okolo 42 °C.

Do zóny tropických náhorních plošin řadíme vysoké plošiny v severním Chile, Peru a Bolívii, dále Ekvádor, Mexiko, východ a jihozápad Afriky. Pro tyto oblasti je typické téměř neměnné počasí v průběhu roku - vlhké s průměrnými denními teplotami okolo 20 °C.[46]

3.6 Klasifikace na základě družicových dat

Další možností jak doplnit, případně zavést nové klimatické klasifikace je použití družicových dat. Satelitní měření poskytují komplexní informace o stavu atmosféry, zemském povrchu a mořské hladině. Družice získávají data o rozložení a základních vlastnostech oblačnosti, radiační bilanci Země, vlhkosti vzduchu a řadě dalších meteorologických prvků. Významnou výhodou satelitních meteorologických dat je možnost jejich sběru i v oblastech oceánů a v suchozemských regionech, kde pozemská staniční síť nedostačuje. Se vzrůstajícími možnostmi výpočetní techniky je také stále snazší tato data zpracovávat, dlouhodobě uchovávat a následně vhodnými algoritmy modelovat klasifikace pro konkrétní využití.[48][2]

Tato jednoduchost sběru a práce s družicovými daty vede k tvorbě velkého množství klimatických klasifikací, ale většinou výhradně na lokální úrovni. Klasifikace jsou vytvářeny především ke konkrétnímu, často velice specifickému účelu, pouze pro oblast k tomuto účelu využívanou - například: „Charakterizace klimatu v povodí řeky Konga“ na základě satelitních dat o srážkách v této oblasti získávaných pomocí Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) (čtenáři k dispozici v článku [49]), „Vymezení agroklimatických zón v Irácké republice“ podle ročního úhrnu srážek vypočteného z družicových dat TRMM_3B43 v7 a průměrné teploty vzduchu získané z družicových dat NOAA025_M v2.1 (čtenáři k dispozici v článku [50]) a další. Globální klasifikaci klimatu založenou na družicových datech popsal v roce 2001 americký vědec G. Louis Smith v článku „Surface Radiation Budget and Climate Classification[51]“.

3.6.1 Klasifikace klimatu podle radiační bilance zemského povrchu

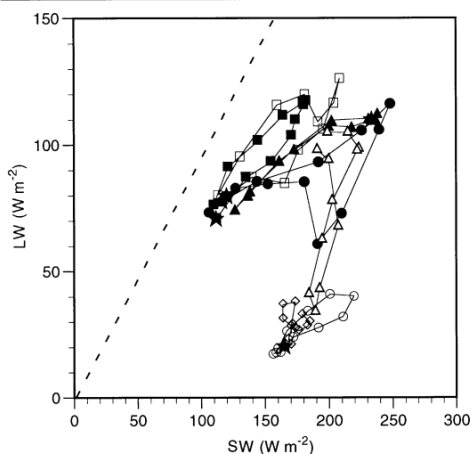
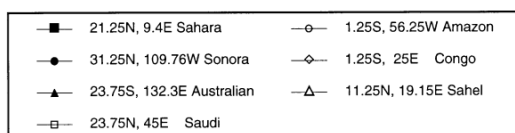
G. Louis Smith a jeho tým vytvořili klasifikaci klimatu založenou na radiační bilanci zemského povrchu. Z družicových dat z období července 1983 až června 1991 zjistili, že roční cyklus radiační bilance je charakteristický pro jednotlivé klimatické pásy vymezené Köppenovou-Trewarthovou klasifikací.[51]

Radiační bilance zemského povrchu, anglicky net radiation nebo surface radiation budget (SRB) [29], je stručně řečeno suma veškerých příchozích i odchodících radiačních toků na povrchu Země. Definována je jako rozdíl globálního slunečního záření absorbovaného jednotkou plochy zemského povrchu a efektivního vyzařování jednotky plochy zemského povrchu.[2] Globální sluneční záření souhrnně označuje přímé i rozptýlené záření přicházející přes atmosféru od Slunce k povrchu Země. Jedná se o elektromagnetické záření vysokých frekvencí, tedy krátkých vlnových délek (SW = shortwave) v řádu $10^{-7} - 10^{-6}$ m. Efektivní vyzařování zemského povrchu je naopak záření vlnových délek $10^{-5} - 10^{-4}$ m, čili dlouhovlnné (LW = longwave). Vyjadřuje rozdíl vlastního vyzařování Země jako (přibližně) černého tělesa a zpětného záření atmosféry, tj. vyzařování radiace složkami atmosféry směrem k povrchu Země.[13]

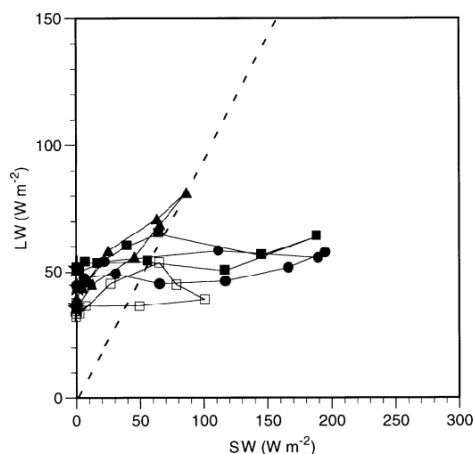
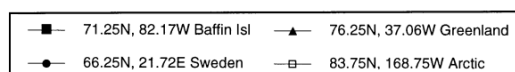
SRB se ukázala být vhodným ukazatelem klimatických podmínek na daném území. V její hodnotě je nepřímou zahrnuto několik faktorů, které ovlivňují počasí a klimatické podmínky v určitém místě.[51] Nejčastěji se v souvislosti s klimatickými klasifikacemi hovoří o teplotě vzduchu a úhrnu srážek. Teplota vzduchu v přízemních vrstvách atmosféry je silně závislá na teplotě zemského povrchu. Pohlcení slunečního SW záření spolu se zpětným LW zářením atmosféry zemský

povrch ohřívá a vlastní LW vyzařování Země jej naopak ochlazuje. K výsledné teplotě povrchu (i vzduchu) přispívá mnoho dalších činitelů - druh povrchu, vegetace, proudění tepla, latentní teplo atp., hlavní roli však hraje, zda převládá záření, které povrch Země ohřívá, či záření, které povrch Země ochlazuje, tedy právě SRB. Nepřímo se v hodnotách SRB promítá také úhrn srážek. V oblastech s vysokým ročním úhrnem srážek je v průběhu roku vyšší míra oblačnosti. Oblaky svou přítomností mění složení atmosféry v daném místě, a tím ovlivňují množství (a směr) LW i SW záření, které atmosférou prochází. Přítomnost/absence oblačnosti se tak opět projeví ve výsledných hodnotách SRB.[13][51]

K výpočtu ročních cyklů SRB pro účely „družicové klasifikace“ byly spočteny měsíční průměry toků zvláště krátkovlnného (SW = shortwave) a zvláště dlouhovlnného (LW = longwave) záření pro každý z 6596 regionů. Regiony byly vyčleněny mřížkou kvazistejných ploch s $2,58^\circ$ zeměpisné šířky a $2,58^\circ$ zeměpisné délky na rovníku. SRB v průběhu roku byla vynesena do grafů jako závislost absolutní hodnoty LW záření na SW záření pro jednotlivé měsíce. V grafech 3.5 a 3.6 je tato závislost zobrazena pro vybraná území reprezentující příslušné klimatické pásmo.[51]



Obrázek 3.5: Toky LW a SW záření pro oblasti pouští a savan.[51]



Obrázek 3.6: Toky LW a SW záření pro vysokohorské a polární oblasti.[51]

Z grafů 3.5 a 3.6 je patrné, že v oblastech s různými klimatickými podmínkami je roční průběh SRB zřetelně odlišný, kdežto pro území ze stejného klimatického pásma má tento graf průběh kvalitativně podobný. Na základě SRB lze tedy zavést klimatickou klasifikaci.

Klimatická pásma a jim odpovídající hodnoty radiačních toků jsou pro pevniny uvedené v tabulce 3.12 a pro oceány v tabulce 3.13. Mapa klimatické klasifikace světa na základě SRB je přiložena v příloze B.7.

Tabulka 3.12: Klimatické klasifikace pevniny na základě SRB [51]

Köppenova-Trewartheta klasifikace		Odpovídající SRB kritéria		
Klimatická pásma		roční průměr SW [Wm^{-2}]	roční průměr LW [Wm^{-2}]	rozsah hodnot SW [Wm^{-2}]
A	Tropické vlhké (deštný les) vlhké a suché (savana)	> 140	< 70 < 50 > 50	< 100
B	Suché poušť step		> 90 > 70	
C	Subtropické	> 140	< 70	> 100
D	Mírné	> 100	< 70	
E	Boreální	> 50	< 70	
F	Polární	> 0	< 70	

Tabulka 3.13: Klimatické klasifikace oceánů na základě SRB [51]

Köppenova-Trewartheta klasifikace		Odpovídající SRB kritéria	
Klimatická pásma		roční průměr SW [Wm^{-2}]	rozsah hodnot SW [Wm^{-2}]
A	Tropické	> 210	< 140
B	Konvergenční a oblačné*	> 170	< 140
C	Subtropické	> 150	> 140
D	Mírné	< 150	
F	Polární	< 80	

*Konvergenční a oblačné pásmo v původní Trewartha-Köppenově klasifikaci není

II. Praktická část

4. Data

4.1 Použitá data

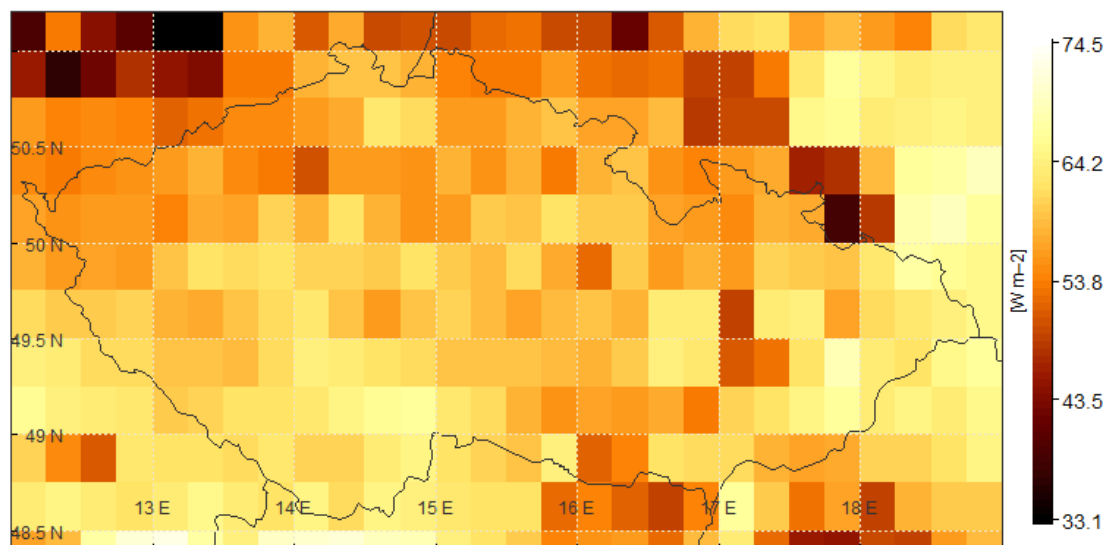
Veškerá zpracovaná data byla poskytnuta satelitním aplikačním zařízením pro monitorování klimatu (CMSAF) Evropské organizace pro výzkum meteorologickými satelity (EUMETSAT).[48]

Pro replikaci postupu tvorby klasifikace z článku „Surface Radiation Budget and Climate Classification“[51] pro Českou republiku byly využity datové řady bilance LW záření při zemském povrchu *Surface net longwave radiation (SNL)* – MSG, verze CLAAS ed. 1.0, za období od ledna roku 2006 do prosince roku 2011, a datové řady bilance SW záření při zemském povrchu *Surface net shortwave radiation (SNS)* – MSG, verze CLAAS ed. 1.0, za stejné období. Datové soubory obsahují měsíční průměrné hodnoty SNL a SNS s prostorovým rozlišením $0,05^\circ$ zeměpisné délky (z. d.) x $0,05^\circ$ zeměpisné šířky (z. š.). Území České republiky (resp. obdélníková oblast o souřadnicích N 48.40° , E 12.00° a N 51.20° , E 19.00° , která Českou republiku zahrnuje) je tak rozděleno na 7560 čtverců o hraně přibližně 5 km. Pro každý čtverec byly z jednotlivých měsíčních hodnot spočteny měsíční průměry za měřených šest let a z nich následně průměrná hodnota celého roku. Aby byla práce s daty intuitivnější a názornější, byly hodnoty SNL převedeny do absolutní hodnoty. Obecně je SRB definována jako suma veškerých radiačních toků povrchu Země. V našem případě by se tedy jednalo o součet hodnot SNS a SNL, kde SNS reprezentuje ohřívání zemského povrchu a nabývá kladných hodnot (nebo nul) a SNL, která reprezentuje naopak ochlazování povrchu Země, je většinou záporná. Změnou znaménka hodnot SNL se zjednoduší porozumění obdrženým hodnotám – větší hodnota bude znamenat větší ochlazení povrchu a naopak. Výsledná SRB tím přejde ze sumy dílčích bilancí na jejich rozdíl: „ $SRB = SNS - SNL$ “.

K vytvoření klasifikace podnebí České republiky metodou shlukovací analýzy byly zpracovány tři různé datové soubory: datový soubor měsíčních průměrných hodnot SRB *Surface radiation budget (SRB)* - MSG, verze CLAAS ed. 1.0, za období od ledna roku 2006 do prosince roku 2011; datový soubor měsíčních průměrných hodnot globálního záření při povrchu Země *Surface incoming radiation (SIS)* - MSG, verze CLAAS ed. 1.0, za stejné období; a datový soubor měsíčních průměrných hodnot procentuálního zakrytí oblačností *Fractional cloud cover (CFC)* - MVIRI/SEVIRI on METEOSAT, verze COMET ed. 1.0, za období od ledna roku 1991 do prosince roku 2015. Prostorové rozlišení použitých datových souborů je $0,05^\circ$ x $0,05^\circ$ z. d./z. š.

CMSAF poskytuje také data SRB, SIS i CFC získávaná pomocí družice s polární drahou letu, verze CLARA-A ed. 1.0 za období od ledna 1982 až do prosince 2009. Prostorové rozlišení těchto datových souborů je však 0.25° x 0.25° z. d./z. š., což vzhledem k rozloze uvažovaného území (cca $6,75^\circ$ x $2,50^\circ$ z. d./z. š.) není dostatečné. Byla proto upřednostněna data s kratším obdobím sběru, ale vhodnějším prostorovým rozlišením.

Vizualizace alternativního datového souboru SRB s prostorovým rozlišením $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ z. d./z. š. je zobrazena na obrázku 4.1.



Obrázek 4.1: SRB data družice s polární drahou letu, verze verze CLARA-A ed. 1.0, pro Českou republiku za období let 1982–2009

U všech uvažovaných veličin bylo využito datového souboru s maximálním dostupným obdobím sběru dat pro příslušné prostorové rozlišení. Výjimkou je veličina SIS, pro kterou nebylo možné data z období let 1983–2023 využít. Pravděpodobně technická chyba na straně zprostředkovatele zapříčinila, že ač je tento datový soubor obvykle veřejnosti k dispozici, nebylo v čase tvorby této práce možné jej obdržet ke zpracování.

4.2 Chybějící data

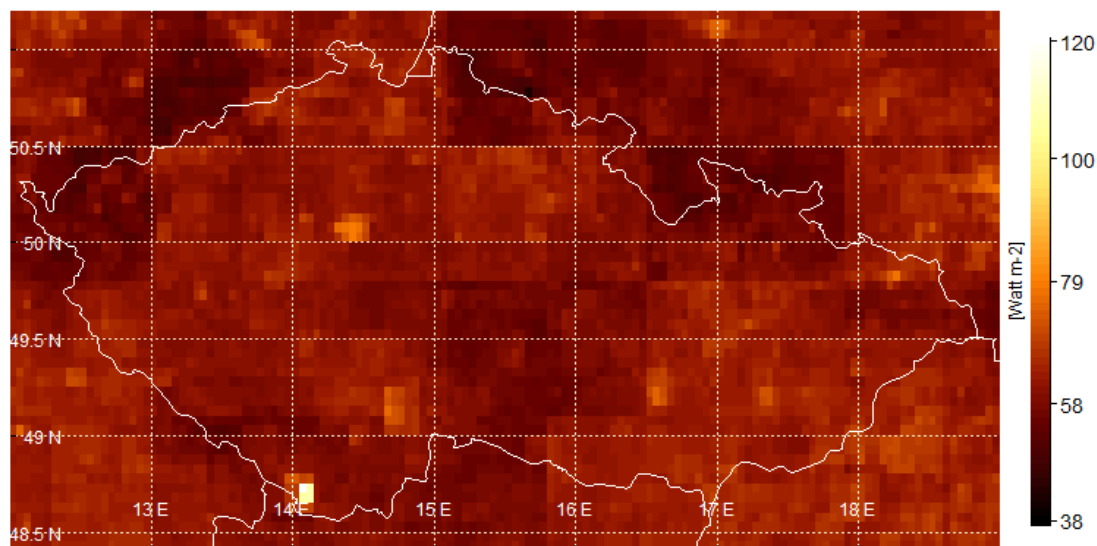
Vizualizace průměrných ročních hodnot SRB na území České republiky, získaných vzájemným odečtením SNS a SNL datových souborů, vykazovala na souřadnicích N 48.70° , E 14.05° čtvereček o hraně $0,05^\circ$ kartografických souřadnic (pixel) s anomálními hodnotami uvažované veličiny. Průměrné roční hodnoty SRB celé republiky se pohybují v rozmezí 45 až 75 W m^{-2} . Ve zmíněném pixelu však SRB nabývá hodnoty 119 W m^{-2} , což je více než 1,5 násobek maximální hodnoty zbylého území. Po určení geografické polohy pixelu - oblast Lipenské přehrady[52] - byla vyloučena možná fyzická příčina, a tedy i správnost vykazovaných hodnot.

Kontrola číselných hodnot vstupních dat ukázala, že zpracovávaný datový soubor SNL pro tento pixel neobsahuje data z měsíců ledna a prosince každého roku, data z února a listopadu z let 2006, 2009 až 2011 a březnová data z let 2006, 2009 a 2010. V ročních průměrech jsou proto zahrnuty pouze měsíce s obecně vyššími hodnotami SRB, a tedy i výsledná hodnota celkového ročního průměru je vyšší. Hodnoty pixelu výrazně zkreslují konečné rozpětí hodnot celé republiky, a proto v dalším postupu nebyly uvažovány.

Vizualizace hodnot SRB pro Českou republiku s anomální hodnotou zmíněného pixelu je na obrázku 4.2.

Datový soubor SRB, zpracovávaný metodou shlukové analýzy, obsahuje měsíční průměry SRB za období šesti let pro 12960 prostorových bodů ($162^\circ \times 80^\circ$ z. d./z. š.), tedy celkem 933 120 hodnot. Datové řady pro některé prostorové body (především v oblasti výše zmíněného pixelu) však nejsou úplné. Celkový počet chybějících datových bodů je 14120. Pro co možná největší celistvost výsledné klasifikace nebyly prostorové body s neúplnými datovými řadami vyloučeny z dalšího zpracování, ale chybějící data byla nahrazena průměry hodnot ze sousedních prostorových bodů. Jelikož chybějící data tvoří přibližně 1,5 % celkového souboru, nevnáší tato oprava do celkové klasifikace příliš významnou odchylku. Další možností nahrazení chybějících dat bylo pro každý prostorový bod s chybějícími daty tato data nahradit průměrnou hodnotou za dostupné časové období - u žádného bodu nechyběla data za celé měřené období. Tento přístup by však například v případě „šumavského pixelu“ opět zapříčinil výskyt anomálně vyšších hodnot, protože by byly průměry počítány pouze z dostupných měsíců s vyššími hodnotami.

Datové soubory SIS a CFC žádná chybějící data pro území České republiky neobsahují.



Obrázek 4.2: Mapa území České republiky podle SRB dat s anomální hodnotou „šumavského pixelu“

5. Metodika

5.1 Porovnání s již existující klasifikací

Vytvoření klasifikace České republiky na základě SRB dat je motivováno studií z článku „Surface Radiation Budget and Climate Classification“[51], ve kterém G. L. Smith a spol. představili tuto klasifikaci ve světovém měřítku. Pro každý prostorový bod jsou uvažována zvláště data LW záření - datový soubor SNL (přesněji jeho absolutní hodnoty), zvláště data SW záření - datový soubor SNS, a výsledná radiační bilance je získána jejich odečtením. Klimatické třídy jsou vyčleněny porovnáním získaného rozložení hodnot SRB s již existující, konkrétně Köppenovou-Trewarthyovou, klasifikací a zpětným vymezením hraničních hodnot SW a LW záření jednotlivých tříd (viz tabulky 3.12 a 3.13). Příslušnost oblasti ke klimatické třídě je demonstrována pro danou třídu typickým průběhem závislosti průměrných měsíčních hodnot LW záření na SW záření během roku.

V případě České republiky však vzhledem k její nedostatečné jemnosti není využití Köppenovy klasifikace vhodné. Většina území republiky spadá do klimatické třídy Cf, v hornatých oblastech nalezneme třídu Df a pouze nejvyšší vrcholky Jeseníků a Krkonoš lze zařadit do třídy ET.[20] Nabízí se tedy porovnání například s Quittovou klasifikací, která je podrobnější a přímo vytvořená pro uvažované území. V tomto případě však naopak námi zpracovávaná data nemají dostatečné prostorové rozlišení. Quittova klasifikace pracuje s republikou rozčleněnou na čtverce o hraně 500 m a použitá satelitní data člení území na čtverce s hranou délky 5 km.[38] Touto metodou lze proto rozlišit pouze největší možné klimatické třídy - oblasti: teplou, mírně teplou a chladnou. Ani hranice těchto velkých oblastí však přesně nekorespondují s rozložením určených hraničních hodnot SRB.

Zvolen byl proto nový přístup k vytvoření klasifikace České republiky na základě družicových dat a to pomocí metod shlukové analýzy.

5.2 Shluková analýza

Shluková analýza, anglicky cluster analysis nebo clustering, je metoda vícerozměrné statistické analýzy, která se používá k hledání skupin objektů na základě jejich podobnosti. Jejím cílem je v rámci datové sady vytvořit skupiny datových prvků - shluky tak, aby si členové jednoho shluku byli navzájem co nejpodobnější, a zároveň členové různých shluků aby se od sebe co nejvíce lišily.[53]

Typů shlukovacích metod existuje několik, liší se různým přístupem ke vstupním datům, samotným postupem i konečnými výsledky. Nejčastěji užívanými metodami jsou tzv. K-means shlukování a námi použité aglomerativní hierarchické shlukování.

Agglomerativní hierarchická metoda pracuje na tzv. bottom-up algoritmu. Ten nejprve každý prvek n vstupních dat považuje za samostatný shluk. V každém dalším kroku vždy dva *nejméně odlišné* shluky sloučí do jednoho a tento proces opakuje, dokud nedojde ke sloučení všech datových prvků do jednoho shluku. To, které dva konkrétní shluky v příslušném kroku spojit, tedy které dva shluky jsou

si navzájem nejvíce podobné, určuje koeficient nepodobnosti shluků. Dva vzájemně nejméně vzdálené shluky z hlediska použité metriky mají nejnižší hodnotu koeficientu nepodobnosti, a tedy budou v aktuálním kroku sloučeny.[54][55]

Vzájemná vzdálenost dvou objektů je v našem případě stanovena Eukleidovskou metrikou, přesněji její druhou mocninou: Mějme i -tý objekt popsaný vektorem pozorování $x_i = (x_{i_1}, \dots, x_{i_m})$ a j -tý objekt popsaný vektorem pozorování $x_j = (x_{j_1}, \dots, x_{j_m})$. Eukleidovskou vzdálenost těchto dvou objektů lze vyjádřit vzorcem:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{s=1}^m (x_{is} - x_{js})^2}, \quad (5.1)$$

a její druhou mocninu vzorcem:

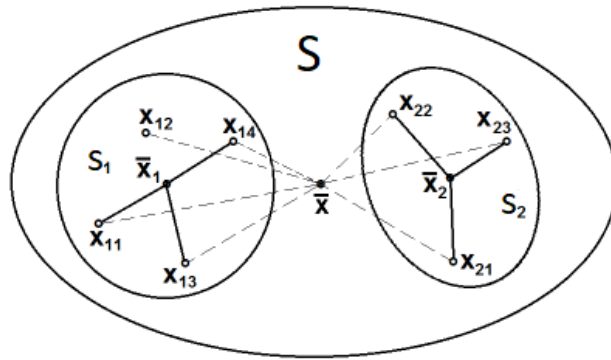
$$d_{ij}^2 = \sum_{s=1}^m (x_{is} - x_{js})^2. \quad (5.2)$$

K určení vzájemné vzdálenosti dvou shluků je použita Wardova metoda minimálního rozptylu, která považuje za nejméně vzdálené takové dva shluky, u kterých je minimální součet druhých mocnin vzdáleností všech pozorování od příslušných shlukových průměrů. Jinými slovy je touto metodou minimalizována celková odchylka hodnot uvnitř jednotlivých shluků. V každém kroku je sloučen právě ten pár shluků, který po sloučení vede k minimálnímu zvýšení celkového rozptylu v rámci shluku.[56][57] Matematicky lze Wardovu metodu vyjádřit vzorcem:

$$d_{(i+j)k} = \frac{n_i + n_k}{n_i + n_j + n_k} d_{ik} + \frac{n_j + n_k}{n_i + n_j + n_k} d_{jk} - \frac{n_k}{n_i + n_j + n_k} d_{ij}, \quad (5.3)$$

kde d_{ik}, d_{jk} a d_{ij} jsou vzájemné vzdálenosti vždy dvou vstupních shluků S_i, S_j a S_k ; $d_{(i+j)k}$ je vzdálenost nově tvořeného shluku $S = S_i \cup S_j$ od jakéhokoliv jiného shluku S_k ; a n_i, n_j a n_k je počet prvků v příslušném shluku S_i, S_j a S_k . [55][56]

Schéma Wardovy metody je zobrazeno na obrázku 5.1.

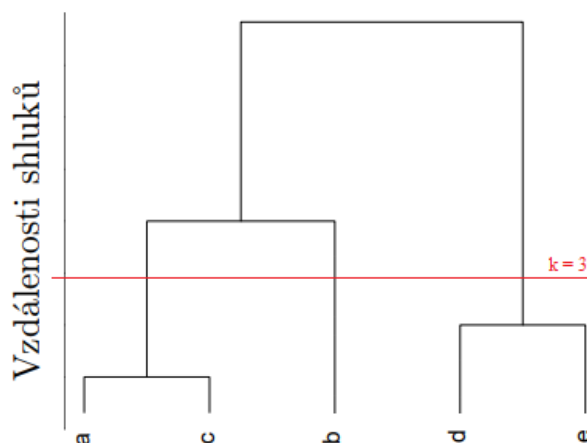


Obrázek 5.1: Schéma Wardovy metody minimálního rozptylu[58]

Konečné výsledky aglomerativního hierarchického shlukování se obvykle znázorňují pomocí stromového diagramu, tzv. dendrogramu. Ten názorně vykresluje jednotlivé kroky shlukovacího procesu. Na vodorovné ose dendrogramu jsou vyneseny jednotlivé prvky zpracovávaného datového souboru a svislá osa vyjadřuje

vzdálenost mezi jednotlivými shluky. Čím delší je svislá linka mezi dvěma uzly – shluky, tím více lze na základě zvolené metriky označit shluky jako rozdílné.[59] Horizontálním řezem dendrogramu můžeme získat určitý počet shluků, obvykle značený písmenem k . Rozhodnutí v jaké výšce řez vést, tedy kolik shluků chceme získat, je předmětem optimalizačních metod, jejichž konkrétní podoba závisí na povaze řešeného problému.

Příklad dendrogramu hierarchického aglomerativního shlukování je zobrazen na obrázku 5.2.



Obrázek 5.2: Ukázkový dendrogram hierarchického aglomerativního shlukování

5.3 Použitý software

Veškeré zpracování dat i jejich vizualizace byly provedeny pomocí volně dostupného programovacího jazyka R, určeného pro statistickou analýzu dat, ve vývojovém prostředí RStudio.

Pro zpracování datových souborů SNL a SNS byla použita knihovna funkcí R Toolbox od společnosti CMSAF, která poskytuje grafické uživatelské prostředí vytvořené přímo pro zpracování a vizualizaci jimi distribuovaných družicových dat.

Shluková analýza SRB, SIS a CFC dat byla provedena pomocí balíčku funkcí HiClimR (Hierarchical Climate Regionalization), vytvořeného pro klimatické regionalizace na základě hierarchické metody shlukovací analýzy. Oproti klasické „*hclust*“ funkci určené pro obecné aglomerativní hierarchické shlukování disponuje HiClimR možnostmi přizpůsobení samotných vstupních dat i procesu shlukování vhodnými právě pro klimatická data. Balíček obsahuje mimo jiné funkci *geogMask*, která z datové mříže většinou obdélníkového tvaru vybere pouze prostorové body, které patří do předem definované geografické oblasti - například státu Česká republika. Dále umožňuje zvolení shlukovací metody „*ward*“, „*single*“, „*complete*“, „*average*“ a další. Pro zpracování našich dat byla vybrána „*ward*“ – Wardova metoda, protože se v klimatologii používá nejčastěji[60] a zároveň jedině pro tuto metodu umí funkce HiClimR sama objektivně určit optimální počet shluků. Optimální počet shluků, tedy optimální úroveň řezu dendrogramu, je

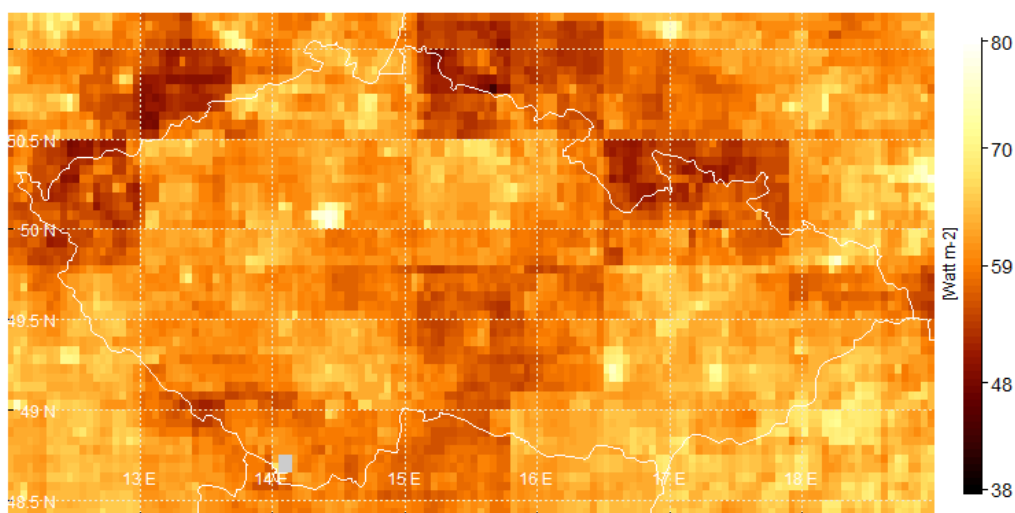
nalezen minimalizací mezishlukové podobnosti. Wardova metoda v každém kroku slučuje vždy vzájemně nejpodobnější shluky, tedy shluky s maximální vnitřní podobností. Optimální úroveň řezu dendogramu odpovídá takové hladině shlukovacího algoritmu, že v dalším kroku by došlo k vytvoření shluku, který by, s předem určenou úrovní spolehlivosti, měl hodnotu mezishlukové podobnosti větší, než byla podobnost původních dvou slučovaných shluků. Přesný algoritmus hledání optimálního počtu shluků je uveden v dokumentaci funkce HiClimR [60]. [59]

Součástí balíčku HiClimR je i základní vizualizační nástroj, pomocí něžž bylo zobrazeno výsledné rozložení získaných shluků.

6. Výsledky a diskuse

6.1 Klasifikace přímým stanovením mezních hodnot

Česká republika byla na základě družicových dat SRB rozdělena do tří klimatických oblastí: nadprůměrné, průměrné a podprůměrné. Roční průměrné hodnoty SRB byly vizualizovány a následně porovnány s Quittovou klimatickou klasifikací z Atlasu podnebí Česka[20]. Vizualizace průměrných ročních hodnot SRB na území České republiky je zobrazena na obrázku 6.1.



Obrázek 6.1: Průměrné roční hodnoty SRB pro Českou republiku

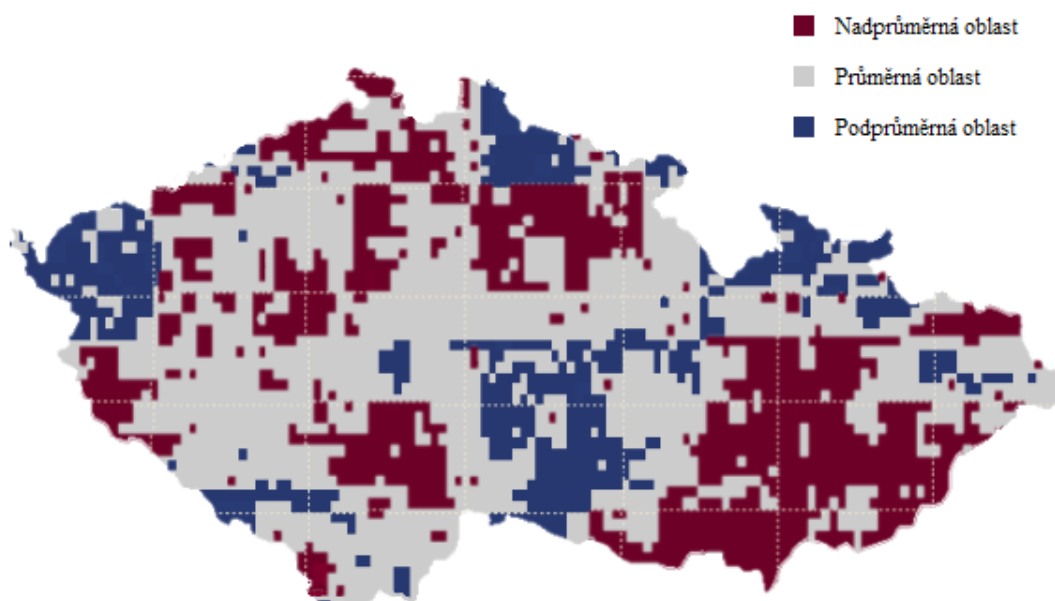
Určení hraničních hodnot SRB jednotlivých oblastí bylo provedeno tak, aby nejteplejší (jih Dolnomoravského úvalu v okolí dolních toků řek Dyje a Moravy) a nejchladnější (vrcholky Šumavy v okolí Velkého Javoru a nejvyšší body Krkonoš a Jizerských hor) oblasti našeho území podle Quittova rozdělení spadaly v nové klasifikaci, s co možná největší pravděpodobností, do nadprůměrné/podprůměrné oblasti. Ze znalosti rozložení SRB hodnot na celém území (mapa 6.1) bylo očekáváno výrazně největší zastoupení průměrné oblasti. Výchozími mezními hodnotami průměrné oblasti proto byly určeny hraniční hodnoty celkového rozpětí hodnot SRB pro Českou republiku. Následně byly postupně meze snižovány/zvyšovány, dokud se výše zmíněné nejteplejší/nejchladnější oblasti nestaly součástí nadprůměrné/podprůměrné oblasti. Vzhledem k takto stanovenému rozptylu hodnot průměrné oblasti na rozmezí pouze 6 W m^{-2} by při dalším přiblížení hraničních hodnot už zařazení regionů do jednotlivých oblastí příliš neodpovídalo klimatickým poměrům na jejich území.

Stanovené mezní hodnoty jednotlivých tříd jsou uvedeny v tabulce 6.1.

Tabulka 6.1: Vymezení klimatických oblastí podle hodnot SRB

Klimatická oblast	Průměrné roční hodnoty SRB [Wm^{-2}]
Nadprůměrná	> 63
Průměrná	$> 57 \wedge < 63$
Podprůměrná	< 57

Výsledné rozdělení území České republiky do klimatických tříd podle průměrných ročních hodnot SRB je zobrazeno na obrázku 6.2.

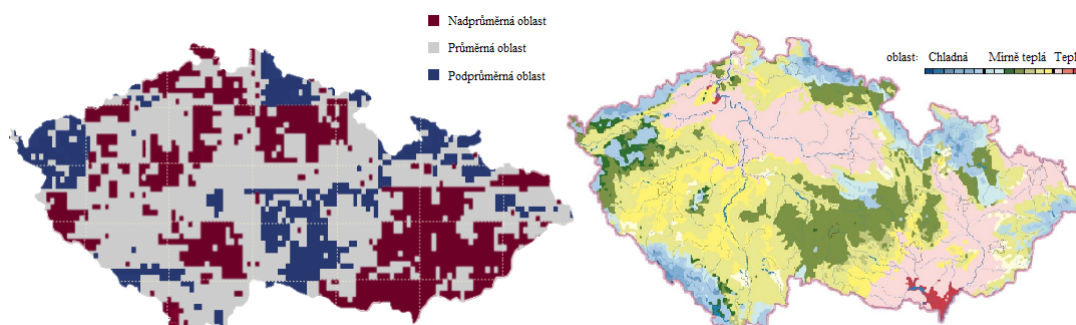


Obrázek 6.2: Klimatické oblasti České republiky podle SRB

Námi vymezené klimatické oblasti polohou ani rozlohou příliš neodpovídají původním klimatickým oblastem podle Quitta. Teplá oblast - nadprůměrná - se z moravských úvalů, České tabule a s nimi sousedících nížinatých území rozšířila do oblasti Krušných hor, Českého Lesa, Třeboňské pánve a okolí Berouna. V České tabuli převládá nově naopak klimatická oblast mírně teplá - průměrná. Do chladné klimatické oblasti - podprůměrné - se neřadí především okrajová pohoří, jako je tomu u Quittovy klasifikace, ale její největší část tvoří Českomoravská vrchovina (v Quittově klasifikaci mírně teplá). Obě klasifikace se však shodují v tom, že velká většina území naší republiky spadá do mírně teplé - průměrné - oblasti. Pro bližší názornost čtenáři jsou na obrázku 6.3 zobrazeny obě porovnávané klasifikace vedle sebe.

Neshoda klimatických tříd vymezených Quittovou klasifikací a námi by mohla částečně pramenit z rozdílných výchozích dat uvažovaných klasifikací. Srovnávány jsou zde Quittova klasifikace vytvořená ze staničních dat za období let 1961 až 2000 a klasifikace založená na družicových datech za období let 2004 až 2011.

Každý datový soubor tedy obsahuje data za jiné časové období a byl obdržán jiným způsobem. Tato skutečnost se jistě na rozdílné podobě klimatických tříd podílí. Zároveň je ale nutné uvážit rozdílnou povahu zpracovávaných dat a fakt, že každá klasifikace byla vytvořena na základě jiných meteorologických prvků. Quittova klasifikace je založena na 14 různých meteorologických charakteristikách, které zahrnují teploty vzduchu, srážkové poměry a množství oblačnosti, zatímco v našem případě jsou zpracovávána radiační data. V hodnotách SRB se sice teplota vzduchu a množství oblačnosti do jisté míry odrážejí (viz kapitola 3.6.1), avšak poněkud jiným způsobem než v Quittově klasifikaci.



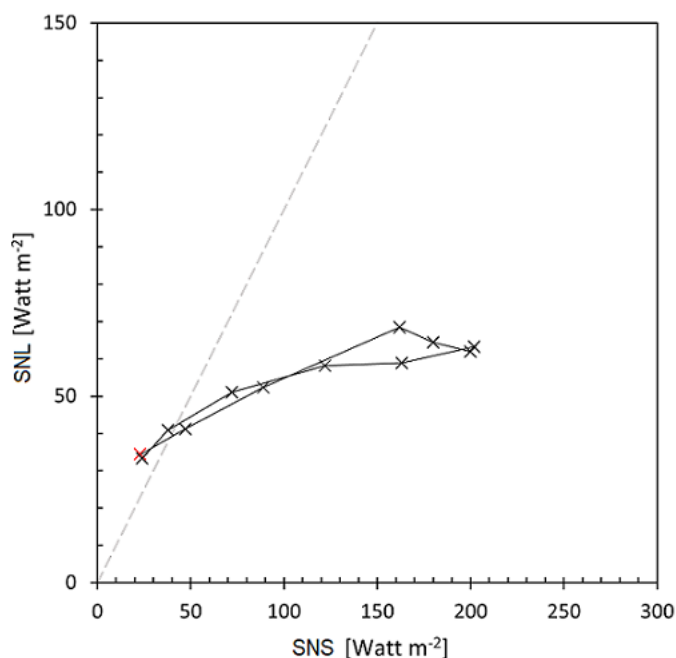
Obrázek 6.3: Klimatické oblasti České republiky podle SRB (vlevo) a Quittova klasifikace (vpravo)[20]

Z hlediska globální klasifikace založené na SRB datech z článku „Surface Radiation Budget and Climate Classification“[51], která radiační data srovnává s mnohem hrubší Köppenovou-Trewarthovou klasifikací, spadá celé území České republiky do jedné klimatické třídy - do mírného pásma. Hraníční hodnoty ročních průměrů dílčích radiačních bilancí SNL a SNS vymezujících tuto třídu jsou: $SNL < 70 \text{ Wm}^{-2}$ a $SNS > 100 \text{ Wm}^{-2}$ (viz tabulka 3.12). Z rozpětí těchto hodnot pro území České republiky je tedy jasné, že na základě této klasifikace nelze území naší republiky nijak rozčlenit. Rozpětí ročních průměrných radiačních hodnot je uvedeno v tabulce 6.2.

Tabulka 6.2: Rozpětí ročních průměrných hodnot SRB, SNS a SNL na území České republiky

	Minimální hodnoty [Wm^{-2}]	Maximální hodnoty [Wm^{-2}]
SRB	45	75
SNS	100	128
SNL	40	58

Trajektorie ročního průběhu měsíčních průměrných hodnot SRB demonstruje příslušnost území České republiky k mírnému klimatickému pásu. Jako graf závislosti hodnot SNL na hodnotách SNS pro jednotlivé měsíce je zobrazena na obrázku 6.4.



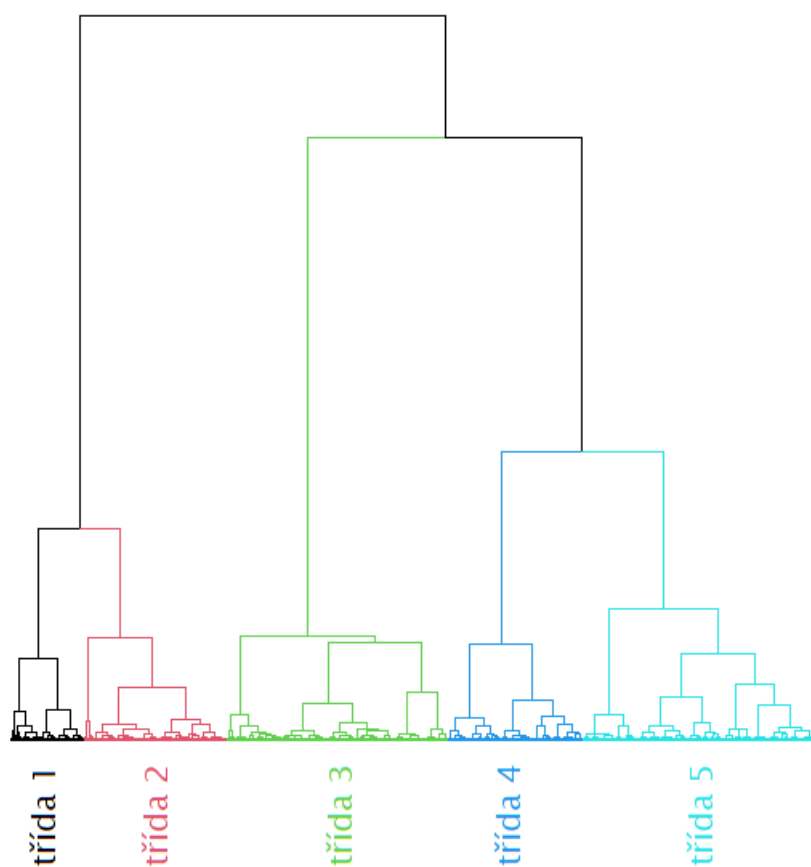
Obrázek 6.4: Roční průběh měsíčních průměrných hodnot SNL a SNS pro Českou republiku (červenou barvou je označena lednová hodnota)

Pro zpřesnění či úpravu hranic námi vymezených klimatických oblastí by se nabízelo vymezit jejich hraniční hodnoty zvláště pro SNS a zvláště pro SNL, jako tomu je u globální klasifikace. Z mapy průměrných ročních hodnot SRB 6.1, jakožto přímého rozdílu hodnot SNS a SNL, je však patrné, že na základě těchto dat lze především odlišit oblasti pohoří a velkých měst - Praha, Brno, Ostrava - od zbytku republiky. A ani toto tvrzení neplatí stoprocentně, jelikož například u Moravskoslezských Beskyd, Javorníků a Bílých Karpat jsou z hlediska SRB vykazovány stejné klimatické podmínky jako u Dolnomoravského úvalu, který je považován za jeden z nejteplejších regionů České republiky. (Poznámka: Zařazení východních pohraničních pohoří a oblasti jižní Moravy do stejné klimatické třídy lze nalézt i u Končeka a jeho klasifikace podnebí podle vláhového indexu [37].) Stanovení mezních hodnot dílčích radiačních bilancí by tedy do rozložení jednotlivých oblastí vneslo jen malou změnu, která by v měřítku odlišnosti uvažovaných dvou klasifikací byla zanedbatelná.

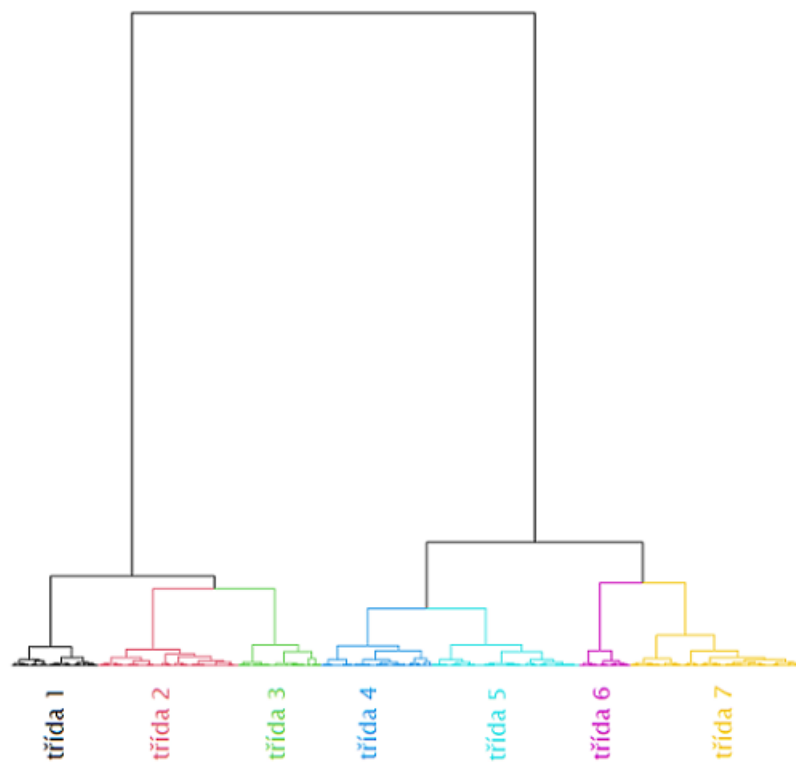
Další možností by bylo klasifikaci srovnávat například s výše zmíněnou Končekovou (nebo jinou existující) klasifikací. V tomto případě bychom však také narazili na problém ne-korespondence klimatických tříd, pouze v jiných oblastech. Jelikož nemáme k dispozici žádná jiná data - o vegetaci, teplotách vzduchu, úhrnech srážek apod. - která bychom mohli využít jako vodítka smysluplného vedení klimatických hranic, byl zvolen jiný přístup k vytvoření klasifikace na základě SRB dat, a to pomocí metod shlukové analýzy.

6.2 Klasifikace metodou shlukové analýzy

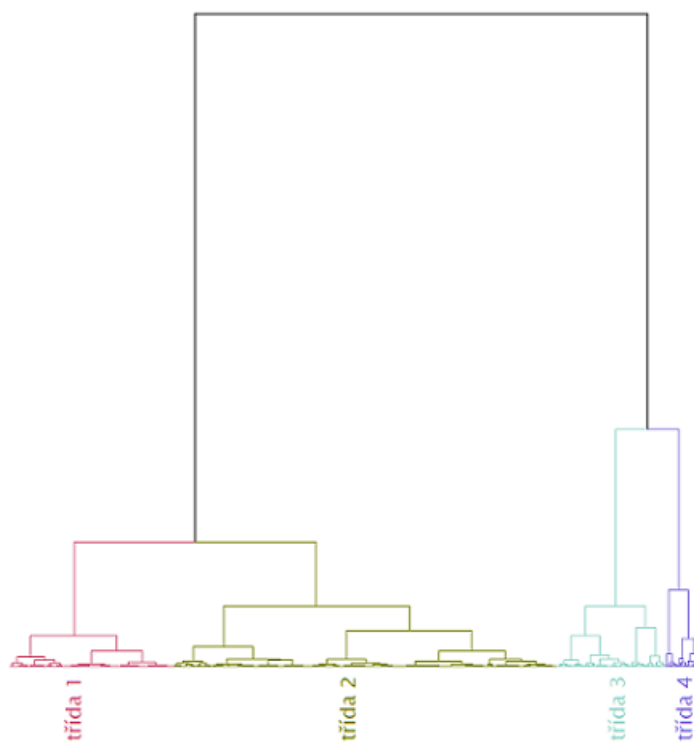
Metodou aglomerativní shlukové analýzy bylo území České republiky rozděleno do klimatických tříd s využitím tří různých typů družicových dat - SRB, SIS a CFC. Ve zpracovávaných datových souborech jsou obsaženy měsíční průměrné hodnoty příslušné veličiny za období od ledna 2004 do prosince 2011 pro SRB a SIS a od ledna 1991 do ledna 2015 v případě CFC. Shlukovou analýzou těchto dat byla tedy vytvořena klasifikace klimatu založená na mezi-měsíční variabilitě uvažované proměnné – SRB, SIS nebo CFC. Proces shlukování byl proveden pomocí programovacího jazyka R, konkrétně použitím balíčku funkcí HiClimR, který pro každou klasifikaci sám určil optimální počet shluků, čili optimální počet klimatických tříd. Dendrogramy znázorňující shlukovací proces jsou pro data SRB uvedena na obrázku 6.5, pro data SIS na obrázku 6.6 a pro data CFC na obrázku 6.7.



Obrázek 6.5: Dendrogram aglomerativního shlukování měsíčních průměrných hodnot SRB za období od ledna 2004 do prosince 2011



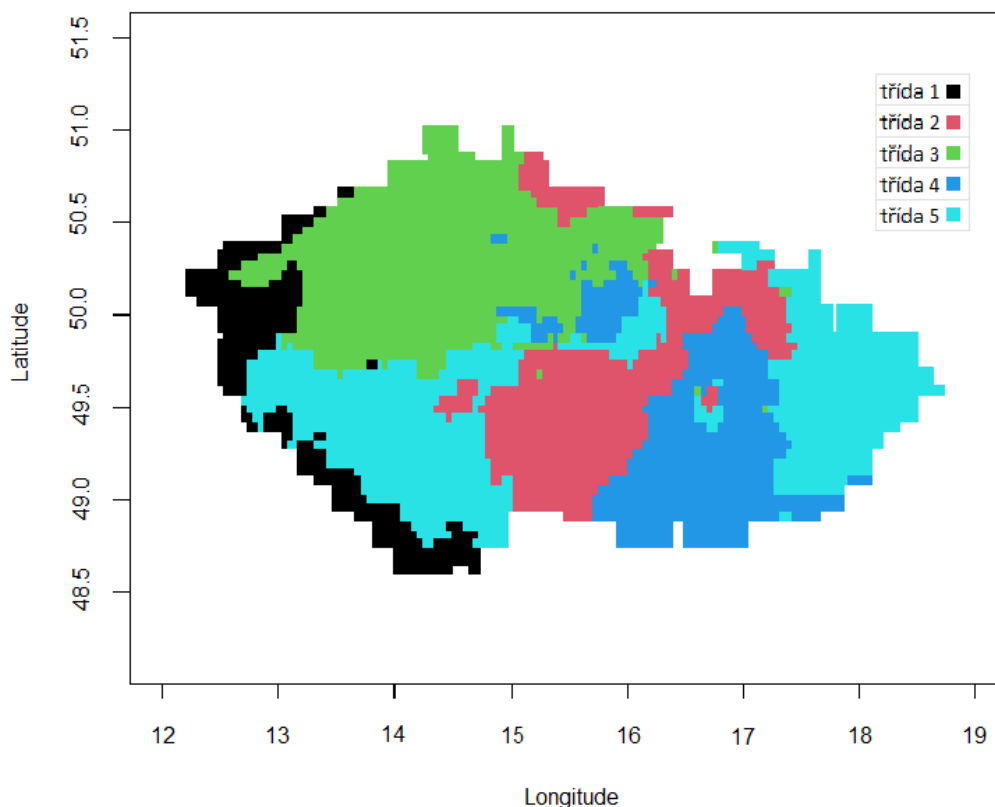
Obrázek 6.6: Dendrogram aglomerativního shlukování měsíčních průměrných hodnot SIS za období od ledna 2004 do prosince 2011



Obrázek 6.7: Dendrogram aglomerativního shlukování měsíčních průměrných hodnot CFC za období od ledna 1991 do prosince 2015

6.2.1 Radiační bilance zemského povrchu

Podle průměrných měsíčních hodnot SRB byla Česká republika rozdělena do pěti klimatických tříd, jejichž rozložení je zobrazeno na obrázku 6.8.

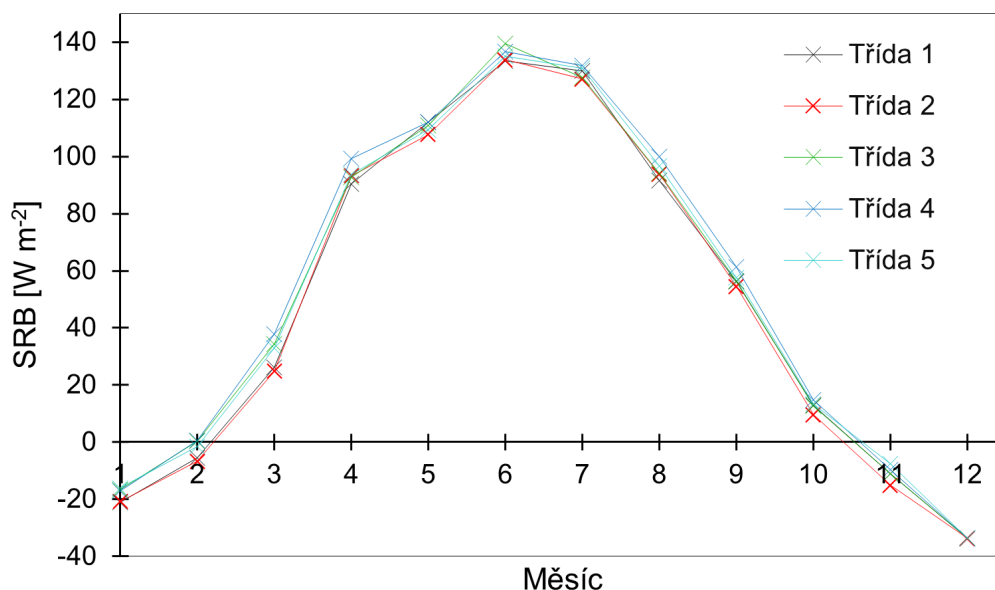


Obrázek 6.8: Rozdělení klimatických tříd České republiky podle SRB

Třída 1, znázorněná černou barvou, zaujímá nejmenší část našeho území. Nachází se pouze na západním okraji republiky v oblasti Krušných hor, Černého lesa, Šumavy a Novohradských hor. Třída 2, znázorněná červenou barvou, se rozprostírá v oblasti Českomoravské vrchoviny, Jeseníků, Krkonoš a Jizerských a Orlických hor. Třídou 3, znázorněnou zelenou barvou, nalezneme v severní části České republiky, kterou téměř kompaktně vyplňuje. Západo-východně je ohraničena oblastmi z klimatických tříd 1 a 2 a z jihu ji lemuje třída 5. Na východě, v oblasti Hradce Králové a Kolína, do ní dvěma „ostrůvky“ vstupuje klimatická třída 4. Do třídy 4, znázorněné tmavě modrou barvou, je kromě Hradecka a okolí Kolína zařazena téměř celá jihozápadní část Moravy - Hornomoravský i Dolnomoravský úval, povodí řeky Svratky a pohoří Bílé Karpaty. Pouze v oblasti Moravského krasu a Dražanské vrchoviny se vyskytují třídy 5 a 2. Třída 5, zobrazená světle modrou barvou je rozdělena do dvou hlavních lokalit. První lokalita se nachází na úplném východě republiky a druhá se rozprostírá v oblasti Středočeské pahorkatiny a severně lemuje Českomoravskou vrchovinu až na Chrudimsko.

Graf ročního chodu měsíčních průměrných hodnot SRB, který je vykreslen na obrázku 6.9, vykazuje pro všechny klimatické třídy kvalitativně stejný průběh.

Všechny třídy nabývají ostrého maxima v měsíci červnu a minimálních hodnot v měsíci prosinci. Obecně nabývají měsíční průměry SRB na našem území vysokých hodnot v letních měsících, a naopak v zimním období jsou vykazovány hodnoty záporné nebo pohybující se těsně kolem nuly. To odpovídá geografické poloze České republiky. Ve středních zeměpisných šířkách severní polokoule na naše území dopadá výrazně více slunečního záření v letních měsících než v období zimy. Maximum denní doby, kdy na naše území dopadá sluneční záření, připadá právě na měsíc červen, a naopak minimální délku dne lze zaznamenat v prosinci.[61]



Obrázek 6.9: Roční průběh měsíčních průměrných hodnot SRB pro jednotlivé klimatické třídy

Tabulka 6.3: Průměrné roční hodnoty SRB jednotlivých klimatických tříd

Klimatická třída	Roční průměr SRB [Wm^{-2}]
Třída 1	48,41
Třída 2	47,34
Třída 3	50,55
Třída 4	52,80
Třída 5	50,85

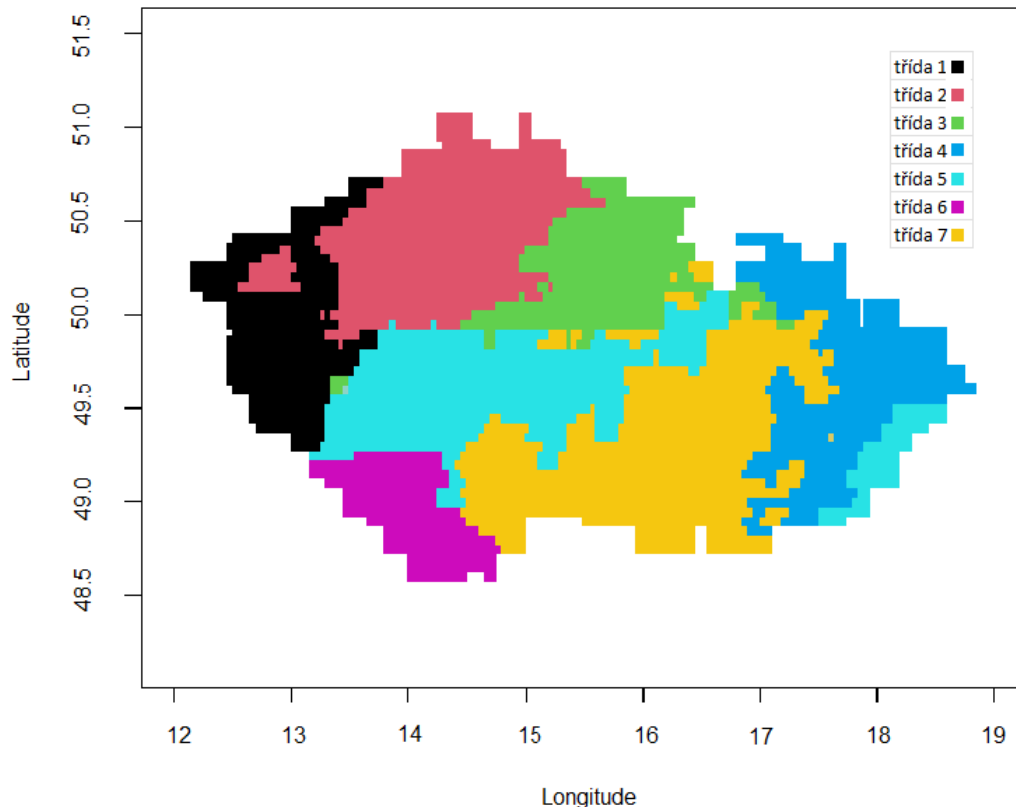
Podle průměrných ročních hodnot SRB, které jsou uvedeny v tabulce 6.3, se klimatické třídy seřadí do pořadí: třída 2, třída 1, třída 3, třída 5 a třída 4. V hodnotách SRB se, jak bylo již několikrát zmíněno, odráží teplota vzduchu, množství oblačnosti, druh povrchu, množství dopadajícího slunečního záření a mnoho dalších meteorologických charakteristik. Je proto bez dalších dostupných údajů obtížné interpretovat obdržené výsledky. Třídy s obecně vyššími průměrnými hodnotami SRB, třídy 3 až 5, se nacházejí v polohách s nižší nadmořskou výškou

a v oblastech s ne příliš výraznou oblačností. Směrem k jihovýchodu dochází k narůstání kontinentality podnebí a zvyšování množství slunečního svitu.[20] Třída s nejvyššími průměrnými hodnotami SRB, třída 4, se proto nachází právě na jihovýchodě republiky v oblasti jižní Moravy. Území tříd 1 a 2 vykazují naopak nízké průměrné hodnoty SRB. Tyto třídy zahrnují hornaté a kopcovité oblasti s typicky nižšími teplotami vzduchu a větším množstvím oblačnosti. Jelikož velká část oblačnosti v České republice souvisí s frontální činností a postupem cyklón ze západního kvadrantu, lze to uvážit jako důvod nízkých hodnot SRB v oblasti západních a jihozápadních pohraničních pohoří, tedy na území třídy 1. V závětrí hor pak dochází k částečnému protrhávání oblačnosti, a proto s ní sousedící třídy tímto již ovlivněny nejsou. Třída 2 nabývá v průměru nižších hodnot SRB než třída 1. Na území Krkonoš a Jizerských hor to může být zapříčiněno vyšší nadmořskou výškou, s tím spojenými nízkými teplotami a opět vysokou mírou oblačnosti - podle [20] se v těchto místech nachází nejdeštivější oblast celé republiky. Druhá oblast třídy 2, oblast Českomoravské vrchoviny, Orlických hor a Jeseníků, nabývá nízkých hodnot SRB také kvůli kombinaci výše zmíněných faktorů: kopcovitosti terénu, nižších teplot vzduchu a vyššího množství oblačnosti.

Opět se tak nabízí závěr, že podle SRB lze na našem území odlišit především oblasti hor od zbytku území.

6.2.2 Globální záření při povrchu Země

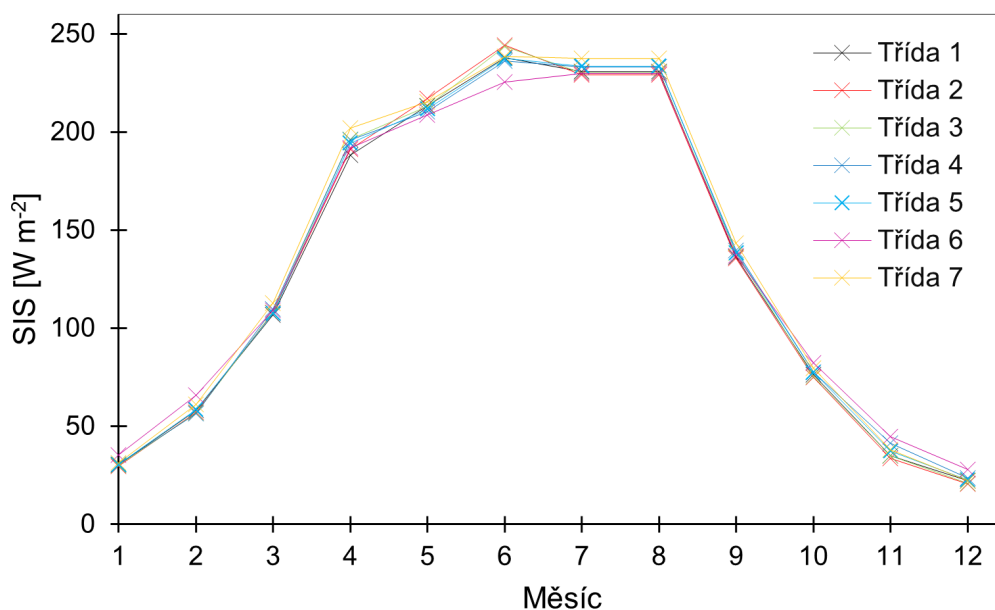
Na základě průměrných měsíčních hodnot SIS bylo na území České republiky vyčleněno sedm klimatických tříd, které jsou vyobrazeny na obrázku 6.10.



Obrázek 6.10: Rozdělení klimatických tříd České republiky podle SIS

Jednotlivé třídy jsou většinou prostorově kompaktní s výjimkou třídy 5 (světle modrá), která je rozdělena na dvě části. Třída 1 (černá) zaujímá oblast Krušných hor, Českého lesa, Plzeňska a téměř celých západních Čech. V okolí Karlových Varů do ní zasahuje třída 2 (červená), která na třídu 1 navazuje z východu a vyplňuje území severně od Prahy až k německým hranicím. Třída 2 východně přechází v třídu 3 (zelená), která se rozkládá na území Krkonoš, Orlických hor, a povodí řeky Labe až ke Kolínu. Území Moravskoslezského a Zlínského kraje náleží z velké části do třídy 4 (tmavě modrá). Pouze hornatá oblast na česko-slovenské hranici - Moravskoslezské Beskydy, Javorníky a Bílé Karpaty - tvoří jednu ze dvou zmíněných částí třídy 5. Druhá, větší část této třídy se rozprostírá od česko-německé hranice v průsmyku mezi Českým lesem a Šumavou přes Středočeskou pahorkatinu až k česko-polské hranici mezi Orlickými horami a Jeseníky. Třídu 6 (fialová) nalezneme v jižních Čechách v oblasti Šumavy a Pošumaví. Je to rozlohou nejmenší vyčleněná třída naší klasifikace. Poslední a největší třída, třída 7 (žlutá), zahrnuje souvislou oblast od Českomoravské vrchoviny až po moravské úvaly. V severovýchodních Čechách doprovází ve čtyřech malých oblastech hranici tříd 3 a 5.

Graf ročního průběhu měsíčních průměrných hodnot SIS je vyneseno v obrázku 6.11. Má kvalitativně podobný průběh jako graf 6.9, jen nenabývá v červnu tak ostrého maxima. Průměrné roční hodnoty SIS jednotlivých klimatických tříd jsou uvedeny v tabulce 6.4.



Obrázek 6.11: Roční průběh měsíčních průměrných hodnot SIS pro jednotlivé klimatické třídy

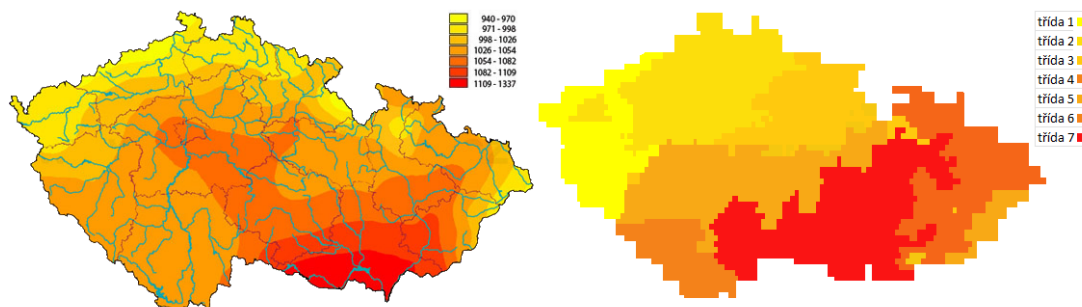
Tabulka 6.4: Průměrné roční hodnoty SIS jednotlivých klimatických tříd

Klimatická třída	Roční průměr SIS [Wm^{-2}]
Třída 1	130,45
Třída 2	130,84
Třída 3	131,41
Třída 4	132,35
Třída 5	131,92
Třída 6	132,28
Třída 7	134,88

Mapu klasifikace České republiky podle SIS můžeme porovnat s mapou globálního záření z Atlasu podnebí Česka [20]. V tomto případě je sice také přítomný problém rozdílného uvažovaného období (1961–2000 vs. 2004–2011), ale je použit stejný typ dat - příchozí sluneční záření.

V severojižním směru je rozložení hodnot v obou případech podobné. Nejvyšší hodnoty vykazuje oblast jižní Moravy a směrem k severu hodnoty postupně klesají. Nejvýraznější změnu lze pozorovat na území středních Čech. Na mapě z atlasu do této oblasti zabíhá pásmo s vysokými hodnotami SIS, těsně sousedící s hodnotami Dolnomoravského úvalu. V naší klasifikaci však tato oblast spadá do tříd 2, 3 a 5, tedy oblastí o dvě až čtyři třídy nižší. Kromě této změny se ještě třída nejvyšších hodnot SIS rozšířila z jižní Moravy na sever do oblasti Jeseníků, a na západ až po Třeboňskou pánev. Nově také severní Čechy vykazují vyšší hodnoty SIS než západní Čechy s nejnižšími hodnotami v celé republice. Příčinou těchto rozdílů může být již zmíněná neshoda uvažovaných období a s tím spojené klimatické změny. Zároveň je ale také nutno poznamenat, že mapa z atlasu znázorňuje rozložení průměrných ročních hodnot SIS na území České republiky, kdežto v našem případě se jedná o klasifikaci téhož území, tedy o skupiny hodnot, které jsou reprezentovány jejich průměrem. Kromě toho byla mapa v atlase zkonstruována na základě dat o trvání slunečního svitu, přes příslušnou korelaci uvedenou v [20], a zde jsou zpracovávána přímo data globální radiace.

Mapa globálního slunečního záření z atlasu [20] je spolu s našimi klimatickými třídami podle SIS uvedena na obrázku 6.12. Pro názornost byly klimatické třídy přebarveny gradientem oranžové barvy podle průměrných ročních hodnot SIS.



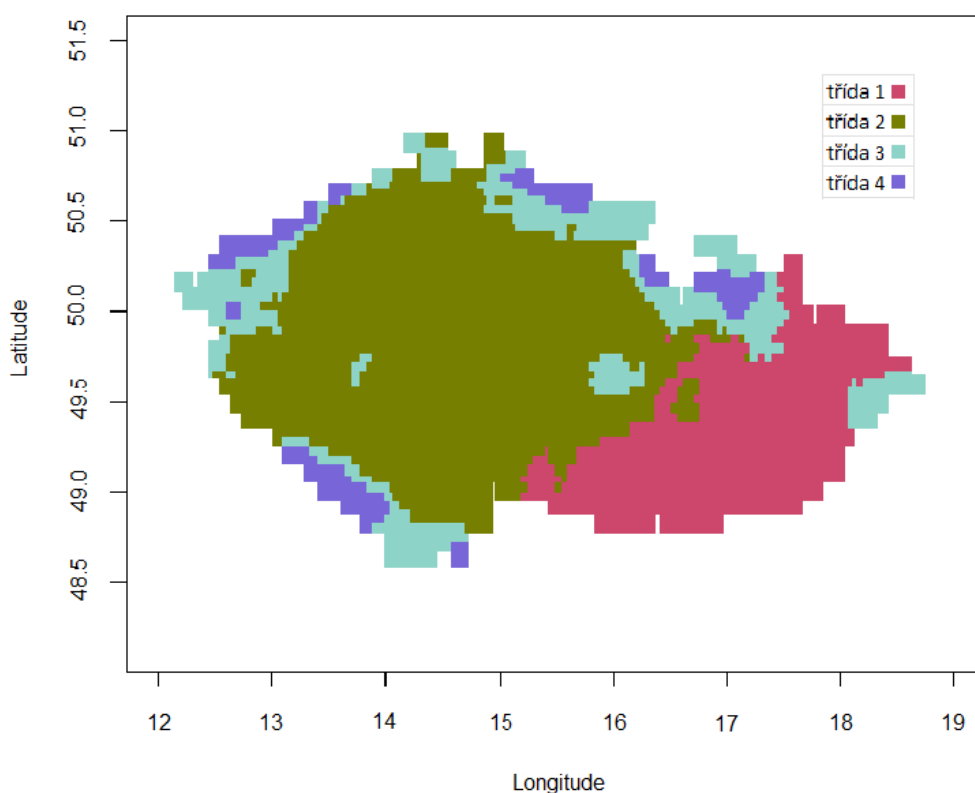
Obrázek 6.12: Rozložení hodnot globálního záření (vlevo)[20] a klimatické oblasti České republiky podle SIS (vpravo)

Jelikož v sobě hodnoty SIS nezahrnují pouze čistou dobu slunečního svitu, ale odráží se v nich i míra oblačnosti, složení atmosféry a jiné faktory ovlivňující množství slunečního záření, které projde atmosférou až k zemskému povrchu, jsou tyto statistiky důležité zejména v oboru solární energetiky. Tuto klasifikaci by tak bylo možné využít jako vodítko pro výběr vhodné oblasti pro výstavbu solárních elektráren.

6.2.3 Množství oblačnosti

Množství oblačnosti na obloze (CFC) udává procentuální část oblohy, která je pokryta oblaky. Nabývá hodnot od 0 % do 100 %, kde 0 % znamená jasno a 100 % úplné zataženo.

Podle průměrných měsíčních hodnot CFC bylo území České republiky rozděleno do čtyř klimatických tříd, které jsou znázorněny na obrázku 6.13.



Obrázek 6.13: Rozdělení klimatických tříd České republiky podle CFC

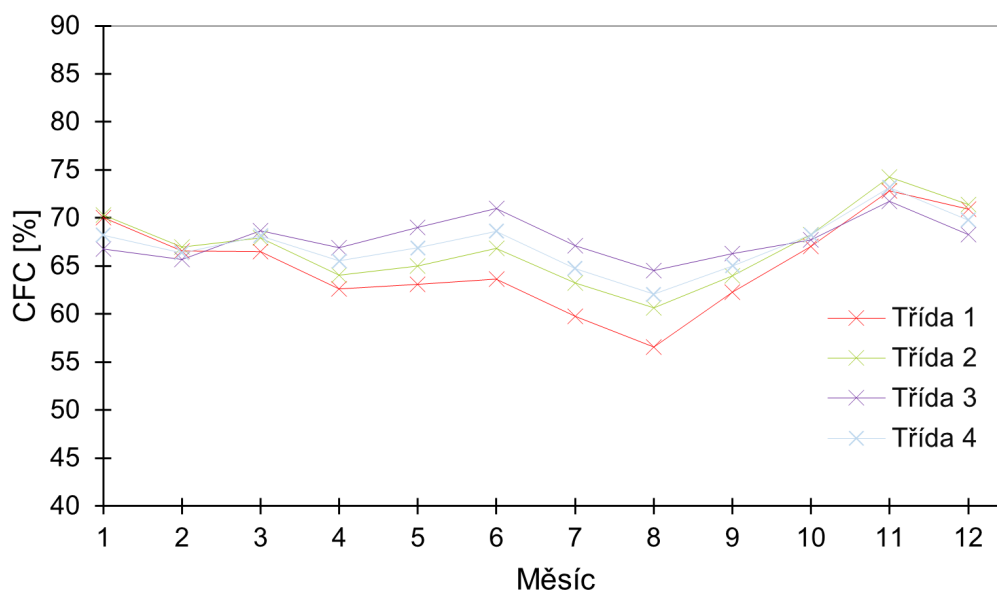
Klimatická třída 1 (červená) se rozkládá téměř přes celé území Moravy, kromě Moravskoslezských Beskyd a oblasti Jeseníků, které spadají do klimatické třídy 3 (světle modrá) resp. 4 (tmavě modrá). V oblasti Českomoravské vrchoviny na ni navazuje třída 2 (zelená), což je největší vyčleněná třída této klasifikace. Ta zaujímá celé území Čech, s výjimkou oblastí Žďárských vrchů, Brdské vrchoviny a pohraničních pohoří, kde ji lemuje třída 3. Vrcholky Krušných hor, Šumavy, Jeseníků, Orlických hor, Jizerských hor a Krkonoš se řadí do poslední, naopak nejmenší třídy 4.

Průměrné roční hodnoty CFC pro jednotlivé klimatické třídy jsou uvedeny v tabulce 6.5.

Tabulka 6.5: Průměrné roční hodnoty CFC jednotlivých klimatických tříd

Klimatická třída	Roční průměr CFC [%]
Třída 1	65,13
Třída 2	66,88
Třída 3	67,22
Třída 4	67,78

Graf ročního chodu měsíčních průměrných hodnot CFC, zobrazený na obrázku 6.14, opět vykazuje kvalitativně stejný průběh pro všechny klimatické třídy. Minimum oblačnosti se vyskytuje v měsíci srpnu a naopak maximální oblačnost připadá na měsíc listopad. V měsíci červnu graf ukazuje lokální maximum oblačnosti. To souvisí s červnovým vrcholem tzv. medardovské cirkulace, při které v důsledku vyrovnávání tlakových a teplotních podmínek nad Atlantickým oceánem a evropským subkontinentem dochází na našem území k poklesu teplot a zesílení srážek. Zvýšená oblačnost v tomto období by mohla být zodpovědná za ne tak výrazné červnové maximum v grafu hodnot SIS, neboť největším moderátorem průchodu sluneční energie atmosférou jsou právě oblaky.



Obrázek 6.14: Roční průběh měsíčních průměrných hodnot CFC pro jednotlivé klimatické třídy

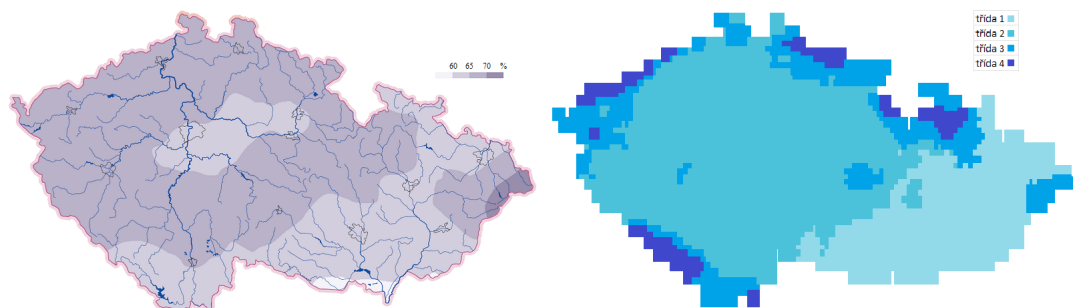
Klasifikaci České republiky podle CFC je opět vhodné srovnat s mapou z Atlasu podnebí Česka [20], konkrétně s mapou průměrné roční oblačnosti.

Jak již bylo zmíněno výše, většinu území Čech zaujímá klimatická třída 2 s průměrnou roční hodnotou CFC 66,88 %. To odpovídá rozložení hodnot CFC

na mapě z atlasu, kde téměř celé Čechy pokrývá pásmo průměrných ročních hodnot CFC v rozmezí 65-70 %. Ve středních Čechách, mezi Prahou a Hradcem Králové, se však mapy rozcházejí. V atlasu je toto území řazeno do méně oblačného pásma než zbylé území Čech, avšak podle naší klasifikace zde přechod do jiné třídy nenastává. Největší rozdíl se objevuje v oblastech pohraničních pohoří. Mapa z atlasu v těchto regionech nezaznamenává žádnou změnu v množství oblačnosti oproti zbytku území Čech, kdežto podle nové klasifikace spadají nejvyšší vrcholky jednotlivých pohoří do třídy 4 a jejich okolí do třídy 3. Nejvýraznější je tato změna v oblasti Šumavy a Jeseníků, které mapa z atlasu řadí dokonce do pásma méně oblačného - spolu se zmíněnou oblastí ve středních Čechách a téměř celým územím Moravy. Na východě u Moravskoslezských Beskyd je situace opačná. Klasifikace toto území řadí do třídy 3, ale mapa z atlasu v tomto místě vykazuje pásmo s vůbec nejvyššími hodnotami CFC z celého území České republiky. Na úplný jih Moravy v atlasu ještě zasahuje další, nejméně oblačné pásmo, které nová klasifikace vůbec nevyčleňuje. Podle ní tento region spadá do třídy 1, jako téměř celé zbylé území Moravy. Na závěr je vhodné poznamenat, že podle průměrných ročních hodnot CFC jednotlivých tříd by v rozdělení z atlasu spadala celá republika do jednoho pásma s hodnotami v rozmezí 65-70 %.

Příčinami rozdílů v porovnávaných mapách může být opět neshoda uvažovaných období (1991–2000 vs. 2004–2011) i fakt, že se srovnává rozložení průměrných ročních hodnot CFC na území České republiky s klasifikací téhož území, ve které je každá klimatická třída reprezentována průměrem měřených hodnot. Velikou roli zde však hraje způsob získávání použitých dat. Mapa z atlasu je založena na pozorováních z pozemské staniční sítě, kdežto zde jsou zpracovávána družicová měření z oběžné dráhy Země. Kromě toho pozemská pozorování neznamenávala přímo CFC, jako je tomu v případě družicových dat, ale oblačnost byla dopočítána z údajů o relativní době trvání slunečního svitu. Tímto způsobem tak v atlasu nejsou zohledněny noční hodiny, což by mohlo být dalším zdrojem pozorovaných rozdílů.

Mapa průměrné roční oblačnosti na území České republiky z atlasu [20] je spolu s mapou klimatických tříd vymezených podle CFC dat uvedena na obrázku 6.15. Pro názornost byly klimatické třídy přebarveny gradientem modré barvy podle průměrných ročních hodnot CFC.



Obrázek 6.15: Rozložení průměrné roční oblačnosti (vlevo)[20] a klimatické oblasti České republiky podle CFC (vpravo)

7. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo seznámit se s klasifikacemi klimatu používanými pro území České republiky a sestavit pro toto území novou klimatickou klasifikaci na základě družicových dat poskytnutých CMSAFem organizace EUMETSAT.

V úvodní části je podán přehled stávajících klimatických klasifikací používaných pro území České republiky. Vzhledem k malé rozloze uvažovaného území není vhodné na Českou republiku aplikovat většinu světových klasifikací. Jejich rozlišení je zpravidla příliš hrubé a nedostačuje k rozeznání klimatických oblastí na našem území. Nejkomplexnější klimatickou klasifikací vytvořenou přímo pro území dřívější ČSR je Quittova klasifikace z roku 1971, která ve svém základu uvažuje 14 meteorologických charakteristik zahrnujících teploty vzduchu, množství oblačnosti a úhrny srážek. Z tohoto důvodu byla vybrána i pro porovnání s nově vytvořenou klasifikací. Většina dalších klimatických klasifikací, které vznikaly pro naše území, zohledňuje při členění území jen některé, nebo pouze jeden klimatický prvek. Tyto klasifikace vznikaly převážně v agronomickém kontextu jako vodítko k určení regionů vhodných pro zemědělskou produkci.

V rámci přehledu existujících klasifikací klimatu byla představena také klasifikace sestavená na základě družicových dat SRB. Jelikož se jedná o globální klasifikaci, spadá v jejím rámci celá Česká republika do jediné klimatické třídy – mírné. SRB se však jeví jako vhodný ukazatel klimatických podmínek. V jejích hodnotách se nepřímo odráží teplota vzduchu, množství oblačnosti, vlhkost, typ terénu a řada dalších faktorů, které ovlivňují klima v daném místě. Tato celosvětová klasifikace se proto stala motivací k vytvoření klimatické klasifikace založené na SRB družicových datech pro území České republiky.

Klimatická klasifikace podle SRB pro Českou republiku byla vytvořena dvěma různými způsoby – porovnáním rozložení průměrných ročních hodnot SRB s Quittovou klasifikací a shlukovou analýzou průměrných měsíčních SRB dat. Výsledky porovnání ukázaly, že se výše zmíněné meteorologické charakteristiky v hodnotách SRB promítají, ale do jisté míry odlišným způsobem než v Quittově klimatické klasifikaci. Vyčlenit bylo možné pouze tři největší klimatické oblasti a ani jejich hranice si vzájemně příliš neodpovídaly. Aglomerativním hierarchickým shlukováním průměrných měsíčních hodnot SRB byla republika rozdělena do pěti klimatických tříd. V jejich rozložení se promítla především členitost terénu, s tím spojené rozložení teplot a oblačnosti a narůstající kontinentalita podnebí v jihovýchodním směru.

Shlukování bylo provedeno také pro průměrné měsíční hodnoty SIS a CFC. V tomto případě byly vytvořené klasifikace porovnávány s mapami průměrných ročních hodnot příslušné veličiny z Atlasu podnebí Česka [20]. V případě hodnot SIS byl zachován gradient hodnot v severojižním směru. Oblast s nejvyššími hodnotami se z jižní Moravy rozšířila do pásu od Třeboňské pánve až po Jeseníky, a naopak ke snížení průměrných hodnot SIS došlo ve středních Čechách. Z hlediska CFC je území rozděleno prakticky na dvě části – Čechy s vyšší průměrnou oblačností a Moravu s nižšími hodnotami CFC. Pouze okrajové oblasti republiky vykazují vyšší hodnoty CFC, a to kvůli přítomnosti pohoří, u kterých se uplatňuje

návětrný efekt. Jelikož hodnoty SIS i CFC ovlivňují množství slunečního záření, které projde atmosférou až k zemskému povrchu, bylo by možné využít tyto klasifikace jako vodítka pro výběr vhodných oblastí k výstavbě solárních elektráren. (V globálním měřítku již běžně praktikováno – viz Global Solar Atlas [62].)

Postupy použité pro vytvoření klasifikace jsou vícerozměrné statistické metody obecně používané ke zpracování velkého množství dat nejen v oblasti klimatologie. Tento postup je tedy možné zreplikovat pro téměř jakékoliv (vhodné) klimatické prvky a libovolné území, pro které je dostupné dostatečné množství dat.

Ke zdokonalení a zpřesnění klasifikace na základě SRB dat by bylo vhodné zpracovat data za delší časové období, a pro území České republiky i s větším prostorovým rozlišením. Vhodné by také bylo hodnoty SRB doplnit o úhrny srážek, případně výskyt vegetace, či jiné faktory, které ovlivňují klima daného území. Klasifikace by byla jemnější a více by odrážela skutečné klimatické podmínky. V případě SIS a CFC hodnot by se pro účely využití v solární energetice nabízelo provést shlukování na základě obou uvažovaných veličin zároveň. Obdržené klimatické třídy by lépe vyhovovali podmínkám solárních elektráren, pro které jsou výhodné maximální hodnoty SIS a zároveň minimální hodnoty CFC. Případně by se hodnoty mohly také doplnit o délku trvání slunečního svitu a další relevantní veličiny. Ovšem čím více dat je uvažováno, tím složitější je jejich zpracování a následná interpretace obdržených výsledků.

Seznam použité literatury

1. ARNFIELD, A. John. Climate classification. *Encyclopedia Britannica*. 2009. Dostupné také z: [online : %20https : // www . britannica . com / topic / classification-1703397](https://www.britannica.com/topic/classification-1703397).
2. SPOLEČNOST, Česká meteorologická. *Elektronický meteorologický slovník (eMS)*. Dostupné také z: <http://slovník.cmes.cz>.
3. HOLUB, J.; LYER, S. *Stručný etymologický slovník jazyka českého se zvláštním zřením k slovům kulturním a cizím*. Státní pedagogické nakladatelství, 1978.
4. HUMBOLDT, Alexander von. *Kosmos. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung*. Sv. 1. Stuttgart und Tübingen: Cotta, 1945. s.340.
5. HANN, J. von. *Handbuch der Klimatologie*. J. Engelhorn, 1883. Bibliothek geographischer Handbücher. Dostupné také z: [https : // books . google . com . ag / books ? id = 2Ss5AAAAMAAJ](https://books.google.com.ag/books?id=2Ss5AAAAMAAJ).
6. MYERS, D.R. 1.12 - Solar Radiation Resource Assessment for Renewable Energy Conversion. In: *Comprehensive Renewable Energy*. Oxford: Elsevier, 2012, s. 213–237. Dostupné také z: [https : // www . sciencedirect . com / science / article / pii / B9780080878720001128](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080878720001128).
7. (WMO), World Meteorological Organization. *International meteorological vocabulary*. WMO, 1992. No. 182.
8. VYSOUDIL Miroslav, 1953-. *Meteorologie a klimatologie pro geografii*. 1. vyd. Olomouc: Vydavatelství University Palackého, 1997.
9. SOBÍŠEK, B. a kol. *Meteorologický slovník výkladový a terminologický*. MŽP ČR: Academia, 1993.
10. MATTHEWS, J.B. Robin; MÖLLER, Vincent; DIEMEN, Renée van; FUGLESTVEDT, Jan S.; MASSON-DELMOTTE, Valérie; MÉNDEZ, Carlos; SEMENOV, Sergey; REISINGER, Andy. IPCC, 2021: Annex VII: Glossary. . In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 2021, s. 2215–2256.
11. MŽP, ČHMÚ: Studie pro. *Klimatický systém*. Dostupné také z: [https : // www . chmi . cz / files / portal / docs / meteo / ok / klimazmena / files / cc _ chap02 . pdf](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap02.pdf).
12. BARRY, R.G.; CHORLEY, R.J. *Atmosphere, Weather, and Climate*. Routledge, 2010.
13. KOPÁČEK, Jaroslav; BEDNÁŘ, Jan; ŽÁK, Michal. *Jak vzniká počasí*. Praha: Karolinum Press, 2020.
14. *The global climate system*. Dostupné také z: [https : // www . climatechange . environment . nsw . gov . au / global-climate-system](https://www.climatechange.environment.nsw.gov.au/global-climate-system).

15. HANSEN JAMES Sato Makiko, Russell Gary; PUSHKER, Kharecha. Climate sensitivity, sea level and atmospheric carbon dioxide. *Philosophical transactions of the royal society A*. 2013.
16. RUDA, Aleš. Meteorologické prvky a jejich klimatologické charakteristiky. *Klimatologie a hydrografie pro učitele*. 2014.
17. ŠTROS, Martin. *Globální klimatický systém*. Dostupné také z: <https://www.meteocentrum.cz/globalni-oteplotovani/globalni-klimaticky-system>.
18. [HTTP://KFA.MFF.CUNI.CZ/](http://kfa.mff.cuni.cz/), Admin. Klima, klimatický systém, klimatické modely. *ČÍM SE ZABÝVÁME*. 1970. Dostupné také z: <http://kfa.mff.cuni.cz/?p=57>.
19. TREWARTHA, G.T.; HORN, L.H. *An Introduction to Climate*. McGraw-Hill, 1980.
20. TOLASZ, R. a spol. *Atlas podnebí Česka*. ČHMÚ, 2007.
21. BARRETT, E. *Climatology from Satellites*. First. Routledge, 1974.
22. HRUBAN, Robert. Klasifikace klimatu. *Přírodní poměry Moravských Karpat*. 2018.
23. FARSKÝ, Ivan a Tomáš MATĚJČEK. *Vybrané kapitoly z fyzické geografie*. Univerzita J.E. Purkyně, Přírodovědecká fakulta, 2008.
24. QUITT, Evžen. *Klimatické oblasti Československa*. Praha: Academia, 1971.
25. RUMNEY, G. Richard. Wladimir Köppen. *Encyclopedia Britannica*. 2022. online: <https://www.britannica.com/biography/Wladimir-Peter-Koppen>.
26. OFFICE, North Carolina Climate. *Isobars and Isotherms*. Dostupné také z: <https://legacy.climate.ncsu.edu/edu/Isolines>.
27. R.NETOPIIL. *Fyzická geografie. 1*. 1. vyd. Státní pedagogické nakladatelství, 1984. Učebnice pro vysoké školy.
28. ARNFIELD, A. John. Köppen climate classification. *Encyclopedia Britannica*. 2020. online: <https://www.britannica.com/science/Koppen-climate-classification>.
29. SOCIETY, American Meteorological. Winter. *Glossary of Meteorology*. 2012.
30. TREFNÁ, Emílie. *Klimatografie světa*. Československo: Praha: Hydrometeorologický ústav, 1970.
31. PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*. 2007. online: <http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/1633/2007/hess-11-1633-2007.pdf>.
32. KOPP, J. Klimatické klasifikace a regionalizace ve výuce. *Geografické rozhledy*. 2010, roč. 20, č. 1, s. 12–15.
33. Klimaklassifikation. *Das Lexikon der Erde*. [B.r.]. fig 2: Klimaklassifikation 2, Online: <http://www.geodsz.com/deu/d/Klimaklassifikation>.
34. CASTRO, Martí et al de. The use of a climate-type classification for assessing climate change effects in Europe from an ensemble of regional climate models. *Climatic Change*. 2007, roč. 81.

35. BELDA, M.; HOLTANOVÁ, E.; HALENKA, T.; KALVOVÁ, J. Climate classification revisited: from Köppen to Trewartha. *Climate Research*. 2014.
36. JACOB, D. et al. Assessing the Transferability of the Regional Climate Model REMO to Different Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment (CORDEX) Regions. *Atmosphere*. 2012.
37. PRŮŠA, Jaroslav; ZÍTEK, Josef. *Atlas podnebí Československé republiky měřítko 1:1 000 000 : obecné kuželové konformní zobrazení*. 1. vyd. Ústřední správa geodézie a kartografie, Praha, 1958.
38. KVETOŇ, V.; VOŽENÍLEK, V. *Klimatické oblasti Česka: Klasifikace podle Quitta za období 1961-2000*. Olomouc Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. 20 s, 1 mapa Klimatické oblasti České republiky 1: 500 000.
39. NEDOMOVÁ L., Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž. Pěstování žita a triticales v Česku. *Úroda*. 2001. online: <http://uroda.cz/pestovani-zita-a-tritikale-v-cesku/>.
40. KURPELOVÁ, M.; COUFAL, L.; ČULÍK, J. *Agroklimatické podmienky ČSSR*. Kartografie, n. p. Praha, 1971.
41. HAVLÍČEK, V. *Agrometeorologie*. Státní zemědělské nakladatelství Praha, 1986.
42. KURPELOVÁ, M. *Agoklimatické podmienky pestovania a tvorby úrody kukurice, cukrovej repy a zemiakov na Slovensku, Zborník prác*. Sv. 11. HMÚ, 1977.
43. MORAVEC, D.; VOTÝPKA, J. *Klimatická regionalizace České republiky*. Karolinum - nakladatelství Univerzity Karlovy, 1998.
44. MOSKVA. BERG. *Velká ruská encyklopedie*. 2005, roč. Svazek 3. s. 339.
45. FARSKÝ, I.; T., Matějček. *Vybrané kapitoly z fyzické geografie*. Moravská zemská knihovna Brno, 2008.
46. BERG, L. S. *Osnovy klimatologii*. Narkompros RSFSR, Leningrad, 1938.
47. KOL., Horník s. a. *Základy fyzické geografie*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1982.
48. RH. Mission and Mandate. *CM SAF overview*. 2020. Dostupné také z: [online:%20https://www.cmsaf.eu/EN/Overview/Mission%5C&Mandate/Mission%5C&Mandate_node.html](https://www.cmsaf.eu/EN/Overview/Mission%5C&Mandate/Mission%5C&Mandate_node.html).
49. AL., Yolande A. Munzimi et. Characterizing Congo Basin Rainfall and Climate Using Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Satellite Data and Limited Rain Gauge Ground Observations. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. 2015. Dostupné také z: <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-14-0052.1>.
50. AL., Imzahim A Alwan et. Agro-Climatic Zones (ACZ) Using Climate Satellite Data in Iraq Republic. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019. Dostupné také z: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/518/2/022034/meta>.
51. SMITH, G. Louis; WILBER, Anne C.; GUPTA, Shashi K.; STACKHOUSE, Paul W. Surface Radiation Budget and Climate Classification. *Journal of Climate*. 2002, roč. 15, č. 10, s. 1175–1188.

52. OPENSTREETMAP®, Seznam a. s. a. 2023. Dostupné také z: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.0529864%5C&y=48.7305360%5C&z=13>.
53. KELBEL, Jan; ŠILHÁN, David. Shluková analýza. *Zápis z přednášky*, ČVUT. 2013.
54. Shluková analýza. *Výukové materiály*, Technická univerzita v Liberci. [B.r.]. Dostupné také z: https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/18428/shlukova_analyza.pdf?sequence=14%5C&isAllowed=y.
55. ANAS, Hajou et al. Novel climate classification based on the information of solar radiation intensity: An application to the climatic zoning of Morocco. *Energy Conversion and Management*. 2021, roč. 247.
56. BUDÍKOVÁ, Marie. Přednáška č. 4: Shluková analýza. *Zápis z přednášky předmětu Aplikovaná statistika II, Masarykova univerzita*. 2009.
57. BOEHMKE, Bradley; GREENWELL, Brandon. Chapter 21, Hierarchical Clustering. *Hands-On Machine Learning with R*. 2020.
58. LÉKAŘSKÉ FAKULTY MASARYKOVY UNIVERZITY, Institut biostatistiky a analýz. Wardova metoda. *E-learningová učebnice - Analýza a hodnocení biologických dat*. [B.r.].
59. DVOŘÁK, Marek. *Metody shlukové analýzy a jejich aplikace v marketingu*. 2008. Dipl. pr. Univerzita Karlova v Praze Matematicko-fyzikální fakulta.
60. BARD H., S. et al. A tool for hierarchical climate regionalization. *Earth Sci Inform* 8. 2015. Dostupné také z: <https://doi.org/10.1007/s12145-015-0221-7>.
61. METEOGRAM.CZ. *V kolik se rozednívá a stmívá?* Dostupné také z: <https://www.meteogram.cz/vychod-zapad-slunce/>.
62. S.R.O., Solargis. *Global Solar Atlas*. Dostupné také z: <https://globalsolaratlas.info/map>.
63. TREUT, Le; SOMERVILLE, H. R.; CUBASCH, U.; DING, Y.; MAURITZEN, C.; MOKSSIT, A.; PETERSON, T.; PRATHER, M. Ch. 1: Historical Overview of Climate Change. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 2007, s. 104. FAQ 1.2, Figure 1. Schematic view of the components of the climate system, their processes and interactions.

Seznam obrázků

3.1	Mapa světa Köppenovy-Geigerovy klimatické klasifikace[33]	11
3.2	Mapa světa Köppenovy-Trewarthyovy klimatické klasifikace[36]	13
3.3	Klimatické oblasti České republiky podle Quittovy klasifikace, 1971[24]	17
3.4	Klimatické oblasti ČSR podle Končeckovy klasifikace, 1958[37]	21
3.5	Toky LW a SW záření pro oblasti pouští a savan.[51]	29
3.6	Toky LW a SW záření pro vysokohorské a polární oblasti.[51]	29
4.1	SRB data družice s polární drahou letu, verze verze CLARA-A ed. 1.0, pro Českou republiku za období let 1982–2009	33
4.2	Mapa území České republiky podle SRB dat s anomální hodnotou „šumavského pixelu“	34
5.1	Schéma Wardovy metody minimálního rozptylu[58]	36
5.2	Ukázkový dendrogram hierarchického aglomerativního shlukování	37
6.1	Průměrné roční hodnoty SRB pro Českou republiku	39
6.2	Klimatické oblasti České republiky podle SRB	40
6.3	Klimatické oblasti České republiky podle SRB (vlevo) a Quittova klasifikace (vpravo)[20]	41
6.4	Roční průběh měsíčních průměrných hodnot SNL a SNS pro Českou republiku (červenou barvou je označena lednová hodnota)	42
6.5	Dendrogram aglomerativního shlukování měsíčních průměrných hodnot SRB za období od ledna 2004 do prosince 2011	43
6.6	Dendrogram aglomerativního shlukování měsíčních průměrných hodnot SIS za období od ledna 2004 do prosince 2011	44
6.7	Dendrogram aglomerativního shlukování měsíčních průměrných hodnot CFC za období od ledna 1991 do prosince 2015	44
6.8	Rozdělení klimatických tříd České republiky podle SRB	45
6.9	Roční průběh měsíčních průměrných hodnot SRB pro jednotlivé klimatické třídy	46
6.10	Rozdělení klimatických tříd České republiky podle SIS	47
6.11	Roční průběh měsíčních průměrných hodnot SIS pro jednotlivé klimatické třídy	48
6.12	Rozložení hodnot globálního záření (vlevo)[20] a klimatické oblasti České republiky podle SIS (vpravo)	49
6.13	Rozdělení klimatických tříd České republiky podle CFC	50
6.14	Roční průběh měsíčních průměrných hodnot CFC pro jednotlivé klimatické třídy	51
6.15	Rozložení průměrné roční oblačnosti (vlevo)[20] a klimatické oblasti České republiky podle CFC (vpravo)	52
A.1	Schéma klimatického systému[63]	64

B.1	Klimatické oblasti České republiky podle Köppenovy klasifikace, 2007[20]	66
B.2	Klimatické oblasti České republiky podle Quittovy klasifikace, 2007[20]	67
B.3	Klimatické oblasti České republiky podle přepracované Končkové klasifikace, 2007[20]	68
B.4	Klimatické oblasti České republiky podle Langova dešťového indexu, 2007[20]	69
B.5	Agroklimatické členění České republiky[40]	70
B.6	Klimatická regionalizace České republiky[43]	71
B.7	Klimatická klasifikace světa na základě SRB[51]	72

Seznam tabulek

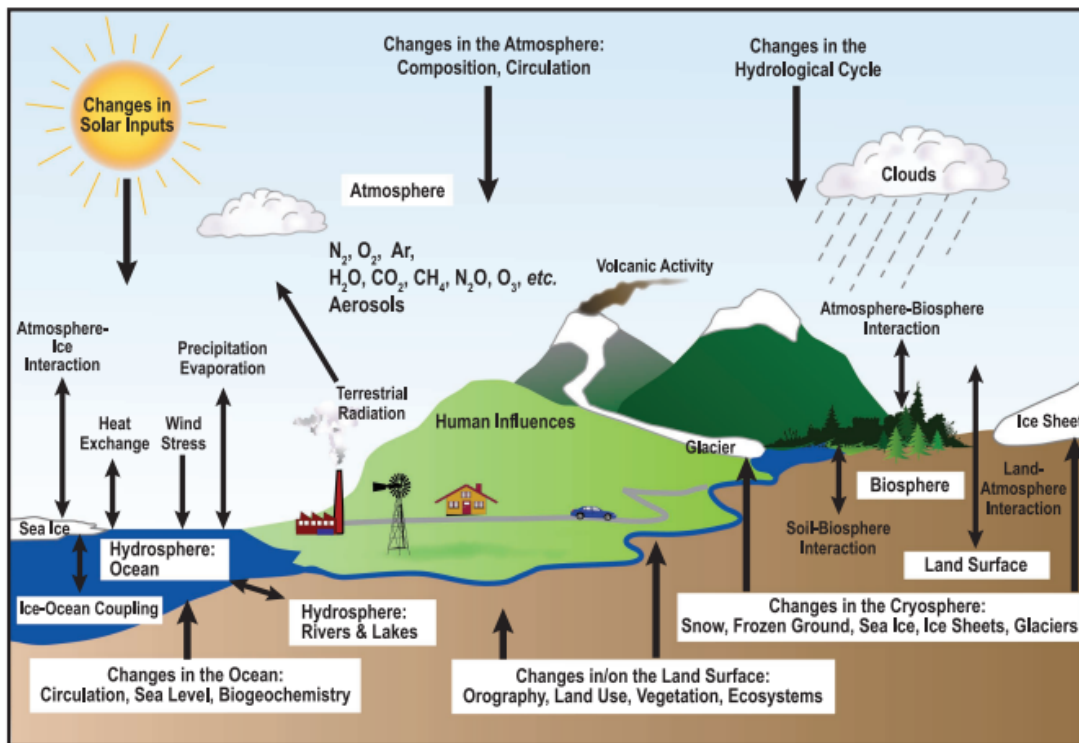
3.1	Vymezení klimatických zón podle Köppenovy-Geigerovy klasifikace.[32]	10
3.2	Roční období teplé oblasti.[24]	14
3.3	Roční období mírně teplé oblasti.[24]	15
3.4	Roční období chladné oblasti.[24]	16
3.5	A. Teplá oblast[37]	19
3.6	C. Chladná oblast[37]	19
3.7	B. Mírně teplá oblast[37]	20
3.8	Vymezení klimatických typů podle Langova dešťového indexu, [9]	22
3.9	Vymezení klimatických oblastí podle Minářovy vláhové jistoty [30]	23
3.10	Vymezení agroklimatických oblastí podle Kurpelové [40][41]	24
3.11	Vymezení klimatických regionů podle Moravce a Votýpka[43]	25
3.12	Klimatické klasifikace pevniny na základě SRB [51]	30
3.13	Klimatické klasifikace oceánů na základě SRB [51]	30
6.1	Vymezení klimatických oblastí podle hodnot SRB	40
6.2	Rozpětí ročních průměrných hodnot SRB, SNS a SNL na území České republiky	41
6.3	Průměrné roční hodnoty SRB jednotlivých klimatických tříd	46
6.4	Průměrné roční hodnoty SIS jednotlivých klimatických tříd	49
6.5	Průměrné roční hodnoty CFC jednotlivých klimatických tříd	51
C.1	Teplé klimatické oblasti podle Quittovy klasifikace.[20]	73
C.2	Chladné klimatické oblasti podle Quittovy klasifikace.[20]	73
C.3	Mírně teplé klimatické oblasti podle Quittovy klasifikace.[20]	74

Seznam použitých zkratek

- **CFC** – Fractional cloud cover (Procentuální zakrytí oblačností)
- **CLAAS** – Cloud Property Dataset using SEVIRI
- **CLARA-A** - Clouds, albedo and radiation dataset from AVHRR data
- **CMSAF** - Satellite Application Facility on Climate Monitoring
- **COMET** - Cloud fractional cover dataset from METEOSAT 1st and 2nd generation
- **ČSSR** - Československá socialistická republika
- **ČSR** - Československá republika
- **EUMETSAT** - European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites (Evropská organizace pro výzkum meteorologickými satelity)
- **HiClimR** - Hierarchical Climate Regionalization
- **IPCC** - Intergovernmental Panel on Climate Change (Mezivládní panel pro změnu klimatu)
- **LW** - Longwave radiation (Dlouhovlnné (záření))
- **MSG** - Meteosat Second Generation
- **MVIRI** - Meteosat Visible Infra-Red Imager
- **SEVIRI** - Spinning Enhanced Visible and InfraRed Imager
- **SIS** – Surface incoming shortwave radiation (Globální sluneční záření při povrchu Země)
- **SNL** – Surface net longwave radiation (Bilance dlouhovlnného záření při povrchu Země)
- **SNS** – Surface net shortwave radiation (Bilance krátkovlnného záření při povrchu Země)
- **SRB** - Surface Radiation Budget (Radiační bilance zemského povrchu)
- **SW** - Shortwave radiation (Krátkovlnné (záření))
- **TRMM** - Tropical Rainfall Measuring Mission
- **WMO** - World Meteorological organization (Světová meteorologická organizace)
- **z. d.** - Zeměpisná délka
- **z. š.** - Zeměpisná šířka

III. Přílohy

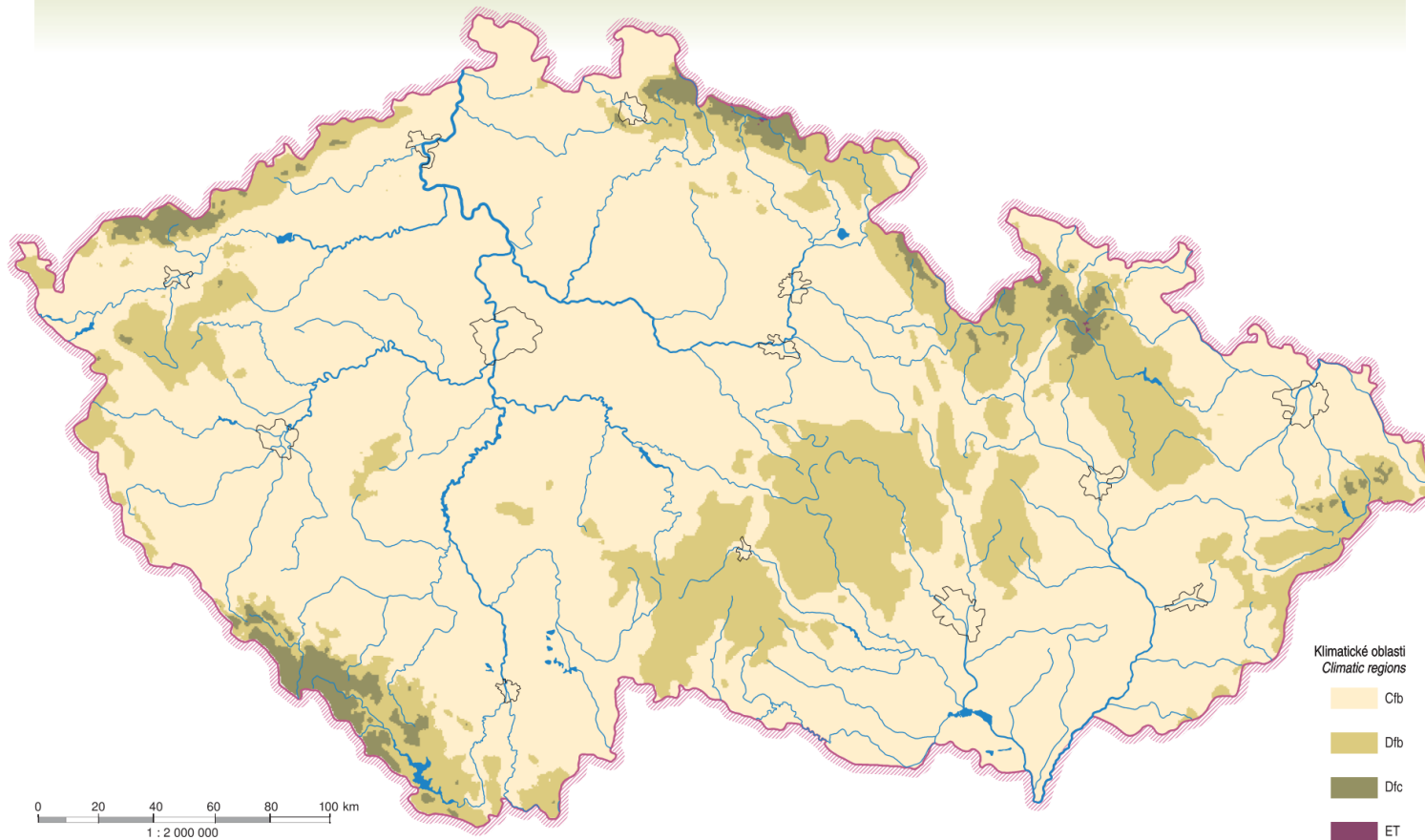
A. Obrázky



Obrázek A.1: Schéma klimatického systému[63]

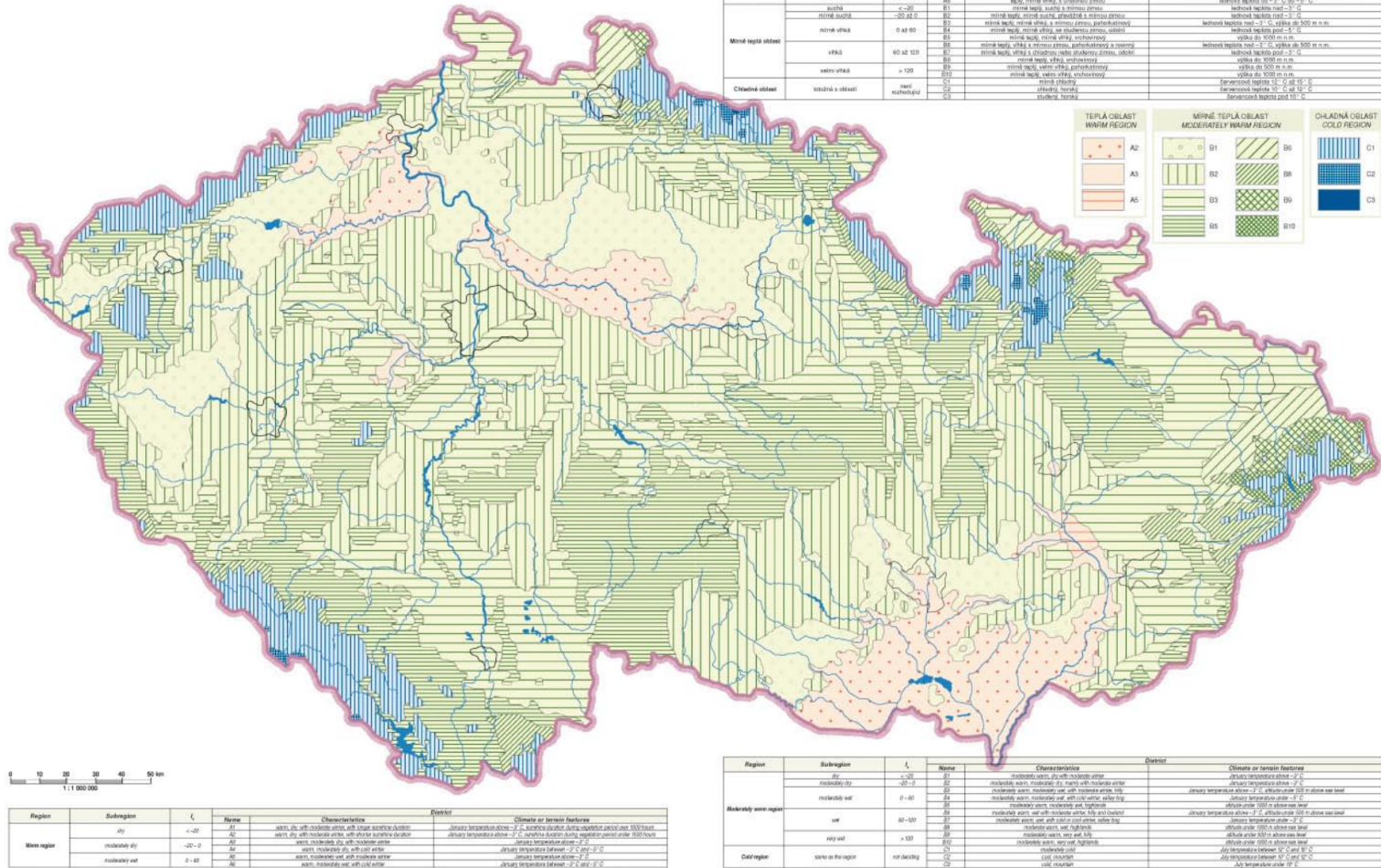
B. Mapy

KLIMATICKÉ OBLASTI PODLE KÖPPENOVY KLASIFIKACE / CLIMATIC REGIONS ACCORDING TO KÖPPEN'S CLASSIFICATION



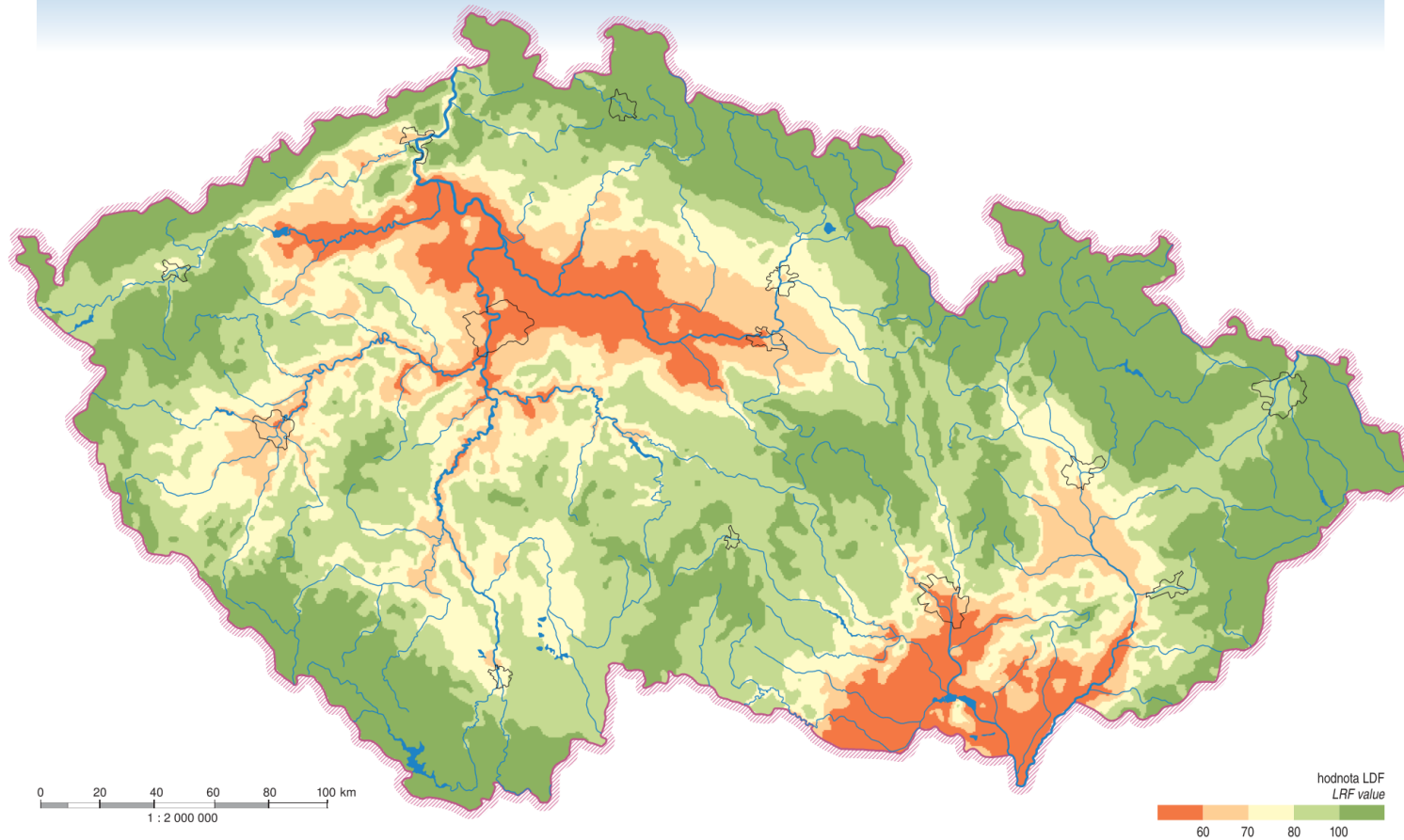
Obrázek B.1: Klimatické oblasti České republiky podle Köppenovy klasifikace, 2007[20]

KLIMATICKÉ OBLASTI PODLE KLASIFIKACE Z ATLASU PODNEBÍ ČSR 1958 / CLIMATIC REGIONS ACCORDING TO CLASSIFICATION USED IN ATLAS PODNEBÍ ČSR 1958

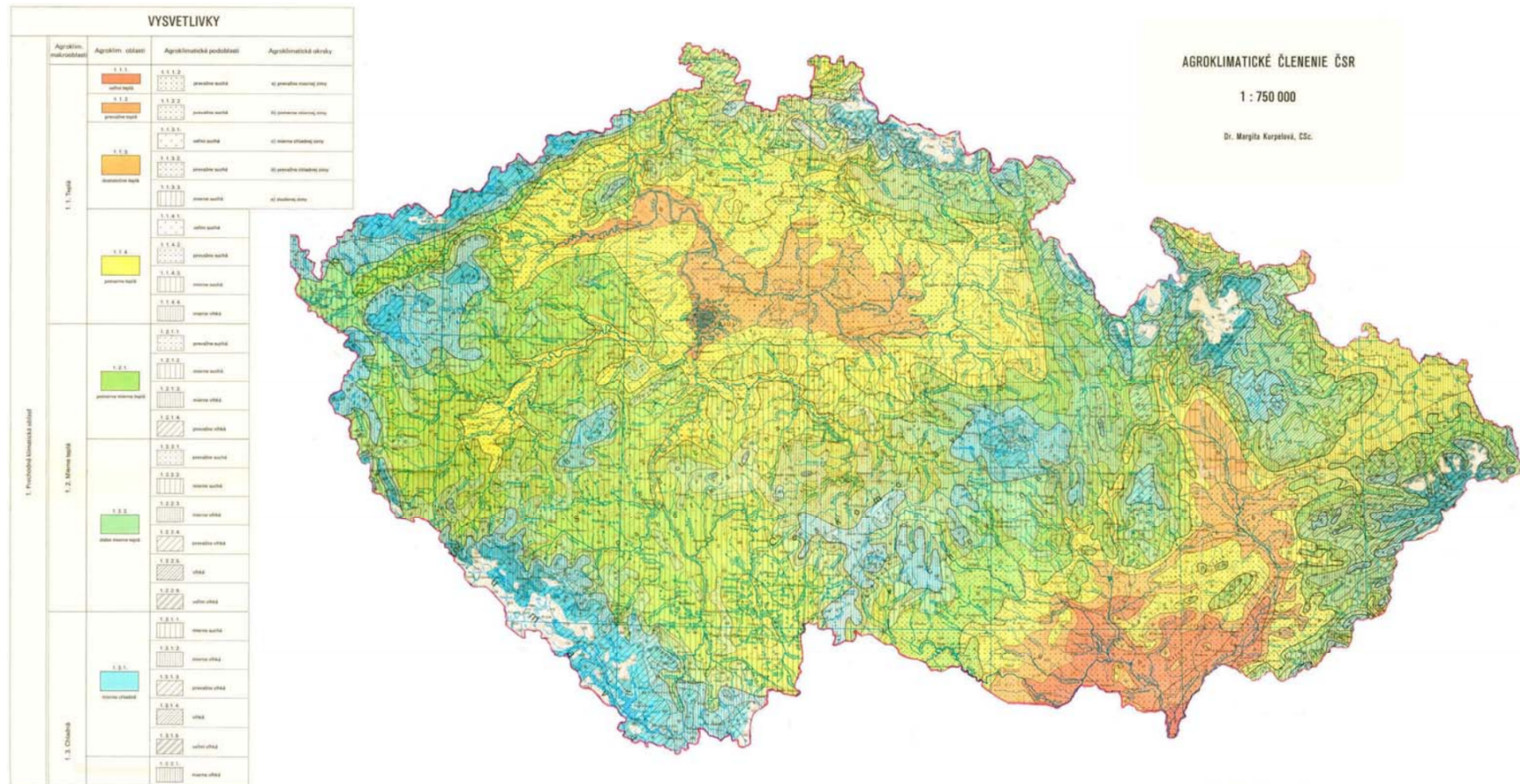


Obrázek B.3: Klimatické oblasti České republiky podle přepracované Končeckovy klasifikace, 2007[20]

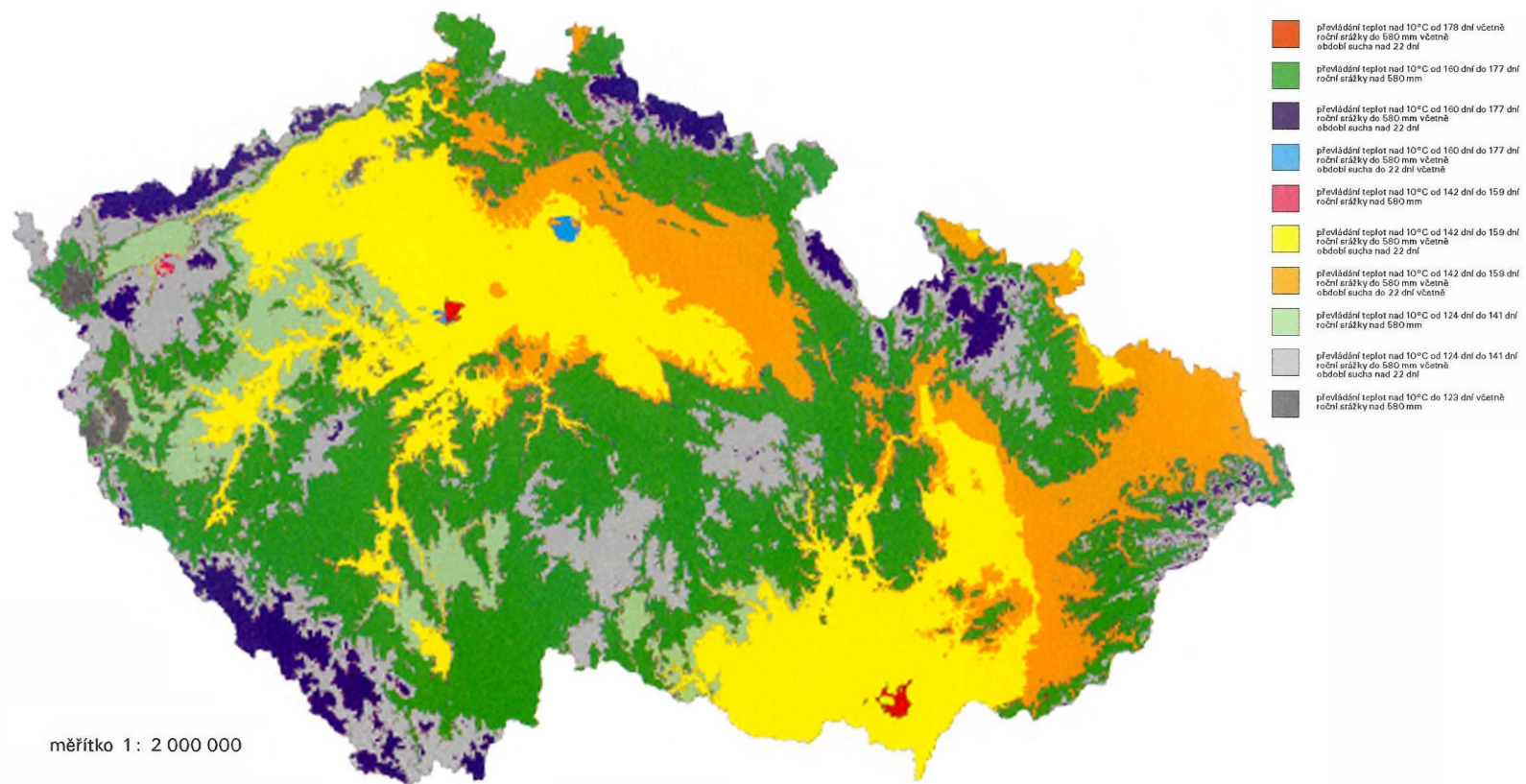
VYMEZENÍ OBLASTÍ PODLE LANGOVA DEŠŤOVÉHO FAKTORU / DELIMITATION OF AREAS BY LANG'S RAIN FACTOR



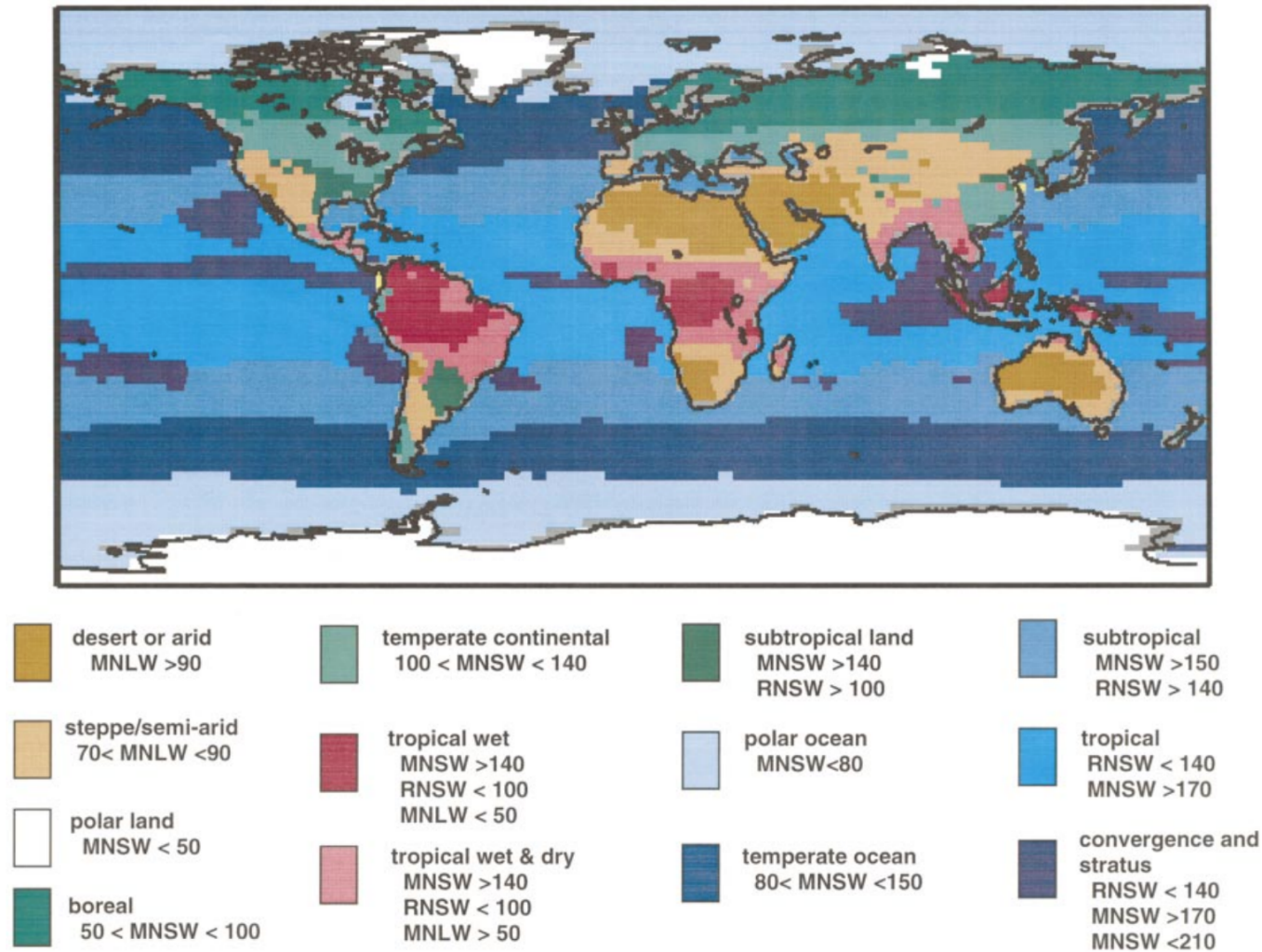
Obrázek B.4: Klimatické oblasti České republiky podle Langova dešťového indexu, 2007[20]



Obrázek B.5: Agroklimatické členění České republiky[40]



Obrázek B.6: Klimatická regionalizace České republiky[43]



Obrázek B.7: Klimatická klasifikace světa na základě SRB[51]

C. Tabulky

Tabulka C.1: Teplé klimatické oblasti podle Quittovy klasifikace.[20]

Klimatická charakteristika	T1	T2	T3	T4	T5
Počet letních dnů	50 - 60	50 - 60	60 - 70	60 - 70	60 - 70
Počet mrazových dnů	120 - 130	100 - 110	110 - 120	100 - 110	90 - 100
Počet ledových dnů	30 - 40	30 - 40	30 - 40	30 - 40	< 30
$T_{\text{prům}}$ v lednu [°C]	(- 3) - (- 5)	(- 2) - (- 3)	(- 3) - (- 4)	(- 2) - (- 3)	(- 1) - (- 2)
$T_{\text{prům}}$ v dubnu [°C]	7 - 8	8 - 9	8 - 10	9 - 10	9 - 10
$T_{\text{prům}}$ v červenci [°C]	17 - 19	18 - 19	19 - 20	19 - 20	19 - 20
$T_{\text{prům}}$ v říjnu [°C]	7 - 9	7 - 9	8 - 9	9 - 10	9 - 10
Počet dnů s $T_{\text{prům}} \geq 10$ °C	160 - 170	160 - 170	170 - 180	170 - 180	180 <
S_{celk} ve vegetačním období [mm]	350 - 400	350 - 400	350 - 400	300 - 350	300 - 350
S_{celk} v zimním období [mm]	200 - 300	200 - 300	200 - 300	200 - 300	200 - 300
Průměrný počet dnů se $S \geq 1$ mm	90 - 100	90 - 100	90 - 100	80 - 90	80 - 90
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	50 - 80	40 - 50	50 - 60	40 - 50	< 40
Počet jasných dnů	40 - 50	40 - 50	50 - 60	50 - 60	50 - 60
Počet zatažených dnů	120 - 140	120 - 140	110 - 120	110 - 120	< 110

Tabulka C.2: Chladné klimatické oblasti podle Quittovy klasifikace.[20]

Klimatická charakteristika	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6	CH7
Počet letních dnů	0 - 10	0 - 10	0 - 20	0 - 20	10 - 30	10 - 30	10 - 30
Počet mrazových dnů	160 - 180	160 - 180	160 - 180	160 - 180	140 - 160	140 - 160	140 - 160
Počet ledových dnů	60 - 80	60 - 70	60 - 70	60 - 70	60 - 70	60 - 70	50 - 60
$T_{\text{prům}}$ v lednu [°C]	(-7) - (-8)	(-7) - (-8)	(-7) - (-8)	(-6) - (-7)	(-5) - (-6)	(-4) - (-5)	(-3) - (-4)
$T_{\text{prům}}$ v dubnu [°C]	0 - 2	0 - 2	0 - 2	2 - 4	2 - 4	2 - 4	4 - 6
$T_{\text{prům}}$ v červenci [°C]	10 - 12	10 - 12	12 - 14	12 - 14	14 - 15	14 - 15	15 - 16
$T_{\text{prům}}$ v říjnu [°C]	2 - 4	2 - 4	2 - 4	4 - 5	5 - 6	5 - 6	6 - 7
Počet dnů s $T_{\text{prům}} \geq 10$ °C	0 - 80	0 - 80	80 - 120	80 - 120	100 - 120	120 - 140	120 - 140
S_{celk} ve vegetačním období [mm]	900 - 1000	700 - 900	600 - 700	600 - 700	500 - 600	600 - 700	500 - 600
S_{celk} v zimním období [mm]	600 - 700	500 - 600	400 - 500	400 - 500	350 - 400	400 - 500	350 - 400
Průměrný počet dnů se $S \geq 1$ mm	140 - 160	140 - 160	120 - 140	120 - 140	120 - 140	140 - 160	120 - 130
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	160 - 200	160 - 200	140 - 160	140 - 160	120 - 140	120 - 140	100 - 120
Počet jasných dnů	30 - 40	30 - 40	30 - 40	30 - 40	30 - 40	40 - 50	40 - 50
Počet zatažených dnů	130 - 150	130 - 150	140 - 150	130 - 150	140 - 150	150 - 160	150 - 160

