

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Geografie
Studijní obor: Geografie a kartografie



Veronika Volkeová

**VLIV VELKÉHO MĚSTA NA KLIMATICKÉ CHARAKTERISTIKY
SLUNEČNÍHO SVITU, JEJICH ÚZEMNÍ ROZLOŽENÍ A ČASOVÉ ZMĚNY –
PŘÍKLAD PRAHY**

**IMPACT OF A LARGE CITY ON THE CLIMATIC CHARACTERISTICS OF
SUNSHINE, THEIR SPATIAL DISTRIBUTION AND TIME CHANGES – CASE
STUDY PRAGUE**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Ivan Sládek, CSc.

Praha 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval/a samostatně a že jsem uvedl/a všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 9. května 2019

.....

Veronika Volkeová

Poděkování

Ráda bych poděkovala všem, kteří jakýmkoli způsobem přispěli ke vzniku této bakalářské práce. Zvláště pak děkuji RNDr. Ivanu Sládkovi, CSc., za veškeré připomínky a návrhy týkající se této práce, a také za jeho čas, který mi poskytl v rámci konzultací. Dále také RNDr. Ladislavu Metelkovi, Ph.D., za možnost návštěvy Solární a ozónové observatoři v Hradci Králové.

Zadání bakalářské práce

Název práce

Vliv velkého města na klimatické charakteristiky slunečního svitu, jejich územní rozložení a časové změny – příklad Prahy

Cíle práce

1. Shrnout dostupné poznatky o zvláštnostech geografického rozložení slunečního svitu ve velkých městech mírného klimatického pásma a jejich příčinách.
2. Dospět k vybraným původním poznatkům o klimatických charakteristikách slunečního svitu a případně globálního záření na území Prahy.

Použité pracovní metody

Matematicko-statistické a jiné metody zpracování meteorologických dat.

Zájmové území

Praha a okolí

Datové zdroje

ČHMÚ

Datum zadání

18.12.2017

Jméno studenta: Veronika Volkeová

Podpis studenta:

Jméno vedoucího práce: RNDr. Ivan Sládek, CSc.

Podpis vedoucího práce:

VLIV VELKÉHO MĚSTA NA KLIMATICKÉ CHARAKTERISTIKY SLUNEČNÍHO SVITU, JEJICH ÚZEMNÍ ROZLOŽENÍ A ČASOVÉ ZMĚNY – PŘÍKLAD PRAHY

Abstrakt

Tato práce se zabývá základním klimatickým prvkem, jímž je sluneční svit. Cílem práce je zjistit územní rozložení a proměnlivost délky slunečního svitu na území Prahy a v jejím okolí. K práci byla použita data z Českého hydrometeorologického ústavu, konkrétně měsíční a roční úhrny slunečního svitu, u stanice Praha-Karlov za 96leté období, u ostatních stanic za 7leté období. Práce je rozdělena na dvě části. V první části se věnuje literární rešerši, která je založena na dostupných poznatcích o slunečním svitu v Praze, nebo obecně ve větších městech. Druhá část je výzkumného charakteru. Nejprve se věnuje stanici Praha-Karlov a jejím dlouhodobým trendům, a poté ostatním pražským a mimopražským stanicím. Pro zjišťování územního rozložení byly použity statistické dvouvýběrové testy.

Klíčová slova: sluneční svit, Praha, klima měst, trendy

IMPACT OF A LARGE CITY ON THE CLIMATIC CHARACTERISTICS OF SUNSHINE, THEIR SPATIAL DISTRIBUTION AND TIME CHANGES – CASE STUDY PRAGUE

Abstract

This thesis deals with essential climatic element which is sunshine duration (SD). The aim of this work is to detect spatial distribution and time changes of the length of SD in Prague and surroundings. In the thesis were used data from the Czech Hydrometeorological Institute, specifically monthly and annual sums of SD at Prague-Karlov station for the 96 year period, at the other stations for the 7 year period. The thesis is divided into two parts. The first part is focused on literature recherche, which is based on available knowledge about sunshine in Prague or in larger cities in general. The second part has a research character. At first there is a focus on the Prague-Karlov station and its long-term trends, and then on other station in Prague and out of the Prague. To determine spatial distribution were used statistical double-choice tests.

Key words: sunshine duration, Prague, urban climate, trends

1 Obsah

| | |
|--|-----------|
| Úvod..... | 9 |
| 1 Měření slunečního svitu | 10 |
| 1.1 Campbellův-Stokesův slunoměr | 10 |
| 1.2 Elektronické slunoměry..... | 11 |
| 1.2.1 Elektronický slunoměr DSU12 | 11 |
| 1.2.2 Elektronický slunoměr SD4 | 12 |
| 1.2.3 Elektronický slunoměr SD5 | 13 |
| 2 Hlavní vlivy působící na kvalitu měření..... | 14 |
| 2.1 Chyby měření | 14 |
| 2.2 Znečištění ovzduší..... | 14 |
| 2.3 Oblačnost..... | 14 |
| 3 Klima měst | 15 |
| 3.1 Vliv městského klimatu na sluneční svit..... | 16 |
| 3.2 Tepelný ostrov města | 16 |
| 3.3 Klima Prahy | 17 |
| 4 Metody zpracování a použitá data..... | 19 |
| 4.1 Použitá data | 19 |
| 4.2 Metody zpracování..... | 22 |
| 5 Výsledky práce..... | 23 |
| 5.1 Měsíčních úhrny slunečního svitu na stanici Praha-Karlov | 23 |
| 5.2 Trendy slunečního svitu na stanici Praha-Karlov..... | 31 |
| 5.3 Územní rozdíly slunečního svitu podle pražských meteorologických stanic..... | 40 |
| 5.4 Statistické testování dat z pražských meteorologických stanic | 44 |
| 5.4.1 Dvouvýběrový F-test..... | 44 |
| 5.4.2 Dvouvýběrový T-test..... | 45 |
| 5.5 Územní rozdíly slunečního svitu v okolí Prahy | 46 |
| 5.6 Statistické testování dat z meteorologických stanic v okolí Prahy..... | 49 |
| 5.6.1 Dvouvýběrový F-test..... | 49 |
| 5.6.2 Dvouvýběrový T-test..... | 50 |
| Diskuze | 52 |
| Závěr..... | 54 |
| Seznam literatury a zdrojů..... | 56 |
| Internetové zdroje..... | 57 |

Seznam map v textu

Mapa 1 Klasifikace podnebí Prahy

Mapa 2 Průměrný roční úhrn doby trvání slunečního svitu na území Česka

Mapa 3 Rozmístění pražských meteorologických stanic

Mapa 4 Meteorologické stanice v okolí Prahy

Mapa 5 Sluneční záření na území Česka

Seznam obrázků v textu

Obr. 1 Campbellův-Stokesův slunoměr

Obr. 2 Elektronický slunoměr DSU12

Obr. 3 Elektronický slunoměr SD4

Obr. 4 Elektronický slunoměr SD5

Obr. 5 Heliograf s pyranometrem na stanici Praha-Karlov

Obr. 6 Roční úhrny slunečního svitu na stanici Praha-Karlov

Obr. 7 Součtová řada odchylek od průměrů – prosinec

Obr. 8 Součtová řada odchylek od průměrů – leden

Obr. 9 Součtová řada odchylek od průměrů – únor

Obr. 10 Součtová řada odchylek od průměrů – březen

Obr. 11 Součtová řada odchylek od průměrů – duben

Obr. 12 Součtová řada odchylek od průměrů – květen

Obr. 13 Součtová řada odchylek od průměrů – červen

Obr. 14 Součtová řada odchylek od průměrů – červenec

Obr. 15 Součtová řada odchylek od průměrů – srpen

Obr. 16 Součtová řada odchylek od průměrů – září

Obr. 17 Součtová řada odchylek od průměrů – říjen

Obr. 18 Součtová řada odchylek od průměrů – listopad

Obr. 19 Součtová řada odchylek od průměrů – rok

Obr. 20 Vymezení hlavních období nadprůměrného a podprůměrného trvání slunečního svitu

Obr. 21 Odchytky od trvání slunečního svitu shlazené dvojrozměrnými klouzavými průměry

Obr. 22 Sedmileté úhrny slunečního svitu na pražských meteorologických stanicích

Obr. 23 Roční úhrny slunečního svitu na pražských meteorologických stanicích

Obr. 24 Roční úhrny slunečního svitu v Praze a okolí

Obr. 25 Průměrné měsíční úhrny slunečního svitu v Praze a okolí

Seznam tabulek v textu

Tab. 1 Základní zeměpisné údaje stanice Praha-Karlov

Tab. 2 Základní zeměpisné údaje pražských meteorologických stanic

Tab. 3 Základní zeměpisné údaje mimopražských stanic

Tab. 4 Měsíční úhrny slunečního svitu na stanici Praha-Karlov

Tab. 5 Měsíční úhrny slunečního svitu na pražských stanicích

Tab. 6 Výsledné hodnoty dvouvýběrového F-testu pro rozptyly (pražské stanice)

Tab. 7 Výsledné hodnoty dvouvýběrového T-testu pro srovnatelné rozptyly (pražské stanice)

Tab. 8 Měsíční úhrny slunečního svitu na mimopražských stanicích

Tab. 9 Výsledné hodnoty dvouvýběrového F-testu pro rozptyly (mimopražské stanice)

Tab.10 Výsledné hodnoty dvouvýběrového T-testu pro srovnatelné rozptyly (mimopražské stanice)

Úvod

Sluneční svit patří k základním klimatickým prvkům. Trvání slunečního svitu je časový interval, během něhož je intenzita přímého slunečního záření, dopadající na jednotku plochy zemského povrchu kolmé k paprskům, větší než $120 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Závisí jak na délce dne, která je daná zeměpisnou šířkou a roční dobou, tak i na výskytu oblačnosti.

Sluneční záření je velmi důležité pro všechny formy života na Zemi. Vzniká v jádru Slunce jadernými přeměnami. Na slunečním svitu je závislý vznik podnebí, změny počasí, ale je i klíčový pro fotosyntézu rostlin. Je všeobecně známo, že sluneční svit má pozitivní, ale i negativní vliv na lidské zdraví. Díky slunečnímu svitu, se v organismu, tvoří vitamin D. Zároveň je vědecky dokázáno, že sluneční svit zlepšuje náladu, jelikož se jeho působením produkuje v těle serotonin (tzv. hormon štěstí). Nicméně sluneční svit může mít i negativní dopady na lidské zdraví. Nadměrné vystavování Slunci má totiž za následky např. rakovinu kůže. Sluneční energie se využívá v zemědělství (skleníky), pro vytápění, výrobu elektrické energie atd.

V této bakalářské práci se budu zabývat dostupnými poznatky o zvláštích geografického rozložení slunečního svitu ve velkých městech mírného klimatického pásu a jejich příčinách. Význam slunečního svitu pro urbánní klimatologii není tak velký, jako je význam teplotních, srážkových či větrných poměrů. Přesto tento meteorologický prvek ovlivňuje variabilitu jiných prvků, jako např. teploty vzduchu. Zároveň také sluneční svit ovlivňuje velikost výparu.

Cílem této práce, je dospět k poznatkům o slunečním svitu jako součásti klimatu Prahy, a to rozбором výsledků měření na pražských meteorologických stanicích, zvláště pak na stanici Praha-Karlov. V tomto případě jde téměř o stoletou datovou řadu, z níž byla data zpracována především matematicko-statistickými metodami. Práce vychází z hypotézy, že jedním ze znaků tepelného ostrova velkoměsta je časté rozpouštění mlhy a následkem toho zvýšené trvání slunečního svitu v jádru velkoměsta.

2 Měření slunečního svitu

Délka slunečního svitu (dále jen „SD“), nebo také zkráceně sluneční svit, může být vyjádřena v hodinách za den, měsíc, rok, nebo v jiném časovém intervalu. Je to doba, během které není sluneční kotouč zakryt oblačností, nebo jinými stínícími překážkami. Jde o fyzikální veličinu, která má vztah s přímým a globálním zářením. V roce 1981 (WMO 2006, cit. v Vaníček 2015) byla zavedena přesná fyzikální definice: „SD je doba, po kterou je intenzita přímého slunečního záření dopadajícího na plochu kolmou k paprskům větší než $120 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.“

2.1 Campbellův-Stokesův slunoměr

Sluneční svit se na meteorologických stanicích pravidelně měří již od 2. poloviny 19. století. V roce 1853 byl sestrojen první model Campbellova-Stokesova slunoměru (obr. 1).

Obr. 1 Campbellův-Stokesův slunoměr



Zdroj: Vaníček (2015)

Technologicky se jedná o velmi jednoduchý princip měření. Je sestaven ze skleněné koule, která má průměr cca 10 cm, jež funguje jako čočka. Ta soustředí paprsky slunečního záření. Soustředěný sluneční obraz vypaluje registrační stopu na papírovou pásku, která je umístěna v ohnisku čočky. Ohnisko čočky se pohybuje s pohybem Slunce po obloze. Z délky vypálené stopy pak můžeme přepočítat délku trvání slunečního svitu během dne. Přesnost této délky je pouze na desetiny hodiny. Podle šířky a barvy stopy pak můžeme zjistit i intenzitu slunečního svitu.

Campbellův-Stokesův slunoměr (dále jen „CSS“) by měl být vždy umístěn vysoko na meteorologické stanici, aby během celého dne nebyl sluneční kotouč zastíněn např. budovami nebo stromy. Měl by být dobře přístupný obsluze, která musí každý den, po západu Slunce, vyměnit registrační pásku, a to i ve dny, kdy nebyly naměřeny hodnoty slunečního svitu. Nicméně i přes správné umístění slunoměru, a správné obsluze, docházelo k technickým problémům.

2.2 Elektronické slunoměry

V síti Českého hydrometeorologického ústavu (dále jen „ČHMÚ“), v druhé polovině 90. let, bylo nutné automatizovat měření slunečního svitu. Bylo potřeba vyrobit přístroj, který by byl technicky vhodný, a zároveň cenově dostupný.

2.2.1 Elektronický slunoměr DSU12

Elektronický slunoměr DSU12 (obr. 2) byl poprvé použit v polovině 90. let. Postupně byl nainstalovaný na všech profesionálních stanicích ČHMÚ. Současná měření, prováděná přístrojem DSU12 a CSS, ukázala, že tento slunoměr není vhodný pro geografické podmínky středních šířek z důvodu vysoké úrovně rozptýleného záření a nízké výšky (Pokorný, Vaniček 2007).

Obr. 2 Elektronický slunoměr DSU12



Zdroj: Vaniček (2015)

2.2.2 Elektronický slunoměr SD4

Elektronický slunoměr SD4 (obr. 3) byl prvním modelem, který vyvinula firma Meteoservis, v. o. s., Vodňany. Optický systém slunoměru, který je krytý skleněnou polokoulí, tvoří horizontální clona s podélnou šterbinou orientovanou od jihu k severu. Pod šterbinou je umístěna soustava fotovoltaických článků z monokrystalického křemíku. Na každý článek se promítá výřez oblohy. Pokud je Slunce nad obzorem a není zakryto oblačností nebo jinou překážkou, tak při svém pohybu po obloze vždy osvětluje jeden z článků s maximální intenzitou. Elektronický systém slunoměru vybírá během dne nejvíce osvětlený článek, měří intenzitu toku dopadajícího přímého slunečního záření a porovnává jí s prahovou citlivostí čidla nastavenou na 120 W.m^{-2} . Pokud intenzita záření překročí tuto hodnotu, přístroj vysílá do registrační jednotky signál o existenci slunečního svitu (Pokorný, Vaníček 2007).

Do února roku 2002 se na Solární a ozonové observatoři prováděly testy tohoto slunoměru. I přes veškerá zlepšení, se ale nepodařilo dosáhnout požadovaných parametrů. Proto se výrobce rozhodl pro inovaci přístrojů. (Pokorný, Vaníček 2007)

Obr. 3 Elektronický slunoměr SD4



Zdroj: archiv autorky

2.2.3 Elektronický slunoměr SD5

Rozdíl mezi slunoměrem SD4 a SD5 (obr. 4) je ve změně optické části. Tu tvoří systém 16 štěrbin ve válcové cloně. Za každou clonou je umístěná fotodioda. Při instalaci slunoměru tak, aby osa clony byla paralelní s osou zemské rotace, procházejí sluneční paprsky v denním chodu postupně jednotlivými štěrbinami. Elektronika přístroje je při opakovaném skenování všech diod schopna nalézt nejvíce osvětlenou fotodiodu a vyhodnotit intenzitu dopadajícího záření. (Pokorný, Vaníček 2007)

Obr. 4 Elektronický slunoměr SD5



Zdroj: Vaníček (2015)

3 Hlavní vlivy působící na kvalitu měření

3.1 Chyby měření

Ač je CSS jednoduchý na sestavení a provoz, tak je jeho přesnost velice citlivá na mnoho faktorů. Je důležité, aby byl slunoměr správně nainstalovaný (přesná orientace sever-jih, horizontální poloha), aby na něj nepůsobil vliv stínění okolních překážek (budovy, vegetace, orografie). Můžeme brát v potaz i stárnutí skleněné koule, především zakalení. V souvislosti s tím je důležitá průběžná kontrola a udržení čistoty skleněné koule od sněhu, rosy či jiných nečistot. Důraz se klade i na kvalitu registračních pásek a zkušenost pozorovatele. Nicméně po automatizaci měření a zavedení elektronických slunoměrů se zvýšila kvalita měření slunečního svitu.

3.2 Znečištění ovzduší

Postupným vzrůstáním nečistot v ovzduší, klesá délka slunečního svitu. Čím je ve vzduchu více pevných i kapalných aerosolů, tím je atmosféra méně propustná pro sluneční záření (Papež 1973). Znečištění atmosféry souvisí s výskytem polutantů v ovzduší a zvýšeným výskytem kondenzačních jader (Oke 1981). Ve znečištěném ovzduší se více vyskytují mlhy, kdy je dohlednost do 1 km, a kouřmo, kdy je dohlednost vyšší než 1 km, které působí na sluneční záření stejným způsobem, jako to je u oblaků. To se projevuje především v průmyslových a městských oblastech. Nejvíce si toho můžeme povšimnout při východu a západu Slunce, kdy jsou paprsky pohlcovány a rozptylovány právě vlivem znečištění ovzduší.

3.3 Oblačnost

Dalším vlivem, který působí podobně jako znečištění ovzduší, je oblačnost. Tento jev se na stanicích neměří přístroji, protože nejsou dostupné. Oblačnost zpravidla určuje zkušený meteorolog přímým pozorováním. Sluneční svit má úzkou souvislost s oblačností. Pokud není během dne zaznamenán sluneční svit, pak byla obloha pokryta oblačností. Závisí ale i na typu oblaků a jejich propustnosti.

4 Klima měst

V současné době se velice často řeší problematika klimatu měst. Je to z toho důvodu, že ve městech, a jejich aglomeracích, žije čím dál tím více lidí. Podle Lambina (2006) žije ve velkých městech na 50 % světové populace a ve vyspělých státech světa dokonce až 75 %. Větší koncentrace obyvatel produkuje více energie a současně více znečišťuje životní prostředí. Ve městech se přirozené povrchy, které pokrývá vegetace, mění na zastavěná území. Tyto příklady procesů jsou hlavními odlišnostmi mezi životním prostředím měst a přírodním prostředím.

V zastavěných územích měst se formuje specifické městské klima. Pro toto klima je typický režim téměř všech meteorologických prvků. Režim prvků, je odlišný od poměrů ve venkovské krajině. K formování městského klimatu přispívá řada faktorů, ke kterým Oke (1981) řadí v první řadě tyto:

- **vlastnosti** aktivních povrchů rozhodující pro intenzitu pohlcování a odrazu krátkovlnného elektromagnetického záření a emitování záření dlouhovlnného;
- **nepropustný charakter** aktivních povrchů formující zvýšený odtok srážek, a proto dochází ke snížení výparu a vlhkosti vzduchu;
- **geometrické uspořádání** aktivních povrchů, které zvyšuje jejich celkovou plochu, přispívá ke značnému podílu ploch s vertikální orientací, k vytváření tzv. uličních kaňonů a k vysoké drsnosti;
- **znečištění atmosféry** související s výskytem polutantů v ovzduší a zvýšeným výskytem kondenzačních jader;
- **produkce antropogenního tepla**

Tyto faktory se mohou měnit v závislosti na geografických podmínkách (např. geografická poloha, nadmořská výška a reliéf).

4.1 Vliv městského klimatu na sluneční svit

Zvýšená intenzita konvekce, turbulentní charakter proudění a produkce kondenzačních jader v městské atmosféře jsou hlavními příčinami zvýšeného výskytu oblačnosti nad městy ve srovnání s jejich okolím. V důsledku změn v radiační bilanci zastavěných území oproti přirozeným podmínkám a následnému formování oblasti vyšších teplot může v urbanizovaných oblastech docházet ke zvýšení intenzity konvekce společně s nárůstem množství kondenzačních jader k formování konvekční oblačnosti. Vyšší množství atmosférických aerosolů a znečištění atmosféry vedou také k zeslabení intenzity slunečního záření a snížení dohlednosti (Dobrovolný 2012).

Množství oblačnosti může být v urbanizovaných oblastech oproti přirozeným podmínkám zvýšené v průměru o 5-10 %, četnost mlh o 100 % v zimě a o 30 % v létě (Arnfield 2003). Nicméně toto tvrzení neplatí, mluvíme-li o Praze (viz. podkap. 4.3). Důsledkem znečištění ovzduší může být podle Landsberga (1981) snížená propustnost dopadajícího záření až o 20 % a také kratší trvání slunečního svitu o 5-15 %.

4.2 Tepelný ostrov města

Nejvýraznějším znakem městského klimatu je tzv. tepelný ostrov města. Podle Arnfielda (2003) patří tepelný ostrov měst mezi nejlépe zdokumentované příklady modifikace meteorologických a klimatických podmínek v mezoměřítku. Specifické vlastnosti prostředí městské zástavby souvisí s formováním teplotních poměrů v zastavěných oblastech. Teplotní poměry zastavěných oblastí se mohou výrazně lišit od poměrů okolní krajiny. Proto se intenzita tepelného ostrova se nejčastěji definuje jako maximální rozdíl mezi teplotou ve městě a teplotou v okolí (Dobrovolný 2012).

Krátkovlnné záření, které dopadá na plochy aktivních povrchů, je pohlcováno a částečně odráženo. V městské zástavbě se snižuje rychlost větru, což je způsobeno velkou drsností povrchů. Proto nedochází k ochlazování prostředí. Většina aktivních povrchů, je tvořena materiály, které mají velkou tepelnou kapacitu. To způsobuje, že v období pozitivní energetické bilance, je teplo pohlcováno, a naopak v období negativní energetické bilance, je teplo uvolňováno. V městské zástavbě je velký podíl nepropustných materiálů, což vede ke snížení latentního toku tepla. Tyto základní procesy způsobují, že urbanizovaná území jsou teplejší než jejich okolí.

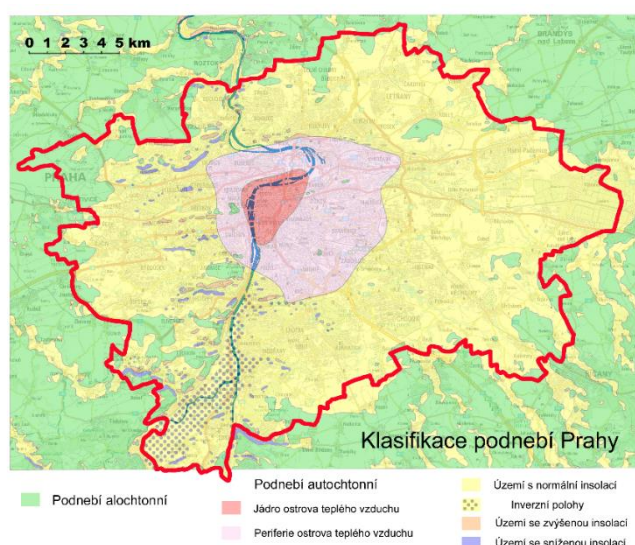
Oke (1987) rozlišuje, podle mechanismu, jakým se tepelný ostrov formuje, podle prostředí, ve kterém jej lze identifikovat, ale také podle měřících technik využitelných k jeho kvantifikaci, dva typy tepelného ostrova – tzv. atmosférický tepelný ostrov (dále jen „AUHI“ – atmospheric urban heat island) a tzv. povrchový tepelný ostrov (dále jen „SUHI“ – surface urban heat island). Maximum AUHI obvykle nastává před východem slunce, naopak během dne, a zvláště při silnější advekci AUHI v některých případech zaniká. Naproti tomu SUHI dosahuje maximální intenzity v denních hodinách během letních měsíců a obvykle existuje i během noci.

4.3 Klima Prahy

Území Prahy klimatologicky, podle Quittovy klasifikace podnebí (Quitt 1971), leží na rozhraní mezi oblastí mírně teplou, suchou a s mírnou zimou a oblastí mírně teplou, suchou, s převážně mírnou zimou. Klima Prahy je také ovlivněno tepelným městským ostrovem (mapa 1). Podle Kožnarové (2018) patří Praha k vůbec nejteplejším místům České republiky.

V centru města je průměrná teplota vzduchu při stejné nadmořské výšce o 1 °C vyšší než ve volné krajině (Územně analytické podklady hl. m. Prahy 2016). Tento rozdíl je způsoben velkou koncentrací tepelných zdrojů, ale především menšími ztrátami při výparu v důsledku urbanizace aktivního povrchu. V Praze totiž převažují zpevněné plochy nad přirozeným povrchem s vegetací, tudíž většina srážek odtéká ihned do kanalizace.

Mapa 1 Klasifikace podnebí Prahy

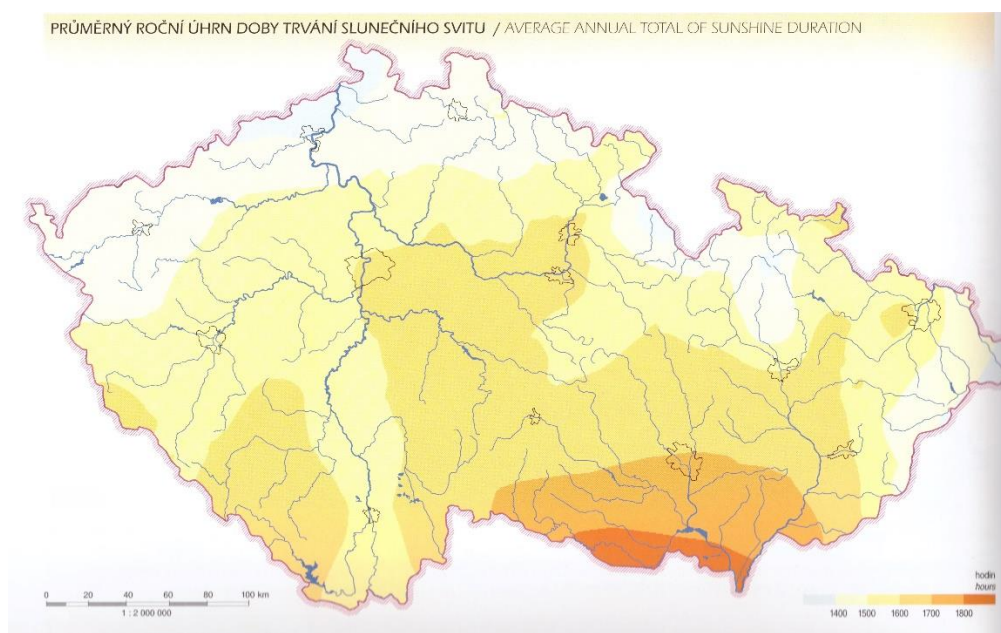


Zdroj: Sládek, 2000

Tepelný ostrov města má také vliv na výskyt mlhy. Kromě vyšší teploty se v zastavěných oblastech odráží ještě rozdílné (zpravidla pomalejší) vanutí větru ulicemi oproti volným přírodním plochám v důsledku větší drsnosti povrchu, značné změny vlastností aktivního povrchu a rozdíl ve vlhkosti vzduchu. Právě nižší relativní vlhkost vzduchu je pravděpodobně nejvýznamnějším faktorem snižujícím četnost mlhy ve městech. Centrum Prahy vykazuje nižší hodnoty vlhkosti vzduchu, než jsou sledovány na přirozeně nejsušších místech ČR. Výjimka je zapříčiněna málo propustnými umělými povrchy městské zástavby, rychlým odtokem vody kanalizací a malou vertikální výměnou vzduchu s vysokým obsahem prachových částic. V průběhu desetiletí se v celé Praze výskyt mlhy snižuje. V 60. letech byl výskyt mlhy na okrajích Prahy takřka stejný jako v centru, jelikož byla celá oblast silně znečištěna, což vedlo kromě snížení počtu kondenzačních jader i k vyššímu radiačnímu ochlazování v horní vrstvě mlhy. Dalším faktorem ovlivňujícím mlhu je teplota, s jejímž zřetelným nárůstem výskyt mlhy klesá (Chaloupecký, Kastner 2005).

Ve srovnání s některými místy na západě a severu Čech, má Praha, z nízkých poloh, roční úhrn slunečního svitu, podle Atlasu podnebí Česka (2007), o 200 až 300 hodin vyšší (mapa 2). Toto je velice příznivý fakt, jelikož sluneční svit patří k základním klimatickým prvkům, tudíž má neocenitelné biologické přednosti.

Mapa 2 Průměrný roční úhrn doby trvání slunečního svitu na území Česka



Zdroj: Atlas podnebí Česka, 2007

5 Metody zpracování a použitá data

5.1 Použitá data

V této bakalářské práci byla použita data z meteorologické stanice Praha-Karlov, která se nachází na území Nového města (tab. 1). Tyto data, za téměř 100 let měření, jsem získala z Měsíčních přehledů meteorologických pozorování observatoře Praha-Karlov. Data, která v těchto přehledech chyběla, jsem doplnila díky poskytnutí dat přímo od Českého hydrometeorologického ústavu v Praze-Komořanech. Tato stanice byla vybrána proto, že se zde sluneční svit měří již od 20. let 20. století, tudíž můžeme pozorovat dlouhodobé trendy, a také proto, že se nachází v centru města. Ke své bakalářské práci jsem použila měsíční úhrny slunečního svitu.

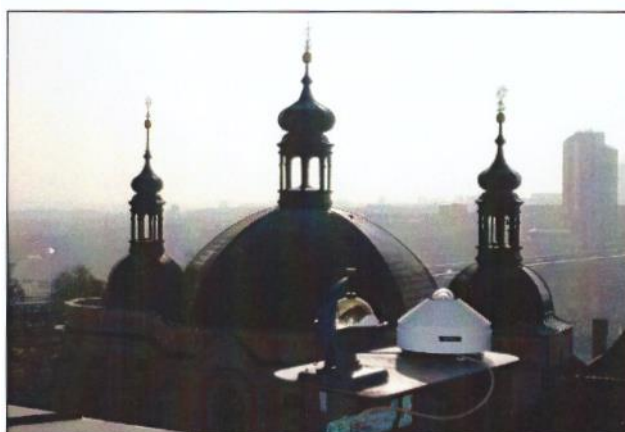
Tab. 1 Základní zeměpisné údaje stanice Praha-Karlov

| | Zeměpisná délka | Zeměpisná šířka | Nadmořská výška | Období pozorování od |
|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| Praha-Karlov | 50° 04' 09" | 14° 25' 39" | 232 m | 1. 1. 1921 |

Zpracovala autorka (2019), zdroj dat: ČHMÚ

Meteorologická stanice Praha-Karlov je umístěna na budově Fyzikálního ústavu Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy (obr. 5). Nachází se na jihozápadní části budovy, na věži, která převyšuje okolní budovy. Na stanici Praha-Karlov probíhá měření od roku 1921. Do 31. března 2005 se zde měřilo Campbellovo-Stokesovým slunoměrem. Od 1. dubna 2005 se zde měří souběžně slunoměrem SD5 a uvedeným Campbellovo-Stokesovým slunoměrem.

Obr. 5 Heliograf s pyranometrem na stanici Praha-Karlov



Zdroj: Kožnarová (2018)

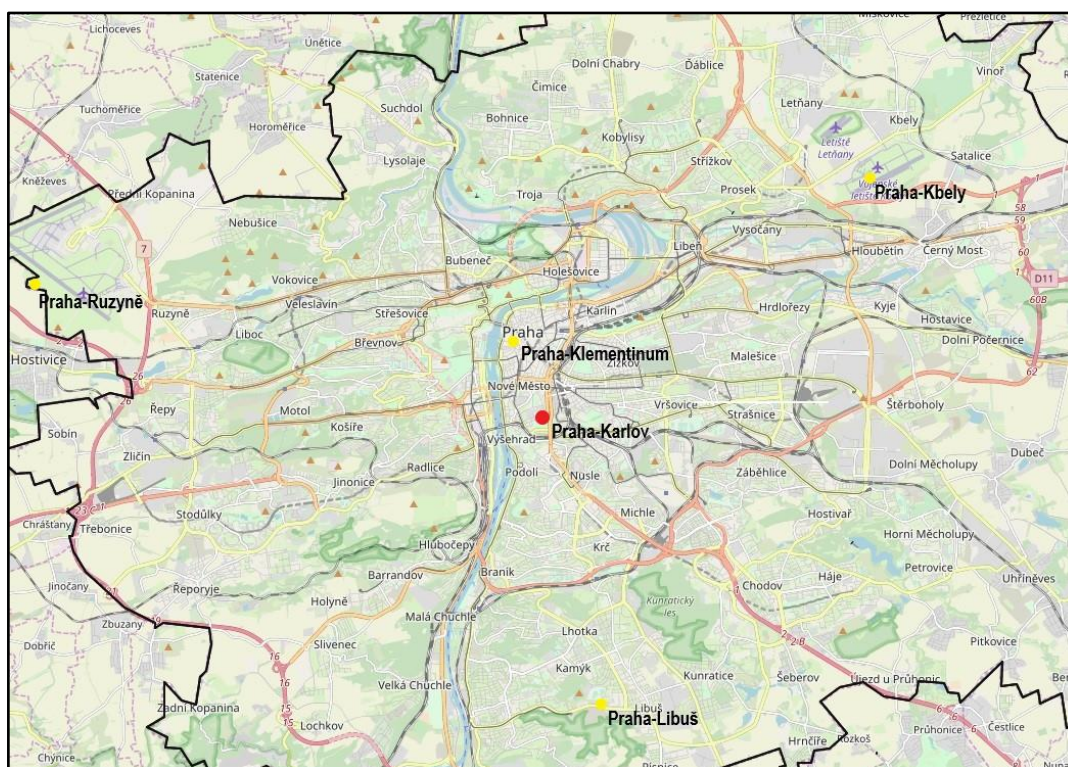
Pro svou bakalářskou práci jsem použila dále data z meteorologických stanic, které se nacházejí na okraji Prahy (tab. 2, mapa 3). Konkrétně se jedná o stanice Praha-Kbely, Praha-Klementinum, Praha-Libuš a Praha-Ruzyně. Použita byla data za sedmileté období, a to mezi roky 2011 a 2017, která slouží ke srovnání trendů na stanici Praha-Karlov.

Tab. 2 Základní zeměpisné údaje pražských meteorologických stanic

| | Zeměpisná délka | Zeměpisná šířka | Nadmořská výška | Období pozorování od |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| Kbely | 50° 07' 24" | 14° 32' 17" | 285 m | 1. 1. 1922 |
| | | | 282 m | 1. 2. 2010 |
| Klementinum | 14° 24' 59" | 50° 05' 12" | 191 m | 1. 1. 1775 |
| Libuš | 50° 00' 29" | 14° 26' 49" | 303 m | 1. 1. 1971 |
| | | | 302 m | 1. 1. 2000 |
| Ruzyně | 50° 06' 01" | 14° 15' 20" | 374 m | 1. 1. 1946 |
| | | | 364 m | 1. 9. 1976 |

Zpracovala autorka (2019), zdroj dat: ČHMÚ

Mapa 3 Rozmístění pražských meteorologických stanic



Zpracovala autorka (2019), zdroj dat: ČHMÚ, podkladová mapa: ČHMÚ

Pro případ, že by se neprojevil žádný výraznější rozdíl mezi hodnotami pražských stanic, jsem použila hodnoty z meteorologických stanic, které se nacházejí v okolí Prahy,

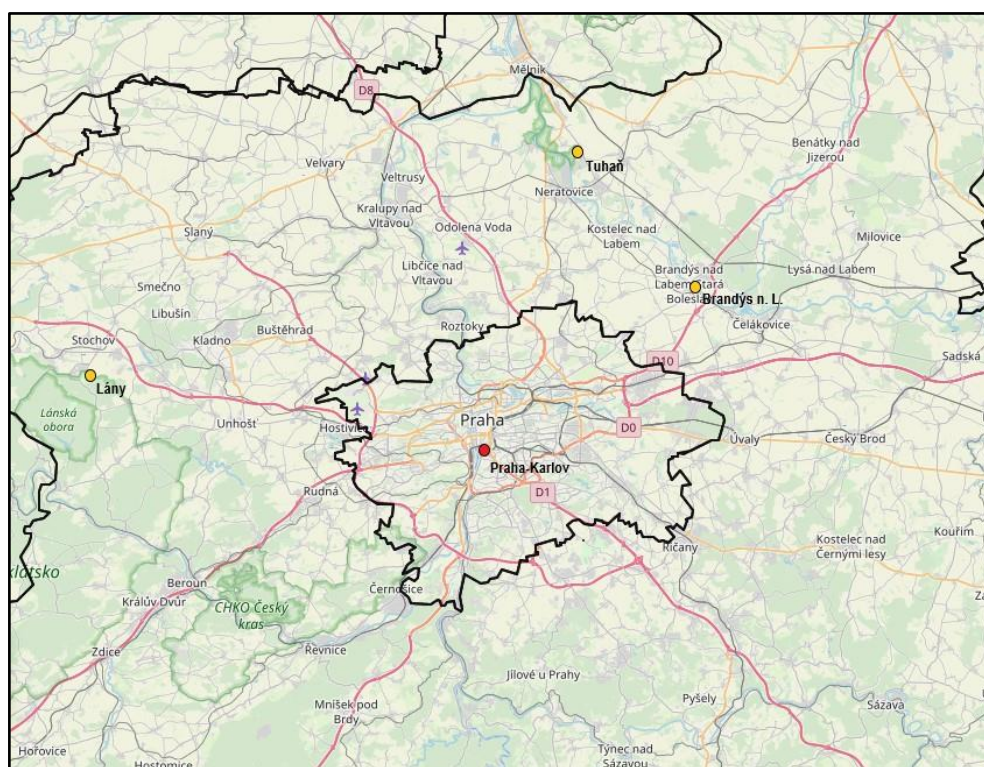
resp. ve Středočeské kraji (mapa 4). Konkrétně to jsou stanice Brandýs nad Labem, Lány a Tuhaň. Jejich přesnou polohu můžeme vidět v tabulce 3. Stejně, jako u pražských stanic, jsem použila sedmileté období mezi roky 2011 a 2017.

Tab. 3 Základní zeměpisné údaje mimopražských stanic

| | Zeměpisná délka | Zeměpisná šířka | Nadmořská výška |
|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Brandýs n. L. | 50° 11' 24" | 14° 39' 36" | 179 m |
| Lány | 50° 07' 12" | 13° 57' 00" | 415 m |
| Tuhaň | 50° 17' 38" | 14° 31' 19" | 160 m |

Zpracovala autorka (2019), zdroj dat: ČHMÚ

Mapa 4 Meteorologické stanice v okolí Prahy



Zpracovala autorka (2019), zdroj dat: ČHMÚ, podkladová mapa: ČHMÚ

5.2 Metody zpracování

Ve své bakalářské práci jsem využila mnoho metod pro charakteristiku slunečního svitu a jeho porovnání mezi pražskými stanicemi a stanicemi ve Středočeském kraji. Nejprve jsem použila měsíční a roční úhrny slunečního svitu a porovnála je s jejich maximy a minimy. Poté jsem pracovala s odchylkami od průměrů, kde jsem vyobrazila grafy metodou součtových řad. Dále jsem zpracovala hlavní období s nadprůměrným a podprůměrným trváním slunečního svitu. Pro přehlednost jsem vytvořila graf, metodou klouzavých průměrů, které jsem spočítala z odchylek od průměrů. V další kapitole jsem použila statistické dvouvýběrové testy pro zjištění územního rozložení slunečního svitu v rámci Prahy, to stejné jsem pak praktikovala u mimopražských stanic.

6 Výsledky práce

6.1 Měsíčních úhrny slunečního svitu na stanici Praha-Karlov

Na základě dat, z Měsíčních přehledů meteorologických pozorování na stanici Praha-Karlov, jsem sestrojila tabulku s měsíčními úhrny slunečního svitu (tab. 4). Pro přehlednost maximálních a minimálních hodnot, pro jednotlivé měsíce, za celou dobu měření, jsem použila dvě barvy. Maximální hodnoty jsou zvýrazněny červeně, zatímco minimální hodnoty modře. Dále jsem zvýraznila ve sloupci „součet hodnot“ žlutě hodnoty, které jsou vysoce nadprůměrné, tzn. nad 2000 hodin slunečního svitu za rok. Naopak zeleně jsem pak znázornila vysoce podprůměrné hodnoty, tzn. pod 1300 hodin slunečního svitu za rok.

Můžeme vidět, že mezi roky 1943 a 1947, bylo za celé sledované období, 5 měsíců s maximálními hodnotami slunečního svitu. Zároveň také 3 roky, z tohoto pětiletého období, měly vysoce nadprůměrné roční hodnoty slunečního svitu. V roce 1947 bylo dokonce dosaženo maxima, za celé sledované období, konkrétně 2190,5 h/rok. Tato hodnota se rovná normálnímu svitu v Terstu (Gregor 1964). V roce 1958 jsme naopak zaznamenali nejnižší hodnotu, za celé sledované období. Tento rok svítalo slunce pouze 1047,2 hodin. Co se týče minimálních měsíčních hodnot, tak zde není žádné výraznější období, jako tomu bylo u maximálních měsíčních hodnot.

Nejchudší měsíce na sluneční svit, jsou listopad, prosinec a leden. Je to především z toho důvodu, že v zimních měsících je poloha Slunce na obloze nižší, než je tomu v letních měsících, to také zpřičiňuje kratší den. Nízké hodnoty slunečního svitu také souvisí s velkou oblačností. Velká oblačnost v zimě je spíše projevem inverzního anticyklonálního počasí. Konkrétně se jedná o stratus, který kryje nízké polohy za současně jasné oblohy na horách (Gregor 1964). Mezi nejbohatší měsíce na sluneční svit můžeme zařadit květen, červenec, srpen a výjimečně i červen, a to zřejmě proto, že v měsíci červnu je více oblačnosti.

V tabulce také vidíme maxima a minima u jednotlivých kalendářních měsíců za celé sledované období. Největší rozdíl mezi maximální a minimální hodnotou, můžeme pozorovat u měsíce května. Maximum, konkrétně 334,8 h, bylo naměřeno roku 1943, zatímco minimum, 86 h, bylo naměřeno v roce 2010. Rozdíl činí 248,8 h, což je více než průměrná hodnota slunečního svitu v červenci. Nejmenší rozdíl jsme zaznamenali v prosinci. V roce 1925 byla maximální hodnota 75,8 h, minimální v roce 1934, a to 10,4 h. Prosincový rozdíl byl tedy 65,4 hodiny.

Tab. 4 Měsíční úhrny slunečního svitu na stanici Praha-Karlov

| rok | sluneční svit (h) | | | | | | | | | | | | součet hodnot |
|------|-------------------|-------|--------|-------|--------|--------|----------|-------|-------|-------|----------|----------|---------------|
| | leden | únor | březen | duben | květen | červen | červenec | srpen | září | říjen | listopad | prosinec | |
| 1921 | 54,1 | 64,6 | 208,4 | 141,4 | 263,8 | 226,1 | 300,1 | 282,2 | 215,0 | 150,5 | 49,0 | 54,4 | 1955,5 |
| 1922 | 81,3 | 65,3 | 141,2 | 160,6 | 288,2 | 227,8 | 219,9 | 186,7 | 84,4 | 60,5 | 49,7 | 36,1 | 1601,7 |
| 1923 | 45,5 | 50,8 | 131,1 | 153,6 | 202,7 | 114,7 | 274,6 | 264,7 | 140,3 | 86,8 | 41,4 | 28,9 | 1535,1 |
| 1924 | 38,6 | 63,7 | 137,8 | 136,2 | 193,0 | 208,9 | 262,5 | 198,2 | 170,8 | 154,3 | 74,0 | 36,2 | 1674,2 |
| 1925 | 56,9 | 121,2 | 84,4 | 191,1 | 292,9 | 204,7 | 225,6 | 186,2 | 121,9 | 114,1 | 43,1 | 75,8 | 1717,9 |
| 1926 | 39,7 | 55,7 | 110,1 | 234,3 | 171,9 | 132,0 | 196,5 | 243,4 | 208,9 | 84,6 | 52,4 | 29,1 | 1315,2 |
| 1927 | 47,0 | 122,0 | 149,3 | 151,9 | 265,4 | 263,5 | 230,3 | 220,2 | 174,7 | 123,9 | 43,9 | 46,2 | 1838,3 |
| 1928 | 43,8 | 98,3 | 172,2 | 177,7 | 265,3 | 275,9 | 351,7 | 219,6 | 179,5 | 100,9 | 53,8 | 30,5 | 1969,2 |
| 1929 | 78,4 | 79,2 | 172,0 | 188,1 | 227,5 | 231,3 | 269,2 | 251,6 | 259,1 | 112,0 | 44,1 | 55,1 | 1967,6 |
| 1930 | 47,0 | 131,0 | 126,5 | 153,0 | 201,0 | 350,6 | 293,0 | 208,4 | 122,3 | 101,7 | 67,3 | 30,6 | 1832,4 |
| 1931 | 66,5 | 50,9 | 184,6 | 201,6 | 289,9 | 279,7 | 242,4 | 167,9 | 137,3 | 183,5 | 48,3 | 46,0 | 1898,6 |
| 1932 | 59,1 | 101,6 | 163,5 | 214,5 | 249,1 | 248,1 | 230,4 | 275,1 | 217,6 | 131,0 | 66,3 | 14,7 | 1971,0 |
| 1933 | 38,1 | 68,0 | 199,6 | 191,7 | 241,2 | 258,4 | 250,6 | 307,8 | 193,0 | 115,5 | 60,6 | 33,3 | 1957,8 |
| 1934 | 71,5 | 105,6 | 125,9 | 211,7 | 275,7 | 292,6 | 301,4 | 214,4 | 226,0 | 127,3 | 56,8 | 10,4 | 2019,3 |
| 1935 | 41,2 | 87,6 | 167,8 | 143,5 | 277,6 | 332,1 | 282,1 | 274,3 | 181,6 | 86,4 | 37,9 | 50,4 | 1962,5 |
| 1936 | 77,2 | 63,6 | 136,9 | 187,2 | 162,8 | 268,2 | 229,5 | 241,6 | 197,9 | 66,3 | 53,0 | 70,3 | 1754,5 |
| 1937 | 58,7 | 85,6 | 116,9 | 99,2 | 293,9 | 267,2 | 257,7 | 218,3 | 148,7 | 98,4 | 48,6 | 46,2 | 1739,4 |
| 1938 | 46,5 | 117,1 | 190,4 | 132,8 | 203,0 | 251,9 | 231,0 | 221,6 | 209,9 | 105,9 | 59,7 | 52,4 | 1710,1 |
| 1939 | 35,6 | 104,0 | 120,5 | 197,6 | 132,0 | 246,2 | 293,9 | 288,9 | 172,8 | 34,1 | 42,3 | 23,3 | 1691,2 |
| 1940 | 56,4 | 120,1 | 141,2 | 223,7 | 163,5 | 264,7 | 230,9 | 182,6 | 135,2 | 105,6 | 79,2 | 70,5 | 1773,6 |

Pokračování tab. 4

| rok | leden | únor | březen | duben | květen | červen | červenec | srpen | září | říjen | listopad | prosinec | součet hodnot |
|------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|----------|-------|-------|-------|----------|----------|---------------|
| 1941 | 51,2 | 82,1 | 134,2 | 133,2 | 181,1 | 269,7 | 287,6 | 222,2 | 182,3 | 78,0 | 79,5 | 60,1 | 1761,2 |
| 1942 | 59,8 | 56,2 | 150,6 | 164,9 | 255,4 | 284,1 | 243,2 | 303,1 | 215,6 | 149,7 | 39,6 | 47,9 | 1970,1 |
| 1943 | 52,5 | 140,6 | 228,1 | 195,5 | 334,8 | 203,0 | 276,6 | 262,2 | 155,3 | 179,0 | 71,9 | 34,5 | 2134,0 |
| 1944 | 29,2 | 61,5 | 76,3 | 161,2 | 202,0 | 205,9 | 254,7 | 316,7 | 218,5 | 78,8 | 46,2 | 58,2 | 1709,2 |
| 1945 | 40,9 | 60,0 | 147,2 | 209,6 | 262,8 | 287,6 | 281,8 | 205,0 | 180,0 | 114,6 | 42,5 | 44,4 | 1876,4 |
| 1946 | 87,1 | 71,6 | 129,3 | 301,3 | 296,5 | 237,1 | 284,3 | 233,2 | 206,4 | 112,0 | 43,4 | 49,1 | 2051,3 |
| 1947 | 65,9 | 40,9 | 138,4 | 243,3 | 271,1 | 290,8 | 295,2 | 278,0 | 259,6 | 222,3 | 43,9 | 41,1 | 2190,5 |
| 1948 | 51,9 | 75,6 | 210,9 | 231,9 | 261,0 | 269,9 | 217,6 | 218,6 | 218,4 | 134,5 | 61,7 | 37,6 | 1989,6 |
| 1949 | 58,2 | 98,6 | 171,4 | 197,1 | 213,7 | 228,6 | 274,0 | 270,3 | 223,2 | 154,6 | 37,4 | 40,7 | 1967,8 |
| 1950 | 74,2 | 82,5 | 167,7 | 179,3 | 281,5 | 350,1 | 302,8 | 271,9 | 161,3 | 116,2 | 44,9 | 23,1 | 2055,5 |
| 1951 | 49,9 | 69,1 | 120,9 | 227,4 | 207,3 | 239,6 | 279,2 | 270,6 | 170,0 | 173,6 | 30,7 | 44,5 | 1882,8 |
| 1952 | 44,8 | 41,0 | 138,0 | 205,3 | 191,1 | 236,5 | 325,4 | 252,3 | 99,1 | 37,9 | 38,2 | 27,6 | 1637,2 |
| 1953 | 20,1 | 60,4 | 221,6 | 251,5 | 255,5 | 242,8 | 281,3 | 285,4 | 223,3 | 132,6 | 72,5 | 22,5 | 2069,5 |
| 1954 | 87,9 | 87,9 | 134,1 | 140,8 | 231,2 | 247,8 | 166,7 | 252,3 | 198,1 | 133,0 | 46,1 | 38,5 | 1764,4 |
| 1955 | 47,1 | 70,2 | 124,6 | 151,7 | 229,2 | 230,8 | 191,5 | 211,2 | 150,0 | 130,0 | 23,0 | 52,2 | 1611,5 |
| 1956 | 68,5 | 61,3 | 118,4 | 113,9 | 240,6 | 139,7 | 268,7 | 213,3 | 229,6 | 120,9 | 62,4 | 29,6 | 1666,9 |
| 1957 | 68,5 | 58,9 | 146,5 | 202,6 | 253,1 | 294,5 | 212,1 | 211,1 | 138,2 | 105,7 | 32,5 | 33,5 | 1757,2 |
| 1958 | 49,4 | 78,1 | 103,7 | 124,7 | 206,0 | 203,4 | 234,0 | 233,5 | 188,2 | 71,4 | 16,5 | 51,4 | 1047,2 |
| 1959 | 64,0 | 78,2 | 136,8 | 218,0 | 267,4 | 266,3 | 188,4 | 231,9 | 242,3 | 200,6 | 30,3 | 20,0 | 1944,2 |
| 1960 | 34,6 | 109,2 | 105,9 | 175,5 | 246,0 | 228,8 | 185,4 | 224,8 | 153,6 | 62,3 | 65,8 | 26,3 | 1618,2 |

Pokračování tab. 4

| rok | leden | únor | březen | duben | květen | červen | červenec | srpen | září | říjen | listopad | prosinec | součet hodnot |
|------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|----------|-------|-------|-------|----------|----------|---------------|
| 1961 | 57,1 | 47,8 | 137,8 | 205,4 | 151,5 | 247,2 | 198,4 | 194,5 | 205,8 | 148,2 | 33,2 | 39,0 | 1665,9 |
| 1962 | 67,7 | 68,5 | 104,3 | 165,2 | 169,9 | 254,9 | 204,8 | 269,2 | 176,6 | 132,0 | 42,0 | 44,3 | 1699,4 |
| 1963 | 52,3 | 54,7 | 92,1 | 163,3 | 195,9 | 245,3 | 283,2 | 207,9 | 161,1 | 150,4 | 56,1 | 36,0 | 1698,3 |
| 1964 | 38,0 | 80,2 | 74,0 | 182,0 | 238,0 | 228,7 | 253,5 | 175,4 | 211,4 | 122,1 | 30,0 | 31,1 | 1664,4 |
| 1965 | 22,4 | 56,0 | 88,6 | 129,8 | 158,5 | 223,0 | 177,9 | 236,7 | 161,5 | 154,2 | 32,4 | 60,8 | 1501,8 |
| 1966 | 24,5 | 46,3 | 102,2 | 166,7 | 230,2 | 231,0 | 177,6 | 182,6 | 154,0 | 89,8 | 51,7 | 51,7 | 1508,3 |
| 1967 | 44,2 | 113,6 | 132,0 | 166,4 | 219,9 | 227,0 | 260,5 | 203,6 | 143,9 | 161,9 | 64,8 | 35,3 | 1773,1 |
| 1968 | 37,5 | 50,1 | 166,2 | 213,7 | 198,2 | 225,0 | 240,8 | 179,7 | 142,1 | 87,8 | 29,3 | 39,3 | 1609,7 |
| 1969 | 7,9 | 63,0 | 95,2 | 173,9 | 230,6 | 185,1 | 261,4 | 185,6 | 204,1 | 113,6 | 75,5 | 16,4 | 1612,3 |
| 1970 | 17,3 | 57,8 | 96,4 | 111,3 | 162,5 | 227,8 | 223,7 | 173,3 | 192,5 | 59,2 | 27,4 | 23,5 | 1372,7 |
| 1971 | 54,4 | 51,6 | 121,7 | 180,0 | 174,1 | 151,6 | 277,3 | 247,1 | 146,5 | 168,0 | 53,1 | 37,1 | 1662,5 |
| 1972 | 33,2 | 31,4 | 170,7 | 100,7 | 144,3 | 192,8 | 196,4 | 82,9 | 102,3 | 103,2 | 70,5 | 68,1 | 1296,5 |
| 1973 | 24,3 | 35,0 | 138,4 | 133,1 | 229,8 | 248,2 | 212,1 | 291,0 | 195,1 | 134,8 | 76,3 | 58,6 | 1776,7 |
| 1974 | 30,4 | 43,6 | 121,5 | 182,6 | 176,6 | 185,3 | 166,1 | 233,4 | 191,0 | 72,5 | 55,0 | 47,6 | 1505,6 |
| 1975 | 59,0 | 114,6 | 126,2 | 170,2 | 191,7 | 184,0 | 247,3 | 254,4 | 186,1 | 71,3 | 39,7 | 39,1 | 1683,6 |
| 1976 | 53,7 | 65,2 | 143,9 | 195,3 | 238,6 | 284,7 | 251,8 | 219,0 | 110,6 | 77,0 | 31,5 | 45,7 | 1717,0 |
| 1977 | 25,3 | 51,3 | 106,4 | 113,1 | 209,4 | 177,8 | 193,1 | 163,1 | 123,2 | 83,9 | 83,1 | 16,5 | 1346,2 |
| 1978 | 37,1 | 53,4 | 121,3 | 164,5 | 183,0 | 212,0 | 189,9 | 188,8 | 115,3 | 66,9 | 29,5 | 40,6 | 1402,3 |
| 1979 | 50,2 | 72,9 | 114,3 | 123,4 | 286,3 | 232,2 | 124,8 | 174,3 | 173,4 | 148,0 | 35,8 | 48,6 | 1584,2 |
| 1980 | 25,6 | 81,9 | 104,9 | 120,4 | 253,9 | 178,6 | 147,5 | 218,6 | 142,3 | 93,8 | 55,2 | 49,4 | 1472,1 |

Pokračování tab. 4

| rok | leden | únor | březen | duben | květen | červen | červenec | srpen | září | říjen | listopad | prosinec | součet hodnot |
|------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|----------|-------|-------|-------|----------|----------|---------------|
| 1981 | 53,0 | 70,1 | 118,1 | 202,0 | 238,7 | 199,2 | 161,9 | 216,7 | 146,1 | 84,1 | 51,4 | 46,3 | 1587,6 |
| 1982 | 50,8 | 96,9 | 191,2 | 212,7 | 257,6 | 245,2 | 251,1 | 203,3 | 216,7 | 101,5 | 70,6 | 44,3 | 1941,9 |
| 1983 | 47,3 | 67,4 | 120,2 | 137,3 | 178,7 | 273,4 | 308,8 | 222,6 | 190,5 | 144,5 | 47,8 | 59,8 | 1798,3 |
| 1984 | 66,8 | 70,1 | 133,5 | 167,5 | 147,3 | 177,1 | 184,2 | 211,2 | 90,9 | 140,2 | 57,9 | 36,2 | 1482,9 |
| 1985 | 43,9 | 107,7 | 66,2 | 151,2 | 192,0 | 176,8 | 251,1 | 232,5 | 166,8 | 127,3 | 49,2 | 37,4 | 1602,1 |
| 1986 | 60,1 | 111,1 | 115,1 | 197,5 | 232,4 | 266,6 | 239,0 | 213,8 | 168,0 | 161,1 | 77,5 | 64,7 | 1906,9 |
| 1987 | 57,1 | 49,8 | 104,6 | 167,5 | 157,5 | 152,5 | 234,0 | 169,7 | 119,4 | 122,2 | 25,1 | 35,0 | 1394,4 |
| 1988 | 43,3 | 76,6 | 71,6 | 217,6 | 246,3 | 169,8 | 230,5 | 225,5 | 122,4 | 84,8 | 55,1 | 24,5 | 1568,0 |
| 1989 | 69,4 | 47,7 | 150,7 | 121,1 | 270,8 | 209,7 | 209,6 | 212,7 | 126,3 | 143,8 | 67,7 | 42,5 | 1672,0 |
| 1990 | 95,3 | 147,0 | 153,2 | 156,0 | 284,9 | 176,2 | 229,8 | 223,5 | 106,9 | 172,7 | 30,1 | 58,3 | 1833,9 |
| 1991 | 65,7 | 102,7 | 51,7 | 139,4 | 147,1 | 191,0 | 240,8 | 178,2 | 174,5 | 166,9 | 37,2 | 42,5 | 1537,7 |
| 1992 | 47,7 | 55,5 | 124,6 | 149,3 | 289,0 | 194,4 | 237,5 | 245,1 | 195,7 | 98,8 | 43,9 | 47,2 | 1728,7 |
| 1993 | 68,1 | 58,1 | 143,3 | 189,6 | 233,3 | 198,4 | 212,1 | 246,8 | 164,8 | 85,9 | 27,8 | 38,1 | 1666,3 |
| 1994 | 46,9 | 68,6 | 91,4 | 157,0 | 224,6 | 237,7 | 318,0 | 231,1 | 128,9 | 118,9 | 56,4 | 56,8 | 1736,3 |
| 1995 | 40,7 | 75,5 | 135,6 | 119,8 | 219,9 | 148,5 | 301,0 | 239,5 | 118,8 | 113,2 | 30,8 | 24,7 | 1568,0 |
| 1996 | 37,5 | 90,0 | 94,2 | 200,9 | 142,8 | 223,5 | 213,0 | 187,9 | 85,0 | 83,6 | 55,9 | 52,5 | 1466,8 |
| 1997 | 19,0 | 110,3 | 132,8 | 169,7 | 229,6 | 204,0 | 201,1 | 260,0 | 233,2 | 134,7 | 57,8 | 31,3 | 1783,5 |
| 1998 | 71,0 | 106,8 | 145,8 | 159,9 | 248,9 | 205,4 | 190,5 | 252,2 | 103,9 | 73,8 | 55,4 | 62,7 | 1676,3 |
| 1999 | 44,3 | 54,6 | 107,4 | 165,7 | 238,8 | 160,5 | 247,5 | 213,3 | 184,6 | 101,8 | 61,7 | 51,6 | 1631,8 |
| 2000 | 61,0 | 85,8 | 80,4 | 204,2 | 285,1 | 281,5 | 107,8 | 251,4 | 145,3 | 83,1 | 71,4 | 41,6 | 1698,6 |

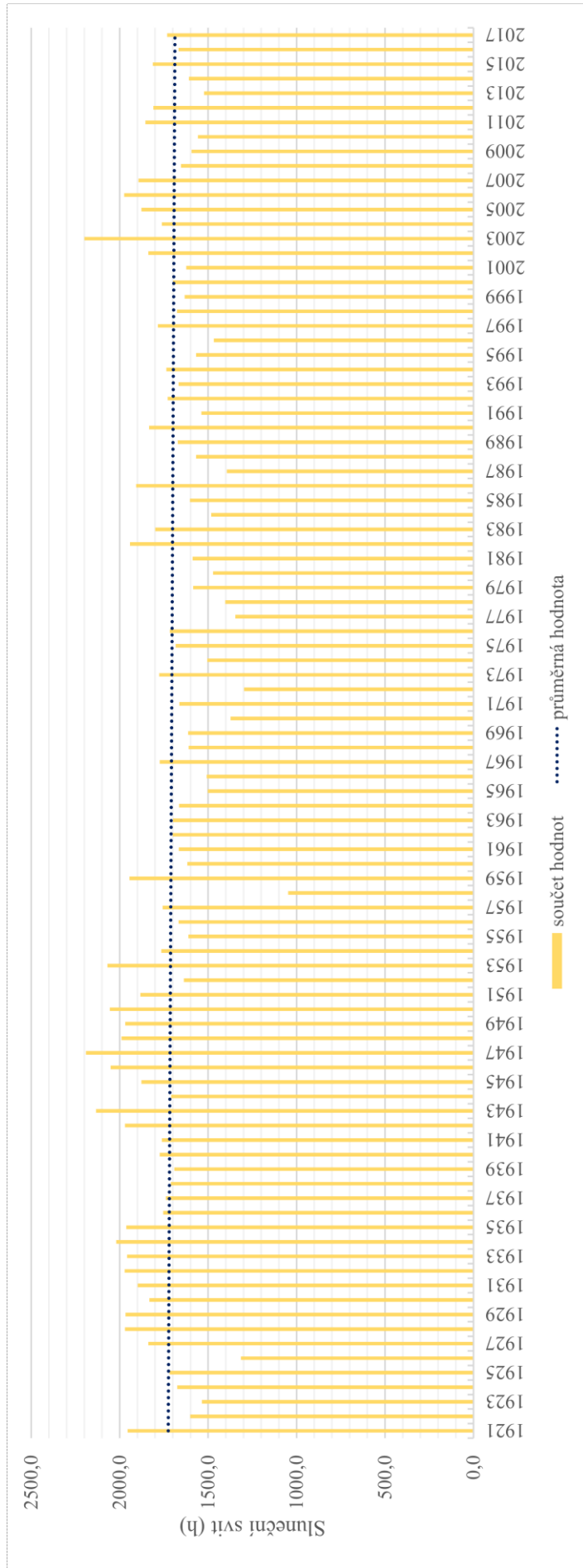
Pokračování tab. 4

| rok | leden | únor | březen | duben | květen | červen | červenec | srpen | září | říjen | listopad | prosinec | součet hodnot |
|------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|----------|-------|-------|-------|----------|----------|---------------|
| 2001 | 52,2 | 96,8 | 79,1 | 147,8 | 274,7 | 193,5 | 250,1 | 240,3 | 76,2 | 105,9 | 68,0 | 38,5 | 1623,1 |
| 2002 | 70,0 | 106,1 | 152,7 | 182,8 | 235,5 | 270,4 | 246,0 | 232,6 | 178,5 | 89,1 | 27,5 | 46,0 | 1837,2 |
| 2003 | 58,3 | 123,4 | 166,8 | 231,3 | 268,9 | 336,5 | 238,5 | 325,9 | 196,0 | 118,3 | 79,9 | 55,5 | 2199,3 |
| 2004 | 55,2 | 59,5 | 131,9 | 201,8 | 198,7 | 200,8 | 238,2 | 244,7 | 210,4 | 144,7 | 43,0 | 32,3 | 1761,2 |
| 2005 | 69,3 | 68,7 | 149,4 | 206,3 | 257,3 | 251,1 | 222,9 | 203,8 | 211,4 | 182,9 | 27,3 | 26,6 | 1877,0 |
| 2006 | 80,7 | 87,8 | 116,2 | 168,0 | 237,0 | 276,0 | 345,0 | 148,4 | 245,1 | 151,4 | 52,7 | 65,9 | 1974,2 |
| 2007 | 58,5 | 67,1 | 150,8 | 295,3 | 254,3 | 248,9 | 236,9 | 234,7 | 161,6 | 106,3 | 47,0 | 31,4 | 1892,8 |
| 2008 | 54,4 | 108,7 | 120,8 | 134,6 | 222,0 | 232,0 | 204,4 | 213,7 | 151,8 | 115,0 | 48,3 | 47,8 | 1653,5 |
| 2009 | 42,4 | 32,4 | 67,5 | 268,0 | 199,4 | 153,1 | 213,4 | 254,3 | 181,8 | 62,5 | 75,5 | 43,0 | 1593,3 |
| 2010 | 35,8 | 51,9 | 144,4 | 221,5 | 86,0 | 237,3 | 267,0 | 156,0 | 143,3 | 131,2 | 55,1 | 27,8 | 1557,3 |
| 2011 | 41,0 | 95,1 | 180,1 | 212,6 | 285,2 | 229,0 | 167,5 | 201,7 | 211,0 | 118,8 | 67,2 | 45,3 | 1854,5 |
| 2012 | 75,7 | 106,4 | 190,1 | 182,9 | 253,5 | 194,4 | 209,5 | 244,2 | 188,2 | 81,1 | 32,4 | 50,6 | 1809,0 |
| 2013 | 15,9 | 21,3 | 114,3 | 135,0 | 130,8 | 200,2 | 302,9 | 244,2 | 123,7 | 137,1 | 34,3 | 64,0 | 1523,7 |
| 2014 | 44,9 | 107,3 | 166,6 | 170,7 | 187,3 | 247,8 | 250,2 | 162,7 | 139,1 | 77,7 | 29,0 | 25,3 | 1608,6 |
| 2015 | 28,2 | 85,0 | 161,9 | 208,2 | 198,2 | 204,2 | 266,9 | 259,7 | 154,2 | 91,5 | 84,6 | 69,9 | 1812,5 |
| 2016 | 48,5 | 69,1 | 90,9 | 159,5 | 215,6 | 206,1 | 220,7 | 239,9 | 228,1 | 60,1 | 78,4 | 49,9 | 1666,8 |
| 2017 | 70,1 | 78,9 | 149,5 | 124,7 | 253,5 | 292,2 | 214,3 | 246,9 | 110,5 | 91,3 | 52,1 | 46,8 | 1730,8 |

Zpracovala autorka (2019), zdroj dat: ČHMÚ

Pro lepší přehlednost, jsem vytvořila graf (obr. 6), kde jsou vyznačené roční úhrny slunečního svitu za celé sledované období. V grafu je také vyznačená průměrná hodnota, která činí 1725,8 h/rok. Na grafu si můžeme povšimnout období mezi roky 1928 a 1954, kdy roční hodnoty slunečního svitu, byly převážně nadprůměrné. Jen výjimečně v tomto období můžeme pozorovat průměrné, či mírné podprůměrné hodnoty. Po tomto období naopak následoval velice dlouhý úsek s podprůměrnými hodnotami. Konkrétně od roku 1954 do roku 2001, opět až na několik málo nadprůměrných výjimek, byly všechny roční úhrny podprůměrné. Podle Papeže (1973) se v tomto období zvyšovalo znečištění ovzduší v Praze. Z grafu je také vidět, že rok 1996 měl menší hodnoty slunečního svitu než roky před ním a po něm. Podle Knozové (2009) byl rok 1996, z období 1995-2003, rokem, kdy se vyskytlo nejvíce smogových situací PM_{10} (= částice menší než $10\ \mu m$). Od roku 2001 zde není vidět žádný výraznější trend.

Obr. 6 Roční úhrny slunečního svitu na stanici Praha-Karlov



Zpracovala autorka (2019), zdroj dat:

6.2 Trendy slunečního svitu na stanici Praha-Karlov

Pro zjištění změn trendu slunečního svitu na stanici Praha-Karlov, jsem použila grafy součtových řad a odchylek od průměrů. Toto jsem praktikovala u jednotlivých měsíců v roce zvlášť, poté i na celkový součet. Pokud tedy křivka roste, pak se jedná o nadprůměrné období trvání slunečního svitu, jestliže křivka klesá, tak se jedná naopak o podprůměrné období trvání slunečního svitu. Kalendářní měsíce jsem seřadila podle roční doby, proto jsem zařadila prosinec na začátek.

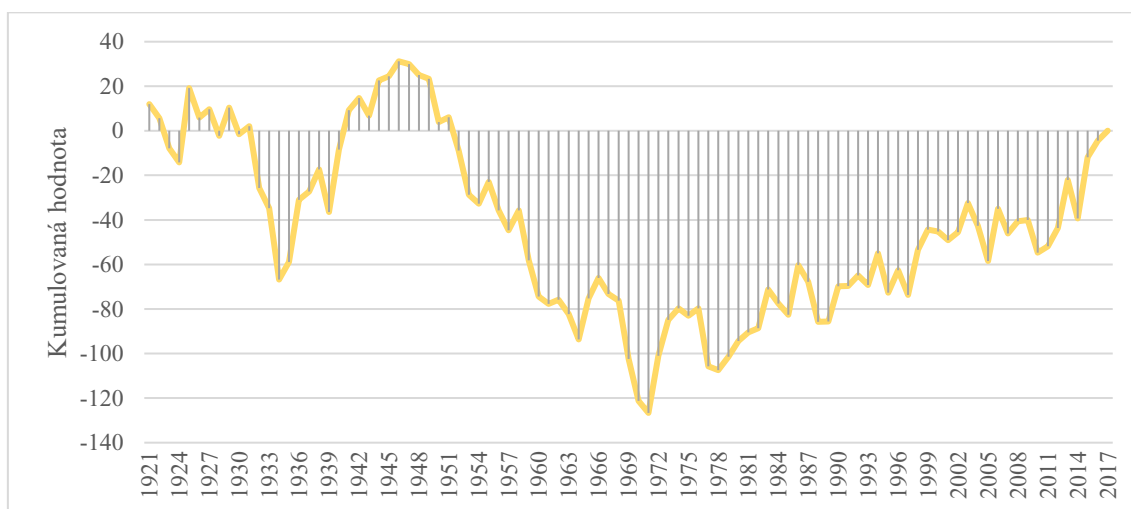
Na obrázku 7-9 jsou zpracované měsíce, které představují zimní období. U prosince (obr. 7) převažují záporné hodnoty. Nejprve pozorujeme, že křivka spíše klesá, tudíž hodnoty slunečního svitu byly podprůměrné až do roku 1933. Poté nastalo období, kdy hodnoty stoupaly, až v roce 1946 dosáhly maxima. Následovalo opět období, kdy hodnoty klesaly, až do roku 1978, kdy hodnoty dosáhly minima za celé sledované období. V lednu (obr. 8) pozorujeme pouze dvě výrazná období. Nejprve období s nadprůměrným trváním slunečního svitu, které trvalo do roku 1963, poté hodnoty klesaly až do roku 1982. Poslední zimní měsíc vidíme na obrázku 9. Únor vykazuje tři výrazná období. Nejprve vidíme rostoucí křivku, která rostla do roku 1941, poté křivka klesala až do roku 1981. Následuje období do roku 2004, kdy hodnoty rostly, tudíž se jednalo o období s nadprůměrným trváním slunečního svitu.

Na obrázku 10-12 jsou znázorněné měsíce, které se dají zařadit do jarního období. V březnu (obr. 10) převažují kladné hodnoty, tedy nadprůměrné trvání slunečního svitu a pouze dvě výrazná období. Nejprve křivka roste, což se v roce 1954 změnilo a nastalo období podprůměrného trvání slunečního svitu. Toto období skončilo v roce 2001. Následuje obr. 11, který zobrazuje duben. U tohoto měsíce pozorujeme kolísání mezi kladnými a zápornými hodnotami. Opět nejprve rostoucí křivka, která rostla do roku 1952, poté klesala až do roku 2001. Posledním měsícem z jarního období je květen (obr. 12). Ten se vyznačujeme převážně kladnými hodnotami, tedy nadprůměrným trváním slunečního svitu. Nejprve rostoucí hodnoty od roku 1940 do roku 1960. Poté nastalo období s podprůměrným trváním slunečního svitu, které trvalo do roku 1987.

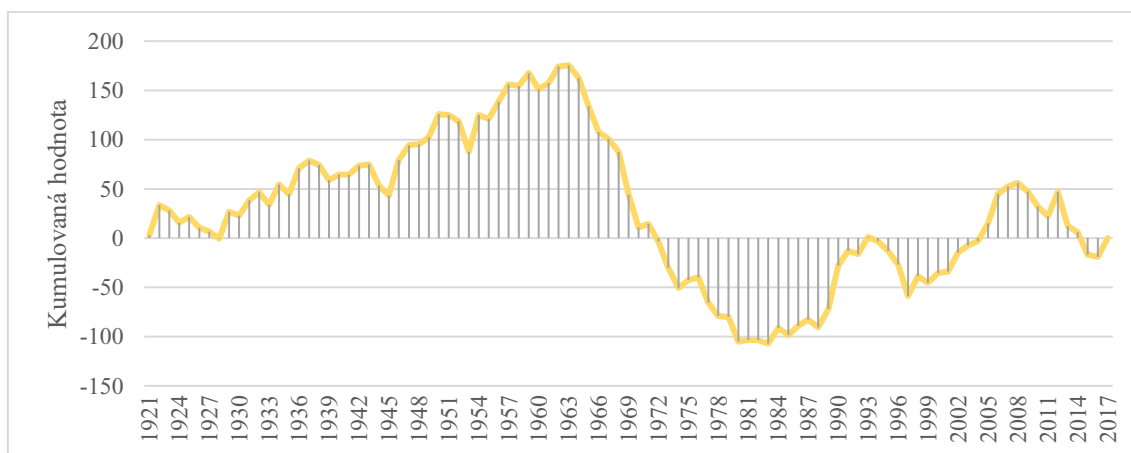
Obrázky 13-15 znázorňují letní období. Červen (obr. 13) vykazuje dvě výrazná období. Stoupající od roku 1925 do roku 1963, poté hodnoty klesaly, až do roku 1999. V červenci (obr. 14) vidíme opět dvě výrazná období. Nejprve rostoucí hodnoty až do roku 1953, poté dlouhé období podprůměrného trvání slunečního svitu, které skončilo roku 2000. Srpen (obr. 15) má tři výraznější období. V letech 1929 až 1954 křivka rostla, zatímco po roce 1954 začala klesat, což se změnilo v roce 1990. Od té doby opět pozorujeme období s nadprůměrným trváním slunečního svitu.

Posledním obdobím je podzim (obr. 16-18). V tomto období je více anticyklonální činnosti, a také můžeme pozorovat tzv. babí léto. To se projevuje i na obrázku 16 a 17, které znázorňují září a říjen, hlavně pak v říjnu, kdy hodnoty hodně kolísají. V listopadu (obr. 18) pak převládají spíše záporné hodnoty, tedy období s podprůměrným trváním slunečního svitu.

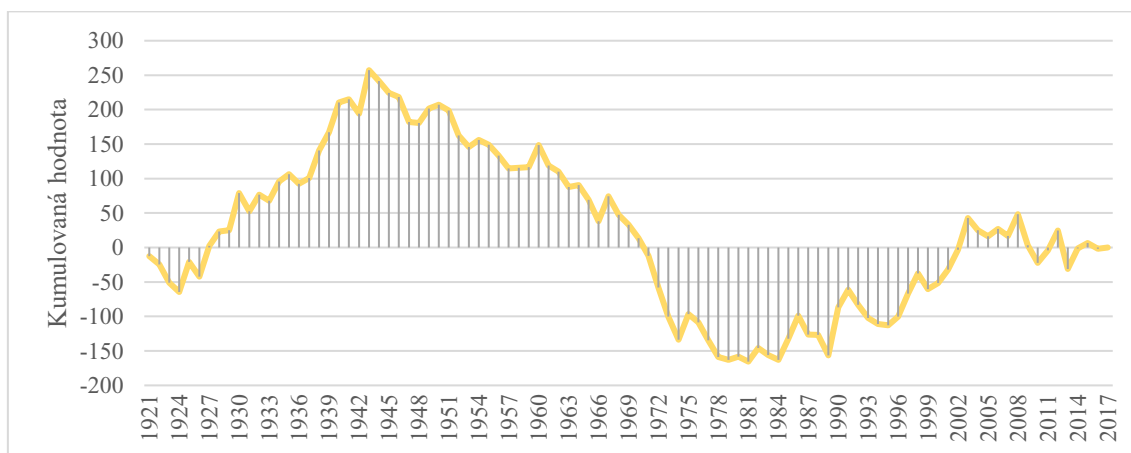
Obr. 7 Součtová řada odchylek od průměrů – prosinec



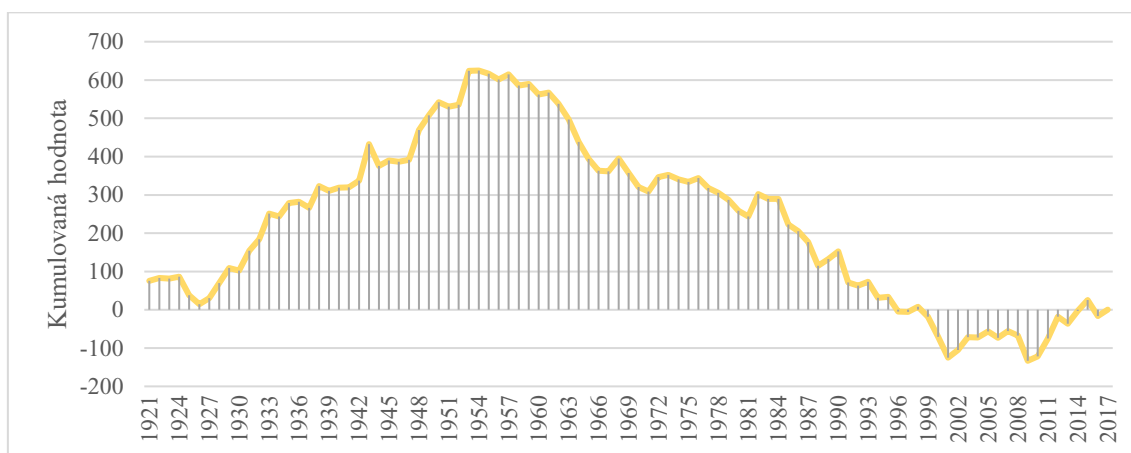
Obr. 8 Součtová řada odchylek od průměrů – leden



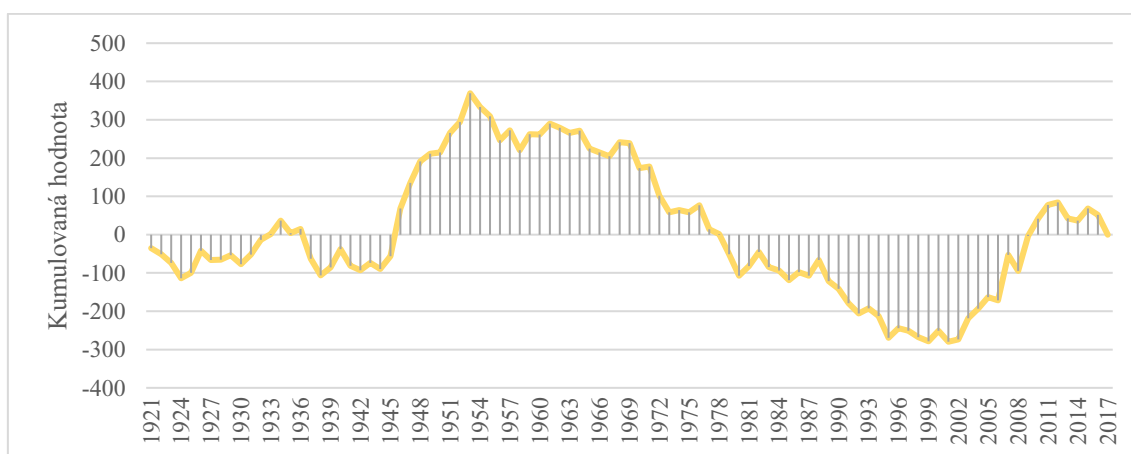
Obr. 9 Součtová řada odchylek od průměrů – únor



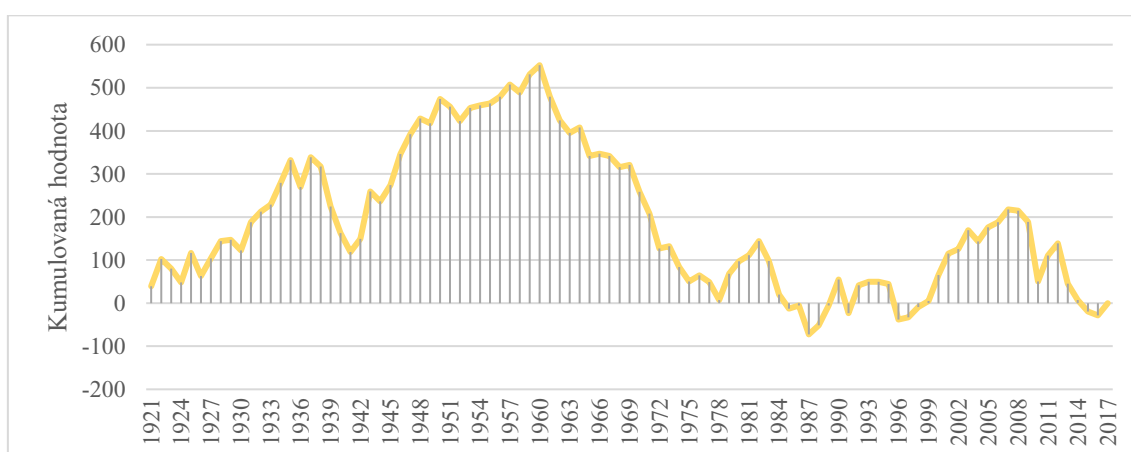
Obr. 10 Součtová řada odchylek od průměrů – březen



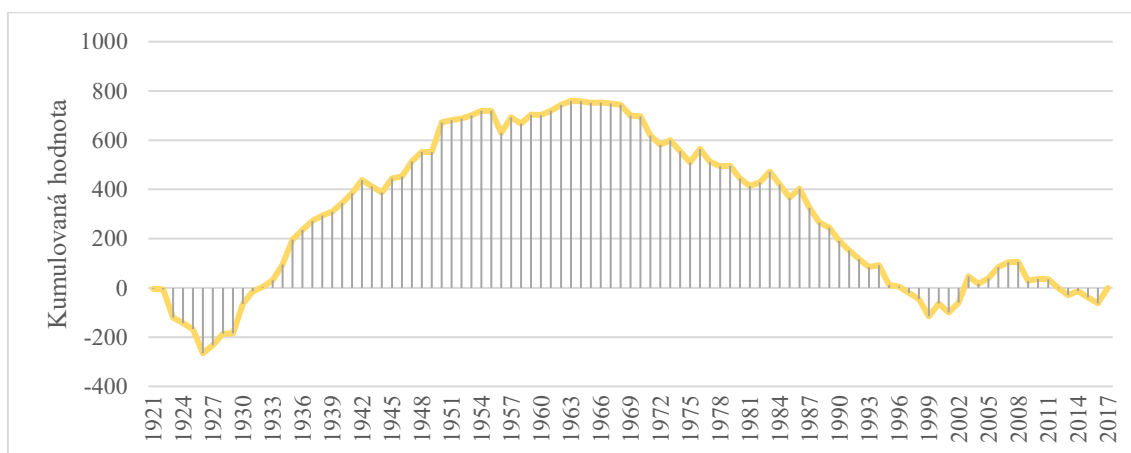
Obr. 11 Součtová řada odchylek od průměrů – duben



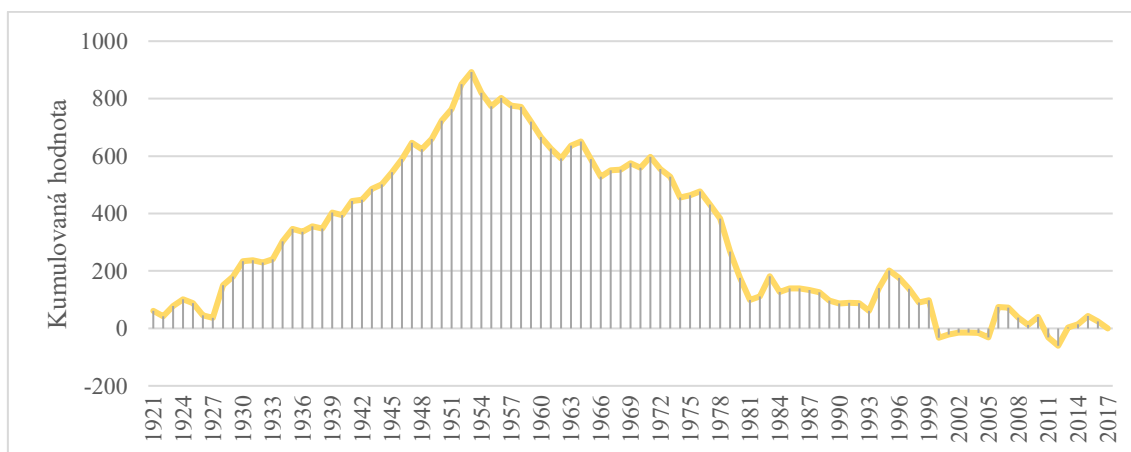
Obr. 12 Součtová řada odchylek od průměrů – květen



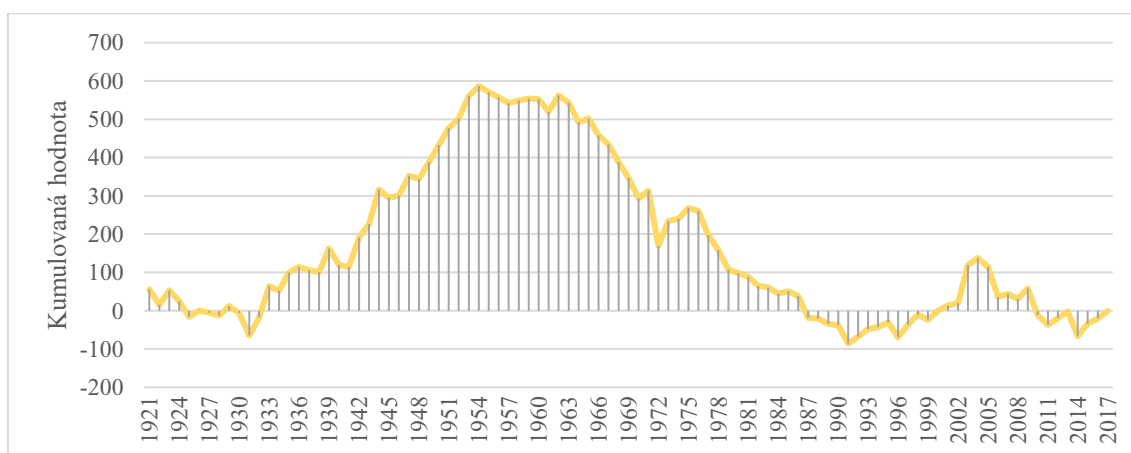
Obr.13 Součtová řada odchylek od průměrů – červen



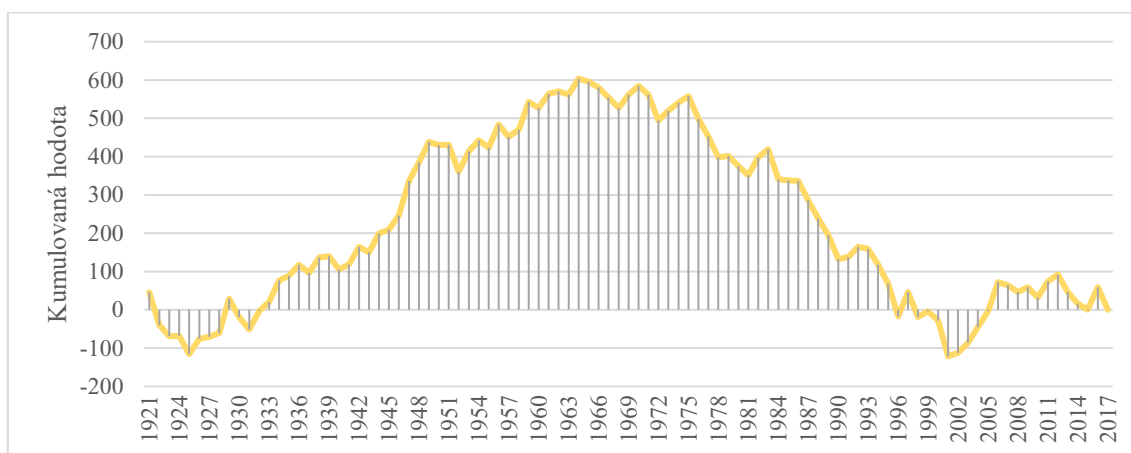
Obr. 14 Součtová řada odchylek od průměrů – červenec



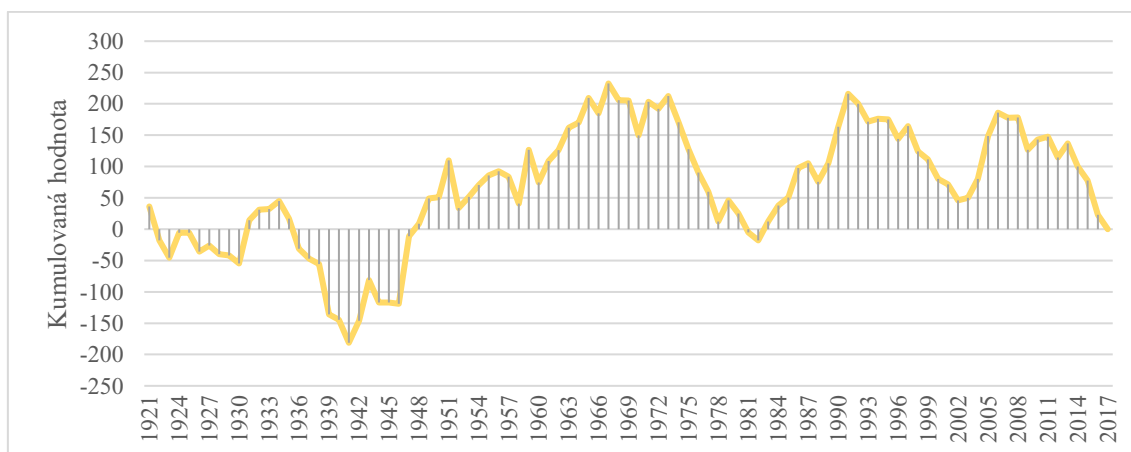
Obr. 15 Součtová řada odchylek od průměrů – srpen



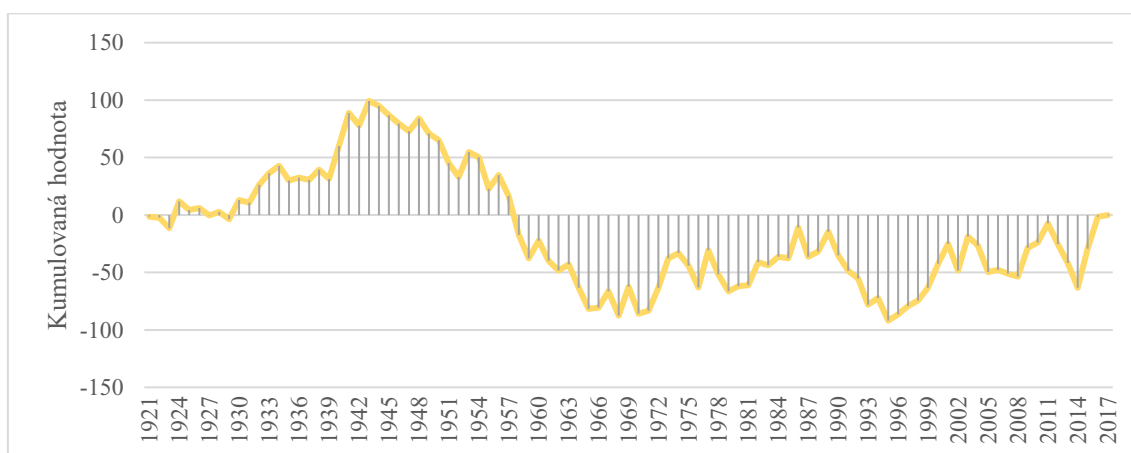
Obr. 16 Součtová řada odchylek od průměrů – září



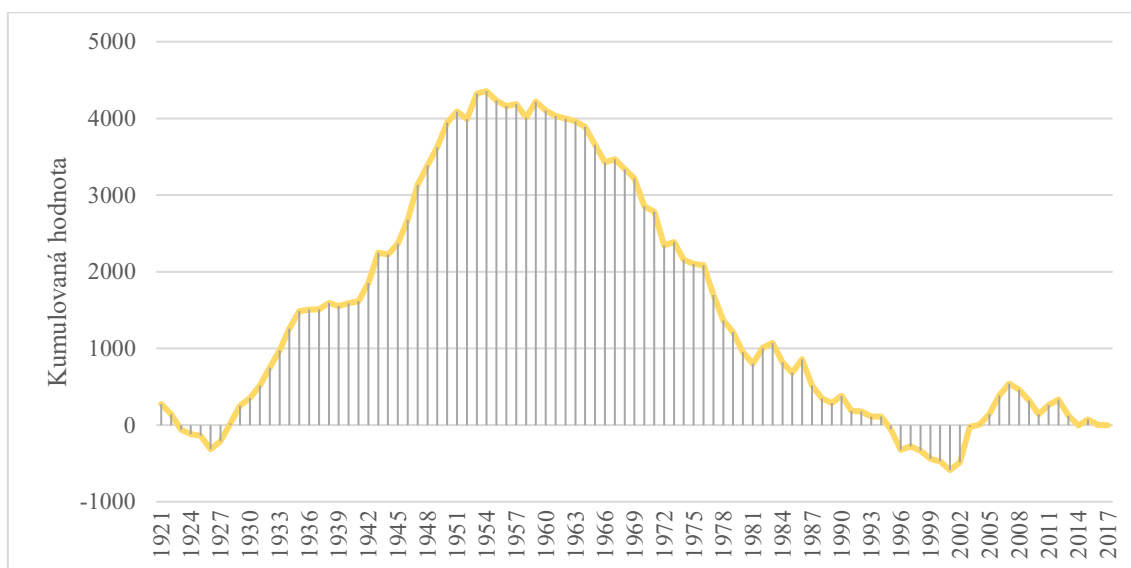
Obr. 17 Součtová řada odchylek od průměrů – říjen



Obr. 18 Součtová řada odchylek od průměrů – listopad



Obr. 19 Součtová řada odchylek od průměrů – rok



Obr. 7-19 zpracovala autorka (2019), zdroj dat: ČHMÚ

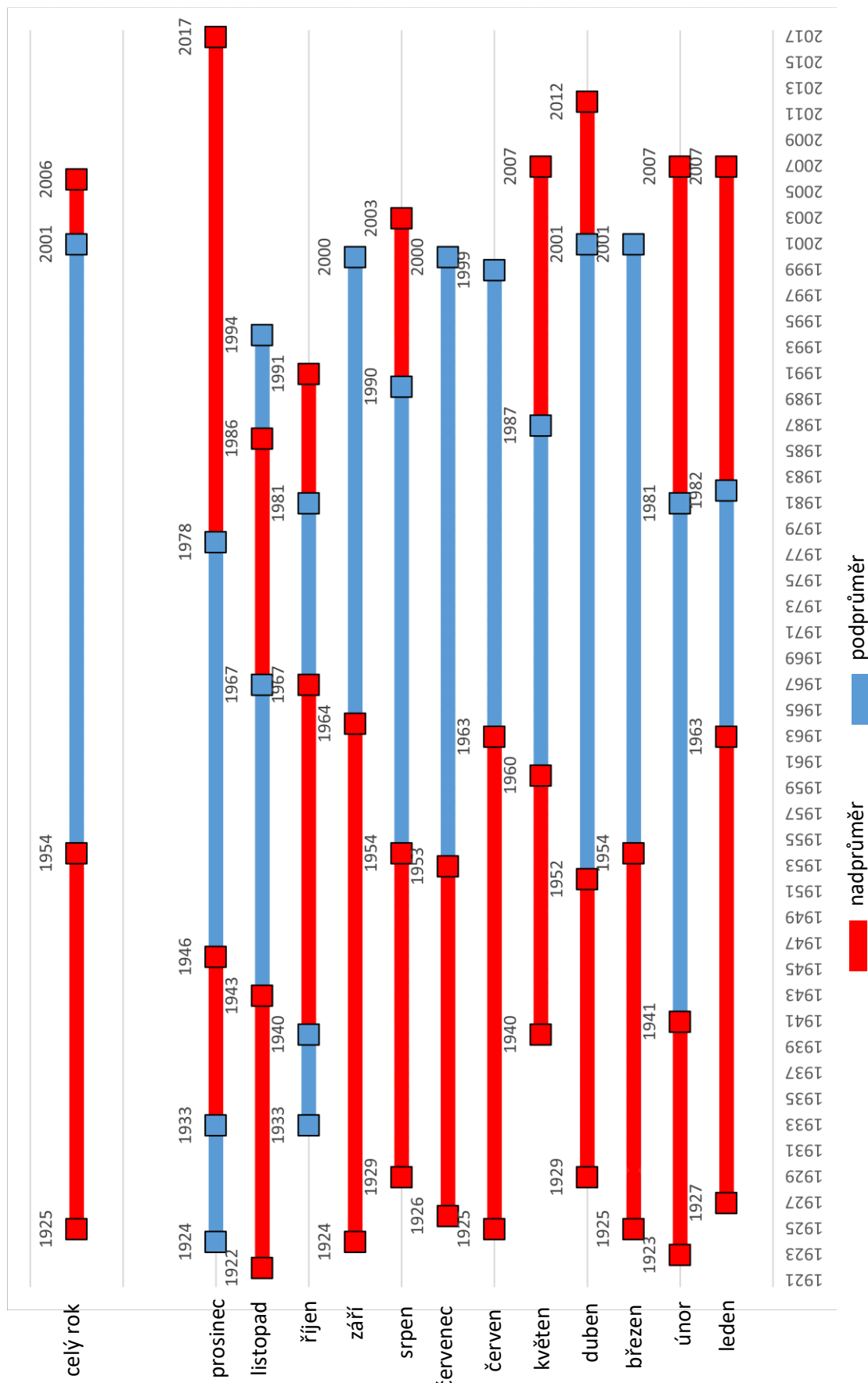
Na obrázku 19 vidíme součtovou řadu odchylek od průměrů za celý rok. Z obrázku vidíme, že převládají spíše kladné hodnoty. Nicméně křivka nám říká, že za celé 96leté období zde byla 2 výraznější období. Jedno s nadprůměrným a druhé s podprůměrným trváním slunečního svitu. Nadprůměrné období trvalo 29, podprůměrné 47 let.

Pro lepší přehled jsem vytvořila jeden graf (obr. 20), do kterého jsem sloučila všechny grafy z obrázků 7-19 a vymežila tak období s nadprůměrným (červená) a podprůměrným (modrá) trváním slunečního svitu na stanici Praha-Karlov. Roky, kdy se tento trend měnil, jsou znázorněny bodovým prvkem (čtverec) a jsou popsány, aby bylo vidět, který přesně rok byl přelomový.

V grafu vidíme delší i kratší úseky. U většiny kalendářních měsíců můžeme pozorovat nejprve nadprůměrné období trvání slunečního svitu, poté až období podprůměrného trvání slunečního svitu. Jinak tomu je u října a prosince, kde je výrazně vidět cca 8leté období s podprůměrnými hodnotami.

Podíváme-li se na roční hodnoty, pak je vidět, že během sledovaného období nastaly 2 nadprůměrné etapy a jedna podprůměrná etapa trvání slunečního svitu. Nejprve, od roku 1925 do roku 1954, téměř 30leté období nadprůměru, poté 47 let podprůměrných hodnot, a nakonec 5leté období nadprůměrných hodnot. Tento trend můžeme pozorovat jak na obrázku 20, tak i na grafu v obrázku 19.

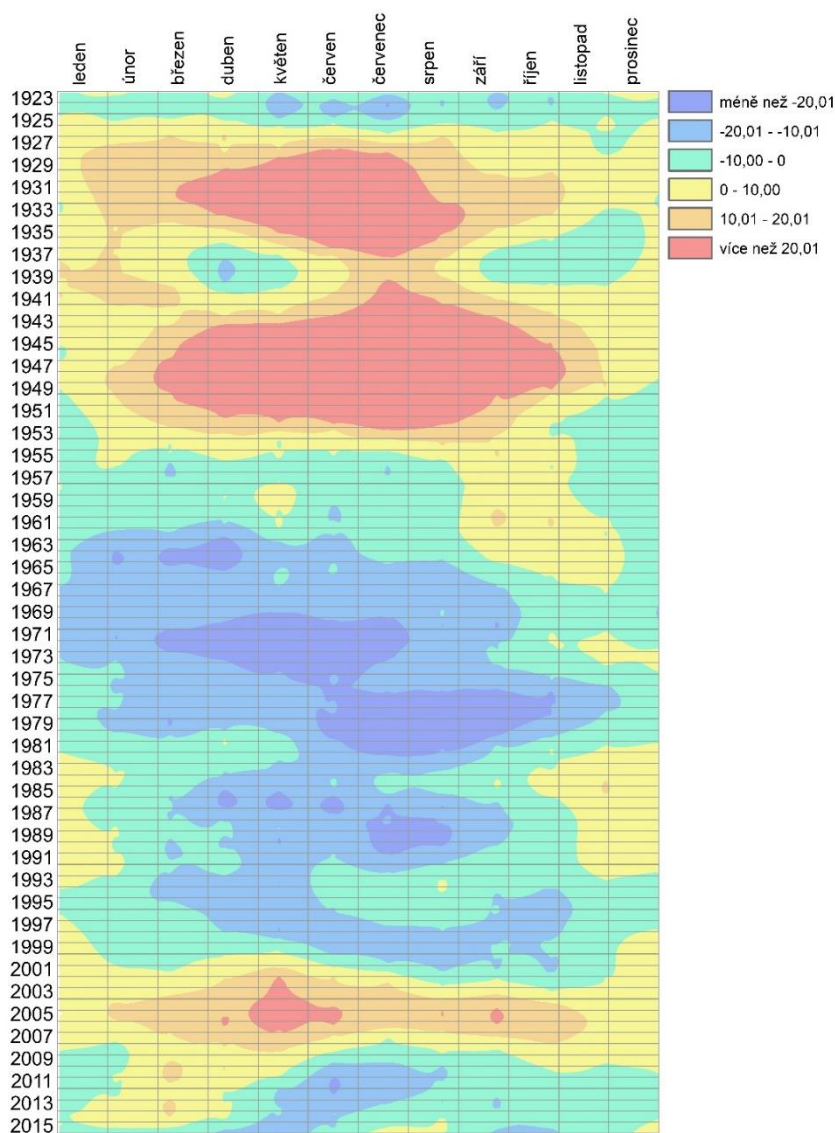
Obr. 20 Vymezení hlavních období nadprůměrného a podprůměrného trvání slunečního svitu



Zpracovala autorka (2019), zdroj dat: ČHMÚ

Pro jednodušší odhalení trendu časové řady jsem z odchylek průměrů spočítala klouzavé průměry metodou tzv. moving windows. Následně jsem pomocí programu ArcMap a funkce „Natural neighbor“ vytvořila graf (obr. 21), který barevně rozlišuje záporné (studené odstíny) a kladné (teplé odstíny) shlazené odchylky od průměrů. Vidíme, že v první polovině grafu převládají kladné hodnoty, v druhé polovině spíše záporné. Mezi roky 1927 a 1951 vidíme dvě období, kdy byla odchylka větší než 20,01, která ale nezasahovala do zimních měsíců. Od roku 2000 do roku 2006 pozorujeme opět kladné hodnoty, ale nijak zvlášť výrazné. Mezi léty 1962 a 1988 pozorujeme na grafu pět oblastí, kdy hodnoty dosáhly hodnot menších než -20,01. Tyto velké odchylky se projevíly opět jen v teplejší polovině roku.

Obr. 21 Odchylky od trvání slunečního svitu shlazené dvojrozměrnými klouzavými průměry

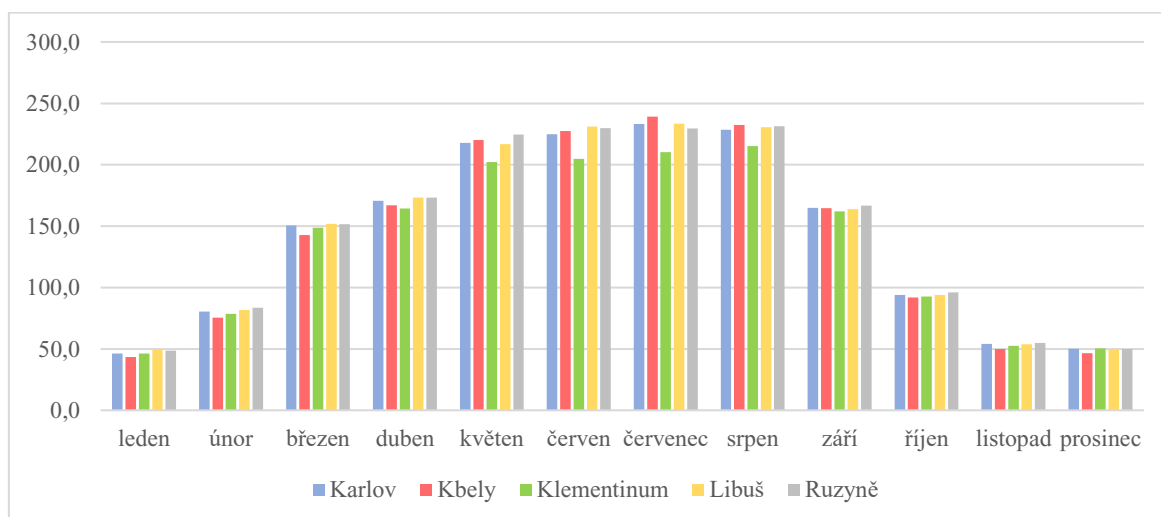


Zpracovala autorka (2019), zdroj dat: ČHMÚ

6.3 Územní rozdíly slunečního svitu podle pražských meteorologických stanic

Abychom zjistili, zda se liší počet hodin slunečního svitu v centru města, od počtu hodin slunečního svitu na stanicích, které se nacházejí ve větší vzdálenosti od centra města, vyžádala jsem data od ČHMÚ z meteorologických stanic Praha-Kbely, Praha-Klementinum, Praha-Libuš a Praha-Ruzyně (tab. 5). Jejich rozmístění, v rámci Prahy, můžeme vidět na mapě 2. Použila jsem sedmileté průměry za jednotlivé měsíce v období mezi roky 2011 a 2017. Z těchto dat jsem následně sestrojila graf (obr. 22).

Obr. 22 Sedmileté úhrny slunečního svitu na pražských meteorologických stanicích



Zpracovala autorka (2019), zdroj dat: ČHMÚ

Na obrázku 22 jsou znázorněny pražské stanice a jejich průměrné měsíční úhrny slunečního svitu za sedmileté období. Z tohoto obrázku je patrné, že v letních měsících, má stanice Praha-Klementinum výrazně nižší hodnoty než ostatní pražské stanice. Tento zajímavý jev můžeme vysvětlit polohou Klementina. Tato stanice se nachází na pravém břehu Vltavy. Na levém břehu Vltavy se nachází Petřín, který je na jihozápad od Klementina. Tento vyvýšený břeh, v hodinách před západem slunce, stíní, a tudíž se v Klementinu naměří méně slunečního svitu. Obrázek 22 také znázorňuje, že nejvíce slunečního svitu je na stanicích, které se nacházejí dále od centra. Pouze v měsíci prosinec byl sedmiletý průměr vyšší na stanicích v centru (Karlov a Klementinum), než na stanicích dále od centra.

Tab. 5 Měsíční úhrny slunečního svitu na pražských stanicích

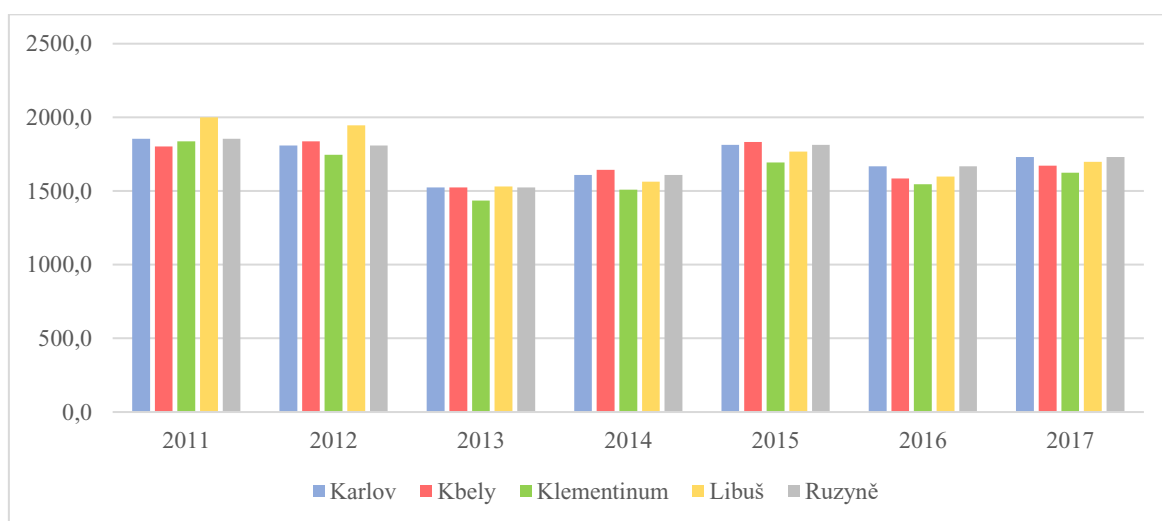
| | leden | únor | březen | duben | květen | červen | červenec | srpen | září | říjen | listopad | prosinec | rok | |
|-------------|--------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| Karlov | 2011 | 41,0 | 95,1 | 180,1 | 212,6 | 285,2 | 229,0 | 167,5 | 201,7 | 118,8 | 67,2 | 45,3 | 1854,5 | |
| | 2012 | 75,7 | 106,4 | 190,1 | 182,9 | 253,5 | 194,4 | 209,5 | 244,2 | 81,1 | 32,4 | 50,6 | 1809,0 | |
| | 2013 | 15,9 | 21,3 | 114,3 | 135,0 | 130,8 | 200,2 | 302,9 | 244,2 | 123,7 | 137,1 | 34,3 | 64,0 | 1523,7 |
| | 2014 | 44,9 | 107,3 | 166,6 | 170,7 | 187,3 | 247,8 | 250,2 | 162,7 | 139,1 | 77,7 | 29,0 | 25,3 | 1608,6 |
| | 2015 | 28,2 | 85,0 | 161,9 | 208,2 | 198,2 | 204,2 | 266,9 | 259,7 | 154,2 | 91,5 | 84,6 | 69,9 | 1812,5 |
| | 2016 | 48,5 | 69,1 | 90,9 | 159,5 | 215,6 | 206,1 | 220,7 | 239,9 | 228,1 | 60,1 | 78,4 | 49,9 | 1666,8 |
| | 2017 | 70,1 | 78,9 | 149,5 | 124,7 | 253,5 | 292,2 | 214,3 | 246,9 | 110,5 | 91,3 | 52,1 | 46,8 | 1730,8 |
| | průměr | 46,3 | 80,4 | 150,5 | 170,5 | 217,7 | 224,8 | 233,1 | 228,5 | 165,0 | 93,9 | 54,0 | 50,3 | 1715,1 |
| Kbely | 2011 | 24,3 | 88,7 | 167,4 | 202,3 | 281,7 | 241,2 | 182,0 | 204,2 | 121,7 | 53,5 | 42,8 | 1803,0 | |
| | 2012 | 70,4 | 92,3 | 172,6 | 177,3 | 274,9 | 218,7 | 236,6 | 260,5 | 75,3 | 30,5 | 40,0 | 1838,3 | |
| | 2013 | 13,9 | 26,2 | 108,1 | 130,6 | 150,0 | 201,4 | 318,4 | 244,4 | 123,8 | 120,1 | 34,8 | 52,2 | 1523,9 |
| | 2014 | 44,3 | 97,4 | 150,3 | 184,4 | 193,9 | 256,3 | 260,3 | 178,6 | 140,6 | 86,6 | 26,0 | 25,9 | 1644,6 |
| | 2015 | 30,0 | 80,9 | 161,2 | 199,0 | 200,9 | 208,2 | 280,6 | 261,3 | 163,3 | 90,4 | 84,7 | 72,1 | 1832,6 |
| | 2016 | 46,6 | 69,1 | 94,0 | 150,3 | 197,7 | 183,3 | 197,2 | 233,8 | 233,7 | 58,9 | 76,1 | 45,2 | 1585,9 |
| | 2017 | 73,7 | 73,7 | 144,9 | 125,2 | 242,1 | 282,5 | 199,0 | 243,2 | 107,6 | 89,2 | 43,9 | 47,8 | 1672,8 |
| | průměr | 43,3 | 75,5 | 142,6 | 167,0 | 220,2 | 227,4 | 239,2 | 232,3 | 164,5 | 91,7 | 49,9 | 46,6 | 1700,2 |
| Klementinum | 2011 | 41,0 | 96,1 | 179,8 | 213,3 | 275,9 | 227,0 | 162,7 | 199,6 | 122,6 | 65,7 | 50,1 | 1837,2 | |
| | 2012 | 79,9 | 107,0 | 190,1 | 181,5 | 251,7 | 175,5 | 187,8 | 229,0 | 77,7 | 30,0 | 48,9 | 1746,4 | |
| | 2013 | 15,5 | 21,3 | 114,4 | 127,4 | 120,0 | 183,3 | 272,9 | 227,8 | 122,6 | 133,1 | 34,8 | 62,8 | 1435,9 |
| | 2014 | 43,7 | 103,0 | 165,0 | 161,9 | 167,9 | 223,9 | 223,5 | 150,2 | 136,8 | 80,4 | 27,6 | 25,1 | 1509,0 |
| | 2015 | 27,0 | 83,1 | 158,2 | 198,0 | 176,5 | 180,9 | 237,4 | 243,7 | 151,5 | 88,8 | 81,0 | 68,4 | 1694,5 |
| | 2016 | 48,1 | 64,5 | 88,5 | 147,8 | 193,1 | 179,3 | 196,2 | 225,5 | 223,5 | 55,2 | 75,3 | 48,6 | 1545,6 |
| | 2017 | 69,0 | 75,3 | 144,3 | 120,3 | 229,4 | 263,5 | 191,4 | 230,7 | 108,3 | 90,9 | 52,2 | 48,6 | 1623,9 |
| | průměr | 46,3 | 78,6 | 148,6 | 164,3 | 202,1 | 204,8 | 210,3 | 215,2 | 161,9 | 92,7 | 52,4 | 50,4 | 1627,5 |

Pokračování tab. 5

| | leden | únor | březen | duben | květen | červen | červenec | srpen | září | říjen | listopad | prosinec | rok |
|--------|--------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Libuš | 2011 | 55,3 | 103,4 | 195,0 | 230,2 | 298,3 | 250,9 | 189,5 | 217,0 | 118,5 | 66,7 | 47,2 | 2000,8 |
| | 2012 | 79,7 | 108,5 | 195,2 | 197,2 | 267,6 | 220,4 | 231,3 | 195,0 | 95,3 | 40,6 | 57,4 | 1945,9 |
| | 2013 | 20,8 | 25,6 | 124,9 | 149,1 | 138,0 | 200,7 | 297,4 | 118,5 | 130,0 | 32,3 | 60,2 | 1529,9 |
| | 2014 | 38,0 | 108,6 | 164,1 | 162,6 | 176,1 | 244,3 | 243,6 | 134,2 | 78,8 | 33,2 | 19,0 | 1563,2 |
| | 2015 | 29,9 | 86,7 | 154,5 | 200,1 | 186,0 | 204,7 | 261,1 | 151,8 | 88,0 | 80,5 | 68,8 | 1766,8 |
| | 2016 | 50,1 | 65,4 | 85,8 | 151,4 | 202,9 | 204,0 | 204,4 | 233,4 | 224,7 | 53,3 | 73,1 | 1597,6 |
| | 2017 | 69,3 | 74,5 | 144,2 | 121,2 | 248,5 | 292,1 | 206,4 | 246,6 | 106,2 | 93,2 | 50,4 | 1698,6 |
| | průměr | 49,0 | 81,8 | 152,0 | 173,1 | 216,8 | 231,0 | 233,4 | 230,6 | 163,9 | 93,9 | 53,8 | 49,7 |
| Ružyně | 2011 | 43,6 | 95,1 | 190,1 | 214,9 | 295,5 | 237,1 | 164,1 | 213,1 | 127,1 | 70,1 | 46,2 | 1900,7 |
| | 2012 | 84,2 | 111,8 | 195,2 | 189,7 | 259,9 | 205,2 | 207,0 | 195,2 | 82,9 | 32,1 | 52,9 | 1859,7 |
| | 2013 | 16,7 | 31,4 | 118,6 | 141,4 | 129,8 | 206,1 | 307,4 | 127,6 | 140,9 | 37,8 | 52,4 | 1557,6 |
| | 2014 | 46,4 | 108,0 | 156,5 | 170,3 | 195,9 | 252,1 | 242,1 | 139,3 | 77,6 | 25,0 | 28,6 | 1606,5 |
| | 2015 | 30,6 | 90,2 | 159,2 | 208,9 | 198,1 | 198,6 | 266,2 | 267,7 | 154,4 | 91,3 | 87,2 | 1817,1 |
| | 2016 | 53,0 | 67,2 | 89,3 | 157,1 | 228,4 | 210,3 | 209,8 | 243,7 | 225,5 | 54,6 | 81,0 | 1677,9 |
| | 2017 | 65,0 | 80,7 | 151,6 | 130,0 | 265,1 | 298,5 | 209,6 | 248,7 | 112,2 | 97,4 | 51,4 | 1757,0 |
| | průměr | 48,5 | 83,5 | 151,5 | 173,2 | 224,7 | 229,7 | 229,5 | 231,4 | 166,8 | 96,0 | 54,9 | 49,9 |

Zpracovala autorka (2019), zdroj dat: ČHMÚ

Obr. 23 Roční úhrny slunečního svitu na pražských meteorologických stanicích



Zpracovala autorka (2019), zdroj dat: ČHMÚ

Z grafu (obr. 23) vidíme, že v období 2011-2017, stanice Karlov, ani Klementinum neměly nejvyšší úhrn slunečního svitu v porovnání s ostatními pražskými stanicemi. Nicméně Karlov také neměl, za sledované období, nejnižší úhrny slunečního svitu. To ovšem neplatí u Klementina. I když můžeme pozorovat rozdíly mezi centrem Prahy a stanicemi, které jsou vzdálené od centra města, tak nejsou nijak výrazné.

6.4 Statistické testování dat z pražských meteorologických stanic

Pro ověření jevu, který byl zjištěn z předešlých grafů, jsem použila statistické dvouvýběrové testy. Nejprve jsem data testovala pomocí F-testu, následně prostřednictvím T-testu. K tomuto testování jsem použila hodnoty z tabulky 5.

6.4.1 Dvouvýběrový F-test

Dvouvýběrovým F-testem testujeme, zda jsou rozptyly shodné či nikoliv. K výpočtu jsem použila program MS Excel, do kterého jsem nejprve vložila hodnoty z tabulky 5. Zvolila jsem nulovou hypotézu $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ a hladinu významnosti $\alpha = 0,05$.

Postupnými výpočty vznikla tabulka 6, kde byl proveden F-test pro každou dvojici pražských stanic. V tabulce jsou uvedeny modře hodnoty testovacího kritéria. Dosažená hladina významnosti, tedy p-hodnota, je znázorněna červeně. Kritická hodnota je pro všechny výpočty totožná, a to $f_{krit.} = 0,23343$.

U všech hodnot platí, že $p > 0,05$. Nelze tedy, na 5% hladině významnosti zamítnout nulovou hypotézu. Znamená to, že rozptyly obou skupin lze považovat za srovnatelné. Proto je zapotřebí provést dvouvýběrový T-test pro srovnatelné rozptyly.

Tab. 6 Výsledné hodnoty dvouvýběrového F-testu pro rozptyl (pražské stanice)

| | Ruzyně | Karlov | Kbely | Klementinum | Libuš |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Ruzyně | - | 0,87130 0,43572 | 0,93906 0,47055 | 0,84392 0,42102 | 0,48794 0,20194 |
| Karlov | 0,87130 0,43572 | - | 0,92785 0,46494 | 0,73531 0,35920 | 0,42515 0,16086 |
| Kbely | 0,93906 0,47055 | 0,92785 0,46494 | - | 0,79249 0,39243 | 0,45821 0,18240 |
| Klementinum | 0,84392 0,42102 | 0,73531 0,35920 | 0,79249 0,39243 | - | 0,57819 0,26111 |
| Libuš | 0,48794 0,20194 | 0,42515 0,16086 | 0,45821 0,18240 | 0,57819 0,26111 | - |

Zpracovala autorka (2019), zdroj dat. ČHMÚ

6.4.2 Dvouvýběrový T-test

U dvouvýběrového T-testu testujeme rozdíl středních hodnot, resp. rozdíl aritmetických průměrů. K testování jsem použila program MS Excel, kam jsem nejprve vložila vstupní hodnoty z tabulky 5. Zvolila jsem nulovou hypotézu, tentokrát $H_0: \mu_1 = \mu_2$ a hladinu významnosti jsem ponechala na 5 %.

Po výpočtech jsem vytvořila tabulku (tab. 7), ve které jsou znázorněné výsledné hodnoty. Hodnoty testovacího kritéria jsou opět znázorněny modrou barvou. Červenou barvou jsou znázorněny p-hodnoty. Kritická hodnota je pro všechna testování stejná, tedy $t_{krit.} = 2,17881$.

Výsledek je stejný, jako u F-testu, tedy že $p > 0,05$. Znamená to, že nulovou hypotézu nezamítáme na 5% hladině významnosti. Jednoduše řečeno data neprokázala statisticky významnou odlišnost aritmetických průměrů.

Tab. 7 Výsledné hodnoty dvouvýběrového T-testu pro srovnatelné rozptyly (pražské stanice)

| | Ruzyně | Karlov | Kbely | Klementinum | Libuš |
|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Ruzyně | - | -0,36270 0,72313 | 0,57520 0,57578 | 1,54257 0,14888 | 0,12274 0,90434 |
| Karlov | -0,36270 0,72313 | - | 0,22653 0,82460 | 1,24410 0,23721 | -0,16490 0,87176 |
| Kbely | 0,57520 0,57578 | 0,22653 0,82460 | - | 1,01496 0,33015 | -0,33933 0,74022 |
| Klementinum | 1,54257 0,14888 | 1,24410 0,23721 | 1,01496 0,33015 | - | -1,14868 0,27307 |
| Libuš | 0,12274 0,90434 | -0,16490 0,87176 | -0,33933 0,74022 | -1,14868 0,27307 | - |

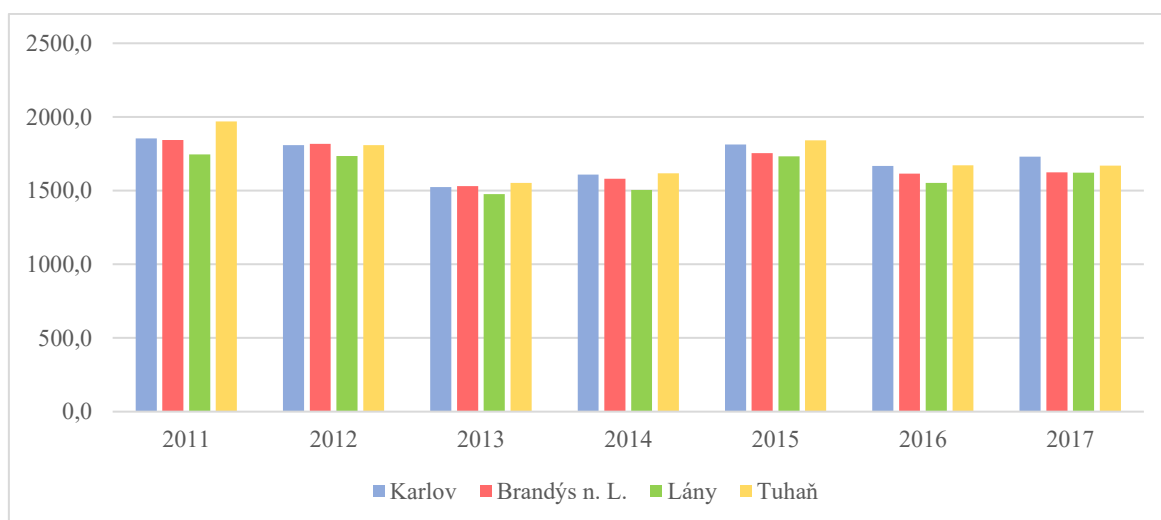
Zpracovala autorka (2019), zdroj dat: ČHMÚ

Výsledky statistických dvouvýběrových testů nám říkají, že na celém území Prahy jsou nepatrné rozdíly v hodnotách slunečního svitu. V praxi to například znamená, že pokud by se rozhodlo o výstavbě fotovoltaické elektrárny na území Prahy, tak její umístění nemá téměř žádný vliv na její výkon.

6.5 Územní rozdíly slunečního svitu v okolí Prahy

Jelikož se v rámci Prahy neukázal žádný výraznější rozdíl mezi hodnotami slunečního svitu, bylo zapotřebí tyto trendy porovnat se stanicemi, které se nacházejí v okolí Prahy, resp. ve Středočeském kraji. Použila jsem data ze stanic Brandýs nad Labem, Lány a Tuhaň (tab. 7). Tyto data jsem porovнала s hodnotami, které byly naměřeny za sedmileté období na stanici Praha-Karlov (tab. 5).

Obr. 24 Roční úhrny slunečního svitu v Praze a okolí

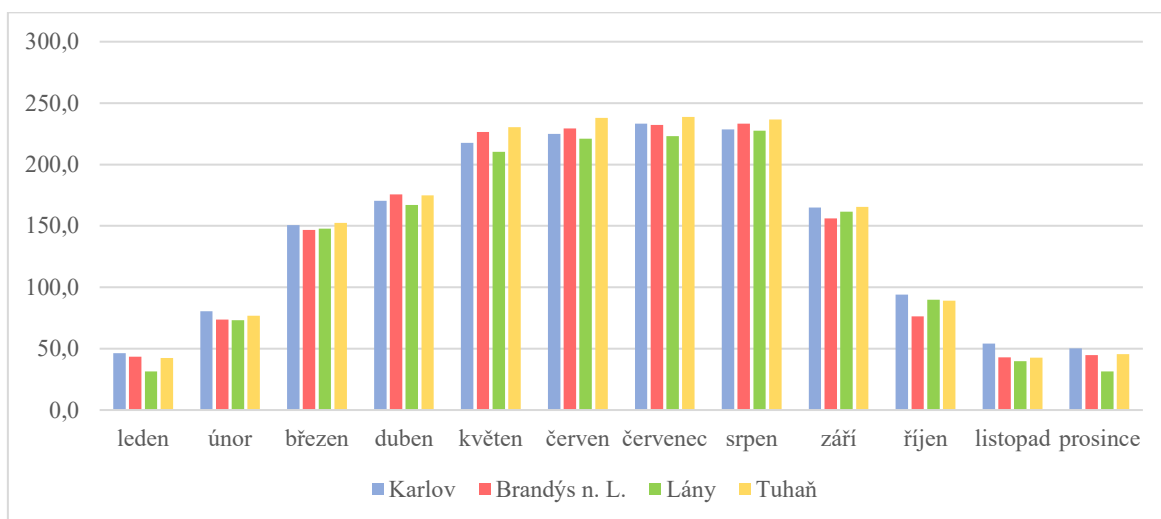


Zpracovala autorka (2019), zdroj dat: ČHMÚ

Z grafu (obr. 24) je patrné, že stanice Tuhaň má v mnoha případech vyšší roční úhrny slunečního svitu, než je tomu na stanici Praha-Karlov. Na stanici Praha-Karlov byly naměřeny nejvyšší hodnoty jen v letech 2012 a 2017. Ze sedmiletých průměrů vidíme, že se roční úhrny mezi stanicí Tuhaň a Praha-Karlov liší o 17,8 hodin. Podíváme-li se na rozdíl mezi sedmiletým průměrem na stanici Lány a na stanici Praha-Karlov, rozdíl je už 91,2 h/rok, což se téměř rovná říjnovému průměru slunečního svitu.

Pro sledování měsíčních trendů jsem sestrojila graf (obr. 25), na kterém můžeme vidět měsíční sedmileté průměry. Vidíme, že v letních měsících bylo naměřeno více slunečního svitu na stanici Tuhaň, nicméně v zimních měsících byly nejvyšší hodnoty naměřeny na stanici Praha-Karlov. Tento jev může být způsobený tím, že v chladném období se vyskytuje více mlh, které se v centru města rozpouštějí rychleji než v okolí velkoměsta.

Obr. 25 Průměrné měsíční úhrny slunečního svitu v Praze a okolí



Zpracovala autorka (2019), zdroj dat: ČHMÚ

Tab. 8 Měsíční úhrny slunečního svitu na mimopražských stanicích

| | leden | únor | březen | duben | květen | červen | červenec | srpen | září | říjen | listopad | prosinec | rok | |
|---------|--------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| Lány | 2011 | 32,0 | 91,2 | 184,0 | 207,3 | 274,9 | 220,0 | 160,1 | 202,4 | 112,5 | 47,6 | 24,5 | 1745,5 | |
| | 2012 | 48,5 | 92,4 | 186,9 | 182,2 | 252,8 | 197,1 | 190,6 | 237,4 | 86,1 | 23,8 | 33,7 | 1733,9 | |
| | 2013 | 12,5 | 24,0 | 111,3 | 128,7 | 127,5 | 198,6 | 303,8 | 236,8 | 126,9 | 140,0 | 30,5 | 35,7 | 1476,3 |
| | 2014 | 28,6 | 84,5 | 164,5 | 163,4 | 180,9 | 246,2 | 230,5 | 166,7 | 135,7 | 61,1 | 25,1 | 17,1 | 1504,3 |
| | 2015 | 19,6 | 86,9 | 154,7 | 208,7 | 190,1 | 193,8 | 257,8 | 271,9 | 149,7 | 91,1 | 65,9 | 42,3 | 1732,5 |
| | 2016 | 28,1 | 58,3 | 84,4 | 152,8 | 213,2 | 206,8 | 211,6 | 237,7 | 216,8 | 49,0 | 51,9 | 41,1 | 1551,7 |
| | 2017 | 51,0 | 75,4 | 148,3 | 125,4 | 233,5 | 284,3 | 207,2 | 240,1 | 111,0 | 88,8 | 33,0 | 24,9 | 1622,9 |
| | průměr | 31,5 | 73,2 | 147,7 | 166,9 | 210,4 | 221,0 | 223,1 | 227,6 | 161,6 | 89,8 | 39,7 | 31,3 | 1623,9 |
| Brandýs | 2011 | 40,1 | 91,2 | 188,4 | 221,2 | 287,9 | 246,8 | 174,3 | 211,8 | 192,8 | 46,6 | 41,1 | 1842,7 | |
| | 2012 | 67,9 | 99,8 | 185,0 | 191,6 | 268,4 | 207,9 | 215,4 | 260,4 | 175,5 | 26,4 | 50,8 | 1818,5 | |
| | 2013 | 14,9 | 29,5 | 114,2 | 140,4 | 163,9 | 207,8 | 306,2 | 245,1 | 112,1 | 36,3 | 55,7 | 1530,5 | |
| | 2014 | 45,0 | 91,1 | 162,8 | 183,3 | 180,1 | 246,5 | 250,2 | 161,2 | 139,2 | 21,7 | 26,7 | 1580,1 | |
| | 2015 | 25,5 | 75,0 | 150,5 | 208,0 | 203,3 | 198,1 | 258,4 | 266,8 | 160,2 | 73,3 | 69,4 | 65,4 | 1753,9 |
| | 2016 | 45,1 | 61,4 | 89,3 | 156,4 | 227,2 | 207,1 | 222,6 | 242,9 | 219,9 | 46,6 | 63,8 | 32,5 | 1614,8 |
| | 2017 | 65,0 | 66,9 | 136,1 | 128,8 | 255,1 | 291,0 | 198,0 | 244,7 | 93,5 | 68,2 | 36,6 | 40,4 | 1624,3 |
| | průměr | 43,4 | 73,6 | 146,6 | 175,7 | 226,6 | 229,3 | 232,2 | 233,3 | 156,2 | 76,4 | 43,0 | 44,7 | 1680,7 |
| Tuhaň | 2011 | 31,3 | 85,6 | 191,7 | 221,5 | 306,3 | 276,1 | 207,6 | 230,2 | 200,5 | 46,9 | 47,1 | 1968,7 | |
| | 2012 | 71,1 | 88,9 | 191,8 | 185,7 | 272,2 | 198,4 | 199,2 | 255,2 | 193,6 | 21,2 | 48,3 | 1808,5 | |
| | 2013 | 18,6 | 33,4 | 114,3 | 136,6 | 151,0 | 211,3 | 311,7 | 235,3 | 122,4 | 37,8 | 57,3 | 1551,7 | |
| | 2014 | 48,1 | 100,5 | 166,3 | 175,6 | 184,1 | 265,3 | 256,6 | 161,5 | 144,5 | 21,7 | 21,2 | 1618,4 | |
| | 2015 | 25,2 | 90,9 | 159,5 | 215,4 | 210,7 | 200,7 | 274,0 | 276,7 | 163,2 | 86,0 | 71,0 | 67,3 | 1840,6 |
| | 2016 | 44,4 | 62,7 | 100,0 | 158,2 | 232,8 | 219,0 | 220,1 | 250,6 | 231,5 | 51,2 | 69,0 | 33,0 | 1672,5 |
| | 2017 | 58,0 | 75,6 | 143,3 | 131,8 | 255,4 | 294,8 | 202,7 | 246,1 | 103,3 | 84,1 | 31,1 | 44,0 | 1670,2 |
| | průměr | 42,4 | 76,8 | 152,4 | 175,0 | 230,4 | 237,9 | 238,8 | 236,5 | 165,6 | 89,0 | 42,7 | 45,5 | 1732,9 |

Zpracovala autorka (2019), zdroj dat: ČHMÚ

6.6 Statistické testování dat z meteorologických stanic v okolí Prahy

Abychom zjistili, zda je statisticky významný rozdíl mezi naměřenými hodnotami slunečního svitu v Praze a v jejím okolí, tak jsem opět použila dvouvýběrové testy. Nejprve F-test, následně i T-test. K testování jsem použila roční úhrny slunečního svitu z tabulky 5 pro stanici Praha-Karlov a z tabulky 8 pro mimopražské stanice.

6.6.1 Dvouvýběrový F-test

U dvouvýběrového F-testu jsem opět testovala pomocí programu MS Excel rozdíly rozptylů na stanici Praha-Karlov a mimopražských stanicích. Nejprve jsem určila nulovou hypotézu $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ a hladinu významnosti $\alpha = 0,05$. Po vložení potřebných dat je možné F-test spustit.

V tabulce 9 můžeme vidět výsledky dvouvýběrového F-testu pro rozptyl. Byla testovaná každá dvojice meteorologických stanic. Počet pozorování je u všech souborů shodný, tedy 7. Počet stupňů volnosti se spočítá jako $n - 1$, kde n je počet pozorování. V každé buňce tabulky jsou uvedené 3 hodnoty, které jsou barevně rozlišeny. Hodnota, která je vyznačena modrými číslicemi, znázorňuje hodnotu testovacího kritéria. Červené číslice reprezentují dosaženou hladinu významnosti, tedy p-hodnotu. Kritická hodnota je pro všechny výpočty stejná, tudíž $f_{krit.} = 0,23343$.

Ve všech případech je p-hodnota větší než 0,05. Na 5% hladině významnosti nelze nulovou hypotézu zamítnout. Znamená to, že rozptyly jsou srovnatelné.

Tab.9 Výsledné hodnoty dvouvýběrového F-testu pro rozptyly (mimopražské stanice)

| | Karlov | Brandýs n. L. | Lány | Tuhaň |
|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Karlov | - | 0,97242 0,48689 | 0,90590 0,45379 | 0,69829 0,33692 |
| Brandýs n. L. | 0,97242 0,48689 | - | 0,88093 0,44081 | 0,71809 0,34891 |
| Lány | 0,90590 0,45379 | 0,88093 0,44081 | - | 0,63258 0,29603 |
| Tuhaň | 0,69829 0,33692 | 0,71809 0,34891 | 0,63258 0,29603 | - |

Zpracovala autorka (2019), zdroj dat: ČHMÚ

6.6.2 Dvouvýběrový T-test

Protože z dvouvýběrového F-testu vyšlo, že jsou rozptyly, mezi stanicí Praha-Karlov a mimopražskými stanicemi, téměř srovnatelné, je zapotřebí provést dvouvýběrový T-test pro srovnatelné rozptyly. Budeme tedy testovat střední hodnoty, resp. aritmetické průměry naměřených hodnot. Opět jsem pro tento výpočet použila program MS Excel. Zvolila jsem nulovou hypotézu $H_0: \mu_1 = \mu_2$ a hladinu významnosti jsem nechala na 5 %, tedy $\alpha = 0,05$. Následně jsem spustila samotný T-test.

Tab.10 Výsledné hodnoty dvouvýběrového T-testu pro srovnatelné rozptyly (mimopražské stanice)

| | Karlov | Brandýs n. L. | Lány | Tuhaň |
|---------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Karlov | - | 0,52746 0,60748 | 1,44171 0,17497 | -0,24914 0,80746 |
| Brandýs n. L. | 0,52746 0,60748 | - | 1,78228 0,39046 | 1,78228 0,48139 |
| Lány | 1,44171 0,17497 | 1,78228 0,39046 | - | 1,78228 0,14572 |
| Tuhaň | -0,24914 0,80746 | 1,78228 0,48139 | 1,78228 0,14572 | - |

Zpracovala autorka (2019), zdroj dat: ČHMÚ

V tabulce 10 vidíme výsledky dvouvýběrového T-testu pro srovnatelné rozptyly. Byla opět testovaná každá dvojice meteorologických stanic. Počet pozorování je u všech souborů shodný, tedy 7. Počet stupňů volnosti se spočítá jako $n - 1$, kde n je počet pozorování. Stejně, jako u předchozího testování jsem výsledné hodnoty barevně odlišila. Modré číslice reprezentují hodnotu testovacího kritéria. Pro hladinu statistické významnosti, tedy p -hodnotu, jsem zvolila červenou barvu. Kritická hodnota je opět u všech výpočtů stejná, tedy $t_{krit.} = 2,17881$.

Je znovu zřejmé, že všechny p -hodnoty jsou větší než zvolená hladina významnosti, tedy že $p > 0,05$. Nulovou hypotézu nezamítáme na 5% hladině významnosti. Znamená to tedy, že data neprokázala statisticky významnou odlišnost aritmetických průměrů.

Výsledek dvouvýběrových testů říká, že rozdíly mezi centrem Prahy a jejím okolím je statisticky nevýznamný. Rozdíly naměřených hodnot na jednotlivých stanicích, třebaže jsou statisticky nevýznamné, jsou přesto patrné z tabulky 5 a 8. Za celý rok je např. na stanici Lány naměřeno o cca 100 hodin slunečního svitu méně, než je tomu v Praze na Karlově.

Diskuze

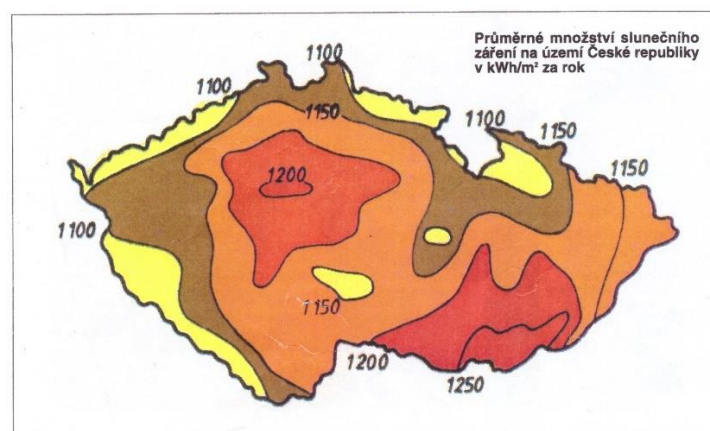
K mé bakalářské práci jsem použila 96letou datovou řadu ze stanice Praha-Karlov, jedná se tedy o unikátní řadu měření. Rozborem této datové řady byly získány zajímavé výsledky, a co do délky zpracovaného období, výjimečné výsledky. Studium územního rozložení slunečního svitu tak zajímavé výsledky nepřineslo. K tomuto studiu by bylo patrně zapotřebí využití většího objemu dat z hustší sítě meteorologických stanic a za delší časové období. Nicméně to přesahuje možnosti bakalářské práce, která je limitovaná jak časem, tak i finančními prostředky. Rozdíly v hodnotách slunečního svitu na různých částech území závisí na oblačnosti i mlze, možná i kouřmu. Bylo tedy logickým záměrem použití leteckých snímků, zvláště pak za situace se silným výskytem mlhy. Přes velké úsilí vedoucího bakalářské práce, i její autorky, se nepodařilo získat žádné použitelné letecké snímky z území Prahy. To zůstává námětem pro budoucí výzkum, který by disponoval odpovídajícími finančními prostředky. Toto se týká i případného využití družicových snímků.

Slunečním svitem přímo na stanici Praha-Karlov se v 60. letech 20. století zabýval Gregor (1964). Slunečním svitem na území Prahy se v 70. letech zabýval Papež (1973) a v 80. letech Kalvová (1989). Po roce 2000 se touto problematikou zabýval Dobrovolný (2012), nicméně pouze na území Brna.

Tato práce ukázala, že se významně neliší naměřené hodnoty mezi stanicemi v centru Prahy a stanicemi, které se nacházejí dále od centra. Tento výsledek se liší od výsledků z 20. století. Podle Kalvové (1989) má střed Prahy nižší hodnoty slunečního svitu než její okraj. Pro svou práci použila data z Karlova a Ruzyně v letech 1961-1985. Rozdílné výsledky tedy mohou být odlišnými obdobími, která byla použita. Podle Papeže (1973) se doba slunečního svitu v Praze neustále snižuje, a to vlivem znečištění ovzduší. Tento jev se v období, které zkoumal, projevil i v této práci. Nicméně v posledních dvou dekádách hodnoty slunečního svitu spíše rostly. Částečně to tedy znamená, že se zlepšil stav ovzduší.

Na základě hodnot slunečního svitu, ČHMÚ sestrojil mapu Česka, kterou publikoval v Atlasu podnebí Česka (2007). Na této mapě (mapa 2) je sice vidět rozdíl na severozápad od Prahy, ale tento rozdíl nepozorujeme na východ od Prahy. To může být způsobeno tím, že pro sestrojení mapy byla použita řídká síť stanic, které měří sluneční svit, např. z Prahy byl použit pouze Karlov. Podobná mapa byla sestrojena a publikována v Encyklopedii energie (rok neuveden), kterou vydává ČEZ (mapa 5). Tato mapa sice zobrazuje sluneční záření, nicméně to se slunečním svitem úzce souvisí. Na mapě vidíme, že Praha vykazuje vyšší hodnoty než její okolí, což se projevilo i v této práci.

Mapa 5 Sluneční záření na území Česka



Zdroj: Encyklopedie energie (rok neuveden)

Závěr

Sluneční svit patří k základním klimatickým prvkům. Je na něm závislý vznik podnebí, změny počasí, ale je klíčový i pro fotosyntézu rostlin. Může mít jak pozitivní, tak i negativní vliv na lidské zdraví.

V této bakalářské práci jsem se zabývala dostupnými poznatky o zvláštностech geografického rozložení slunečního svitu ve velkých městech. Cílem práce bylo dospět k poznatkům o slunečním svitu rozbořením výsledků měření na pražských i mimopražských meteorologických stanicích.

Byla použita data o slunečním svitu, která shromažďuje ČHMÚ. Konkrétně data z 5 pražských meteorologických stanic – Karlov, Kbely, Klementinum, Libuš a Ruzyně. Ke srovnání s okolím Prahy byla použita data z meteorologických stanic Brandýs n. L., Lány a Tuhaň.

V této práci se podařilo zdokumentovat výrazné časové změny slunečního svitu na území Prahy. Za celou dobu měření se vystřídala období, kdy se naměřilo o mnoho více slunečního svitu, než tomu bylo u jiných období. Tento výsledek je přehledně vyjádřen v grafech. Poznatky o trendech slunečního svitu, které jsou prezentované v této práci, jsou nejcennějším výsledkem. Jedná se totiž o 96letou datovou řadu, za níž mají zásluhu řady generací meteorologických pozorovatelů stanice Praha-Karlov.

Praha, ač se nachází v mírném klimatickém pásu, tak některé roční úhrny slunečního svitu dosahují průměrných ročních hodnot v jihoevropských městech. Naopak některé podprůměrné roční úhrny můžeme přirovnat hodnotám slunečního svitu v severských městech. Nejchudší měsíce na sluneční svit jsou listopad, prosinec a leden. Je to z toho důvodu, že v zimních měsících je poloha Slunce na obloze nižší, než je tomu v letních měsících, zároveň to také souvisí s velkou oblačností, která je projevem inverzního anticyklonálního počasí. Nejvíce slunečního svitu naopak bývá naměřeno v letních měsících. Často je více slunečního svitu v květnu, než-li v červnu, což opět souvisí s oblačností. V 70. a 80. letech se sluneční svit v Praze snižoval, podle některých klimatologů za to mohlo znečištění ovzduší, jehož stav se v 90. letech začal zlepšovat, tudíž začalo přibývat slunečního svitu. Nicméně hlavní příčinou změn slunečního svitu je kolísání atmosférické cirkulace. Je to poměr četnosti cyklonálních a anticyklonálních situací, na kterém závisí výskyt oblačnosti.

Tato práce vycházela z hypotézy, že vlivem městského tepelného ostrova je časté rozpouštění mlhy a následkem toho zvýšené trvání slunečního svitu v jádru velkoměsta. Hypotéza se nepotvrdila mluvíme-li o pražských stanicích, které se nacházejí dále od centra. Výsledné rozdíly totiž nebyly tak velké, aby se tato hypotéza dala potvrdit. Nepodařil se přesvědčivě prokázat rozdíl v hodnotách slunečního svitu mezi tepelným ostrovem Prahy a okolím Prahy. Nicméně z grafů je viditelný rozdíl, především v chladném období roku, kdy se mlhy skutečně vyskytují častěji.

K objasnění příčiny této skutečnosti by bylo třeba se zabývat meteorologickými daty z období, které bylo použito k tvorbě historických map, na nichž Praha tvoří ostrov s výrazně vyššími hodnotami globálního záření než v širším okolí Prahy. Tento výzkum by se dal rozšířit za použití hustší sítě meteorologických stanic v okolí Prahy a také za použití delšího časového období. Je pravděpodobné, že by se projevil větší rozdíl mezi hodnotami slunečního svitu v Praze a v jejím okolí. Nadále bychom se měli zabývat slunečním svitem, jelikož se v dnešní době stále více mluví o využívání solární energie a celkově o obnovitelných zdrojích energie.

Seznam literatury a zdrojů

ANRFIELD, A. J. (2003): Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *International Journal of Climatology*, 23, č. 1, s. 1-26.

Atlas podnebí Česka, kolektiv autorů, 2007. ČHMÚ, Univerzita Palackého v Olomouci, Praha – Olomouc, 256 str.

DOBROVOLNÝ, P. (2012): Klima Brna: víceúrovňová analýza městského klimatu. Masarykova univerzita, Brno, 200 s.

GREGOR, A. (1964): Sluneční svit Praha-Karlov (II). *Meteorologické zprávy*, 17, č. 5, s. 129-134.

CHALOUPECKÝ, P., KASTNER, J. (2005): Režim přízemních mlh v Praze. *Meteorologické zprávy*, 58, č. 3, s. 79-84.

KALVOVÁ, J., BEDNÁŘ, J. (1989): Změny slunečního svitu v Praze v letech 1961-1985. *Meteorologické zprávy*, 42, č. 4, s. 97-102.

KNOZOVÁ, G., ŠIMKOVÁ, J., SKERŠIL, R. (2009): Výskyt smogových epizod ve vybraných městech České republiky. *Meteorologické zprávy*, 62, č. 4, s. 121-128.

KOŽNAROVÁ, V., HÁJKOVÁ, L., KLABZUBA, J., BACHANOVÁ, S. (2018): Vybrané klimatologické charakteristiky stanice Praha, Karlov pro biologické a technické aplikace: Selected climatological characteristics Prague, Karlov station for biological and technical applications. Český hydrometeorologický ústav, Praha, 66 s.

LAMBIN, E. (2006): Land-Use and Land-Cover Change. Local Processes and Global Impacts. Springer, Berlin, Heidelberg, 222 s.

LANDSBERG, H. E. (1981): The urban climate. Academic Press, New York, 275 s.

Měsíční přehled meteorologických pozorování observatoře Praha-Karlov 1921-2011, ČHMÚ, Praha.

OKE, T. R. (1981): Canyon geometry and the nocturnal heat island: comparison of scale model and field observations. *Journal of Climatology*, 1, č. 3, s. 237-254.

OKE, T. R. (1987): Boundary Layer Climates. Methuen, London, 435 s.

PAPEŽ, A. (1973): Pokles slunečního svitu vlivem znečištění ovzduší v Praze na Karlově. *Meteorologické zprávy*, 26, č. 5, s. 136-140.

POKORNÝ, J., VANÍČEK, K. (2007): Automatizace měření slunečního svitu na stanicích Českého hydrometeorologického ústavu pomocí elektronických slunoměrů. *Meteorologické zprávy*, 60, s. 106-116

QUITT, E. (1971): Studia Geographica. Geografický ústav ČSAV, Brno, 73 s.

SLÁDEK, I. (2000): Klasifikace klimatu Prahy. Závěrečná zpráva grantu 121/1998/M/PřF, GAUK.

Územně analytické podklady hl. m. Prahy, Institut plánování a rozvoje hl. m. Prahy, 2016, 88 s.

VANÍČEK, K., DUBROVSKÁ, I., POKORNÝ, J., METELKA, L. (2015): Měření složek radiační bilance a dlouhodobé změny globálního záření v České republice: Measurements of radiation balance components and long-term global solar radiation changes in the Czech Republic. Český hydrometeorologický ústav, Praha, 63 s.

Využití energie Slunce (rok neuveden), Encyklopedie Energie, ČEZ, Praha, č. 6, 1. část.

Internetové zdroje

WMO, 2006. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation, 7-th Edition, WMO/CIMO/-No. 8, Geneva: World Meteorological Organization
<https://www.currentresults.com/Weather/Europe/Cities/sunshine-annual-average.php>