

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA EKONOMICKÁ

Bakalářská práce

**Hodnocení pocitové teploty na veřejných prostranstvích
města Plzně**

**Evaluation of the apparent temperature in public areas
of the city of Pilsen**

Pavel Žák

Plzeň 2018

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta ekonomická

Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavel ŽÁK**

Osobní číslo: **K15B0456P**

Studijní program: **B1301 Geografie**

Studijní obor: **Ekonomická a regionální geografie**

Název tématu: **Hodnocení pocitové teploty na veřejných prostranstvích města Plzně**

Zadávací katedra: **Katedra geografie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Stanovte cíle práce.
 2. Proveďte rozbor metodické a regionální literatury.
 3. Stanovte metodiku výzkumu.
 4. Proveďte terénní šetření a měření.
 5. Výsledky zpracujte analytickými a syntetickými metodami.
 6. Diskutujte výsledky práce.
 7. Proveďte zhodnocení a shrnutí výsledků.
-

Rozsah grafických prací:

Rozsah kvalifikační práce: 40 - 60 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická


Seznam odborné literatury:

- Hassaan, A., Mahmoud, A. 2011. Analysis of the microclimatic and human comfort conditions in an urban park in hot and arid regions. Building and Environment 46, 2641-2656.
- Hewitt, C. N., Jackson, A. V. (eds.) 2009. Atmospheric science for environmental scientists. Oxford: Wiley-Blackwell, 300 s. ISBN 978-1-4051-5690-5.
- Stewart, I.D., Oke, T.R. 2012. Local Climate Zones for urban temperature studies, Bulletin of the American Meteorological Society 93, 1879-1900.
- Vysoudil, M., Ogrin, D. 2009. Portable infrared camera as a tool in topoclimatic research. Dela, 31, s. 115-127.


Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Jan Kopp, Ph.D.
Katedra geografie

Datum zadání bakalářské práce: 23. října 2017

Termín odevzdání bakalářské práce: 23. dubna 2018


Doc. Dr. Ing. Miroslav Plevný
děkan




Doc. PaedDr. Alena Matušková, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 23. října 2017

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma

„Hodnocení pocitové teploty na veřejných prostranstvích města Plzně“

vypracoval samostatně pod odborným dohledem vedoucího bakalářské práce za použití pramenů uvedených v seznamu literatury.

V Plzni dne 20. dubna 2018

.....

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval RNDr. Janu Koppovi, Ph.D. za odborné vedení práce, věcné a konstruktivní připomínky a vstřícný přístup. Dále děkuji svým kolegům za pomoc při sběru dat v experimentu.

Abstrakt

ŽÁK, Pavel (2018): Hodnocení pocitové teploty na veřejných prostranstvích města Plzně. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta ekonomická. Katedra geografie. Plzeň. 64 s.

Klíčová slova: Pocitová teplota, Wind Chill, Heat Index, Comfort Index, Plzeň

Předkládaná bakalářská práce se zabývá hodnocením pocitové teploty na veřejných prostranstvích města Plzně. Pro hodnocení pocitové teploty byly vybrány ukazatele Wind Chill a Heat Index. Práce má tři části. V první části je hodnocen režim tepelného komfortu na datech školní meteostanice Plzeň-Veleslavínova z let 2009–2017. Režim je hodnocen pomocí Comfort Indexu, který zařazuje podmínky teploty vzduchu, Wind Chillu a Heat Indexu do 8 tříd tepelného komfortu. Bylo zjištěno, že v Plzni je klima převážně chladné. Tepelný diskomfort je během roku více pociťován vlivem chladu než vlivem horka. V druhé části je porovnávána pocitová teplota respondentů s příslušným indexem pocitové teploty. Data byla získána pomocí tří experimentů, které se skládaly z měření meteorologických prvků a dotazování a probíhaly za odlišného stavu počasí. Pocitová teplota respondentů byla v jednotlivých dnech různě odchýlena od příslušného indexu pocitové teploty. Třetí část se věnuje prostorovým aspektům pocitové teploty v centru Plzně. Data byla získána měřením meteorologických prvků. Vyšší hodnoty pocitové teploty byly v létě zaznamenány na těch lokalitách, které jsou po většinu dne vystaveny slunečnímu záření, případně na lokalitách, kde dochází k odrazu slunečního záření od umělých povrchů.

Abstract

ŽÁK, Pavel (2018): Evaluation of the apparent temperature in public areas of the city of Pilsen. Bachelor Thesis. University of West Bohemia. Faculty of Economics. Department of Geography. Pilsen. 64 p.

Keywords: Apparent temperature, Wind Chill, Heat Index, Comfort Index, Pilsen

This bachelor thesis deals with Evaluation of the apparent temperature in public areas of the city of Pilsen. Wind Chill and Heat Index were chosen to evaluate the apparent temperature. Thesis has three parts. In the first part the thermal comfort mode is evaluated on the data of the school weather station Plzeň-Veleslavínova during years 2009-2017. Mode is evaluated by the Comfort Index, which classifies the air temperature, Wind Chill and Heat Index conditions into eight thermal comfort classes. It was found that climate of Pilsen is mostly cold. Thermal discomfort is more felt during the year due to cold than hot weather. In second part the apparent temperature of respondents is compared with the relevant index of the apparent temperature. The data was obtained by three experiments, which consisted of measuring meteorological elements and questioning. Experiments took place in different weather conditions. Apparent temperature of respondents was different from relevant index of the apparent temperature. The third part deals with the spatial aspects of apparent temperature in the center of Pilsen. The data was obtained by measuring meteorological elements. Higher values of apparent temperature were recorded during the summer in places that are exposed to sunlight most of the day or in locations where sunlight is reflected from artificial surfaces.

Obsah

1 Úvod	10
2 Cíle	11
3 Rozbor literatury	12
3.1 Městské klima	12
3.1.1 Tepelný ostrov města.....	13
3.1.2 Adaptace města na změnu klimatu	17
3.1.3 Klima města Plzně	18
3.2 Tepelný komfort	18
3.2.1 Termoregulace člověka	19
3.2.2 Faktory ovlivňující tepelný komfort	20
3.3 Pocitová teplota.....	22
3.3.1 Wind Chill	23
3.3.2 Heat Index	25
3.3.3 Comfort Index	26
4 Metodika	28
4.1 Metodika hodnocení režimu tepelného komfortu v roce	28
4.2 Metodika porovnání vnímané teploty lidí s indexy pocitové teploty	29
4.3 Metodika hodnocení prostorových aspektů pocitové teploty	32
4.3.1 Lokality měření.....	33
5 Výsledky.....	36
5.1 Režim tepelného komfortu na meteostanici Plzeň-Veleslavínova.....	36
5.2 Porovnání vnímané teploty lidí s indexy pocitové teploty	40
5.3 Prostorové aspekty pocitové teploty v Plzni	49

6 Diskuse.....	53
7 Závěr	56
Seznam tabulek, grafů a obrázků	58
Seznam použité literatury	60
Seznam příloh	
Příloha	

1 Úvod

Teplota vzduchu není ideálním ukazatelem pro to, jak danou teplotu lidský organismus cítí. Proto vznikl termín pocitová teplota. Při vysokých teplotách je pocitová teplota vyšší než teplota vzduchu vlivem vlhkosti vzduchu, při nízkých teplotách je pocitová teplota nižší vlivem rychlosti větru.

Předpovědi pocitové teploty jsou v našich zeměpisných šířkách poměrně výjimečné, vyskytují se především při extrémnějších projevech počasí, a to při velmi vysokých teplotách, velmi nízkých teplotách nebo silném větru. Právě při extrémnějších projevech počasí je důležité sledovat pocitovou teplotu. Extrémy teplot způsobují diskomfort vlivem horka (pocity nepříjemného tepla), případně diskomfort vlivem chladu (pocity nepříjemného chladu),

Změna klimatu přináší častější výskyt extrémních jevů. Předpokládá se snížená četnost chladných dní a nocí, zvýšení počtu horkých dní a nocí, prodloužení trvání horkých vln a zvýšení počtu a intenzity případů silných srážek, to vše v blízké i vzdálenější budoucnosti (Trnka a kol. 2016). V městském prostředí jsou extrémy v podobě horkých vln díky tepelnému ostrovu výraznější. Na veřejných prostranstvích města (náměstí, ulice, zeleň, parky, ...) lze očekávat různé hodnoty meteorologických prvků, a tedy i pocitové teploty.

V teoretické části se práce zabývá klimatem města, tepelným komfortem a pocitovou teplotou. V praktické části sleduje na datech meteorologické stanice Plzeň-Veleslavínova režim tepelného komfortu v roce. Dále v experimentu porovnává vnímanou teplotu lidí s naměřenými indexy pocitové teploty. Poslední část se věnuje rozdílům pocitové teploty na různých veřejných prostranstvích v centru města Plzně.

2 Cíle

Díky možnosti měření pocitové teploty a dalších meteorologických prvků přístrojem Kestrel 4000 a zaznamenaným datům indexů pocitové teploty na meteorologické stanici Plzeň-Veleslavínova lze pojmout hodnocení pocitové teploty více komplexně. Práce sleduje na datech meteostanice Plzeň-Veleslavínova režim tepelného komfortu v roce. V experimentu porovnává pocitovou teplotu naměřenou přístrojem Kestrel 4000 s vnímanou teplotou respondentů. Na základě měření jsou hodnoceny prostorové aspekty v centru města Plzně.

Pro práci byly stanoveny následující cíle:

1. Zjistit režim tepelného komfortu v roce na meteostanici Plzeň-Veleslavínova
2. Pomocí experimentu porovnat vnímání pocitové teploty lidí s indexy pocitové teploty na veřejných prostranstvích města Plzně
3. Zhodnotit prostorové aspekty pocitové teploty na veřejných prostranstvích v centru města Plzně

3 Rozbor literatury

Na základě provedené rešerše literatury věnující se urbánnímu klimatu a tepelnému komfortu uvádím obecnou charakteristiku městského klimatu a tepelného komfortu. Rozebírány jsou také vybrané indexy pocitové teploty a možnosti jejich využití.

3.1 Městské klima

Studium klimatu města patří stále k aktuálním tématům. Věnuje se mu urbánní klimatologie. Z pohledu mezoklimatologie se jedná o studium interakce města s okolím. Urbánní mikroklimatologie se podílí na studiu městských částí (náměstí, ulice, parky, klima uzavřených prostor aj.) a zasahuje až do problematiky humánní bioklimatologie (Vysoudil 2014).

Na světě roste podíl městského obyvatelstva. Zatímco v roce 1950 žilo ve městech 30 % světové populace, v roce 2014 již míra urbanizace dosahovala 54 %. Výhled do roku 2050 počítá s dvěma třetinami městské populace na světě. V České republice aktuálně dosahuje míra urbanizace 73 % (United Nations 2015). Vyšší podíl městského obyvatelstva vede k vyšší produkci tepelné energie, změnám aktivního povrchu a znečištění atmosféry. Vytvářejí tak specifické městské klima.

Městské klima je charakteristické pro odlišný režim meteorologických prvků než ve volné venkovní krajině. Odlišnosti režimu meteorologických prvků si všiml již Howard (1833). Na základě meteorologického měření od roku 1806 do roku 1830 prokázal, že střed města je teplejší než jeho okolí. Odlišnosti režimu meteorologických prvků oproti venkovské krajině popsal například Skalák a kol. (2015). Pro město jsou charakteristické vyšší roční průměry teplot vzduchu (až o 3 °C) i hodinové průměry (až o 12 °C), akumulace tepla, nižší vlhkost v létě přes den a vyšší přes noc, nižší průměrná rychlost větru, nižší viditelnost a vyšší dlouhodobé (tepelné) vyzařování povrchu. Dále je snížena evapotranspirace zhruba o 50 % a vyšší úhrn srážek.

K formování specifického městského klimatu přispívá několik faktorů. Patří mezi ně tepelné a radiační vlastnosti aktivních povrchů, které jsou rozhodující pro pohlcení a odraz krátkovlnného záření a vyzařování dlouhovlnného záření, nepropustný charakter aktivních povrchů, který způsobuje zvýšený odtok a sníženou možnost vsaku srážek a geometrické uspořádání aktivních povrchů, které zvyšuje jejich plochu a tím i pohlcování tepla. Dalším

faktorem je znečištění atmosféry, které může vést k vyššímu výskytu kondenzačních jader nad městem, a produkce odpadního tepla – topení, klimatizace nebo průmysl (Oke 1981).

Vyšší počet kondenzačních jader v kombinaci s častou termickou konvekcí nad tepelným ostrovem města a zvýšenou relativní vlhkostí vzduchu způsobenou emisemi vodní páry způsobuje ve městech vyšší úhrny srážek oproti venkovským oblastem (Vysoudil 2014). Vznikají především kupovité oblaky. V zimě v průmyslových oblastech může docházet k průmyslovému sněžení. Vzniká v nočních hodinách v nízké oblačnosti (stratus). Předpokladem pro průmyslové sněžení je vysoká vlhkost vzduchu, bezvětří a nízké teploty. Průmyslové komíny produkují nasycený a teplý vzduch. V nízké oblačnosti vznikají drobné sněhové vločky, které padají k zemi (ČMeS 2017). V České republice se tento jev objevuje především ve větších průmyslových městech, například v Plzni nebo v Ostravě.

Rozhodujícím faktorem pro formování městského klimatu je ovšem charakter aktivního povrchu (Oke 1997). Aktivní povrch je ve městě několikanásobně větší než ve volné krajině, protože je tvořen i stěnami a střechami budov, komunikacemi s asfaltovým nebo betonovým povrchem, zelenými plochami apod. (Vysoudil 1997).

3.1.1 Tepelný ostrov města

Tepelným ostrovem je „oblast zvýšené teploty vzduchu v mezní a přízemní vrstvě atmosféry nad městem nebo průmyslovou aglomerací ve srovnání s venkovským okolím (ČMeS 2017)“. Intenzita tepelného ostrova (velikost rozdílu teploty ve městě a okolí) není během dne konstantní. Narůstá po západu slunce, kdy je ohřívána přízemní vrstva atmosféry aktivními, především umělými povrchy. Maxima obvykle dosáhne před východem slunce při radiačním typu počasí. Intenzita tepelného ostrova záleží na roční době, charakteru počasí a na vlastnostech a rozložení aktivních povrchů ve městě (Dobrovolný 2012).

Umělé povrchy mají poměrně značnou tepelnou kapacitu. Během pozitivní energetické bilance (den) dochází k pohlcování tepla a následně během negativní energetické bilance (noc) naopak k uvolňování tepla (Středová a kol. 2011). Uvolňování tepla vede k vyšším nočním teplotám. Díky tomu se zvyšuje počet tropických nocí, tedy noci, kdy neklesne teplota vzduchu pod 20 °C.

Z radiačních vlastností je důležité především albedo. Albedo označuje poměr mezi množstvím odraženého záření a celkového dopadajícího záření (Vysoudil 2014). Čím je albedo vyšší, tím

se více energie od povrchu odrazí. Nejčastěji se udává v %. Větší část dopadajícího slunečního záření je ve městě absorbována (Dobrovolný 2012). Příklady hodnot albeda jsou uvedené v tab. 1. Nejvyššího albeda dosahuje z uvedených materiálů bílá omítka. Obecně je albedo zastavěných oblastí o 15 % nižší než albedo přirozených povrchů (Hewitt, Jackson 2009).

Tab. 1: Porovnání typických hodnot albeda pro urbánní a rurální prostředí

Materiál	Albedo
Asfalt	5–20 %
Beton	30 %
Bílá omítka	93 %
Červená cihla	30 %
Půda vlhká – suchá	5–40 %
Tráva dlouhá – krátká	16–26 %
Les listnatý	15–25 %
Les jehličnatý	10–15 %

Zdroj: Dobrovolný (2012)

Dalším faktorem ovlivňujícím tepelný ostrov města je geometrie města, která odkazuje na rozměry a rozestupy budov ve městě (EPA 2008). Zvýšení celkové plochy aktivních povrchů vede k vyšší akumulaci tepla. Dochází k vyššímu odrazu a rozptylu slunečních paprsků. Díky tomu se pohltí více sluneční energie a ta je pak ve formě tepla vyzařována zpět do ovzduší při negativní energetické bilanci (Žák 2011). Do určitých prostor přímé sluneční záření nedopadá. Uzavřené prostory mezi budovami vedou k omezení dlouhodobého vyzařování v nočních hodinách a tím i ke snížení ztrát tepla (Středová a kol. 2011). V prostředí městské zástavby je snížena rychlost větru, čímž dochází k potlačení efektu ochlazení pomocí konvekce. Výsledkem může být slabší pokles nočních teplot v hustě zastavěných částech města oproti venkovské krajině (Dobrovolný 2012). Například Žák (2011) tvrdí, že teplotní rozdíly v nočních hodinách mohou v českých městech dosahovat 2–3 °C, ale třeba v asijských velkoměstech to může být i 12 °C.

Dalším faktorem přispívající k oteplování měst je nepropustný charakter aktivních povrchů, který způsobuje zvýšený odtok a sníženou možnost vsaku srážek. Velký podíl nepropustných

povrchů vede ke snížení evapotranspirace a následně se snižuje i latentní tok tepla (Dobrovolný 2012).

Vedle výše uvedených faktorů se na zvýšené teplotě ve městech podílí odpadní teplo.

Oke (2006) rozlišuje podle mechanismu formování tepelného ostrova tzv. atmosférický tepelný ostrov (AUHI – Atmospheric Urban Heat Island) a povrchový tepelný ostrov (SUHI – Surface Urban Heat Island). Povrchem se rozumí aktivní povrch, kde dochází k transformaci zářivé energie v jiné druhy energie, především tepelnou.

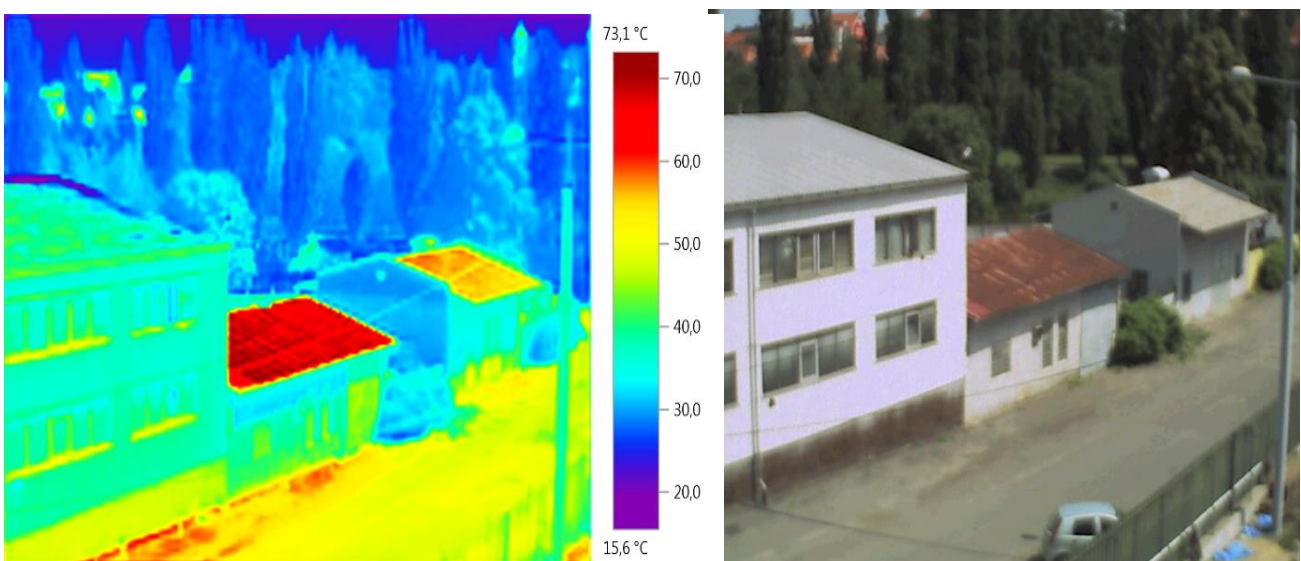
Na atmosférický tepelný ostrov města můžeme nahlížet z pohledu mezoklimatologie, kdy nahlížíme na AUHI jako tepelný ostrov mezní vrstvy atmosféry. Mezní vrstvou atmosféry se rozumí ta část atmosféry, kde hodnoty meteorologických prvků jsou ovlivněny zemským povrchem. V prostředí městské zástavby je mezní vrstva nejmocnější díky větší drsnosti povrchu. Druhou možností je náhled mikroklimatologie, kdy nahlížíme na AUHI jako tepelný ostrov přízemní vrstvy atmosféry (Středová a kol. 2011). Pro hodnocení AUHI se využívají data z městských a příměstských meteostanic, případně mobilních stanic.

Povrchový tepelný ostrov města (SUHI) se týká teploty přirozených i umělých povrchů. Je definován jako kladná teplotní anomálie aktivních povrchů v prostoru městské zástavby vůči přirozeným povrchům venkovské krajiny. K charakterizování povrchového tepelného ostrova lze využít poznatku, že množství emitovaného záření v termální části elektromagnetického spektra je nositelem informace o teplotních poměrech studovaného území (Středová a kol. 2011). Pro hodnocení SUHI se používá satelitní měření, letecké snímkování povrchu, dron nebo ruční termální kamera.

Teploty aktivních povrchů přímo ovlivňují teplotní poměry mezní a přízemní vrstvy. Středa a kol. (2011) zjišťoval teplotu povrchu asfaltové plochy a přilehlé vrstvy atmosféry ve srovnání s měřením na klimatologické stanici za standardních podmínek. V tropickém dnu byla naměřena teplota asfaltového povrchu 59,6 °C, v 5 centimetrech nad zemí byla naměřena teplota vzduchu 35,3 °C a ve 2 metrech 31,9 °C. V jiném tropickém dnu byly porovnávány povrchové teploty asfaltu a teplota vzduchu. Při maximální povrchové teplotě asfaltu 72,4 °C byla teplota vzduchu o 39,4 °C nižší. Za předpokladu „průměrného dne“ (uměle vytvořeno zprůměrováním dat z celého období měření v roce 2010) bylo regresní rovnicí naznačeno, že

při modelové teplotě vzduchu 30 °C a solární radiaci 700 W · m⁻² je teplota vzduchu 5 cm nad asfaltovým povrchem 35,6 °C.

V rámci projektu UrbanAdapt (2017) bylo provedeno letní i zimní termální snímkování města Brna. Mezi zajímavé výsledky patří snímky Masarykova okruhu. Asfaltový povrch okruhu byl v létě rozpálen na 50 °C, zatímco okolní les byl až o 20 °C chladnější. Při zimním nočním měření se jevil naopak teplejší okolní les díky schopnosti stromů udržet teplo dodané sluncem během dne. Zajímavostí byl také rozdíl povrchových teplot fotbalových hřišť s umělým a travnatým povrchem. Umělý trávník vykazoval vyšší teplotu až o 15 °C.



Obr. 1: Srovnání povrchových teplot v Depu 2015 v Plzni ze dne 14.08.2016

Zdroj: ENVIC (2016)

Termogram z Plzně (ENVIC 2016) pochází z areálu Depa 2015 a ukazuje povrchové teploty aktivních povrchů zeleně, střech, asfaltu a stěn. Je patrné, že střecha prostřední budovy má nejvyšší povrchovou teplotu, dokonce nad 70 °C. Přilehlá zeď dosahuje teplot kolem 30 °C. Asfalt má povrchovou teplotu zhruba 50 °C.

Pro obyvatele města znamená tepelný ostrov města snížení počtu diskomfortních dní vlivem chladu, menší počet ledových a mrazových dní a snížení spotřeby energie na vytápění v zimě. Na druhou stranu znamená tepelný ostrov delší vlny horka v létě, zkrácení doby tepelného komfortu v noci, zvýšení tepelné zátěže a nárůst zdravotnických rizik pro seniory a děti. Díky tepelnému ostrovu je dále méně vhodný pobyt venku během léta, zvyšuje se spotřeba elektřiny v létě díky klimatizaci. V důsledku globální změny klimatu se očekává vyšší nárůst teploty ve městech, který prohloubí dopady tepelného ostrova na obyvatelstvo (Žák 2017).

Klíčovými kroky pro úspěšné přizpůsobení se probíhajícím a očekávaným dopadům změny klimatu ve městech jsou vhodná adaptační opatření (UrbanAdapt 2015a).

3.1.2 Adaptační opatření města na změnu klimatu

Adaptační opatření města na změnu klimatu je definována jako „schopnost urbánního systému přizpůsobit se změně klimatu (včetně extrémních jevů a variability klimatu), zmírnit potenciální škody, využít příležitosti nebo řešit následky“ (UrbanAdapt 2015a). Adaptační opatření zahrnují šedá (stavební a technická opatření), zelená a modrá opatření (ekosystémové přístupy), případně i změny chování lidí.

Šedá infrastruktura zahrnuje především fyzická opatření a stavební úpravy či konstrukce, které mají za úkol chránit budovy a infrastrukturu nebo posílit jejich odolnost vůči extrémním jevům počasí (Adaptační opatření sídel na změnu klimatu 2015). Mezi adaptační opatření šedé infrastruktury patří například vnější stínění oken pomocí okenic či žaluzií a používání stavebních materiálů s co nejlepšími tepelnými vlastnostmi a použití takových materiálů, které pohlcují méně záření (Žák 2017).

Zelená a modrá infrastruktura zahrnuje prostorové specifické přírodní a přírodě blízké oblasti. (UrbanAdapt 2015b). Zeleň a vodní prvky městských parků mají pozitivní účinky na klima města a vytvářejí příznivé sociální a kulturní prostředí pro život (Kopp 2017). Příklady zelené a modré infrastruktury, které vedou ke zmírnění vln horka, jsou zvětšování zelených ploch ve městech, zelené střechy, zelené fasády a vodní plochy (UrbanAdapt 2015a).

Rostlinný kryt působí díky evapotranspiraci jako aktivní chladicí činitel. Napomáhá vyrovnávání teplotních rozdílů v prostředí a v noci zabraňuje rychlejšímu vyzařování (Šerá 2015). Je zvýšena retence srážek (Žák 2017). Aplikace zelených střech a stěn vede ke změně albeda povrchu a může mít pozitivní vliv nejenom na mikroúrovni, ale v celém městském měřítku (Susca a kol. 2011). Snižují teplotu vzduchu, zachytávají prachové částice a zlepšují retenci srážek.

Stromy zastiňují prostor pod sebou. Díky tomu nedochází k nadměrnému prohřívání tohoto prostoru a ovlivňují mikroklima okolního prostoru (Lehmann a kol. 2014). Chladicí efekt stromů, popřípadě skupiny stromů, působí zhruba do vzdálenosti 80 metrů. Ochladzuje okolí především ve dne a při slunečném počasí. Noční minimum může být ovšem vyšší než v okolí (Žák 2017). Dalšími environmentálními funkcemi zelené infrastruktury je produkování kyslíku,

zachytávání pevných částic (prachu), případně snížení hlučnosti (Šerá 2015). Kromě environmentální funkce má zeleň i funkci rekreační. Zeleň má pozitivní vliv na lidské zdraví a duševní pohodu, snižuje negativní vlivy pracovního stresu, snižuje mentální únavu a navozuje pocit pohody (Harting 2006).

3.1.3 Klima města Plzně

Podnebí Plzně lze označit jako mírně teplé. Plzeňská kotlina je obklopena ze všech stran vyššími polohami, proto se zde často vyskytují na podzim a v zimě mlhy nebo nízká oblačnost. Při nízké oblačnosti v centru Plzně panuje chladné a mlhavé počasí, výše položené městské části Bory nebo Lochotín mohou být již nad hranicí inverze, a proto se zde již mlha nemusí vyskytovat. Plzeňská kotlina leží v srážkovém stínu Šumavy a Českého lesa, průměrný úhrn srážek je nejnižší v celém Plzeňském kraji (Matušková, Novotná 2007).

Chod meteorologických prvků sledují v Plzni profesionální i školní meteorologické a klimatologické stanice. Český hydrometeorologický ústav provozuje meteorologickou stanici Plzeň-Mikulka a klimatologickou stanici Plzeň-Bolevec, Západočeská univerzita školní meteorologické stanice Plzeň-Bory a Plzeň-Veleslavínova. Naměřené hodnoty mezi stanicemi se liší kvůli technickému vybavení, ale zejména v důsledku topoklimatické polohy. Technické vybavení zmíněných školních meteorostanic neovlivňuje měření teplot a vlhkosti tak výrazně jako topoklimatická poloha (Vacík, Kopp 2012).

Pro období 1971–2000 byla průměrná lednová teplota $-1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, červencová $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Matušková, Novotná 2007), pro období 2006–2015 dosahuje průměrná lednová teplota $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, červencová $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, lze tedy pozorovat obecný nárůst teplot. Průměrná roční teplota pro období 2006–2015 na stanici Plzeň-Mikulka byla $9,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, roční úhrn srážek byl $541,8\text{ mm}$ (Kopp a kol. 2017).

3.2 Tepelný komfort

Na organismus člověka působí řada faktorů. Je tedy vhodné, aby byl člověk v co největší tepelné pohodě (tepelném komfortu). Tepelný komfort je dosažení takových tepelných poměrů, že se člověk cítí příjemně. Není mu ani chladno, ani příliš teplo. Dle Matouška (1988) vzniká tepelný komfort tehdy, když tvorba a výdej tepla z organismu jsou v rovnováze při minimu termoregulačních dějů (schopnost organismu udržovat stálou optimální tělesnou

teplotu). Pokud je člověku nepříjemně chladno, pociťuje diskomfort vlivem chladu, pokud nepříjemně teplo, pociťuje diskomfort vlivem horka.

Tepelný komfort lze sledovat v místnostech, v dopravě, ale i ve venkovním prostředí. Ve venkovním prostředí závisí především na fyziologii člověka a tepelné rovnováze lidského těla (Höppe 2002). Tepelný komfort ve městech je předmětem zájmu urbanistů, biometeorologů a klimatologů.

3.2.1 Termoregulace člověka

Člověk je teplokrevný organismus, jehož teplota je řízena z hypotalamu (část mozku mezi hemisférami) a udržuje vnitřní teplotu mezi 36–37 °C i přes velké výkyvy vnějšího prostředí. Konstantní teplotu vykazuje pouze tepelné jádro, čímž je myšlena centrální část těla, tedy orgány hlavy a trupu. Kůže, podkoží a končetiny nazýváme tepelnou slupkou. Slupka má nestálou a obvykle nižší teplotu než jádro a slouží jako tepelný nárazník vůči změnám teploty vnějšího prostředí (Matoušek 1988).

Lidské tělo je nepřetržitým zdrojem tepla. Je produkováno na základě biologických procesů v těle (bazální metabolismus). Hlavním biologickým procesem je „spalování pohonné látky“, tedy potravy. Teplo se může tvořit i svalovou činností. Při konání práce se v lidském těle uvolňuje energie, která se spotřebuje na fyzickou činnost a teplo (svalový metabolismus) (Centnerová 2001). Člověk teplo nejen vyrábí, ale i přijímá, a to ze slunečního záření a radiace předmětů v okolním prostředí (Matoušek 1988).

Teplo je z těla odváděno radiací (vyzařování infračerveného záření; ztráta 2/3 tepla), kondukcí (styk těla s chladnějším vzduchem nebo předměty), konvekcí (odvod tepla do vzduchu kolem těla, vzduch ohřátý přívodem tepla z kůže se stává lehčím a stoupá vzhůru) a evaporací (odpařováním) (Matoušek 1988).

Pokud se teplo odváděné z těla rovná teplotě získanému, hovoříme o tepelném komfortu. Pokud je odváděné teplo vyšší než teplo získané, je člověku zima, při nižším odváděném teplotě oproti získanému teplotě naopak horko.

Na teplé prostředí tělo člověka reaguje pomocí podkožních cév, které se rozšiřují a zvyšují zásobování pokožky krví. Díky zvýšené teplotě pokožky je odváděno teplo z těla. Pokud není obnovena tepelná rovnováha, začne probíhat proces ochlazování pomocí pocení. Pokud ani

následně nelze obnovit tepelná rovnováha, dochází k přehřívání organismu. Příznaky jsou bolest hlavy, nevolnost, slabost, zrychlený tep nebo krátký dech (Centnerová 2000; Auliciems, Szokolay 1997).

Na chladné prostředí tělo člověka reaguje snížením podkožní cirkulace krve, což vede ke snížení teploty pokožky. Následně se snižují tepelné ztráty člověka. Proces bývá provázen husí kůží, která způsobuje lepší tepelnou izolaci. Při neúčinnosti tohoto procesu nastupuje svalové napětí a třes, který zvyšuje tepelnou produkci těla. Končetiny, prsty u nohou i u rukou nebo ušní lalůčky mohou mít nedostatek krve a jejich teplota může poklesnout i pod 20 °C. V některých případech mohou omrznout pro zachování vnitřní teploty těla. Při nezajištění tepelné rovnováhy dochází k podchlazení lidského organismu (Centnerová 2000; Auliciems, Szokolay 1997).

3.2.2 Faktory ovlivňující tepelný komfort

Faktory ovlivňující tepelný komfort lze rozlišit do dvou skupin, a to osobní faktory a faktory prostředí.

a) Osobní faktory

Tvorba tělesného tepla, známého jako metabolické teplo (bazální metabolismus + svalový metabolismus), závisí na řadě faktorů. Vliv má především pohyb, velikost povrchu těla, hmotnost, výška, tělesná teplota, pohlaví, strava, emoce aj. Hodnota bazálního metabolismu je vztažena na 1 m² povrchu těla, protože výměna tepla se uskutečňuje právě na povrchu těla. Nejvyšších hodnot dosahuje bazální metabolismus v dětském věku. Muži mají mírně vyšší bazální metabolismus než ženy stejného věku. Příjem potravy bazální metabolismus stimuluje, hladovění naopak snižuje (Matoušek 1988).

Přenos tepla ovlivňují také tepelné parametry oděvu. Oblečení plní funkci izolantu mezi pokožkou člověka a okolním vzduchem. Pro hodnocení tepelného komfortu oděvu se používá izolace oblečení s jednotkou 1 clo. Pro nahého člověka je izolace oblečení rovna nule. 1 clo představuje tepelný odpor $I = 0,155 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ (Centnerová 2001). Hodnota 1 clo odpovídá běžnému bavlněnému obleku se spodním prádlem (Auliciems, Szokolay 1997). Každý druh oblečení má jiný tepelný odpor, pro zjištění celkového tepelného odporu oděvu se hodnoty tepelného odporu jednotlivých druhů oblečení sčítají.

Tab. 2: Tepelný odpor vybraných druhů oblečení dle ČSN ISO 7730

Oblečení	Tepelný odpor oblečení (clo)
Slipy	0,03
Kalhotky a podprsenka	0,03
Ponožky	0,02
Nátělník	0,04
Tričko s krátkým rukávem	0,09
Tričko s dlouhým rukávem	0,12
Košile s krátkými rukávy	0,15
Lehká košile s dlouhými rukávy	0,20
Normální košile s dlouhými rukávy	0,25
Lehká halenka s dlouhými rukávy	0,15
Kalhoty normální	0,25
Svetr	0,28
Sako	0,35

Zdroj: Centnerová (2001)

b) Faktory prostředí

Tepelný komfort člověka také ovlivňuje mikroklima daného prostředí. Základním faktorem prostředí ovlivňujícím tepelnou pohodu je teplota vzduchu (°C).

Dalším významným faktorem, zvláště v městském klimatu, je průměrná radiační teplota (°C). V otevřených prostorech dochází k radiační výměně tepla mezi lidským tělem a jeho okolním prostředím. Člověk přijímá přímé sluneční záření, difúzní sluneční záření, odražené sluneční záření, infračervené záření z nebe a infračervené záření z okolí (Barakat a kol. 2017). V městském klimatu dochází k vyššímu odrazu a rozptylu slunečních paprsků. Zvýšení celkové plochy aktivních povrchů vede k vyšší akumulaci tepla a zpětnému vyzařování do atmosféry.

Dalším činitelem je rychlost větru ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$). Ovlivňuje výdej tepla evaporací, kondukcí a konvekcí. Za bezvětří je nad pokožkou tzv. obalová vrstva 4 až 8 mm silná, která je nasycena vodní parou, nedochází v ní ke konvekci a zabraňuje odpařování potu. Tato vrstva je při rychlosti větru $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ztenčena na 0,3 mm. Proto má vítr většinou chladící účinek (podmínkou je teplota

vzduchu nižší než 36 °C, při vyšších teplotách je tělu teplo přiváděno) (Matoušek 1988). Z kombinace teploty vzduchu a větru vychází ukazatel pocitové teploty Wind Chill (kap. 3.3.1).

Důležitým faktorem ovlivňujícím tepelný komfort je vlhkost vzduchu. Při určité teplotě pokles vlhkosti zvyšuje evaporaci potu a tím i ochlazování organismu, v důsledku čehož se člověk cítí chladněji a až do určitého limitu komfortněji (Jokl, Malý 2009). Naopak vyšší hodnoty vlhkosti při určité teplotě omezují evaporaci potu a má tepelný účinek. Z kombinace teploty vzduchu a vlhkosti vzduchu vychází ukazatel pocitové teploty Heat Index (kap. 3.3.2).

Tepelná citlivost je také ovlivněna adaptací na dané klima. Pro lidi žijící v horkém klimatu jsou vyšší teploty komfortnější než pro lidi žijící v chladném klimatu (Bureau of Meteorology 2010).

3.3 Pocitová teplota

Teplota vzduchu, kterou naměříme na teploměru, nám nedává ucelený přehled o tom, jak náš organismus bude vnímat onu teplotu. Je to dáno mnoha faktory (viz kap. 3.2.2). Proto je zaváděn termín pocitová teplota. Neexistuje ovšem jednotný vzorec, nýbrž řada ukazatelů. Některé indexy pocitové teploty jsou vhodné pouze pro určitou část roku a zanedbávají některé faktory.

Mnohé z ukazatelů pocitové teploty jsou založeny na empirickém výzkumu. Tyto ukazatele nejsou stanoveny na základě fyziologie člověka, ale na základě projevů diskomfortu (míry nemocnosti, úmrtnosti, subjektivního hodnocení dostatečně rozsáhlého vzorku cílové skupiny) a jejich vazbě na vývoj měřených nebo pozorovaných meteorologických charakteristik (Novák 2007). Mezi ně patří indexy Wind Chill a Heat Index (viz kap. 3.3.1 a 3.3.2).

Jiné indexy jsou založené na tepelné bilanci povrchu lidského těla. Z těch nejpoužívanějších jmenujme fyziologickou ekvivalentní teplotu PET. Uvažuje celkový účinek teploty vzduchu, rychlosti větru, vlhkosti vzduchu a toků radiace a současně umožňuje kombinaci s energetickou bilancí člověka, tedy vliv oblečení, pohlaví, výšky apod. (Skalák a kol. 2015). Ukazatel PET byl například využit pro porovnání venkovského a městského klimatu v Maďarsku (Gulyas a kol. 2009), pro hodnocení vln horka a chladu v Srbsku (Basarin a kol. 2016) nebo ke znázornění změny klimatu v Německu (Matzarakis, Endler 2010).

Pro hodnocení pocitové teploty v Plzni jsou v této práci využity indexy Wind Chill a Heat Index.

3.3.1 Wind Chill

Ukazatel Wind Chill („chlad větru“) používá k určení pocitové teploty rychlost větru a teplotu vzduchu. V blízkosti pokožky se nachází obalová vrstva teplého vzduchu, která je při silnějším větru zeslabena. Dochází tedy k tepelným ztrátám a více pociťujeme chlad. Chlad více pociťujeme při nižší teplotě vzduchu a vyšší rychlosti větru.

Wind Chill byl vypočten pro holou tvář obrácenou k větru při průměrné rychlosti chůze člověka $1,37 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Mohan a kol. 2014). Vypočítává rychlost větru v průměrné výšce 1,52 m (typická výška lidské tváře) na základě údajů z anemometru. Zahrnuje teorii přenosu tepla během chladných a větrných dnů založené na tepelných ztrátách z těla do okolí. Používá jednotný standard pro odolnost kožních tkání. V úvahu nebere dopadající sluneční záření. Wind Chill je nadefinován pouze pro teploty vzduchu nižší než $10 \text{ }^\circ\text{C}$ (včetně) a rychlosti větru vyšší než $1,37 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (National Weather Service 2017a).

V současnosti se používá vylepšený výpočet indexu z roku 2001 (Osczevski, Bluestein 2005).

$$WC = 13,12 + 0,6215 * T - 11,37 * v^{0,16} + 0,3965 * T * v^{0,16}$$

WC ... ukazatel pocitové teploty Wind Chill [$^\circ\text{C}$]

T ... teplota vzduchu [$^\circ\text{C}$]

v ... rychlost větru měřený v 10 m nad zemí (standartní výška anemometru) [$\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$]

Příklad: Při teplotě vzduchu $0 \text{ }^\circ\text{C}$ a rychlosti větru $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dosahuje Wind Chill zhruba $-5 \text{ }^\circ\text{C}$.

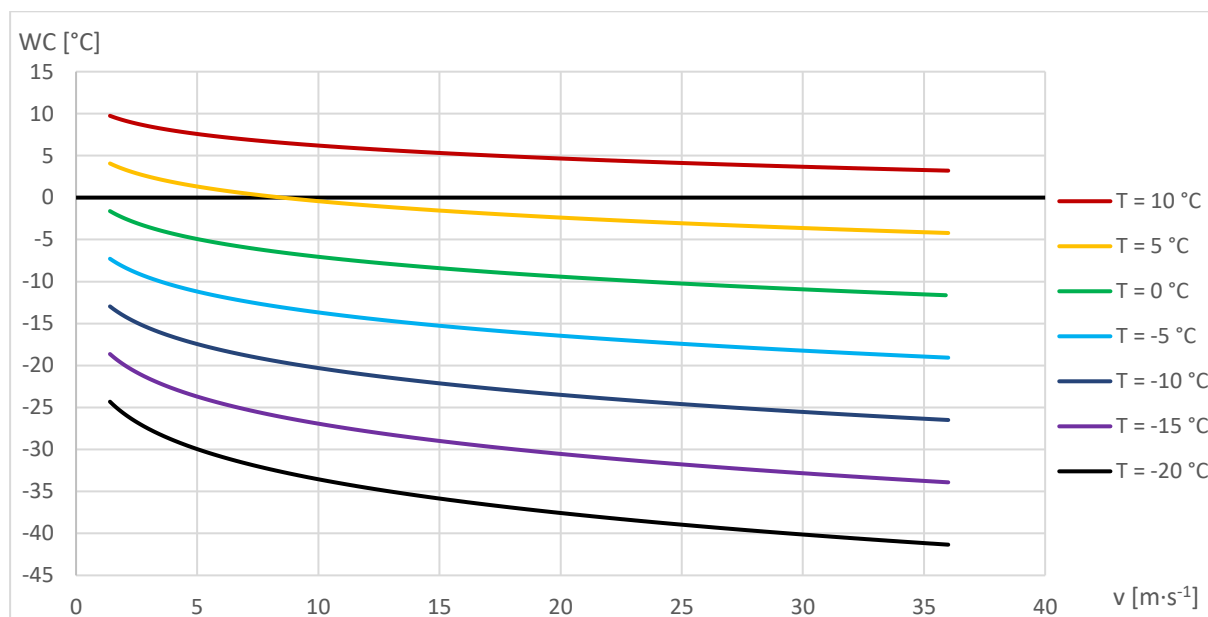
Další hodnoty Wind Chillu lze vyčíst z tab. 3 nebo z grafu 1.

Tab. 3: Wind Chill

		Air Temperature (°C)												
		10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
Wind Speed (km h ⁻¹)	Calm													
	10	9	3	-3	9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57	-63
	15	8	2	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-48	-54	-60	-66
	20	7	1	-5	-12	-18	-24	-31	-37	-43	-49	-56	-62	-68
	25	7	1	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-45	-51	-57	-64	-70
	30	7	0	-7	-13	-19	-26	-33	-39	-46	-52	-59	-65	-72
	35	6	0	-7	-14	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60	-66	-73
	40	6	-1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-54	-61	-68	-74
	45	6	-1	-8	-15	-21	-28	-35	-42	-48	-55	-62	-69	-75
	50	6	-1	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63	-70	-76
	55	5	-2	-9	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-63	-70	-77
	60	5	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-43	-50	-57	-64	-71	-78
	70	5	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-59	-66	-73	-80
80	4	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-60	-67	-74	-81	

Zdroj: Osczevski, Bluestein (2005)

Poznámka: Stínování označuje teploty, při kterých může dojít k umrznutí



Graf 1: Wind Chill při konstantní teplotě vzduchu T a proměnné rychlosti větru v

Zdroj: Vlastní zpracování na základě rovnice Wind Chillu

Při Wind Chillu od 0 do -9 °C je mírně zvyšován diskomfort vlivem chladu. Teploty v intervalu od -10 do -27 °C jsou již pro člověka nekomfortní a při neadekvátním oblečení může hrozit podchlazení. V intervalu Wind Chillu -28 až -39 °C stoupá riziko podchlazení, navíc může exponovaná kůže zmrznout během 10–30 min. Při hodnotách Wind Chillu od -40 do -47 °C umrzá exponovaná kůže do 10 min, při hodnotách do -55 °C dokonce do 5 min. Nižší hodnoty

Wind Chllu znamenají extrémní nebezpečí, exponovaná kůže umrzá do 2 minut (Environment Canada 2014). Před mrazy je třeba se chránit přiměřeně teplým oblečením, proti prochladnutí pomáhá tělesný pohyb, jídlo a teplý nápoj.

3.3.2 Heat Index

Heat Index („index tepla“, „tepelný index“) používá k určení pocitové teploty vlhkost a teplotu vzduchu. Při vyšších teplotách vzduchu jsou omezeny tepelné ztráty z těla a dochází k aktivaci potních žláz. Pocení přenáší teplo z těla do okolního prostředí. V teplém a suchém dni se pot rychle vypaří a pokožka se ochlazuje. Vyšší vlhkosti vzduchu proces vypařování zpomaluje. Teplo je z těla odstraňováno při nižší rychlosti, to znamená, že tělo uchovává více tepla, než by to bylo v suchém vzduchu (Mohan, Bhati 2009).

Výpočet Heat Indexu byl proveden Lansem P. Rothfuszem v roce 1990. Rovnici získal vícenásobnou regresní analýzou. Analýza počítá s podmínkami teploty vzduchu a vlhkosti vzduchu znamenající Heat Index vyšší než 80 °F (27 °C) (National Weather Service 2014). Heat Index je nadefinován pro stinná místa se slabým větrem (National Weather Service 2017b).

$$HI = -42,379 + 2,04901523 * T + 10,14333127 * R - 0,22475541 * T * R - 6,83783 * 10^{-3} * T^2 - 5,481717 * 10^{-2} * R^2 + 1,22874 * 10^{-3} * T^2 * R + 8,5282 * 10^{-4} * T * R^2 - 1,99 * 10^{-6} * T^2 * R^2$$

HI ... ukazatel pocitové teploty Heat Index [°F]

T ... teplota vzduchu [°F]

R ... relativní vlhkost [%]

Pro dosažení hodnot v °C lze použít přepočít:

$$T[°C] = \frac{5}{9} * (T[°F] - 32)$$

Příklad: Při teplotě vzduchu 35 °C a relativní vlhkosti 70 % dosahuje Heat Index 52 °C. Další hodnoty lze vyčíst z tab. 4.

Tab. 4: Heat Index

		Teplota (°C)															
		27	28	29	30	31	32	33	34	35	37	38	39	40	41	42	43
Vlhkost (%)	40	27	27	28	29	31	33	34	36	38	41	43	46	48	51	54	58
	45	27	28	29	31	32	34	36	38	40	43	46	48	51	54	58	
	50	27	28	29	31	33	35	37	39	42	45	48	51	55	58		
	55	27	29	30	32	34	36	38	41	44	47	51	54	58			
	60	28	29	31	33	35	38	41	43	47	51	54	58				
	65	28	29	32	34	37	39	42	46	49	53	58					
	70	28	30	32	35	38	41	44	48	52	57						
	75	29	31	33	36	39	43	47	51	56							
	80	29	32	34	38	41	45	49	54								
	85	29	32	36	39	43	47	52	57								
	90	30	33	37	41	45	50	55									
	95	30	34	38	42	47	53										
	100	31	35	39	44	49	56										

Zdroj: In-počasí (2013)

Poznámka: Žlutá označuje opatrnost, sytě červená extrémní nebezpečí

Při hodnotách Heat Indexu od 80–90 °F (zhruba 27–32 °C) může dojít k únavě při fyzické aktivitě nebo dlouhé expozici na slunci. Interval 91–103 °F (33–39 °C) znamená již extrémní opatrnost, při dlouhé expozici na slunci nebo při fyzické aktivitě může dojít k úpalu, úžehu či svalovým křečím. Vyšší hodnoty již znamenají nebezpečí pro lidský organismus, stoupá pravděpodobnost úpalu, úžehu, svalových křečí či jiných problémů z horka. Hodnoty vyšší než 125 °F (52 °C) představují extrémní nebezpečí (National Weather Service 2017b). Při vyšších teplotách se doporučuje omezit tělesnou aktivitu, zvýšit konzumaci nealkoholických nápojů, nepobývat na přímém slunci v poledních a odpoledních hodinách, nevystavovat organismus nadměrně vysokým teplotám a přiměřeně se oblékat.

3.3.3 Comfort Index

Comfort Index („Index tepelného komfortu“, „Index tepelné pohody“), který byl definován na meteostanici Saskatchewan v Kanadě. Na rozdíl od předchozích indexů se nejedná o ukazatel vypočtený jako spojitá proměnná, nýbrž o kategorickou proměnnou vyjádřenou třídou tepelného komfortu. Comfort Index zařazuje podmínky na základě hodnot teploty vzduchu,

Heat Indexu a Wind Chillu do 8 tříd tepelného komfortu, od vážného nebezpečí diskomfortu vlivem chladu až k vážnému nebezpečí vlivem horka. Tuto klasifikaci lze využít pro hodnocení tepelných podmínek v jakoukoli roční dobu, ale i v průběhu celého roku (Mohan, Bhati 2009; Mohan a kol. 2014).

Tab. 5: Klasifikace Comfort Indexu

Třída	Kategorie komfortu	Stav
1	Vážné nebezpečí vlivem chladu	$WC \leq -35 \text{ } ^\circ\text{C}$
2	Extrémní diskomfort vlivem chladu	$-35 \text{ } ^\circ\text{C} < WC \leq -20 \text{ } ^\circ\text{C}$
3	Diskomfort vlivem chladu	$-20 \text{ } ^\circ\text{C} < WC \leq 0 \text{ } ^\circ\text{C}$
4	Chladno	$WC > 0 \text{ } ^\circ\text{C}$ a $T \leq 15 \text{ } ^\circ\text{C}$
5	Tepelný komfort	$15 \text{ } ^\circ\text{C} < T \leq 25 \text{ } ^\circ\text{C}$
6	Teplo	$25 \text{ } ^\circ\text{C} < T \leq 32 \text{ } ^\circ\text{C}$
7	Diskomfort vlivem horka	$T > 32 \text{ } ^\circ\text{C}$ a $HI \leq 38 \text{ } ^\circ\text{C}$
8	Vážné nebezpečí vlivem horka	$HI > 38 \text{ } ^\circ\text{C}$

Zdroj: Upraveno dle Mohan a kol. (2014)

Vysvětlivky: WC ... Wind Chill, T ... Teplota vzduchu, HI ... Heat Index

Poznámka: Třída 4 byla změněna z původního $0 \text{ } ^\circ\text{C} < T \leq 15 \text{ } ^\circ\text{C}$ na $WC > 0 \text{ } ^\circ\text{C}$, $T \leq 15 \text{ } ^\circ\text{C}$. Při původní kategorizaci mohou naměřené údaje spadat do třídy 3 i 4. Například při teplotě vzduchu $1 \text{ } ^\circ\text{C}$ a rychlosti větru $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dosahuje pocitová teplota již $-1,3 \text{ } ^\circ\text{C}$. Změna eliminuje tento problém, naměřené údaje vždy patří pouze do jedné třídy tepelného komfortu.

Mohan a kol. (2014) využil tuto kategorizaci pro hodnocení tepelného komfortu v indických městech Chennai, Hyderabad, Mumbai, Kolkata a Delhi, která leží dle Alisova v subekvatoriálním klimatu. Ve všech zmíněných městech se vyskytují teploty znamenající chladno, tepelný komfort, teplo, diskomfort vlivem horka a vážné nebezpečí vlivem horka. Nejvíce tepelně komfortních hodin má Hyderabad (28,9 %), Kolkata (28,7 %) a Delhi (26,3 %). Vysoce zastoupeny jsou rovněž kategorie „diskomfort vlivem horka“ a „vážné nebezpečí vlivem horka“. Zatímco v Hyderabadu je 18,6 % hodin v roce tepelně diskomfortních a 2,2 % hodin v roce nebezpečných vlivem horka, v Kolkatě je 19,5 % hodin tepelně diskomfortních a 13,7 % nebezpečných vlivem horka a v Delhi je 21,7 % hodin tepelně diskomfortních a 12,9 % nebezpečných vlivem horka.

4 Metodika

V této kapitole uvádím metodiky dílčích částí této práce. Je zde uváděn postup sběru dat, jejich utřídění a vyhodnocení. Pro práci jsou použita primární i sekundární data.

4.1 Metodika hodnocení režimu tepelného komfortu v roce

Pro hodnocení režimu tepelného komfortu v roce byla využita sekundární data zaznamenaná na školní meteostanici ZČU Plzeň-Veleslavínova. K hodnocení byl zvolen ukazatel Comfort Index, který zařazuje hodnoty teploty vzduchu, Heat Indexu a Wind Chillu do osmi tříd tepelného komfortu.

Meteostanice Plzeň-Veleslavínova Vantage Pro 2™ byla nainstalována na dvoře budovy Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v říjnu 2008. Od listopadu 2008 zaznamenává v třicetiminutových intervalech meteorologická data. Měří všechny základní meteorologické veličiny, například teplotu vzduchu, relativní vlhkost vzduchu, rychlost a směr větru. Zaznamenává také vypočtené hodnoty indexů pocitové teploty, konkrétně Wind Chillu a Heat Indexu.

Meteostanice Plzeň-Veleslavínova zaznamenala během devíti let několik krátkodobých i dlouhodobých výpadků. Některé měsíce stanice vůbec nezaznamenávala, v některých chybí pouze několik dat. Z tab. 6 lze vyčíst počet dostupných dat v jednotlivých měsících za období 2009–2017.

Tab. 6: Počet časových záznamů dat z meteostanice Plzeň-Veleslavínova

Měsíc	Dostupné záznamy	Teoretické množství záznamů	% dostupných záznamů
Leden	11 957	13 392	89,28 %
Únor	10 417	12 192	85,44 %
Březen	12 512	13 374	93,55 %
Duben	10 677	12 960	82,38 %
Květen	12 367	13 392	92,35 %
Červen	12 056	12 960	93,02 %
Červenec	9 124	13 392	68,13 %
Srpen	11 205	13 392	83,67 %
Září	10 894	12 960	84,06 %
Říjen	9 817	13 392	73,30 %
Listopad	10 848	12 960	83,70 %
Prosinec	11 125	13 392	83,07 %
Celkem	132 999	157 758	84,31 %

Zdroj: Vlastní zpracování dat

Pro hodnocení režimu tepelného komfortu v roce byla využita data o teplotě vzduchu, Wind Chillu a Heat Indexu, která byla zaznamenána na meteostanici Plzeň-Veleslavínova od roku 2009 do roku 2017. Hodnoty těchto ukazatelů byly zařazeny do příslušné třídy Comfort Indexu.

Pro hodnocení celkového režimu Comfort Indexu v roce za období 2009–2017 byla využita veškerá dostupná data. Absence dat v daných měsících není graficky znázorněna, v poznámce u grafu je nicméně uvedeno, z kolika % dat se graf skládá.

4.2 Metodika porovnání vnímané teploty lidí s indexy pocitové teploty

Pro porovnání vnímané teploty lidí s indexy pocitové teploty byla použita primární data, která byla získána v rámci experimentu. Indexy pocitové teploty a jiné meteorologické prvky byly naměřeny přístrojem Kestrel 4000. Data o vnímané teplotě lidí byla získána dotazováním náhodně vybraných respondentů. Experiment se odehrával na veřejných prostranstvích města Plzně a konal se 27. června 2017, 15. srpna 2017 a 17. ledna 2018.

Kapesní meteopřístroj Kestrel 4000 disponuje všemi funkcemi pro monitorování počasí. Měří například teplotu vzduchu, rychlost větru, relativní vlhkost vzduchu, rosný bod a vypočítává indexy pocitové teploty Wind Chill a Heat Index. Pro meteorologické prvky je možné zvolit

imperiální i metrické jednotky. Naměřená data jsou ukládána do paměti v časovém horizontu určeném uživatelem, nebo je může uživatel ukládat ručně. Data mohou být graficky zobrazena přímo na přístroji nebo mohou být zkopírována do počítače přes Bluetooth či kabel (Kestrelmeters 2018).

Přesnost měření teploty vzduchu je ± 1 °C, u vlhkosti vzduchu a rychlosti větru ± 3 %, index pocitové teploty Wind Chill se může lišit o 2 °C a Heat Index o 3 °C (Nielsen-Kellerman 2015).

Experiment se skládal ze 2 částí – měření meteorologických prvků a dotazování. Kapesní meteopřístroj měřila meteorologické prvky zhruba 30 cm nad lavičkou (70 cm nad zemí). Meteopřístroj byl po celou dobu měření ve stínu. V letních měřeních zapisovala data automaticky po 10 minutách, v zimním měření zaznamenávala data po 20 sekundách vzhledem k očekávané vysoké proměnlivosti hodnot rychlosti větru a Wind Chillu.

Experiment se konal třikrát. 27. června 2017 od 7:00 do 14:00 u Západočeského muzea v těsné blízkosti zastávky MHD Muzeum (směr Černice a Sídliště Košutka). Zúčastnilo se ho 54 lidí. 15. srpna 2017 bylo měřeno a dotazováno mezi 11. a 17. hodinou v Kopeckého sadech před papírnickým U Branky, rozhovor poskytlo 32 lidí. 17. ledna 2018 probíhal experiment od 12 do 16 hodin v sadech Pětatřicátníků před budovou Právnické fakulty Západočeské univerzity, zúčastnilo se ho 35 lidí. Lokality Muzeum a Kopeckého sady byly vybrány kvůli stínu, který je poskytován vzrostlými stromy, lokalita v sadech Pětatřicátníků pro očekávané vyšší rychlosti větru.

Data o vnímané teplotě lidí byla získána dotazováním. Respondenti byli vybráni náhodně a zastavováni poblíž kapesního meteopřístroje (displej byl zakryt). Následně probíhal krátký rozhovor zabývající se sledováním předpovědi počasí, předpovědí teploty na daný den, oblíbenou roční dobou a neoblíbenými extrémy počasí. Poté byla respondentovi stručně vysvětlena problematika pocitové teploty a následně byla položena otázka na jeho vnímanou (pocitovou) teplotu. Důvodem, proč byl dotaz na vnímanou teplotu zařazen téměř na konec rozhovoru, byla aklimatizace na dané prostředí a aktuální povětrnostní situaci. Poslední dotaz se věnoval tomu, zda se respondent na daném veřejném prostranství v daný čas cítí tepelně komfortně. Odlišně probíhaly rozhovory 27. června 2017, kdy se zjišťovala spíše znalost indexů pocitové teploty. Z tohoto dne byla použita pouze data o průběhu meteorologických prvků na kapesní meteostanici a vnímané teploty jednotlivých lidí, informace o znalosti indexů nejsou ve výzkumu zahrnuty.

Na závěr byly zaznamenány informace o pohlaví, nejvyšším ukončeném vzdělání a věkové skupině, jiná osobní data nebyla vyžadována. Rovněž byl zapsán čas rozhovoru, aby bylo možné následně porovnat pocitovou teplotu lidí s daty naměřenými kapesným přístrojem. Dotazník je uveden v sekci Příloha.

Dle předpovědi počasí pro Českou republiku na 27. června 2017 měly noční a ranní teploty vzduchu klesnout na 15–11 °C, přes den měly dosáhnout 26–30 °C, na jihovýchodě až 33 °C. Ráno polojasno, odpoledne až oblačno, místy přeháňky a bouřky (Počasí ČT 2017a). Data z meteostanice Plzeň-Veleslavínova pro tento den chybějí. Na meteorologické stanici ČHMÚ Plzeň-Mikulka bylo naměřeno noční minimum teploty vzduchu 14 °C a denní maximum 20 °C. Úhrn srážek byl 4,1 mm (In-pocasí 2017). Je zřejmé, že na tento den nevyšla předpověď počasí pro západní Čechy, předpovídané nejvyšší teploty byly vyšší o 6 až 10 °C.

Podle předpovědi počasí pro Českou republiku na 15. srpna 2017 mělo být přes den jasno, odpoledne a večer měla v Čechách přibývat oblačnost. Teploty 25–29 °C, v Čechách výjimečně až 31 °C (Počasí ČT 2017c). V průběhu experimentu (11 až 17 hodin) dosahovala dle dat meteostanice Plzeň-Veleslavínova teplota vzduchu 23–31 °C, Heat Index 23–33 °C.

Poslední experiment probíhal dne 17. ledna 2018. Pro tento den byla předpovídaná teplota vzduchu -1 až 3 °C, průměrná rychlost větru 6 m·s⁻¹. Oblačno až zataženo, sněžení, v nižších polohách přecházející v déšť (Počasí ČT 2018). V průběhu experimentu (12 až 16 hodin) dosahovala dle dat meteostanice Plzeň-Veleslavínova teplota vzduchu 1–3 °C, Wind Chill 0–3 °C.

Získaná data o pocitové teplotě lidí byla porovnána s vhodným indexem pocitové teploty pro daný den. Pro červen byla zvolena teplota vzduchu (příliš vysoká teplota pro Wind Chill a příliš nízká teplota pro Heat Index – viz 3.3.1 a 3.3.2), pro srpen Heat Index a pro leden Wind Chill. Data byla utříděna do grafů.

Pro podrobnější hodnocení byl sestaven soubor absolutních odchylek vnímané teploty lidí od příslušného ukazatele pocitové teploty. Ve vzorku dat byl sledován jejich průměr a medián, jako ukazatel míry variability byla zvolena směrodatná odchylka. Sledovány byly rovněž extrémní hodnoty vzorku.

4.3 Metodika hodnocení prostorových aspektů pocitové teploty

Pro tuto část byla data získána pomocí terénního měření přístrojem Kestrel 4000 na veřejných prostranstvích v centru města Plzně. Lokality měření byly vybrány na základě odlišných vlastností – typu veřejného prostranství (náměstí, sady, ulice S-J, ulice Z-V, ostrůvek zastávky MHD), vzdálenosti od zástavby nebo povrchu. Všechny lokality se nacházely v centru Plzně, aby se daly obejít v co nejkratším čase. Díky tomu se naměřené hodnoty mohly mezi sebou porovnávat. Data z měření byla rovněž porovnána s daty meteostanice Plzeň-Veleslavínova.

Vzhledem k vzdálenosti jednotlivých lokalit bylo nutné pro relevantnost zvolit takový čas měření, kdy teplota vzduchu a pocitová teplota nevzroste ani neklesne o více než 0,1 °C. Uvedený aspekt výběru času měření byl předem posouzen na základě předpovědi počasí. Měřeno bylo ve výšce 1,5 m. Na jednotlivých lokalitách se měřilo šestkrát během 30 sekund, výsledná hodnota je aritmetickým průměrem těchto šesti dat.

Měření proběhlo ve velmi teplém slunečném dni a chladném větrném dni. V teplém dnu byla sledována teplota vzduchu, Heat Index a vlhkost vzduchu, v chladném větrném dnu teplota vzduchu, Wind Chill, směr a rychlost větru.

Letní měření proběhlo 8. srpna 2017 mezi 15:30 a 16:00. Dle předpovědi počasí pro Českou republiku na tento den měla teplota vzduchu dosahovat 25–30 °C, na západě Čech až 32 °C. Jasno až polojasno (Počasí ČT 2017b). V průběhu měření převládalo jasné počasí s teplotami vzduchu 27–32 °C.

Druhé měření proběhlo 19. listopadu 2017 mezi 17:30 a 18:00. Dle předpovědi počasí pro Českou republiku na tento den měla teplota vzduchu dosahovat hodnot kolem 4 °C. Byl předpovídán čerstvý vítr západního směru (Počasí ČT 2017d). V průběhu měření bylo oblačno až zataženo. Teplota vzduchu byla 4–6 °C, vítr do 4 m·s⁻¹, převážně západního směru.

4.3.1 Lokality měření



Obr. 2: Lokality měření

Zdroj: Vlastní zpracování (podklad Ortofoto 2015)

Lokalita 1: Před Komerční bankou

Před Komerční bankou se nachází rozsáhlý prostor s dlážděným povrchem. Lokalita měření se nachází východně od Komerční banky. Prostor je zastíněn v odpoledních a večerních hodinách.

Lokalita 2: Zastávka MHD Muzeum (směr Černice, Sídliště Košutka)

Zastávka MHD Muzeum přiléhá ke Kopeckým sadům, které jsou protaženy západovýchodním směrem. Prostor je zastíněn vzrostlými stromy a v průběhu dne i budovou Komerční banky. Povrchem zastávky je dlažba.

Lokalita 3: Kopeckého sady

Kopeckého sady jsou protaženy západovýchodním směrem a jsou součástí sadového okruhu. Měřeno bylo na travnatém povrchu. Prostor je zastíněn vzrostlými stromy. Mikroklima oblasti ochlazuje vodní prvek.

Lokalita 4: U Branky

Lokalita je součástí Kopeckého sadů, které se táhnou západovýchodním směrem a ulice Bedřicha Smetany se severojižní orientací. Prostor je zastíněn vzrostlými stromy. Povrchem je dlažba.

Lokalita 5: Ulice Bedřicha Smetany

Ulice vede severojižním směrem. Je pokryta dlažbou. Šířka ulice je 12 metrů, měření proběhlo zhruba ve středu šířky ulice.

Lokalita 6: Zastávka MHD Náměstí Republiky (směr Slovany, Světovar)

Zastávka Náměstí Republiky je umístěna na jižní straně náměstí Republiky. Povrchem je kamenná dlažba. Prostor je po většinu dne zastíněn.

Lokalita 7: Náměstí Republiky jih

Plzeňské náměstí je pokryto kamennou dlažbou. Lokalita měření se nacházela jižně od katedrály sv. Bartoloměje. Prostor je po většinu dne vystaven slunečnímu záření.

Lokalita 8: Náměstí Republiky sever

Plzeňské náměstí je pokryto kamennou dlažbou. Lokalita měření se nacházela severně od katedrály sv. Bartoloměje. Prostor je po většinu dne zastíněn.

Lokalita 9: Solní ulice

Ulice vede západovýchodním směrem. Povrchem je dlažba. Ulice je široká 12 metrů, měření proběhlo zhruba ve středu šířky ulice.

Lokalita 10: Sady Pětatřicátníků

Lokalita měření se nacházela severně od městské zástavby a jižně od úzkého pruhu zeleně oddělujícího rušnou komunikaci. Lokalita je v ranních a dopoledních hodinách zastíněna městskou zástavbou, v odpoledních hodinách částečně zastíněna vzrostlými stromy.

Lokalita 11: Zastávka MHD Jízdecká

Ostrůvková tramvajová zastávka v ulici Palackého náměstí se západovýchodní orientací. Povrchem zastávky je dlažba, lokalita měření je vzdálena čtyři metry od rušné asfaltové silnice. Prostor je celodenně vystaven slunečnímu záření.

Lokalita 12: Nové divadlo I.

Lokalita měření se nachází západně od budovy Nového divadla a východně od neudržované zeleně. Povrchem je beton. Prostor je zastíněn v odpoledních a večerních hodinách.

Lokalita 13: Nové divadlo II.

Lokalita měření se nachází mezi budovami Nového divadla. Prostor je vystaven slunečnímu záření pouze v poledních hodinách. Povrchem je beton.

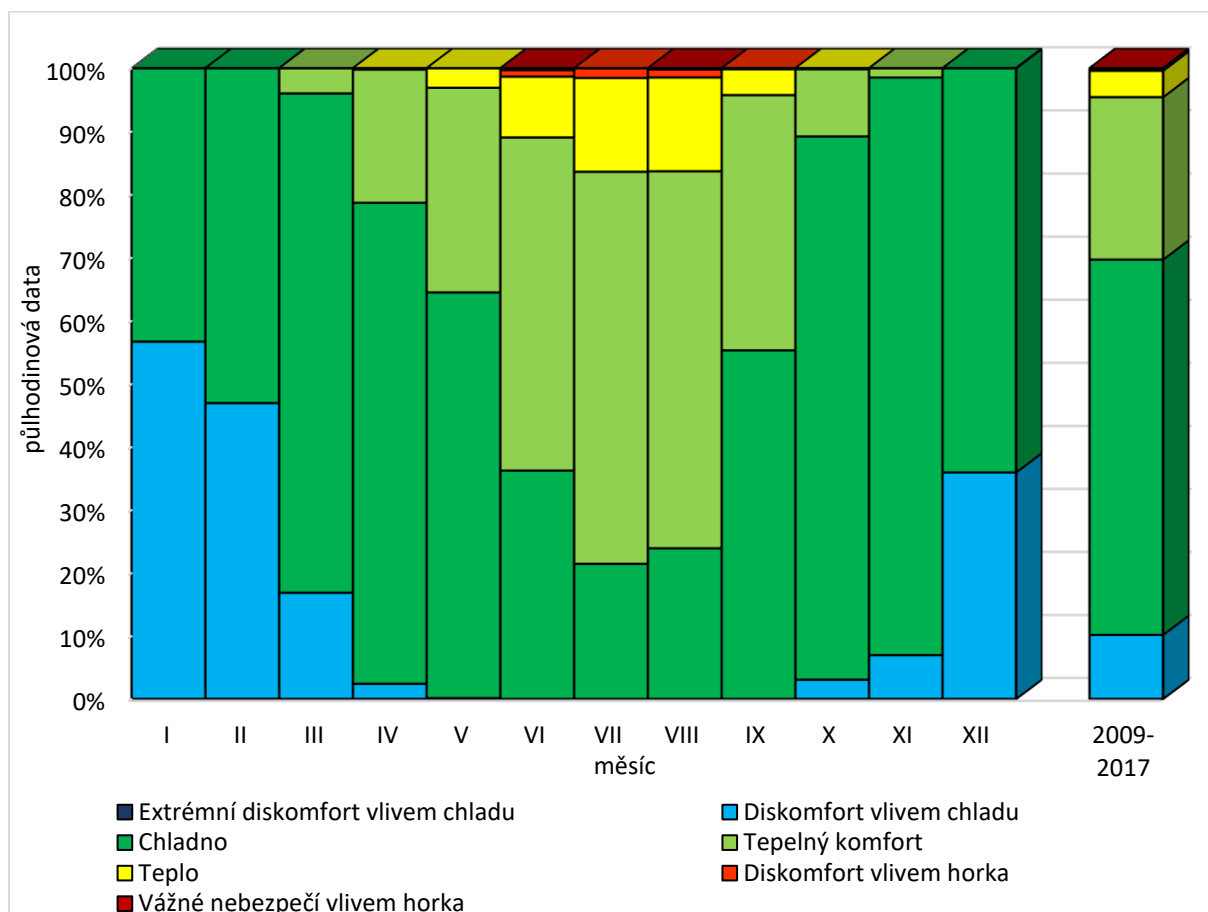
Lokalita 14: Meteostanice Plzeň-Veleslavínova

Meteostanice je umístěna na dvoře budovy Fakulty pedagogické Západočeské univerzity ve Veleslavínově ulici.

5 Výsledky

5.1 Režim tepelného komfortu na meteostanici Plzeň-Veleslavínova

Pro hodnocení režimu tepelného komfortu byla zvolena kategorizace teplot dle Comfort Indexu (kap. 3.3.3).



Graf 2: Režim procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v roce z celkového počtu půlhodinových dat pro Plzeň v letech 2009–2017

Dostupná data na meteostanici Plzeň-Veleslavínova: leden 89,28 % dat, únor 85,44 % dat, březen 93,55 % dat, duben 82,38 % dat, květen 92,35 % dat, červen 93,02 % dat, červenec 68,13 % dat, srpen 83,67 % dat, září 84,06 % dat, říjen 73,30 % dat, listopad 83,70 % dat, prosinec 83,07 % dat

Zdroj: Vlastní zpracování dat

Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu se v průběhu roku výrazně mění. Zatímco v zimních měsících se vyskytují pouze dvě kategorie Comfort Indexu, v letních měsících je zaznamenán výskyt až pěti kategorií Comfort Indexu.

Měsíc leden se z dat 2009–2017 jeví ze všech měsíců jako nejvíce diskomfortní. 57 % dat spadá do třídy 3 znamenající diskomfort vlivem chladu, zbytek dat do třídy 4 znamenající pocit chladu. Během let se poměr těchto tříd měnil. V lednu v roce 2017 spadalo 88 % dat do chladového diskomfortu a 12 % do pocitu chladu, podobnou distribuci tříd Comfort Indexu měl i leden 2010. V lednu v roce 2012 spadalo do třídy 3 pouze 31 % dat, v lednu 2014 36 % dat (Příloha I).

V únoru jsou zastoupeny kategorie „extrémní diskomfort vlivem chladu“, „diskomfort vlivem chladu“ a „chladno“. Nejméně diskomfortní byl rok 2014, kdy třída 3 byla zastoupena z 30 % dat, nejvíce nekomfortní byly roky 2010 a 2012 s 60 % dat v chladovém diskomfortu. V roce 2012 se dvě půlhodinová data (12.02.2012 7:30 – WC = -20,1 °C; 12.02.2012 8:00 – WC = -20,2 °C) nacházela v kategorii „extrémní diskomfort vlivem chladu“ (Příloha II).

V březnu se již méně vyskytují pocitové teploty pod 0 °C znamenající diskomfort vlivem chladu. Většinou se březnové počasí jeví jako chladné. Již v březnu lze zaznamenat dny s teplotními maximy nad 15 °C znamenající tepelný komfort. Nejvíce tepelně komfortních dat (9 %) bylo zaznamenáno v roce 2012. Nejvíce nekomfortním březnem byl březen 2013, kdy zhruba polovina dostupných dat měla pocitovou teplotu nižší než 0 °C (Příloha III).

V dubnu stále převažuje chladné počasí, avšak narůstá počet tepelně komfortních hodin. Již v tomto měsíci lze zaznamenat dny, kdy teplota vzduchu přesáhne 25 °C. Tyto hodnoty již znamenají kategorii „teplé“. Teploty pod 0 °C jsou již výjimečné, nicméně se mohou při radiačním typu počasí v ranních hodinách objevit. Nejvíce tepelně komfortní duben byl duben 2009 (Příloha IV).

V květnu převažuje v noci chladné počasí, denní teploty se často vyskytují v rozmezí 15–25 °C znamenající tepelný komfort. Letní dny (dny s teplotou nad 25 °C) se již v květnu objevují častěji. Výskyt kategorií Comfort Indexu znamenající diskomfort je velmi výjimečný. Zaznamenán byl pouze diskomfort vlivem chladu dne 04.05.2011 od 1:00 do 8:30 (Příloha V).

V červnu se vyskytují chladné, ale i tepelně komfortní noci. Denní maxima se většinou pohybují kolem letních 25 °C, teploty nad 30 °C nejsou výjimkou. Červen je prvním měsícem v roce, kdy

je pravděpodobný výskyt teplot znamenajících diskomfort vlivem horka, případně vážné nebezpečí vlivem horka. Nejvyšší podíl poslední kategorie Comfort Indexu byl zaznamenán v červnu 2013, kdy na 2 % dat byl Heat Index vyšší než 38 °C. V červnu roku 2014 byla zaznamenána 3 % dat jako tepelně diskomfortních (Příloha VI).

Nejmenší podíl teplot nižších než 15 °C v měsíci nastává v červenci. Noci bývají buď chladné nebo tepelně komfortní. Denní maxima se velmi často pohybují nad letními 25 °C. Nejchladnějším červencem byl červenec 2011, kdy v jedenácti dnech denní maxima nepřekonal ani 20 °C. Nejvyšší podíl tepelného diskomfortu byl zaznamenán v roce 2011. Vážné nebezpečí vlivem horka nebylo na dostupných datech meteostanice Plzeň-Veleslavínova pro červenec zaznamenáno (Příloha VII). Vážné nebezpečí vlivem horka se mohlo vyskytovat v roce 2013, kdy bylo zaznamenáno na meteostanici Plzeň-Mikulka 9 tropických dní a ve dvou dnech byla teplota vzduchu až 37 °C, a v roce 2015, kdy bylo zaznamenáno na stejné meteostanici 14 tropických dní a 5 dní s teplotou vzduchu vyšší než 35 °C (In-počasí 2017).

Srpen je červenci velmi podobný, noci bývají chladné nebo tepelně komfortní. Denní maxima se často pohybují nad 25 °C. V roce 2013 necelé 3 % dat patřily do kategorie „diskomfort vlivem horka“ a necelé 1 % do kategorie „vážné nebezpečí vlivem horka“. Vážné nebezpečí vlivem horka bylo zaznamenáno i v roce 2017. 1. srpna 2017 v 16:30 byla naměřena nejvyšší pocitová teplota za dobu měření na meteostanici Plzeň-Veleslavínova - 42,1 °C. Velmi chladným byl srpen 2010, kdy 92 % dat mělo teplotu vzduchu nižší než 25 °C (Příloha VIII). Srpen 2015, pro nějž jsou na meteostanici Plzeň-Veleslavínova dostupná data až od 22.08., byl velmi extrémní. V srpnu 2015 bylo na stanici Plzeň-Mikulka zaznamenáno 19 tropických dní, z nichž 14 dní bylo od 2. do 15. srpna a 5 dní bylo od 27. do 31. srpna. 9 dní byla maxima teplot vyšší než 35 °C. Extrémní byl rovněž pokles teplot od 14. do 17. srpna. Zatímco 14. srpna dosahovala maxima teploty vzduchu až 37 °C, o tři dny později dosahovala pouze 17 °C (In-počasí 2017).

V září výrazně narůstá podíl teplot do 15 °C. Klesá podíl tepelně komfortních dat. V první polovině září se mohou vyskytovat letní a tropické dny. Diskomfort vlivem horka byl zaznamenán v letech 2012, 2015 a 2016. Září 2016 bylo velmi teplé, více než 12 % dat mělo teplotu vzduchu vyšší než 25 °C. Naopak září 2010 bylo velmi chladné, 77 % dat mělo nižší

teplotu vzduchu než 15 °C, zbývající data se rovnala teplotě znamenající tepelný komfort (Příloha IX).

Říjen je již chladnějším měsícem. Noci jsou většinou chladné, nelze vyloučit výskyt teplot znamenajících diskomfort vlivem chladu. Maxima teplot jsou většinou kolem 15 °C. Vyšší výskyt teplot nad 15 °C je většinou na počátku října během babího léta, výjimečně může být zaznamenán i letní den. Teplota nad 25 °C byla zaznamenána v 1 % dat v říjnu 2011 (Příloha X).

V listopadu je nejvyšší podíl kategorie „chladno“. Zvyšuje se také výskyt teplot znamenajících diskomfort vlivem chladu. V listopadu je častý výskyt nízké oblačnosti, který způsobuje nízkou denní amplitudu teplot. Při brzkém rozpuštění nízké oblačnosti může teplota dosáhnout hodnot znamenajících tepelný komfort (Příloha XI).

V prosinci se vyskytují pouze teploty znamenající diskomfort vlivem chladu nebo chladno. Nejvíce diskomfortní byl prosinec 2010, kdy 82 % dat spadalo do kategorie „diskomfort vlivem chladu“. O rok později byla pocitová teplota nižší než 0 °C pouze v 7 % dat (Příloha XII).

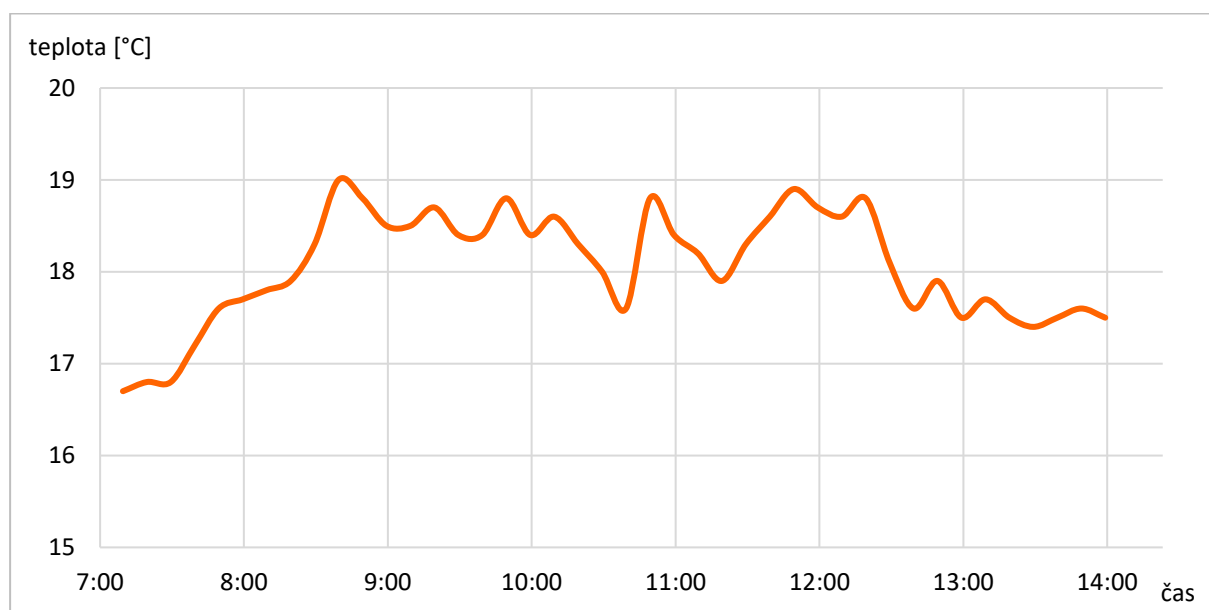
Z pohledu Comfort Indexu je klima města Plzně chladné až tepelně komfortní. Výskyt diskomfortu vlivem nízkých teplot je vyšší než výskyt diskomfortu vlivem vysokých teplot. Kategorie „vážné nebezpečí vlivem chladu“ se v klimatu Plzně nevyskytuje, kategorie „extrémní diskomfort vlivem chladu“ se vyskytuje pouze výjimečně. Teploty znamenající diskomfort vlivem chladu se vyskytují od října do dubna, výjimečně je možný výskyt mrazu v květnu. Teploty znamenající diskomfort vlivem horka se vyskytují od června do září. V nejteplejších dnech roku je v některých letech možné zaznamenat i vážné nebezpečí vlivem horka.

5.2 Porovnání vnímané teploty lidí s indexy pocitové teploty

V této části je porovnávána pocitová teplota lidí s indexy pocitové teploty. Data byla získána v experimentu, který se skládal ze dvou částí – měření kapesní meteostanicí a dotazování. První experiment probíhal u Západočeského muzea dne 27.06.2017, druhý v Kopeckého sadech dne 15.08.2017 a třetí v sadech Pětatřicátníků dne 17.01.2018.

V prvním experimentu je vnímaná teplota respondentů porovnávána s teplotou vzduchu, protože dané teplotní podmínky nebyly vhodné pro použití Wind Chillu ani Heat Indexu (viz kap. 3.3.1 a 3.3.2). V druhém experimentu je porovnávána pocitová teplota respondentů s Heat Indexem, v třetím experimentu s Wind Chillem. Z druhého a třetího experimentu jsou zpracovány odpovědi respondentů v dotazníku.

a) Západočeské muzeum 27.06.2017

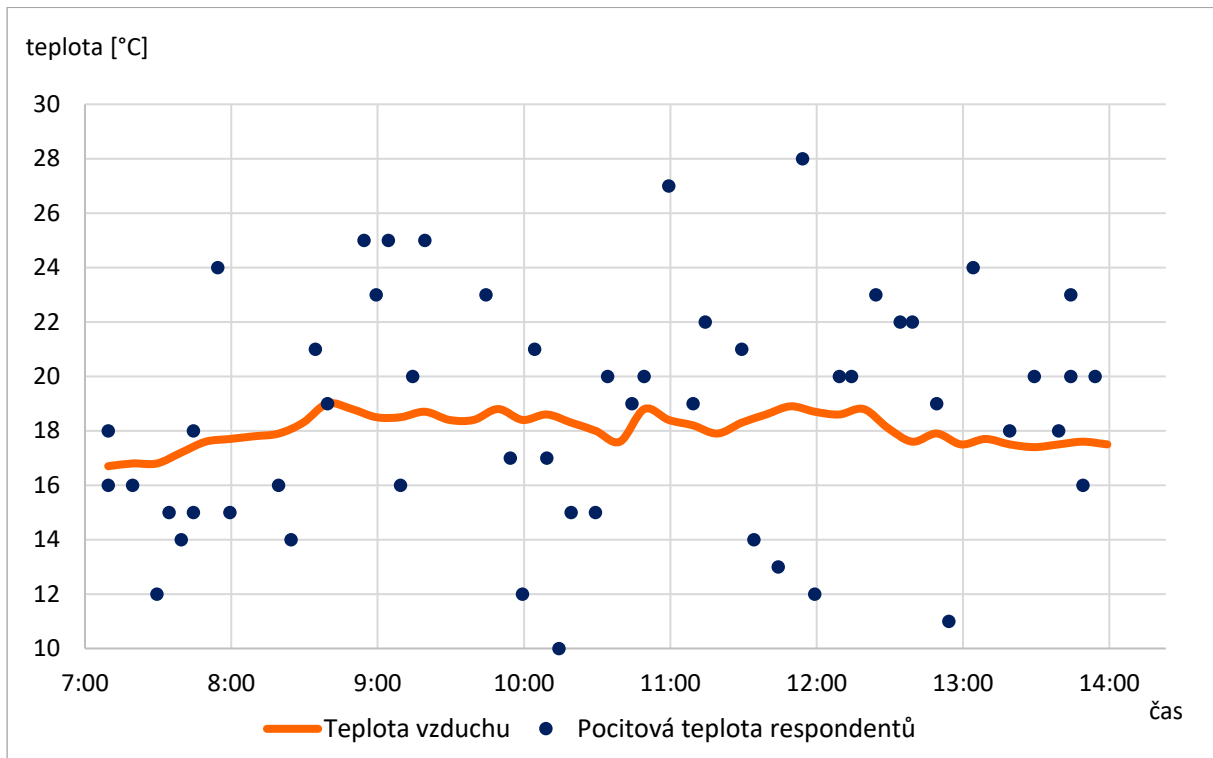


Graf 3: Vývoj teploty vzduchu u Západočeského muzea dne 27.06.2017 od 7:10 do 14:00

Zdroj: Vlastní zpracování dat

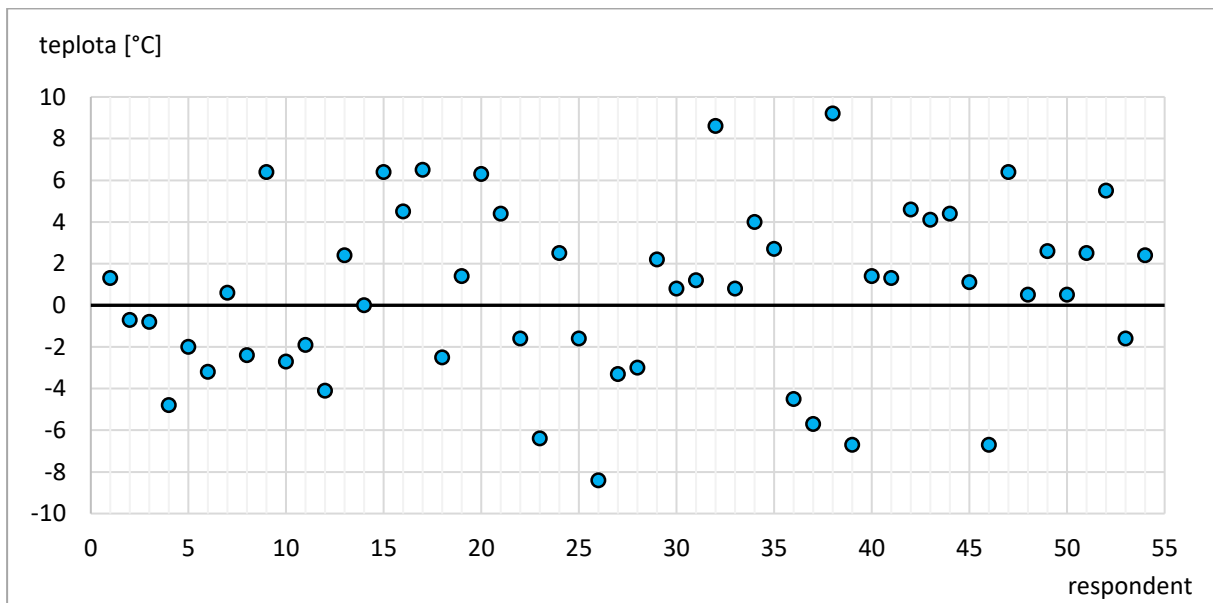
Experiment probíhal za jiných podmínek, než se původně očekávalo. Minimum teploty vzduchu bylo naměřeno v 7:10 – 16,7 °C. Do 8:40 teplota rostla, v tento čas bylo naměřeno maximum teploty vzduchu – 19 °C. Poté teplota pozvolna klesala. Výraznější poklesy teplot od 10:10 do 10:40 a od 10:50 do 11:20 byly způsobeny přeháňkami. Od 12:20 přšelo až do konce experimentu.

Průměrná teplota vzduchu za dobu experimentu byla 18 °C. Po celou dobu experimentu bylo zataženo nízkou oblačností.



Graf 4: Srovnání teploty vzduchu a pocitové teploty respondentů ze dne 27.06.2017

Zdroj: Vlastní zpracování dat



Graf 5: Absolutní odchylky pocitové teploty respondentů od teploty vzduchu ze dne 27.06.2017

Zdroj: Vlastní zpracování dat

Červnového experimentu se zúčastnilo 54 lidí, z nichž bylo 32 žen a 22 mužů. Pocitové teploty jednotlivých respondentů se od sebe velmi lišily, pohybovaly se v intervalu 10–28 °C, teplota vzduchu pouze 16,7–19 °C. Nejnižší odhadovaná teplota 10 °C byla oproti teplotě vzduchu, jež byla naměřena ve stejný čas, nižší o 8,4 °C, nejvyšší odhadovaná teplota 28 °C byla vyšší o 8,6 °C.

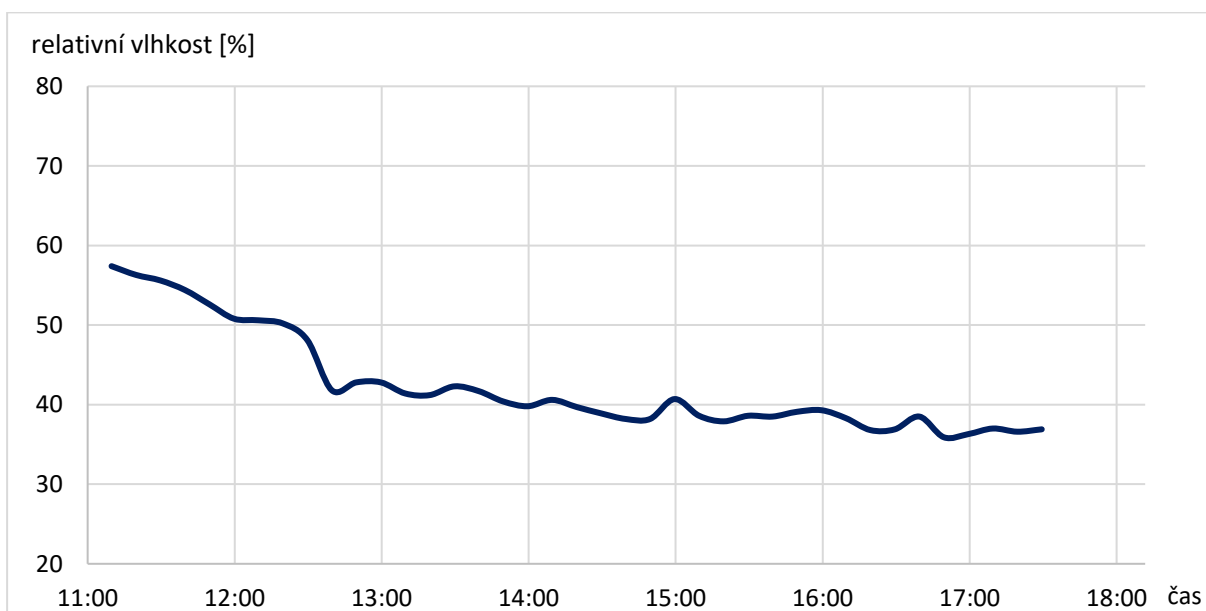
Tab. 7: Soubor absolutních odchylek pocitové teploty respondentů od teploty vzduchu ze dne 27.06.2017

	Počet	Průměr [°C]	Medián [°C]	Směrodatná odchylka [°C]
Respondenti	54	0,65	0,95	4,08
Muži	22	0,39	0,95	3,66
Ženy	32	0,82	1	4,34

Zdroj: Vlastní zpracování dat

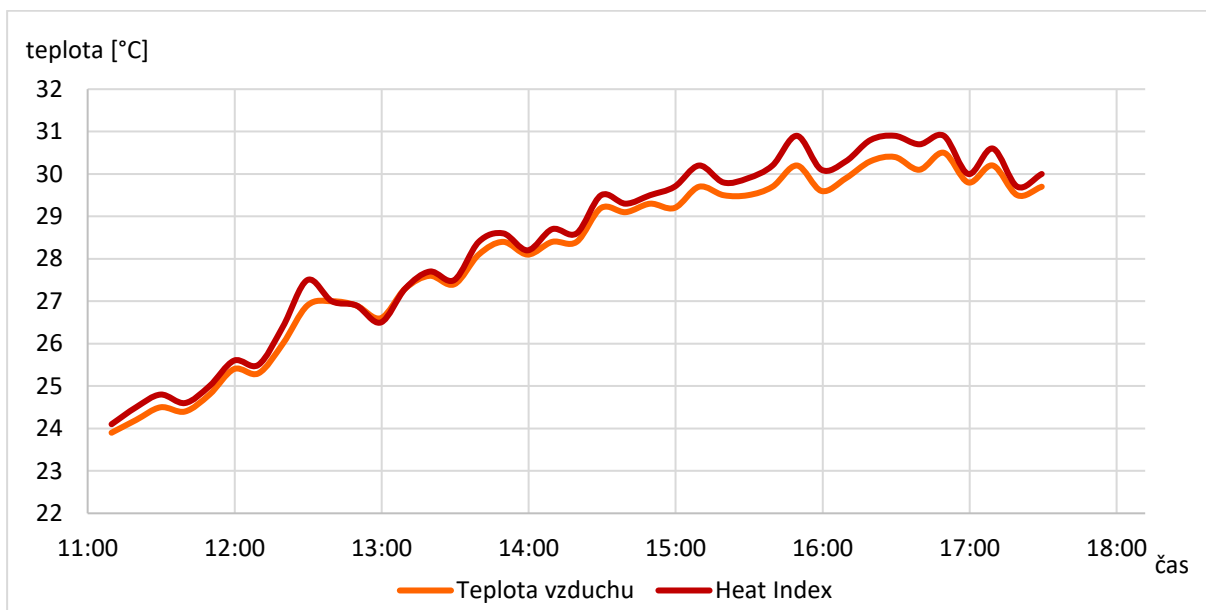
Respondenti vnímali teplotu průměrně vyšší o 0,65 °C. Pocitová teplota žen byla průměrně o 0,82 °C vyšší než teplota vzduchu, muži vnímali teplotu průměrně vyšší o 0,39 °C. Z pohledu mediánu vnímali respondenti teplotu o 0,95 °C vyšší, než byla teplota vzduchu, muži rovněž o 0,95 °C a ženy o 1 °C. Data absolutních odchylek pocitové teploty respondentů od teploty vzduchu jsou poměrně rozptýlena, směrodatná odchylka vzorku dat respondentů byla 4,08 °C, mužů 3,66 °C a žen 4,34 °C.

b) Kopeckého sady 15.08.2017



Graf 6: Vývoj relativní vlhkosti vzduchu v Kopeckého sadech dne 15.08.2017 od 11:10 do 17:30

Zdroj: Vlastní zpracování dat

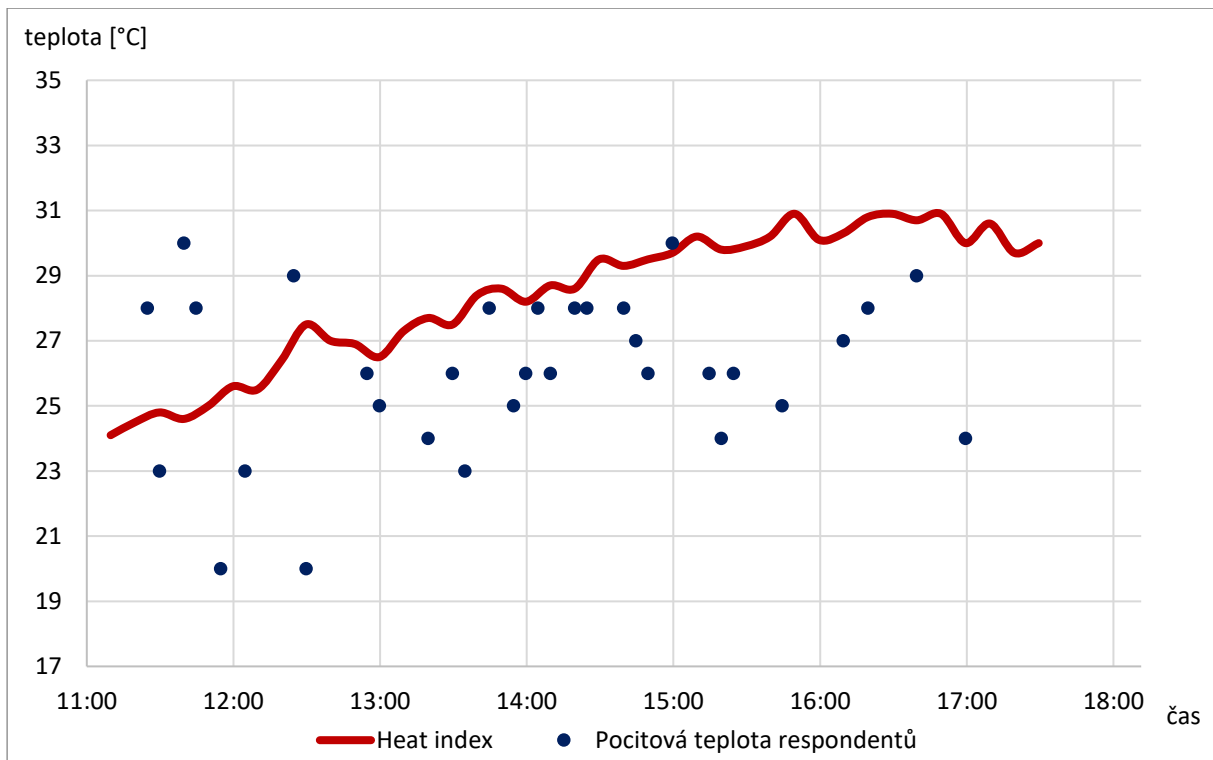


Graf 7: Vývoj teploty vzduchu a Heat Indexu v Kopeckého sadech dne 15.08.2017 od 11:10 do 17:30

Zdroj: Vlastní zpracování dat

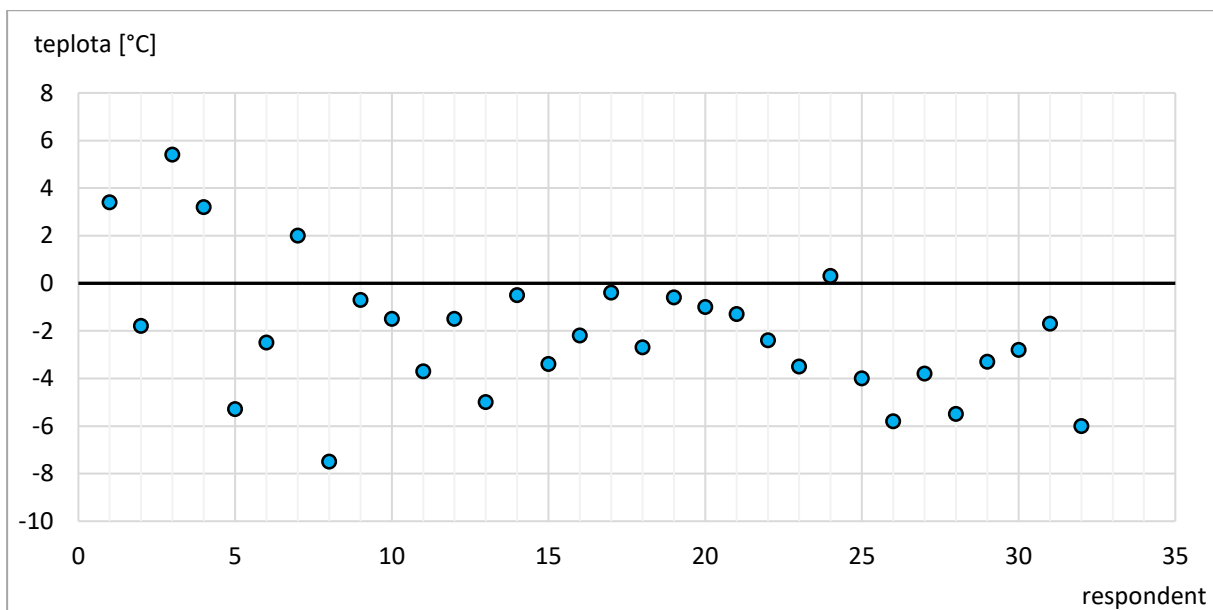
Na počátku experimentu byla naměřena minimální teplota měření – teplota vzduchu 23,9 °C, Heat Index 24,1 °C. Vlhkost byla 57 %. Postupně docházelo k nárůstu teploty a slabému poklesu vlhkosti. Ve 12:30 byla pocitová teplota o 0,6 °C vyšší než teplota vzduchu. Následně se výrazně snížila vlhkost vzduchu, z 50 % na 42 % za 10 min. Tento pokles znamenal pokles Heat Indexu na hodnoty teploty vzduchu. Následoval další nárůst teploty a slabý pokles vlhkosti vzduchu. Vlhkost vzduchu se odpoledne pohybovala v intervalu 35–41 %. Slabý nárůst v 15:00 způsobil nárůst pocitové teploty při poklesu teploty vzduchu. Teplota vzduchu dosáhla maxima v 16:50 – 30,5 °C. Maximum Heat Indexu bylo 30,9 °C a bylo naměřeno v 15:50, 16:30 a 16:50.

Průměrná teplota vzduchu byla 28,1 °C, pocitová 28,4 °C. Experiment probíhal při skoro jasné až polojasné obloze.



Graf 8: Srovnání Heat Indexu a pocitové teploty respondentů ze dne 15.08.2017

Zdroj: Vlastní zpracování dat



Graf 9: Absolutní odchylky pocitové teploty respondentů od Heat Indexu ze dne 15.08.2017

Zdroj: Vlastní zpracování dat

Srpnového experimentu se zúčastnilo 32 respondentů, z nichž bylo 18 mužů a 14 žen. Respondenti odhadovali teplotu většinou nižší, než naměřil meteopřístroj, výjimkou byli respondenti z počátku experimentu. Nejvyšší vnímaná teplota respondenta byla 30 °C při Heat

Indexu 24,5 °C, nejnižší vnímanou teplotu 20 °C odpověděli dva respondenti při Heat Indexu 25,3 °C, respektive při 27,5 °C.

Tab. 8: Soubor absolutních odchylek pocitové teploty respondentů od Heat Indexu ze dne 15.08.2017

	Počet	Průměr [°C]	Medián [°C]	Směrodatná odchylka [°C]
Respondenti	32	-2,07	-2,30	2,81
Muži	18	-2,61	-2	1,76
Ženy	14	-1,36	-2,55	3,64

Zdroj: Vlastní zpracování dat

Respondenti průměrně vnímali teplotu o 2,07 °C nižší, než byl Heat Index. Muži ji průměrně vnímali o 2,61 °C nižší, ženy o 1,36 °C, než byl Heat Index. Medián absolutních odchylek vnímaných teplot respondentů byl -2,30 °C, mužů -2 °C a žen -2,55 °C. Data absolutních odchylek byla méně rozptýlena než při červnovém experimentu, směrodatná odchylka respondentů byla 2,81 °C, mužů 1,76 °C a žen 3,64 °C.

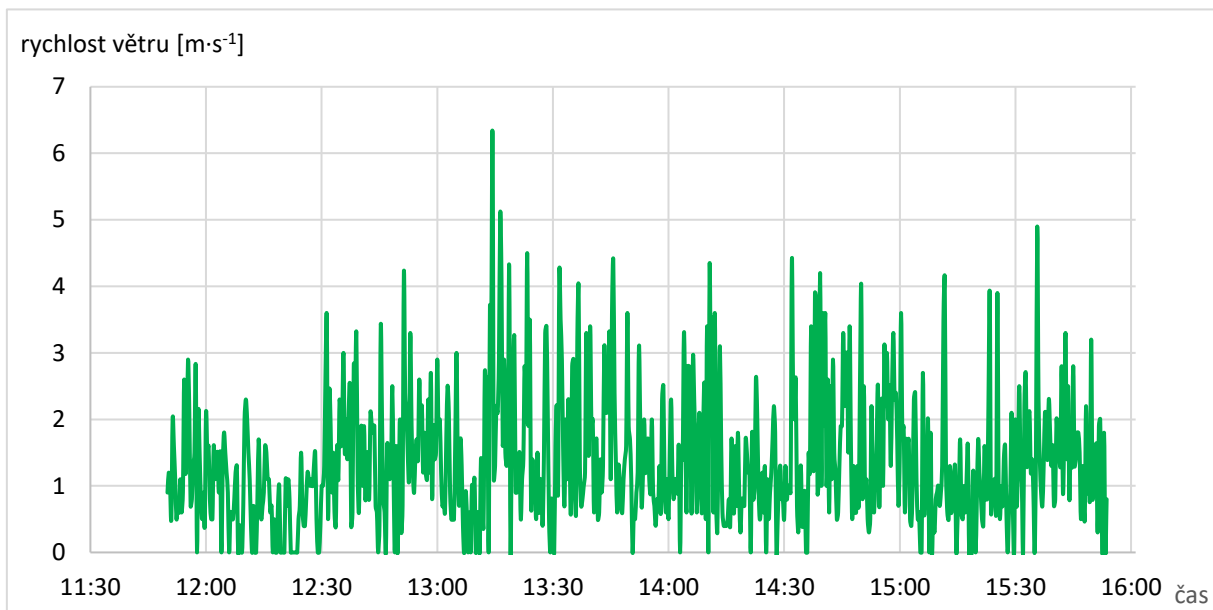
37 % respondentů uvedlo, že jejich nejoblíbenější roční dobou je jaro, 41 % uvedlo podzim. Jako důvod většinou uváděli příjemnou teplotu v těchto obdobích, dále probouzející se přírodu na jaře a barevnou krajinu na podzim. 13 % respondentů mělo nejraději léto pro teplé počasí, 6 % lidí mělo nejraději zimu pro bílou krajinu. Jeden respondent uvedl, že má rád všechna roční období.

62 % respondentů zařadilo mezi neoblíbené extrémy počasí horko, 31 % mráz. Dále byly uváděny silný vítr, bouřky, sníh a výkyvy počasí.

V posledních letech jsou z pohledu 78 % respondentů oproti předcházejícím letům častější vlny horka, 6 % dotázaných uvedlo jako častější vlny chladu. Zbývající respondenti nesledují častější vlny horka ani vlny chladu oproti předcházejícím letům.

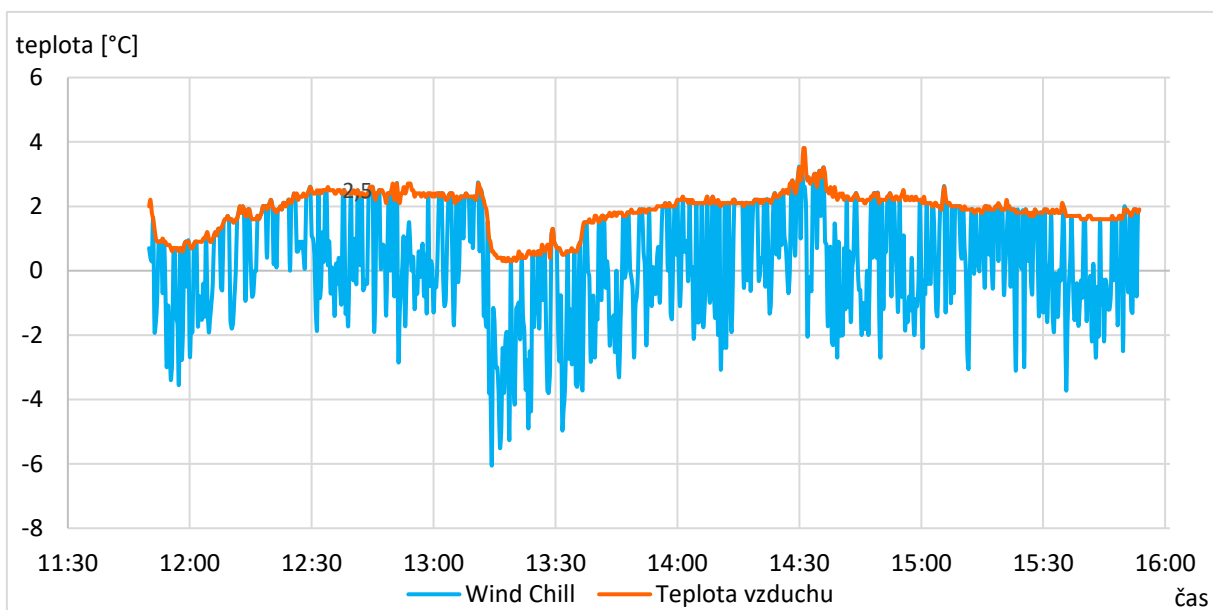
30 z 32 dotázaných se v místě lokality experimentu cítilo tepelně komfortně, stín zajišťovaly vzrostlé stromy. 2 respondenti, kteří se necítili tepelně komfortně, uvedli jako nevyhovující extrém počasí horko.

c) Sady Pětatřicátníků 17.01.2018



Graf 10: Vývoj rychlosti větru v sadech Pětatřicátníků dne 17.01.2018 od 11:50 do 15:55

Zdroj: Vlastní zpracování dat



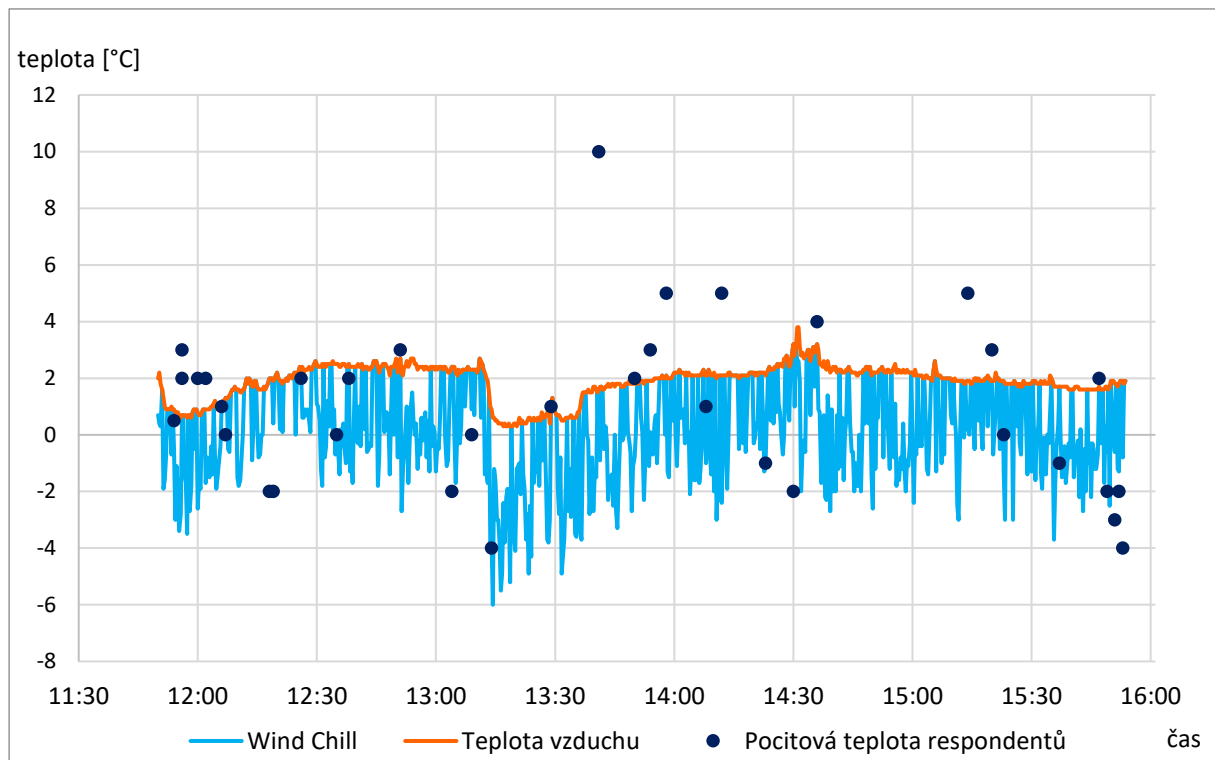
Graf 11: Vývoj teploty vzduchu a Wind Chillu v sadech Pětatřicátníků dne 17.01.2018 od 11:50 do 15:55

Zdroj: Vlastní zpracování dat

Experiment začínal v 11:50 při teplotě 2 °C. Vítr ochlazoval v tento čas pocitovou teplotu o 1,3 °C. Do 11:55 poklesla teplota vzduchu o 1,4 °C a pocitová teplota o 3,1 °C. Tento pokles byl způsoben sněhovou přeháňkou. Po přechodu této přeháňky se až do 13:10 ustálila teplota vzduchu na 2,5 °C, Wind Chill vlivem větru kolísal mezi -2,7 °C a +2 °C. Kolem 13:10 se utišil

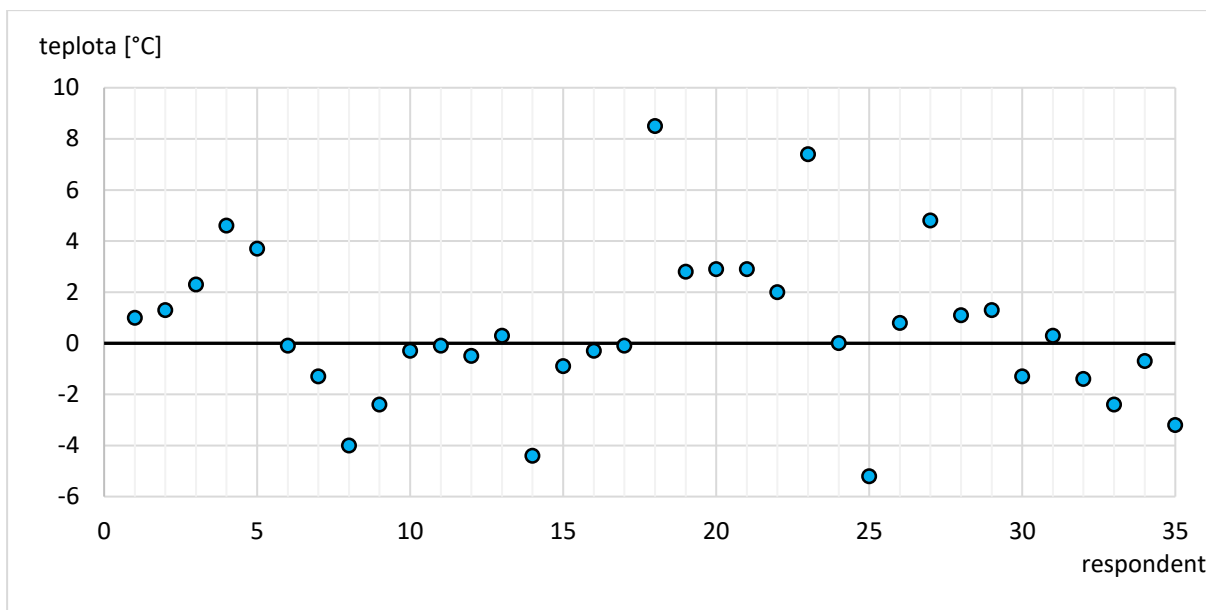
vítr, pocitová teplota se více přiblížila teplotě vzduchu, nicméně obloha nad sady Pětatřicátníků se zatáhla temnými oblaky. V 13:12 začalo hustě sněžit, navíc foukal vítr o rychlosti až $6,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Mezi 13:10 a 13:20 byla naměřena minima pro pocitovou teplotu a teplotu vzduchu. Sněhová vánice znamenala pokles teploty vzduchu ze $2,7 \text{ }^\circ\text{C}$ (čas 13:11) na $0,3 \text{ }^\circ\text{C}$ (čas 13:17), Wind Chillu z $2,7 \text{ }^\circ\text{C}$ (čas 13:11) na $-6 \text{ }^\circ\text{C}$ (čas 13:14). Ve 13:14 byla pocitová teplota nižší o téměř $7 \text{ }^\circ\text{C}$ než teplota vzduchu. Po půl druhé byl zaznamenán nárůst teploty o $1 \text{ }^\circ\text{C}$. Následně pozvolně rostla a po půl třetí dosáhla maxima $3,8 \text{ }^\circ\text{C}$. Náhlý nárůst teploty okolo 14:30 byl způsoben zmenšenou oblačností, kterou prosvítalo slunce. Poté až do konce experimentu teplota klesala.

Průměrná teplota vzduchu po dobu experimentu byla $1,9 \text{ }^\circ\text{C}$, Wind Chill $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$. Bylo oblačno až zataženo, kolem půl třetí prosvítalo zmenšenou oblačností slunce.



Graf 12: Srovnání Wind Chillu a pocitové teploty respondentů ze dne 17.01.2018

Zdroj: Vlastní zpracování dat



Graf 13: Absolutní odchylky pocitové teploty respondentů od Wind Chillu ze dne 17.01.2018

Zdroj: Vlastní zpracování dat

Lednového experimentu se zúčastnilo 35 respondentů, z toho 23 mužů a 12 žen. Nejvyšší vnímaná teplota respondenta byla 10 °C při Wind Chillu 1,5 °C. Nejnižší vnímaná teplota -4 °C byla uvedena při Wind Chillu -3,7 °C a -0,8 °C.

Tab. 9: Soubor absolutních odchylek pocitové teploty respondentů od Wind Chillu ze dne 17.01.2018

	Počet	Průměr [°C]	Medián [°C]	Směrodatná odchylka [°C]
Respondenti	35	0,55	0	2,96
Muži	23	0,58	-0,10	3,12
Ženy	12	-0,13	-0,10	2,82

Zdroj: Vlastní zpracování dat

Průměrná vnímaná teplota respondentů byla odchýlena od Wind Chillu o 0,55 °C. Muži odhadovali o 0,58 °C více, než byl Wind Chill, ženy o 0,13 °C méně. Medián odchylek vnímaných teplot je přesně 0 °C, u jednotlivých pohlaví je medián nižší o 0,1 °C. Lednové pocitové teploty respondentů jsou tedy minimálně odchýleny od ukazatele pocitové teploty Wind Chill. Směrodatná odchylka respondentů byla 2,96 °C, mužů 3,12 °C a žen 2,82 °C.

43 % respondentů uvedlo jako nejoblíbenější roční dobu léto. Jako důvod všichni uvedli teplé počasí. 34 % respondentů preferovalo jaro pro příjemnou teplotu a probouzející se přírodu.

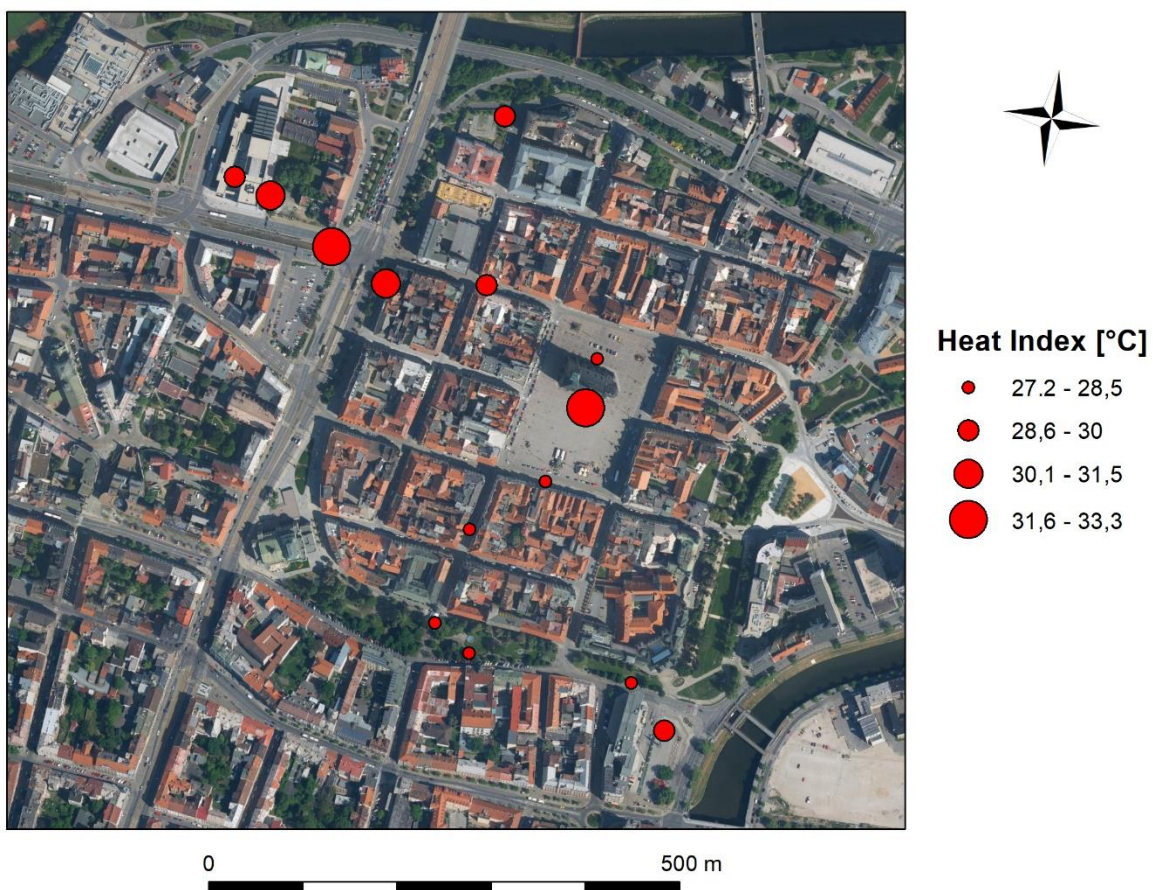
11 % respondentů uvedlo podzim pro příjemné teploty a barevnou krajinu, 8 % zimu pro sníh. Jeden respondent uvedl, že má rád všechny roční doby.

49 % respondentů zařadilo mezi neoblíbené extrémy počasí silný vítr, 43 % horko a 34 % mráz. 20 % uvedlo kombinaci větru a mrazu. Dále byly uváděny deště, bouřky a výkyvy počasí.

Dle 86 % respondentů je v současnosti častější výskyt horkých vln oproti předchozím rokům, 6 % pociťovalo častější výskyt vln mrazu oproti minulosti. Zbývající respondenti uvedli častější výskyt vln mrazu i vln horka.

Zhruba polovina respondentů se nenacházela v tepelné pohodě. Respondenti nacházející se v tepelném diskomfortu zařazovali do nevyhovujících extrémů počasí nejčastěji silný vítr a mráz.

5.3 Prostorové aspekty pocitové teploty v Plzni



Obr. 3: Heat Index na vybraných lokalitách v centru Plzně dne 08.08.2017 v 15:30–16:00

Zdroj: Vlastní zpracování dat (podklad Ortofoto 2015)

Tab. 10: Vybrané meteorologické prvky 8. srpna 2017 v 15:30–16:00

Číslo lokality	Název lokality	Teplota vzduchu [°C]	Heat index [°C]	Relativní vlhkost [%]
1	Před Komerční bankou	28,8	29,2	40,6
2	Zastávka MHD Muzeum	27,9	28,1	41,6
3	Kopeckého sady	27,3	27,4	41,6
4	U Branky	27,5	27,9	45
5	Ulice Bedřicha Smetany (S-J)	28,2	28,5	42,4
6	Zastávka MHD Náměstí Republiky	27,1	27,2	43,2
7	Náměstí Republiky jih	31,4	32,7	39,8
8	Náměstí Republiky sever	27,6	27,9	44,1
9	Solní ulice (Z-V)	28,7	29,2	43,4
10	Sady Pětatřicátníků	30,1	31	40,8
11	Zastávka MHD Jízdecká	32,1	33,3	38,2
12	Nové divadlo I	29,9	30,5	39,1
13	Nové divadlo II	29,2	29,6	39,6
14	Meteostanice Plzeň-Veleslavínova	27,8	28,7	56

Zdroj: Vlastní zpracování dat

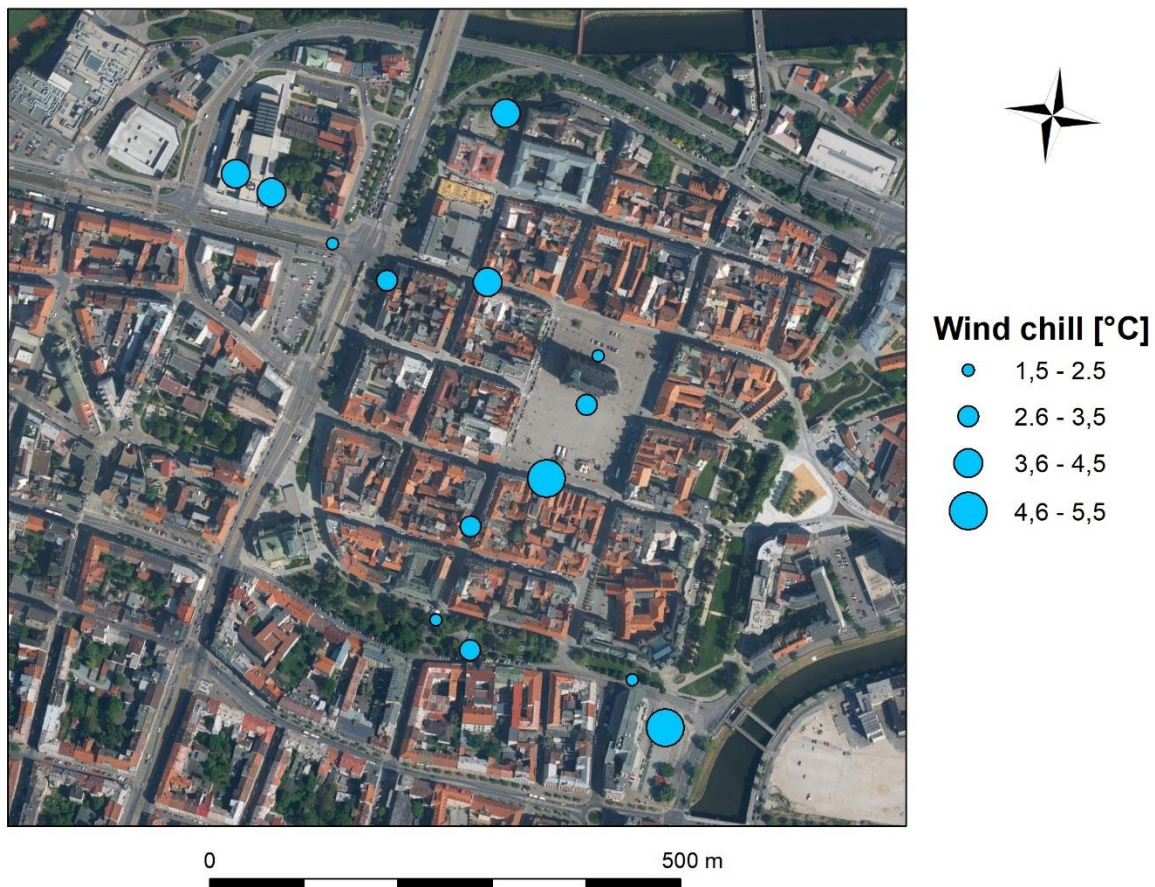
Mezi jednotlivými lokalitami lze při teplém slunečném dnu pozorovat značné rozdíly v hodnotách vybraných meteorologických prvků. V době měření byl rozdíl teplot vzduchu mezi nejméně a nejteplejší lokalitou 5 °C, rozdíl pocitových teplot byl více než šestistupňový.

Nejnižší teploty vzduchu a Heat Index vykazovaly lokality 6, 4, 3, 8 a 2. Lokality 2, 3 a 4 jsou zastíněny vzrostlými stromy, lokalita 6 městskou zástavbou a lokalita 8 katedrálou svatého Bartoloměje. Tyto lokality vykazovaly teplotu vzduchu od 27,1 do 27,9 °C, Heat Index od 27,2 do 28,1 °C a relativní vlhkost vzduchu 41,6–45 %.

Teplejší se jeví lokality 5 a 8. I když povrch lokality 5 je během dne více vystaven slunečnímu záření, teplejší se jeví lokalita 8. Ulice se západovýchodní orientací měla o 0,5 °C vyšší teplotu vzduchu a 0,7 °C vyšší Heat Index a o 1 % vyšší relativní vlhkost než ulice se severojižní orientací. Rozdíly mohou být způsobeny vyšším odrazem a rozptylem slunečního záření v západovýchodním uličním kaňonu.

Lokalita 10 se jeví jako nejteplejší ze zastíněných lokalit. Vyšší teploty mohly být způsobeny rozsáhlou plochou umělých povrchů nacházejících se v této oblasti. Vzrostlé stromy sice poskytují stín, ale nemají příliš ochlazující efekt.

Lokality 7 a 11 jsou po většinu dne vystaveny slunečnímu záření, měření probíhalo na slunci. Tyto lokality vykazovaly nejvyšší teploty vzduchu i pocitové teploty, naopak nižší hodnoty relativní vlhkosti vzduchu. Pocitová teplota na lokalitě 7 byla 32,7 °C, na lokalitě 11 33,3 °C.



Obr. 4: Wind Chill na vybraných lokalitách v centru Plzně dne 19.11.2017 v 17:30–18:00
Zdroj: Vlastní zpracování dat (podklad Ortofoto 2015)

Tab. 11: Vybrané meteorologické prvky 19. listopadu 2017 v 17:30–18:00

Číslo lokality	Název lokality	Teplota vzduchu [°C]	Wind Chill [°C]	Rychlost větru [m·s ⁻¹]	Směr větru
1	Před Komerční bankou	5,5	5,5	0,3	Z
2	Zastávka MHD Muzeum	4,8	2,1	3,2	Z
3	Kopeckého sady	4,6	2,8	2	Z
4	U Branky	4,6	2,0	3	Z
5	Ulice Bedřicha Smetany (S-J)	4,8	3,4	1,8	JZ
6	Zastávka MHD Náměstí Republiky	5,1	5,0	0,6	Z
7	Náměstí Republiky jih	4,7	3,1	1,9	JZ
8	Náměstí Republiky sever	4,6	1,5	3,8	Z
9	Solní ulice (Z-V)	5,0	3,9	1,5	Z
10	Sady Pětatřicátníků	4,7	3,0	1,4	JZ
11	Zastávka MHD Jízdecká	4,7	2,1	2,9	Z
12	Nové divadlo I	4,8	3,8	1,4	J
13	Nové divadlo II	4,9	3,7	1,6	J
14	Meteostanice Plzeň-Veleslavínova	4,4	4,3	0,4	ZJZ

Zdroj: Vlastní zpracování dat

Měření probíhalo v chladném větrném dnu vpoledvečer. Vítr byl převážně západního směru. Teplota vzduchu se pohybovala mezi 4,4 a 5,5 °C. Lokality s vyšší teplotou vzduchu jsou ovlivněny odpadním teplem z budov. Nejnižší teplotu vzduchu naměřila meteostanice Plzeň-Veleslavínova. Nejtepleji bylo na lokalitě 1, která je chráněna před západním větrem budovou Komerční banky. Teplota vzduchu zde dosahovala 5,5 °C, Wind Chill 5,5 °C při rychlosti větru 0,3 m·s⁻¹. Vyšší pocitová teplota byla naměřena na lokalitách, které jsou před západním větrem chráněny městskou zástavbou. Nejnižší pocitová teplota byla naměřena na lokalitě 8 – 1,5 °C. Vítr foukal rychlostí 3,8 m·s⁻¹.

6 Diskuse

V této práci byl hodnocen režim tepelného komfortu pro Plzeň, byla porovnávána vnímaná teplota lidí s indexy pocitové teploty a sledovány byly rozdíly hodnot vybraných meteorologických prvků na veřejných prostranstvích v centru Plzně.

Comfort Index byl dosud používán výhradně pro hodnocení tepelného komfortu v Indii (Mohan a kol. 2014), v Evropě se častěji využívá pro hodnocení tepelného komfortu ukazatel PET (Basarin a kol. 2016; Gulyás a kol. 2009; Matzarakis, Endler 2010). Hodnocení pomocí Comfort Indexu bylo zvoleno na základě zaznamenaných dat o Heat Indexu, Wind Chillu a teplotě vzduchu na meteostanici Plzeň-Veleslavínova. Zatímco v indických městech je diskomfort pociťován výhradně vlivem horka (Mohan a kol. 2014), v Plzni je pociťován více vlivem chladu. Rozdíly v distribuci tříd Comfort Indexu mezi Plzní a indickými městy jsou dány rozdílnou geografickou polohou. Zatímco Indie leží dle Alisova v subekvatoriálním pásu klimatu, Česko leží v mírném přechodném klimatu. Nejvíce se v Plzni vyskytuje kategorie „chladno“ (na datech 2009–2017 59,5 %), „tepelný komfort“ (25,7 %), „diskomfort vlivem chladu“ (10,2 %) a „tepló“ (4,2 %). Teploty znamenající diskomfort vlivem chladu se vyskytují od října do dubna, výjimečně je možný výskyt mrazu v květnu. Teploty znamenající diskomfort vlivem horka se vyskytují od června do září. V nejteplejších dnech roku je v některých letech možné zaznamenat i vážné nebezpečí vlivem horka.

V druhé části byla porovnávána pocitová teplota respondentů s indexy pocitové teploty. Experiment probíhal dne 27.06.2017, kdy nevyšla předpověď počasí, dne 15. 08. 2017, kdy bylo teplé letní počasí, a 17.01.2018, kdy bylo chladno a větrno. V souboru absolutních odchylek vnímané teploty respondentů od příslušného ukazatele pocitové teploty byl sledován jejich průměr, medián a směrodatná odchylka. 27. června byl průměr 0,65 °C, medián 0,95 °C a směrodatná odchylka 4,08 °C. 15. srpna byl průměr -2,07 °C, medián -2,30 °C a směrodatná odchylka 2,81 °C. 17. ledna byl průměr 0,55 °C, medián 0 °C a směrodatná odchylka 2,96 °C.

Výsledky druhé části naznačují odlišné vnímání teploty jednotlivými respondenty ve všech dnech experimentu, které mohlo být způsobeno osobními faktory. Vliv má především pohyb, velikost povrchu těla, hmotnost, výška, tělesná teplota, pohlaví, věk, strava, emoce aj.

(Matoušek 1988). V chladnějším počasí má vliv i zvolení vhodného oděvu. Pocitová teplota je subjektivním ukazatelem.

Vliv na pocitovou teplotu mají také faktory prostředí – teplota vzduchu, rychlost větru nebo vlhkost. Velkou roli má adaptace a aklimatizace na dané prostředí.

Výsledky porovnání pocitové teploty respondentů s příslušným indexem pocitové teploty naznačují, že odhady teploty byly nejvíce rozptýleny dne 27. června 2017, kdy byla odlišná předpověď počasí od skutečnosti. Teplota vzduchu byla oproti předpovědi počasí nižší o 6–10 °C. Je patrné, že právě odlišná předpověď počasí měla vliv na variabilitu odpovědí respondentů.

V srpnovém experimentu na lokalitě Kopeckého sady byly odhady teploty již méně variabilní. Průměrně se lišily od Heat Indexu poměrně výrazně, byly nižší o 2,07 °C. Kopeckého sady měly oproti okolním veřejným prostranstvím zcela jistě nižší teplotu vzduchu i pocitovou teplotu. Tato veřejná prostranství byla v poledních a odpoledních hodinách vystavena slunečnímu záření a ovlivněna rozsáhlou plochou umělých povrchů. Je možné, že se respondenti před experimentem pohybovali právě v teplejším prostředí a při vstupu do Kopeckého sadů pocítili výrazně nižší teplotu oproti předcházejícímu prostředí.

V lednovém experimentu byly odhady teploty podobně variabilní jako při srpnovém experimentu. Průměrně se příliš od Wind Chillu nelišily, medián byl přesně na hodnotě Wind Chillu, nebyl od něj odchýlen. Zásadním faktorem v tento den bylo zvolení vhodného oděvu.

Dále byla sledována pocitová teplota žen a mužů. Větší rozdíly vnímané teploty byly zaznamenány v červnu a srpnu, menší v lednu. Nelze jasně prokázat, jestli odlišné vnímání teploty v experimentu bylo skutečně způsobeno rozdíly mezi pohlavími. Určitý vliv mohly mít i jiné osobní faktory.

V srpnu a v lednu bylo kromě pocitové teploty zjišťováno, zda v poslední době pocítují respondenti častější výskyt horkých vln nebo mrazových vln oproti minulosti. Dále byly zjišťovány neoblíbené extrémy počasí a oblíbená roční doba. Většina respondentů odpověděla, že pocítuje častější výskyt horkých vln. Nejčastěji byly uváděny ty extrémy, které ovlivňují pocitovou teplotu – horko, mráz a silný vítr. Rozdílné bylo zastoupení oblíbených ročních dob. Zatímco v srpnu respondenti nejčastěji uváděli jaro a podzim, v lednu léto a jaro. Rozdílné oblíbené roční doby respondentů v srpnu a v lednu mohly být způsobeny odlišným

souborem respondentů, případně roční dobou experimentu. Předmětem dalšího výzkumu by mohlo být, zda aktuální roční doba má výrazný vliv na neoblíbené extrémy počasí a oblíbenou roční dobu.

Třetí část práce se věnovala prostorovým aspektům pocitové teploty v centru Plzně. Měřeno bylo v teplém letním dnu za jasného počasí a v chladném větrném dnu se zvětšenou oblačností. Výzkum probíhal na různých prostranstvích centra Plzně, např. na náměstí, v přilehlých ulicích nebo v sadovém okruhu. Dle UrbanAdapt (2015a) vede rozšíření zelených ploch ve městech ke zmírnění vln horka. Chladicí účinek zeleně je zmiňován i v pracích Šeré (2015), Žáka (2017) nebo Lehmana a kol. (2014).

Nejnižší pocitové teploty byly v létě zaznamenány v sadovém okruhu centra Plzně, kde je kvalitní zelená infrastruktura, ovšem srovnatelné hodnoty vykazovaly i lokality, které jsou trvale zastíněny a nejsou výrazně zahřívány odraženým slunečním zářením. Vysoké hodnoty byly zaznamenány na lokalitách, které byly po delší dobu vystaveny slunečnímu záření, případně se v těchto lokalitách nacházelo vysoké množství umělých povrchů. V listopadu byly naměřeny nejnižší hodnoty pocitové teploty na těch lokalitách, které nebyly chráněné před západním větrem. V chladném větrném dnu lze očekávat rozdílné výsledky při jiném převládajícím směru větru. V letním dnu lze očekávat rozdílné výsledky při zvětšené oblačností.

7 Závěr

Tato práce měla za cíl zjistit režim tepelného komfortu v roce v Plzni, pomocí experimentu porovnat na veřejných prostranstvích města Plzně pocitovou teplotu respondentů s indexy pocitové teploty a sledovat prostorové aspekty pocitové teploty.

Režim tepelného komfortu v Plzni byl zkoumán na datech školní meteostanice Plzeň-Veleslavínova pomocí Comfort Indexu, který zařazuje podmínky na základě hodnot teploty vzduchu, Heat Indexu a Wind Chillu do 8 tříd tepelného komfortu. Nejvíce se vyskytuje v roce kategorie „chladno“, dále „tepelný komfort“. Více se v roce vyskytují teploty způsobující diskomfort vlivem chladu než teploty způsobující diskomfort vlivem horka. Diskomfort vlivem chladu lze pocítit od října do května. Nejvyšší zastoupení teplot způsobujících diskomfort vlivem chladu je v lednu. Extrémní diskomfort vlivem chladu lze v Plzni pocítit velmi výjimečně. Extrémně nízké teploty, které jsou lidskému organismu vážně nebezpečné, se v Plzni nevyskytují. Teploty, při nichž lidé pocítují teplo, se vyskytují od května do září, výjimečně lze tyto teploty zaznamenat i v říjnu. Diskomfort vlivem horka lze pocítit pouze v letním období. V některých letech jsou v nejteplejších dnech roku dosaženy takové teploty, které jsou vážně nebezpečné pro lidský organismus.

Experiment měl dvě části – měření pocitové teploty a jiných meteorologických prvků kapesní meteostanicí a dotazování respondentů na jejich pocitovou teplotu. Pro experiment byly použity indexy pocitové teploty Wind Chill a Heat Index. Wind Chill je určen pomocí teploty vzduchu a rychlosti větru. Slouží pro hodnocení pocitové teploty v zimním období. Heat Index je určen pomocí teploty vzduchu a vlhkosti vzduchu. Slouží pro hodnocení pocitové teploty v letním období. Experimenty probíhaly 27. června 2017, 15. srpna 2017 a 17. ledna 2018. První experiment probíhal ve výrazně jiných teplotních podmínkách, než meteorologové na daný den předpovídali. Druhý experiment probíhal za teplého letního dne a třetí za chladného a větrného dne. Rozdíly v pocitové teplotě jednotlivých experimentů byly patrné ve všech dnech, mohly být zapříčiněny osobními faktory. Nejvíce variabilních pocitových teplot respondentů bylo zaznamenáno v prvním dni experimentu. Nejvyšší rozdíl mezi průměrnou pocitovou teplotou respondentů a příslušným indexem pocitové teploty byl zaznamenán druhý den experimentu, kdy respondenti odhadovali teplotu o více než 2 °C nižší, než byl Heat Index. Je možné, že nižší vnímaná teplota respondentů mohla být způsobena přechodem

z okolního teplejšího prostředí do chladnějšího prostředí. Variabilita odhadů teploty byla nižší než v prvním dni experimentu. V třetím dni experimentu se vnímaná teplota respondentů výrazně nelišila od Wind Chillu. Variabilita odhadů teploty byla blízká variabilitě z druhého dne experimentu.

Kromě pocitové teploty byla v druhém a třetím dni experimentu zjišťována oblíbená roční doba a neoblíbené extrémy počasí respondentů. Dalším dotazem bylo, zda respondenti vnímají častější výskyt horkých nebo mrazových vln oproti minulosti. Většina respondentů zaznamenala vyšší výskyt horkých vln oproti minulosti. Nejčastějšími respondenty citovanými extrémy byly horko, mráz a silný vítr. Nejčastější odpovědí na oblíbenou roční dobu bylo v letním termínu experimentu jaro a podzim, v zimním termínu léto a jaro. Předmětem dalšího výzkumu by mohlo být, zda aktuální roční doba má výrazný vliv na neoblíbené extrémy počasí a oblíbenou roční dobu.

Prostorové aspekty pocitové teploty byly zjišťovány měřením kapesní meteostanicí na vybraných veřejných prostranstvích v centru Plzně. Měřeno bylo 8. srpna 2017, kdy bylo po celý den jasno až polojasno a 19. listopadu, kdy byla zvětšená oblačnost a foukal vítr převážně západního směru rychlostí až $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. V srpnu vykazovaly nižší teplotu ty lokality, které byly po většinu dne zastíněny. Lokality s vyšší plochou aktivních povrchů (například ulice) vykazovaly vyšší teplotu než ostatní. Nejvyšší teplota byla zaznamenána na lokalitě, která byla po celý den vystavena slunečnímu záření. V listopadu byla nižší pocitová teplota na těch lokalitách, které nejsou chráněny před západním větrem.

Problematika pocitové teploty byla v této práci řešena komplexně. Ukazatele Heat Index a Wind Chill byly použity jako součást Comfort Indexu pro hodnocení tepelného komfortu na meteostanici, dále pro porovnání s pocitovou teplotou respondentů a také pro hodnocení prostorových hledisek pocitové teploty. Pro výpočet je nutný vstup pouze dvou proměnných, které jsou poměrně snadno změřitelné. Proto lze Heat Index a Wind Chill doporučit pro další výzkum, který by mohl rozšiřovat výsledky této práce. Další práce by mohla porovnat režim tepelného komfortu na meteostanici Plzeň-Veleslavínova s jinou meteostanicí, případně porovnávat pocitovou teplotu s vnímanou teplotou respondentů a následně porovnat výsledky s výsledky této práce.

Seznam tabulek, grafů a obrázků

Seznam tabulek

Tab. 1: Porovnání typických hodnot albeda pro urbánní a rurální prostředí	14
Tab. 2: Tepelný odpor vybraných druhů oblečení dle ČSN ISO 7730	21
Tab. 3: Wind Chill	24
Tab. 4: Heat Index	26
Tab. 5: Klasifikace Comfort Indexu	27
Tab. 6: Počet časových záznamů dat z meteostanice Plzeň-Veleslavínova	29
Tab. 7: Soubor absolutních odchylek pocitové teploty respondentů od teploty vzduchu ze dne 27.06.2017	42
Tab. 8: Soubor absolutních odchylek pocitové teploty respondentů od Heat Indexu ze dne 15.08.2017	45
Tab. 9: Soubor absolutních odchylek pocitové teploty respondentů od Wind Chillu ze dne 17.01.2018	48
Tab. 10: Vybrané meteorologické prvky 8. srpna 2017 15:30–16:00	50
Tab. 11: Vybrané meteorologické prvky 19. listopadu 2017 17:30–18:00	52

Seznam grafů

Graf 1: Wind Chill při konstantní teplotě vzduchu T a proměnné rychlosti větru v	24
Graf 2: Režim procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v roce z celkového počtu půlhodinových dat pro Plzeň v letech 2009–2017	36
Graf 3: Vývoj teploty vzduchu u Západočeského muzea dne 27.06.2017 od 7:10 do 14:00 ..	40
Graf 4: Srovnání teploty vzduchu a pocitové teploty respondentů ze dne 27.06.2017	41
Graf 5: Absolutní odchylky pocitové teploty respondentů od teploty vzduchu ze dne 27.06.2017	41
Graf 6: Vývoj relativní vlhkosti vzduchu v Kopeckého sadech dne 15.08.2017 od 11:10 do 17:30	42
Graf 7: Vývoj teploty vzduchu a Heat Indexu v Kopeckého sadech dne 15.08.2017	43
Graf 8: Srovnání Heat Indexu a pocitové teploty respondentů ze dne 15.08.2017	44
Graf 9: Absolutní odchylky pocitové teploty respondentů od Heat Indexu ze dne 15.08.2017	44
Graf 10: Vývoj rychlosti větru v sadech Pětatřicátníků dne 17.01.2018 od 11:50 do 15:55 ...	46
Graf 11: Vývoj teploty vzduchu a Wind Chillu v sadech Pětatřicátníků dne 17.01.2018 od 11:50 do 15:55.....	46
Graf 12: Srovnání Wind Chillu a pocitové teploty respondentů ze dne 17.01.2018	47
Graf 13: Absolutní odchylky pocitové teploty respondentů od Wind Chillu ze dne 17.01.2018	48

Seznam obrázků

Obr. 1: Srovnání povrchových teplot v Depu 2015 v Plzni ze dne 14.08.2016.....	16
Obr. 2: Lokality měření.....	33
Obr. 3: Heat Index na vybraných lokalitách v centru Plzně dne 08.08.2017 15:30–16:00.....	49
Obr. 4: Wind Chill na vybraných lokalitách v centru Plzně dne 19.11.2017 17:30–18:00.....	51

Seznam použité literatury

Adaptace sídel na změnu klimatu (2015): Zpravodaj projektu [online]. Adaptace sídel na změnu klimatu (cit. 2018-28-02). Dostupné z:

http://www.adaptacesidel.cz/data/upload/2015/07/zpravodaj_cervenec_2015.pdf

AULICIEMS, A.; SZOKOLAY, S. V. (1997): Thermal Comfort. University of Queensland. Brisbane. 64 s. ISBN 0-86776-729-4

BARAKAT, A. a kol. (2017): Urban design in favor of human thermal comfort for hot arid climate using advanced simulation methods. Alexandria Engineering Journal. 56, s. 533–543.

BASARIN, B.; LUKIC, T.; MATZARAKIS, A (2016): Quantification and assessment of heat and cold waves in Novi Sad, Northern Serbia. International Journal of Biometeorology. 60, s. 139-150.

Bureau of Meteorology (2010): Thermal Comfort observations [online]. Bureau of Meteorology (cit. 2018-02-28). Dostupné z: http://www.bom.gov.au/info/thermal_stress/

CENTNEROVÁ, Lada (2000): Tepelná pohoda a nepohoda [online]. VVI. (cit. 2018-02-28). Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/404-tepelna-pohoda-a-nepohoda>

CENTNEROVÁ, Lada (2001): Izolace oblečení [online]. Stavební fakulta ČVUT Praha. (cit. 2018-02-28). Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/576-izolace-obleceni>

ČMeS (2017): Meteorologický slovník výkladový a terminologický (eMS) [online]. Česká meteorologická společnost (cit. 2018-28-02). Dostupné z: <http://slovník.cmes.cz>

DOBROVOLNÝ, P. a kol. (2012): Klima Brna. Víceúrovňová analýza městského klimatu. Masarykova univerzita. Brno. 200 s. ISBN 978-80-210-6029-6.

ENVIC (2016): Termogramy veřejných prostranství města Plzně. Environmentální informační centrum, Plzeň.

Environment Canada (2014): Wind chill: the chilling facts. Environment Canada. Gatineau. 6 s. ISBN 978-0-662-47625-2.

EPA (2008): Reducing urban heat islands. [online] Compendium of strategies. U.S. Environmental Protection Agency (cit. 2018-28-02). Dostupné z: <https://www.epa.gov/heat-islands/heat-island-compendium>.

GULYÁS, Á.; MATZARAKIS, A.; UNGER, J. (2009): Differences in the thermal bioclimatic conditions on the urban and rural areas in a southern Hungarian city (Szeged). 5th Japanese-German Meeting on Urban Climatology. Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg Nr. 18, s. 229-234

HARTING, T. (2006): Essay Healing Gardens: Places for Nature in Health Care. *Medicine and Creativity*, 368, s. 536–537

HEWITT, C. N.; JACKSON, A. V. (eds) (2009): Atmospheric science for environmental scientists. Wiley-Blackwell. Oxford. 300 s. ISBN 978-1-4051-5690-5

HÖPPE, P. (2002): Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy and Buildings*. 34, s. 661–685

In-počasí (2013): Pocitová teplota, nespolehejte se jen na teploměr [online]. Inmeteo s.r.o. (cit. 2018-28-02). Dostupné z: <https://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/pocitova-teplota/>

In-počasí (2017): Plzeň – Mikulka [online]. Inmeteo s.r.o. (cit. 2018-03-31). Dostupné z: https://www.in-pocasi.cz/archiv/stanice.php?stanice=plzen_mikulka&historie_bar_mesic=6&historie_bar_rok=2017&typ=srazky

JOKL, M. V., MALÝ, S. (2009): Relativní vlhkost a člověk – nové přípustné limity [online]. Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. (cit. 2018-02-28). Dostupné z: <http://www.bozpinfo.cz/josra/relativni-vlhkost-clovek-nove-pripustne-limity>

Kestrelmeters (2018): Kestrel 4000 – discontinued [online]. KestrelMeters.com (cit. 2018-03-20). Dostupné z: <https://kestrelmeters.com/products/kestrel-4000-weather-meter>

KOPP, J. (2017): Voda ve městech – výzvy a řešení pro 21. století. *Geografické rozhledy*. 27 (1), s. 8–11.

KOPP, J.; RAŠKA, P. a kol. (2017): Ekohydrologický management mikrostruktur městské krajiny. Západočeská univerzita v Plzni. Plzeň. 165 s. ISBN 978-80-261-0719-4

LEHMANN, I.; MATHEY, J.; ROSSLER, S.; BRAUER, A.; GOLDBERG, V. (2014): Urban Vegetation Structure Types as a Methodological Approach for Identifying Ecosystem Services – Application to the Analysis of Micro-Climatic Effects. *Ecological Indicators*, 42, s. 58–72.

LIN, T. P. (2009): Thermal perception, adaptation and attendance in a public square in hot and humid regions. *Building and Environment*. 44, s. 2017–2026.

MATZARAKIS, A.; ENDLER, C. (2010): Climate change and thermal bioclimate in cities: impacts and options for adaptation in Freiburg, Germany. *International Journal of Biometeorology*. 54, s. 479–483

MATOUŠEK, J. (1988): Počasí, podnebí a člověk: Bioklimatologie člověka. Avicentrum. Praha. 293 s.

MATUŠKOVÁ, A.; NOVOTNÁ, M. (eds) (2007): Geografie města Plzně. Západočeská univerzita v Plzni. Plzeň. 184 s. ISBN 978-80-7043-558-8

MOHAN, M.; BHATI, S. (2009): Are You Comfortable Weather-wise. *Science Reporter*. 46, s. 19–28.

MOHAN, M. a kol. (2014): A Modified Approach to Analyze Thermal Comfort Classification. *Atmospheric and Climate Sciences*. 4, s. 7–19.

National Weather Service (2014): The Heat Index Equation [online]. National Weather Service (cit. 2018-28-02). Dostupné z:

http://www.wpc.ncep.noaa.gov/html/heatindex_equation.shtml

National Weather Service (2017a): Wind Chill Temperature Index [online]. National Weather Service (cit. 2018-28-02). Dostupné z:

<https://www.weather.gov/media/owlie/wind-chill-brochure.pdf>

National Weather Service (2017b): What is the heat index? [online] National Weather Service (cit. 2018-02-28). Dostupné z: <https://www.weather.gov/ama/heatindex>

Nielsen-Kellerman (2015): Kestrel 4000. Pocket weather tracker. Instructional manual.

NOVÁK, M. (2007): Problematika komplexních thw indexů a její řešení v biometeorologické předpovědi ČHMÚ. Český hydrometeorologický ústav.

OKE, T. R. (1981): Canyon Geometry and the Nocturnal Urban Heat Island: Comparison of Scale Model and Field Observations. *Journal of Climatology*. s. 237–254.

OKE, T. R. (1997): Urban climates and global environmental change. *Applied Climatology*. s. 273–287.

OKE, T. R. (2006): Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites. Instruments and observing methods. Report No. 81. WMO. 47 s.

Ortofoto (2015). Český úřad zeměměřičský a katastrální.

OSCZEVSKI, R.; BLUESTEIN, M. (2005): The new wind chill equivalent temperature chart. Americal Meteorological Society. s. 1453–1458.

Počasí ČT (2017a): Předpověď počasí [televizní pořad]. Česká televize (cit. 2018-03-31). Dostupné z:

<http://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/1178166999-predpoved-pocasi/217411000410626>

Počasí ČT (2017b): Předpověď počasí [televizní pořad]. Česká televize (cit. 2018-03-31). Dostupné z:

<http://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/1178166999-predpoved-pocasi/217411000410807>

Počasí ČT (2017c): Předpověď počasí [televizní pořad]. Česká televize (cit. 2018-03-31). Dostupné z:

<http://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/1178166999-predpoved-pocasi/217411000410814>

Počasí ČT (2017d): Předpověď počasí [televizní pořad]. Česká televize (cit. 2018-03-31). Dostupné z:

<http://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/1178166999-predpoved-pocasi/217411000411118>

Počasí ČT (2018): Události za okamžik a počasí [televizní pořad]. Česká televize (cit. 2018-03-31). Dostupné z:

<http://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/10393496397-udalosti-za-okamzik-a-pocasi/218411000440116>

SKALÁK, P. a kol. (2015): Pražský tepelný ostrov. Český hydrometeorologický ústav. Praha.

STŘEDA, T.; STŘEDOVÁ, H.; ROŽNOVSKÝ, J. (2011): Teplotní režim městského prostředí. Český hydrometeorologický ústav. Brno.

STŘEDOVÁ, H.; ROŽNOVSKÝ, J.; LITSCHMANN, T. (eds) (2011): Mikroklima a mezoklima krajinných struktur a antropogenních prostředí. Skalní mlýn. ISBN 978-80-86690-87-2

SUSCA, T.; GAFFIN, S. R.; DELL'OSSO, G. R. (2011): Positive effects of vegetation: Urban heat island and green roofs. Environment pollutions. 159, s. 2119–2126

ŠERÁ, B. (2015): The Positive Impact of Greenery on the Housing Estates users. Životné prostredie, 49 (2), s. 100–105.

TRNKA, M.; ŽALUD, Z.; HLAVINKA, P; BARTOŠOVÁ, L. a kol. (2016): Průvodce změnou klimatu. CzechGlobe.

United Nations (2015): World Urbanization Prospects: The 2014 Revision Department of Economic and Social Affairs, Population Division.

UrbanAdapt (2015a): Adaptace na změnu klimatu ve městech pomocí přírodě blízkých opatření. CzechGlobe. 79 s.

UrbanAdapt (2015b): Zelená a modrá infrastruktura [online]. CzechGlobe (cit. 2018-02-20).
Dostupné z: <http://urbanadapt.cz/cs/zelena-modra-infrastruktura>

UrbanAdapt (2017): Mapa teplot povrchů města Brna [online]. CzechGlobe (cit. 2018-02-20).
Dostupné z: <http://urbanadapt.cz/cs/mapa-teplot-povrchu-mesta-brna>

VACÍK, P.; KOPP, J. (2012). Porovnání školních meteorologických stanic Vantage Pro 2™ a meteorologických stanic sítě ČHMÚ na základě měření na území města Plzně v letech 2009–2010. *Arnica*. 1–2, s. 19–29. ISSN 1804-8366.

VYSOUDIL, M. (1997): Meteorologie a klimatologie pro geograpy. Univerzita Palackého v Olomouci. Olomouc. ISBN 80-7067-773-2.

VYSOUDIL, M. (2014): Základy fyzické geografie 1. Meteorologie a klimatologie. Univerzita Palackého v Olomouci. Olomouc. ISBN 978-80-244-3892-4.

ŽÁK, M. (2011): Tepelný ostrov města. In: Turbulence [televizní pořad]. Česká televize [cit. 2018-28-02]. Dostupné z:

<http://www.ceskatelevize.cz/porady/10315081586-turbulence/211411058140018/>

ŽÁK, M. (2017): Tepelný ostrov v Praze a možnosti zmírnění jeho negativních dopadů. Český hydrometeorologický ústav. Praha.

Seznam příloh

Příloha I: Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v lednu v letech 2009–2017 v Plzni

Příloha II: Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v únoru v letech 2009–2017 v Plzni

Příloha III: Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v březnu v letech 2009–2017 v Plzni

Příloha IV: Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v dubnu v letech 2009–2017 v Plzni

Příloha V: Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v květnu v letech 2009–2017 v Plzni

Příloha VI: Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v červnu v letech 2009–2017 v Plzni

Příloha VII: Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v červenci v letech 2009–2017 v Plzni

Příloha VIII: Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v srpnu v letech 2009–2017 v Plzni

Příloha IX: Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v srpnu v letech 2009–2017 v Plzni

Příloha X: Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v říjnu v letech 2009–2017 v Plzni

Příloha XI: Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v listopadu v letech 2009–2017

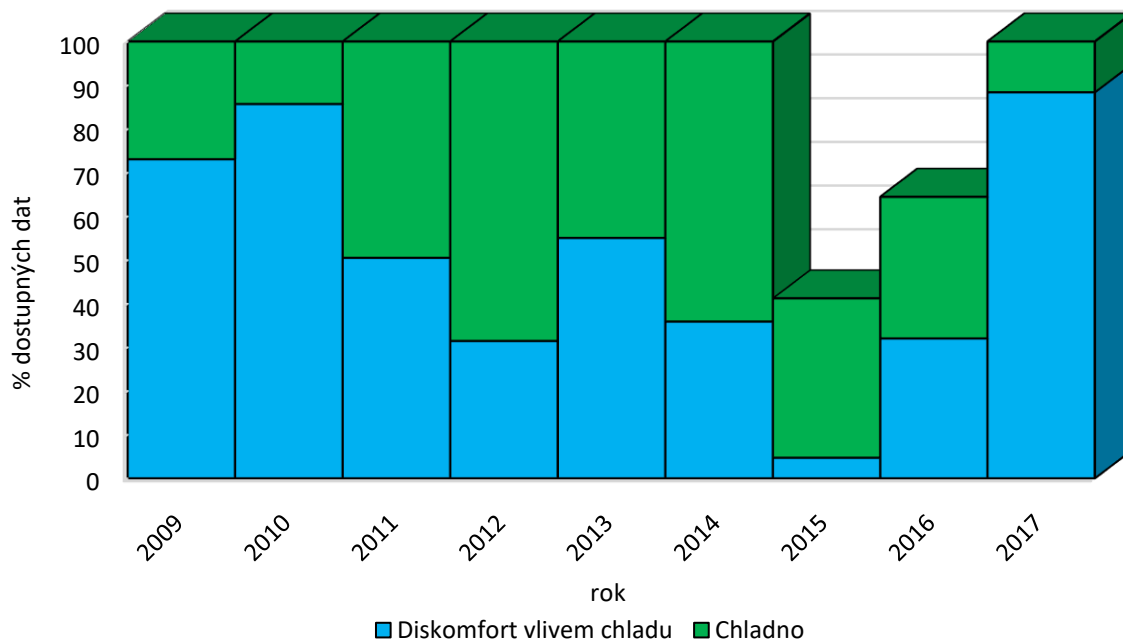
v Plzni

Příloha XII: Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v prosinci v letech 2009–2017 v Plzni

Příloha XIII: Dotazník

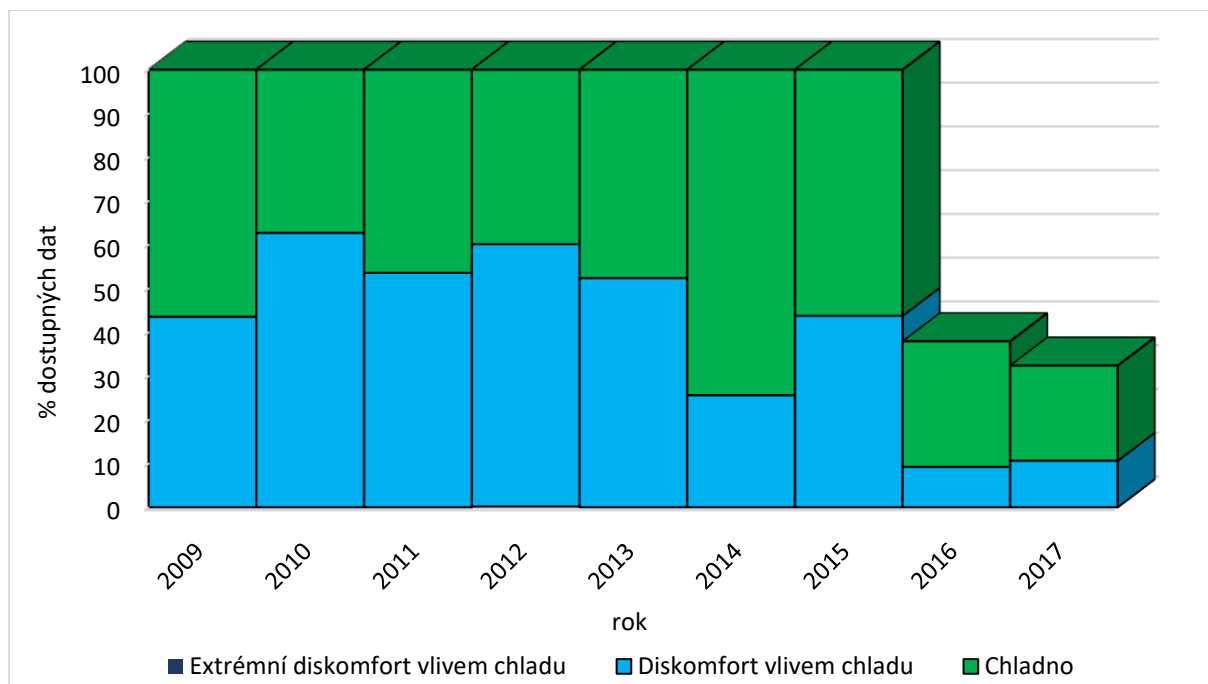
Příloha

Příloha I: Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v lednu v letech 2009–2017 v Plzni



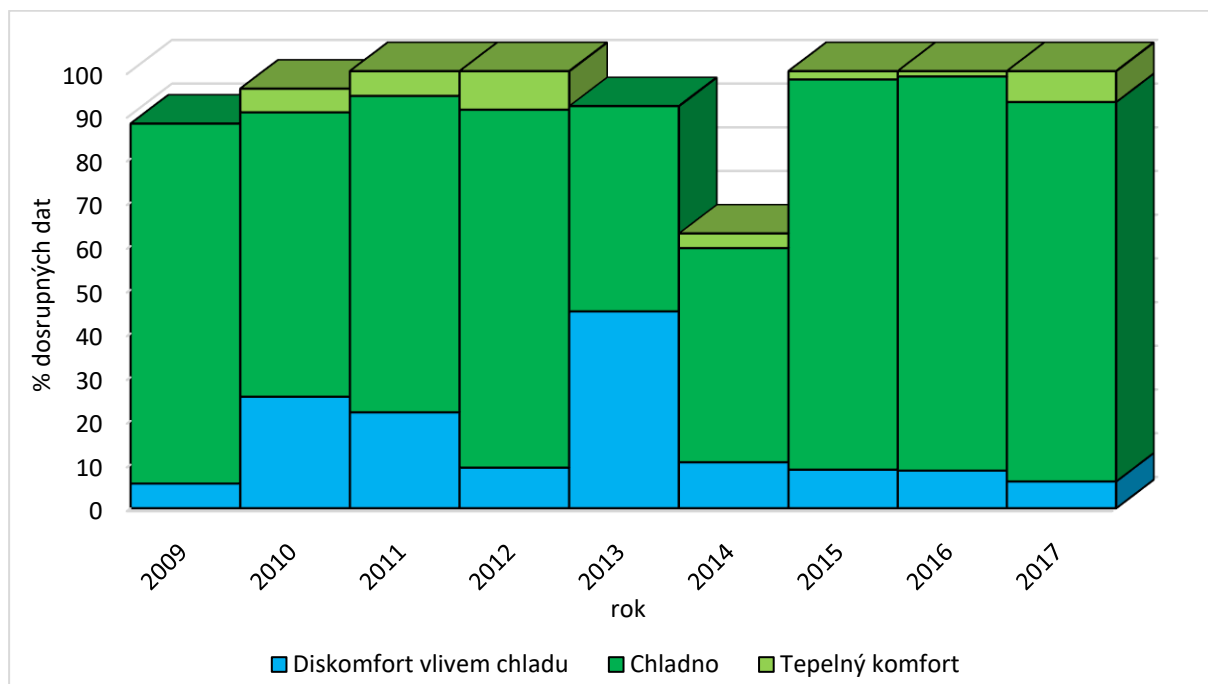
Zdroj: Vlastní zpracování dat

Příloha II: Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v únoru v letech 2009–2017 v Plzni



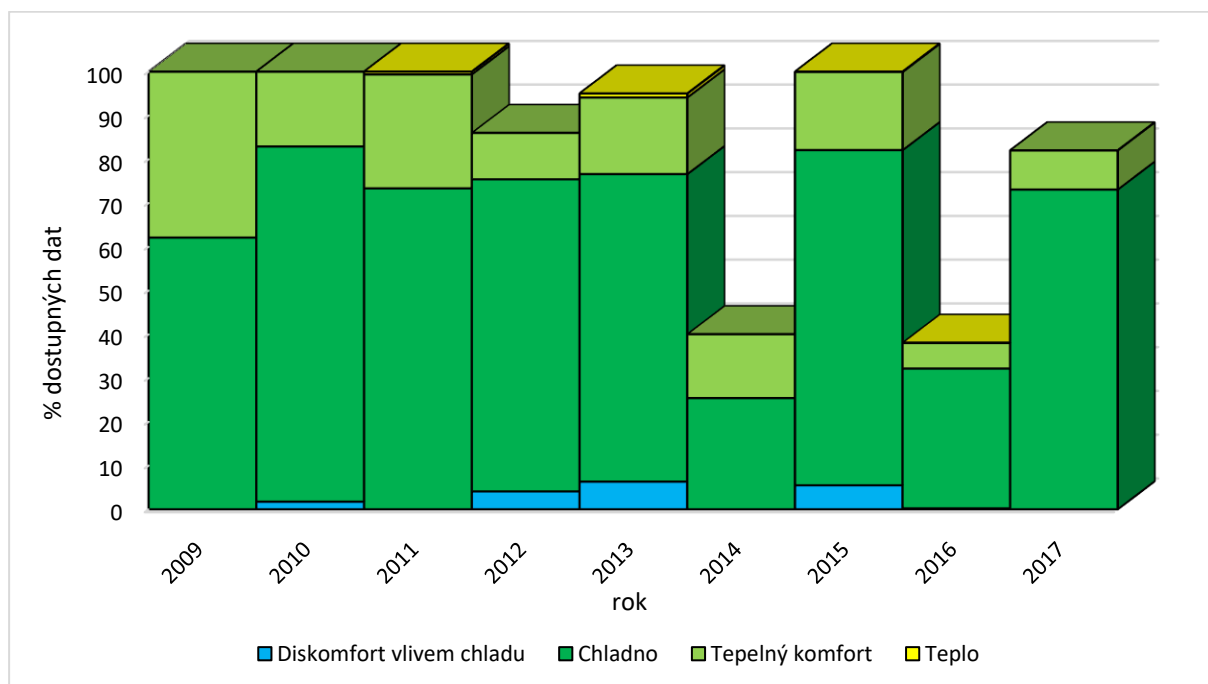
Zdroj: Vlastní zpracování dat

Příloha III: Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v březnu v letech 2009–2017 v Plzni



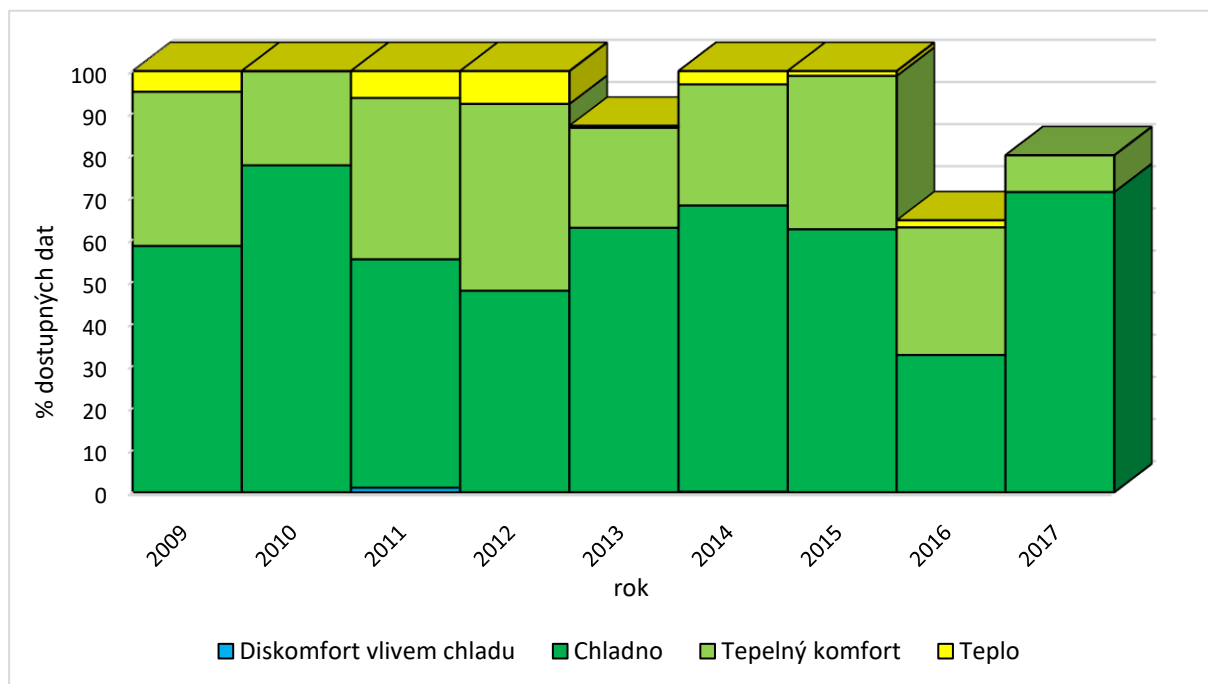
Zdroj: Vlastní zpracování dat

Příloha IV: Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v dubnu v letech 2009–2017 v Plzni



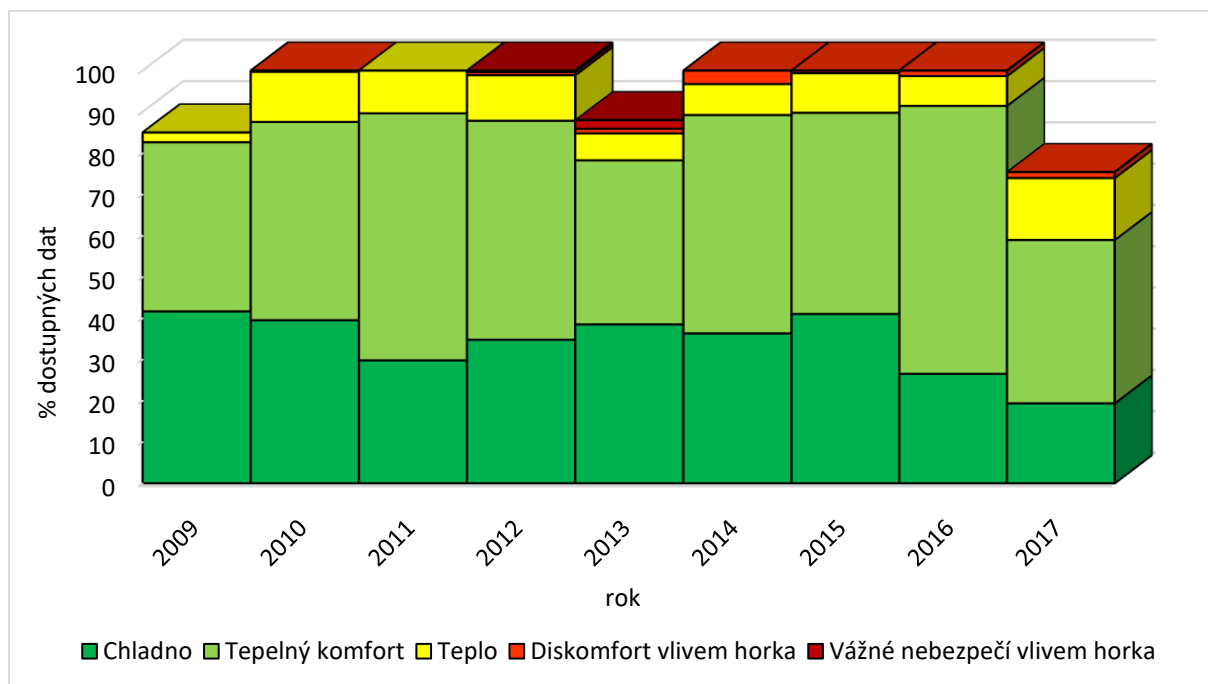
Zdroj: Vlastní zpracování dat

Příloha V: Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v květnu v letech 2009–2017 v Plzni



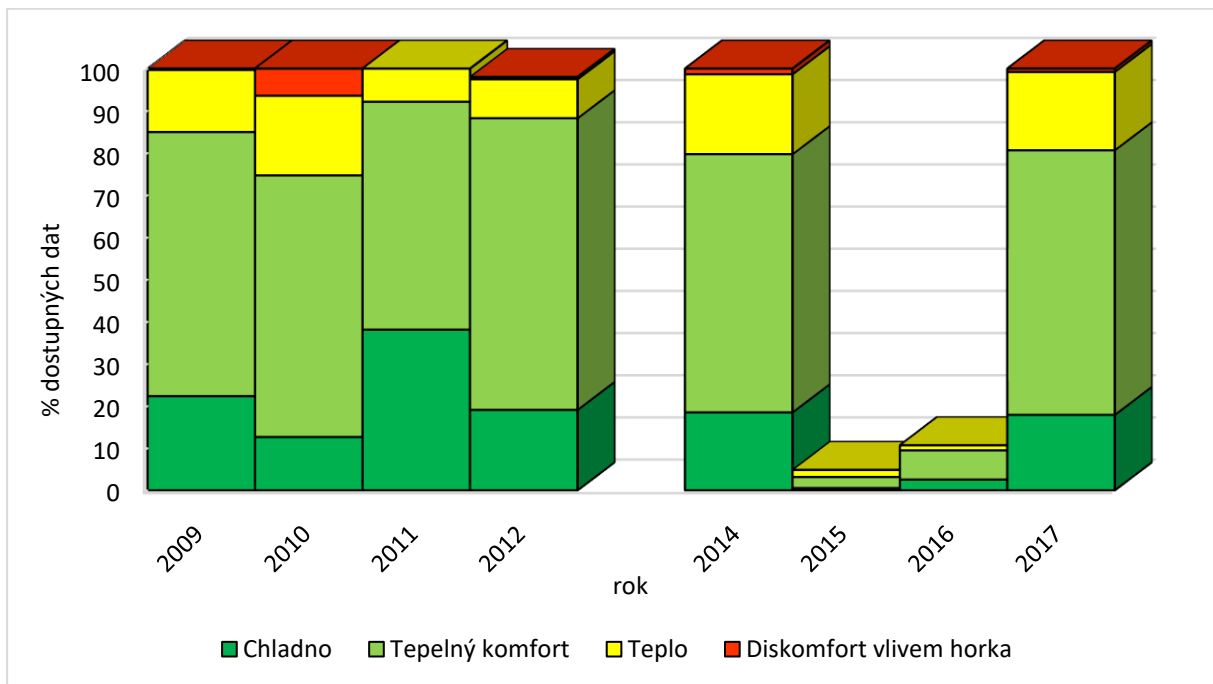
Zdroj: Vlastní zpracování dat

Příloha VI: Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v červnu v letech 2009–2017 v Plzni



Zdroj: Vlastní zpracování dat

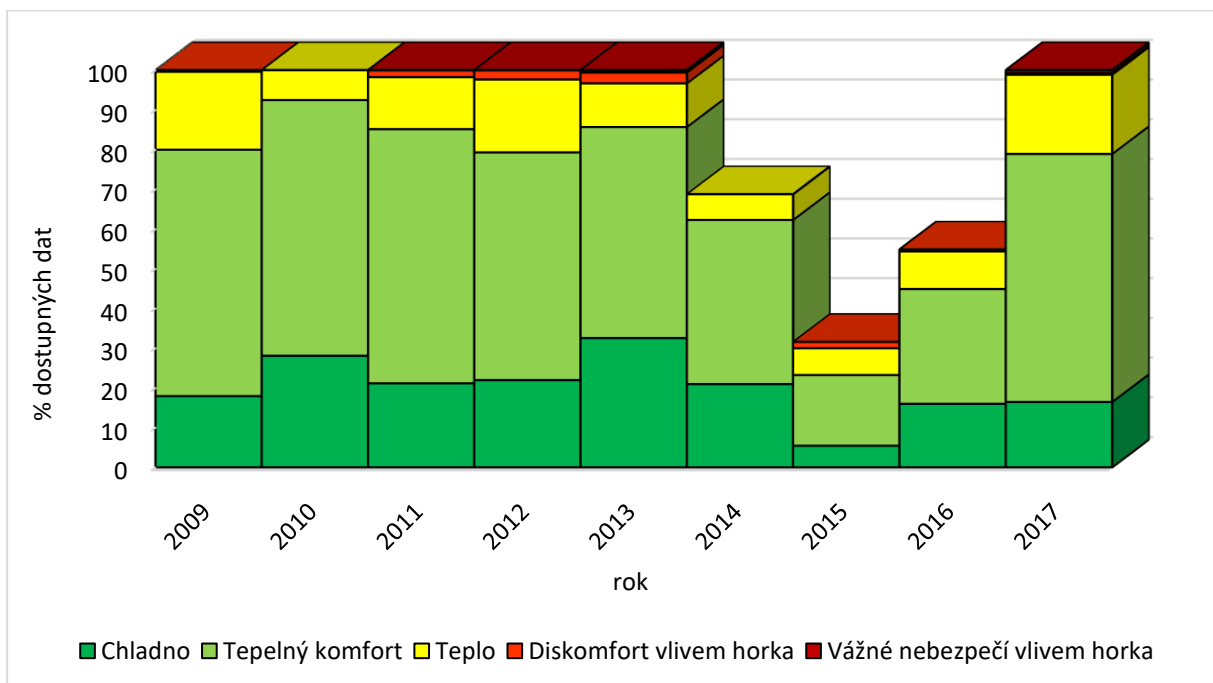
Příloha VII: Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v červenci v letech 2009–2017 v Plzni



Poznámka: červenec 2013 0 % dostupných dat

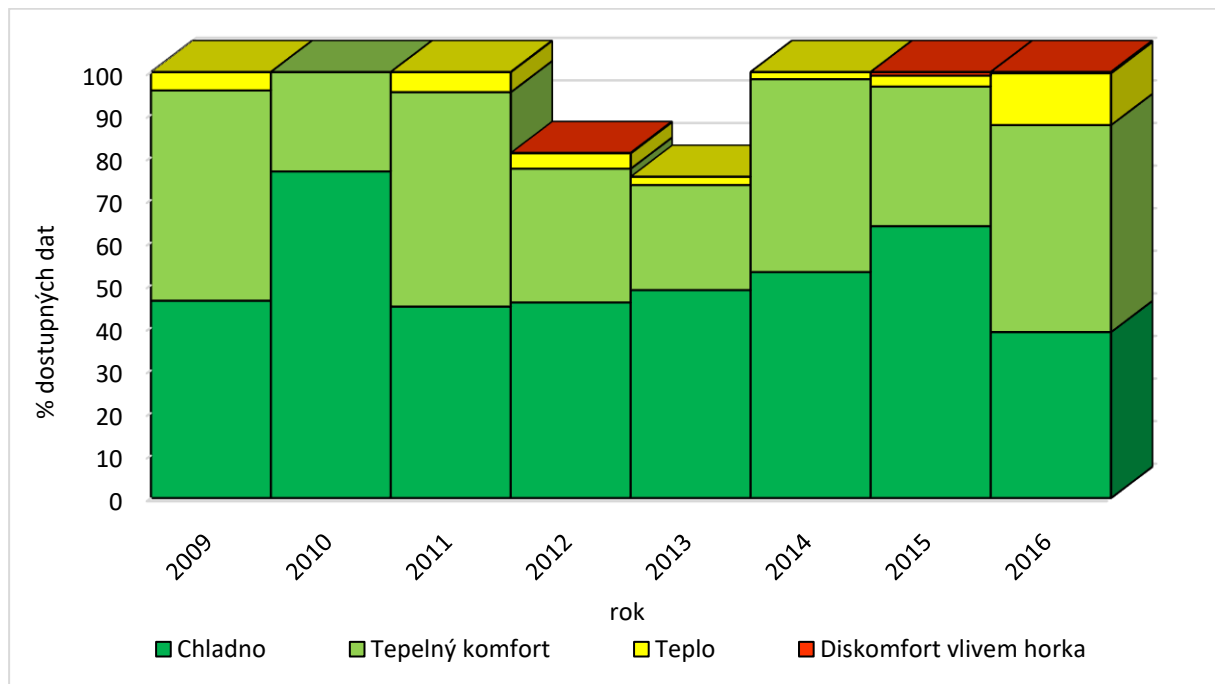
Zdroj: Vlastní zpracování dat

Příloha VIII: Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v srpnu v letech 2009–2017 v Plzni



Zdroj: Vlastní zpracování dat

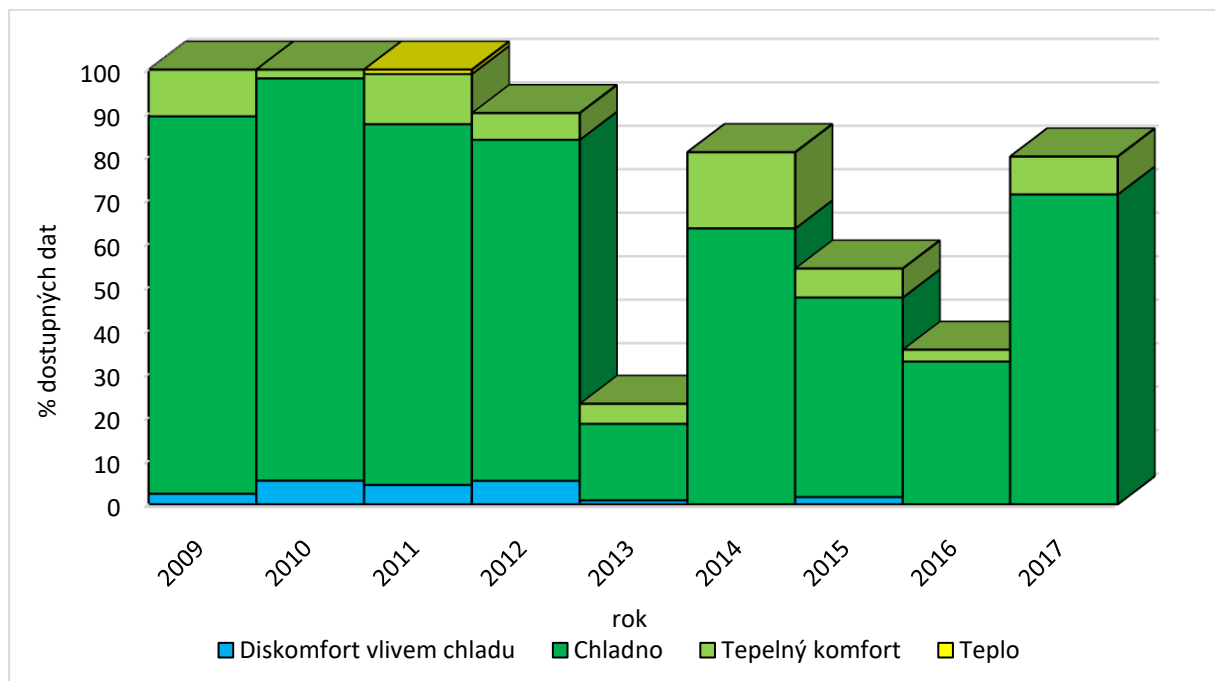
Příloha IX: Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v srpnu v letech 2009–2017 v Plzni



Poznámka: září 2017 0 % dostupných dat

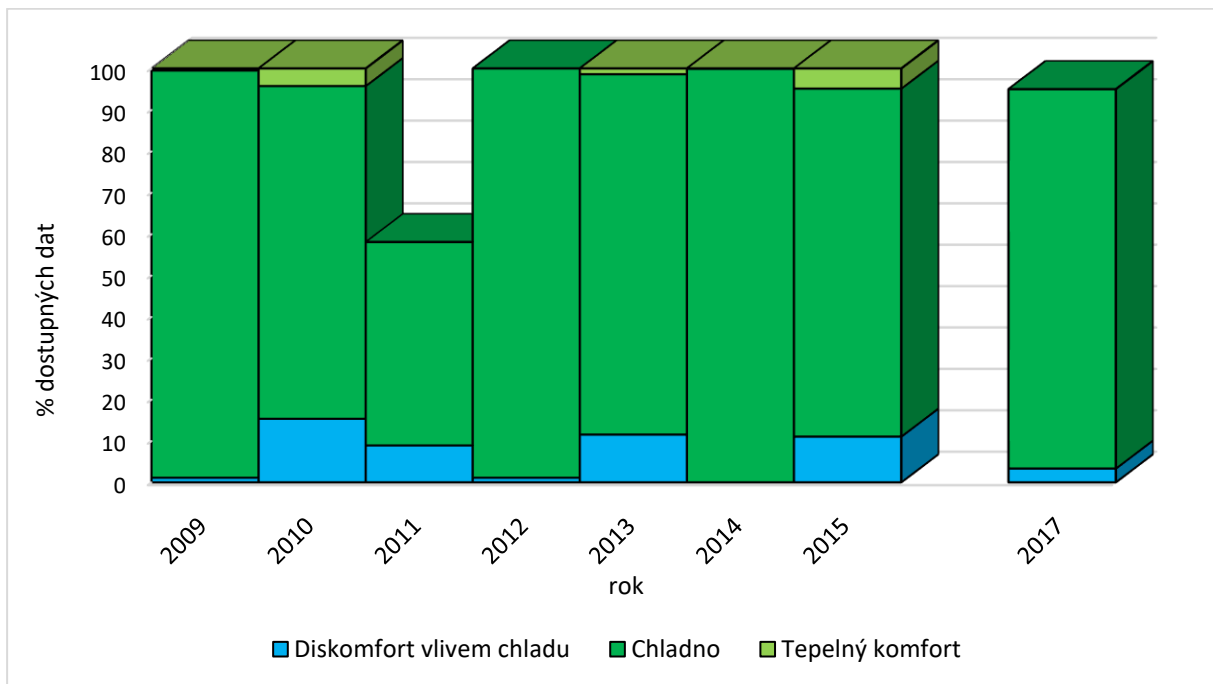
Zdroj: Vlastní zpracování dat

Příloha X: Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v říjnu v letech 2009–2017 v Plzni



Zdroj: Vlastní zpracování dat

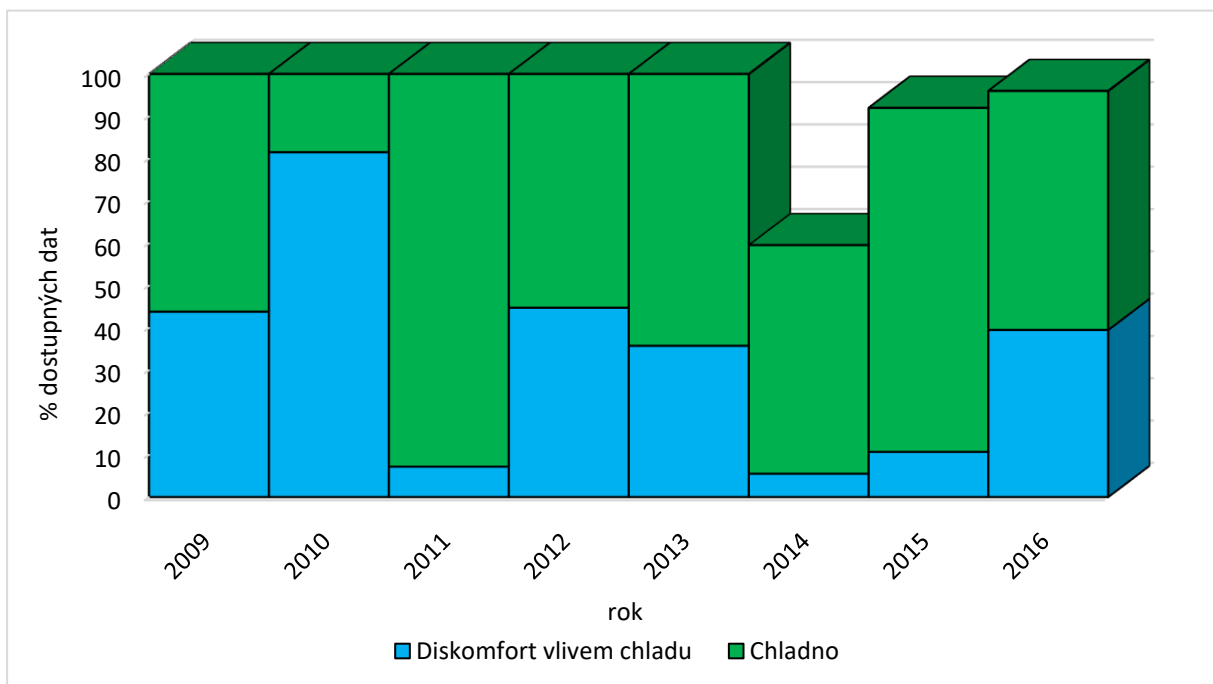
Příloha XI: Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v lednu v listopadu 2009–2017 v Plzni



Poznámka: listopad 2016 0 % dostupných dat

Zdroj: Vlastní zpracování dat

Příloha XII: Procentuální distribuce tříd Comfort Indexu v prosinci v letech 2009–2017 v Plzni



Poznámka: prosinec 2017 0 % dostupných dat

Zdroj: Vlastní zpracování dat

Hodnocení pocitové teploty na veřejných prostranstvích města Plzně

Bakalářská práce

Datum: 15. srpna 2017

Čas:

Místo: Kopeckého sady

Číslo dotazníku:

1) Sledujete předpověď počasí?

d) často

c) zřídka

e) občas

d) nikdy

2) Kolik stupňů hlásili meteorologové na dnešní den? °C

3) Jaká je vaše oblíbená roční doba?

a) jaro

c) podzim

b) léto

d) zima

4) Proč?

5) Jaké extrémní počasí vám vadí nejvíce? (možné zaškrtnout více možností)

a) mráz

e) sníh

b) horko (tropické teploty)

f) silný vítr

c) bouřky

g) jiné -

d) déšť

6) Myslíte si, že v posledních letech jsou oproti předcházejícím letům častější

a) vlny horka

b) vlny mrazu (chladu)

7) Jaká si myslíte, že je aktuální pocitová teplota? °C

8) Cítíte se na tomto místě aktuálně teplotně příjemně?

- a) ano
 - b) ne
-

9) Pohlaví:

- a) žena
- b) muž

10) Věk

- a) 15–19 let
- b) 20–29 let
- c) 30–44 let
- d) 45–59 let
- e) 60 a více let

11) Nejvyšší ukončené vzdělání:

- a) základní
- b) střední s výučním listem
- c) střední s maturitou a VOŠ
- d) vysokoškolské