

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra geografie

Bc. Christina STRÁNSKÁ

**Problematika tepelného ostrova města ve výuce  
na základních a středních školách**

Diplomová práce

Vedoucí práce: Mgr. Michal Lehnert, Ph.D.

Olomouc 2021

## Bibliografický záznam

**Autor (osobní číslo):** Bc. Christina Stránská (D18248)

**Studijní obor:** Učitelství geografie pro SŠ (kombinace UTIV – GG)

**Název práce:** Problematika tepelného ostrova města ve výuce na základních a středních školách

**Title of thesis:** The issue of urban heat island in primary and secondary education

**Vedoucí práce:** Mgr. Michal Lehnert, Ph.D.

**Rozsah práce:** 71 s. + 3 s.

**Abstrakt:** Cílem diplomové práce je analyzovat názory a znalosti žáků druhého stupně základních škol a středních škol k vybraným aspektům problematiky tepelného ostrova města. Pro analýzu bylo vytvořeno dotazníkové šetření, které bylo rozděleno na dvě části a obsahovalo uzavřené i otevřené otázky. Výsledky práce ukázaly, že žáci druhého stupně základních škol a středních škol nejsou ve většině případů s problematikou tepelného ostrova obeznámeni. Názory žáků na efektivitu navrhovaných environmentálních opatření však poukazují na možnost relativního pochopení problematiky. Na základě zjištěných výsledků, je diskutována možnost zařazení tématu tepelného ostrova města do výuky.

**Klíčová slova:** tepelný ostrov města, dotazníkové šetření, základní škola, střední škola

**Abstract:** The thesis aims to analyse the opinions and knowledge of the pupils at upper primary schools and students at secondary schools about selected aspects of the urban heat island issue. A survey of two parts was made for the purpose of the analysis and included both open-ended and closed-ended questions. The results of the survey showed that the pupils and students have not heard about the urban heat island. However, their opinions on the mentioned environmental measures indicated they might understand the issue when it is presented to them. Based on the results obtained the option to include the topic of urban heat island into instruction is discussed.

**Keywords:** urban heat island, survey, primary school, secondary school

Prohlašuji, že jsem zadanou diplomovou práci vypracovala samostatně a veškerou použitou literaturu jsem řádně uvedla v seznamu literatury.

V Olomouci dne 28. dubna 2021

.....  
Bc. Christina Stránská

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych chtěla poděkovat panu Mrg. Michalovi Lehnertovi, Ph.D. za jeho čas, vstřícný přístup a cenné rady při vedení této diplomové práce. Také děkuji všem spolužákům Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci a učitelům základních i středních škol, kteří mi pomohli se sběrem dat a realizací dotazníkového šetření.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI  
Pedagogická fakulta  
Akademický rok: 2018/2019

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Christina STRÁNSKÁ**  
Osobní číslo: **D18248**  
Studijní program: **N7504 Učitelství pro střední školy**  
Studijní obory: **Učitelství technické a informační výchovy pro střední školy a 2. stupeň základních škol**  
**Učitelství geografie pro střední školy**  
Název tématu: **Problematika tepelného ostrova města ve výuce na základních a středních školách**  
Zadávací katedra: **Katedra geografie**

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

Cílem diplomové práce je na základě dotazníkového šetření vyhodnotit četnost zařazení tématu tepelného ostrova města do výuky na základních a středních školách a současně analyzovat znalosti žáků k problematice tepelného ostrova města. Na základě výsledků dotazníkového šetření budou diskutovány možnosti zařazení tématu tepelného ostrova města do výuky a případně navržen vhodný výukový materiál.

Rozsah grafických prací: Podle potřeb zadání

Rozsah pracovní zprávy: 20 000 - 24 000 slov

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

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

Chráska, M. (2007). Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. 265 s

Knecht, P., Hofmann, E. (2013). "K problému řazení geografického učiva ve školních vzdělávacích programech.". Informace ČGS, 32(2), 13-25.

Oke, T. R., Mills, G., Christen, A., & Voogt, J. A. (2017). Urban climates. Cambridge University Press.

Rosenzweig, C., Solecki, W. D., Romero-Lankao, P., Mehrotra, S., Dhakal, S., & Ibrahim, S. A. (Eds.). (2018). Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network. Cambridge University Press.

VYSOUDIL, M. (2012): Podnebí Olomouce. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 211 s.

Výzkumný ústav pedagogický v Praze (2005). Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělání. Výzkumný ústav pedagogický v Praze.

Wynes, S., & Nicholas, K. A. (2017). The climate mitigation gap: education and government recommendations miss the most effective individual actions. Environmental Research Letters, 12(7), 074024.

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Michal Lehnert, Ph.D.

Katedra geografie

Datum zadání diplomové práce: 19. prosince 2018

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2020

L.S.

doc. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.  
děkan

doc. RNDr. Marián Halás, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Olomouci dne 19. prosince 2018

## Obsah

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Úvod .....                                    | 8  |
| 2     | Cíle práce.....                               | 9  |
| 3     | Teoretická východiska .....                   | 10 |
| 3.1   | Problematika městského klimatu .....          | 10 |
| 3.2   | Tepelný ostrov města.....                     | 17 |
| 3.3   | Tepelný ostrov města ve výuce na ZŠ a SŠ..... | 19 |
| 3.3.1 | RVP ZV .....                                  | 20 |
| 3.3.2 | RVP GG .....                                  | 22 |
| 3.3.3 | Školní vzdělávací program.....                | 23 |
| 3.3.4 | Školní učebnice.....                          | 25 |
| 3.3.5 | E-learning a informační technologie .....     | 31 |
| 4     | Metody výzkumu.....                           | 35 |
| 5     | Výsledky .....                                | 41 |
| 5.1   | Znalosti žáků.....                            | 41 |
| 5.2   | Názory žáků .....                             | 44 |
| 5.3   | Komparace výsledků mezi žáky ZŠ a SŠ.....     | 51 |
| 5.4   | Komparace výsledků mezi muži a ženami.....    | 55 |
| 6     | Diskuze výsledků .....                        | 57 |
| 7     | Závěr.....                                    | 62 |
| 8     | Summary .....                                 | 63 |
| 9     | Použité zdroje.....                           | 64 |
|       | Příloha 1 .....                               | 72 |

# 1 Úvod

Problémy spojené s tepelným ostrovem města se v posledních desetiletích zabývají nejen vědecké organizace napříč celým světem, ale v některých případech jsou i předmětem politických diskuzí. Také běžná veřejnost pociťuje rozdíly teplot v zastavěné části města a jejím okolí. Velká část populace, i když nezná souvislosti, pociťuje vysoké teploty mezi betonovými a asfaltovými stavbami, následně obyvatelé a návštěvníci města vyhledávají zelené plochy ve městech nebo klimatizované prostory, aby se v horkých letních měsících „zchladili“. Vědečtí pracovníci realizují studie zabývající se problematikou tepelného ostrova města především z důvodu stále rychleji rostoucího negativního vlivu. Mají snahu co možná nejvíce poukázat a následně řešit nežádoucí podmínky v zastavěných částech měst a vytvořit tak příjemnější klima ne jen pro člověka.

Se stále rostoucí problematikou tepelného ostrova města se potýká řada měst, ve světě, ale také v České republice. Některá městská sídla svou konstrukcí produkované teplo neodvádí, naopak koncentrují na svém území. Tepelné ostrovy mají velmi negativní vliv na zdraví obyvatel, kteří ve městech žijí. Horké dny u lidí způsobují např. hypertermii, dehydrataci apod. Paradoxem je, že je to lidská společnost, která ohrožuje své podmínky pro život. Neustálý rozvoj průmyslu, služeb či potřeb lidí vedl ke změně struktury měst, ve velkém roste výstavba betonových i asfaltových staveb a mnoho lesů, travnatých i vodních ploch bylo zničeno. Lidé by si měli být vědomi závažnosti těchto problémů a hledat kompromisy mezi zástavbou a přírodou.

Problematika tepelných ostrovů není nová, lidská společnost se těmito problémy zabývá již celé dekády 20. století a hledá možnosti, kterými by předešla anebo alespoň zmírnila negativní jevy. Z hlediska budoucnosti by také žáci měli znát souvislosti s problematikou telených ostrovů měst, aby mohli dále navrhovat možná opatření. V současnosti rámcové vzdělávací programy ve školství zařazují environmentální výchovu mezi běžné osnovy. Jednotlivé školy pak ve svých školních vzdělávacích programech uvádí učivo jako je životní prostředí, či rizika globálního oteplování, do kterých je vhodné dané téma zařadit. Učivo spojené s tepelnými ostrovy měst mohou být pro žáky i učitele náročná, jsou však nesmírně důležitá pro uchování kvalitního životního prostředí, alespoň v té míře jak ho známe dnes. Zůstává tak otázkou nejen zda a jak jsou témata ve školství vyučována, ale jestli jim žáci dobře rozumí, a jak se k problémům staví oni sami.



## 2 Cíle práce

Hlavním cílem diplomové práce je zjistit, jaké znalosti a názory mají žáci druhého stupně základních škol a žáci středních škol k vybraným aspektům problematiky tepelného ostrova města. Znalosti a názory žáků, budou zjišťovány pomocí dotazníkového šetření. V rámci teoretických východisek bude krátce zhodnocena míra a možnost zařazení učiva tepelného ostrova města v rámcových vzdělávacích programech a také školních vzdělávacích programech. Efektivita a zařazení tématu tepelného ostrova města do výuky na ZŠ a SŠ bude následně diskutováno v souvislosti s výsledky práce.

## 3 Teoretická východiska

### 3.1 Problematika městského klimatu

Rozdíly mezi městem a venkovskou krajinou nejsou pouze vizuální, ale týkají se také ovzduší. Pro velkoměsta, ale i středně velká města je typické silné znečištění ovzduší, větší možnost výskytu tzv. fotochemického smogu a prašného aerosolu. Je to způsobeno aktivním povrchem, který je ve městech plošně větší než v okolní krajině (tvoří ho střechy staveb, komunikace a v menší míře zeleň). Ve městech je možné se častěji setkat s případy zdravotních komplikací až se zvýšenou úmrtností a to v důsledku narušení termoregulačního systému jedince. Za zhoršení zdravotního stavu může ve velké míře znečištění ovzduší (Vysoudil, 2012). Tohoto faktu si lidé všímali již ve starověku. Jak uvádí Landsberg (1981), zhoršená kvalita ovzduší ve městech byla způsobena v důsledku lokálních topenišť. Ve starověku způsobovalo zhoršené ovzduší lidem ve městech značné problémy. Obyvatelstvo se však snažilo tyto problémy redukovat. Byla vydána určitá opatření. Například v roce 1273 byl v Londýně vydán zákaz spalování uhlí. Tento zákaz byl v Londýně vydán dokonce opakovaně v průběhu několika staletí. I přes vydaná nařízení se situace postupně zhoršila natolik, že v první polovině 20. století došlo k značnému počtu úmrtí obyvatel. Některá zaregistrovaná úmrtí byla spojena s tvorbou smogu. V roce 1952 množství znečišťujících látek v ovzduší nabývalo extrémních hodnot.

Klimatem měst se vědci zabývali už v dřívějších dobách. První velká měření, která se věnovala městskému klimatu, probíhala počátkem 18. století. Jedná se o období rozmachu přístrojových meteorologických měření. V důsledku vzniku velkých průmyslových měst si vědci začínají všimnout problematiky spojené se znečištěním ovzduší, která má dopad i na lidské zdraví a ráz klimatu ve městech (Rohinton, 2005).

První velkou významnou prací zabývající se klimatem měst, je práce L. Howarda z 19. století. L. Howard byl britský badatel, kterému vděčíme za pojmenování základních druhů oblačnosti. Také byl první, kdo se zabýval rozdílným klimatem mezi městem a okolní krajinou. A to konkrétně v Londýně, kde detailně studoval městské podnebí a jeho okolní krajinu. Je autorem rozsáhlého díla „The climate of London“, ve kterém uvádí výsledky svého dvacetiletého měření, ty prokazují časovou i prostorovou variabilitu. Jako jeden z prvních zde popisuje existenci teplejších poloh ve středu města. Uvádí (stejně jako další autoři), že hlavní příčinou je spalování fosilních paliv (Howard, 2013). Howardova teorie o rozdílnosti podnebí mezi městem a okolní krajinou má platnost do současnosti (Vysoudil, 2012).

Londýn nebyl jediné velké město, kde se taková měření prováděla. Dalším příkladem je Berlín (Hann, 2009), Vídeň (Gartland, 2008) nebo dále Paříž, kde počátkem druhé poloviny 19. století probíhala podobná měření, které prováděl francouzský vědec E. Renou. Srovnával teploty vzduchu a rychlost větru v Paříži a okolní krajinou. Teploty samozřejmě dosahovaly vyšších hodnot v centru města a rychlost větru byla ve městě nižší (Landsberg, 1981). V 19. století se také rozvíjí další studie o častějším vzniku mlh v důsledku antropogenního znečištění ovzduší ve městech (Vysoudil, 2012).

V první polovině 20. století vychází monografie „Das Stadtklima“ od autora Kratzera (1973), který zde uvádí doposud publikovanou literaturu zabývající se klimatem měst. Ze sousedních zemí je příkladem také Polsko, kde proběhlo několik výzkumů ohledně slunečního svitu či teplotních rozdílů. Výsledky studia ve svém díle shrnuje Fortuniak (2005). Meteorologické prvky jako teplota vzduchu, vlhkost vzduchu a sluneční svit se měřily již za pomoci mobilních prostředků – automobilů. První, kdo realizoval měření pomocí měřících jízdy, byl W. Schmidt, který svůj výzkum realizoval ve Vídni roku 1927 (Quitt, 1957). Další měření meteorologických dat pomocí mobilních prostředků byla prováděna například v Berlíně (Grunow) a v Nové Anglii (Brooks). Obdobná měření a výzkumné práce týkající se městského klimatu vznikají nejen v dalších evropských, ale také v mimoevropských státech. Příklady prací, které se zabývaly srovnáním klimatu měst a okolní krajiny je práce Middletona a Millara (1936), kteří popisují rozložení teplot v Torontu nebo H. K. Metzler, který se věnoval vlhkosti vzduchu v Hannoveru (Vysoudil, 2012).

Na území České Republiky nebyl v dřívějších staletích zájem o oblast klimatologie a první významnější zmínky o sledování městského klimatu pochází až z druhé poloviny 18. století. Vůbec první publikace, která zmiňuje rozdílnost teploty, tlaku vzduchu a dalších meteorologických prvků mezi centrem města a jeho blízkého okolí publikoval v roce 1863 Mendel. Své dlouholeté měření realizoval v Brně v letech 1848–1862. Na základě měření stanic Klementinum a Petřín v Praze F. Augustin uvádí rozdílnost průměrných ročních teplot vzduchu mezi hlavním městem a jeho okolím. Další, kdo se věnoval pražským klimatologickým problémům, byl Hrudička, který upozorňuje na zvýšený výskyt mlh v urbanizované zástavbě na přelomu 19. a 20. století (Vysoudil, 2012). Z novějších prací, které popisují změny pražského městského klimatu je práce Beranové a Hutha (2005).

Rozvoj vědy a techniky lze spatřovat i v oblasti klimatologie. Měření meteorologických prvků a tedy i konkrétně výzkum městského klimatu od poloviny 20. století ovlivňuje nejen technický rozvoj v oblasti měřicí techniky, ale také existují nové statistické

a matematicko-fyzikální metody výzkumu, rozvíjí se kosmické a informační technologie. Stále častěji se uplatňují metody GIS (Vysoudil, 2012).

Příkladem soudobého výzkumu městského klimatu může být výzkum vedoucího práce dr. Lehnerta, který publikoval ve spolupráci s dalšími odborníky řadu zajímavých výzkumů. Příkladem je studie z roku 2020: Summer thermal comfort in Czech cities: measured effects of blue and green features in city centres, která uvádí výsledky měření teplot ve městech realizovaných za účelem vyhodnocení tepelného stresu na základě „universal thermal climate index (UTCI)“ (Lehnert et al., 2020). Výzkumem městského klimatu a tématy s ním spojené se zabývá i řada vysokoškolských prací. Příkladem jsou práce absolventů Univerzity Palackého v Olomouci. Lískovec (2020) věnoval svou bakalářskou práci časoprostorové variabilitě teploty vzduchu v místních klimatických zónách a vytvořil případovou studii pro Prahu-Uhřetěves. Raška (2021) v současnosti pracuje na své diplomové práci Tepelný ostrov malých sídel: okolí Olomouce, kterou navazuje na svou bakalářskou práci z roku 2019: Vliv malých vodních ploch na teplotu vzduchu v městském prostředí. Také Habermann (2021) se nyní zabývá výzkumem pro svou diplomovou práci, kterou věnuje vytvoření pocitové mapy teplotního stresu v Olomouci. Fialová (2019), se ve své bakalářské práci zabývala vlivem charakteru povrchu a vegetace na teplotu vzduchu v Olomouci. Kubeček (2015) a jeho výzkum v oblasti časoprostorové variability teploty vzduchu mezi lužním lesem a otevřenou krajinou v Horce nad Moravou nebo Navrátil (2013) a jeho diplomová práce Teplotní poměry Vsetína a řada dalších studentů Univerzity Palackého v Olomouci. Také na dalších univerzitách v České republice se studenti a jejich práce věnují problematice rozdílů teplot mezi městem a jeho okolí. Na Masarykově Univerzitě v Brně se městským klimatem zabývali např. Jelínek (2008) a jeho práce Detekce tepelného ostrova města s využitím termálních snímků, Štika (2008), který se věnoval konkrétně situaci města Brna. Nebo na Karlově Univerzitě v Praze: Vacík (2013), který vytvořil statistický model charakteru klimatu středoevropských měst. A samozřejmě několik dalších prací. Výše zmíněné a další podobné práce se zaměřují teplotní/tepelné poměry města. Pozornost v rámci studia městského klimatu však je věnována i dalším meteorologickým prvkům, jejichž přehled zobrazuje následující tabulka (tab. 1).

**Tab. 1:** Průměrná změna vybraných meteorologických prvků a procesů měst středních zeměpisných šířek do 1 mil. obyvatel (Zdroj: Vysoudil, 2012)

| Prvek                            | Typ změny          | Velikost změny/komentář   |
|----------------------------------|--------------------|---|
| <b>Intenzita turbulence</b>      | vyšší              | 10–50 %   |
| <b>Rychlost větru</b>            | snížení            | 5–30 % v 10 m za silného proudění   |
|                                  | zvýšení            | za slabého proudění jako důsledek UHI   |
| <b>Směr větru</b>                | vyšší proměnlivost | 1–10 °  |
| <b>UV záření</b>                 | snížení            | 25–90 %   |
| <b>Sluneční záření</b>           | snížení            | 1–25 %  |
| <b>Infračervené záření</b>       | zvýšení            | 5–40 %  |
| <b>Dohlednost</b>                | redukováná         | –   |
| <b>Evapotranspirace</b>          | snížení            | okolo 50 %  |
| <b>Konvektivní přenos tepla</b>  | zvýšení            | 50 %  |
| <b>Absorpce a ukládání tepla</b> | zvýšení            | 200 %   |
| <b>Teplota vzduchu</b>           | zvýšení            | roční průměr asi o 2 °C, pro extrémní hodnoty rozdíl ještě vyšší                  |
| <b>Vlhkost vzduchu</b>           | snížení            | letní dny   |
|                                  | zvýšení            | letní noci, zimní dny   |
| <b>Oblačnost</b>                 | zvýšení            | platí i pro výskyt mlh  |
| <b>Srážky</b>                    | zvýšení            | projevy antropogenních srážek díky vyššímu výskytu kondenzačních jader nad městem |

### Teplota vzduchu

Urbanizovaná krajina utváří díky své konstrukci a struktuře typické městské klima. Studium městského klimatu vyžaduje použití řady specifických metod a přístupů. Na každém zastavěném území se vyskytuje tepelný ostrov města, jev, který vykazuje znatelně vyšší teploty vzduchu než v jeho okolí. Zastavěné oblasti zpravidla zadržují velké množství tepla, pokud jejich povrch není uzpůsoben k odrazení tepelného záření. Naopak objekty, které obsahují velké množství vody jako např. rostliny, vodní plochy, vlhká půda toto teplo absorbují, čímž snižují teplotu svého okolí (Navrátil, 2013). Jak je výše uvedeno, zjišťováním teploty ve městě a okolí se zabývala řada autorů (viz 3.2 Tepelný ostrov města).

## **Vlhkost vzduchu**

Stejně tak jako teplota vzduchu je v urbanizované zástavbě odlišná také vlhkost vzduchu v porovnání s okolní krajinou. Tento fakt opět prokazuje řada autorů a realizovaných výzkumů – studie Lehnerta et al. (2015) realizovaná v Olomouci, dále Geletič et al. (2018) a jejich výzkum zaměřený na tepelnou pohodu Brna nebo Konček et al. (1979), kteří ve svém díle uvádí změny vlhkosti vzduchu mezi Bratislavou a okolím (v centru města je relativní vlhkost vzduchu nižší než v okolí Bratislavy). Nejvyšší rozdíly naměřili přes noc a naopak nejnižší rozdíly byly okolo 14:00 hodiny. K stejným výsledkům dospěl také Charciarek (2003), který realizoval svůj výzkum v Łódži nebo také Unkašević et al. (2001) a jeho výsledky práce z měření v Bělehradu a okolí. Podobné výzkumy se samozřejmě realizovaly také mimo evropská města – Peking (Liu et al., 2009), Vancouver (Richards, 2005).

Specifická vlhkost vzduchu v městské zástavbě závisí na řadě faktorů například: množství nepropustných povrchů, hustotě zástavby, hustotě dopravy, vytápění domů a bytů či množství a druhu průmyslových podniků. Hlavní faktory, které ovlivňují časovou a prostorovou rozdílnost vlhkosti vzduchu, jsou kondenzace, advekce a výpar (Holmer a Eliasson, 1999). Důležitým faktorem je samotná poloha města. Dále pokud je ve městě velké množství nepropustných povrchů a málo vegetace, voda nemá možnost se vsakovat a následně evapotranspirací uvolňovat do ovzduší. Vyšší teplota vzduchu zvyšuje intenzitu výparu, ten je ve městech však malý z důvodu malého podílu vegetace. Pozitivní vliv na větší vlhkost vzduchu ve městech by tak měl větší podíl vysazování zeleně či stavby vodní ploch (kašny, fontány, apod.). Velký vliv má také kanalizace. Pokud dojde ke srážkám, voda ve městech rychle odtéká do kanalizačních systémů, čímž nemůže následně docházet k výparu a vlhkost vzduchu je tak malá. Vliv mají i cirkulační faktory – výměna vzduchových hmot, jejich termické a vlhkostní vlastnosti (Dobrovolný, 2012). Díky řadě výzkumů lze konstatovat, že oblasti s nižší relativní vlhkostí vzduchu souvisí s maximální hodnotou tepelného ostrova města. Pro oblasti s nižší vlhkostí vzduchu se někdy používá termín „urban dry island“ zkráceně UHI (Wang a Gong, 2012). Landsberg (1981) uvádí, že průměrná roční vlhkost vzduchu je ve městech přibližně o 6 % nižší než na venkově. Největších rozdílů mezi druhy prostředí lze pozorovat v letních měsících, oproti tomu nejnižší jsou v zimě a na podzim (Unkašević et al., 2001).

## **Oblačnost, sluneční svit**

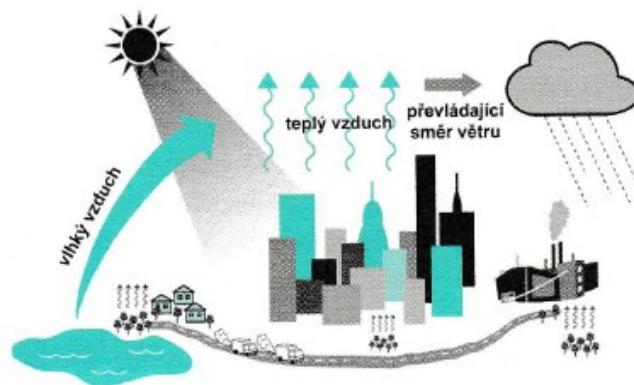
V městském ovzduší je větší množství kondenzačních jader, větší intenzita konvekce a turbulentní proudění, v důsledku toho je nad urbanizovanou zástavbou také větší výskyt

oblačnosti ve srovnání s nezastavěným okolím. S tím je spojena také nižší intenzita slunečního svitu, jelikož v městské atmosféře je vyšší množství atmosférických aerosolů a atmosféra je zde více znečištěná (Dobrovolný, 2012). Dle Landsberga (1981) je nad urbanizovanou zástavbou větší výskyt oblačnosti až o 10 % oproti okolní krajině, jde zde také větší výskyt mlh a to až o 100 % v zimě a v létě o 30 %.

Byla vydaná řada studií. Příkladem je Romanov (1999), který svůj výzkum realizoval v letech 1993–1996 v oblasti střední Evropy a části Ruska. Využil družicových snímků. Konkrétně v Moskvě zjistil zvýšené množství oblačnosti a to především v jarních měsících a v létě. Dalšími autory jsou Morris et al. (2001) a jejich příklad na městě Melbourne v USA, nebo Jin et al. (2005) s výzkumem v New Yorku a Hustonu. Sledovali konkrétně vliv aerosolů na tvorbu oblačnosti a výskyt srážek ve městech. V Evropě uskutečnili výzkum zaměřený na výskyt oblačnosti a sluneční svit Konček et al. (1979), který se zaměřil na Bratislavu.

### Srážky

Určit vliv městské zástavby na režim srážek je velice problematické v porovnání s dalšími meteorologickými jevy, jelikož atmosférické srážky nejsou spjité ani v prostoru ani v čase. Proces srážek v městské zástavbě lze pro představu znázornit pomocí schématu (obr. 1), avšak je nutno brát v úvahu, že se jedná pouze o obecný model.



**Obr. 1:** Obecný model režimu srážek v městské zástavbě (Zdroj: Dobrovolný, 2012)

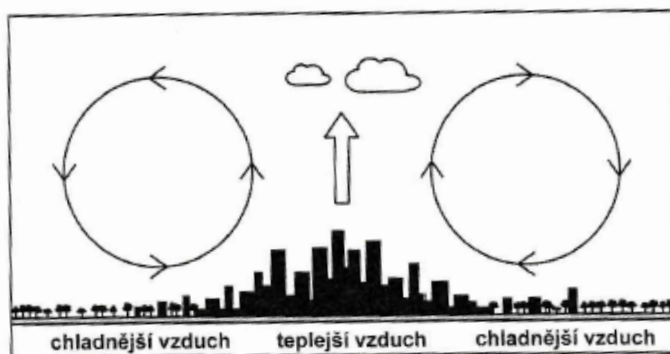
Nad městskou zástavbou stoupá teplý vzduch, který obsahuje větší množství kondenzačních jader, což má vliv na úhrn a intenzitu srážek, které jsou intenzivnější a silnější. Když se tento teplý vzduch dostane do určité výšky, vítr jej přemístí do závětrných oblastí, kde dojde k ochlazení, kondenzaci s tím spojenému vypadávání kapek – dešti (Dobrovolný, 2012). Rozdíly v oblasti úhrnu srážek mezi městem a okolní krajinou se opět věnovala řada autorů: Changnon (1968) a jeho studie o srážkové anomálii v La Porte v USA, Burian a Shepherd (2005),

kteří se zabývali problematikou v Hustonu. Landsberg (1981) uvádí, že v závětrných oblastech měst je úhrn srážek až o 15 % vyšší než v přirozených podmínkách. Za zvýšené úhrny může řada faktorů: termální efekt, mechanický efekt, efekt znečištění ovzduší.

Termální efekt je spojen s tepelným ostrovem města, zvyšuje intenzitu konvekce (teplý vzduch stoupá směrem vzhůru nad zástavbu města), následné kondenzaci a tvorbě oblaků, které jsou srážkového typu. V důsledku městské zástavby především v letním období častěji vznikají srážky. Kvůli znečištění ovzduší se zvyšuje výskyt kondenzačních jader v prostoru, která souvisí s vypadáváním kapek z oblačnosti. V souvislosti se srážkami je pak pro města důležité sledovat odtok vody, jelikož odtok srážkové vody po nepropustných površích je odlišný od odtoku po přirozených površích. Nepropustný povrch má vliv na rychlost a výšku odtoku (Dobrovolný, 2012).

## Vítr

Co se týče rychlosti větru, jeho maximální rychlosti v porovnání s nezastavěnou oblastí dosahují naměřené hodnoty vždy nižších hodnot (průměrná roční rychlost větru 30 % nižší, maximální rychlost větru o 20 % nižší). Celkově je tak ve městech větší četnost bezvětří (Landsberg, 1981). V zastavěném území je větší aerodynamická drsnost. Budovy způsobují větší vliv tření. Ve městech dochází také k formování oblasti s teplejším vzduchem oproti okolí města, kde je vzduch citelně chladnější. Tento proces je opět možné znázornit pomocí schématu (obr. 2). Jedná se o samostatnou cirkulační buňku, kdy teplejší vzduch ve městě stoupá do výšky nad budovy (vzduch je lehký, teplý), kde se ochlazuje, díky čemuž zpět klesá (vzduch je těžký studený) v okolí města a vrací se zpět do zastavěné oblasti. Takový model lze přirovnat k tzv. brízové cirkulaci, kdy nad pobřežím je teplejší vzduch, který stoupá vzhůru nad vodní hladinu, kde vzduch chladnější a klesá zpět směrem k pobřeží (Dobrovolný, 2012).



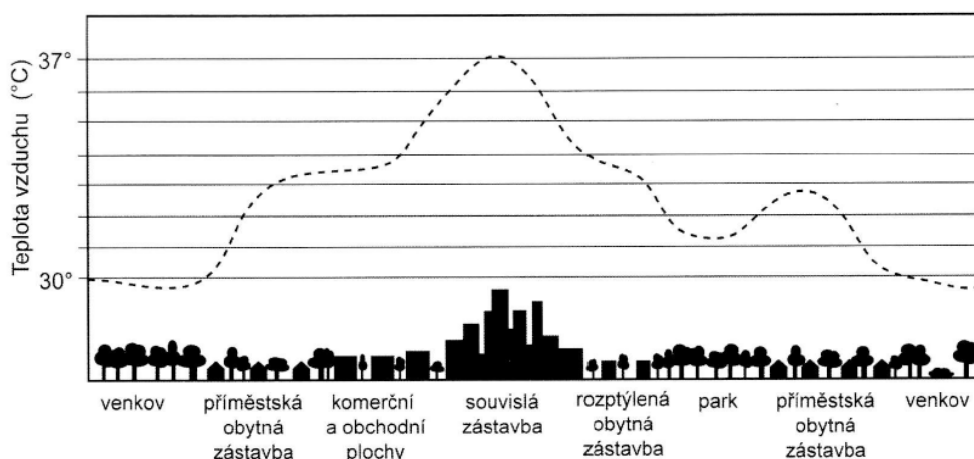
**Obr. 2:** Schéma cirkulace větru v městské zástavbě (Zdroj: Dobrovolný, 2012)



## 3.2 Tepelný ostrov města

Pro městskou zástavbu je z hlediska klimatu typický tzv. tepelný ostrov města (anglicky Urban Heat Island, zkráceně UHI). Česká literatura definuje tepelný ostrov města jako: *„Oblast zvýšené teploty vzduchu v mezní a přízemní vrstvě atmosféry nad městem či průmyslovou aglomerací ve srovnání s venkovským okolím.“* (Sobíšek, 1993). V Americe pak meteorologický slovník uvádí, že se jedná o oblast relativně zvýšené teploty vzduchu a povrchu vymezenou uzavřenými izotermami spojenou s antropogenními vlivy obcí (American Meteorological Society, 2020). Řadou výzkumů je prokázáno, že teplota v urbanizovaném území je výrazně vyšší oproti okolní krajině, kterou pokrývá různorodá vegetace. Např. Klysik a Fortuniak (1999) zjistili, že v 80 % nocí jsou v centrech měst teploty vzduchu o 2–4 °C vyšší v porovnání s venkovem. Tyto teplotní poměry souvisí s prostředím v městské části, jako je druh aktivního povrchu v porovnání s volnou krajinou. *„Zvětšení plochy aktivních povrchů a převaha vertikálně orientovaných povrchů vedou ke zvětšování množství pohlceného krátkovlnného záření a k jeho četným odrazům. Uzavřené prostory mezi budovami omezují dlouhovlnné vyzařování a především v nočních hodinách snižují ztráty tepla.“* (Dobrovolný, 2012). Městská zástavba nemá vliv pouze na teplotu, jsou ovlivněny i další meteorologické prvky např. vlhkost nebo vítr. Vítr má v důsledku zástavby sníženou rychlost, což potlačuje efekt ochlazování procesem konvekce. Ve městech najdeme množství materiálů, které mají rozdílné tepelné vlastnosti aktivních povrchů. Každý materiál má určitou tepelnou kapacitu, některé materiály pohlcují teplo více a jiné naopak méně. U materiálů dochází k pohlcování tepla v období pozitivní energetické bilance a naopak k jeho uvolňování v období negativní energetické bilance. Ve městech najdeme řadu povrchů, které jsou nepropustné, což snižuje evapotranspiraci, čímž se snižuje i latentní tok tepla. Tepelný ostrov města vzniká také v důsledku nízkého albeda zastavených ploch, znečištění atmosféry a v neposlední řadě produkce odpadního tepla (ta není primárním důsledkem, ale na specifické teplotní poměry má určitý vliv).

Zjednodušené schéma je možné si představit jako koncentricky uspořádané izotermy s maximem teploty v centru města, od kterého dochází k postupnému poklesu teploty – znázorněno poklesem izotermy. Pro představu lze schéma zakreslit jako v obr. 3.



**Obr. 3:** Zjednodušené schéma pro tepelný ostrov města (Zdroj: Dobrovolný, 2012)

Reálně se jedná o složitý systém, který zahrnuje časovou i prostorovou proměnlivost teplotních poměrů. Z hlediska prostorové proměnlivosti záleží na charakteru zástavby (zda se jedná o průmyslovou, obytnou, obchodní či jinou zónu) dále na podílu zelené plochy nebo vodní plochy. Tyto faktory shrnují tzv. místní klimatické zóny (Stewart a Oke 2012). Časová proměnlivost souvisí s denním a ročním chodem a také s meteorologickými podmínkami (Dobrovolný, 2012).

Oke (1987) rozlišuje dva typy tepelného ostrova města a to podle mechanismu jakým se formuje prostředí, ve kterém jej lze identifikovat a podle technik měření.

1. Atmosférický tepelný ostrov (Atmospheric Urban Heat Island – UHI)
2. Povrchový/pozemní tepelný ostrov (Surface Urban Heat Island – SUHI)

UHI rozeznáme pomocí měření teploty vzduchu na standardních meteorologických stanicích, dále za pomoci účelových měření ve speciální síti stanic nebo za pomoci tzv. měřících jízd. Tento typ tepelného ostrova města se dále dělí na:

- a) Tepelný ostrov mezní vrstvy atmosféry (boundary layer UHI)
- b) Tepelný ostrov ve vrstvě městského zápoje (canopy layer UHI)

SUHI vyjadřuje teplotu přirozených ale i umělých povrchů, nikoliv teplotu vzduchu jak je tomu u UHI. „Je definován jako kladná teplotní anomálie aktivních povrchů v prostoru městské zástavby vůči přirozeným povrchům venkovské krajiny.“ (Dobrovolný, 2012).

Přízemní i mezní vrstvu atmosféry ovlivňují teploty aktivních povrchů. Oba druhy tepelného ostrova města mají svá specifika, maxima i minima. UHI dosahuje vysokých hodnot po západu slunce, naopak nízkých hodnot dosahuje v ranních hodinách a během dne.

Je to způsobeno oteplováním přizemní vrstvy atmosféry díky umělým povrům. Maximum UHI závisí na řadě faktorů, zpravidla ale nastává při východu slunce při radičním počasí. Ve srovnání s UHI, maximální hodnoty u SUHI naměříme v denních hodinách během léta a dokonce existuje i během noci. Intenzita tepelného ostrova města se vyjadřuje jako maximální rozdíl mezi teplotou v městské zástavbě a teplotou v okolní krajině a závisí především na velikosti města (hustotě zástavby, intenzitě a charakteru lidských aktivit). V konkrétních případech mají vliv například vnitřní struktura města či geografické faktory (Dobrovolný, 2012).

### 3.3 Tepelný ostrov města ve výuce na ZŠ a SŠ

Pomyslným východiskem současného školního vzdělávání je zákon č. 561/2004 Sb. „*O předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání*“ (MŠMT ČR, 2017). Zákon je sestaven z dvaceti částí, definuje důležité pojmy, cíle, povinnosti i práva týkajících se nejen žáků, učitelů nebo školních zařízení. První část zákona uvádí zásady a cíle vzdělávání, které by měl jedinec během studia získat. Jeden z cílů, do kterého je možné zahrnovat problematiku tepelného ostrova, je zde definován jako: „*Získání a uplatňování znalostí o životním prostředí a jeho ochraně vycházející ze zásad trvale udržitelného rozvoje a o bezpečnosti a ochraně zdraví.*“ (MŠMT ČR, 2017).

Jedním ze stěžejních dokumentů v českém školství je tzv. Bílá kniha neboli Národní program rozvoje vzdělávání ve školství, jenž byl schválen 7. února 2001. Popisuje cíle a prostředky v oblasti vzdělávání. Podporuje výchovu o ochraně životního prostředí během středoškolského vzdělávání. Na Bílou knihu dále navazují tzv. rámcové a školní vzdělávací programy, jelikož se jedná o relativně obecný dokument (Kulichová, 2004).

Po reformě vzdělávacího systému (roku 2005) se změnila struktura školských dokumentů. Striktní osnovy a jednotné sady učebnic nahradil dvouúrovňový systém kurikulárních dokumentů (rámcové vzdělávací programy neboli RVP a školní vzdělávací programy zkráceně ŠVP). Všechny RVP jsou veřejně přístupné pro pedagogickou i nepedagogickou veřejnost a mohou být inovovány dle potřeb společnosti (Kulichová, 2004). Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (dále RVP ZV) a rámcový vzdělávací program pro gymnázia (dále RVP GG), vymezují nezbytné povinnosti základního a gymnaziálního vzdělávání žáků a klíčové kompetence, ke kterým by žáci měli dospět. V obou dokumentech je popsán vzdělávací obsah pomocí výstupů a učiva (Jeřábek et al., 2005). RVP ZV i RVP GG jsem podrobně prostudovala a zjišťovala jsem, jestli a jakou formou žáky seznamuje s problematikou tepelného ostrova města.

### 3.3.1 RVP ZV

RVP ZV je sestaven z deseti vzdělávacích oblastí. Téma problematiky tepelného ostrova města se v daných kapitolách vyskytuje pouze nepřímo. Lze ho snadno zakomponovat do několika předmětů, kde se učivo dotýká termínů týkajících se tepelného ostrova města nebo klimatické změny, životního prostředí aj. Příležitost pro zařazení učiva o tepelném ostrově města nabízí vzdělávací oblast: „Člověk a jeho svět, Člověk a příroda“. Žáci by díky těmto kapitolám měli porozumět vztahu mezi přírodou a lidskou činností. Jsou jim podávány poznatky o přírodních zdrojích, vlivech lidské činnosti na životním prostředí dále následcích, které ovlivňují místní i globální ekosystémy či o ochraně životního prostředí. Vzdělávací oblast Člověk a příroda je dále rozdělena na čtyři obory: Fyzika, Chemie, Přírodopis a Zeměpis (Jeřábek et al., 2005). Do RVP ZV jsou zařazena také tzv. průřezová témata. Tepelný ostrov města je možno zařadit do environmentální výchovy, která je zde uvedena díky Metodickému pokynu MŠMT. Environmentální výchova slouží jako prostředek k preventivní ochraně životního prostředí (Duží, 2012).

Následný výčet očekávaných výstupů, které se svou tematikou přibližují k problematice klimatické změny, jsou citovány z RVP VZ (Jeřábek et al., 2005).

#### **Výčet očekávaných výstupů z kapitoly Člověk a jeho svět:**

*„Žák rozliší přírodní a umělé prvky v okolní krajině a vyjádří různými způsoby její estetické hodnoty a rozmanitost.“*

*„Žák poukáže v nejbližším společenském a přírodním prostředí na změny a některé problémy a navrhne možnosti zlepšení životního prostředí obce (města).“*

*„Žák objevuje a zjišťuje propojenost prvků živé a neživé přírody, princip rovnováhy přírody a nachází souvislosti mezi konečným vzhledem přírody a činností člověka.“*

*„Žák zhodnotí některé konkrétní činnosti člověka v přírodě a rozlišuje aktivity, které mohou prostředí i zdraví člověka podporovat nebo poškozovat.“*

#### **Výčet očekávaných výstupů z kapitoly Člověk a příroda:**

##### **1. Fyzika:**

*„Žák určí v jednoduchých případech teplo přijaté či odevzdané tělesem.“*

*„Žák zhodnotí výhody a nevýhody využívání různých energetických zdrojů z hlediska vlivu na životní prostředí.“*

## **2. Přírodopis**

*„Žák uvede význam vlivu podnebí a počasí na rozvoj různých ekosystémů a charakterizuje mimořádné události způsobené výkyvy počasí a dalšími přírodními jevy, jejich doprovodné jevy a možné dopady i ochranu před nimi.“*

*„Žák uvede příklady kladných i záporných vlivů člověka na životní prostředí a příklady narušení rovnováhy ekosystému.“*

## **3. Zeměpis**

*„Žák posoudí, jak přírodní podmínky souvisejí s funkcí lidského sídla, pojmenuje obecné základní geografické znaky sídel.“*

*„Žák porovnává různé krajiny jako součást pevninské části krajinné sféry, rozlišuje na konkrétních příkladech specifické znaky a funkce krajin.“*

*„Žák uvádí na vybraných příkladech závažné důsledky a rizika přírodních a společenských vlivů na životní prostředí.“*

*„Žák přiměřeně hodnotí geografické objekty, jevy a procesy v krajinné sféře, jejich určité pravidelnosti, zákonitosti a odlišnosti, jejich vzájemnou souvislost a podmíněnost, rozeznává hranice (bariéry) mezi podstatnými prostorovými složkami v krajině.“*

### 3.3.2 RVP GG

RVP GG je svojí strukturou velmi podobný RVP ZV. V porovnání s RVP ZV je RVP GG rozdělen na celkem osm vzdělávacích oblastí (o dvě vzdělávací oblasti méně – „*Člověk a jeho svět, Doplnující vzdělávací oblasti*“). Stejně jako u předchozího RVP jsem se zaměřila na možnosti zařazení tématu tepelného ostrova města do jednotlivých vzdělávacích oblastí. Zkoumaná problematika opět není v jednotlivých očekávaných výstupech přímo zmíněná, téma je však možno zařadit vhodnou formou do určitých předmětů a jednotlivých cílů, které jsou uvedeny v následujícím výčtu. Možnost zařazení učiva o tepelném ostrově města nabízí vzdělávací oblast: „*Člověk a příroda*“. Zmíněná vzdělávací oblast je podobně jako tomu bylo u RVP ZV rozdělena na jednotlivé kapitoly (předměty): Fyzika, Chemie, Biologie, Geografie, Geologie. Žáci se díky zmíněným vzdělávacím oblastem seznamují s přírodními procesy, vlivech lidské činnosti na přírodní prostředí a to jak kladnými tak zápornými, získávají znalosti např. o sídlech a jiné další informace spojené s touto tematikou. Každé RVP zahrnuje průřezová témata, které konkrétně v RVP GG najdeme za vzdělávacími oblastmi. Na rozdíl od RVP ZV, kde je celkem šest průřezových témat, v RVP GG nalezneme těchto témat pět (vypuštěno je téma „*Výchova demokratického občana*“). Vhodnou možností pro zařazení problematiky tepelného ostrova města se nabízí téma „*Environmentální výchovy*“ (Balada et al., 2007).

Po prostudování RVP GG, je zde citován výčet očekávaných výstupů, které jsou nejvíce vhodné pro následné zařazení problematiky tepelného ostrova města (Balada et al., 2007).

#### **Výčet očekávaných výstupů z kapitoly Člověk a příroda:**

##### **1. Geografie**

*„Žák objasní velký a malý oběh vody a rozliší jednotlivé složky hydrosféry a jejich funkci v krajině.“*

*„Žák identifikuje obecné základní geografické znaky a funkce sídel a aktuální tendence ve vývoji osídlení.“*

*„Žák zhodnotí na příkladech různé krajiny jako systém pevninské části krajinné sféry se specifickými znaky, určitými složkami, strukturou, okolím a funkcemi.“*

*„Žák analyzuje na konkrétních příkladech přírodní a kulturní (společenské) krajinné složky a prvky krajiny.“*

*„Žák zhodnotí některá rizika působení přírodních a společenských faktorů na životní prostředí v lokální, regionální a globální úrovni.“*

*„Žák vymezí místní region (podle bydliště, školy) na mapě podle zvolených kritérií, zhodnotí přírodní, hospodářské a kulturní poměry mikroregionu a jeho vazby k vyšším územním celkům a regionům.“*

*„Žák čte, interpretuje a sestavuje jednoduché grafy a tabulky, analyzuje a interpretuje číselné geografické údaje.“*

## **2. Geologie**

*„Žák zhodnotí využitelnost různých druhů vod a posoudí možné způsoby efektivního hospodaření s vodou v příslušném regionu.“*

## **3. Fyzika**

*„Žák aplikuje s porozuměním termodynamické zákony při řešení konkrétních fyzikálních úloh.“*

## **4. Biologie**

*„Žák zhodnotí rostliny jako primární producenty biomasy a možnosti využití rostlin v různých odvětvích lidské činnosti.“*

*„Žák objasňuje základní ekologické vztahy.“*

### **3.3.3 Školní vzdělávací program**

Dle školského zákona vydává školní vzdělávací program (dále jen ŠVP) ředitel školy. Každý ŠVP musí být veřejně přístupný ve škole. Mnoho škol jej zveřejňuje na svých webových stránkách. Měl by být vždy v souladu s RVP. Každá škola však může mít vlastní uspořádání obsahu vzdělávání i vlastní formulace konkrétních cílů (MŠMT, 2017).

Po nahlédnutí do řady ŠVP různých škol (školy zapojené do výzkumu viz tab. 7 – 4 Metody výzkumu) lze konstatovat, že se obsahově drží zásad RVP ZV. Témata spojená s problematikou tepelného ostrova města školy vyučují v osnovách učiva pro předměty geografie, zeměpis či přírodopis. Je důležité, aby témata byla vhodně zařazena a následně vysvětlena tak, aby žáci získali patřičné znalosti. V ŠVP bývají často zmíněné kapitoly učiva jako „Globální problémy lidstva“ či „Životní prostředí“, které se nabízejí právě pro zpracování tématu tepelného ostrova města. Zmíněné učivo bývá zařazeno na ZŠ ve vyšších ročnících

a to buď v 8. nebo 9. ročníku. Na SŠ je téma „*Globálních problémů*“ a podobných témat zařazeno většinou na konci učiva po obecné fyzické a humánní geografii. Konkrétní cíle, které by zmiňovaly tepelný ostrov města v ŠVP nenajdeme. Jednotlivé cíle jsou hodně obecné a je tak již na učiteli jak daný cíl ve výuce pojme. Následující výčet zobrazuje ročníky, uvedené učivo a pouze pár vybraných citací cílů z konkrétních ŠVP (škol zapojených do výzkumu viz tab. 7 – 4 Metody výzkumu), které by byly vhodné pro zařazení problematiky do výuky.

### **1. Gymnázium Šumperk (*Gymspk, 2019*)**

#### 7. ročník ZŠ:

Učivo: Globální problémy světa – ekologické, socioekonomické, bezpečnostní

*„Žák se seznámí s vlivy člověka na přírodní prostředí.“*

Učivo: Základy hospodářské geografie

*„Žák rozumí vzájemné propojenosti lidské hospodářské činnosti a kvality životního prostředí.“*

#### 9. ročník ZŠ:

Učivo: Absolutní geografická poloha (poloha v zeměpisné síti) a relativní geografická poloha, rozloha, členitost povrchu, přírodní poměry

*„Žák zhodnotí stav životního prostředí“*

#### 1. ročník SŠ:

Učivo: Přírodní prostředí

*„Žák dokáže zhodnotit narušení krajiny jednotlivými zásahy člověka.“*

*„Žák zhodnotí některá rizika působení přírodních a společenských faktorů na životní prostředí v lokální, regionální a globálních úrovních.“*

Učivo: Jádrové a periferní oblasti

*„Žák zhodnotí pozitivní a negativní znaky jádrových a periferních oblastí.“*



## 2. Základní škola Jeseník (ZŠ Jeseník, 2020)

### 9. ročník ZŠ:

Učivo: Globální problémy světa – ekologické, socioekonomické, bezpečnostní

*„Žák se orientuje v globálních problémech světa, chápe a analyzuje jejich příčiny, dovede z nich vyvodit důsledky pro lidský život a vyhodnotit opatření.“*

*„Porovnává různé krajiny, uvádí konkrétní příklady přírodních a kulturních krajinných složek.“*

## 3. ŠVP Gymnázium Jeseník (Školní vzdělávací program, Gymnázium Jeseník, 2019)

### 9. ročník ZŠ:

Učivo: Globální problémy lidstva

*„Žák vymezí globální problémy, hledá jejich příčiny, diskutuje o možných důsledcích a hledá řešení.“*

### 1. ročník SŠ:

Učivo: Globální problémy lidstva

*„Žák vymezí globální problémy, hledá jejich příčiny, diskutuje o možných důsledcích a hledá řešení.“*

### 3. ročník (volitelný seminář):

Učivo: Interakce příroda a společnost

*„Studenti zhodnotí rizika působení člověka na krajinu.“*

### 3.3.4 Školní učebnice

Co se týče zprostředkování učiva, existuje velká řada autorů a nakladatelství, které vydávají školní učebnice pro základní i střední školy (Fraus, Prodos, SPN, Alter, Nová škola, Česká geografická společnost, aj.). Dle možností zapůjčení a ve spolupráci se základní školou Jeseník a Univerzitou Palackého v Olomouci je níže uveden přehled množství učebnic zeměpisu pro 2. stupeň ZŠ a víceletá gymnázia a také pro SŠ, do kterých jsem nahlédla za účelem zjištění, zda je v nich nějakou formou zařazena problematika tepelného ostrova města.

**Nakladatelství Nová škola, s. r. o.**, vydává učebnice vytvořené v souladu s RVP ZV (obr. 4). Celá sada je určena pro 2. stupeň ZŠ a odpovídající ročníky víceletého gymnázia a skládá se ze 7 učebnic – vždy dva díly pro 6. až 8. ročník, poté jeden díl pro 9. ročník (Novák et al, 2019; Hübelová et al., 2018; Svatoňová et al. 2016; Hübelová et al., 2016; Borecký et al, 2019; Chalupa et al. 2016). Nakladatelství pravidelně vydává aktualizované učebnice, níže uvedená tabulka (tab. 2) uvádí informace z relativně nových vydání, které se v současnosti využívají na řadě škol (konkrétně také na ZŠ Jeseník). Z tabulky je možné vyčíst, že žádná z těchto učebnic neobsahuje informace o tepelném ostrově města.

**Tab. 2:** Tepelný ostrov města v učebnicích nakladatelství Nová škola, s. r. o. (zdroj: vlastní zpracování)

| Ročník (ZŠ) | Název učebnice                        | Rok/vydání | Informace o tepelném ostrovu města |
|-------------|---------------------------------------|------------|------------------------------------|
| 6.          | Vstupte na planetu Zemi               | 2019/6.    | NE                                 |
| 6.          | Přírodní obraz Země                   | 2018/6.    | NE                                 |
| 7.          | Amerika, Afrika                       | 2016/6.    | NE                                 |
| 7.          | Asie, Austrálie a Oceánie, Antarktida | 2016/6.    | NE                                 |
| 8.          | Evropa                                | 2016/6.    | NE                                 |
| 8.          | Česká republika                       | 2019/7.    | NE                                 |
| 9.          | Lidé a hospodářství                   | 2016/5.    | NE                                 |



**Obr. 4:** Sada učebnic nakladatelství nová škola, s. r. o. (zdroj: vlastní zpracování)

Další, kdo se zabývá tvorbou učebnic zeměpisu pro žáky 2. stupně základních škol a víceletá gymnázia je nakladatelství **Fraus** (obr. 5). V porovnání s učebnicemi nakladatelství Nová škola, s. r. o. je celá sada sestavena pouze ze čtyř dílů učebnic. Přehled jednotlivých učebnic je uveden v tabulce níže (tab. 3), ani jedna ze čtyř učebnic však neobsahuje zmínku o tepelném ostrovu města (Červený P. et al, 2009; Dvořák J. et al. 2005; Jeřábek M. et al., 2006; Novotný J., 2008).

**Tab. 3:** Tepelný ostrov města v učebnicích nakladatelství Fraus (zdroj: vlastní zpracování)

| Ročník (ZŠ) | Název učebnice | Rok/vydání | Informace o tepelném ostrovu města |
|-------------|----------------|------------|------------------------------------|
| 6.          | Zeměpis 6      | 2009/2.    | NE                                 |
| 7.          | Zeměpis 7      | 2005/1.    | NE                                 |
| 8.          | Zeměpis 8      | 2006/1.    | NE                                 |
| 9.          | Zeměpis 9      | 2008/1.    | NE                                 |



**Obr. 5:** Sada učebnic nakladatelství Fraus (zdroj: vlastní zpracování)

Učebnice zeměpisu pro základní školy dále vydává **nakladatelství SPN** (obr. 6), které vydává také učebnice pro střední školy (obr. 7). Sada pro základní školy i střední školy je sestavena vždy ze 4 dílů. Učivo v sadě učebnic pro střední školy je obsahově velmi podobné učivu v učebnicích pro základní školy, je však popsáno podrobněji, využívají se odbornější pojmy a témata jsou celkově komplexnější. V porovnání s předchozími nakladatelstvími je v učebnicích zahrnuta problematika rozdílu teplot mezi městem s okolní volnou krajinou. Tab. 4 uvádí přehled náhodně vybraných dílů učebnic pro základní školy, tyto učebnice obsahují informaci o rozdílu teplot mezi městem a okolní krajinou. Zmínka o problematice se objevuje v učebnici napříč různými ročníky (např. pro 6 a 7. ročník ZŠ, ale znovu i v učebnici pro 8. a 9. ročník ZŠ), díky tomu dochází k opakování a prohlubování znalostí. Téma je uvedeno v učebnicích staršího i nového vydání, formulace je v některých případech po aktualizaci pouze lehce upravena (Demek et al., 1997; Demek et al., 1998; Demek et al., 2007; Chalupa et al., 2009). V tab. 5 je představena celá sada učebnic (starších i nových vydání) pro střední školy s přehledem, zda daný díl obsahuje či neobsahuje zmínku o městském klimatu. V učebnicích pro střední školy se informace o městském podnebí objevuje pouze v prvním dílu celé sady (Demek et al., 2001; Matušková et al., 2014; Pluskal et al., 2001; Kastner et al., 2016).

**Tab. 4:** Tepelný ostrov města v učebnicích pro základní školy nakladatelství SPN (zdroj: vlastní zpracování)

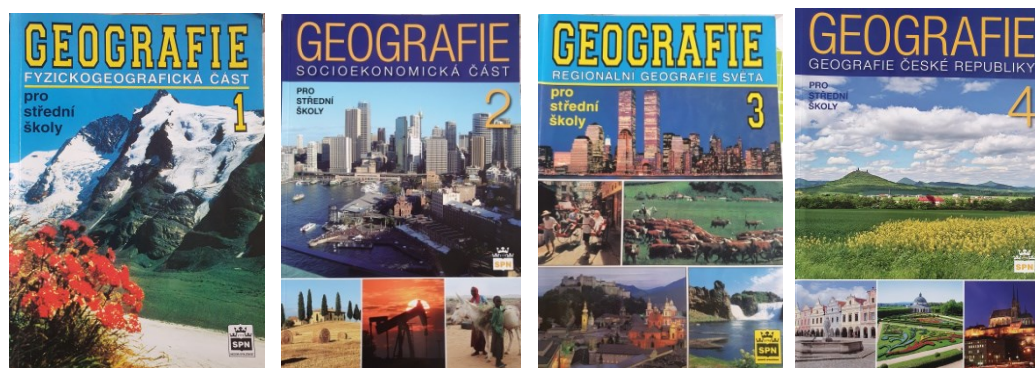
| Ročník (ZŠ) | Název učebnice                                 | Rok/vydání | Str. | Informace o tepelném ostrovu města  |
|-------------|--|------------|------|---|
| 6. a 7.     | Zeměpis<br>Planeta země<br>a její krajiny      | 1997/1.    | 90   | „V městských krajinách je povrch krajiny značně změněný. Za dlouhá století byl povrch zarovnan a vyrovnán různými odpady. V městech panuje svérázné městské podnebí, které je teplejší než podnebí v okolní volné krajině.“ (Demek et al., 1997).   |
| 8. a 9.     | Zeměpis<br>Lidé žijí<br>a hospodaří<br>na Zemi | 1998/1.    | 54   | „V sídelní krajině jsou přírodní složky krajiny člověkem značně změněné. Platí to především pro městské krajiny. Na území města jsou domy, průmyslové závody, sklady, síť ulic a náměstí, parkoviště i sportovní zařízení. Ve velkoměstech se vytváří městské podnebí, které je teplejší a více znečištěné než v lesohospodářské nebo zemědělské krajině.“ (Demek et al., 1998).    |
| 6.          | Zeměpis 6<br>Planeta Země                      | 2007/1.    | 103  | „Ve městech panuje svérázné městské podnebí, které je teplejší než podnebí v okolní volné krajině. Že je ve městech teplejší podnebí než v okolní krajině, poznáte podle toho, že sníh ve městech v zimě roztaje a změní se ve špinavou kaši dřív než v okolní krajině. Rozdíl tvoří 2 až 3 °C.“ (Demek et al., 2007).  |
| 8.          | Zeměpis 8<br>Lidé<br>a hospodářství            | 2009/2.    | 72   | „V sídelní krajině jsou přírodní složky krajiny člověkem značně změněné. Platí to především pro městské krajiny. Na území města jsou domy, průmyslové závody a sklady, síť ulic a náměstí, parkoviště i sportovní zařízení. Ve velkoměstech se vytváří městské podnebí, které je teplejší a více znečištěné než v lesohospodářské nebo zemědělské krajině.“ (Chalupa et al., 2009). |



Obr. 6: Sada učebnic pro základní školy nakladatelství SPN (zdroj: vlastní zpracování)

Tab. 5: Tepelný ostrov města v učebnicích pro základní školy nakladatelství SPN (zdroj: vlastní zpracování)

| Ročník (SŠ) | Název učebnice                            | Rok/vydání | Str. | Informace o tepelném ostrovu města   |
|-------------|---|------------|------|--|
| 1.          | Geografie 1<br>Fyzikogeografická část     | 2001/1.    | 45   | „Obrázek (obr. 8) je příkladem studia podnebí malé oblasti – městského podnebí. Znázorňuje rozložení teploty povrchu ve městě v nočních hodinách. Přesně jsou na něm vidět patrné rozdíly teploty v různých částech města. Čím mohou být způsobené a kde jsou nejzřetelnější?“ (Demek et al., 2001). |
| 2.          | Geografie 2<br>Socioekonomická část       | 2014/2.    | –    | NE   |
| 3.          | Geografie 3<br>Regionální geografie světa | 2006/1.    | –    | NE   |
| 4.          | Geografie 4<br>Česká republika            | 2016/3.    | –    | NE   |



Obr. 7: Sada učebnic pro střední školy nakladatelství SPN (zdroj: vlastní zpracování)





**Obr. 8:** Obrázek pro práci s textem v učebnici nakladatelství SPN – Geografie 1  
Fyzickogeografická část (zdroj: Demek et al., 2001)

Mezi další příklady učebnic, které jsem nastudovala, a obsahují informaci o tepelném ostrově města, jsou z **nakladatelství Fortuna** (obr. 9):

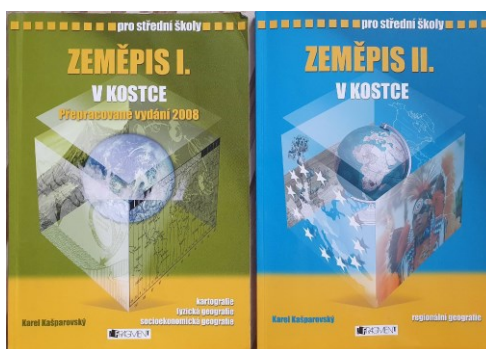
1. Zeměpis 7
2. Společenské a hospodářské složky krajiny – Zeměpis pro 8. a 9. ročník ZŠ a nižší ročníky víceletých gymnázií

V obou učebnicích autoři Štulc et al. (1992; 1997) uvádí: „Průměrná teplota vzduchu bývá ve městech vyšší než v okolní krajině. Je to vyvoláno nedostatkem zeleně, která kromě toho, že zachycuje prach a hluk, odpařuje vodu a zvlhčuje a ochlazuje ovzduší. Navíc materiály, používané ve městech na stavbu budov a vozovek, pohlcují teplo, které v noci vyzářují do prostředí.“



**Obr. 9:** Učebnice nakladatelství Fortuna (zdroj: vlastní zpracování)

Učebnice pro výuku geografie na středních školách vydává nakladatelství **Fragment** (obr. 10). Jedná se sadu dvou dílů učebnic. První díl se zaměřuje na témata – kartografie, fyzická geografie, socioekonomická geografie a druhý díl na regionální geografii. Přestože v prvním díle jsou popsány charakteristické znaky venkovského a městského sídla a následně jejich rozdíly, chybí informace, která by se vztahovala k rozdílu teploty mezi městem a vesnicí (Kašparovský, 2008).



**Obr. 10:** Učebnice nakladatelství Fragment (*zdroj: vlastní zpravování*)

### 3.3.5 E-learning a informační technologie

Díky rozvoji vědy a techniky ve školství dochází k určitým inovacím ve výuce. Jednou z těchto novinek je právě e-learning. Pokud učitelé a žáci umí ovládat informační technologie, mají relativně snadný přístup k potřebným informacím a učivu. Díky velkému množství webových stránek, vzdělávacích portálů, PC her, aj. mohou nejen žáci, ale také učitelé obohatit své znalosti. Pomocí sdílených složek, sociálních sítí a celkově díky internetu je možné zprostředkovat učivo žákům v nejrůznější formě (pracovní listy, učební články, odkazy na videa, fotografie, prezentace, kvízy, naučné hry a mnoho dalších).

Na internetu je volně přístupná velká řada materiálů vhodných pro výuku všech předmětů. Po zadání klíčových slov (tepelný ostrov města, městské klima, aj.) je možné najít pouze pár materiálů zpracovaných pro učivo tepelného ostrova města, které by učitelé mohli využít pro výuku žáků 2. stupně ZŠ a SŠ. Jedná se o strohé pracovní listy, které svou formou nijak nezaujmu. Příklady najdeme na webových stránkách [evp.adaptacepraha.cz](http://evp.adaptacepraha.cz), které se věnují zprostředkováním učiva o klimatické změně pro žáky (Jones, 2018), kde jsou tři úlohy (obr. 12) nebo na webových stránkách Integrované střední školy v Mladé Boleslavi – [issmb.cz](http://issmb.cz) je zveřejněný pracovní list pod názvem „Teplota“ obsahující pouze úlohu na vytvoření myšlenkové mapy (Integrovaná střední škola, Mladá Boleslav, 2021). Uvedené pracovní listy by bylo nutné vytisknout a následně je klasicky vyplnit na papíře.

Již 10 let je oblíbenou PC hrou u žáků – Minecraft. Zájem o hru byl tak velký, že vývojáři firmy Microsoft vhodně přeprogramovali hru Minecraft na výukové prostředí – verze Minecraft: Education Edition (obr. 11). Herní platforma je vhodná pro výuku, která u dětí rozvíjí kreativitu, učí je spolupracovat a řešit problémy. Učitelé a žáci využívají vzdělávací edici hry na základních i středních školách pro výuku řady předmětů od informatiky, matematiky, až po zeměpis, chemii a mnoho dalších. Pro žáky hra představuje zábavu i smysluplné učení v jednom. Upravená edice obsahuje témata pro práci v hodinách zeměpisu, která se zaměřují na environmentální výchovu (např. Radical recycling, Outflow order, Alternative energy, aj.), zatím však neobsahuje úkoly, které by předávaly informace o tepelném ostrovu města (Microsoft, 2021).



**Obr. 11:** Logo Minecraft: Education Edition (zdroj: IKT Öckerö, 2016)



Pracovní list pro aktivitu Tepelný ostrov města

**Třída:**

**Jména žáků:**

**Datum:**

**1) Označ pravdivá tvrzení, ta nepravdivá škrtni.**

- Rostliny, zejména stromy působí jako přirozený filtr škodlivých látek v ovzduší.
- Je-li nutno pokácet strom, jeho stín v parném létě bez problémů plně nahradíme slunečníkem.
- Stromy a rostliny zvlhčují vzduch, a ztepšují tím jeho kvalitu z hlediska lidského zdraví.
- V zimě brání stromy vysázené v blízkosti budov vysokým ztrátám tepla, neboť zmiňují proudění studeného vzduchu.
- Na jaře stromy vyprodukují velké množství pylu, který způsobuje alergie, proto by se v okolí nemocnic, školek a škol neměly žádné stromy vysazovat.
- V okolí dětských hřišť by se neměly vysazovat listnaté stromy, protože jim na podzim opadají listy, na kterých by mohly malé děti uklouznout a zranit se.
- V zimě brání stromy vysázené v blízkosti budov vysokým ztrátám tepla, neboť zmiňují proudění studeného vzduchu.
- V létě zeleně ochlazuje své okolí lépe a efektivněji než klimatizační zařízení.
- Zelení funguje jako protihluková bariéra.
- Stromy jsou domovem řady živočišných druhů.
- Stromy při svém dýchání spotřebovávají kyslík, čímž jej ubírají z okolí, proto by neměly růst přímo pod okny obytných domů.
- Velké stromy svými kořeny poškozují přilehlé chodníky a silnice, proto na reprezentativních místech měst, jako jsou např. náměstí, by se vzrostlé stromy neměly vůbec vysazovat.
- V okolí dětských hřišť a sportovišť by se mělo vysazovat co nejvíce stromů.
- Na domech by se neměly pěstovat popínavé rostliny, protože v nich žije hmyz, který může přenášet nemoci.

**Doplň dodatky k pravdivým tvrzením.**

- Stromy zachycují především jedovatý příměsí ozón a jemný poléťavý prach, který na sebe váže řadu toxických látek, dále oxidy síry a dusíku, oxid uhelnatý a další látky.
- Stromy pomáhají lidem s dýchacími problémy.
- Vegetace je schopna snížit tepelné ztráty o 20 až 50 %.
- Vzrostlý, vodou dobře zásobený strom může během jednoho dne odpařit až 400 litrů vody, a z ovzduší tak odčerpá téměř 280 kWh tepelné energie (spotřeba ledničky třídy A+ za rok). Tato energie se uvolní v noci při kondenzaci páry, a tím vznikne rosa. Pod stromy lze proto ve dne v létě naměřit až o 3 °C nižší teplotu než v okolí, v noci naopak teplotu o 3 °C vyšší.
- Díky členitému povrchu může zelení na frekventovaných ulicích snižovat hluk na přijatelnější míru. Platí, že čím hustší a širší porost, tím je jeho vliv na tlumení hluku výraznější.
- Stromy jsou místem azylu ve městě pro různé bezobratlé (např. hmyz), ptáky nebo stromové hnízda, jako třeba veverka nebo plíchy.
- Stromy odpařováním vody z listů zvlhčují okolí, snižují teplotu a jejich koruny vrbají příjemný stín.

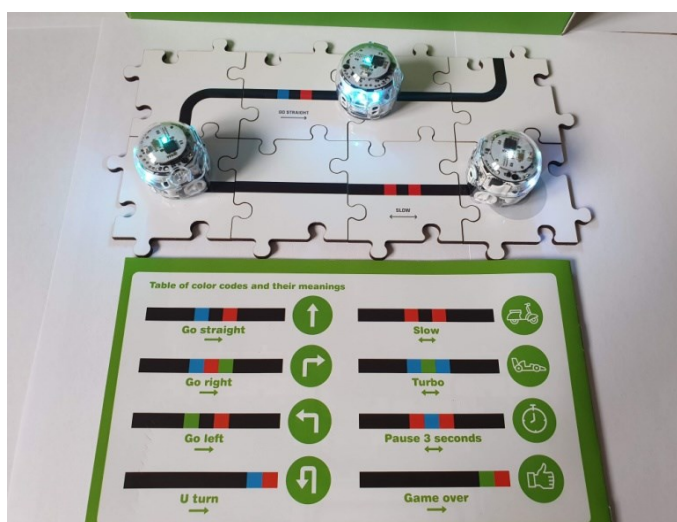
**2) Přifať názvy k obrázkům stromů a urči, které z nich lépe snáší tepelný ostrov města a je tedy vhodné je vysazovat v Praze a které naopak nikoliv:**

platán javorolistý, smrk ztepilý, liliovník tulipánokvětý, kaštan setý, bříza bělokora, topol bílý, jinan dvouláčkový (gingo), třesák japonská (sakura), borovice lesní, borovice vejmutovka



Obr. 12: Pracovní list ze stránek strategie adaptace hl. města Praha (Jones, 2018)

Další rozšířenou interaktivní pomůckou ve výuce, která rozvíjí informatické myšlení, je malý programovatelný robot tzv. Ozobot (obr. 13). Ozobot, byl vyvinut malým mezinárodním týmem pěti lidí, kdy jedním z členů byl také český účastník – Ondřej Staněk, který navrhnul zapojení a naprogramoval potřebný firmware (Hájková, 2017). V dnešní době Ozoboty vlastní množství základních i středních škol. Jedná se o dostupného miniaturního robota, nejmenší svého druhu, který slouží pro prvotní programování a řešení logických úloh. Žáci mohou programovat robota různými způsoby. Jeden z nich je jednoduché blokové programování v PC pomocí již nastavených příkazů. Dalším způsobem je možnost využití pěti optických senzorů, kdy Ozobot čte zakreslené barevné kódy tzv. ozokódy (obr. 13), díky kterým se následně orientuje v prostoru, je tedy potřeba znalosti kódovacího jazyku. Při práci s Ozoboty, žáci dostávají logické hádanky s příběhy, které musí následně vyřešit pomocí vhodně zvolených příkazů – zmíněných ozokódů. Každý příklad většinou obsahuje zadání a hrací mapu.



**Obr. 13:** Ozobot 2.0 BIT s ozokódy (zdroj: vlastní zpracování)

## 4 Metody výzkumu

Na základě výše popsaného stavu jsem provedla dotazníkové šetření, s jehož pomocí jsem zjišťovala znalosti a povědomí žáků o problematice tepelného ostrova města. Výzkum byl určený pro žáky 2. stupně základních škol a středních škol. Desing dotazníku vychází z mé bakalářské práce – „*Klimatická změna pohledem žáků základních škol: znalosti a postoje*“, kterou jsem taktéž napsala pod vedením dr. Lehnerta (Stránská, 2017). Systém otázek dotazníku se volně inspiruje z minulé práce, na základě této metodiky byla navržena následující struktura otázek. Byl snížen počet otázek a byla upravena jejich obsahová část. Metodika zpracování dotazníku zůstala stejná.

Dotazník pro žáky byl sestaven celkem ze dvou částí (viz příloha 1). Pod úvodními instrukcemi pro žáky, se nacházely stručné kontaktní položky pro možnost dalšího statistického zpracování. Kontaktní položky byly tři – škola, ročník, pohlaví. Následně byl dotazník rozdělen do dvou částí. První část dotazníku byla sestavena z deseti uzavřených (polytomických) otázek (tab. 5). Otázky zjišťovaly názorů žáků k vybraným aspektům zaměřující se na problematiku tepelného ostrova města. Jedná se konkrétně o opatření, která by v určité míře mohla vést ke snížení teploty v zastavěných částech měst a tedy vlivu tepelného ostrova města. Respondenti byli ubezpečeni, že žádná z odpovědí není špatně, proto odpovědi neměli dohledávat na internetu, v učebnici ani prostřednictvím jiných prostředků. Žáci u těchto otázek dotazníku vybírali na Likertově škále pouze jednu z nabízených odpovědí, která jim byla nejbližší:

- a) velmi výrazně
- b) podstatně
- c) v menší míře, ale nezanedbatelně
- d) velmi málo
- e) vůbec

Vyjádřili tak svůj názor, jak výrazně by zmíněné postupy vedly k zmírnění vlivu tepelného ostrova města. Výsledky těchto otázek byly prezentovány v podobě histogramů, které zobrazují relativní četnosti jednotlivých odpovědí mezi všemi možnými variantami odpovědí na danou otázku. Následně byly tyto výsledky zpracované pomocí pruhových grafů také pro srovnání jednotlivých odpovědí mezi žáky základních škol a středních škol a následně i pro komparaci mezi muži a ženy.

Druhá část dotazníku se zaměřovala především na znalosti respondentů o tepelném ostrově města. Žáci měli odpovídat pouze na základě svých dosavadních znalostí. Z důvodu realizace za pomoci webového prohlížeče mohli své odpovědi pouze vysvětlit. Prostřednictvím on-line formuláře odpadla možnost své znalosti namalovat (jak tomu bylo v bakalářské práci), což by mohlo být pro řadu respondentů snazší. Tato část se skládala pouze ze čtyř otázek (tab. 6). První otázka byla opět uzavřená (dichotomická), kdy žáci vybírali z odpovědí *ano/ne*. Zbylé tři otázky navázaly na předchozí odpověď. Pokud žák odpověděl „*ano*“, měl za úkol odpovědět na následující otázky, které již byly otevřené. Cílem bylo zjistit pouze základní znalosti žáků o tepelném ostrově města. Zpracování a vyhodnocení těchto otázek bylo v porovnání s první částí složitější. Po získání alespoň z části vyplněných dotazníků bylo v první řadě nutné velký počet individuálních odpovědí přečíst a rozřadit do menšího počtu kategorií, aby zpracování bylo přehlednější. Pro vyhodnocení jsem zvolila po konzultacích pět kategorií odpovědí:

1. Úplná správná odpověď
2. Neúplná správná odpověď
3. Odpověď obsahující správná a chybná tvrzení
4. Chybná odpověď
5. Odpověď neuvedena

U každé otázky byly tedy započítané i ty dotazníky, kde nebylo na danou otázku odpovězeno. Uvedené procentuální hodnoty ve výsledcích se tedy vztahují ke všem získaným dotazníkům (tj. 608 žáků), i k těm, kde na danou otázku nebyla uvedena odpověď. Velmi často se objevovala odpověď „*Nevím.*“, která byla zařazena do páté kategorie – odpověď neuvedena. Získané výsledky jsem dále zpracovala taktéž pro komparaci mezi žáky středních a základních škol a také mezi muži a ženy.

**Tab. 6:** Přehled otázek v dotazníku (zdroj: vlastní zpracování)

| Otázky týkající se názorů žáků (1. část dotazníku) |  |
|--|--|
| 1.   | Pokud by ve městech bylo více vodních prvků (kašny, fontány, rozprašovače apod.), byla by ve městech v létě příjemnější teplota. |
| 2.   | Pokud by ve městech bylo více malých vodních ploch (rybník, jezírko, bazén), byla by ve městech v létě příjemnější teplota.      |
| 3.   | Pokud by ve městech byla častěji kroupa vozovka, byla by ve městech v létě příjemnější teplota.                                  |
| 4.   | Pokud by ve městech jezdilo méně aut, byla by ve městech v létě příjemnější teplota.   |
| 5.   | Pokud by ve městech bylo méně asfaltových a betonových ploch, byla by ve městech v létě příjemnější teplota.                     |

Pokračování ze str. 36:

|   |  |
|---|--|
| 6.  | Pokud by ve městech bylo více světlých fasád a střech, byla by ve městech v létě příjemnější teplota.                      |
| 7.  | Pokud by ve městech bylo více stromů, byla by ve městech v létě příjemnější teplota.                                       |
| 8.  | Pokud by ve městech bylo více travnatých ploch, byla by ve městech v létě příjemnější teplota.                             |
| 9.  | Pokud by ve městech bylo více zelených střech (střechy pokryté rostlinami), byla by ve městech v létě příjemnější teplota. |
| 10.   | Pokud by mělo více budov ve městech klimatizaci, byla by ve městech v létě příjemnější teplota.                            |
| <b>Otázky týkající se znalostí žáků (2. část dotazníku)</b> |  |
| 1.  | Slyšel(a) jsi už někdy o tepelném ostrovu města?   |
| 2.  | Pokus se svými slovy stručně popsat, co je to tepelný ostrov města.  |
| 3.  | Pokus se uvést příčiny vzniku tepelného ostrova města.   |
| 4.  | Pokus se uvést důsledky tepelného ostrova města.   |

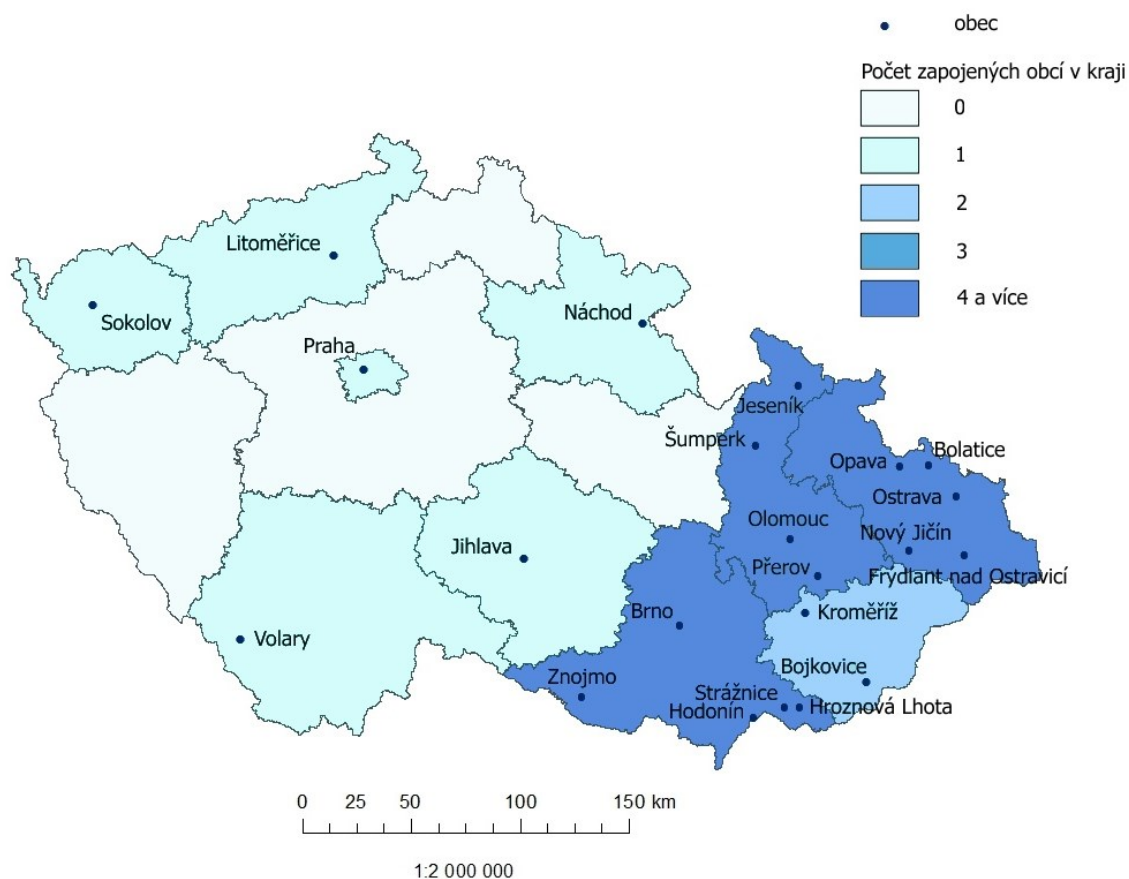
Samotná realizace dotazníkového šetření ve školách byla problematická z důvodu koronavirové pandemie. V prvotní úvaze měl být dotazník předán respondentům klasickou formou – pomocí tištěných listů. Stejně jako při mé bakalářské práci jsem chtěla oslovit studenty geografie Univerzity Palackého v Olomouci, kterým bych předala sadu vytištěných dotazníků s instrukcemi, ti by je následně rozdali na školách během svých pedagogických praxí. Osobně bych navštívila řadu tříd, kde bych mohla získat množství vyplněných dotazníků. Žáci by byli během vyplňování pod dohledem a odpovědi by byly více relevantní, jelikož by neměli příležitost odpovědi dohledávat za pomoci internetu a knih. Výše popsaným způsobem se povedlo získat jen nepatrnou část dotazníků, jelikož školy byly většinu školního roku 2020/2021 uzavřené. Zvolila jsem následně on-line formu dotazníků – pomocí Google formuláře. Výhodou byla možnost oslovení velkého počtu škol v České republice napříč všemi kraji. Také druhá možnost realizace se potýkala s určitými nevýhodami. Ne všechny školy reagují na e-mailovou prosbu o zapojení do výzkumu. On-line variantu výzkumu ztížila pandemie COVID-19, kvůli které byl na řadě škol snížen počet vyučovacích hodin. Mnoho učitelů odmítlo zapojení do výzkumu z časových důvodů. Neměli prostor pro zapojení žáků do dotazníkového šetření během realizované distanční výuky.

I přes řadu komplikací se výzkum povedlo uskutečnit. Hlavní fáze sběru dat proběhla v únoru 2021, kdy jsem oslovila velké množství nejen základních ale také středních škol v celé České republice. Celkově se do výzkumu zapojilo 608 žáků z 22 měst a celkově z 28 škol. Přehled zapojených škol představuje tab. 7 doplněná o přehledovou mapu (obr. 14).

Po shromáždění všech navrácených dotazníků následovalo statistické zpracování, třídění dotazníku a samotné vyhodnocení jednotlivých odpovědí.

**Tab. 7:** Školy zapojené do výzkumu (zdroj: vlastní zpracování)

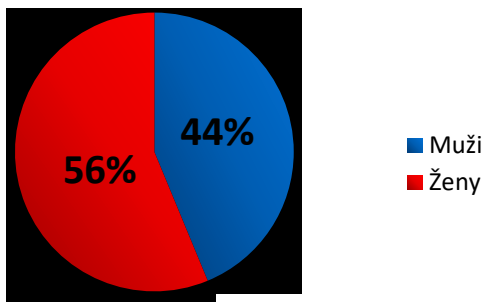
| Název školy                           | Obec                   | Počet respondentů | ZŠ         | SŠ         |
|---------------------------------------|------------------------|-------------------|------------|------------|
| ZŠ T. G. Masaryka Bojkovice           | Bojkovice              | 1                 | 1          | 0          |
| ZŠ a MŠ Bolatice                      | Bolatice               | 65                | 65         | 0          |
| Gymnázium Matyáše Lercha              | Brno                   | 1                 | 1          | 0          |
| Gymnázium Brno-Bystrc                 | Brno                   | 1                 | 1          | 0          |
| Gymnázium Globe                       | Brno                   | 1                 | 1          | 0          |
| Gymnázium TGM Frýdlant nad Ostravicí  | Frýdlant nad Ostravicí | 6                 | 2          | 4          |
| Gymnázium a obchodní akademie Hodonín | Hodonín                | 56                | 25         | 31         |
| ZŠ a MŠ Joži Uprky                    | Hroznová Lhota         | 37                | 34         | 3          |
| Gymnázium Jeseník                     | Jeseník                | 9                 | 0          | 9          |
| ZŠ Jeseník – Nábřežní                 | Jeseník                | 84                | 84         | 0          |
| ZŠ Demlova                            | Jihlava                | 1                 | 1          | 0          |
| Arcibiskupské gymnázium v Kroměříži   | Kroměříž               | 2                 | 0          | 2          |
| Gymnázium Josefa Jungmanna Litoměřice | Litoměřice             | 10                | 0          | 10         |
| Jiráskovo Gymnázium Náchod            | Náchod                 | 36                | 15         | 21         |
| Gymnázium Nový Jičín                  | Nový Jičín             | 44                | 6          | 38         |
| ZŠ Zeyerova                           | Olomouc                | 1                 | 1          | 0          |
| Gymnázium Čajkovského                 | Olomouc                | 26                | 18         | 8          |
| Mendelovo Gymnázium v Opavě           | Opava                  | 17                | 0          | 17         |
| Wichterlovo gymnázium                 | Ostrava                | 8                 | 4          | 4          |
| Gymnázium, Ostrava-Hrabůvka, p.o.     | Ostrava                | 13                | 7          | 6          |
| Gymnázium Hello                       | Ostrava                | 8                 | 4          | 4          |
| ZŠ Olešská                            | Praha                  | 15                | 15         | 0          |
| ZŠ Želatovská                         | Přerov                 | 52                | 52         | 0          |
| Gymnázium Sokolov a KVC               | Sokolov                | 32                | 21         | 11         |
| Purkyňovo gymnázium Strážnice         | Strážnice              | 5                 | 0          | 5          |
| Gymnázium Šumperk                     | Šumperk                | 61                | 38         | 23         |
| ZŠ Volary                             | Volary                 | 1                 | 1          | 0          |
| Gymnázium Dr. Karla Polesného         | Znojmo                 | 15                | 2          | 13         |
| <b>Celkem respondentů</b>             |                        | <b>608</b>        | <b>399</b> | <b>209</b> |



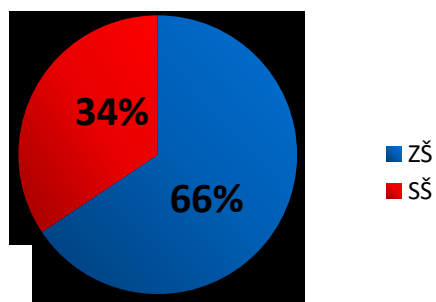
**Obr. 14:** Prostorové rozložení škol zapojených do výzkumu (zdroj: ArcČR 500, vlastní zpracování)

Základní strukturální znaky zapojených respondentů nám představují níže uvedené grafy. Lze vyčíst, že poměr mezi muži a ženami je relativně vyrovnaný (obr. 15). Co se týče počtů respondentů mezi základními a středními školami, více se zapojily základní školy (obr. 16). Na tento graf navazuje konkrétní zobrazení počtů žáků dle jednotlivých ročníků (obr. 17). Největšího zastoupení dosahují žáci 8. ročníků ZŠ (přesně 138 žáků) a následně žáci 6. a 7. ročníků. Počty žáků nejvyšších ročníků středních škol jsou v porovnání poloviční, což mohlo mít vliv na následující výsledky celkového šetření. Lze se domnívat, že znalosti žáků středních škol, by měly být již na vyšší úrovni a více prohloubené.

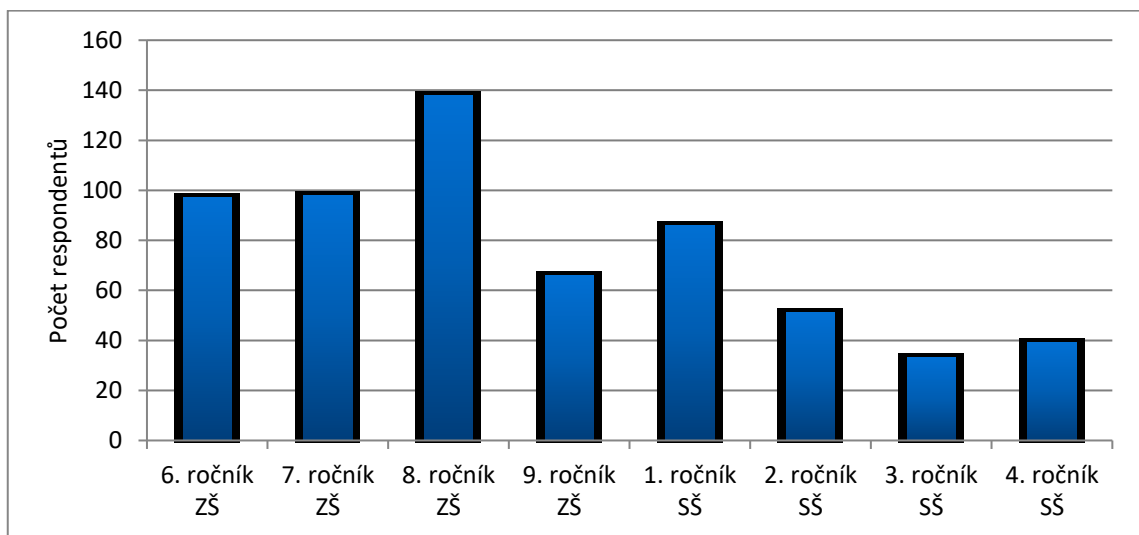




Obr. 15: Struktura respondentů dle pohlaví



Obr. 16: Struktura respondentů dle typu školy



Obr. 17: Struktura respondentů dle jednotlivých ročníků



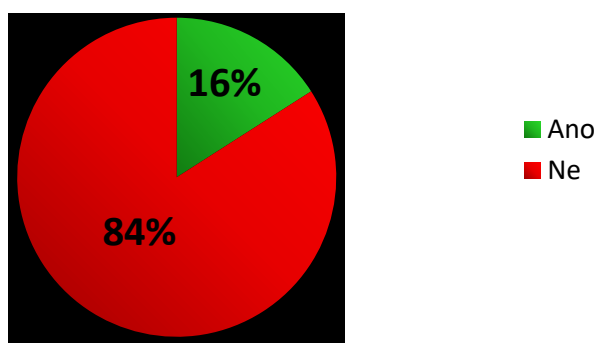
## 5 Výsledky

Veškeré výsledky byly prezentovány v relativních hodnotách v podobě sloupcových grafů (s výjimkou první otázky) vyjadřující četnost jednotlivých odpovědí v procentech vůči celkovému počtu všech alespoň z části vyplněných dotazníků (celkem 608 respondentů). Následně jsou jednotlivé části dotazníku vyhodnoceny mezi žáky ZŠ/SŠ a také mezi muži/ženy.

### 5.1 Znalosti žáků

Výsledky otevřených otázek z druhé části dotazníku jsou prezentovány pomocí jednotlivých histogramů níže. Otázky se týkaly pouze základních charakteristik a termínů. Velká část respondentů nebyla schopná uvést odpověď na všechny otázky. Část dotazníku zaměřující se na znalosti začínala jednoduchou dichotomickou otázkou, bylo zjišťováno, zdali se již někdy žáci setkali s pojmem „*tepelný ostrov města*“. Na uvádějící otázku navazovala série tří krátkých vědomostních otázek, kdy respondenti mohli volně odpovídat na základě svých dosavadních znalostí. V kontextu s výsledky první otázky (obr. 18), kdy většina žáků uvedla odpověď „*Ne*“, tedy že neslyšeli o tepelném ostrovu města, korespondují výsledky navazujících otázek, ty byly ve velké míře nezodpovězené nebo se často objevila odpověď „*Nevím*“. Ne všechny získané dotazníky vyšly takto kriticky. Mnoho respondentů mělo snahu odpovědět alespoň na některou z otevřených otázek. Celkově jsem získala pestrý seznam odpovědí. Všechny získané odpovědi jsem následně musela zpracovat a roztrždit do kategorií (dle výše popsaných metod zpracování), abych následně mohla otázky vyhodnotit pomocí histogramů.

**Slyšel(a) jsi už někdy o tepelném ostrovu města?**

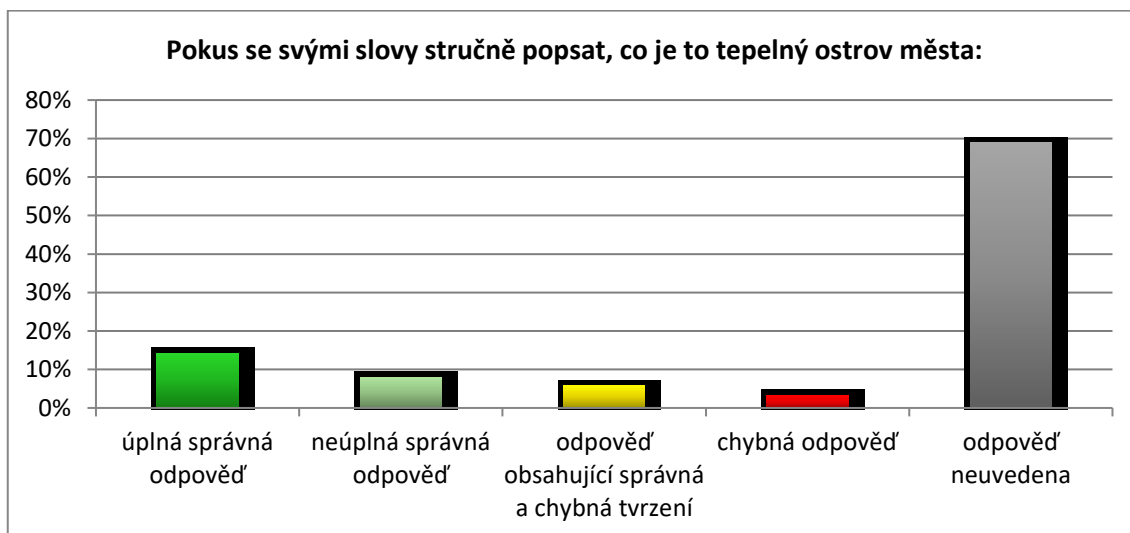


**Obr. 18:** Odpovědi otázky 2.1 dotazníkového šetření

Výsledky první otevřené otázky, kdy žáci měli stručně popsat, co je to tepelný ostrov zobrazuje histogram níže (obr. 19). V porovnání s úvodní otázkou, kdy pouze 16 % žáků, uvedlo, že slyšeli o tepelném ostrově města, je patrné, že přestože někteří žáci s termínem nikdy nesetkali, snažili se odpovědět na níže uvedenou otevřenou otázku. Z celkového počtu respondentů (608 žáků) se 30 % žáků pokusilo uvést alespoň krátkou odpověď. Ze získaných odpovědí, jsem polovinu z nich, mohla zařadit do kategorie „úplná správná odpověď“. Příklady získaných správných odpovědí:

- „Městská zástavba, která vykazuje znatelně vyšších teplot než její okolí“ (muž, 8. ročník ZŠ).
- „Nějaká určitá část města, kde je výrazně vyšší teplota než v okolním prostředí“ (žena, 1. ročník SŠ).
- „Místo ve městě s nejvyšší teplotou vzduchu“ (muž, 2. ročník SŠ).

Chybně uvedených odpovědí bylo velmi málo (3 % respondentů). Žáci uváděli formulace, kdy tepelný ostrov města označovali jako: *místo s nižší či příjemnější teplotou vzduchu než jeho okolí*. Často se objevovala pouze krátká odpověď *centrum města* nebo *městská zástavba*, takové odpovědi jsem zařadila do kategorie neúplná správná odpověď, jelikož žáci neuvedli souvislosti s teplotou.



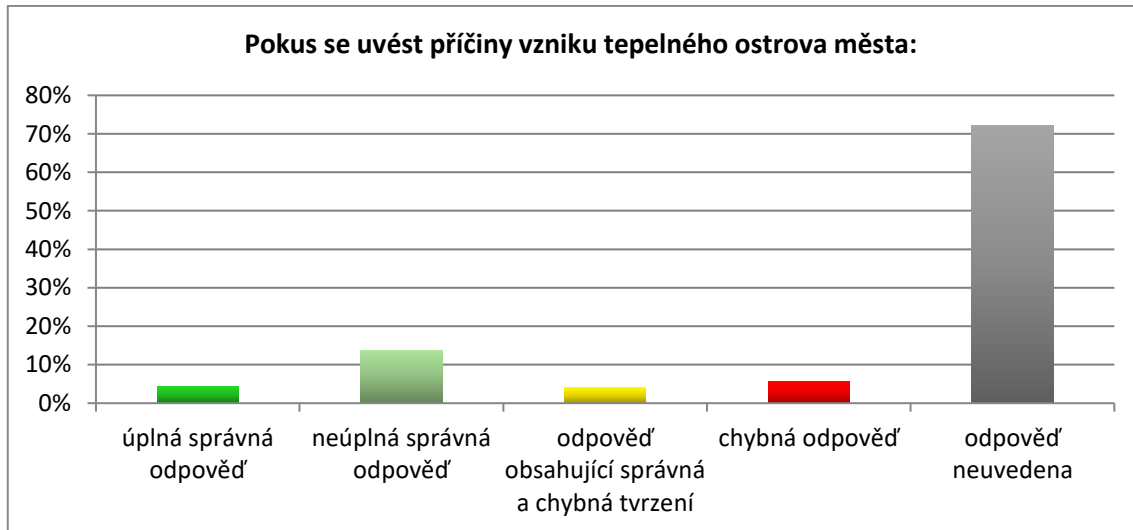
**Obr. 19:** Odpovědi otázky 2.2 dotazníkového šetření

Výsledky druhé otevřené otázky, kdy se žáci měli pokusit uvést příčiny vzniku tepelného ostrova města, jsou uvedeny v obr. 20. Téměř všichni respondenti, kteří se pokusili v předchozí otázce vysvětlit pojem tepelný ostrov města, se snažili uvést i jeho příčiny jeho vzniku. Správnou či špatnou odpověď uvedlo 28 % žáků z celkového počtu respondentů

(608 žáků), opět se tedy snažili odpovědět i ti žáci, kteří uvedli, že o tepelném ostrovu nikdy neslyšeli. Žáci uváděli příčiny vzniku ve většině případů pouze pomocí klíčových slov. Z uvedených odpovědí jsem mohla 4 % odpovědí zařadit do kategorie „úplně správné odpovědi“. Příklady získaných úplných správných odpovědí:

- „Zástavba obytných jednotek. Všude jsou betonové nebo asfaltové silnice, chodníky, auta. Žádná zeleň, nic přirozeného co by drželo vlhkost vzduchu. Není zde žádná přírodní voda.“ (muž, 2. ročník SŠ).
- „Vzniká tím, že přirozený povrch (louka, les, pole) je nahrazen umělým (asfalt, beton, sklo), který mnohem více zadržuje teplo ze slunečního záření.“ (muž, 7. ročník ZŠ).
- „Moc betonovaných ploch, silnic, které jsou černé, takže pohlcují teplo a ohřívají se a tím ohřívají i okolní vzduch, málo vodních ploch, které by teplo pohlcovaly, málo stromů.“ (žena, 1. ročník SŠ).

Velká část odpovědí, které žáci uvedli, byla sice správná, ale obsahovaly pouze některou z příčin vzniku. Kategorie „neúplných správných odpovědí“ se skládá z pestrého počtu variant odpovědí. Žáci nejčastěji uváděli formulace: *mnoho asfaltových ploch, betonových ploch, automobilů, nedostatek zelených ploch, vodních ploch, stromů a jiné vegetace.*

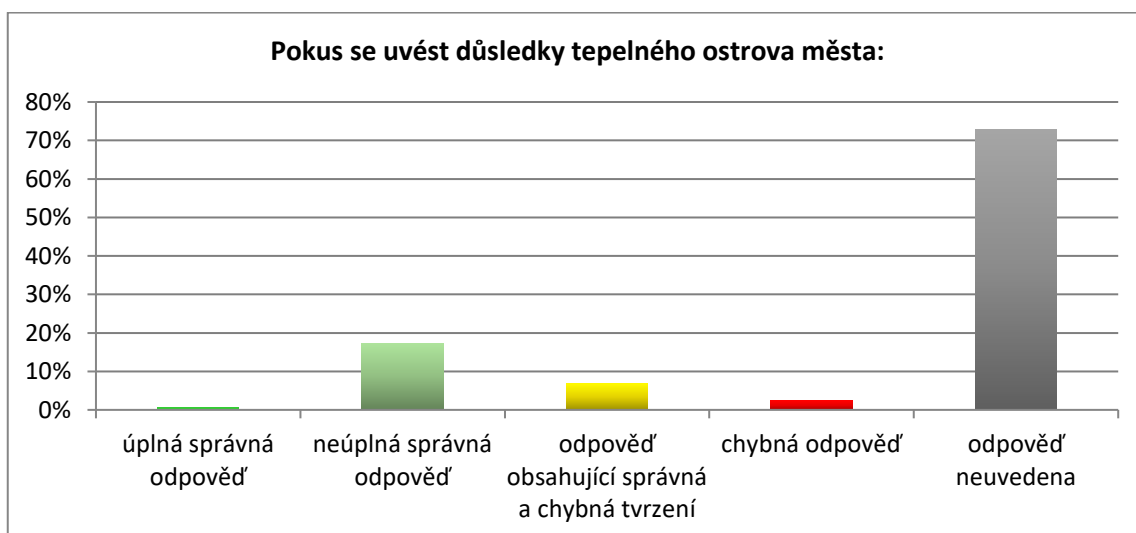


**Obr. 20:** Odpovědi otázky 2.3 dotazníkového šetření

Výsledky poslední otevřené otázky, kdy se žáci měli pokusit uvést důsledky tepelného ostrova města, jsou uvedeny v obr. 21. Na otázku číslo 2.4 odpovědělo pouze 27 % respondentů, tato otázka ukazuje sestupnou tendenci počtu odpovědí v porovnání s předchozími otevřenými otázkami. Níže uvedený graf demonstruje nízkou úroveň znalostí, pouze 1 % prokázalo úplnou znalost důsledků tepelného ostrova města. 17 % žáků

zvládlo identifikovat alespoň některé důsledky tepelného ostrova města, podle otazníků u některých odpovědí lze předpokládat, že si tyto důsledky pouze nejistě odvodili. Mezi nejčastější odpovědi, které lze považovat za správné patřily negativní vlivy na městskou vegetaci, dále zvýšení teploty (často doplněné otazníkem nebo slovem „asi“). Část žáků si spojuje negativní důsledky tepelného ostrova města s globálním oteplováním, které lze považovat za marginální důsledek. Příklady odpovědí na otázku 2.4:

- „Vyšší teplota ve městě? Asi.“ (muž, 1. ročník SŠ).
- „Na místě se nezdržují lidi ani malá zvířata, např. ptáci, rostliny umírají, protože nezvládají teplo. Ničení staveb, jejich materiál nezvládne opakované vysoké teploty.“ (muž, 1. ročník SŠ).
- „Úpal ze slunce a jiné nemoci.“ (muž, 6. ročník ZŠ).



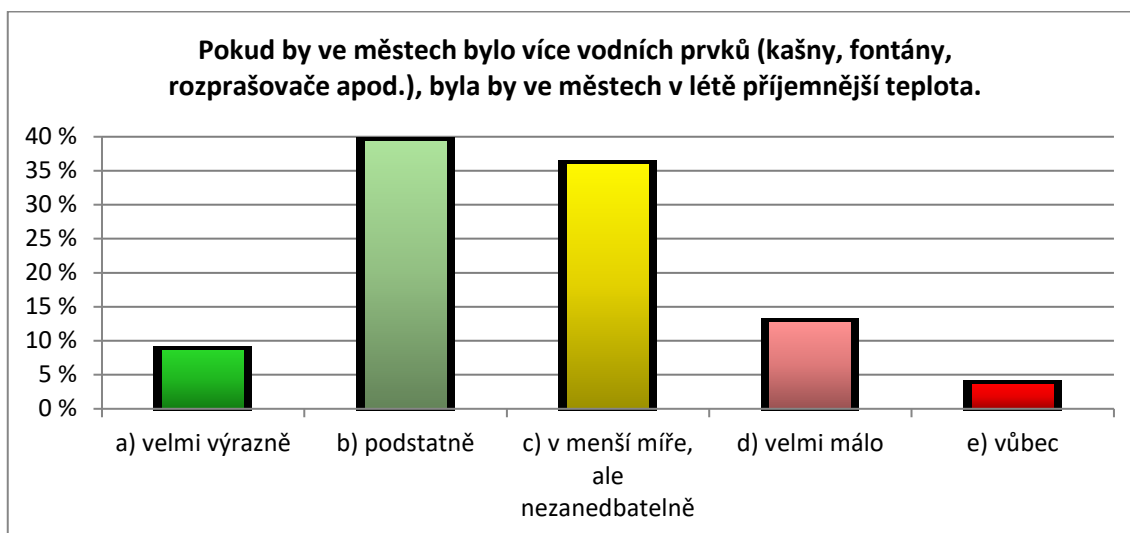
**Obr. 21:** Odpovědi otázky 2.4 dotazníkového šetření

## 5.2 Názory žáků

V této části práce jsou vyhodnoceny názory žáků na efektivitu opatření k redukci tepelného ostrova města, tedy první část dotazníku. Získaná data jsou vyhodnocena pomocí relativních četností, které znázorňují jednotlivé histogramy. Příslušný komentář ke každé otázce se nachází vždy nad grafickým vyhodnocením.

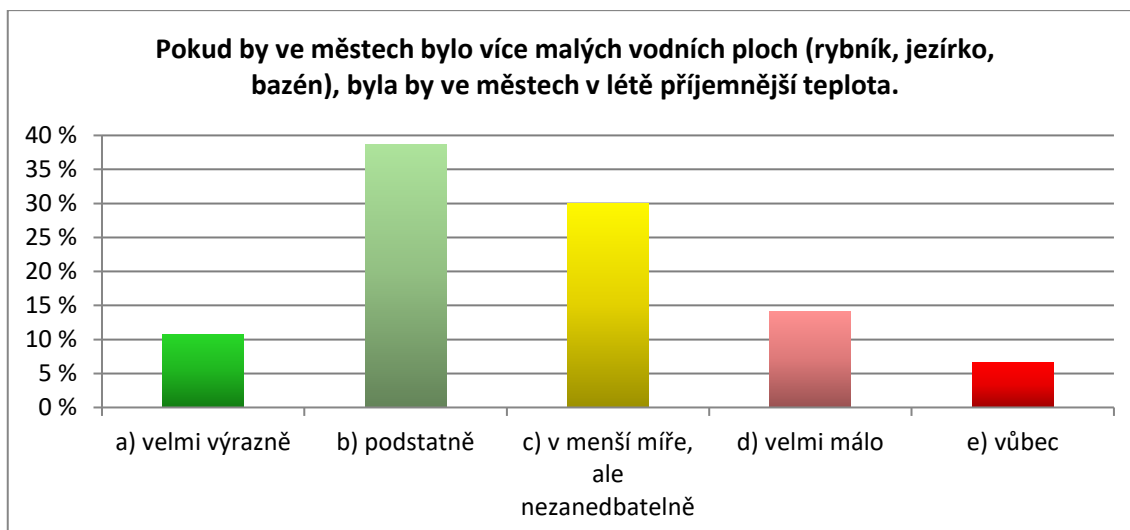
Výsledky první otázky, která se zaměřovala na vliv vodních prvků (kašny, fontány, rozprašovače apod.) jsou zobrazeny v obr. 22. S jistotou je možné určit, že respondenti vybírali nejčastěji variantu odpovědi „podstatně“ (39 % respondentů) a „v menší míře, ale nezanedbatelně“ (36 % respondentů). Pouze zanedbatelná část žáků, se v této otázce

přiklonila ke krajním variantám odpovědí. Celkově lze konstatovat, že přibližně polovina žáků se domnívá, že malé vodní plochy ve městech (příkladem kašny, fontány apod.) mají vliv na nižší teploty okolí. Ve skutečnosti kašny, fontány a podobné malé vodní prvky ve městech vedou spíše ke zmírnění stresu z tepla a zpříjemňují obyvatelům jejich pobyt ve městech skrze mentální komponentu tepelného komfortu (Lehnert et al. 2021).



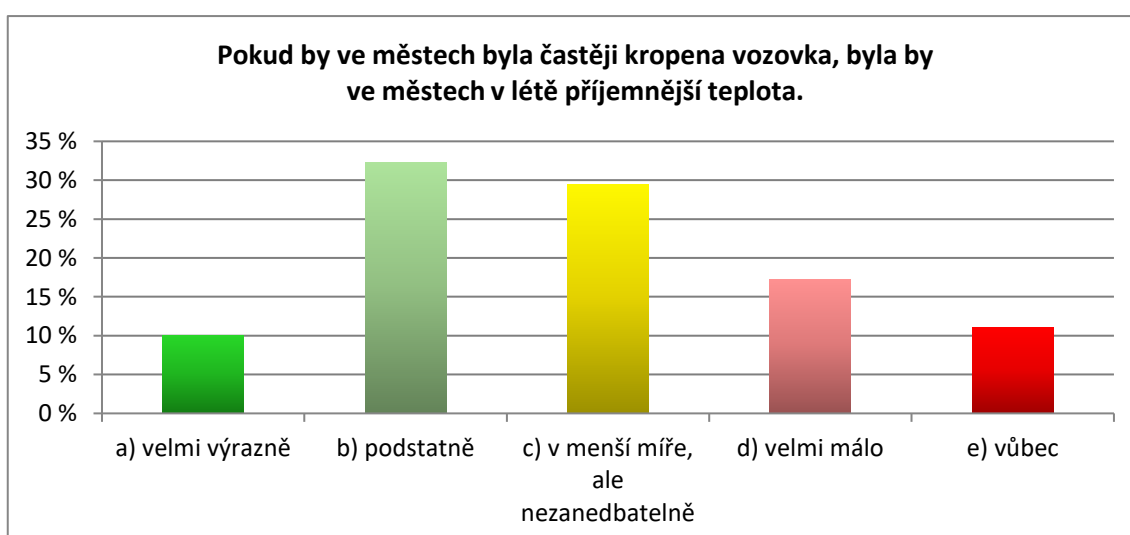
**Obr. 22:** Odpovědi otázky 1.1 dotazníkového šetření

Výsledky druhé otázky, která se zaměřovala na vliv malých vodních ploch (rybník, jezírko, bazén, apod.) znázorňuje histogram níže (obr. 23). Při porovnání výsledků rozložení četností v jednotlivých variantách odpovědí. Krajní jednoznačné varianty respondenti zvolili pouze minimálně. Naopak nejvyšších četností dosahuje, stejně jako u první otázky, odpověď „*podstatně*“ (39 % respondentů – stejný výsledek jako u první otázky). Více než jedna čtvrtina žáků se přiklonila k odpovědi „*v menší míře, ale nezanedbatelně*“ (30 % respondentů). Žáci se tedy převážně domnívají, že malé vodní plochy by mohly přispět ke snížení teploty ve městech. Ve skutečnosti vodní plochy v závislosti na velikosti, mohou vést ke snížení teplot a jejich okolí a také vedou zpříjemnění prostředí, přispívají k celkové environmentální teplotě prostředí a vnímání teploty z tepla, avšak mohou vést k vyšší tepelné expozici jedince (Lehnert et al., 2020).



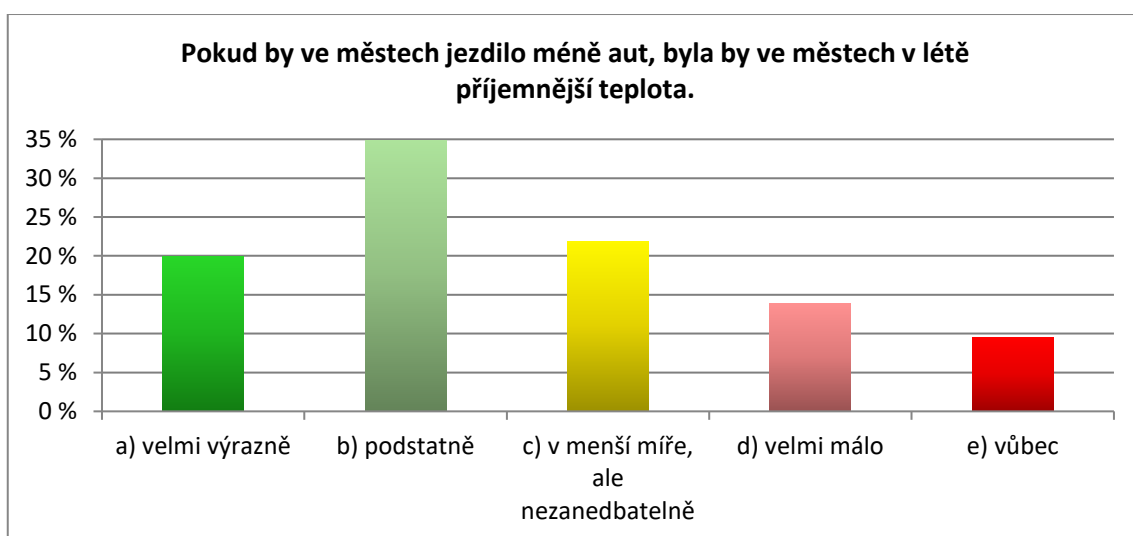
**Obr. 23:** Odpovědi otázky 1.2 dotazníkového šetření

Třetí otázka se zaměřovala na častější kropení vozovky, její výsledky zobrazuje obr. 24. Respondenti se opět nejčastěji přiklonili k variantě odpovědi „*podstatně*“, kterou vybralo 32 % žáků. Téměř stejných četností dosahuje varianta „*v menší míře, ale nezanedbatelně*“ (29 % respondentů). Odpovědi „*velmi výrazně*“ a „*vůbec*“ vybralo vždy přibližně 10 % žáků. Podstatná část žáků se tedy domnívá, že kropení vozovky by mohlo přispět k snížení teploty ve městech v letních měsících. Ve skutečnosti zmíněný aspekt vede ke krátkodobému snížení teploty vzduchu, avšak současně dochází k nárůstu vlhkosti vzduchu. Vliv na tepelný komfort jedince je malý, sníží se prašnost ve městech, ale stres z tepla se nezmění (Lehnert et al., 2020).



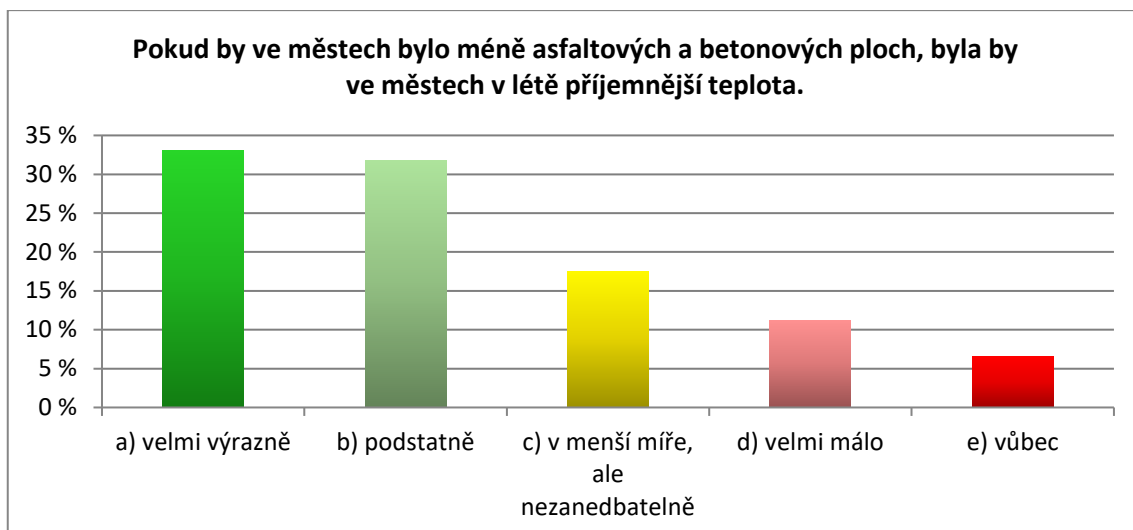
**Obr. 24:** Odpovědi otázky 1.3 dotazníkového šetření

Výsledky čtvrté otázky, která se zaměřovala na vliv intenzity dopravy na pocitovou teplotu, jsou uvedeny v obr. 25. Stejně jako u předchozích tří otázek nejvyšších četností dosahuje odpověď „*podstatně*“ (35 % respondentů). Dále relativně často žáci volili možnosti odpovědí „*v menší míře, ale nezanedbatelně*“ (22 % respondentů) a „*velmi výrazně*“ (20 % respondentů). V celkovém zhodnocení lze konstatovat, že se žáci přiklání spíše ke kladným variantám, domnívají se tedy, že snížení počtu aut ve městech by vedlo k příjemnějším teplotám. Auta mohou mít dvojitý vliv na prostředí ve městě. Produkují škodliviny, mezi něž patří i oxid uhličitý, což přispěje k celkovému zhoršení životního prostředí. Emise mají vliv na globální klimatickou změnu, avšak na úrovni města je relevantní uvažovat teplo produkované spalovacími motory vozidel (Křysik, K. 1996).



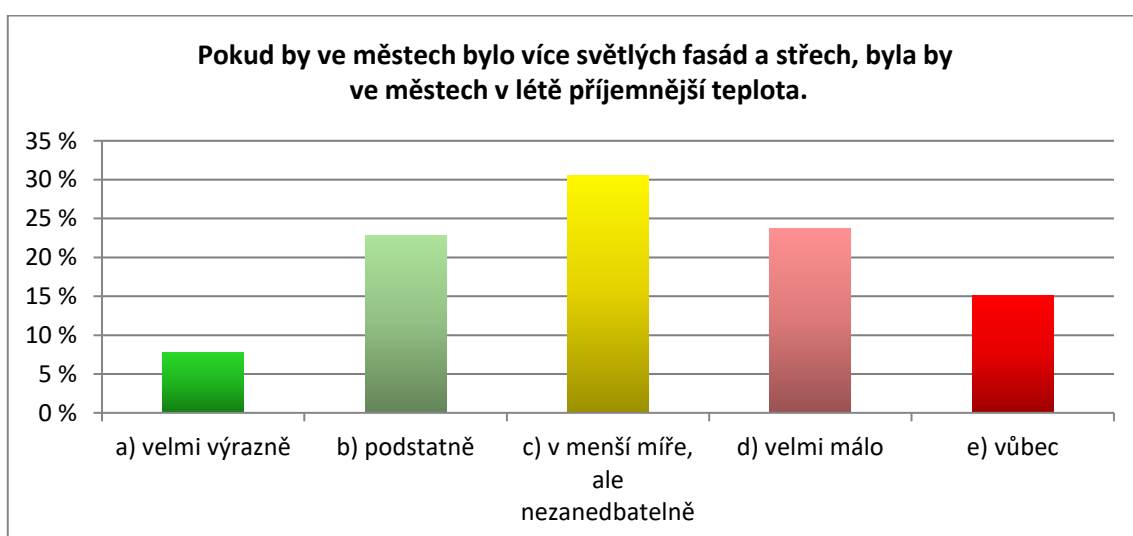
**Obr. 25:** Odpovědi otázky 1.4 dotazníkového šetření

V páté otázce dotazníku měli žáci uvést své názory na množství asfaltových a betonových ploch (tedy parkoviště, silnice, aj.) ve vztahu k příjemnější teplotě ve městech v letních měsících. Výsledky této otázky jsou uvedeny za pomoci histogramu v obr. 26. S jistotou je možné konstatovat, že ve velké míře se respondenti přiklání k názoru, že pokud by se množství asfaltových a betonových ploch zmenšilo, mělo by to pozitivní vliv na snížení teploty ve městech. Žáci nejčastěji zvolili variantu „*velmi výrazně*“ (33 % respondentů) a „*podstatně*“ (31 % respondentů). Ke kladným variantám se celkově přiklonila více než polovina žáků (celkem 64 %). Následně mají počty četností postupně klesající charakter k záporné variantě vůbec, kterou vybralo pouze 7 % žáků. Asfaltové a betonové plochy jsou významnými akumulátory tepelné energie, vedou tak k zvýšení teplot a znepríjemňují obyvatelům pobyt ve městech (Forst et al., 1985).



**Obr. 26:** Odpovědi otázky 1.5 dotazníkového šetření

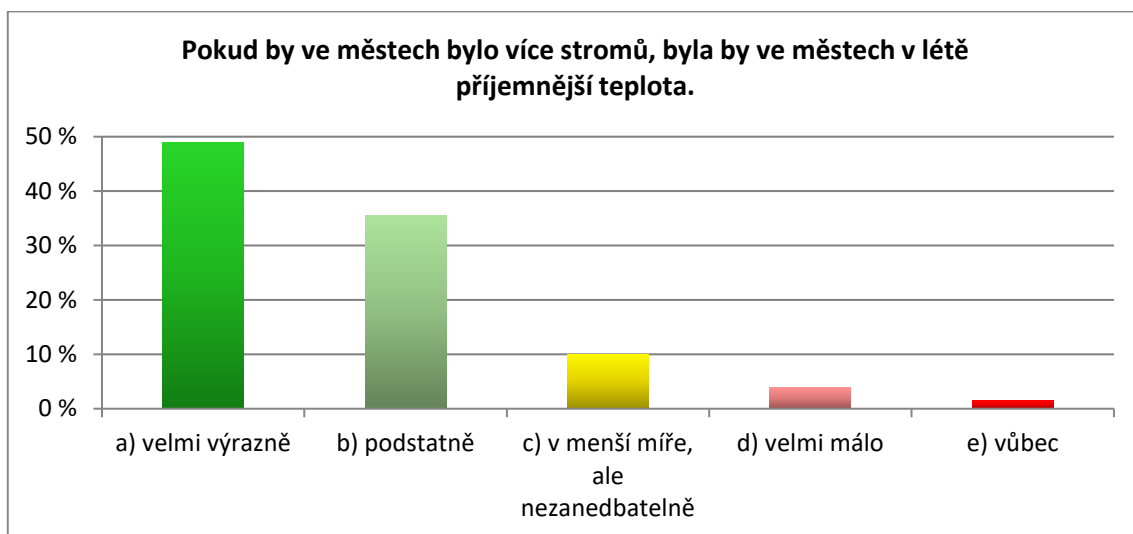
Výsledky šesté otázky, zabývající se vlivem barvy fasád a střeš na zmírnění tepelného ostrova města, jsou uvedeny v obr. 27. Přibližně třetina žáků se přiklání k názoru, že vliv barvy budov a jejich střeš má na snížení teploty ve městech žádný nebo velmi malý vliv – varianta odpovědi „v menší míře, ale nezanedbatelně“ dosahuje nevyšších četností (31 % respondentů). Následně výsledky četností klesají ke krajním (jednoznačným) variantám odpovědí. Celkově rozložení četností odpovědí odpovídá tzv. Gaussovu rozdělení. Vliv bílých ploch je celkově komplexní, závisí na hustotě. Ve skutečnosti bílé povrchy fasád a střeš sice vedou ke snížení teploty, ale povedou ke zvýšení tepelné expozice celé ulice. Černé vozovky a jiné tmavé objekty se následně budou více přehřívat (Geletič et al. 2021). Získané výsledky naznačují, že celkově bude dané opatření složité.



**Obr. 27:** Odpovědi otázky 1.6 dotazníkového šetření

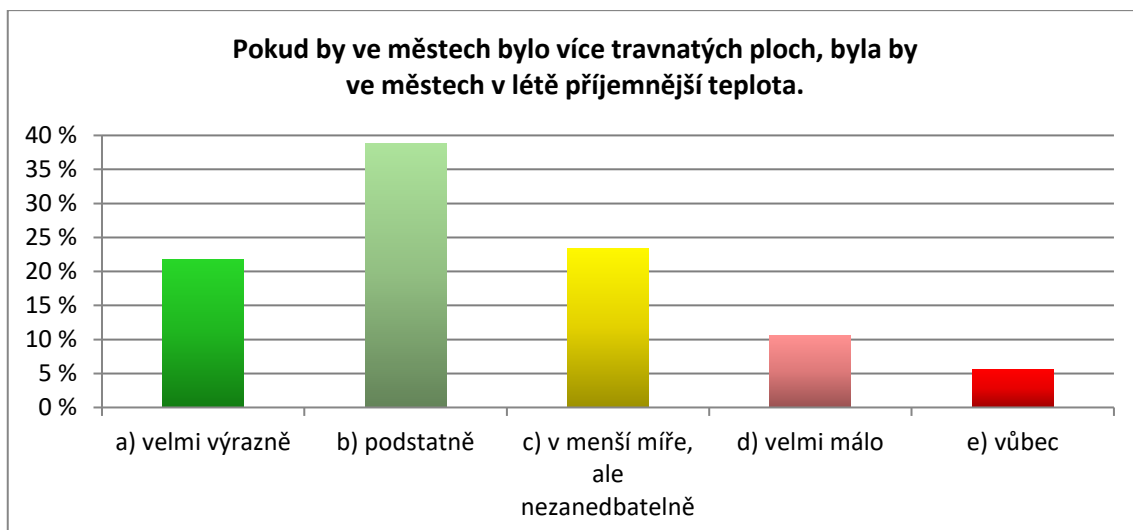


Výsledky sedmé otázky, zabývající se vysazováním množství stromů za účelem příjemnějších letních teplot ve městech, jsou uvedeny v obr. 28. Již na první pohled mají četnosti výběru odpovědí klesající tendenci od jasně kladných variant směrem k záporným. Žáci nejčastěji volili varianty odpovědí „velmi výrazně“ (49 % respondentů) a „podstatně“ (36 % respondentů). Téměř polovina respondentů (49 %) se domnívá, že větší množství stromů přispěje k snížení teplot v horkých měsících. Pouze 5 % respondentů vyjádřilo svůj názor za pomoci záporných variant odpovědí – „velmi málo“ a „vůbec“. Ve skutečnosti stromy sice snižují teplotu svého okolí, tedy až na husté koruny stromů v nočních hodinách, kdy může efekt opačný (Geletič et al. 2021).



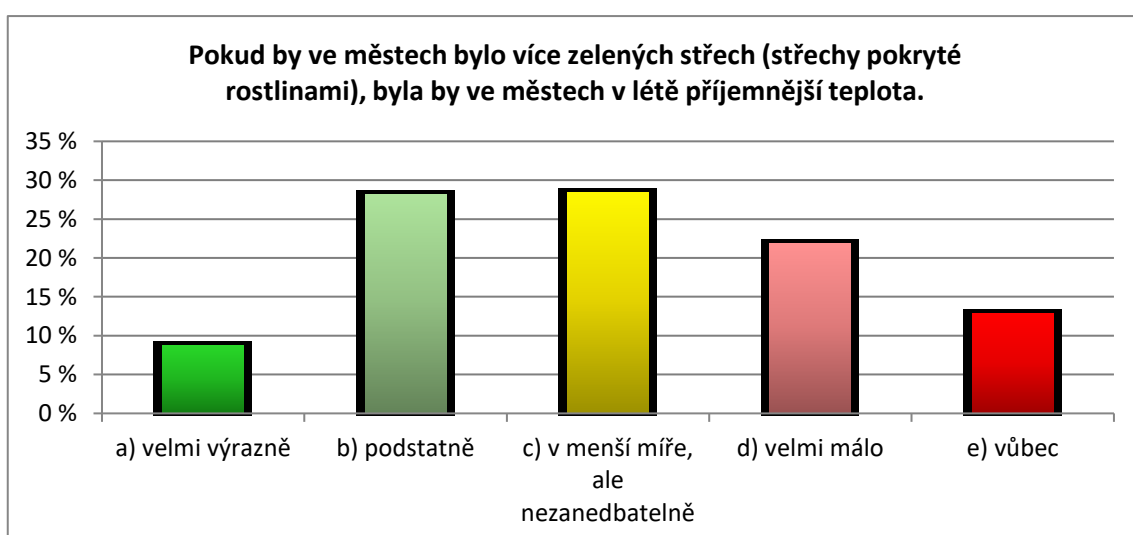
**Obr. 28:** Odpovědi otázky 1.7 dotazníkového šetření

Výsledky osmé otázky, zabývající se množstvím travnatých ploch na vliv zmírnění tepelného ostrova města, jsou uvedeny v obr. 29. Z histogramu lze jednoznačně konstatovat, že největších četností dosahuje varianta odpovědi „podstatně“ (39 % respondentů). Poměrně často se žáci přikláněli k jasně kladné odpovědi „velmi výrazně“ (22 % respondentů). Velká část žáků se tedy domnívá, že větší množství travnatých ploch by pomohlo v letních měsících zpříjemnit teplotu ve městech. Ve skutečnosti dané opatření vede ke snížení teploty vzduchu asi o 1–2 °C ve středoevropském městě oproti betonovým plochám. Celkově zelená barva vytváří stimul, díky kterému obyvatelé města pociťují příjemnější teploty než tomu ve skutečnosti je (Geletič et al. 2020).



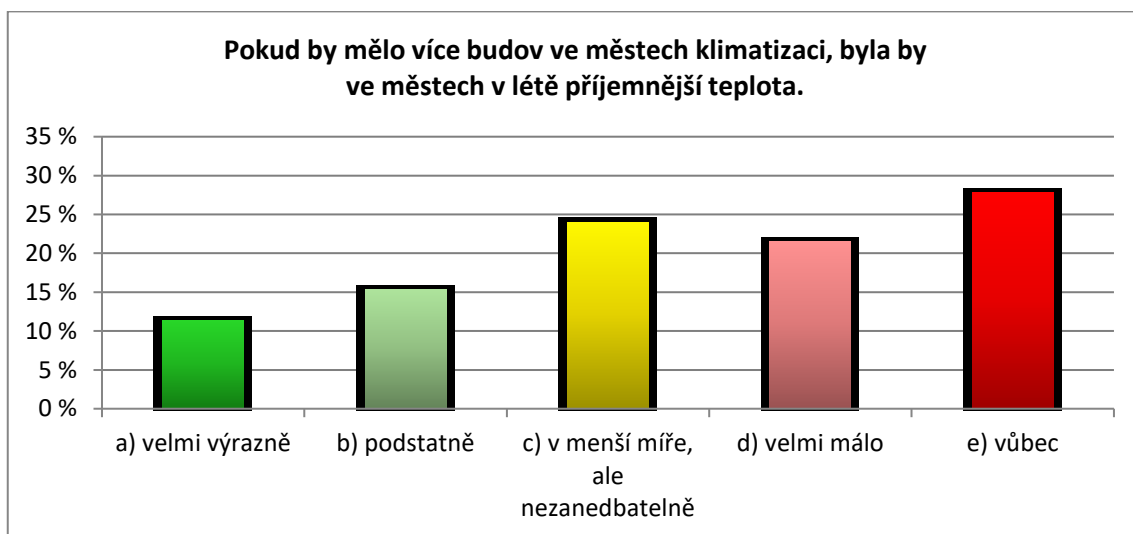
**Obr. 29:** Odpovědi otázky 1.8 dotazníkového šetření

Výsledky deváté otázky, zabývající se množstvím zelených střech na vliv zmírnění tepelného ostrova města, jsou uvedeny v obr. 30. Stejných a nejvyšších četností dosahují odpovědi *podstatně* a „*v menší míře, ale nezanedbatelně*“ (28 % respondentů). Odpověď „*velmi výrazně*“ zvolilo pouze 8 % všech dotazovaných. Z histogramu lze určit, že přibližně polovina žáků se domnívá, že využití střech pro sadbu rostlin, by dokázalo určitou mírou vytvořit v létě příjemnější teplotu v zastavěném území. Zmíněné opatření má na teplotní poměry ve skutečnosti vliv především tehdy, pokud jsou zelené střechy intenzivní s vyšší vegetací a relativně nízko nad povrchem (Geletič et al. 2020).



**Obr. 30:** Odpovědi otázky 1.9 dotazníkového šetření

Výsledky poslední uzavřené otázky, zabývající se množstvím klimatizací ve prospěch příjemnějších letních teplot ve městech, jsou uvedeny v obr. 31. Rozložení četností odpovědí má postupně stoupající charakter směrem k záporným variantám. Pouze malá část žáků se domnívá, že zvýšením počtu klimatizací ve městech by se zlepšila teplota prostředí města. Kladnou variantu „*velmi výrazně*“ vybralo 11 % respondentů a variantu „*podstatně*“ celkem 15 % respondentů. Výsledky naznačují, že žáci si uvědomují, že klimatizace nemají pozitivní vliv na snížení teploty města. Klimatizace sice vytváří chladnější okolí, ale pouze uvnitř daného objektu, v ulicích města však zhoršuje venkovní podmínky – vytváří horký závan vzduchu (Salamanca et al. 2014).

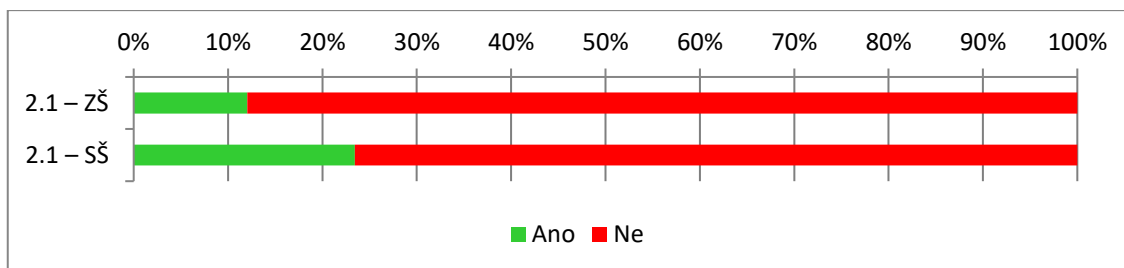


Obr. 31: Odpovědi otázky 1.10 dotazníkového šetření

### 5.3 Komparace výsledků mezi žáky ZŠ a SŠ

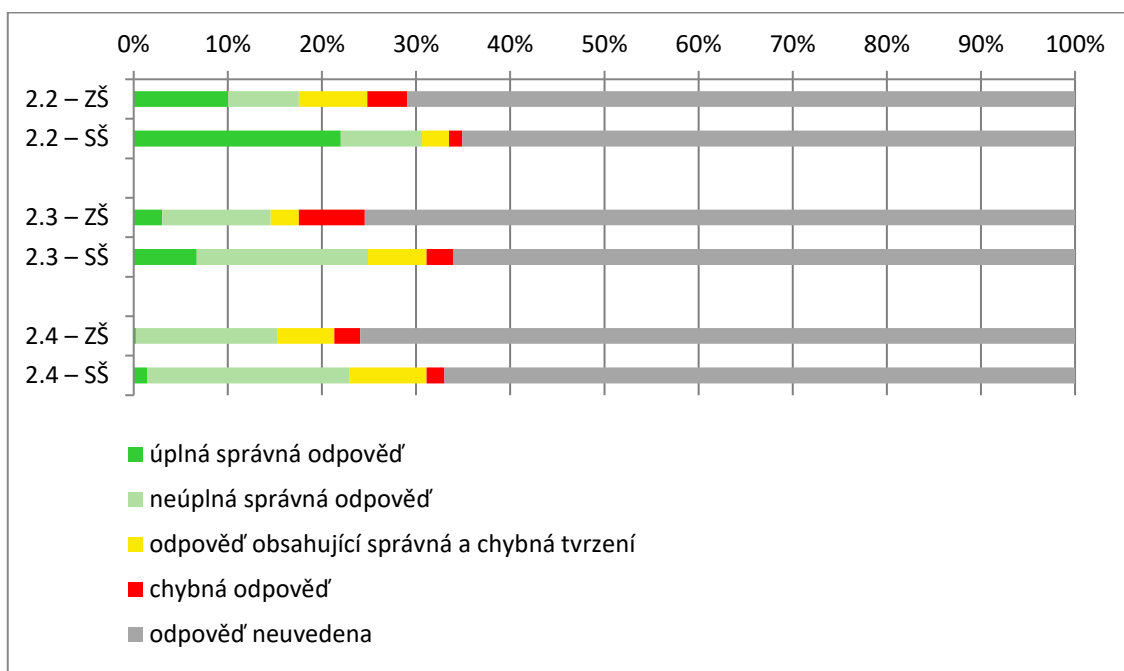
Výsledky otevřených i uzavřených otázek jsem porovnávala mezi žáky ZŠ a SŠ. Získaná data jsou prezentována pomocí pruhových grafů, které vyjadřují vždy relativní četnosti vůči celkovému počtu respondentů z dané kategorie – 399 žáků ZŠ a 209 žáků SŠ.

Výsledky odpovědí žáků dichotomické otázky (první otázka druhé části dotazníku), která zjišťovala, zdali žáci již někdy slyšeli o tepelném ostrovu města, jsou uvedeny v obr. 32. Jak již bylo uvedeno v kapitole 5.1, celkově žáci vybírali odpověď „*Ne*“. Odpověď „*Ano*“, tedy že se respondent již setkal s pojmem tepelný ostrov města, vybírali více žáci SŠ – četnosti výsledků u žáků SŠ jsou dvakrát vyšší než u žáků ZŠ. Variantu „*Ano*“ vybralo 12 % žáků ZŠ a 23 % žáků SŠ.



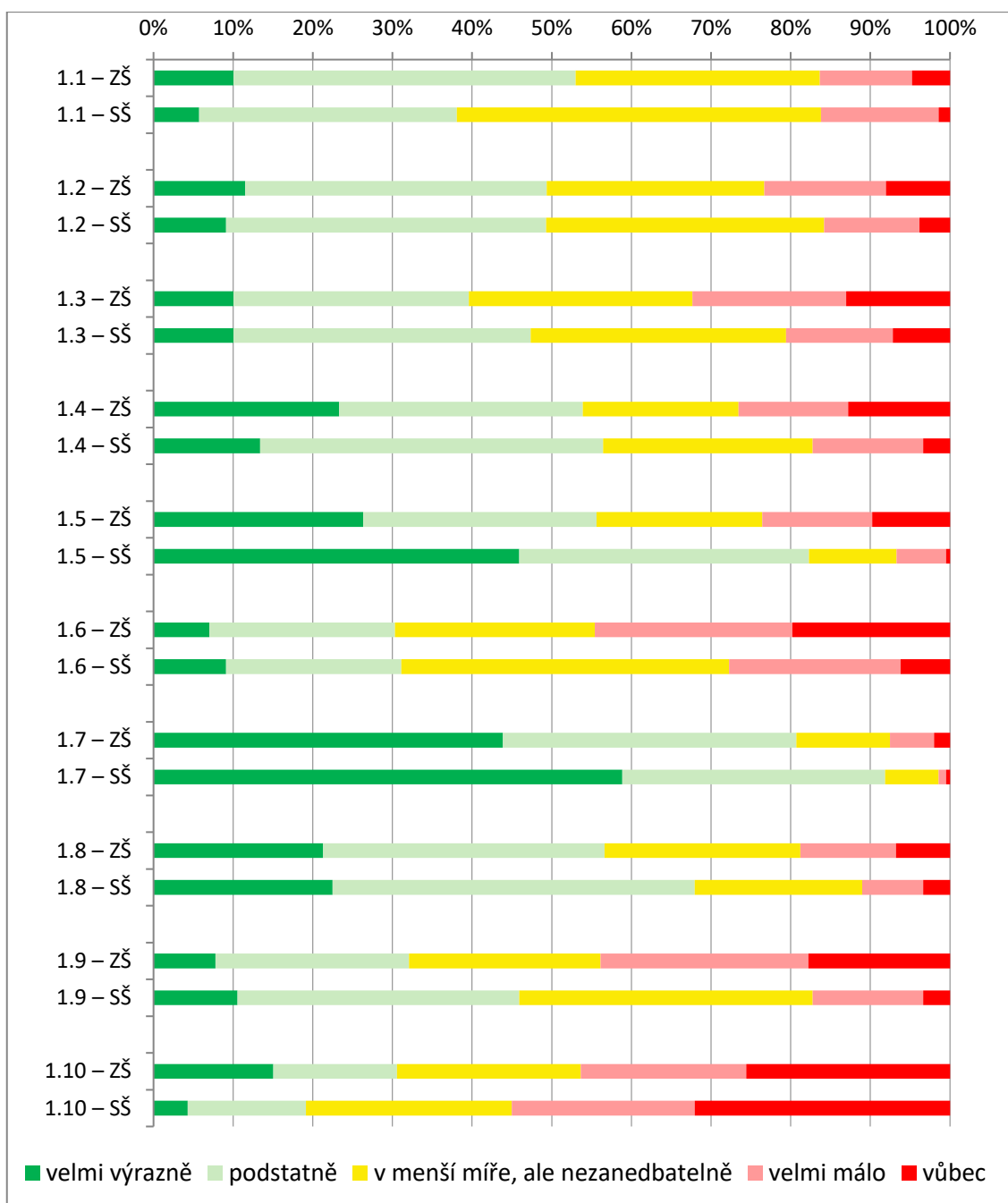
**Obr. 32:** Odpovědi otázky 2.1 v porovnání mezi žáky ZŠ a SŠ  
Vysvětlivky: 2.1 – Slyšel(a) jsi už někdy o tepelném ostrovu města?

Z výsledků otevřených otázek tj. druhé části dotazníku, které se zaměřovaly na znalosti žáků ohledně tepelného ostrova města (obr. 33), usuzují, že více žáků má hlubší znalosti v oblasti problematiky tepelného ostrova města než žáků ZŠ. Úplné správné odpovědi žáků SŠ měly přibližně dvakrát vyšší četnost než u žáků ZŠ. Četnosti neuvedených odpovědí SŠ a ZŠ jsou velmi podobné. Otázka 2.2 zaměřená na znalost samotného pojmu tepelného ostrova města měla u obou druhů škol nejvíce správných odpovědí. Nejnižší znalosti žáci ZŠ a SŠ prokázali v oblasti důsledků tepelného ostrova města, pouze jeden žák ZŠ dokázal uvést na tuto otázku úplnou správnou odpověď. Tento graf dokazuje narůstající znalost problematiky tepelného ostrova města s narůstajícím vzděláním.



**Obr. 33:** Odpovědi znalostních otázek (druhá část dotazníku) v porovnání mezi žáky ZŠ a SŠ  
Vysvětlivky: 2.2 – Pokus se svými slovy popsat tepelný ostrov města, 2.3 – Pokus se uvést příčiny tepelného ostrova města, 2.4 – Pokus se uvést důsledky tepelného ostrova města

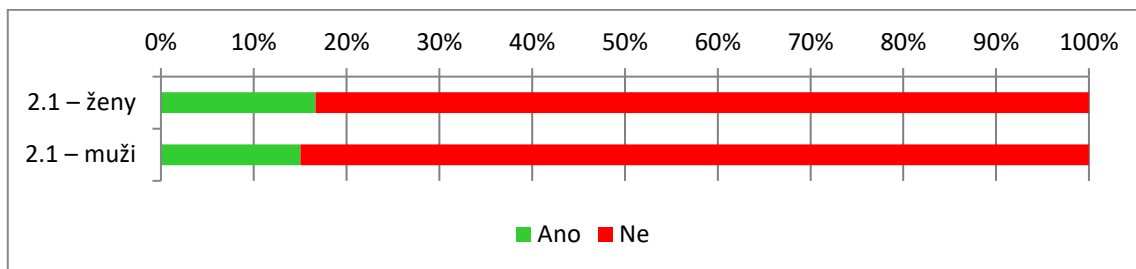
Obr. 34 představuje porovnání četností odpovědí mezi žáky ZŠ a SŠ na všechny otázky první části dotazníku, tj. na názory žáků na vybraná environmentální opatření ve vztahu s příjemnější teplotou města. Relativně podobného rozložení četností mezi žáky ZŠ a SŠ dosahují otázky: 1.2, vliv malých vodních ploch (rybník jezírko, bazén, apod.) 1.3, častější kropení vozovky a 1.8, zabývající se množstvím travnatých ploch na vliv zmírnění tepelného ostrova města. Stupeň školy u těchto opatření tedy nemá vliv. U otázky 1.4, vliv intenzity dopravy na pocitovou teplotu, se žáci ZŠ nebáli přiklonit více ke krajním variantám odpovědí. Varianty „*velmi výrazně*“ a „*vůbec*“ dosahují u žáků SŠ polovičních četností v porovnání u žáků ZŠ. Největší rozdíl mezi odpověďmi ZŠ a SŠ byl zaznamenán u otázky 1.5, vliv asfaltových a betonových ploch, kde znatelně lépe odpovídali žáci SŠ. Celkově si lze všimnout, že žáci ZŠ s výjimkou otázky 1.10, zabývající se množstvím klimatizací ve prospěch příjemnějších letních teplot ve městech, dosahují ve variantě „*vůbec*“ vždy vyšších četností než je tomu u žáků SŠ. Žáci SŠ se tedy více domnívají, že klimatizace nemají pozitivní vliv na snížení teploty města. Celkově lze konstatovat, že žáci středních i základních škol ve velké míře vybírali střední varianty odpovědí: „*podstatně*“, „*v menší míře, ale nezanedbatelně*“, „*velmi málo*“, výjimkou je pouze otázka 1.7, zabývající se vysazováním množství stromů za účelem příjemnějších letních teplot ve městech. U této otázky si lze všimnout, že žáci základních i středních škol vyjádřili své názory za pomoci kladné krajní varianty „*velmi výrazně*“.



**Obr. 34:** Odpovědi uzavřených otázek (první část dotazníku) v porovnání mezi žáky ZŠ a SŠ  
 Vysvětlivky: 1.1 – více vodních prvků (kašny, fontány, rozprašovače apod.), 1.2 – více malých vodních ploch (rybník, jezírko, bazén), 1.3 – častěji kropena vozovka, 1.4 – méně pojízdných aut, 1.5 méně asfaltových a betonových ploch, 1.6 – více světlých fasád a střech, 1.7 – více stromů, 1.8 – více travnatých ploch, 1.9 – více zelených střech, 1.10 více budov s klimatizací

## 5.4 Komparace výsledků mezi muži a ženami

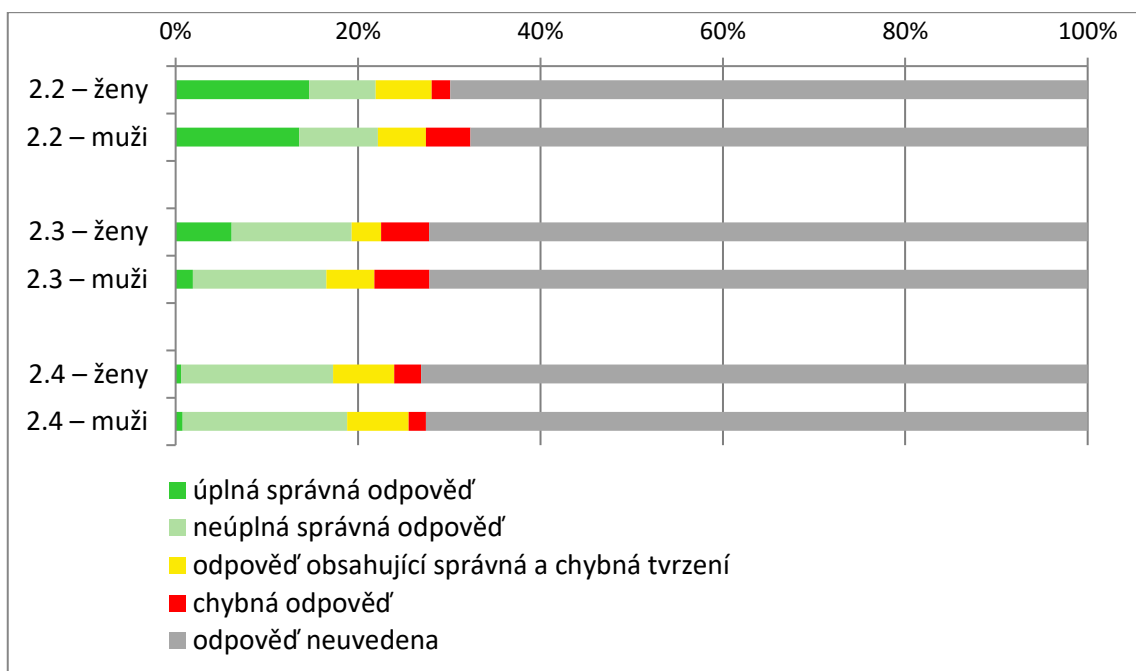
Výsledky respektive odpovědi dotazníku jsem dále hodnotila dle pohlaví respondentů (muži/ženy). S pojmem tepelný ostrov města se setkal přibližně stejný počet žáků a žaček, pohlaví tedy nemá vliv na znalost samotného pojmu. Rozložení četností mezi muži a ženy, na otázku 2.1 zobrazuje obr. 35.



**Obr. 35:** Odpovědi otázky 2.1 v porovnání mezi muži a ženy

Vysvětlivky: 2.1 – Slyšel(a) jsi už někdy o tepelném ostrovu města?

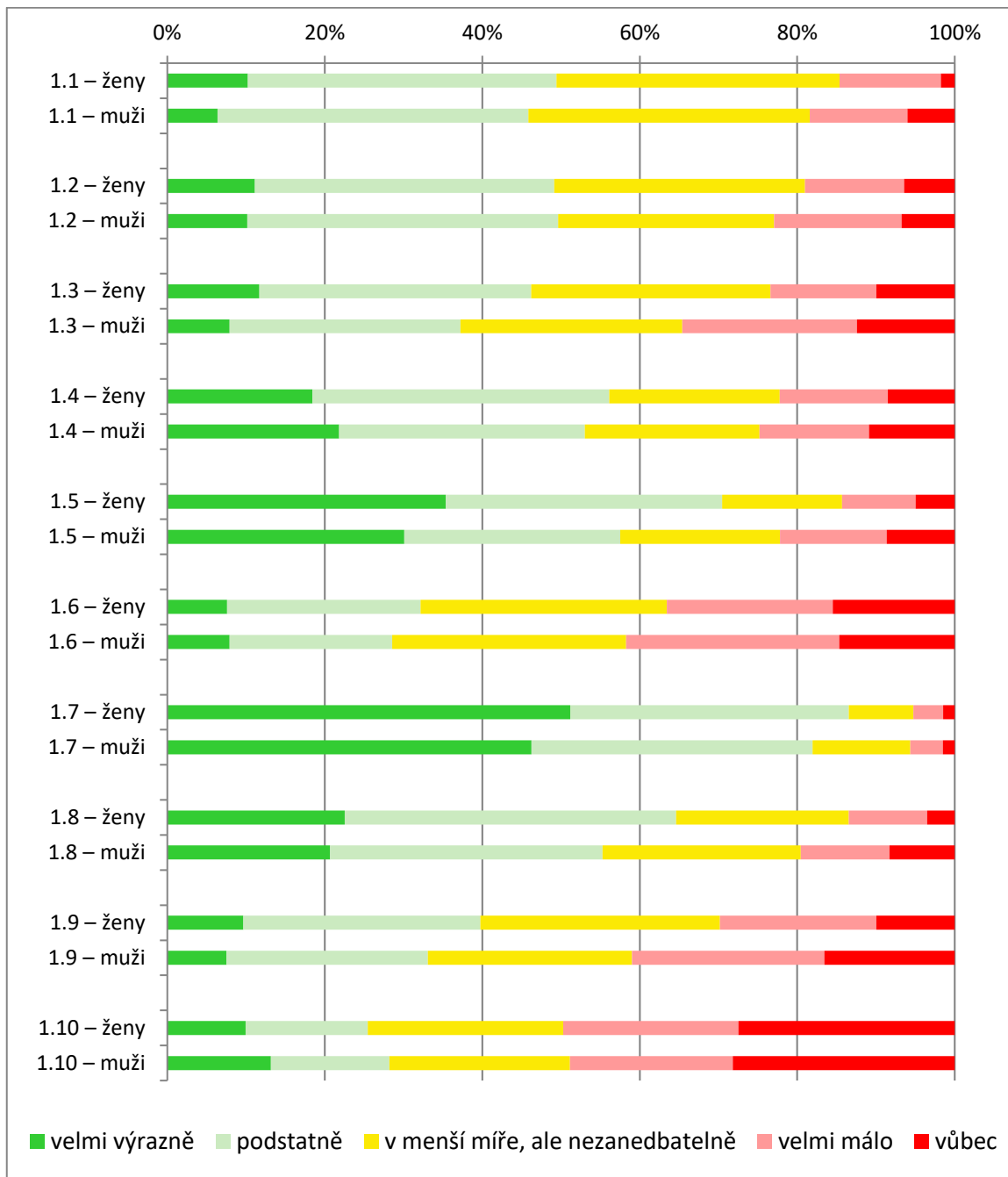
Výsledky rozložení četností na otevřené otázky dotazníku mezi muži a ženy zobrazuje obr. 36. Otázky 2.2, vysvětlení pojmu tepelného ostrova města a 2.4, důsledky tepelného ostrova města, opět potvrzují, že pohlaví nemá vliv na znalosti v oblasti tepelného ostrova města. Otázka 2.3, příčiny tepelného ostrova města, naopak ukazuje vyšší rozdíl mezi pohlavím. Lepších výsledků u této otázky dosáhly ženy.



**Obr. 36:** Odpovědi znalostních otázek (druhá část dotazníku) v porovnání mezi muži a ženy

Vysvětlivky: 2.2 – Pokus se svými slovy popsat tepelný ostrov města, 2.3 – Pokus se uvést příčiny tepelného ostrova města, 2.4 – Pokus se uvést důsledky tepelného ostrova města

Z obr. 37, který porovnával odpovědi na všechny uzavřené otázky dotazníku vzhledem k pohlaví respondentů, vyplívá, že rozdíly v názorech na efektivitu jednotlivých opatření jsou mezi muži a ženami jen malé. Z grafu si lze všimnout, že rozložení četností je v jednotlivých otázkách velmi podobné.



**Obr. 37:** Odpovědi uzavřených otázek (první část dotazníku) v porovnání mezi muži a ženy

Vysvětlivky: 1.1 – více vodních prvků (kašny, fontány, rozprašovače apod.), 1.2 – více malých vodních ploch (rybník, jezírko, bazén), 1.3 – častěji kropena vozovka, 1.4 – méně pojízdných aut, 1.5 méně asfaltových a betonových ploch, 1.6 – více světlých fasád a střech, 1.7 – více stromů, 1.8 – více travnatých ploch, 1.9 – více zelených střech, 1.10 více budov s klimatizací



## 6 Diskuze výsledků

Tvorbu mé práce ovlivnil COVID-19, který narušil plánovanou metodiku šetření. Byla jsem nucena opustit papírovou formu sběru dat a přejít na možnosti využití on-line formuláře. Získání množství respondentů bylo náročné, jelikož mnoho škol snížilo počet vyučovacích hodin během distanční výuky, učitelé tak neměli prostor na práci navíc, tedy zapojení žáků do dotazníkového šetření. Během vyplňování žáci nebyli pod dohledem a někteří tedy mohli své odpovědi dohledávat na internetu či v učebnicích, i když byli požádáni, aby se tak nestalo. Tato skutečnost mohla ovlivnit výsledky šetření, proto navrhuji provést další studii, která mé výsledky potvrdí nebo vyvrátí.

Z celkových výsledků je patrné, že žáci nemají příliš velké znalosti v oblasti tepelného ostrova města, téma je složité pro žáky základních i středních škol. 84 % žáků se nikdy nesešlo s pojmem tepelný ostrov města a nebyli následně schopni odpovědět na tři vědomostní otázky. Pouze necelá desítka žáků, dokázala odpovědět na všechny vědomostní otázky. Přestože pouze 16 % respondentů odpovědělo, že se setkali s pojmem tepelný ostrov města, tak v následující otázce odpovídalo 30 % žáků, což ukazuje snahu žáků podílet se na výzkumu. V následujících vědomostních otázkách klesala četnost zodpovězených otázek k 27 %, to ukazuje snižující se motivaci žáků odpovídat na otázky, na které převážně neznají odpověď. Jen malá část žáků rozuměla pojmu teplý ostrov města. Ještě méně žáků znalo příčiny a zanedbatelné množství správně identifikovalo důsledky uváděného jevu. I v případě, kdy žáci neodpověděli na znalostní otázky, vyplnili první část dotazníku, která zjišťovala názory žáků na množství opatření, ve vztahu ke zlepšení teploty ve městech. Jelikož otázky měly možnost výběru a žáci byli ujištěni, že v této části není špatné odpovědi, bylo pro žáky snazší odpovědět – žáci vyjadřovali své dílčí názory (resp. šířeji postoje) založené na dalších získaných znalostech a prekonceptech. Kromě toho byli ubezpečeni, že neexistuje špatná odpověď. Respondenti pocházeli z 22 měst napříč Českou republikou, kdy každé město se vyznačuje jinou geometrií a tepelnou expozicí (např. rozdíl Praha – Jeseník), odpovědi na zmíněná opatření v dotazníku mohly být tedy ovlivněny i na základě vlastních zkušeností dle města ve kterém, jedinec právě žije. Odpovědi mohou být tedy ovlivněny dle empirie žáků v souvislosti s tepelným komfortem ve městě. Část žáků mohla při výběru odpovědi uvažovat pouze změnu teploty vzduchu na základě zmíněného opatření. Někteří (nadání) žáci však mohli uvažovat šířeji nad tepelnou expozicí a snažili se odpovědět v tomto smyslu. Na otázky, které se zabývaly jednoznačnými opatřeními, žáci odpovídali více dle očekávání než na dotazy, které rozebíraly komplexnější a složitější opatření. Pravděpodobně tedy neměli znalosti z této problematiky, ale použili logiku a aplikovali své znalosti a zkušenosti z jiných oblastí.

Názory žáků se shodují např. v otázce 1.7, zaměřenou na výsadbu stromů ve vztahu k příjemnější teplotě nebo v otázce 1.5, kdy se většina žáků přiklání k názoru, že menší množství asfaltových a betonových ve městech by vedlo k příjemnější teplotě. K velmi rozdílným názorům naopak dospěli žáci u poslední otázky 1.10, zabývající se množstvím klimatizací ve prospěch příjemnějších teplot ve městech, kde je rozložení četností jednotlivých odpovědí nejvyrovnanější.

Ačkoliv je téma tepelného ostrova města zmíněno nepřímo v rámcových vzdělávacích programech – RVP ZV a RVP GG (Jeřábek et al. 2005; Balada et al., 2007) a následně jej určitou formou zařadily do svých školních vzdělávacích programů i jednotlivé školy, lze konstatovat, že žáci mají o daném tématu jen malé/dílčí vědomosti. Jelikož byla diplomová práce volně inspirována předchozí bakalářskou prací, zaměřenou na znalosti o klimatických změnách u žáků základních škol (Stránská, 2018) a analogickou prací zaměřenou na znalosti žáků středních škol (Kavková 201), lze konstatovat, že dospěla k obdobným výsledkům. Zatímco uvedené bakalářské práce poukazují na nízkou úroveň znalostí žáků ZŠ a SŠ v oblasti životního prostředí a klimatologie na globální úrovni, předložená práce poukazuje na nízkou úroveň podobných znalostí na lokální (místní) úrovni. Při srovnání s bakalářskými pracemi na téma klimatické změny (Kavková, 2018; Stránská, 2018) byly znalosti pojmu „klimatická změna“ u žáků druhého stupně ZŠ a žáků SŠ velmi nízké. Znalosti příčin u žáků druhého stupně ZŠ a žáků SŠ byly nedostačující a v důsledcích globálního oteplování se žáci obecně orientovali. Naopak v mé diplomové práci, která zahrnovala nejen žáky ZŠ, ale také žáky SŠ, jsem zjistila nízkou úroveň znalostí jak pojmu tepelný ostrov města tak i jeho příčin a důsledků. Lze tedy usuzovat, že problematice klimatické změně je kladen větší důraz než problematice tepelného ostrova města. Ve většině učebnic existuje přímo samostatná kapitola na klimatickou změnu, kdežto pojem tepelný ostrov města zmiňuje pouze minimum učebnic (např. učebnice nakladatelství SPN). V díle Kopp a Beránkové (2012) došly k podobným závěrům jako ve výše uvedených pracích. Je možné se domnívat, že neznalost této problematiky u žáků druhého stupně ZŠ může být způsobena nízkou úrovní vzdělanosti v předmětech, které souvisí s popisem děje tepelného ostrova města. Problém tepelného ostrova města je interdisciplinární, vyžaduje znalosti z oblasti fyziky, biologie, klimatologie a ekologie. Při porovnání znalostí žáků ZŠ a SŠ lze jasně konstatovat, že znalosti SŠ žáků jsou výrazně lepší než žáků ZŠ. Lze tedy soudit, že tento výsledek jednoznačně ovlivňuje vzdělanost žáků. Znalosti žáků SŠ jsou hlubší v geografických naukách, ale i v ostatních s tímto jevem souvisejících vědách, což jim nejspíše pomohlo lépe se zorientovat v této problematice. U SŠ žáků lze brát jako pravděpodobné, že byli seznámeni se základy těchto věd a proto by měli být schopni

tento jev pochopit a uplatit své znalosti. Je tedy pravděpodobné, že příčinou neznalosti tohoto jevu jsou nízká časová dotace, nedostatek studijních materiálů, případně pro učitele nemá tato tematika dostatečný význam a nepřikládají tomuto učivu potřebnou váhu, rovněž tato neznalost může být způsobena i nízkou znalostí učitelů (Lehnert et al., 2020). Znalosti v závislosti na pohlaví rozdílné nejsou krom otázky dotazující se na příčiny tepelného ostrova města (2.3), domnívám se, že tento rozdíl vznikl pouhou náhodou a neukazuje na lepší znalost žen v této oblasti. V mé práci je rozdíl postojů a znalostí mezi pohlavím nízký, na rozdíl od dalších prací zabývajících se environmentálními problémy jako je např. práce Kavkové (2020) nebo práce Swim et al. (2020). Ve zmíněných studiích dosahují lepších výsledků ženy, které mají prokazatelně lepší proenvironmentální cítění než muži (Kavková, 2020). Přestože neznalost této problematiky z oblasti životního prostředí nemusí být pro budoucí uplatnění žáků uplatnění na trhu práce fatální, většina profesí tuto znalost nevyžaduje. Příprava žáků na budoucí povolání nemůže být jediným úkolem vzdělávacího systému, je rovněž důležité vzdělat žáky občansky. Žáci musí pochopit, jaký vliv má antropogenní činnost na životní prostředí v jejich nejbližším okolí. Budou to oni, kteří prostřednictvím svých činů případně svých hlasů ve volbách budou formovat budoucí podobu naší planety. Bylo by vhodné zařadit tuto problematiku, především z důvodu vzdělanosti občanské společnosti, která v demokratickém státě určuje budoucnost naší země. Rovněž stojí za zvážení, zda v učivu o místním regionu není vhodné zařadit více environmentální tematiky než např. geologický vývoj jejich místního regionu, podrobnou znalost místního režimu vodních toků, pedografické pochody v místě kde žijí, atd.

Pokud učitelé pro svou výuku využívají pouze nabízené učebnice, nikoliv jiné zdroje materiálů a pomůcky do výuky, nemusí být téma zařazeno do výuky. Po nahlédnutí do řady učebnic různých nakladatelství, mohu nejlépe hodnotit nakladatelství SPN, které problematiku tepelného ostrova města zařazuje do učebnic již několik desítek let. Většina učebnic využívaných ve školách však neobsahují téma tepelného ostrova města, žáci tedy nemají kvalitní materiály, ze kterých by mohli získat znalosti o zmíněné problematice. Množství učebnic si tak žádá o nevelké přepracování, které by spočívalo v zařazení tématu do některé z kapitol. Nad přepracováním by mohli uvažovat autoři učebnic zeměpisu nakladatelství Fraus nebo Nová škola s. r. o., kdy na základě tab. 2 a tab. 3 (viz 3.3.4 Školní učebnice) si lze všimnout, že ani v jedné z učebnic, není uvedena informace o problematice tepelného ostrova města. Dané zjištění se nabízí k zamyšlení, do kterého dílu učebnice a konkrétně kapitoly by bylo vhodné téma zahrnout. U sady učebnic nakladatelství Fraus se pro zpracování tématu vybírá učebnice pro 9. ročník – Zeměpis 9, kde je ke konci

učebnice obsažena kapitola Globální změny klimatu (Novotný et al., 2008). Nebo také učebnice pro 8. ročník – Zeměpis 8, kde by se téma dalo prezentovat přímo na příkladech ČR (což by bylo žákům blízké), v kapitolách Ochrana krajiny a přírody nebo kapitola Česko – obyvatelstvo a osídlení (Jeřábek et al., 2006). Nakladatelství Nová škola s. r. o. by mohlo téma začlenit pro žáky 8. ročníku do učebnice České republiky, konkrétně kapitola Přírodní podmínky, která zahrnuje téma Ochrana životního prostředí, kde jsou přehledové mapy doplněné o potřebné informace (Borecký et al., 2019). Mezi mapy by mohla být např. zařazená mapa znázorňující teplotní poměry ve městě a okolí s následným komentářem a vysvětlením problematiky. Nebo učebnice pro 9. ročník ZŠ – Lidé a hospodářství, kde nalezneme kapitolu Globální problémy prostředí, která se nabízí (i vyšším věkem žáků) o zařazení problematiky tepelného ostrova města (Chalupa et al., 2019). Uvědomuji si, že ne všechny problémy a informace vždy lze do dané učebnice zahrnout, ale v souvislosti s výsledky, by bylo vhodné se zamyslet o zařazení informací o tepelném ostrově do současných učebnic, zejména kvůli její názornosti a možnosti vlastní zkušenosti s tímto environmentálním problémem.

Využití e-learningu a informačních technologií při výuce se dostává v posledních letech do popředí. Značným příkladem je uplynulý rok, kdy proběhla pandemie COVID-19, která měla na školství velký vliv, informační technologie a možnosti e-learningu, udržovaly vzdělání žáků alespoň v určité míře. Pro řadu pedagogických pracovníků byl přechod na tzv. distanční výuku náročný. PC, notebooky, chytré mobilní telefony se staly nedílnou součástí každodenní výuky a ne všichni učitelé si s technikou dokázali poradit. Byla potřeba změnit frontální výuku, s pouhým využitím učebnic, na moderní vzdělávání. Nejen učitelé, ale také žáci byli nuceni se naučit ovládat informační a komunikační technologie. V souvislosti s výsledky, ale také s uplynulým rokem by bylo vhodné vytvořit a publikovat interaktivní materiály pro žáky, kteří by si díky nim rozšířili své znalosti. Takové materiály by byly přínosné rovněž pro učitele, kteří by měli více nápadů a možností jak učivo vhodně zpracovat do výuky. U žáků má ve velké míře úspěch „učení hrou“ a informační technologie jsou žákům velmi blízké. Proto by bylo přínosné vytvořit např. jednoduché počítačové hry nebo kvízy (např. prostřednictvím webové stránky Kahoot.com, nebo tvorba didaktické hry Riskuj či Milionář v prostředí Powepointové prezentace, aj.). Pro zpracování se vybízí i nápad J. Husáka, který vytvořil interaktivní hru pro výuku environmentálních témat pod názvem „Pozor povodeň!“, obdobným způsobem by se mohlo zpracovat také téma tepelného ostrova města (Husák, 2013). Téma by se mohlo zařadit i přímo do informační výchovy s mezipředmětovým vztahem, kde by se dalo využít různých vzdělávacích pomůcek k řešení logických úloh – např. při práci s Ozoboty, pomocí programování Lego Mindstorms

(vhodné využití teplotního senzoru), nebo by bylo nutné vytvořit hrací verzi prostřednictvím Minecraft: Education Edition.

Pro vytvoření vhodného pracovního listu, který by žáky mohl zaujmout, se vybízí možnost využití Ozobotů, které již školy ve velké míře vlastní a jejich pořízení do škol je dostupné. Práce s roboty je navíc i pro žáky nižších ročníků snadná k pochopení potřebného učiva. Pracovní list by se dal následně využít v hodině zeměpisu i informatiky, došlo by tedy k propojení mezipředmětových vztahů. Vytvoření pracovního listu by obnášelo tvorbu zadání, hrací mapy a nedílnou součástí by bylo testování úspěšnosti a pochopení učiva mezi žáky. Právě z důvodu nutného výzkumu, je pouze uveden stručný návrh pracovního listu, jeho podrobné rozpracování se vybízí k zpracování v následné rigorózní práci. Zadání by obsahovalo objasnění klíčové úlohy, kdy by mohlo být úkolem např. dostat Ozobota ze startovacího pole (tepelný ostrov města), do chladnějšího okolí sídla nebo přesunout Ozobota z bodu A do místa B a vyhnout se tepelným ostrovům města. Ke každé úloze by byla vytvořena hrací mapa, která by odpovídala reálnému plánu města (např. Olomouc, Praha, Brno, Paříž a další města, která žáci dobře znají). V mapě by byly barevně vyznačeny tepelné ostrovy města tj. zastavěná území (červenou barvou) a chladnější okolní místa např. parky nebo vodní plochy (modrou či zelenou barvou).

Další možností jak téma zařadit do výuky je pomocí projektu a terénní výuky. Základní škola v Praze – ZŠ Mikoláše Aleše v roce 2018 realizovala ve spolupráci s Ekocentrem Koniklec projekt „*Stavitelé města II.*“, kterého se zúčastnili žáci 8. ročníků. Cílem projektu bylo prozkoumat okolí školy a navrhnout vhodná adaptační řešení, která by zmírnila negativní změny klimatu města. Žáci se zúčastnili terénního cvičení, kdy sbírali potřebná data – měření teploty, testy prašnosti ovzduší a zasakovací zkoušky, dále mapování zeleně a vodních ploch. Výsledky svých měření si zasadili do širších souvislostí. Následně zpracovali možnosti úpravy okolí školy, kdy navrhovali vhodná adaptační opatření s cílem zmírnit dopady extrémních klimatických změn způsobených změnou klimatu (ZŠ Mikoláše Aleše Praha-Suchdol, 2018).

## 7 Závěr

Hlavní úsilí mé práce jsem věnovala dotazníkovému šetření, díky němuž jsem zjistila velmi nízkou znalost žáků v problematice tepelného ostrova města. Alespoň malá část žáků zvládla pojem tepelný ostrov města zařadit, ale s příčinami případně důsledky měla naprostá většina žáků problém. Lze konstatovat, žáci středních škol mají v této problematice jen mírně lepší znalosti, což poukazuje na skutečnost, že většina učitelů/škol téma tepelného ostrova do výuky nezařazuje.

V druhé části dotazníku jsem se žáků dotazovala na různá opatření, jejich úkolem bylo hodnocení intenzity konkrétních vlivů vedoucích ke vzniku tepelného ostrova města. V této části žáci odpovídali pravděpodobně na základě aplikací nabytých znalostí, prekonceptů, případně vlastních zkušeností s touto problematikou. Jednoduché zákonitosti ovlivňující tepelný ostrov města zvládali žáci odhalit, ale komplikovanější opatření k ovlivnění tepelného ostrova města nebyli schopni detekovat. Tato část odpovědí mohla být do velké části negativně ovlivněna tipem správných odpovědí. Přesto uvedené výsledky naznačují, že vzhledem k názornosti a dostupnosti tématu tepelného ostrova, mohou žáci snadno získat vlastní zkušenost s tímto environmentálním problémem. Zařazení tématu do výuky a uvědomění si vlastní zkušenosti s tímto problémem se proto může dále pozitivně promítnout do postojů k dalším, pro žáky abstraktnějším, environmentálním problémům.

Vzhledem k tomu je vhodné uvažovat o možnostech zařazení problematiky tepelného ostrova do výuky na ZŠ, ale především na ŠŠ. Téma je možné začlenit do učebnic (např. v rámci kapitol globálních problémů a životního prostředí) problematiku tepelného ostrova města. Využití moderní informační technologie např. k tvorbě animací, výukových videí, kvízů a případně interaktivních her. Jako velmi vhodné pro další rozpracování se potom jeví především využití tématu pro projektovou a terénní výuku.

## 8 Summary

The aim of the thesis was to determine the knowledge and opinions of the pupils at upper primary schools and students at secondary schools about selected aspects of the urban heat island issue. The first part of the thesis describes the definitions of the urban heat island and cites various studies that explore this topic. It briefly discusses the content of curricular documents of the Czech primary and secondary schools focusing on the teaching about the urban heat island topic.

The second part of the thesis focuses on evaluating the survey that forms an integral part of the paper. The questionnaire was distributed among pupils and students of a wide range of schools across the Czech Republic and consisted of two parts. The first part looked at the opinions on the effectiveness of the selected measures. The second part researched the knowledge about the urban heat island.

The results were presented with the help of histograms. In view of the low level of knowledge, the possibilities of greater inclusion of the topic into the curricula were briefly suggested. The results of my research indicate a low level of knowledge of the urban heat island issue. The students at secondary schools showed higher level of knowledge than the pupils at primary schools. Splitting the results by gender, unlike age, had no effect on the level of the respondents' knowledge. Further it also outlines the inclusion of the topic in Geography textbooks and the possibilities of using e-learning and information technologies in teaching to make the issue more understandable.

## 9 Použité zdroje

### Tištěné prameny

BALADA, Jan. (2007): *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia: RVP G*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 100 s. ISBN 978-80-87000-11-3.

BERANOVÁ, R., HUTH, R. (2005): Long term changes of the heat island of Prague under different synoptic conditions. *Theoretical and Applied Climatology*, 82, s. 113–118.

BORECKÝ, Daniel et al. (2019): *Zeměpis 8: Česká republika*. Sedmé vydání. Brno: Nová škola. ISBN 978-80-7600-108-4.

BURIAN, S.J. and SHEPHERD, J.M. (2005): *Effects of Urbanization on the Diurnal Rainfall Pattern in Houston*. *Hydrological Processes: Special Issue on Rainfall and Hydrological Processes*, 19, 1089-1103

ČERVENÝ, Pavel et al. (2009): *Zeměpis 6: Učebnice pro základní a víceletá gymnázia*. 2. aktualizované vydání. Plzeň: Fraus. ISBN 978-80-7238-915-5.

DEMEK, Jaromír et al. (1997): *Zeměpis pro 6. a 7. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií: Planeta Země a její krajiny*. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství. ISBN 80-85937-67.

DEMEK, Jaromír et al. (2001): *Geografie 1: Fyzickogeografická část*. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství. ISBN 80-85937-73-5.

DEMEK, Jaromír, Jaromír RUX a Petr CHALUPA. (1998): *Zeměpis pro 8. a 9. ročník základní školy: Lidé žijí a hospodaří na Zemi*. Praha: SPN. ISBN 80-7235-004-8.

DEMEK, Jaromír, Jaromír RUX, Eduart HOFMANN et al. (2007): *Zeměpis 6: Planeta Země*. Praha: SPN. ISBN 978-80-7235-362-0.

DOBROVOLNÝ, Petr. (2012): *Klima Brna: Víceúrovňová analýza městského klimatu*. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 978-80-210-6029-6.

DUŽÍ, B. (2012): Globální změna klimatu: možnosti didaktického zpracování tématu na úrovni středních škol. *Envigogika*, 7(1).

DVOŘÁK, Jiří, KOHOUTOVÁ, Alice et al. (2005): *Zeměpis 7: učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus. ISBN 80-7238-304-3.



FIALOVÁ, Lucie. (2019): *Vliv charakteru povrchu a vegetace na teplotu vzduchu v městském prostředí na příkladu Olomouce*. Olomouc. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Mgr. Michal Lehnert, Ph.D.

FORST, Pavel, Jozef CABAN a Pavel MICHALÍK. (1985): *Ochrana lesů a přírodního prostředí: učebnice pro stř. les. školy*. Praha: SZN. Lesnictví, myslivost a vodní hosp.

FORTUNIAK, K., KŁYSIK, K. (2005): Urban–rural contrasts of meteorological parameters in Łódź. *Theor. Appl. Climatol.* 84, 91–101.

GELETIČ, J., LEHNERT, M., & JUREK, M. (2020): Spatiotemporal variability of air temperature during a heat wave in real and modified landcover conditions: Prague and Brno (Czech Republic). *Urban Climate*, 31, 100588.

GELETIČ, J., LEHNERT, M., KRČ, P., RESLER, J., & KRAYENHOFF, E. S. (2021): High-Resolution Modelling of Thermal Exposure during a Hot Spell: A Case Study Using PALM-4U in Prague, Czech Republic. *Atmosphere*, 12(2), 175.

GELETIČ, J., LEHNERT, M., SAVIČ, S., & MILOŠEVIĆ, D. (2018): Modelled spatiotemporal variability of outdoor thermal comfort in local climate zones of the city of Brno, Czech Republic. *Science of the total environment*, 624, 385-395.

HABERMANN, L. (2021): *Pocitová mapa teplotního stresu v Olomouci*. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Mgr. Michal Lehnert, Ph.D.

HOLMER, B. ELIASSON, I. (1999): Urban-rural vapour pressure differences and their role in the development of urban heat islands. *International Journal of Climatology*, 19, č. 9, s. 989–1009.

HOWARD, Luke. (2013): *The Climate of London*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 978-1-108-04952-8.

HÜBELOVÁ, Dana et al. (2016): *Zeměpis: Evropa*. Šesté vydání. Brno: Nová škola. ISBN 978-80-7600-108-4.

HÜBELOVÁ, Dana et al. (2018): *Zeměpis 6: Přírodní obraz Země*. Šesté vydání. Brno: Nová škola. ISBN 978-80-7600-029-2.

HUSÁK, Jan. (2013): *Využití konstruktivisticky orientované interaktivní hry pro výuku environmentálních témat: protipovodňová opatření v krajině*. 10.13140/2.1.1223.4564.

CHALUPA, Petr et al. (2016): *Zeměpis: Lidé a hospodářství*. Páté vydání. Brno: Nová škola. ISBN 978-80-7289-771-1.

CHALUPA, Petr Jaromír DEMEK a Jaromír RUX. (2009): *Zeměpis 8: Lidé a hospodářství*. 2. upravené a rozšířené vydání. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství. ISBN 978-80-7235-439-9.

CHANGNON, S. A. (1968): The La Porte weather anomaly – fact or fiction? *Bulletin of the American Meteorological Society*, 49, s. 4–11.

CHARCIAREK, T. (2003): Daily course of vapour pressure and relative humidity differences between urban and rural site in Lodz. In: 5th International Conference on Urban Climate, Lodz, Poland, 1, s. 51–54.

JELÍNEK, Karel. (2008): *Detekce tepelného ostrova města s využitím termálních snímků*. Brno. Diplomová práce. Masarykova Univerzita. Vedoucí práce Prof. RNDr. Petr Dobrovolný, CSc.

JEŘÁBEK, Jaroslav, Jan TUPÝ a Jan BALADA. (2005): *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání: s přílohou upravující vzdělávání žáků s lehkým mentálním postižením*. V Praze: Výzkumný ústav pedagogický, 126, 92 s. ISBN 80-87000-02-1. DUŽÍ, B. Globální změna klimatu: možnosti didaktického zpracování tématu na úrovni středních škol. *Envigogika*, 2012, 7(1).

JEŘÁBEK, Milan. (2006): *Zeměpis 8: Učebnice pro základní a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus. ISBN 80-7238-486-4.

JIN, M. SHEPHERD, J. M., KING, M. D. (2005): Urban aerosols and their interaction with clouds and rainfall: a case study for New York and Huston, *Journal of Geophysical Research*, 110, D10S20, 12 s.

KASTNER, Jiří et al. (2016): *Geografie 4: Geografie České republiky*. 3. vydání. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství. ISBN 978-80-7235-571-6.

KAŠPAROVSKÝ, Karel. (2008): *Zeměpis I.: v kostce pro SŠ*. Praha: fragment. ISBN 978-80-253-0586-7.

KAŠPAROVSKÝ, Karel. (2008): *Zeměpis II.: v kostce pro SŠ*. Praha: fragment. ISBN 978-80-253-0585-0.

KAVKOVÁ, Kristýna. (2018): *Klimatická změna pohledem studentů středních škol: znalosti a postoje*. Olomouc. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geografie.

KŁYSIK, K. (1996): Spatial and seasonal distribution of anthropogenic heat emissions in Lodz, Poland. *Atmospheric environment*, 30(20), 3397-3404.

KŁYSIK, K., FORTUNIAK, K. (1999): Temporal and spatial characteristics of the urban heat island of Łódź. *Atmospheric Environment, Poland*, 33, s. 3885– 3895.

KONČEK, M. et al. (1979): *Klíma a bioklíma Bratislavy*. Bratislava, Veda, 268 s.

KRATZER, A. (1937): *Das Stadtklima*. Friedrich Wieweg und Sohn, Braunschweig.

KUBEČEK, Josef. (2015): *Časoprostorová variabilita teploty vzduchu mezi lužním lesem a otevřenou krajinou na příkladu okolí Horky nad Moravou*. Olomouc. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Mgr. Michal Lehnert, Ph.D.

KULICHOVÁ, Kateřina (2004): *Klimatická změna jako téma školního vzdělávání*. Olomouc. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Fakulta přírodovědecká. Katedra rozvojových studií.

LANDSBERG, Helmut. (1981): *The Urban Climate*. Cambridge: Academic Press. ISBN 9780124359604.

LEHNERT, M., BRABEC, M., JUREK, M., TOKAR, V., & GELETIČ, J. (2021): The role of blue and green infrastructure in thermal sensation in public urban areas: A case study of summer days in four Czech cities. *Sustainable Cities and Society*, 66, 102683.

LEHNERT, M., FIEDOR D., FRAJER, J., HERCIK, J. & JUREK, M. (2020): Czech students and mitigation of global warming: beliefs and willingness to take action, *Environmental Education Research*, DOI: 10.1080/13504622.2019.1694140

LEHNERT, M., TOKAR, V., JUREK, M., & GELETIČ, J. (2020): Summer thermal comfort in Czech cities: measured effects of blue and green features in city centres. *International Journal of Biometeorology*, 1-13.

LEHNERT, M., VYSOUDIL, M., & KLADIVO, P. (2015): Semi-stationary measurement as a tool to refine understanding of the soil temperature spatial variability. *International Agrophysics*, 29(4).

LÍSKOVEC, D. (2020): Časoprostorová variabilita teploty vzduchu v místních klimatických zónách: případová studie Praha-Uhřetěves. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Mgr. Michal Lehnert, Ph.D.

LIU, W., YOU, H. DOU, J. (2009): Urban-rural humidity and temperature differences in the Beijing area. *Theoretical and Applied Climatology*, 96, č. 3–4, s. 2001 – 2007.

MATUŠKOVÁ, Alena et al. (2014): *Geografie 2: Socioekonomická část*. 2. vydání. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství. ISBN 978-80-7235-545-7.

MENDEL, G. (1863): Bemerkungen zu den graphisch – tabellarischen Uebersicht der meteorologischen Verhältnisse von Brünn. *Verhandlungen des Naturforschenden Vereines in Brünn*, 1, s. 246 – 249

MIDDLETON, W. E. K. and MILLAR F. G. (1936): *Temperature profiles in toronto*. Repr. from *Toronto, J. R. Astr. Soc., Canada*, pp. 265–272.

MILAN, Jeřábek, ANDĚL, Jiří et al. (2006): *Zeměpis 8: učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus. ISBN 80-7238-486-4.

MORRIS, C. J.G., SIMMONDS, I., PLUMMER, N. (2001): Quantification of the Influences of Wind and Cloud on the Nocturnal Urban Heat Island of Large City. *Journal of Applied Meteorology*, 40, s. 69 – 182.

NAVRÁTIL, Bořek. (2013): *Teplotní poměry Vsetína*. Olomouc. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Doc. RNDr. Miroslav Vysoudil, CSc.

NOVÁK, Svatopluk et al. (2019): *Zeměpis 6: Vstupte na planetu Zemi*. Šestá vydání. Brno: Nová škola. ISBN 978-80-7600-028-5.

NOVOTNÝ, Josef, MARADA, Miroslav et al. (2008): *Zeměpis 9: učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus. ISBN 978-80-7238-590-4.

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

PLUSKAL, Miroslav et al. (2001): *Geografie 3: Regionální geografie světa*. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství. ISBN 80-85937-93-X.

QUITT, E. (1957): *Klima města Brna* [rukopis]. Brněnská univerzita, Přírodovědecká fakulta, Brno.

- RAŠKA, D. (2019): *Vliv malých vodních ploch na teplotu vzduchu v městském prostředí*. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Mgr. Michal Lehnert, Ph.D.
- RAŠKA, D. (2021): *Tepelný ostrov malých sídel: okolí Olomouce*. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí práce Mgr. Michal Lehnert, Ph.D.
- RICHARDS, K. (2005): *Urban and rural dewfall, surface moisture, and associated canopy-level air temperature and air humidity measurements for Vancouver, Canada*. *Boundary-Layer Meteorology*, 114, č. 1, s. 143 – 163.
- ROHINTON, E. M. (2005): *An Urban Approach To Climate Sensitive Design: Strategies for the Tropics*. New York: Routledge. ISBN 0-415-33409-8.
- ROMANOV, P. (1999): *Urban influence on cloud cover estimated from satellite data*. *Atmospheric Environment*, 33, č. 24 – 25, s. 4163 – 4172.
- SALAMANCA, F., GEORGESCU, M., MAHALOV, A., MOUSTAOU, M., & WANG, M. (2014): *Anthropogenic heating of the urban environment due to air conditioning*. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 119(10), 5949-5965.
- SOBÍŠEK, B. et al. (1993): *Meteorologický slovník výkladový a terminologický*. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR, 594. s. ISBN 80-85368-45-5
- STEWART, I. D., & OKE, T. R. (2012): *Local climate zones for urban temperature studies*. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93(12), 1879-1900.
- STRÁNSKÁ, Christina. (2018): *Klimatická změna pohledem žáků základních škol: znalosti a postoje*. Olomouc. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geografie.
- SVATOŇOVÁ, Hana et al. (2016): *Zeměpis: Putování po světadílech, 1. díl, Amerika, Afrika*. Šesté vydání. Brno: Nová škola. ISBN 978-80-7289-829-9.
- SWIM, J.K., GILLIS, A.J. & HAMATY, K.J. (2020): *Gender Bending and Gender Conformity: The Social Consequences of Engaging in Feminine and Masculine Pro-Environmental Behaviors*. *Sex Roles* 82, 363–385. <https://doi.org/10.1007/s11199-019-01061-9>
- ŠTIKA, Josef. (2008): *Tepelný ostrov města Brna*. Brno. Bakalářská práce. Masarykova Univerzita. Vedoucí práce Prof. RNDr. Petr Dobrovolný, CSc.

ŠTULC, Miroslav a Stanislav MIRVALD. (1997): *Společenské a hospodářské krajiny: Zeměpis pro 8. a 9. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií*. Praha: Fortuna. ISBN 80-7168-417-1.

ŠTULC, Miroslav. (1992): *Zeměpis 7: Pro 7. ročník základní školy*. 3. díl. Praha: Fortuna. ISBN 80-7168-417-1.

UNKAŠEVIĆ, M., JOVANOVIĆ, O., POPOVIĆ, T. (2001): *Urban–suburban/rural vapour pressure and relative humidity differences at fixed hours over the area of Belgrade City*. *Theoretical and Applied Climatology*, 68, č. 1 – 2, s. 67–73.

VACÍK, Pavel. (2013): *Statistický model charakteru tepelného ostrova střeoevropských měst*. Praha. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze. Vedoucí práce Mgr. Jiří Hošek, Ph.D.

VYSOUDIL, Miroslav. (2012): *Podnebí Olomouce*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-3285-4.

WANG, X., GONG, Y. (2012): *The impact of an urban dry island on the summer heat wave and sultry weather in Beijing City*. *Chinese Science Bulletin*, 55, č. 16, s. 1657 – 1661.

### **Elektronické zdroje**

American Meteorological Society (2020): *Meteorology glossary* [online]. [cit. 17. 04. 2021]. Dostupné z: [http://glossary.ametsoc.org/wiki/Urban\\_heat\\_island](http://glossary.ametsoc.org/wiki/Urban_heat_island)

Gymspk [online]. Copyright ©K [cit. 17. 03. 2021]. Dostupné z: <https://www.gymspk.cz/wp-content/uploads/2020/10/Cemukoli-se-ucis-ucis-se-pro-sebe-2019.pdf>

HÁJKOVÁ, M. (2017): *Ozoboti ve školství aneb programování hrou*. In: *Metodický portál RVP - Spomocník* [online]. [cit. 09. 04. 2021.] Dostupné z: <https://spomocnik.rvp.cz/clanek/21588/OZOBOTI-VE-SKOLSTVI-ANEB-PROGRAMOVANI-HROU.html>

Integrovaná střední škola, Mladá Boleslav, Na Karmeli - Info o škole [online]. Copyright © [cit. 09. 04. 2021]. Dostupné z: <https://issmb.cz/DUM/l.2%202/l.2%202.6.pdf>

JONES, J. In: *Adaptace Praha* [online]. (2018): [cit. 09. 04. 2021] Dostupné z: [http://evp.adaptacepraha.cz/wp-content/uploads/2018/03/Pracovni\\_list\\_Teplo.pdf](http://evp.adaptacepraha.cz/wp-content/uploads/2018/03/Pracovni_list_Teplo.pdf)

Microsoft. (2021): Minecraft: Education Edition: Úvod do využití her ve výuce. In: Object moved [online]. [cit. 20. 03. 2021]. Dostupné z: <https://education.microsoft.com/cs-cz/course/e83b16a0/0>

MŠMT ČR. Školský zákon ve znění účinném od 1. 9. 2017 do 31. 8. 2018. In: MSMT ČR[online]. 2017 [cit. 02. 04. 2020]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/dokumenty-3/skolsky-zakon-ve-zneni-ucinnem-od-1-9-2017-do-31-8-2018>

Školní vzdělávací program. Gymnázium Jeseník. Vítejte na oficiálním webu. In: Gymnázium Jeseník [online]. Copyright © 2020 [cit. 22. 03. 2021]. Dostupné z: <https://www.gymjes.cz/skolni-vzdelavaci-program>

ZŠ Jeseník, Školní vzdělávací program. In: ZŠ Jeseník [online]. 2020 [cit. 22. 03. 2021.] Dostupné z: <https://www.zsjesenik.cz/dokumenty/skolsky-vzdelavaci-plan/>

ZŠ Mikoláše Alše Praha-Suchdol, 2018. Projekt stavitelé města II. In: [www.zssuchdol.cz](http://www.zssuchdol.cz) [online]. 21. 6. 2018 [cit. 31. 10. 2020]. Dostupné z: <http://www.zssuchdol.cz/projekt-stavitele-mesta-ii/>

Gamefication. In: IKT Öckerö – Digital pedagogisk kompetens för skolutveckling i Öckerö kommun [online], 2016. [cit. 26. 04. 2021] Dostupné z: <https://iktockero.com/tag/gamefication/>

# Příloha 1

## DOTAZNÍK PRO ŽÁKY



**KATEDRA GEOGRAFIE**

Přírodovědecká fakulta | **Univerzita Palackého v Olomouci**

---

*Milí žáci/studenti,*

*v rámci našeho věnujte prosím pár minut vyplnění tohoto dotazníku. Výhodou tohoto dotazníku je, že žádná odpověď není špatně 😊, informace proto před vyplněním nikde nehledejte.*

*Děkujeme za spolupráci.*

**Škola:**

**Ročník (třída):** ZŠ: 6. / 7. / 8. / 9.

SŠ: 1. / 2. / 3. / 4.

**Pohlaví:** muž/žena

---

### Část 1.: Vyber odpověď podle svého názoru

1. Pokud by ve městech bylo více vodních prvků (kašny, fontány, rozprašovače apod.), byla by ve městech v létě příjemnější teplota.

*a) velmi výrazně b) podstatně c) v menší míře, ale nezanedbatelně d) velmi málo f) vůbec*

2. Pokud by ve městech bylo více malých vodních ploch (rybník, jezírko, bazén), byla by ve městech v létě příjemnější teplota.

*a) velmi výrazně b) podstatně c) v menší míře, ale nezanedbatelně d) velmi málo f) vůbec*

3. Pokud by ve městech byla častěji kropena vozovka, byla by ve městech v létě příjemnější teplota.

*a) velmi výrazně b) podstatně c) v menší míře, ale nezanedbatelně d) velmi málo f) vůbec*

4. Pokud by ve městech jezdilo méně aut, byla by ve městech v létě příjemnější teplota.

*a) velmi výrazně b) podstatně c) v menší míře, ale nezanedbatelně d) velmi málo f) vůbec*



5. Pokud by ve městech bylo méně asfaltových a betonových ploch, byla by ve městech v létě příjemnější teplota.

*a) velmi výrazně b) podstatně c) v menší míře, ale nezanedbatelně d) velmi málo f) vůbec*

6. Pokud by ve městech bylo více světlých fasád a střech, byla by ve městech v létě příjemnější teplota.

*a) velmi výrazně b) podstatně c) v menší míře, ale nezanedbatelně d) velmi málo f) vůbec*

7. Pokud by ve městech bylo více stromů, byla by ve městech v létě příjemnější teplota.

*a) velmi výrazně b) podstatně c) v menší míře, ale nezanedbatelně d) velmi málo f) vůbec*

8. Pokud by ve městech bylo více travnatých ploch, byla by ve městech v létě příjemnější teplota.

*a) velmi výrazně b) podstatně c) v menší míře, ale nezanedbatelně d) velmi málo f) vůbec*

9. Pokud by ve městech bylo více zelených střech (střechy pokryté rostlinami), byla by ve městech v létě příjemnější teplota.

*a) velmi výrazně b) podstatně c) v menší míře, ale nezanedbatelně d) velmi málo f) vůbec*

10. Pokud by mělo více budov ve městech klimatizaci, byla by ve městech v létě příjemnější teplota.

*a) velmi výrazně b) podstatně c) v menší míře, ale nezanedbatelně d) velmi málo f) vůbec*

## **Část 2.: Vyber nebo doplň odpověď**

1. Slyšel(a) jsi už někdy o tepelném ostrovu města?

*a) ano*

*b) ne*

2. Pokus se svými slovy stručně popsat, co je to tepelný ostrov města:

3. Pokus se uvést příčiny vzniku tepelného ostrova města:

4. Pokus se uvést důsledky tepelného ostrova města: