

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra geografie

Bc. Petr BAJTEK

**HODNOCENÍ GEOGRAFICKÝCH ASPEKTŮ PRO ODHADY EMISÍ
Z LOKÁLNÍCH TOPENIŠŤ**

Diplomová práce

Vedoucí práce: RNDr. Martin Jurek, Ph.D.

Olomouc 2018

BIBLIOGRAFICKÝ ZÁZNAM

Autor (osobní číslo): Petr Bajtek (R140215)

Studijní obor: Regionální geografie

Název práce: Hodnocení geografických aspektů pro odhady emisí z lokálních topenišť

Title of thesis: Assessment of geographic aspects for emission estimates from local heating

Vedoucí práce: RNDr. Martin Jurek, Ph. D.

Rozsah práce: 70 stran

Abstrakt: Diplomová práce analyzuje vybrané geografické faktory (ukazatele), které mohou ovlivňovat skladbu a množství paliv používaných k vytápění a tím i objemy emisí v jednotlivých obcích na příkladu vybraných krajů ČR. Úvodní část práce seznamuje s problematikou emisí z lokálního vytápění obecně a snahou bylo taktéž přinést aktuální informace o trendech a opatřeních týkající se zlepšování kvality ovzduší z pohledu lokálního vytápění. Na tuto část diplomové práce navazuje vlastní analytická část, která zkoumá možné souvislosti (závislosti) typů energií pro vytápění s vybranými geografickými faktory. Součástí diplomové práce jsou grafy a mapové výstupy, které společně s textovou interpretací prezentují výsledky analýz.

Klíčová slova: kvalita ovzduší, emise, lokální vytápění

Abstract: The diploma thesis analyses selected geographic factors (indicators), which may influence the composition and amount of fuels used for heating and thus impact on the quantity of emissions using the case study of municipalities in selected regions of the Czech Republic. The introductory part of the thesis introduces the issue of emissions from local heating in general and provides an updated information on trends and measures related to the improvement of air quality from in relation to local heating. This part of the diploma thesis is followed by the main analytical part, which examines possible relationships (dependence) of heating energy types with selected geographic factors. The diploma thesis also includes graphs and map outputs, which graphically present the results of the analyses.

Keywords: air quality, emissions, local heating

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval sám a že jsem uvedl veškerou použitou literaturu a internetové zdroje, které jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Olomouci, 7.1. 2018

podpis

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé práce RNDr. Martinu Jurkovi, Ph.D. za jeho vstřícný přístup, cenné rady a připomínky v průběhu zpracování diplomové práce.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI
Přírodovědecká fakulta
Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr BAJTEK**
Osobní číslo: **R140215**
Studijní program: **N1301 Geografie**
Studijní obor: **Regionální geografie**
Název tématu: **Hodnocení geografických aspektů pro odhady emisí z lokálních topenišť**
Zadávající 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 zhodnotit, které geografické aspekty a v jaké míře se mohou podílet na struktuře a objemech emisí z lokálních topenišť. Na vybraném území ČR bude prozkoumána souvislost mezi spotřebou paliv a objemy emisí, vypočítanými pomocí metodiky ČHMÚ, s dalšími fyzickogeografickými a socioekonomickými faktory (např. rozsah lesních ploch a jejich blízkost intravilánu, míra nezaměstnanosti, dostupnost zásobování zemním plynem apod.).

Rozsah grafických prací: Podle potřeb zadání
Rozsah pracovní zprávy: 20 000 - 24 000 slov
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

ČHMÚ (2014-) Znečištění ovzduší na území České republiky (série ročenek).
Praha: ČHMÚ.

Harrop, D. O. (2002) Air quality assessment and management : a practical
guide. London - New York: Spon Press.

Machálek, P., Machart, J. (2007) Upravená emisní bilance vytápění bytů
malými zdroji od roku 2006. Milevsko: ČHMÚ.

Časopis Ochrana ovzduší.

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Martin Jurek, Ph.D.
Katedra geografie

Datum zadání diplomové práce: 20. listopadu 2014

Termín odevzdání diplomové práce: 10. dubna 2016

L.S.

Prof. RNDr. Ivo Frébort, CSc., Ph.D.
děkan

Doc. RNDr. Zdeněk Szczyrba, Ph.D.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 20. listopadu 2014

Obsah

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | ÚVOD | 8 |
| 2 | CÍLE PRÁCE | 9 |
| 3 | METODY PRÁCE | 10 |
| 3.1 | ZHODNOCENÍ DOSTUPNÉ LITERATURY | 10 |
| 3.2 | METODIKA ZPRACOVÁNÍ VSTUPNÍCH DAT | 12 |
| 4 | EMISE Z LOKÁLNÍHO VYTÁPĚNÍ V ČR | 16 |
| 4.1 | EMISNÍ BILANCE VYTÁPĚNÍ BYTŮ | 17 |
| 4.2 | TYPY SPALOVACÍCH ZAŘÍZENÍ NA TUHÁ PALIVA..... | 22 |
| 4.3 | OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ EMISÍ Z LOKÁLNÍHO VYTÁPĚNÍ V ČR..... | 24 |
| 4.3.1 | DOTACE NA VÝMĚNU KOTLŮ NA TUHÁ PALIVA..... | 24 |
| 4.3.2 | NOVELA ZÁKONA O OCHRANĚ OVZDUŠÍ..... | 26 |
| 4.4 | SROVNÁNÍ EKONOMICKÝCH NÁKLADŮ NA VYTÁPĚNÍ BYTŮ | 28 |
| 4.5 | AKTUALIZACE ÚDAJŮ O VYTÁPĚNÍ V DOMÁCNOSTECH..... | 30 |
| 5 | HODNOCENÍ GEOGRAFICKÝCH ASPEKTŮ EMISÍ Z LOKÁLNÍHO VYTÁPĚNÍ BYTŮ | 33 |
| 5.1 | VYUŽÍVÁNÍ TYPU ENERGIE PRO VYTÁPĚNÍ | 34 |
| 5.2 | SKLADBA PALIV V ZÁVISLOSTI NA VELIKOSTI OBCÍ | 40 |
| 5.3 | ZÁVISLOST PODÍLU TYPŮ VYTÁPĚNÍ NA NADMOŘSKÉ VÝŠCE | 45 |
| 5.4 | URČENÍ NADMOŘSKÉ VÝŠKY INTRAVILÁNU OBCÍ | 49 |
| 5.5 | PODÍL VYTÁPĚNÍ DŘEVEM A LESNATOST OBCÍ | 53 |
| 5.6 | PODÍL TYPŮ VYTÁPĚNÍ A MÍRA NEZAMĚSTNANOSTI..... | 57 |
| 6 | ZÁVĚR | 63 |
| 7 | SUMMARY | 65 |
| 8 | POUŽITÁ LITERATURA | 66 |

1 ÚVOD

Kvalita ovzduší a způsoby jeho ochrany patří v České republice k dlouhodobě diskutovaným environmentálním otázkám. Od 90. let dvacátého století, kdy došlo k výraznému zlepšení kvality ovzduší v důsledku zahájení postsocialistické transformace a modernizace velkých průmyslových provozů, se podoba diskuze o znečišťování ovzduší postupně proměnila. Zatímco významné investice do šetrnějších technologií za přispění dotačních programů z Evropské unie, např. v energetice a v hutním průmyslu, umožňují dosahovat velmi příznivých emisních limitů u průmyslových činností, relativně stále větší podíl na celkových emisích tak dnes připadá na individuální produkci znečišťujících látek z motorových vozidel a při vytápění domů a bytů.

U silniční dopravy dochází v posledních dekádách k nárůstu počtu provozovaných motorových vozidel, ovšem díky postupné technologické obměně vozového parku dnes jednotlivé automobily produkují příznivější objemy měrných emisí na ujetý kilometr a celkově se emise z mobilních zdrojů znečišťování ovzduší snižují. Především v dopravně zatížených městských lokalitách i tak zůstávají významným faktorem vzniku nadlimitních koncentrací znečišťujících látek v ovzduší. Znečištění ovzduší z lokálního vytápění domácností patří také k nezanedbatelným příspěvatelům emisí do ovzduší městských i venkovských obcí a jejich provoz je kontrolovatelný a regulovatelný obtížněji než u průmyslových zdrojů. I v této oblasti jsou však v současnosti podnikány legislativní kroky novelizací zákona o ochraně ovzduší a případně i dalšími opatřeními. Novela zákona např. zavedla přísnější pravidla pro provozování kotlů na pevná paliva a také možnost přímé kontroly provozu spalovacích stacionárních zdrojů v domácnostech.

Problematicke lokálních topenišť a emisí z nich pocházejících se zabývá i tato diplomová práce. Konkrétně se zaměřuje na zkoumání možných geografických aspektů, které mohou mít souvislost nebo konkrétní vliv na skladbu paliv používaných při lokálním vytápění bytů a domů. Typ a množství použitých paliv jsou určujícím parametrem množství emisí vyprodukovaných při vytápění. Pro účely tohoto zkoumání bylo vybráno území pěti krajů na východě České republiky – Moravskoslezský, Olomoucký, Zlínský, Jihomoravský a Vysočina. Záměrem analýzy je blíže popsat prostorové rozmístění preferovaných způsobů vytápění s ohledem na vybrané geografické faktory (např. velikost obce, dostupnost zásobování zemním plynem, rozsah či podíl lesních ploch, z ekonomických indikátorů pak míra nezaměstnanosti) a určit, jak významnou měrou se tyto faktory mohou podílet na používaných způsobech vytápění.

2 CÍLE PRÁCE

Cílem práce je zhodnotit, v jaké míře se mohou vybrané geografické faktory podílet na struktuře a objemech emisí z lokálních topenišť. Tyto emise jsou v České republice vyhodnocovány metodikou vypracovanou v ČHMÚ modelovým výpočtem za lokální topeniště hromadně v jednotlivých obcích s využitím údajů o náročnosti topného období a o spotřebě paliv na podkladu statistických údajů o skladbě bytů a domů. Náročnost topného období pro každou obec je tímto modelem odvozována regresně podle nadmořské výšky, která je tak primárním geografickým parametrem ovlivňujícím množství produkovaných emisí. Pro danou obec je její nadmořská výška v kontextu tohoto výpočtu konstantní, otázkou však může být postup jejího určení pro účely modelového výpočtu emisí. Další geografické faktory mohou mít vliv na preference při volbě typu vytápění, a tedy i spalovaného paliva. Tato práce si klade za cíl zhodnotit, jak velkou měrou se na těchto preferencích podílejí faktory, jako je populační velikost obce, její plynofikovanost, přítomnost a rozsah lesních ploch v katastru obce (otázkou je, nakolik blízkost lesa vede k volbě dřeva jako paliva k vytápění) a také například ekonomická úroveň obyvatel obce, vyjádřená mírou nezaměstnanosti – čili zda např. vyšší míra nezaměstnanosti podmiňuje výrazněji volbu levnějších způsobů vytápění.

3 METODY PRÁCE

První částí diplomové práce je teoretický úvod, který obecně seznamuje s problematikou emisí a znečišťováním ovzduší z lokálních topenišť. Jako podklad pro tuto část posloužila především odborná literatura a vybrané internetové zdroje. Druhou část práce představuje vlastní analytické zpracování a porovnání jednotlivých typů technických a geografických dat a jejich následná interpretace.

3.1 ZHODNOCENÍ DOSTUPNÉ LITERATURY

V prvotní fázi bylo za potřebí se zaměřit obecně na problematiku emisí z lokálního vytápění v ČR. Pro tyto účely posloužily jako zdroj odborné články v časopise Ochrana ovzduší a také další odborné publikace a studie. *Hezina, Švec, Postlová (2013)* se ve svém článku Emise malých spalovacích zdrojů zaměřují na měření emisí ze zdrojů REZZO 3, které nemají povinnost autorizovaného měření. Jsou zde popsány výsledky z měření emisí v reálných podmínkách a pro různé druhy paliv. *Krpec, Horák, Hopan (2013)* zase přibližují problematiku stanovení emisí znečišťujících látek z kotlů malých výkonů. V článku stručně popisují jednotlivé typy analyzátorů plyných emisí a také uvádějí emisní limity uplatňované při certifikaci. *Kubesa a kol. (2013)* se také zaměřují na emise z lokálního vytápění, ale konkrétně na emise prachu. Článek seznamuje čtenáře s legislativními požadavky, nebo popisuje metody pro stanovení emisí prachu. *Horák a kol. (2011)* se zaměřují na návrh emisních faktorů znečišťujících látek pro spalování tuhých paliv v lokálních topeništích. Knižní publikace *Kompendium ochrany kvality ovzduší* přináší informace o znečišťování ovzduší obecně, o možnostech jeho snížení atd. Jedna z kapitol se zaměřuje na spalovací procesy, druhy paliv a spalovacích zařízení nebo metody omezení emisí.

Sari a Bayram (2014) hodnotí množství emisí pocházející z vytápění domácností v tureckém městě Izmir v zimním období roku 2008 a 2009. Zaměřují se také na skladbu paliv, jednotlivé znečišťující látky nebo aspekty, které mají vliv na rozptýl látek, jako jsou meteorologické podmínky. *Thomson a Liddell (2015)* se ve své studii zase zabývají alternativním typem vytápění. Konkrétně vhodností vytápění domácností dřevěnými peletami. Jsou zde porovnány výhody a přínosy vytápění dřevěnými peletami s možnými riziky a překážkami. *Horák, J. a kol. (2013)* v článku „Co nejvíce ovlivní tvůj kouř?“ popisují jednotlivé druhy spalovacích zařízení na tuhá paliva. Článek seznamuje s jednotlivými typy kotlů a následnými způsoby a procesy spalování jednotlivých druhů paliv. Pozornost je věnována také

účinnosti spalovacích zařízení, nebo hodnocení kvality kotlů z pohledu spalování a následných emisí.

Se současně aktuální problematikou tzv. kotlíkových dotací seznamuje článek *Kotlíková dotace 2015–2020: podmínky a podrobnosti* na portále *TZB-info.cz*. V něm *Zilvar a Stupavský (2015)* přináší obecné informace k čemu jsou dotace určeny, nebo o možnostech jejich získání. Uvedeny jsou také podmínky, které musí občané splňovat, aby na dotaci dosáhli. Na téma kotlíkových dotací také pojednává článek na portále *OENERGETICE.cz*. V souvislosti s kotlíkovými dotacemi byly zjištěny také údaje o celkovém množství přijatých žádostí o dotaci. Informace o celkovém počtu žádostí nebo struktuře žádostí podle typu spalovacího zařízení byly poskytnuty jednotlivými příslušnými odbory krajských úřadů Moravskoslezského, Olomouckého, Zlínského a Jihomoravského kraje.

Neméně důležité informace podává článek *Markové (2015)*, s názvem *Novela zákona o ochraně ovzduší umožňuje kontrolu provozu kotlů přímo v domácnostech*, ve kterém se zaměřuje na nejdůležitější změny a úpravy zákona o ochraně ovzduší, které jsou součástí jeho novely, která vstoupí v platnost v červnu roku 2016. Jsou zde uvedena nová nařízení, která např. povolují úředně pověřeným osobám přístup ke spalovacímu zdroji a následnou kontrolu emisí a použitého paliva. O pravidlech prodeje a používání kotlů různých emisních tříd informuje článek *Směrnice o Ekodesignu pro kotle a kamna na tuhá paliva*, který je taktéž dostupný na portále *TZB-info.cz*. Článek obsahuje např. informace o závazných datech, ke kterým bude podle zákona postupně vydán zákaz k prodeji a používání kotlů s nevyhovující emisní třídou, a to postupně do roku 2020. O zajímavém tématu pojednává bezesporu článek *ČHMÚ*, ve kterém je popsán možný proces sledování a měření emisí z lokálních zdrojů vytápění pomocí bezpilotních zařízení – dronů. Článek hodnotí reálné možnosti využití těchto zařízení, ale také zdůrazňuje zákonná omezení, která brání tuto metodu využívat efektivněji.

Emisemi z lokálního vytápění se zabývají ve svých diplomových pracích také *Šnejdrla (2012)* a *Gola (2013)*. *Šnejdrla (2012)* se konkrétně věnuje znečišťování ovzduší emisemi z lokálních topenišť na území Olomouckého kraje a *Gola (2013)* se pak zaměřuje na možnosti jejich redukce taktéž v Olomouckém kraji. Obě práce na sebe svým způsobem navazují a rozšiřují problematiku emisí z lokálních topenišť o nové pohledy a poznatky.

Důležitým zdrojem se ukázal být také *portál Českého hydrometeorologického ústavu*, kde jsou k dispozici grafické a tabelární ročenky. V sekci grafické ročenky jsou k dispozici informace o znečištění ovzduší na území České republiky za jednotlivé roky doplněné o tabulky, grafy a mapy. Přínosné informace poskytla také sekce *Emisní bilance České republiky*, kde jsou k dispozici data o množství emisí jednotlivých látek podle kategorie zdrojů

znečištění. Data jsou k dispozici za jednotlivé roky pro kraje nebo okresy České republiky. O historickém vývoji emisí ze stacionárních zdrojů pojednává samostatná kapitola, která je součástí *Metodiky inventarizace emisí jednotlivě a hromadně sledovaných jevů*. Jsou zde popsány změny v objemech emisí od dob ČSSR, historický vývoj legislativy spojený s ochranou ovzduší nebo způsoby evidence zdrojů a naměřených dat.

Pro potřebu seznámení se s postupy výpočtů emisí ze zdrojů REZZO 3 posloužila metodická příručka *Upravená emisní bilance vytápění bytů malými zdroji od roku 2006*. Zde je podrobně popsán způsob a postup výpočtů emisí na základě vstupních údajů, jako jsou data ze SLDB nebo hodnoty denostupňů. Na tuto metodiku navazují *Hopan a Horák (2013)* ve své studii, kde se snaží zohlednit typ spalovacího zařízení a váhu paliva pro následný výpočet emisního faktoru. Pomocí těchto odhadů lze zpřesnit přepočty měrných emisí na emisní faktory. Studie pracuje s dostupnými statistickými údaji a odbornými podklady.

3.2 METODIKA ZPRACOVÁNÍ VSTUPNÍCH DAT

Základem pro zpracování a následné analýzy se stal soubor dat o objemech emisí a skladbě paliv používaných k vytápění v rámci kategorie *REZZO 3*, tedy zdrojů emisí pocházejících z lokálních topenišť. Data byla poskytnuta ve formátu XLS na vyžádání *Oddělením emisí a zdrojů na Úseku ochrany čistoty ovzduší ČHMÚ* za nejnovější období dostupné v době zaslání žádosti, konkrétně za kalendářní rok 2015. Protože nebylo možné (a rozsahově ani vhodné) pro účely jedné diplomové práce žádat o databázi za celou Českou republiku, bylo zvoleno území pěti východních krajů České republiky, konkrétně kraje Moravskoslezský, Olomoucký, Zlínský, Jihomoravský a Vysočina. Soubor poskytnutých dat proto prezentuje informace o spotřebě a skladbě paliv a následně o objemech emisí ve všech 2 382 obcích v rámci uvedených pěti krajů. Tato vstupní data byla za jednotlivé obce doplněna o další statistické údaje, které představují jejich geografické rysy s možnou návazností na skladbu a spotřebu paliv. Z webového portálu *Českého statistického úřadu*, konkrétně ze sekce *Veřejná databáze – Vlastní výběr*, byly získány informace o počtech obyvatel v jednotlivých obcích, o rozloze katastrálních území obcí, o rozloze lesních ploch (pro následný výpočet lesnatosti obcí). Dále pro GIS analýzy byly získány podkladové vrstvy typu shp geodatabáze ArcČR obsahující data o obcích pěti zkoumaných krajů.

Mezi první výstupy práce patří analýza prostorového rozložení převládajícího typu vytápění v jednotlivých obcích hodnocených krajů. Pro tento účel byla zvolena metodika určení převládajícího typu vytápění použitá v diplomové práci *Šnejdrly (2012)*, který však ve své analýze hodnotil pouze území Olomouckého kraje. Postup je následující: Pro jeden převládající

typ byla hranice zvolena tak, že jeden nejvýznamnější typ vytápění musí být využíván ve více než 50 % bytů v dané obci. Druhou kategorií tvoří smíšené dvojice typů energie používané k vytápění, které musí splňovat podmínku, že ve svém součtu dávají pro daný obec nejvyšší společný podíl. Poslední kategorii představuje vyrovnaná skladba. Tento případ je uvažován tehdy, když podíl nejvýznamnějšího využívaného typu energie k vytápění je nižší než 40 % a zároveň druhý a třetí typ jsou vzájemně vyrovnané (s rozdílem nepřesahujícím dva procentní body). Takto klasifikované třídy obcí byla zpracovány do map v prostředí programu ArcMap 10.0.

Dále byla provedena analýza dat týkajících se skladby typu paliv používaných k vytápění v závislosti na velikosti obcí podle počtu obyvatel. Základem pro zpracování byl soubor dat obsahující údaje o skladbě paliv za jednotlivé obce a údaj o počtu obyvatel v těchto obcích. Zastoupení typu paliva (energie) pro vytápění je následující: *dálkové vytápění, zemní plyn, elektřina, uhlí, dřevo* a kategorie *ostatní*. Do kategorie *ostatní* byly sdruženy byty v kategoriích kapalná paliva, propan-butan a tepelná čerpadla, neboť jejich samostatné procentuální zastoupení bylo minimální. Data byla seřazena a rozdělena na základě údajů o počtu obyvatel do sedmi velikostních kategorií. Následně bylo vypočítáno procentuální zastoupení jednotlivých typu paliv pro každou velikostní kategorii. Analýza byla provedena rozsahově jak pro území jednotlivých moravských krajů, tak pro celé území Moravy.

Další kapitola se zabývá regresní závislostí podílů typů vytápění na nadmořské výšce obcí. Tato analýza se týká vytápění zemním plynem, elektřinou, uhlím a dřevem a byla provedena společně za všechny obce hodnocených krajů. Jako údaje o nadmořské výšce obcí byly použity hodnoty, které vstupují do modelového výpočtu emisní bilance v ČHMÚ. Na tuto kapitolu přímo navazuje tematicky kapitola *Určení nadmořské výšky intravilánu obcí*. V rámci ní byla analýze podrobena data o nadmořské výšce obcí, neboť jsou významným vstupním prvkem pro samotný výpočet množství emisí právě už zmíněnou *metodikou ČHMÚ*. Ta pro účely modelového výpočtu emisí z lokálních topenišť používá nadmořské výšky všech základních sídelních jednotek (ZSJ) v ČR, a to stanovené jako průnik definičních bodů ZSJ s GIS vrstvou výškopisu v prostorovém rozlišení 25 m (*M. Modlík, osobní komunikace*). Definiční body ZSJ jsou stanoveny Českým úřadem zeměměřickým a katastrálním v souřadnicích S-JTSK jako prostorově reprezentativní body každé územní jednotky. Protože intravilán obcí neleží vždy v jedné úrovni nadmořské výšky, byla provedena analýza polohy nadmořské výšky zastavěného území na vybraném vzorku 30 obcí s využitím dat ZABAGED. Za tímto účelem byly využity nástroje ArcGIS (nadstavba *Spatial Analyst*), pomocí kterých byly zjištěny požadované výstupní hodnoty. Základními vstupními daty se staly vrstvy typu

.shp z databáze ZABAGED – polygonová vrstva bloků budov a liniová vrstva vrstevnic (se základním intervalem 2 m). V prvním kroku byl každému bloku budov určen reprezentující bod (užitím funkce *Feature to Point*). Dalším krokem bylo vytvoření čtvercové sítě reprezentující nadmořské výšky území, a to pomocí funkce *Topo to Raster* s prostorovým rozlišením 20 m. Následně mohly být jednotlivým bodům reprezentujícím bloky budov přiřazeny hodnoty nadmořské výšky z odpovídajících čtverců rastru nadmořských výšek (funkcí *Extract Multi Values to Points*). Následně byla data přenesena do atributové tabulky vrstvy budov a poté vyexportovány do prostředí Microsoft Excel, kde proběhlo jejich další statistické zpracování a vyhodnocení v podobě určení statistických hodnot (medián, kvartily, průměr) a jejich srovnání s hodnotami používanými v modelovém výpočtu ČHMÚ. Pro účely tohoto porovnání bylo vybráno 30 obcí tak, že z každého kraje byl hodnocen intravilán krajského města a k tomu pět vybraných menších obcí především ve členitějším reliéfu, kde by volba metody určení reprezentativní nadmořské výšky mohla vykazovat výraznější rozdíly v získaném údaji.

Pro potřeby kapitoly zkoumající *závislost podílu vytápění dřevem na lesnatosti* byla využita data o lesních plochách jednotlivých obcí převzatých z ČSÚ. Následně byla dopočítaná lesnatost jako podíl lesních ploch z celkové katastrální výměry každé obce. Druhým ukazatelem vstupujícím do analýzy byl podíl bytů vytápěných dřevem. Jednotlivé podíly bytů vytápěných dřevem v % byly vypočteny z absolutních hodnot počtů bytů vytápěných konkrétním typem paliva, avšak bez zahrnutí bytů vytápěných dálkově. Byty vytápěné dálkově nelze počítat mezi lokální topeniště, u nichž mají jejich uživatelé svobodu volby paliva k vytápění – přechod od vytápění dálkovým teplem k lokálnímu vytápění dřevem je v naprosté většině z nich technologicky vyloučen (jedná se většinou o panelové domy a další typy převážně novějších bytových domů).

Poslední kapitola vlastní analýzy má za cíl ověřit, zda se ve výraznější míře projevuje ekonomická úroveň jednotlivých obcí na podílu jednotlivých typů energií určených pro vytápění. Protože jednotlivé typy vytápění mají rozdílné finanční náklady, lze vyslovit domněnku, že v ekonomicky zaostalejších oblastech může být patrný vyšší podíl vytápění levnějšími palivy. Jako ukazatel ekonomické úrovně obcí byla zvolena míra nezaměstnanosti. Použití jen krátkodobého ukazatele nezaměstnanosti v tomto případě není účelné, protože volba druhu lokálního vytápění je spojena s počáteční investicí a uživatelé bytových jednotek se proto rozhodují v dlouhodobější perspektivě. Proto byla použita průměrná hodnota míry nezaměstnanosti za roky 2010–2015. Na *portálu Ministerstva práce a sociálních věcí* jsou dostupná data o nezaměstnanosti za jednotlivé okresy dotčených krajů. Pro údaje o nezaměstnanosti za jednotlivé obce byla využita data *Českého statistického úřadu*, konkrétně

sekce ČSÚ a územně analytické podklady, kde jsou k dispozici data o roční míře nezaměstnanosti i pro jednotlivé obce. Z těchto dat byly vytvořeny průměry za období let 2010 až 2015 (bez roku 2012, pro který nebyla data v územně analytických podkladech k dispozici). Kromě samotné úrovně míry nezaměstnanosti byla doplňkově vyhodnocena také odchylka míry nezaměstnanosti od její okresní úrovně a ta byla také použita v hodnocení podílu typů vytápění. Účelem této varianty ukazatele bylo zvýraznit lokální ekonomické periferie (myšleno jako obce, které v okresním měřítku vykazují nadprůměrnou nezaměstnanost).

4 EMISE Z LOKÁLNÍHO VYTÁPĚNÍ V ČR

Vytápění rodinných domů tuhými palivy představuje významný zdroj znečišťujících látek emitovaných do ovzduší, a to nejen v České republice, ale i v dalších evropských zemích. V letech 1990 až 1999 došlo v České republice, ale i v dalších zemích východního bloku, ke změnám v přístupu ke kvalitě životního prostředí. Tyto změny se týkaly mimo jiné také kvality ovzduší, která zaznamenala zjevné zlepšení v porovnání se stavem před rokem 1989. Příčinou tohoto příznivého vývoje byly společenské a ekonomické změny v transformačním procesu. Ten přinesl i nová legislativní opatření v podobě přijetí zákona o ovzduší č. 309/1991 Sb., který definoval emisní limity pro velké a střední zdroje znečišťování ovzduší (ČHMÚ, 2015a).

Poněkud horší situace, která přetrvává do současnosti, je v případě lokálních stacionárních zdrojů emisí. Navzdory tomu, že byla snaha investovat např. do plošné plynofikace obcí i za přispění dotačních fondů EU, neznamenala tato opatření plný odklon od pevných paliv, a tak problematika řešení emisí z lokálního vytápění přetrvává do současnosti. Jednou z alternativ je použití např. dřevěných pelet jako paliva v domácnostech. Je zde řada výhod ale také překážek a rizik, které tento způsob vytápění představuje. Hlavním přínosem je snížení emisí CO₂ ve srovnání se spalováním fosilních paliv. Tento fakt vedl ke značnému rozvoji vytápění dřevěnými peletami např. v Norsku. Na druhé straně jsou zde možné nevýhody a rizika, např. v podobě neschopnosti naplnit poptávku, možný růst cen nebo dodávka méně kvalitních dřevěných pelet (Thomson, H., Lidbell, Ch., 2015).

Spalování pevných paliv v malých topeništích je vždy doprovázeno významnou produkcí škodlivin do ovzduší, proto by mělo být úkolem a snahou výrobců, výzkumných pracovišť a hlavně provozovatelů spalovacích zařízení tuto produkci emisí minimalizovat na přijatelnou míru. Množství znečišťujících látek, které jsou emitovány z lokálních topenišť, je ovlivněno kombinací čtyř základních faktorů: typem spalovacího zařízení, typem použitého paliva, kvalitou obsluhy a velice důležitá je také správná a kvalitní údržba spalovacího zařízení a spalínových cest (Kubesa, P. et al. 2013). Po provedených opatřeních na velkých a středních zdrojích se relativně zvětšuje význam zdrojů REZZO 3, které ale nemají povinnost autorizovaného měření emisí (Hezina, F., Švec, H., Postlová, H. 2013).

V České republice je vytápěno 39 % bytů dálkovým topením zásobovaným ze středních a velkých zdrojů emisí, 36 % bytů zemním plynem, 6 % bytů elektřinou, 15 % bytů uhlím, což je asi 570 000 domácností (Krpec, K., Horák, J., Hopan, F., 2013). 4 % domácností využívá dřevo, což představuje zhruba 152 000 domácností. Podstatně menší počet domácností využívá jiné druhy paliva, jako jsou topné oleje, propan-butan nebo vytápění pomocí tepelného

čerpadla. Pokud se podíváme na podíl spotřeby druhů uhelných paliv, v 90 % převládá tříděné hnědé uhlí, kterým vytápí zhruba 518 000 domácností, 28 500 domácností využívá koks, což představuje 5% podíl a stejných hodnot nabývá také tříděné černé uhlí.

Kurfürst, J. (2008) hodnotil podíly jednotlivých druhů paliv na jejich celkové spotřebě výhledově pro rok 2020 a konstatoval, že i přes předpokládanou klesající spotřebu hnědého uhlí a rostoucí spotřebu zemního plynu budou pevná paliva nadále hrát důležitou roli ve spalování za účelem výroby tepla, páry nebo elektrické energie. Z hlediska ochrany ovzduší je ovšem žádoucí, aby co největší podíl takto spalovaného uhlí byl používán v průmyslových zdrojích, na nichž je možné uplatnit pokročilé odlučovače a filtry škodlivin, aby jejich emise do ovzduší byly minimální.

V roce 2013 v České republice dosahovaly emise ze sektoru lokálního vytápění nejvyšších podílů především u prašného aerosolu, oxidu uhelnatého (CO) a benzo[a]pyrenu. Emise prašného aerosolu z lokálního vytápění nesly na celkovém znečištění ovzduší v celorepublikovém měřítku podíl u částic PM₁₀ 37,8 % a v případě PM_{2,5} dokonce 55,3 %. V případě emisí oxidu uhelnatého (CO) činil podíl 53,1 % a u emisí benzo[a]pyrenu dosáhl podíl lokálních topenišť dokonce na hodnotu 87,1 % (*ČHMÚ, 2015b*). Z prostorového hlediska je v rámci České republiky nejvíce postižena emisemi z lokálních topenišť aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek. Na základě výsledků SLDB 2011 jsou přítom domácnosti v této aglomeraci vytápěny především centrálními zdroji tepla (cca 59 % bytů), následují plynové kotelny a lokální plynové kotle (dohromady cca 25 % bytů). Značné rozdíly v území lze zpozorovat především z charakteru skladby paliv domácností okresů Ostrava, Karviná a Frýdek-Místek. Zatímco v okrese Frýdek-Místek se podíl bytů vytápěných lokálně pevnými palivy blíží 20 %, v okrese Karviná se jedná o cca 8 % a v okrese Ostrava o pouhých 4 %. Tento rozdíl je zvýrazněn navíc vyšší průměrnou nadmořskou výškou sídel a větší průměrnou plochou bytů v okrese Frýdek-Místek. Toto zjištění se projevuje především u emisí, u nichž tvoří kategorie REZZO 3 významnější podíl, tj. u TZL a částic, VOC, benzenu a především u emisí benzo[a]pyrenu (*ČHMÚ, 2015c*).

4.1 EMISNÍ BILANCE VYTÁPĚNÍ BYTŮ

Registr emisí a zdrojů znečištění ovzduší (REZZO) je emisní databáze, která slouží k archivaci a prezentaci údajů o stacionárních a mobilních zdrojích znečištění ovzduší. Podle platného zákona č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší je součástí Informačního systému kvality ovzduší (ISKO) provozovaného ČHMÚ. Zdroje znečištění ovzduší jsou z hlediska způsobu

sledování emisí rozděleny na zdroje sledované jednotlivě a zdroje sledované hromadně. Od roku 2013 platí v souvislosti se změnami kategorizace zdrojů podle přílohy č. 2, zákona o ochraně ovzduší nové členění REZZO. Zdroje emisí z lokálního vytápění spadají do kategorie REZZO 3, tedy mezi stacionární zařízení ke spalování paliv o celkovém tepelném příkonu do 0,3 MW (ČHMÚ, 2015d).

Emise znečišťujících látek, které provozovatelé nemají povinnost zjišťovat individuálně, jsou pro každý zdroj dopočítávány v emisní databázi na základě ohlášených aktivitních údajů a emisních faktorů. Emisní faktory pro stacionární spalovací zdroje jsou rozlišeny podle druhu topeniště a tepelného výkonu, aktivitním údajem je spotřeba paliva vyjádřená v $t.rok^{-1}$, $tis. m^3.rok^{-1}$, popř. obsah tepla v palivu v $GJ.rok^{-1}$ (ČHMÚ, 2015d).

Pro stanovení emisí z vytápění bytů malými zdroji (kategorie REZZO 3) byla v ČHMÚ postupně vyvinuta metodika modelového výpočtu emisní bilance (Machálek, P., Machart, J. 2003, 2007). Mezi základní vstupní data, nezbytná pro výpočet, patří údaje ze Sčítání lidu, domů a bytů. Tyto údaje podávají informace o způsobu vytápění a energii používané v jednotlivých domácnostech v rámci každé obce. Kromě už výše zmíněných údajů o způsobu vytápění bytů a druhu použité energie (paliva) je zde uváděná také průměrná celková plocha bytů, a to zvláště za rodinné domy a bytové a ostatní domy do 20 bytů v domě, které v případě vytápění domovní kotelnou patří do kategorie malých zdrojů. Tyto výchozí údaje jsou každoročně aktualizovány o počty nově postavených bytů z dat Českého statistického úřadu, z údajů o počtu odběratelů a spotřebě zemního plynu od plynárenských společností a údajů o počtu přípojek elektrického vytápění od energetických společností.

Dalším vstupním údajem pro výpočet je délka topného období v měsících leden–květen a září–prosinec vyjádřená pomocí denostupňů D_{21} . Délka topného období d je vyjádřena počtem dnů v měsících září až květen s průměrnou denní teplotou rovnou nebo nižší než $13\text{ }^{\circ}\text{C}$. Střední denní teplota topného období t_{es} je průměrem denních teplot topného období. Počet denostupňů v dané lokalitě se pak určí ze vztahu $D_{21} = d(21 - t_{es})$. Z teplotních řad naměřených na meteorologických stanicích v ČR jsou určeny odpovídající denostupně a následně určena regresní závislost počtu denostupňů na nadmořské výšce. Následně je hodnota D_{21} pro každou obec odvozena z této lineární regrese pomocí nadmořské výšky (Machálek, P., Machart, J. 2007). Z hodnoty teploty topného období, z údajů o ploše a povaze bytu (byt v rodinném či bytovém domě) je následně odvozena potřeba tepla Q_a za topné období. Dalším krokem je

výpočet spotřeby paliva M_p a z této hodnoty je pak pomocí emisních faktorů vypočítáno množství jednotlivých emisí.

Výpočet potřebného tepla na průměrný byt:

$$Q_a = q_m \cdot P \cdot \frac{3,6}{1000} \cdot K_D \text{ [GJ]}$$

Kde:

Q_a – roční potřeba tepla na byt

q_m – měrná spotřeba tepla v kWh na m^2 za rok

P – průměrná celková plocha bytu v m^2

K_D – koeficient přepočtu denostupňů D_{21} k normovým klimatickým podmínkám

$$(K_D = D_{21}/4216)$$

Pro byty v rodinných domech byla zvolena hodnota $q_m = 150 \text{ kWh} \cdot m^{-2} \cdot rok^{-1}$ a pro byty v bytových domech $q_m = 130 \text{ kWh} \cdot m^{-2} \cdot rok^{-1}$

Výpočet spotřeby paliv:

$$M_p = \frac{Q_a}{Q_i \cdot \eta} \text{ [t nebo tis. m}^2\text{]}$$

Kde:

M_p – průměrná roční spotřeba paliva

Q_a – roční potřeba paliva na byt

Q_i – průměrná výhřevnost paliva

η – průměrná účinnost topeniště

Pro každé palivo je vypočítáno **množství základních emisí** na základě stanovených emisních faktorů:

$$ZL = EF \cdot M_p \text{ [t/rok]}$$

Kde:

ZL – emise dané znečišťující látky

EF – emisní faktor

M_p – průměrná roční spotřeba paliva

Výše uvedeným způsobem jsou stanovována roční množství emisí za jednotlivé obce České republiky. Tabulka 1 uvádí souhrnné hodnoty emisí z lokálního vytápění bytů za rok 2015 pro jednotlivé kraje zkoumané v této diplomové práci.

Tab. 1: Množství emisí z lokálních topenišť podle REZZO 3 za rok 2015
(zdroj: ČHMÚ, 2016a)

| Kraj | TZL | SO ₂ | NO _x | CO | VOC |
|-----------------|---------|-----------------|-----------------|----------|---------|
| | [t/rok] | [t/rok] | [t/rok] | [t/rok] | [t/rok] |
| Moravskoslezský | 1 178,3 | 1 385,2 | 695,5 | 21 704,5 | 2 257,6 |
| Zlínský | 487,8 | 327,5 | 436,4 | 14 116,9 | 1 700,9 |
| Olomoucký | 642,5 | 587,1 | 448,7 | 15 354,9 | 1 655,8 |
| Jihomoravský | 488,0 | 415,7 | 669,7 | 13 213,3 | 1 459,4 |
| Vysočina | 1 193,0 | 1 311,6 | 533,8 | 21 279,1 | 2 148,8 |

Otázkou zůstává, do jaké míry mají použité emisní faktory vypovídající hodnotu. Současné emisní faktory zohledňují pouze různé druhy paliv (hnědé uhlí, černé uhlí, biomasa atd.), ale podstatný vliv na vznik daných množství znečišťujících látek mají také různé typy konstrukcí spalovacích zařízení. Současná bilanční metodika tento trend nedokáže dostatečně reflektovat z důvodu nedostatku statistických dat, jako jsou informace o počtech spalovacích zařízení v členění podle konstrukce pro každou obec. Jednou z možností je každoroční aktualizace emisních faktorů např. podle informací o nových instalacích spalovacích zařízení v domácnostech průměrně pro celou ČR. Dalším faktorem zůstává vliv kvality paliva, z pohledu jeho vlastností jako je vlhkost, granulometrie, případné spalování odpadků a vliv kvality obsluhy spalovacího zařízení (Hopan, F., Horák, J. 2013a).

Na základě postupu, který je podrobně popsán v *Metodice stanovení „váhy“ typu paliva a typu spalovacího zařízení pro výpočet emisních faktorů znečišťujících látek měrných emisí znečišťujících látek*, byly zjištěny odhady zastoupení typů konstrukcí spalovacích zařízení na spotřebě uhlí a biomasy pro rok 2011 a pro rok 2022 ve třech možných variantách. Varianta 1 předpokládá cca 30% snížení celkového počtu spalovacích zařízení na tuhá paliva, podstatné snížení počtu provozovaných odhořivacích a prohořivacích kotlů a také předpokládá určité navýšení počtu automatických a zplyňovacích kotlů. Varianta 2 počítá s téměř 50% snížením celkového počtu spalovacích zařízení na tuhá paliva a vyřazením z provozu všech odhořivacích a prohořivacích kotlů a nárůst počtu automatických a zplyňovacích kotlů. Varianta 3 počítá se

setrvalým počtem provozovaných spalovacích zařízení na tuhá paliva, při mírném snížení počtu odhořivacích kotlů, podstatném snížení počtu prohořivacích kotlů a nárůstem počtu automatických a zplyňovacích kotlů. Mezi výstupy tohoto hodnocení patří také odhady průměrné účinnosti spalovacích zařízení (Hopan, F., Horák, J. 2013a).

Tab. 2: Odhady zastoupení typů konstrukcí spalovacích zařízení na spotřebě uhlí a biomasy v roce 2011 a v roce 2022 (varianta 1, 2 a 3), zdroj: (Hopan, F., Horák, J. 2013a)

| Typ konstrukce kotle | odhad pro rok 2011 | | odhad pro rok 2022 | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------|-------------|--------------------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|
| | uhlí | biomasa | varianta 1 | | varianta 2 | | varianta 3 | |
| | | | uhlí | biomasa | uhlí | biomasa | uhlí | biomasa |
| % | | % | | % | | % | | |
| ocelové kotle (převážně odhořivací) | 83 | 10,8 | 42,8 | 2,4 | — | — | 67,1 | 7,9 |
| litinové kotle (převážně prohořivací) | 14,7 | 66,7 | 9,6 | 18,7 | — | — | 4,9 | 20,1 |
| automatické kotle na uhlí | 2,3 | — | 47,6 | — | 100 | — | 28 | — |
| speciální kotle na dřevo (zplyňovací) | — | 20,3 | — | 57,7 | — | 73,1 | — | 44,2 |
| automatické kotle na pelety | — | 2,2 | — | 21,2 | — | 26,9 | — | 27,8 |
| Průměrná účinnost kotlů v % | 60,5 | 60,3 | 69,5 | 73 | 80 | 77,7 | 65,6 | 72,6 |

Údaje z tabulky 2 říkají, že v současnosti je uhlí spalováno převážně v kotlích s odhořivacím principem spalování (cca 83 %) a část v kotlích s prohořivacím principem spalování (cca 15 %). Dřevo je převážně spalováno v kotlích s prohořivacím principem spalování (67 %), ve zplyňovacích kotlích (20 %) a částečně v odhořivacích kotlích (11 %). V budoucnosti se snad i díky zákonu o ochraně ovzduší č. 201/2012 předpokládá podstatný úbytek počtu provozovaných prohořivacích kotlů a částečný úbytek starých odhořivacích kotlů. A také díky různým formám ekologických podpor se předpokládá zvýšení počtu nových moderních konstrukcí kotlů (Hopan, F., Horák, J. 2013a).

Tyto výše zmíněné údaje a zjištění jsou pak aplikovány do metodiky výpočtů emisních faktorů znečišťujících látek. Metodika popisuje způsob přepočtu experimentálně stanovených měrných emisí na emisní faktory znečišťujících látek pro vytápění českých domácností tuhými palivy. Samotný přepočet je založen na principu váženého průměrování zastoupení využití různých konstrukcí kotlů pro uhlí a dřevo (Hopan, F., Horák, J. 2013b).

4.2 TYPY SPALOVACÍCH ZAŘÍZENÍ NA TUHÁ PALIVA

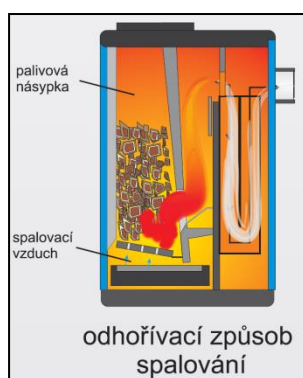
Jak bylo naznačeno v závěru předchozí podkapitoly, hraje typ zařízení na tuhá paliva značnou roli v produkovaných emisích. V dnešní době se setkáváme s celou řadou různých typů spalovacích zařízení, které jsou ale v řadě českých domácností zastaralé a nesplňují požadované ekologické nároky. Typ spalovacího zařízení přitom zásadním způsobem ovlivní kvalitu spalovacího procesu (TZB, 2013).

Na základě způsobu dopravy paliva do ohniště lze zařízení rozdělit na kotle s ruční jednorázovou dopravou paliva do ohniště a kotle s automatickou dopravou paliva do ohniště, které jsou v českých domácnostech zastoupeny v podstatně menší míře. V případě **kotlů s ruční dopravou paliva** se dále rozlišují kotle prohořivací, odhořivací a zplyňovací.

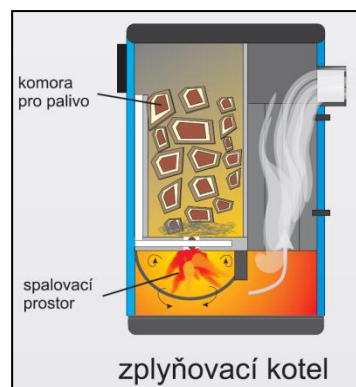
Prohořivací kotel má roštové ohniště a palivo (dřevo, uhlí, koks) se přikládá do spalovací komory na již hořící vrstvu, která leží na roštu. Spaliny procházejí přes celou vrstvu nově přiloženého paliva. Palivo po přiložení prochází fází ohřevu, sušení, zplynění (uvolnění prchavé hořlaviny) a hoření odplyněného zbytku paliva neboli uhlíku. Jde o nejstarší typ kotlů, který se používal pro spalování paliva s malým obsahem prchavé hořlaviny, tedy koksu. Většina těchto zařízení byla vyrobena z litiny, která se vyznačuje dlouhou životností a nízkými pořizovacími náklady (TZB, 2013). Přestože je jejich provoz dost nekvalitní (dehtování a vysoké emise CO), jedná se o jedno z nejpoužívanějších spalovacích zařízení, které má v ČR cca 50% zastoupení (HORÁK, J. et al., 2011).



Obr.1



Obr.2



Obr.3

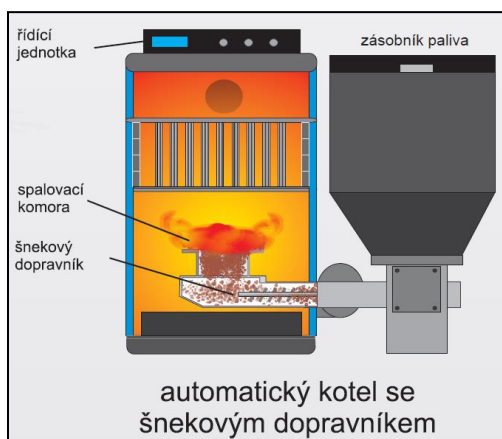
Obr. 1, 2 a 3: Tři různé typy spalovacích zařízení s ruční dopravou paliva (zdroj: TZB, 2013)

U *odhořivacích kotlů* se palivo (dřevo, uhlí) přikládá do palivové šachty, která je umístěna nad ohništěm. Ve spalovací komoře hoří palivo na roštích (otočné, posuvné), ale spaliny neprocházejí celou vrstvou přiloženého paliva, takže v tomto kotli je vhodné spalovat

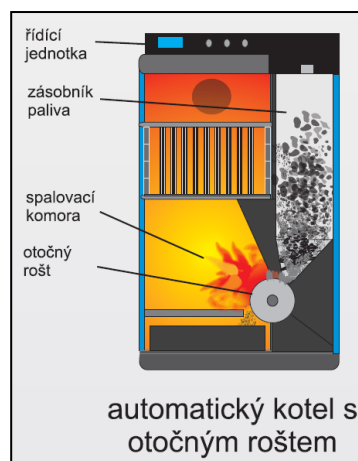
hnědé uhlí, které se vyznačuje větším obsahem prchavé hořlaviny. Během provozu dochází k postupnému sesouvání paliva z palivové šachty do prostoru spalovací komory (TZB, 2013). Tento typ kotle má v ČR zastoupení zhruba 36 % (HORÁK, J. et al., 2011).

Nejlépe spalující zařízení jsou *zplyňovací kotle*, které ale mají v ČR zatím jen 10% zastoupení (HORÁK, J. et al., 2011). Kvalitně spalovat plynné palivo je výrazně jednodušší než spalovat tuhé palivo. Proto se ve zplyňovacích kotlích převádí tuhé palivo na plynné, tomuto procesu se říká „zplyňování“. Palivo (dřevo, uhlí) se přikládá do zásobníku paliva, který je umístěn nad spalovací tryskou (hořákem) a spalovací komorou, kde je plyn spálen (TZB, 2013).

Druhým typem zařízení jsou **kotle s automatickou dopravou paliva**, které mají v ČR minimální zastoupení, zhruba 3 % (HORÁK, J. et al., 2011). Tato zařízení pak dělíme ještě na kotle se šnekovým dopravníkem nebo otočným roštem. U *kotlů se šnekovým dopravníkem* je palivo (pelety, štěpka, uhlí) obsluhou umístěno do zásobníku paliva, jehož objem je výrazně větší než u výše uvedených kotlů. Palivo je ze zásobníku dopravováno do hořáku (různé typy), který je umístěn ve spalovací komoře. V hořáku hoří jen malé množství paliva, které je potřebné pro dosažení požadovaného výkonu. Na jiném principu funguje *kotel s otočným roštem*, u kterého je palivo (uhlí) umístěno do zásobníku paliva, který je nad otočným roštem. Pootočením roštu se část paliva sesune do spalovací komory, kde dojde k jeho spálení (TZB, 2013).



Obr.4



Obr.5

Obr. 4 a 5: Dva typy spalovacích zařízení s automatickou dopravou paliva (zdroj: TZB, 2013).

Nejlepší kvality spalování je dosaženo u kotlů s automatickou dopravou paliva do spalovací komory a u zplyňovacích kotlů. Prohořivací kotle jsou z pohledu spalování velmi problematické, a pokud jde o množství vypouštěných emisí, jen stěží splní požadavky současného zákona o ochraně ovzduší.

4.3 OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ EMISÍ Z LOKÁLNÍHO VYTÁPĚNÍ V ČR

Vzhledem k velkým rozdílům v produkci emisí při spalování tuhých paliv v závislosti na typu použitého spalovacího zařízení se mezi nástroje zlepšování kvality ovzduší zařadil program dotačních příspěvků na nová, technologicky moderní spalovací zařízení, díky kterým by se měla množství emisí z lokálních topenišť zlepšovat. Jedná se o tzv. kotlíkové dotace, které mohou občané jednotlivých krajů České republiky využít k modernizaci své domácí otopné soustavy. S tím souvisí také legislativní změny přijaté v procesu ochrany ovzduší.

4.3.1 DOTACE NA VÝMĚNU KOTLŮ NA TUHÁ PALIVA

V současné době jsou aktuální problematikou v oblasti ochrany ovzduší a lokálního vytápění tzv. kotlíkové dotace. Díky Operačního programu Životní prostředí mohlo Ministerstvo životního prostředí ČR začít poskytovat dotace na podporu výměny starých a neekologických kotlů. Dotační prostředky z evropských fondů mohou využít přímo občané na základě podané žádosti. Hlavním smyslem této podpory je výměna starých neekologických kotlů na tuhá paliva za moderní nízkoemisní kotle na biomasu, uhlí nebo jejich kombinaci, za tepelné čerpadlo, plynový kotel nebo solární systém. Cílem dotačního programu je do roku 2020 vyměnit minimálně 80 tisíc kotlů po celé České republice (TZB, 2015).

Celkový objem prostředků vynaložených do roku 2020 má činit devět miliard Kč, ale nejen za účelem výměny kotlů, ale i jiných energeticky úsporných opatření, jako jsou výměny oken nebo vyvložkování komína, zateplení, instalace tepelných čerpadel a podobně. Čerpání finančních prostředků samotnými občany mají ve své správě jednotlivé kraje, kterým byly poskytnuté částky přerozděleny. Maximální možná částka, kterou lze takto na jednu žádost získat, je 127 500 Kč, tedy 85 procent z nejvyšší možné částky 150 000 Kč, na kterou lze dotaci čerpat (O energetice, 2015).

Samotné získání dotace je omezeno několika podmínkami:

- výměny kotlů mohou být realizovány pouze v rodinných domech;
- veškeré tepelné zdroje musí splňovat Směrnici o Ekodesignu;
- pokud dům nespĺňuje minimálně energetickou třídu C, je nutné současně realizovat některá stanovená mikro-energetická opatření;
- kotle na biomasu, tepelná čerpadla a solární systémy mohou instalovat pouze kvalifikovaní topenáři;
- výše dotace je od 70 do 85 %, maximální uznatelné náklady jsou 150 tis. Kč;

- uznatelnost nákladů a výdajů pro dotaci je od 15. července 2015;
- uznatelnými náklady jsou výměna zdroje tepla vč. otopné soustavy a souvisejících stavebních prací a projektové dokumentace (TZB, 2015).

Počátkem roku 2016 byly vyhlášeny krajskými úřady dotační programy na výše zmíněné kotlíkové dotace v tzv. první vlně. Pokud jde o situaci v Moravskoslezském, Olomouckém, Zlínském a Jihomoravském kraji, v současné době byly jejich dotační programy z první vlny ukončeny z důvodů vyčerpání alokace, a proto už nejsou přijímány další žádosti o dotační příspěvky. Nicméně 31. března 2017 byla vyhlášena Ministerstvem životního prostředí ČR druhá vlna kotlíkových dotací, pro kterou byla vyčleněna finanční podpora ve výši 3,4 mld. korun. Jako první začal od 30. srpna 2017 přijímat žádosti o výměnu kotlů Karlovarský kraj a během podzimu následovaly i ostatní kraje České republiky. Tento dotační program ve druhé vlně přináší některé změny oproti roku 2016. Konkrétně od roku 2017 nebude podporována výměna kotlů spalujících výhradně uhlí a nemožné bude požádat také o kotle s ruční dodávkou paliva, z nichž jedním palivem je uhlí, ale bude možná pouze výměna kotlů kombinovaných (tzn. kotlů na uhlí/biomasu) a také nebude již nutné realizovat tzv. mikroenergetická opatření (MŽP, 2017a). Změny se týkají také výše dotace, která závisí na typu kotle. Nejnížší dotaci lze získat na kombinovaný kotel (uhlí-pelety), kotel čistě na uhlí již není podporován a na automatický kotel na pelety nebo tepelné čerpadlo lze získat naopak nejvyšší dotaci. Dalším kritériem je umístění v rámci znečištěných oblastí. Oblasti, kde jsou překračovány limity znečištění ovzduší, mají nárok na navýšení příspěvku o 7 500 Kč ke stávající dotaci. Veškeré kotle musí samozřejmě nadále splňovat podmínky Směrnice o Ekodesignu (TZB, 2017).

V rámci celého území České republiky byl největší zájem v rámci první vlny kotlíkových dotací o kombinované kotle (36 % žadatelů), značný zájem byl i o tepelná čerpadla (22 % žadatelů), plynové kotle (14 %) a kotle na biomasu (16 % žadatelů). Naopak nejméně žadatelů projevilo zájem o kotle na uhlí (12 % žadatelů) (MŽP, 2017c). V případě první vlny kotlíkových dotací bylo v Moravskoslezském kraji schváleno celkově 3 785 žádostí o dotaci na výměnu kotle, což výrazně převýšilo zájem o dotace ve srovnání s ostatními moravskými kraji (Trojková, L. 2016). V Olomouckém kraji bylo schváleno celkově 1 540 žádostí (Pálová, S. 2016). Ve Zlínském kraji se celkový počet schválených žádostí zastavil na čísle 1 245 (Valášek, P. 2016). V Jihomoravském kraji byl celkový počet schválených žádostí nejnížší, konkrétně 646 (Rosypalová, T. 2017) a kraj Vysočina schválil celkově 2 024 žádostí o výměnu kotle (Kamenická, V. 2017).

Tab. 3: Počet schválených žádostí o výměnu kotle a struktura žádostí podle typu spalovacího zařízení (zdroj: krajské úřady jednotlivých krajů).

| Kraj | Počet schválených žádostí | Kotel na uhlí | Kotel kombinovaný | Kotel na biomasu | Tepelné čerpadlo | Kotel na plyn |
|-----------------|---------------------------|---------------|-------------------|------------------|------------------|---------------|
| Moravskoslezský | 3 785 | 356 | 1 714 | 478 | 562 | 675 |
| Olomoucký | 1 540 | 126 | 517 | 393 | 256 | 248 |
| Jihomoravský | 646 | 178 | 88 | 256 | 86 | 38 |
| Zlínský | 1 245 | 72 | 198 | 515 | 198 | 262 |
| Vysočina | 2 024 | 235 | 789 | 456 | 267 | 277 |

Kromě výše zmíněných kotlíkových dotací vstupují v platnost také nová legislativní nařízení, která by měla jasně definovat, které technologické typy spalovacích zařízení podle tzv. emisních tříd mohou být na trhu legálně prodejné a následně v praxi použitelné. Konkrétní nařízení s daty platnosti jsou uvedena v tabulce 4.

Tab. 4: Povinnosti související s prodejem a provozem kotlů na tuhá paliva do r. 2022, vlastní úprava, (zdroj: TZB, 2014)

| Zahájení platnosti | Popis nařízení |
|--------------------|---|
| 1.1.2014 | Zákaz prodeje kotlů 1. a 2. emisní třídy (možnost legálně zakoupit a uvést do provozu pouze kotle 3., 4. a 5. emisní třídy) |
| 1.1.2017 | Povinnost předložit revizi kotle (včetně označení emisní třídy) |
| 1.1.2018 | Zákaz prodeje kotlů 3. emisní třídy (možnost legálně zakoupit a uvést do provozu pouze kotle 4. a 5. emisní třídy) |
| 1.1.2020 | Zákaz prodeje kotlů 4. emisní třídy (možnost legálně zakoupit a uvést do provozu pouze kotle 5. emisní třídy) |
| 1.9.2022 | Zákaz používání kotlů 1. a 2. emisní třídy (bez ohledu na to, kdy byly pořízeny) |

4.3.2 NOVELA ZÁKONA O OCHRANĚ OVZDUŠÍ

V prosinci roku 2015 byla vládou České republiky schválena novela zákona o ochraně ovzduší, která vstoupila v platnost 1. června 2016. Novela zákona přináší některé zásadní změny právě v souvislosti s lokálním vytápěním domácností. Novela zákona zavádí povinnost provozovatelů spalovacích zdrojů v domácnostech umožnit úředně pověřeným osobám přístup ke zdroji, k jeho příslušenství a používaným palivům ke kontrole dodržování povinností podle zákona o ochraně ovzduší (TZB, 2016).

Podmínkou je opakované podezření úřadu, že spalovací zařízení je provozováno v rozporu se zákonem o ochraně ovzduší. V případě prvního podezření úřad provozovatele písemně upozorní na podezření z porušování povinností, poučí jej o povinnostech spojených s provozem spalovacího zdroje a o důsledcích opakovaného podezření možností provedení přímé kontroly u zdroje. Při druhém důvodném podezření bude mít úředník oprávnění provést kontrolu. Při ní bude postupovat podle jasných pravidel daných kontrolním řádem a zákonem o ochraně ovzduší. Novela také přináší změny v podobě zakotvení pravidel pro uznávání zahraničních plaket pro vjezd do nízkoemisních zón, které jsou už běžné v některých evropských zemích, především v Německu. Nízkoemisní zóna (NEZ) je část území, do které je omezen vjezd vozidel způsobujících nadměrné znečištění ovzduší. Podmínky pro zavedení nízkoemisních zón jsou právně ukotveny v § 14 zákona č. 201/2012 sb. o ochraně ovzduší 201/2012 Sb. a nařízením vlády č. 56/2013 sb., o zařazení silničních motorových vozidel do emisních tříd a následně přiřazenými barvami emisních plaket (*GREEN-ZONES, 2017*). Nízkoemisní zónu lze vyhlásit v případě zvláště chráněných území, lázeňských míst nebo v územích, kde byl překročen jeden z imisních limitů. V tomto případě musí být splněna podmínka v podobě objízdné trasy vedoucí po komunikaci stejné nebo vyšší třídy, která se nachází mimo nízkoemisní zónu a zároveň nevede přes zastavěné území této nebo sousední obce (*MŽP, 2017b*). Zavedení nízkoemisních zón je v kompetenci jednotlivých měst. Nejbližší zavedení nízkoemisních zón je v rámci České republiky hlavní město Praha, kde by nová pravidla pro vjezd do centra mohla platit už počátkem roku 2018. Nízkoemisní zóny budou pravděpodobně vyhlášeny postupně i v dalších městech jako je Brno, Ostrava, Liberec nebo České Budějovice, následovat by mohly např. Kladno, Opava či Tábor. Většina dnešních benzínových automobilů s třicestným katalyzátorem, kterým jsou standardně vybaveny, nebude mít problém získat typ označující nejekologičtější vozidlo, naopak dieselvým motorem poháněné automobily, které produkují jemný prach do ovzduší, budou mít s udělením emisní plakety nejvyšší třídy značný problém (*Ekologické zóny v ČR, 2017*). U automobilů splňujících emisní normu EURO3 se dá očekávat povolení vjezdu do nízkoemisní zóny pouze do 31. 12. 2018, tak jak je to v případě hlavního města Prahy (*GREEN-ZONES, 2017*). Další změny se týkají stanovení přísnějšího imisního limitu pro částice PM_{2,5} nebo úpravy pravidel pro vyhlásování a ukončování smogových situací a regulací (*TZB, 2016*).

V souvislosti s novými předpisy vztahujícími se k lokálním topeništím, které vychází z novely zákona o ochraně ovzduší, se objevují nové možnosti kontroly emisí pocházejících z těchto zdrojů. Konkrétně se jedná o možnost nahrazení přímé kontroly (měření) emisí u zdroje použitím dálkově ovládaných dronů. Nicméně této metodě předchází řada právních omezení a

předpisů a je v současnosti spíše předmětem zkoumání. ČHMÚ se rozhodl v reakci na světové trendy otestovat bezpilotní letouny (drony) pro měření vertikálních profilů teploty a vlhkosti vzduchu, prostorového rozložení koncentrací znečišťujících látek a chování kouřových vleček z různých druhů zdrojů pro potřeby modelování jejich šíření. Byl proveden konkrétní pokus měření bezpilotním dronem nad lokálním zdrojem emisí nejmenované lokalizace, za účelem zjištění koncentrace oxidů dusíku a ozonu. Celý experiment měření s využitím dronu probíhal se souhlasem majitele nemovitosti a metodu nelze využít jako náhradu reálného měření koncentrací emisí ve spalinách přímo na tepelném zdroji. ČHMÚ ve zprávě o experimentu vyvrátil spekulace, že by tato bezpilotní zařízení zamýšlel využívat pro kontrolu koncentrací emisí z lokálních zdrojů a následnému určování typu paliva (ČHMÚ, 2016b).

Použití dronů se řídí řadou předpisů, omezujících jejich použití v obytné zástavbě z hlediska bezpečnosti lidí, majetku a respektování soukromí občanů. Tyto aspekty proto nedovolují přiblížení přímo nad zdroj emisí a pokud by mělo měření probíhat z větší vzdálenosti, mohlo by dojít k možnému splývání kouřových vleček od více zdrojů (ČHMÚ, 2016b). Za těchto okolností proto není zmíněná metoda plně využitelná a dostatečně efektivní.

4.4 SROVNÁNÍ EKONOMICKÝCH NÁKLADŮ NA VYTÁPĚNÍ BYTŮ

Cena paliv a náklady na vytápění celkově jsou bezesporu významným ukazatelem, který může mít vliv na skladbu paliv pro vytápění v jednotlivých domácnostech. Tato kapitola srovnává náklady na lokální vytápění bytů při použití jednotlivých typů paliv používaných běžně v České republice. Konkrétně jde o skupinu tuhých paliv, kam spadá černé, hnědé uhlí a koks, dále pak dřevo, dřevěné brikety a pelety a náklady na vytápění jsou uvedeny také v případě zemního plynu a elektřiny. Pro porovnání jednotlivých variant vytápění byl využit portál *TZB-info.cz*, kde je podrobně popsán postup výpočtů nákladů nejen čistě pro vytápění daným palivem, ale také za účelem ohřevu vody, nebo je zde přípočet dodatečných nákladů za elektřinu. Uživatel má možnost nakonfigurovat si vstupní údaje podle konkrétních kritérií, které odpovídají co nejlépe technickým parametrům dané domácnosti (TZB, 2017a).

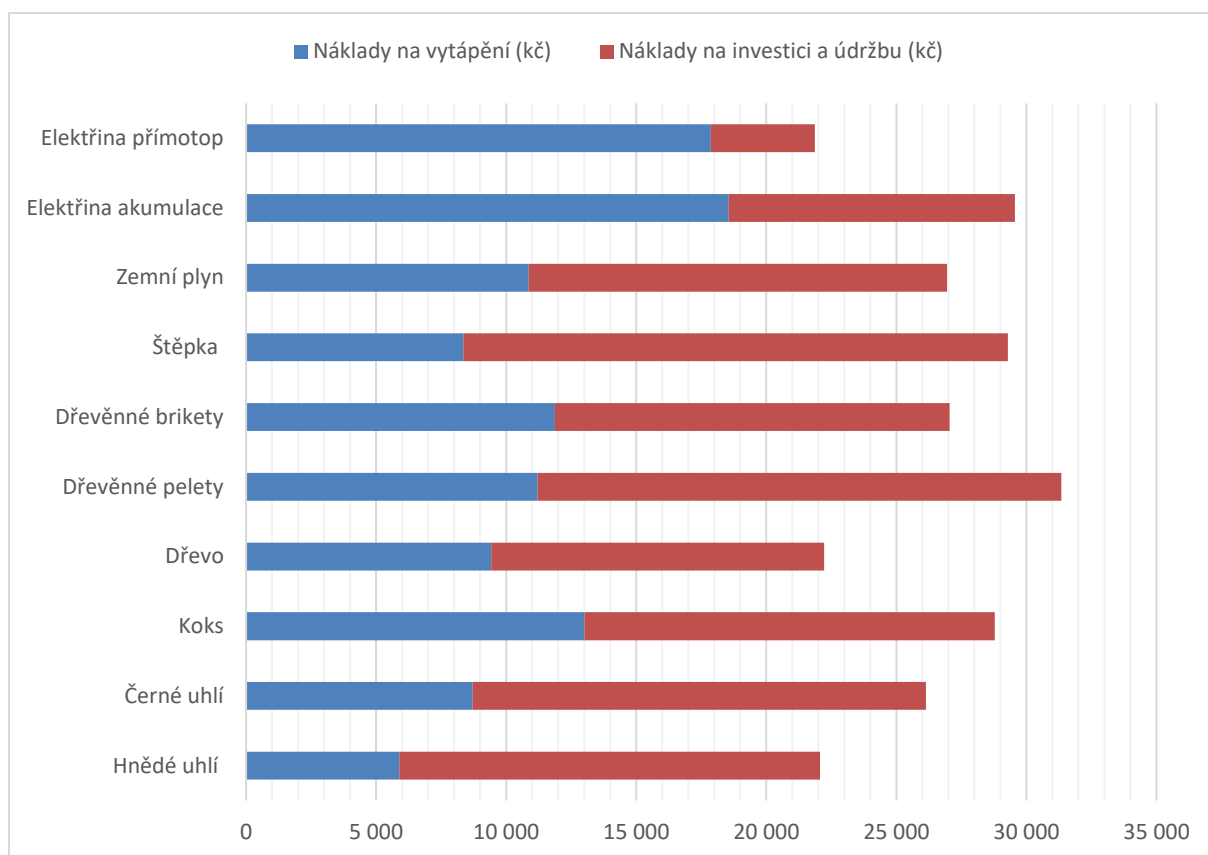
Tab. 5: Srovnání nákladů na vytápění, investici a údržbu pro jednotlivé typy paliv

(zdroj: TZB, 2017a)

| Palivo | Typ kotle | Náklady na vytápění (Kč) | Náklady na investici a údržbu (Kč) | Náklady celkem (Kč) |
|---------------------|-----------------------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------|
| Hnědé uhlí | aut. kotel na uhlí | 5 892 | 16 176 | 22 068 |
| Černé uhlí | aut. kotel na uhlí | 8 708 | 17 433 | 26 141 |
| Koks | prohořivací kotel + aku. n. | 13 000 | 15 783 | 28 783 |
| Dřevo | zplyňovací kotel na dřevo | 9 428 | 12 800 | 22 228 |
| Dřevěné pelety | speciální kotel na pelety | 11 210 | 20 133 | 31 343 |
| Dřevěné brikety | klasický kotel na dřevo + aku. n. | 11 876 | 15 167 | 27 043 |
| Štěpka | kotel na štěpku | 8 356 | 20 933 | 29 289 |
| Zemní plyn | kondenzační kotel | 10 861 | 16 083 | 26 944 |
| Elektřina akumulace | teplovodní akumulční nádrže | 18 555 | 11 000 | 29 555 |
| Elektřina přímotop | podlahové el. plochy | 17 865 | 4 000 | 21 865 |

Tabulka 5 zahrnuje údaje o ročních nákladech na vytápění pro konkrétní palivo a taktéž údaje o ročních nákladech na investici a údržbu daného typu vytápění. Náklady odpovídají rodinnému domu o podlahové ploše 150 m² a potřebě energie na vytápění a teplou vodu v množství 13 214 kWh/rok. Je nutné brát v potaz fakt, že v případě tuhých paliv je potřeba investovat do stavebních konstrukcí pro sklad paliva, pro odvod spalin (komín), spalinové cesty musí být pravidelně čištěny a revidovány. U zemního plynu je kromě revizí komína třeba počítat také s investicí do vybudování plynové přípojky (TZB, 2017a). V tabulce je navíc uveden typ kotle, pro který byly náklady vypočteny, ale existuje možnost zvolit i jiný typ spalovacího zařízení, u kterého se hodnoty nákladů můžou lišit. U zemního plynu a elektřiny je nutné počítat s položkou za paušální platbu, která ale není v tabulce zahrnutá.

Údaje z tabulky 5 a obrázku 6 ukazují, že finančně nákladnější z pohledu vytápění je elektřina, naopak zde nejsou tak vysoké náklady na investici a údržbu. Nejlevněji vytápění vychází při použití tuhých paliv (černé, hnědé uhlí) a dřeva. V případě vytápění štěpkou nebo dřevěnými peletami je nutné počítat s většími náklady právě na investici a údržbu. Z celkových nákladů vychází nejlevněji vytápění hnědým uhlím, dřevem a díky nízkým investičním nákladům také elektřinou v případě podlahového vytápění, ovšem bez započítání paušálních plateb.



Obr. 6: Náklady na vytápění podle typu paliva v Kč za rok
(zdroj: TZB, 2017a, vlastní úprava).

4.5 AKTUALIZACE ÚDAJŮ O VYTÁPĚNÍ V DOMÁCNOSTECH

Protože Sčítání lidu, domů a bytů, z něhož vychází datová základna o skladbě bytů podle typu vytápění, probíhá pravidelně jen jednou za deset let, jsou v letech následujících po sčítání údaje o počtech bytů a typu vytápění průběžně aktualizovány na základě dat o pokračující bytové výstavbě, prodeji nových spalovacích zařízení a instalace otopných soustav a jsou sledovány objemy prodeje paliv domácnostem. V roce 2018 ČHMÚ počítá s aktualizací metodiky emisní bilance vytápění bytů (*M. Modlík*, osobní komunikace), pro něž budou mj. využity také výsledky statistického šetření ENERGO 2015. Jednalo se o výběrové šetření energetické spotřeby v domácnostech, které organizoval Český statistický úřad. Data byla sbírána od jednotlivých domácností v období od 7. července 2015 do 15. ledna 2016. Rozsahově se šetření týkalo území celé České republiky a osloveno bylo zhruba 20 000 domácností. Jednotlivé dotazníky byly vyplňovány na základě osobních rozhovorů obyvatel a speciálně proškolených pracovníků z řad ČSÚ nebo externích tazatelů. Hlavním cílem bylo získat aktuální údaje o spotřebě paliv a energií v domácnostech podle účelu využití. Celý

dokument je strukturován do dvou tabulkových částí a každá část pak do kapitol. *Tabulková část A* přináší informace o celkové spotřebě paliv za rok 2015 a také mezinárodní srovnání. *Tabulková část B* obsahuje primární data z šetření. Nacházejí se zde kapitoly s tabulkami, zabývající se základními charakteristikami obydlených bytů. Důležité informace podává kapitola o struktuře používaných paliv a energií, a to jak pro konkrétní účel (vytápění, ohřev vody, vaření), tak bez rozdílu účelu používání. Další kapitola například informuje o skladbě spotřebičů v domácnostech. Zajímavé je také rozdělení domácností podle používaných paliv (bez uvedení účelu používání) a příjmových skupin, kde jsou k dispozici data o procentuálních počtech domácností využívající různé typy paliv v závislosti na příjmové skupině. K dispozici je navíc rozdělení podle typu bytu (rodinný dům nebo bytový) Pro srovnání je také přínosná kapitola o průměrné roční spotřebě paliv a peněžních výdajích (ČSÚ, 2017).

Samotný dotazník, který sloužil pro sběr dat, byl rozdělen do několika modulů. V případě této diplomové práce je pro srovnání tematicky nejvhodnější *Modul rozdělení paliv a energií podle koncového užití*, kde domácnosti uváděly, jaké typy paliv a za jakým účelem jsou používány. Z pohledu přesnosti dat je třeba mít na paměti, že se zde objevují výběrové chyby, které vznikají vztažením charakteristik výběrového souboru na celý základní soubor. Výsledky za ČR celkem a základní ukazatele jsou z pohledu statistické chyby spolehlivé. S pokračujícím tříděním (výsledky za kraje a rozdělení na rodinné a bytové domy) a méně častými jevy (např. vybavenost domácností tepelnými čerpadly) se spolehlivost snižuje (ČSÚ, 2017).

Tabulka 6 uvádí rozložení struktury paliv používanými domácnostmi pro vytápění. Tabulka obsahuje údaje vypočtené za každý kraj ČR, zvýrazněny jsou hodnoty týkající se krajů zkoumaných blíže v této diplomové práci. Celkově tedy jde srovnávat hodnoty podílů mezikrajově. Je zapotřebí také zmínit, jaké konkrétní palivo je součástí jednotlivých skupin paliv. Tuhá paliva v případě spotřeby v domácnostech zahrnují hnědé a černé uhlí, koks a uhelné brikety. Obnovitelné zdroje energie obsahují palivové dřevo, dřevěné brikety, dřevěné pelety, rostlinná a agropaliva. Nakupovaným teplem je myšleno dálkové teplo, které pochází ze systému centrálního zásobování, blokových nebo domovních kotelen.

Domácnosti, které využívají pro daný účel více než jedno palivo, jsou do výsledků zahrnuty vícenásobně, a to v každém palivu, které používají. Nelze proto počítat počet domácností využívající jednotlivá paliva. Proto také součet podílů domácností u jednotlivých paliv se nerovná 100 % (ČSÚ, 2017).

Tab. 6: Podíl domácností využívající palivo, energii na vytápění z celkového počtu domácností v kraji (dle paliva v %) v roce 2015. Zdroj: ČSÚ, 2017.

| Kraj | Elektřina | Zemní plyn | Nakupované teplo | Tuhá paliva | Obnovitelné zdroje | Ostatní |
|------------------------|-------------|-------------|------------------|-------------|--------------------|------------|
| Hl. město Praha | 9,2 | 32,0 | 62,7 | 0,4 | 1,6 | 0,0 |
| Středočeský | 14,8 | 29,3 | 31,7 | 23,9 | 30,7 | 0,5 |
| Jihočeský | 11,8 | 23,8 | 38,8 | 17,4 | 32,3 | 0,2 |
| Plzeňský | 7,4 | 37,9 | 36,0 | 17,5 | 28,6 | 0,2 |
| Karlovarský | 6,6 | 20,8 | 56,8 | 11,5 | 19,2 | 0,2 |
| Ústecký | 6,7 | 26,1 | 53,8 | 12,3 | 17,2 | 0,4 |
| Liberecký | 13,9 | 27,5 | 41,0 | 13,4 | 30,9 | 0,8 |
| Královéhradecký | 16,5 | 32,0 | 30,0 | 19,8 | 35,1 | 0,1 |
| Pardubický | 9,5 | 47,0 | 25,1 | 15,5 | 33,9 | 0,1 |
| Vysočina | 11,2 | 46,3 | 20,3 | 22,3 | 41,0 | 0,5 |
| Jihomoravský | 6,1 | 58,3 | 29,8 | 3,6 | 19,7 | 0,2 |
| Olomoucký | 5,9 | 45,2 | 34,9 | 8,4 | 30,2 | 0,5 |
| Zlínský | 10,0 | 45,2 | 32,4 | 8,4 | 33,1 | 0,8 |
| Moravskoslezský | 5,8 | 34,6 | 48,4 | 13,2 | 25,0 | 0,9 |

5 HODNOCENÍ GEOGRAFICKÝCH ASPEKTŮ EMISÍ Z LOKÁLNÍHO VYTÁPĚNÍ BYTŮ

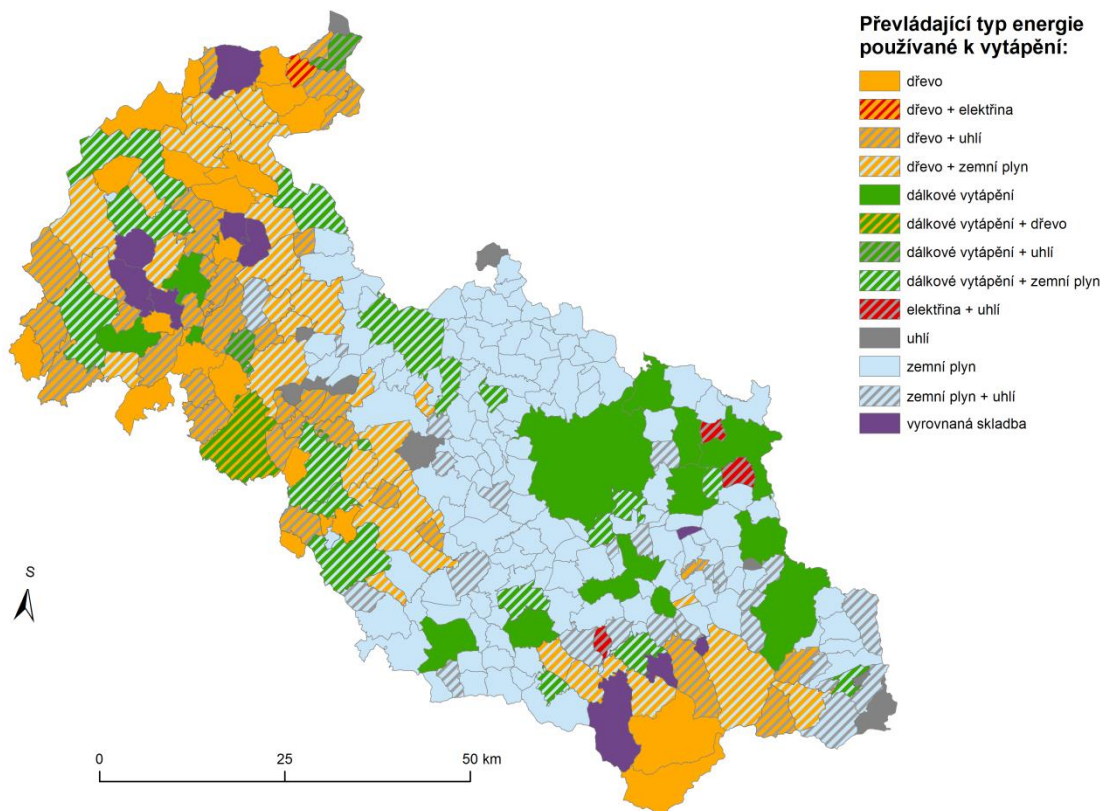
Tato kapitola prezentuje výsledky vlastních analýz vybraných geografických aspektů, které mohou mít vliv na objemy emisí vypouštěných z lokálních topenišť pro vytápění domů a bytů. Protože tyto emise patří s ohledem na počty a povahu zdrojů znečišťování mezi tzv. hromadně sledované zdroje a objemy emisí z nich jsou určovány bilanční metodou s využitím emisních faktorů a dalších vstupních technologických a geografických údajů, stojí za pozornost bližší prozkoumání možných prostorových rysů či trendů v územním rozložení.

Cílem této analýzy není bližší zkoumání parametrizace emisních faktorů ani dalších technologických prvků v rámci metodiky používané v ČHMÚ ke stanovení ročních objemů emisí z vytápění bytů malými zdroji (*Machálek, P., Machart, J., 2003, 2007*), protože takové zkoumání by značně přesahovalo rozsah diplomové práce a je předmětem spíše technického směru výzkumu. Následující kapitoly si kladou za cíl zhodnotit geografické rysy a zákonitosti v rozložení typů malých zdrojů znečišťování ovzduší provozovaných k vytápění bytů. Protože se jedná o stacionární zdroje znečišťování ovzduší v rodinných a bytových domech, je jejich poloha a struktura dána vývojem sídelní struktury a charakterem území, v němž se rozvíjela. Jednotlivé velikostní kategorie obcí, jejich nadmořská výška, případně lesnatost území či ekonomická úroveň jejich obyvatel mohou mít vliv na volbu způsobu vytápění domácnosti. Změna způsobu vytápění však málokdy probíhá u jednotlivých domácností častěji než v horizontu let až desetiletí s ohledem na to, že je obvykle spojena se stavebními zásahy a v případě většiny změn způsobů vytápění jde také o poměrně vysokou finanční investici. Obměny ve způsobu vytápění v jednotlivých obcích a regionech proto mají povahu spíše pozvolného vývoje než skokové změny a na podněty motivující ke změnám reagují domácnosti se značnou setrvačností.

Protože k základním vstupním datovým souborům pro emisní bilanci z vytápění bytů slouží údaje o použití paliv k vytápění a údaj o nadmořské výšce obcí k určení náročnosti vytápění v dané lokalitě, byly jednotlivé geografické aspekty zkoumány právě v tomto kontextu. Jako zájmové území bylo zvoleno pět „moravských“ krajů: Moravskoslezský, Olomoucký, Zlínský, Jihomoravský a Vysočina. I v rámci této pětice krajů je možné vysledovat jednoznačné regionální rozdíly.

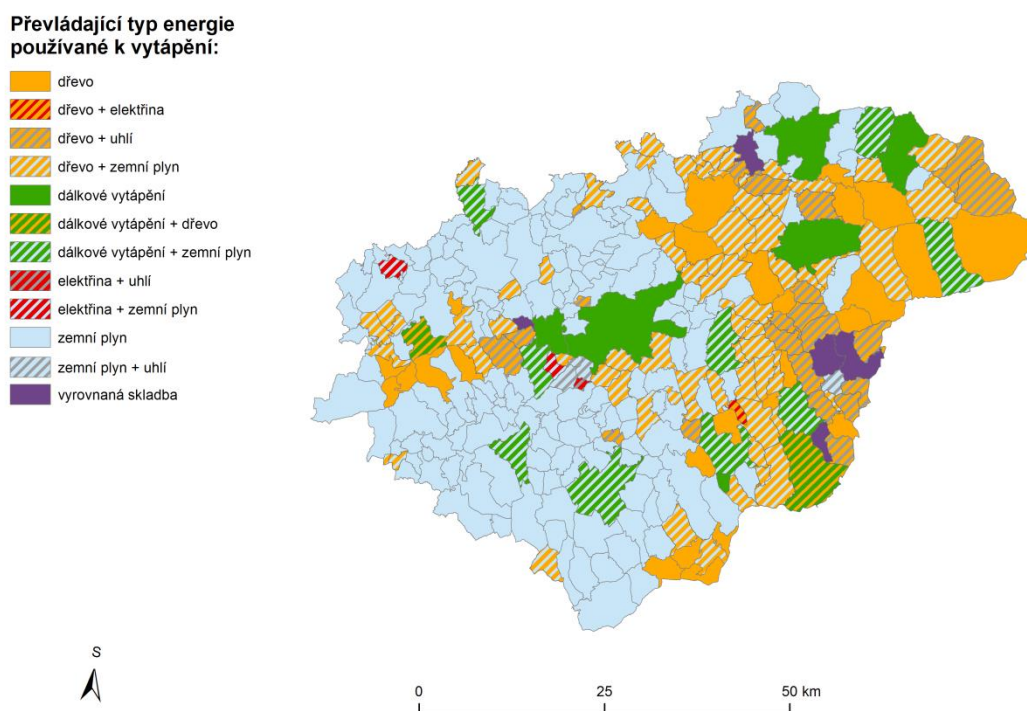
5.1 VYUŽÍVÁNÍ TYPU ENERGIE PRO VYTÁPĚNÍ

Mezi první výstupy práce patří analýza převládajícího typu vytápění v jednotlivých obcích zkoumaných krajů. Z dat o počtech bytů používajících konkrétní typ energie pro vytápění, sloužící jako podklad pro výpočty emisí z lokálních topenišť, byla zjištěna struktura převládajícího typu vytápění v obcích jednotlivých krajů. Ke klasifikaci obcí podle převládajícího typu vytápění byla využita metodika navržená v diplomové práci *Šnejdrly (2012)*, kde však byl hodnocen pouze Olomoucký kraj a ze staršího souboru dat o energii pro vytápění. Postup určení kategorie pro každou z 2 382 hodnocených obcí byl následující: pro jeden převládající typ vytápění byla hranice zvolena tak, že jeden nejvýznamnější typ vytápění musí být využíván ve více než 50 % bytů. Další skupinu kategorií tvoří dvojice převládajících typů energie používané k vytápění, které musí splňovat podmínku, že v součtu dávají nejvyšší společný podíl na počtu bytů. Poslední kategorii představuje vyrovnaná skladba. Tento případ nastal v případě, kdy podíl nejvýznamnějšího typu energie činil méně než 40 % a zároveň druhý a třetí typ byl vzájemně vyrovnaný, s rozdílem nepřesahujícím dva procentní body (*Šnejdrly, 2012*). Takto kategorizované obce byly následně zpracovány v prostředí programu ArcMap 10.0 do mapových výstupů.



Obr. 7: Převládající typ energie pro vytápění v Moravskoslezském kraji
(vlastní zpracování v programu ArcGIS 10.0).

Struktura paliv v **Moravskoslezském kraji** (obr. 7) je zastoupena téměř všemi typy energií i jejich kombinacemi, kromě vytápění čistě elektřinou. Z prostorového hlediska je zřejmé, že severozápadní část a jihovýchodní část kraje je strukturně více pestrá, co se týče skladby paliv. Obce v okrese Bruntál se vyznačují skladbou paliv, kde převládá hlavně vytápění dřevem a kombinací dřevo/zemní plyn a dřevo/uhlí. V oblasti Ostravské pánve je dominantním palivem zemní plyn. Samotná Ostrava je v tomto ohledu zastoupena výhradně dálkovým vytápěním, stejně jako další větší města v tomto regionu. Výraznější změna je pozorovatelná opět v oblasti Beskyd, kde převládá vytápění dřevem a kombinací dřevo/zemní plyn, dřevo/uhlí nebo zemní plyn/uhlí. U některých obcí je pozorovatelná vyrovnaná skladba paliv, jako například u obce Čeladná v Beskydech, nebo naopak některé obce v Jeseníkách, například Rudná pod Pradědem. Stojí za to zmínit dvě obce na Karvinsku, které jsou vytápěny kombinací uhlí/elektřina, konkrétně se jedná o obce Stonava a Doubrava.

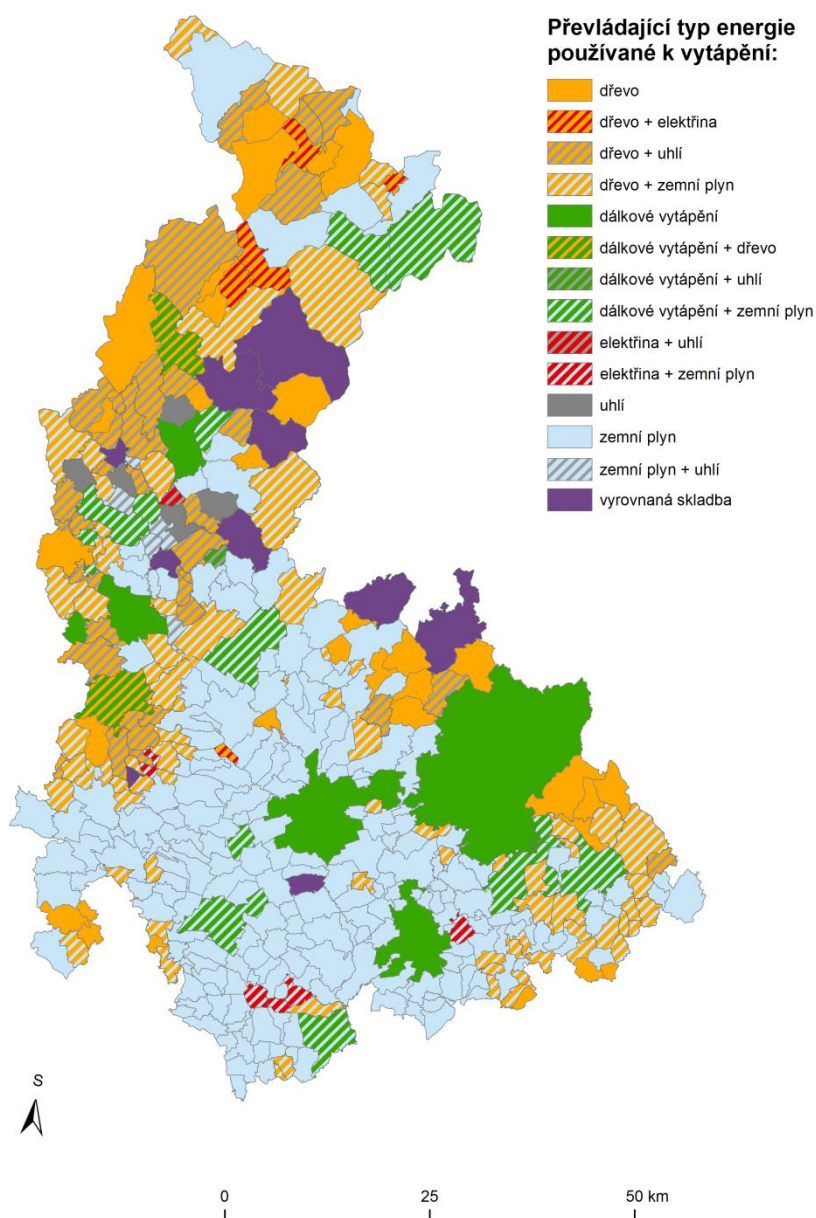


Obr. 8: Převládající typ energie pro vytápění ve Zlínském kraji
(vlastní zpracování v programu ArcGIS 10.0).

Zlínský kraj (obr. 8) lze z pohledu prostorové struktury převládajícího typu vytápění rozdělit na dvě části. Západní část, kde dominuje vytápění zemním plynem, a východní část, kde převládá topení dřevem a kombinacemi dřevo/uhlí a dřevo zemní plyn. Vytápění výhradně dřevem nebo jeho kombinací s jiným palivem lze také pozorovat v užším pásu obcí směrem na západ od Zlína a také v jeho jižním okolí. Větší sídla, jako je Zlín, Vsetín, Valašské Meziříčí nebo Otrokovice, jsou vytápěna výhradně dálkově. Vyrovnaná skladba paliv je viditelná například v obcích Lidečko a Francova Lhota u hranic se Slovenskem.

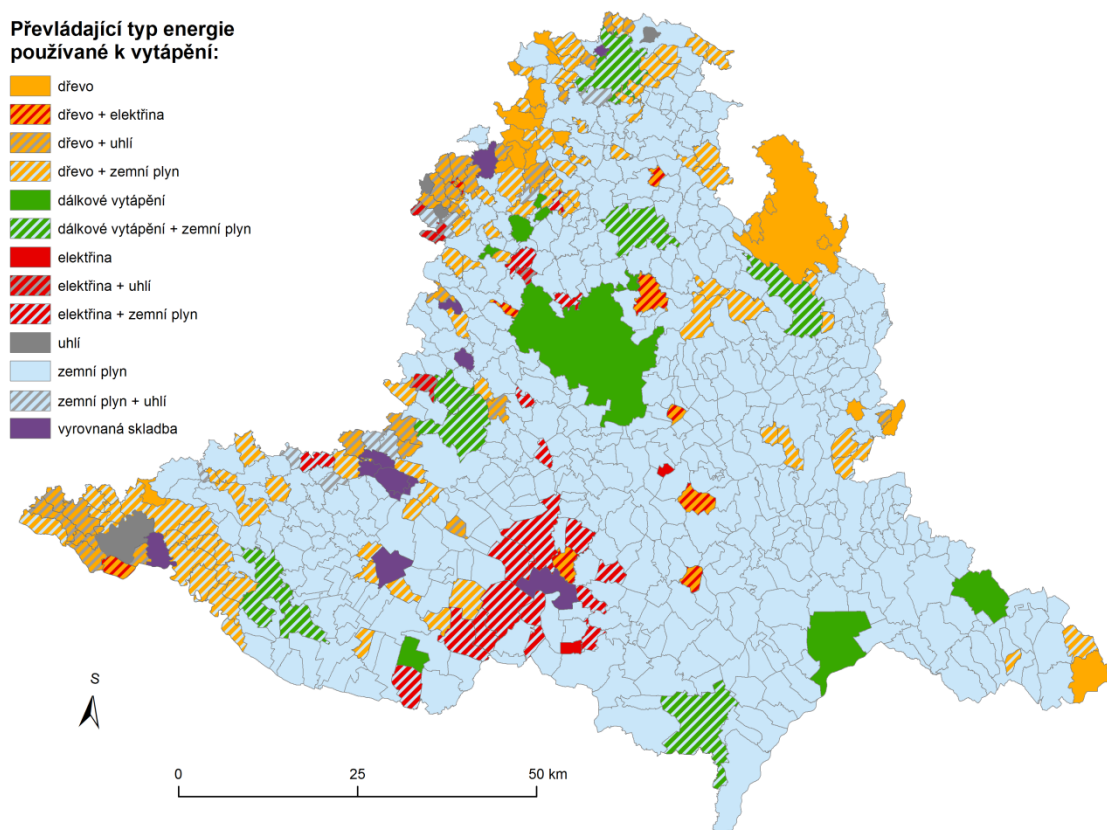
Olomoucký kraj (obr. 9) lze z pohledu převládajícího typu vytápění rozdělit do několika oblastí. V centrální a jižní části kraje dominuje v obcích vytápění zemním plynem. Zjevná je přítomnost dálkového vytápění ve větších sídlech jako Olomouc a Přerov. Převážně dálkově vytápěná je i oblast vojenského újezdu Libavá. Skladba paliv se mění s postupem na sever, kde začíná převládat vytápění dřevem a dalšími kombinacemi paliv, např. dřevo/zemní plyn nebo dřevo/uhlí. Dřevo jako palivo převládá také v obcích v oblasti Oderských vrchů.

V severní části kraje je také několik obcí, které jsou zastoupeny vyrovnanou skladbou paliv. Mezi tyto obce patří například Velké Losiny, Loučná nad Desnou, Sobotín nebo Moravský Beroun. Zajímavá je taky přítomnost elektřiny jako zdroje pro vytápění v kombinaci se dřevem u obcí jako Ostružná, Branná a Žulová, vzhledem k periferní oblasti, kde se tyto obce nachází.

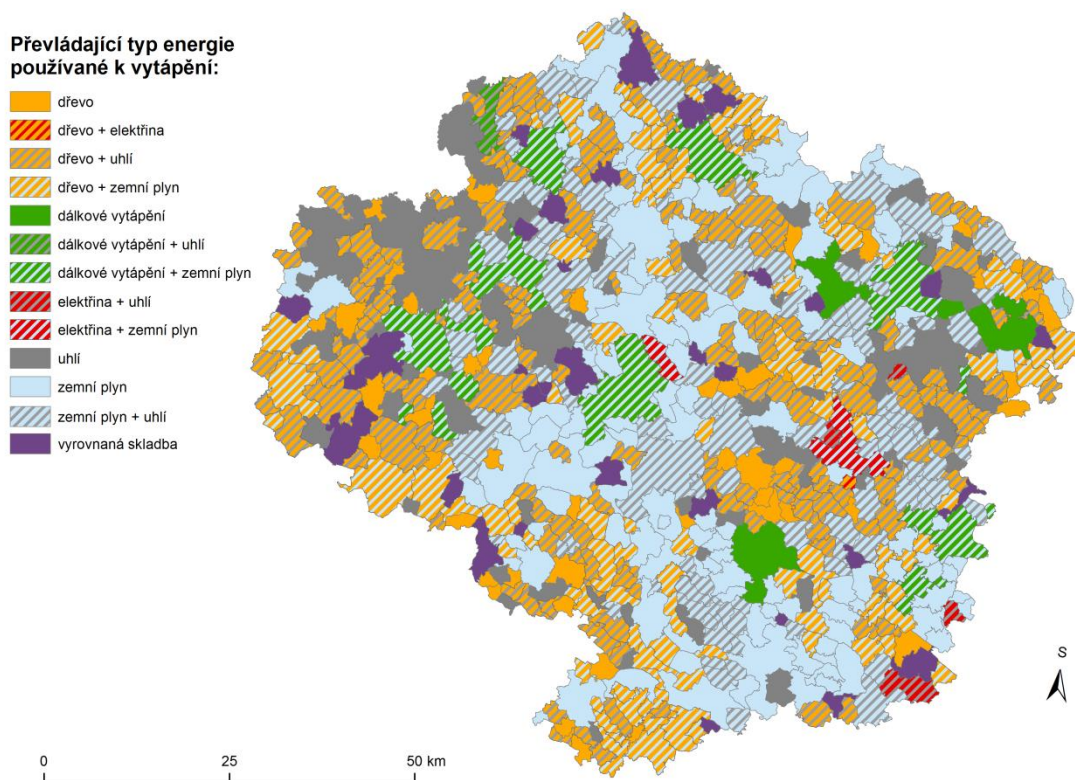


Obr. 9: Převládající typ energie pro vytápění v Olomouckém kraji (vlastní zpracování v programu ArcGIS 10.0).

Jihomoravský kraj (obr. 10) se vyznačuje oproti ostatním krajům téměř absolutní prostorovou dominancí vytápění zemním plynem. Obce vytápěné jiným druhem paliva, a to konkrétně dřevem a jeho kombinacemi s plynem a uhlím, se nachází hlavně v jihozápadním cípu kraje. Další obce s převládajícím výskytem vytápění dřevem se nachází v severní části kraje, v oblasti Hornosvratecké vrchoviny. Dřevo je dominantní také na území vojenského újezdu Březina. Zajímavý je také výskyt obcí vytápěných kombinací elektřina/zemní plyn. Tyto obce tvoří prostorový shluk v rámci kraje jižně od Brna a u hranic s Rakouskem. Jde například o obce jako Pohořelice, Vlasatice nebo Brod nad Dyjí. Celkově lze pozorovat, že západní okraj kraje ležící u hranic s krajem Vysočina se vyznačuje stoupajícím zastoupením tuhých paliv, tzn. dřeva a uhlí. Obce Starý Petřín a Lančov v jihozápadním cípu kraje jsou dokonce vytápěny dominantně uhlím.



Obr. 10: Převládající typ energie pro vytápění v Jihomoravském kraji
(vlastní zpracování v programu ArcGIS 10.0).

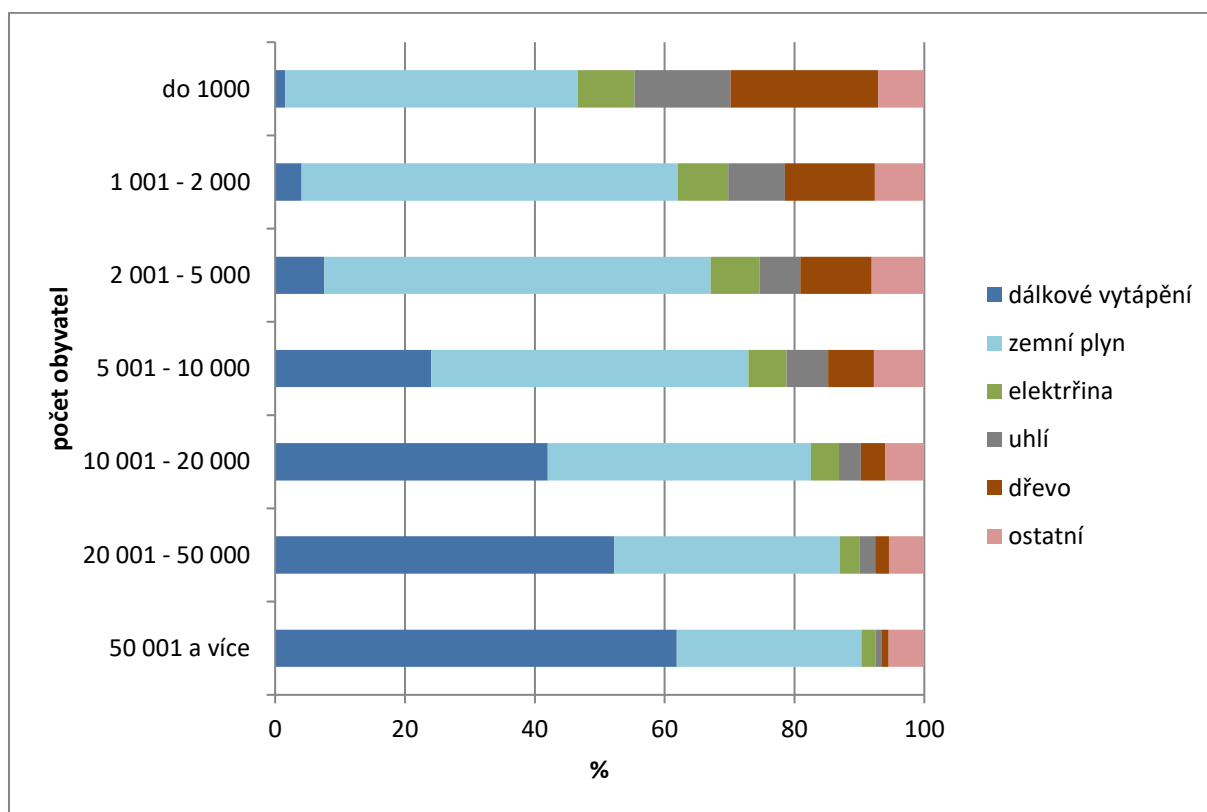


Obr. 11: Převládající typ energie pro vytápění v kraji Vysočina
(vlastní zpracování v programu ArcGis 10.0).

Kraj Vysočina se odlišuje z pohledu prostorové struktury převládajícího typu vytápění v obcích výrazněji ve srovnání s ostatními zkoumanými kraji. Zřetelná je velice pestrá struktura typu energie pro vytápění napříč celým krajem. Nelze jednoznačně vymezit jednotlivé části kraje s dominantním druhem paliva, tak jak tomu bylo v ostatních krajích. Rozdíl je naopak vidět v podobě vyššího počtu obcí vytápěných dřevem a také uhlím. Zemní plyn už není tak dominantním palivem jako v případě Jihomoravského kraje. Výrazné zastoupení vytápění právě uhlím je u obcí v okrese Pelhřimov. Důvodem je pravděpodobně fakt, že řada obcí v tomto okrese není plynofikována.

5.2 SKLADBA PALIV V ZÁVISLOSTI NA VELIKOSTI OBCÍ

Tato kapitola se zaměřuje na analýzu dat týkajících se skladby typu paliv používaných k vytápění v závislosti na velikosti obcí podle počtu obyvatel. Základem pro zpracování byl soubor dat obsahující údaje o skladbě paliv za jednotlivé obce dle REZZO 3 za rok 2015 a údaj o počtu obyvatel v těchto obcích podle ČSÚ ve stejném roce. Zastoupení typu paliva (energie) pro vytápění je následující: *dálkové vytápění, zemní plyn, elektřina, uhlí, dřevo* a kategorie *ostatní*. Do kategorie *ostatní* byla zařazena kapalná paliva, propan-butan a tepelná čerpadla, neboť jejich samostatné procentuální zastoupení bylo minimální. Data byla seřazena a rozdělena na základě údajů o počtu obyvatel do sedmi velikostních kategorií. Následně bylo vypočítáno procentuální zastoupení jednotlivých typu paliv pro každou velikostní kategorii. Analýza byla provedena rozsahově jak pro území jednotlivých krajů, tak pro celé zkoumané území dohromady. Výsledky jsou prezentovány v podobě skládaných pruhových grafů.

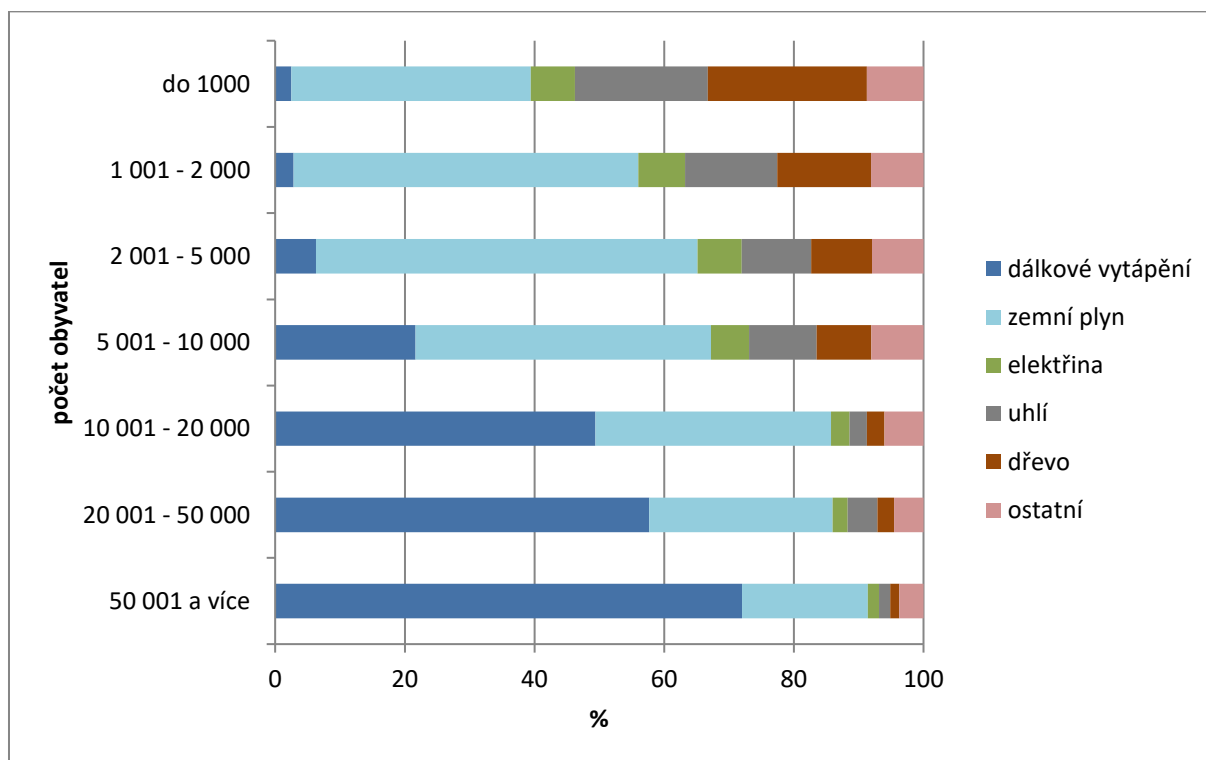


Obr. 12: Skladba energií k vytápění bytů v pěti zkoumaných krajích podle velikostních kategorií obcí (vlastní zpracování).

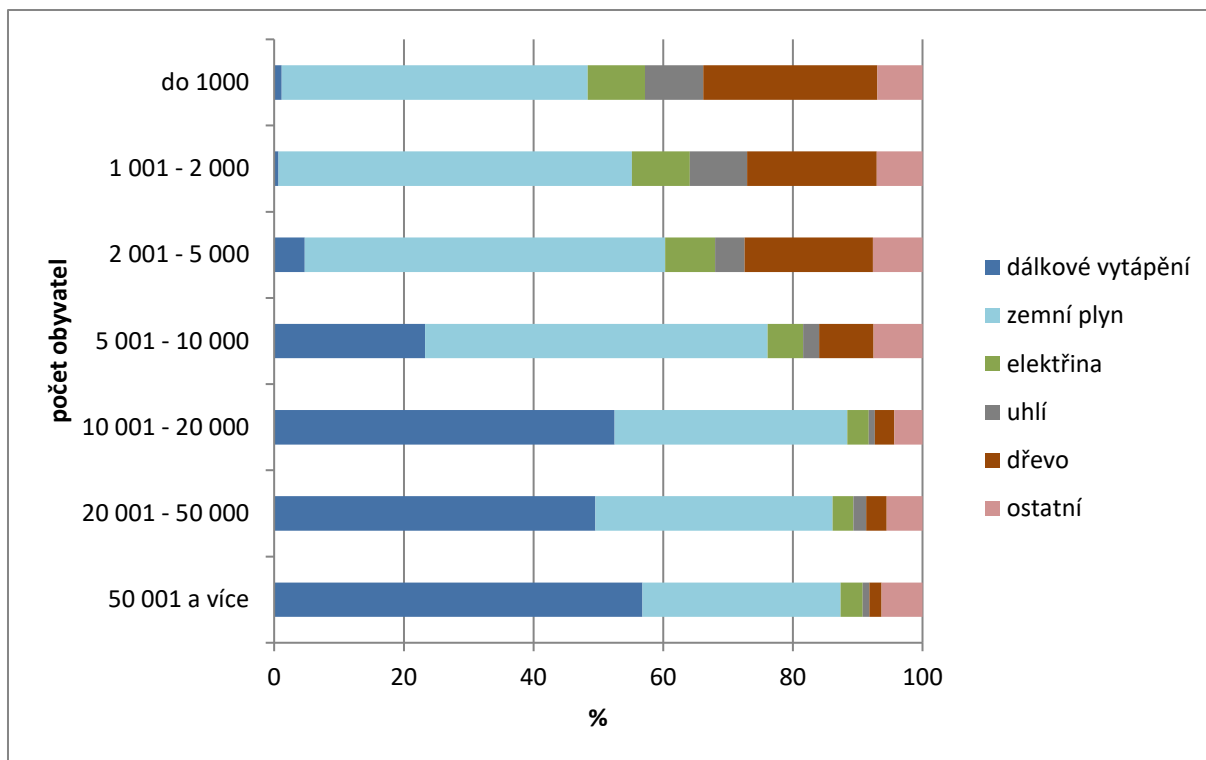
Data zpracovaná za celé území pěti zkoumaných krajů dohromady (obr. 12) ukazují obecně, že čím větší je obec z hlediska počtu obyvatel, tím větší podíl bytů je vytápěných dálkovým zdrojem. Toto je očekávatelné s ohledem na sídelní vývoj českých měst ve

20. století, kdy ve větších obcích vznikla panelová sídliště zásobovaná teplem ze společných kotelen či městských tepláren. U obcí s menším počtem je nejvýraznějším podílem zastoupen zemní plyn, který je nejvíce dominantní v obci od jednoho do pěti tisíc obyvatel. U nejmenší obcí do 1 000 obyvatel je také nejvíce zastoupen, protiváhu mu zde ale dělají společně dřevo a uhlí ve srovnatelném zastoupení. U menších obcí (v kategoriích do 10 tisíc obyvatel) je také ve srovnání s většími městy relativně výrazněji zastoupeno vytápění elektřinou. Ostatní zdroje vytápění jsou zastoupeny napříč všemi kategoriemi obcí podle počtu obyvatel zhruba stejným podílem.

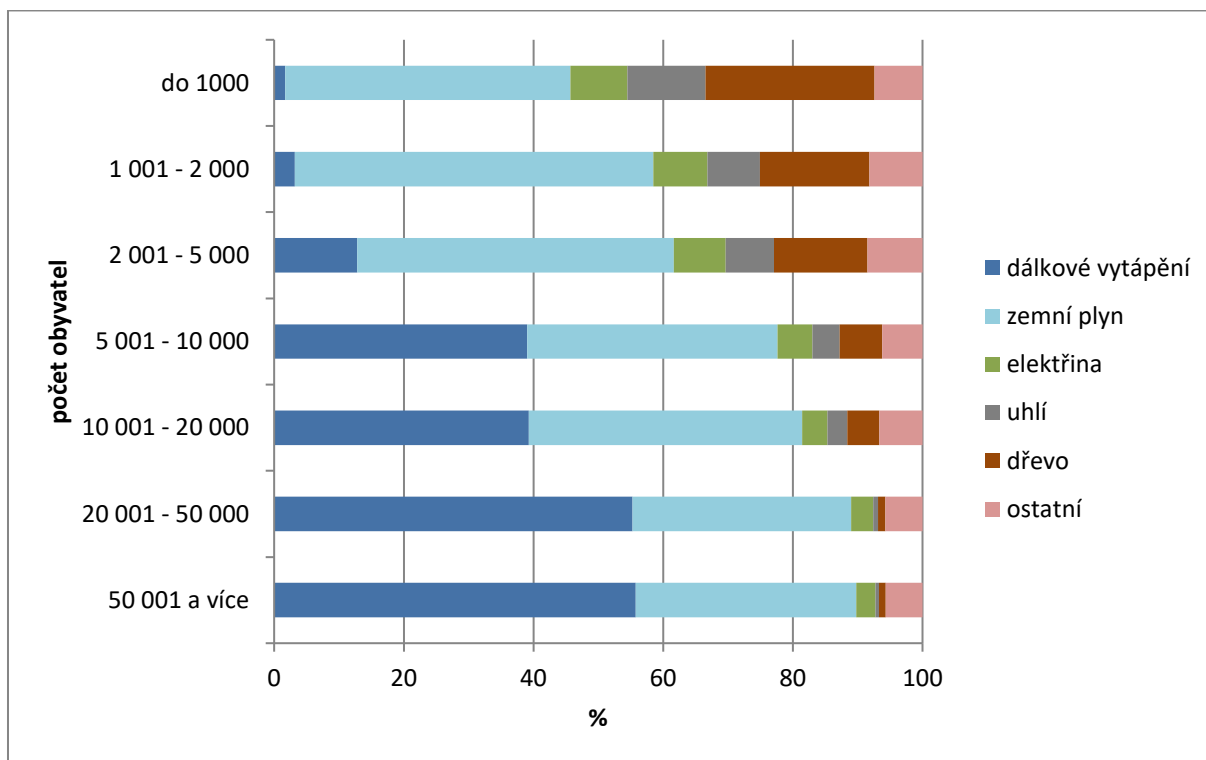
V **Moravskoslezském kraji** (obr. 13) lze pozorovat výraznou převahu dálkového vytápění v obcích nad 10 tis. obyvatel. Dálkové vytápění v kategorii obcí nad 50 tis. obyvatel dosahuje hodnoty nad 70 % a v tomto ohledu převyšuje ostatní zkoumané kraje. Tato procentuální hodnota u dálkového vytápění má souvislost s vyšším počtem měst nad 50 tis. obyvatel v ostravsko-karvinské aglomeraci a taktéž s průmyslovým charakterem regionu. S klesajícím počtem obyvatel stoupá zastoupení zemního plynu, ale zároveň také vytápění dřevem a uhlím, tak jako v celkovém souboru zkoumaných obcí.



Obr. 13: Skladba energií k vytápění bytů v Moravskoslezském kraji podle velikostních kategorií obcí (vlastní zpracování).



Obr. 14: Skladba energií k vytápění bytů ve Zlínském kraji podle velikostních kategorií obcí (vlastní zpracování).



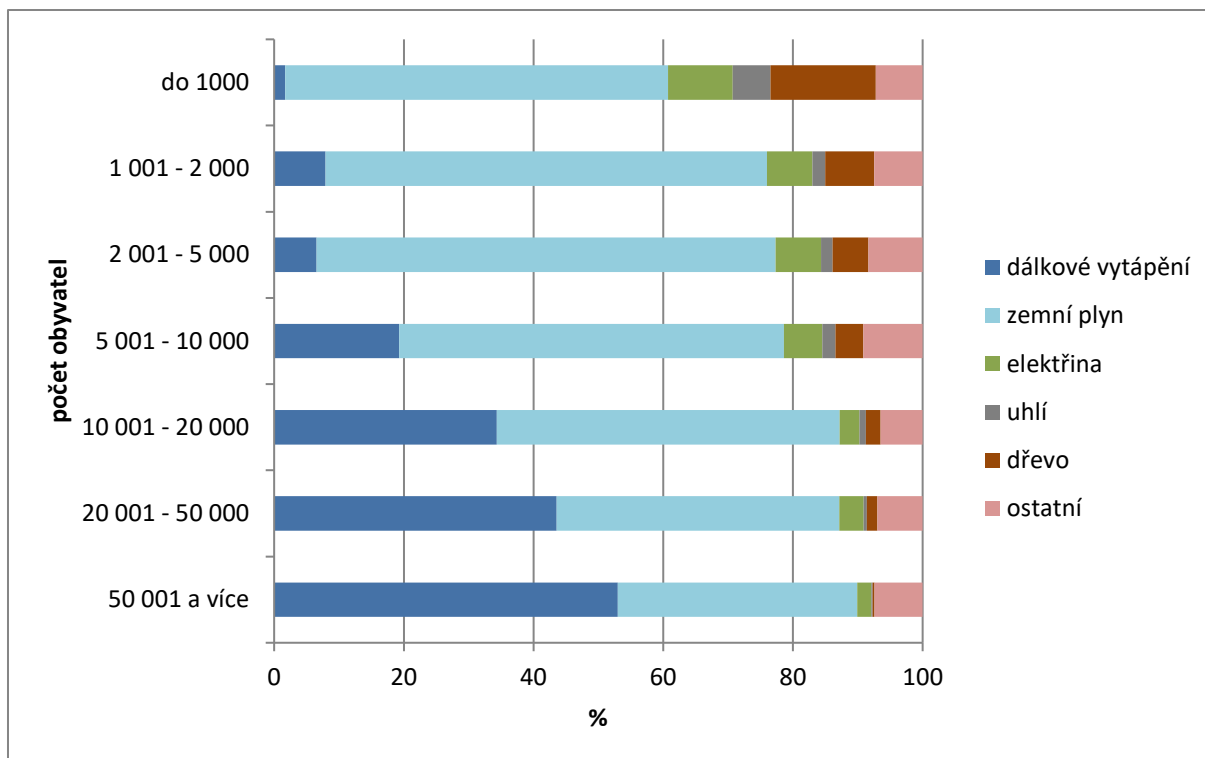
Obr. 15: Skladba energií k vytápění bytů v Olomouckém kraji podle velikostních kategorií obcí (vlastní zpracování).

Ve **Zlínském kraji** (obr. 14) lze pozorovat v zásadě obdobnou skladbu paliv ve všech kategoriích od 10 tis. obyvatel výše, a to tak, že převažuje dálkové vytápění (cca 50% podíl). V kategoriích do 10 tis. obyvatel se opět výrazně prosazuje zastoupení zemního plynu. Zastoupení vytápění dřevem je v tomto kraji mnohem výraznější ve srovnání s vytápěním uhlím, které je ve většině kategorií zastoupeno dokonce méně než elektřina. Největší zastoupení má vytápění dřevem v nejmenší kategorii obcí do 1000 obyvatel. Podíl vytápění ostatními zdroji je podobný v každé kategorii obcí podle počtu obyvatel.

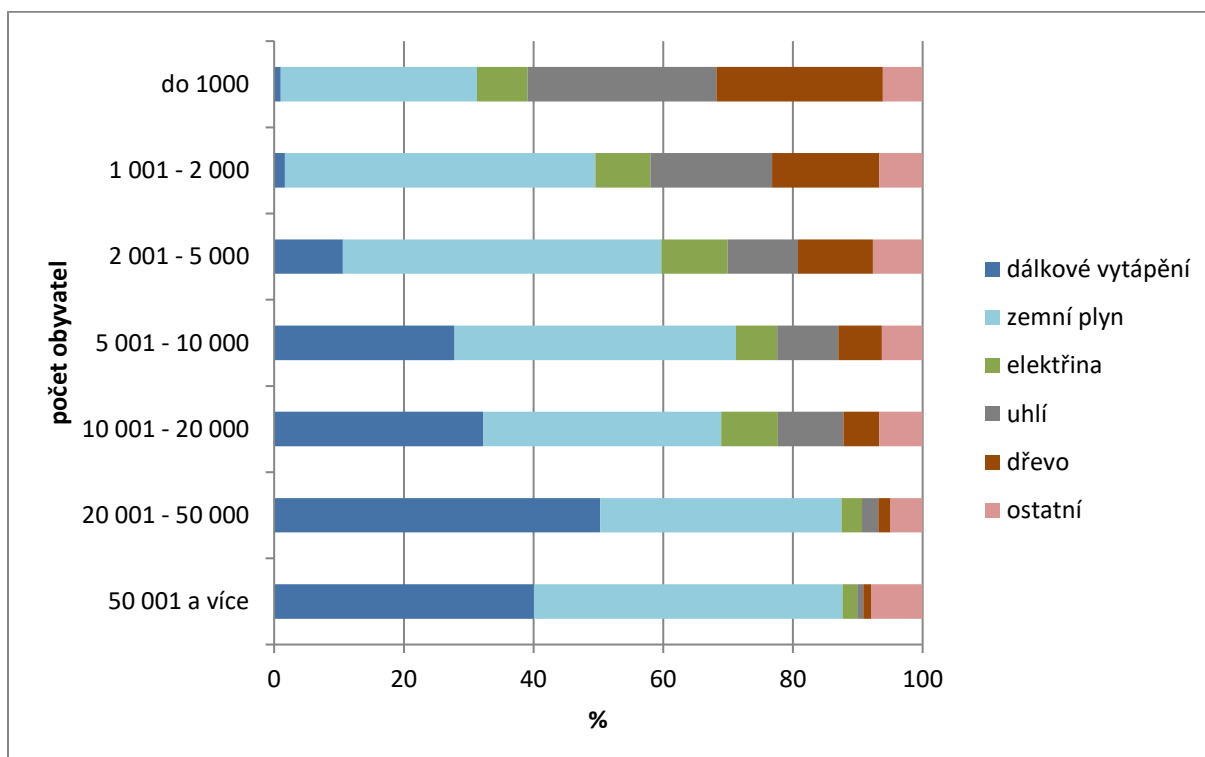
Situace v **Olomouckém kraji** (obr. 15) je obdobná jako v předchozích krajích, ovšem u obcí v kategorii 5 až 10 tisíc obyvatel je zde výraznější zastoupení dálkového tepla (cca 40%). Dálkové vytápění samozřejmě převládá také v kategorii obcí od 20 do 50 tis. obyvatel a nad 50 tis. obyvatel převažuje (s cca 50% podílem). Využití zemního plynu je i v tomto kraji významné ve všech velikostních kategoriích obcí a elektřina je opět ve svém zastoupení srovnatelná s využitím uhlí (u obcí nad 20. tis. obyvatel prakticky vytěsňuje z užívání uhlí i dřevo).

Skladba paliv v **Jihomoravském kraji** (obr. 16) se vyznačuje velmi dominantním zastoupením zemního plynu v kategoriích obcí do 10 tis. obyvatel. V kategoriích obcí od 10 tis. obyvatel a více začíná narůstat význam dálkového vytápění. Vysledovat jde taktéž nižší zastoupení vytápění tuhými palivy u obcí s menším počtem obyvatel, naopak srovnatelného nebo i vyššího podílu dosahuje vytápění elektřinou. Uhlí je v tomto kraji využíváno k vytápění zcela okrajově v porovnání s ostatními zkoumanými kraji.

V **Kraji Vysočina** (obr. 17) tvoří dálkové teplo a zemní plyn převážnou většinu v kategoriích obcí nad 5 tis. obyvatel. Podíl dálkového vytápění je přitom největší u kategorie obcí od 20 do 50 tis. obyvatel. Zemní plyn má vysoké zastoupení napříč všemi kategoriemi obcí (cca. 40 %). Pozorovatelná je změna skladby paliv v kategoriích obcí pod 5 tis. obyvatel, kde začíná výrazně narůstat podíl bytů vytápěných dřevem a uhlím. Srovnáme-li zastoupení tuhých paliv u obcí s nejmenším nebo nižším počtem obyvatel na Vysočině s obcemi v ostatních zkoumaných krajích, zjistíme, že právě v obcích tohoto kraje mají tuhá paliva nejvýraznější zastoupení a v řadě kategorií je uhlí srovnatelně významné nebo i významnější než dřevo.



Obr. 16: Skladba energií k vytápění bytů v Jihomoravském kraji podle velikostních kategorií obcí (vlastní zpracování).



Obr. 17: Skladba energií k vytápění bytů v Kraji Vysočina podle velikostních kategorií obcí (vlastní zpracování).

5.3 ZÁVISLOST PODÍLU TYPŮ VYTÁPĚNÍ NA NADMOŘSKÉ VÝŠCE

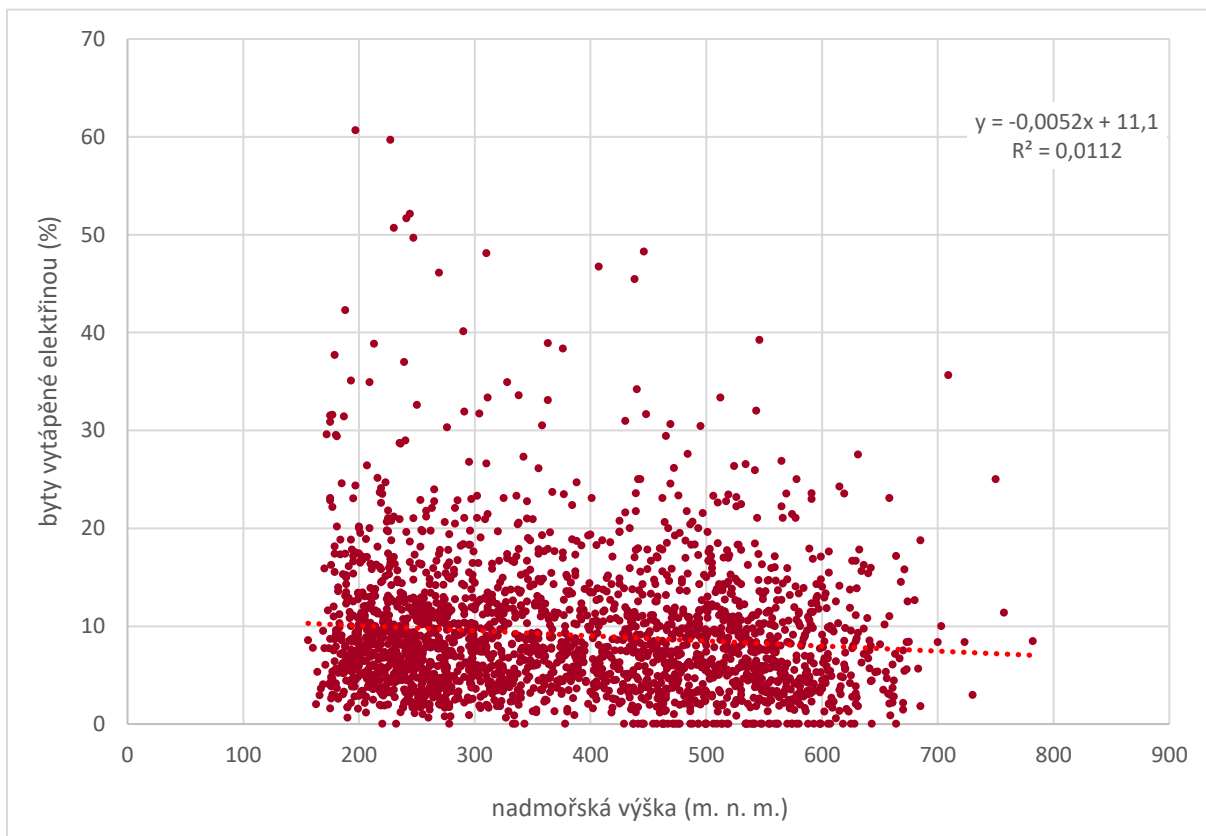
Nadmořská výška je důležitým geografickým faktorem v samotné krajinné struktuře a také v sídelní struktuře obcí, může proto mít vliv na skladbu používaných paliv. Množství emisí produkovaných lokálními topeništi je pak nadmořskou výškou samozřejmě také ovlivněno s ohledem na teplotní podmínky topného období, tuto závislost však zde nemá smysl zkoumat, protože je přímou součástí metodiky bilančního výpočtu stanovení emisí. Tato kapitola zkoumá data o rozložení procentuálních podílů typů vytápění vůči nadmořské výšce obcí. Byly vyhodnoceny podíly hlavních paliv a energií používaných k vytápění lokálně – zemní plyn, elektřina, uhlí a dřevo. Do souboru hodnocených bytů nebyly zařazeny dálkově vytápěné byty, neboť ty nespádají do skupiny lokálně vytápěných bytů. Jednotlivé podíly typů paliv (v %) byly vypočteny z absolutních hodnot počtů bytů vytápěných konkrétním typem paliva. Je hodnocen celý soubor 2 382 obcí najednou, bez krajského rozlišení, které v tomto případě nevykazovalo žádná zaznamatelná specifika. Údaje o hodnotách nadmořské výšky obcí byly převzaty z databáze *Oddělení emisí a zdrojů ČHMÚ*, které je používá v rámci zpracování emisní bilance REZZO 3. Jedná se o nadmořskou výšku tzv. definičního bodu obce, určenou pomocí analýzy výškopisu v GIS (*M. Modlík*, osobní komunikace).

Prvním zkoumaným typem paliva je **zemní plyn** (obr. 18). Graf rozložení hodnot potvrzuje relativně rozpoznatelnou závislost a trend, kde se většina obcí s významným podílem vytápění zemním plynem nachází v nižších nadmořských výškách a s rostoucí nadmořskou výškou podíl vytápění zemním plynem klesá. Podél osy x jsou seskupeny body obcí, v nichž má využití plynu k vytápění nulový podíl. Jedná se o neplynofikované obce, kde domácnosti nemají vytápění zemním plynem vůbec jako možnost volby. Tato skupina obcí se nekoncentruje do žádné konkrétní úrovně nadmořských výšek, neboť klíčovým faktorem plynofikace je především technologická distribuční odlehlost a počet potenciálních odběratelů v těchto obcích, kam zavedení rozvodů zemního plynu nebylo provedeno především s ohledem na velkou finanční nevýhodnost.

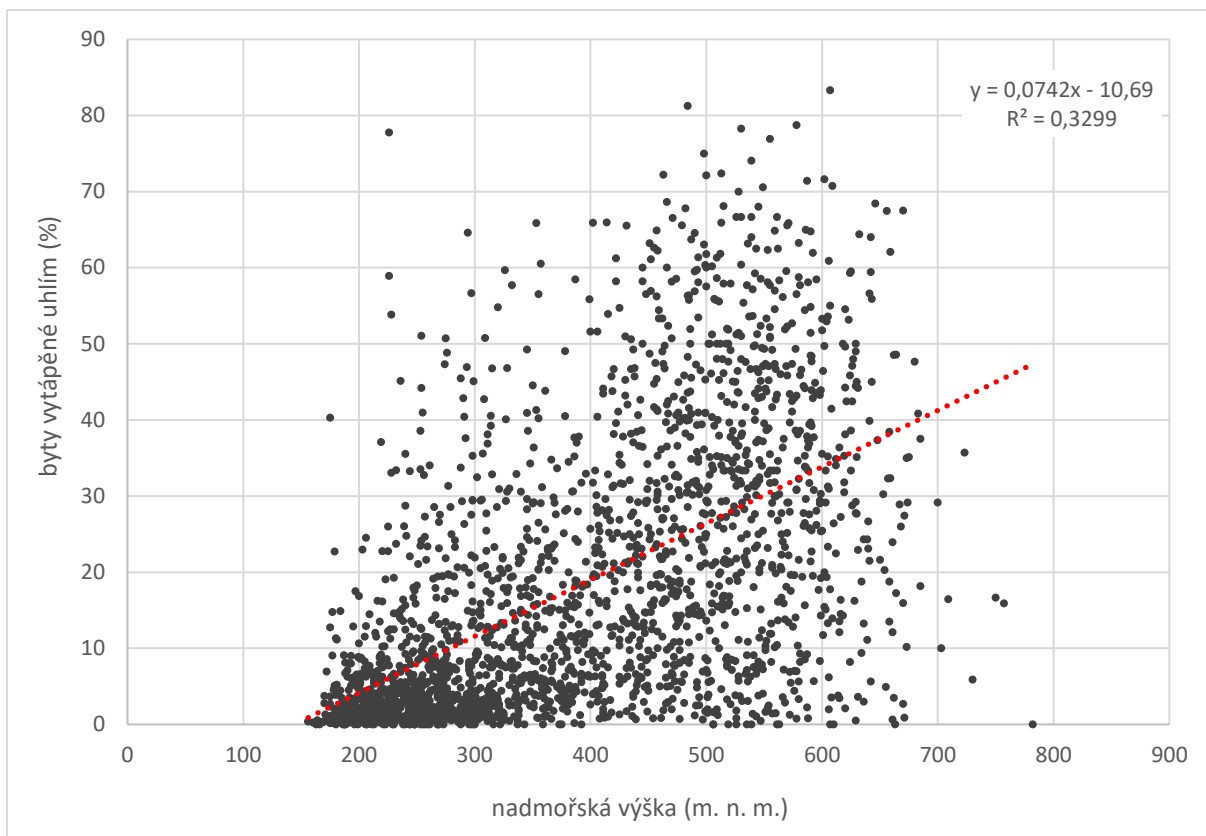
V případě lokálního vytápění bytů **elektřinou** (obr. 19) je situace zcela rozdílná. Ve vztahu podílu bytů vytápěných elektřinou a nadmořské výšky není možné vypočítat žádnou závislost. Celkově je podíl bytů vytápěných elektřinou nízký ve všech vertikálních úrovních a jejich rozložení je více reflektováno v horizontální (plošné) struktuře území.



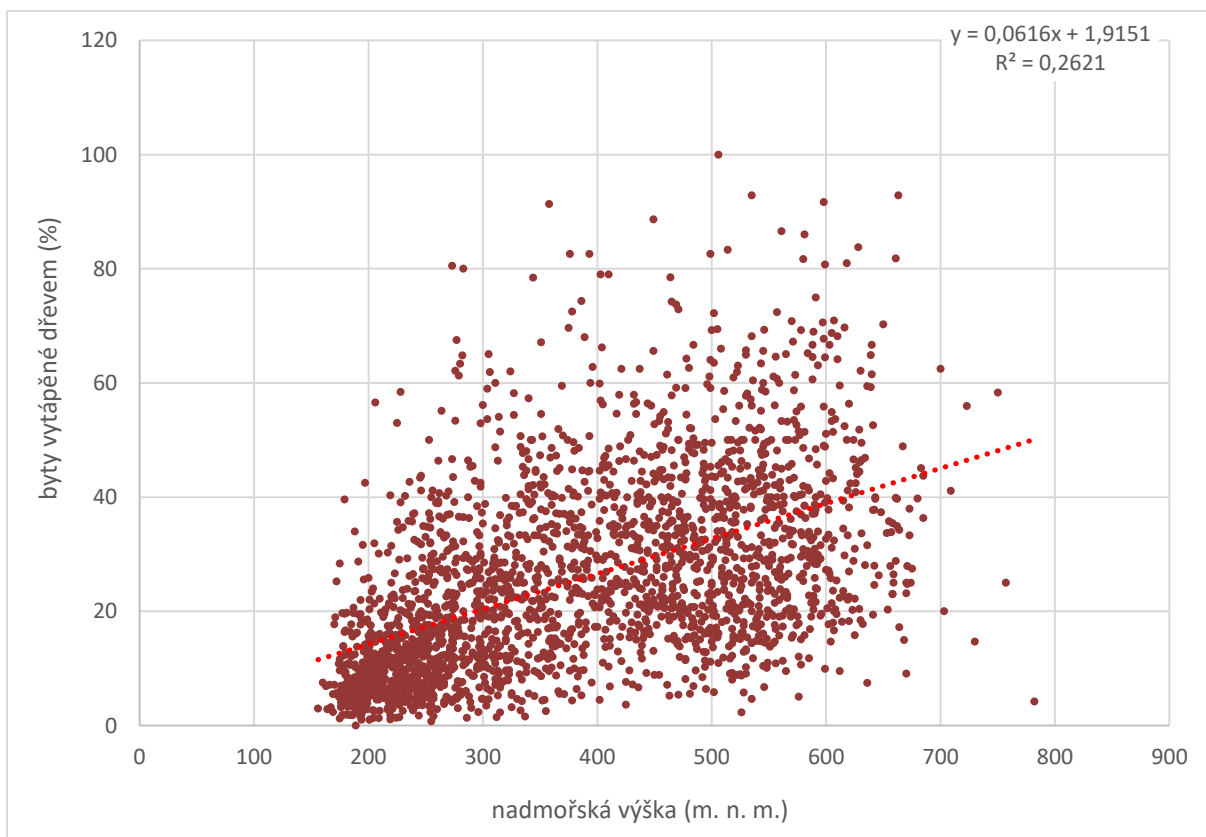
Obr. 18: Podíl zemního plynu na lokálním vytápění bytů a nadmořská výška (vlastní zpracování).



Obr. 19: Podíl elektřiny na lokálním vytápění bytů a nadmořská výška (vlastní zpracování).



Obr. 20: Podíl uhlí na lokálním vytápění bytů a nadmořská výška (vlastní zpracování).



Obr. 21: Podíl dřeva na lokálním vytápění bytů a nadmořská výška (vlastní zpracování).

Výraznější vztah nadmořské výšky a typů paliv k vytápění bytů vykazují podíly využití **uhlí** a **dřeva** (obr. 20 a 21). V obou případech lze pozorovat obdobné rozložení hodnot a obdobný trend, kdy v obcích do 300 m n. m. je podíl využití těchto paliv malý. Velmi omezené je využití v nízko položených obcích, zejména pokud jde o uhlí (jen málo z těchto obcí má jeho podíl využití vyšší než 10%). Podíl využití dřeva je celkově o něco vyšší, ale s nadmořskou výškou nenarůstá výrazněji než uhlí. To ukazuje, že volba uhlí i dřeva ve výše položených obcích může být ovlivněna spíše omezenější dostupností dálkového tepla či zemního plynu než fyzickou blízkostí zdrojů dřeva.

5.4 URČENÍ NADMOŘSKÉ VÝŠKY INTRAVILÁNU OBCÍ

Při zkoumání vztahu nadmořské výšky obcí a podílu využívaných paliv a energií bylo osobní komunikací s pracovníky Oddělení emisí a zdrojů ČHMÚ (konkrétně s panem Miroslavem Modlíkem) podrobněji zjištěno, jakým postupem je obcím v bilančním výpočtu emisí REZZO 3 stanovena nadmořská výška. Protože jde o důležitý geografický faktor, z něhož jsou následně regresní závislosti odvozeny hodnoty denostupňů pro určení potřeby tepla k vytápění domů a bytů v dané obci, je korektní stanovení nadmořské výšky důležité pro co nejpřesnější následný odhad emisí. Metodika emisní bilance ČHMÚ pracuje s definičními body obcí, které jsou polohově určeny Českým úřadem zeměměřickým a katastrálním (ČÚZK) v rovinných souřadnicích S-JTSK. Nadmořskou výšku těchto definičních bodů určili v ČHMÚ pomocí analýzy výškopisu v GIS.

Protože katastr obce a její intravilán (zastavěné území) nejsou totéž, bylo vhodné otestovat možnost určení nadmořské výšky přímo zastavěného území obce s využitím podrobných topografických dat v prostředí GIS. Konzultace s dr. Petrem Šimáčkem z Katedry geografie Přírodovědecké fakulty UP přinesla zjištění, že jak poskytnutí podrobných dat z databáze ZABAGED ke všem 2 832 obcím, tak jejich výpočetní zpracování nástroji ArcGIS, by výrazně přesahovalo rozsah i časové možnosti zpracování jedné kapitoly diplomové práce. Bylo doporučeno provést toto hodnocení na počtu 30 vhodně vybraných obcí. Kritériem pro výběr se stalo rovnoměrné zastoupení všech pěti krajů (z každého kraje tak mělo být vybráno šest obcí) a s ohledem na snahu zjistit míru vlivu metody určení nadmořské výšky na reprezentativnost zjištěné hodnoty bylo v každém kraji vybráno pět obcí s katastry ve vertikálně členitějším reliéfu. K těmto pěti vybraným obcím pak bylo jako šesté zvoleno krajské město. Přehled zhodnocených obcí uvádí tabulka 7. Konkrétně bylo provedeno určení nadmořské výšky intravilánu obcí s využitím polohy jednotlivých bloků budov v těchto obcích vůči výškopisu odvozenému z vrstvy vrstevnic s intervalem 2 m. Za tímto účelem byly využity nástroje GIS (podrobnější postup v prostředí ArcMap 10.0 je uveden *Metodice zpracování vstupních dat*, kap. 3.2). Při výpočtech bylo nutno postupovat po jednotlivých obcích vzhledem k rozsahům datových souborů. Po určení nadmořské výšky všech bloků budov v dané obci byla v prostředí Microsoft Excel provedena základní popisná statistika souboru – byla určena minimální a maximální hodnota nadmořské výšky a dále medián, průměrná hodnota a mezikvartilové rozpětí. Hodnota mediánu nadmořské výšky byla následně porovnána s jednak hodnotami nadmořských výšek obcí, které byly poskytnuty ČSÚ, a samozřejmě také s hodnotami nadmořských výšek, které využívá ČHMÚ jako vstupní hodnoty v rámci metodiky

výpočtu emisí. Údaj o nadmořské výšce pocházející ze souboru ČSÚ vyjadřuje nadmořskou výšku zastavěného areálu v metrech (podle baltského výškového systému). Vztahuje se nejčastěji na zeměpisný střed areálu (obvykle náměstí, návěs) a nadmořská výška pro potřeby statistiky byla převzata z Retrospektivního lexikonu obcí ČSSR 1850–1970 (Zelenková, 2017). V případě hodnot nadmořské výšky obcí převzatých od *Oddělení emisí a zdrojů ČHMÚ* je jejich určení odvozeno z definičního bodu obce. Obě tyto hodnoty nadmořských výšek obcí (jak ze souboru ČSÚ, tak od ČHMÚ) představují pouze jediný bod v daném katastru obce, byť reprezentující zastavěné území, nemusí být proto nejreprezentativnější informací o nadmořské výšce celého intravilánu.

Výsledné hodnoty za obce jsou prezentovány v tabulkách 7 a 8. Pokud srovnáme jednotlivé hodnoty nadmořských výšek, hodnoty získané z ČSÚ a převzaté od ČHMÚ se vzájemně moc neliší. Srovnáme-li pak hodnoty nadmořské výšky obcí získané výše zmíněnou analýzou s ostatními hodnotami, jsou pozorovatelné větší změny. Celkově lze konstatovat, že rozdíly v hodnotách nadmořské výšky jsou v řádech jednotek až po desítky metru a nelze zde hledat nějaký jednoznačný vzorec. Obecně platí, že vyšší rozdíly v nadmořské výšce jsou pozorovány u obcí, jejichž většina zástavby leží v údolních partiích obce, ale určitá část budov se nachází i ve vyšších nadmořských výškách. Příkladem jsou obce v oblasti Beskyd, jako je Ostravice, Čeladná, Nýdek nebo obce Velké Karlovice a Horní Bečva. V případě těchto dvou obcí byl zaznamenán největší rozdíl v určení nadmořské výšky v porovnání s hodnotou převzatou z ČSÚ a ČHMÚ. Zajímavé je také zjištění, že v případě obcí na Vysočině, konkrétně u Jihlavy a Havlíčkově Borové, byla zjištěna odchylka v hodnotě nadmořské výšce opačným směrem než u ostatních hodnocených obcí. Pokud jde o další krajská města, největší rozdíl nadmořské výšky v porovnání s hodnotami ČSÚ se objevuje u Brna, kde hodnota činí 53 m (zde se ale hodnota mediánu prakticky shoduje s údajem od ČHMÚ). V případě Zlína rozdíl činí 28 m, u Olomouce pouhý 1 m nadmořské výšky a u Ostravy je rozdíl 24 m.

Z hodnocení 30 vybraných obcí není možné učinit zobecňující závěr pro soubor všech 2 382 obcí, či dokonce pro všechny obce ČR. Toto výběrové srovnání se ale snaží přispět k metodickým možnostem zpřesnění hodnot nadmořské výšky vstupující do výpočtu emisní bilance. V případě dostatečně kapacitních možností využití ZABAGEDu by bylo možné touto cestou zjistit střední či průměrnou nadmořskou výšku všech budov v každé obci, tedy hodnotu přímo pro objektů potřebujících teplo k vytápění.

Tab. 7: Statistické hodnoty nadmořských výšek (m n. m.) intravilánu obcí určené pomocí nástrojů GIS (vlastní zpracování z podkladů ZABAGED).

| obec | MAX | Q3 | MEDIÁN | Q1 | MIN | průměr |
|--------------------------|------|-----|------------|-----|------|--------|
| Jihlava | 665 | 529 | 511 | 499 | 451 | 516 |
| Havlíčková Borová | 638 | 582 | 573 | 560 | 484 | 568 |
| Nové Město na Moravě | 808 | 642 | 608 | 595 | 551 | 624 |
| Bystřice nad Pernštejnem | 715 | 572 | 554 | 540 | 370 | 558 |
| Velké Meziříčí | 590 | 499 | 465 | 444 | 414 | 475 |
| Polná | 654 | 505 | 495 | 487 | 455 | 500 |
| Brno | 496 | 298 | 256 | 226 | 190 | 266 |
| Kunštát | 580 | 505 | 460 | 446 | 388 | 473 |
| Boskovice | 506 | 406 | 383 | 367 | 388 | 387 |
| Jedovnice | 546 | 496 | 483 | 472 | 440 | 485 |
| Blansko | 545 | 381 | 318 | 294 | 252 | 347 |
| Kuřim | 401 | 314 | 296 | 288 | 272 | 306 |
| Zlín | 462 | 292 | 258 | 229 | 193 | 271 |
| Luhačovice | 468 | 317 | 274 | 254 | 225 | 292 |
| Valašské Klobouky | 643 | 425 | 402 | 389 | 355 | 418 |
| Velké Karlovice | 937 | 650 | 585 | 539 | 495 | 606 |
| Horní Bečva | 834 | 625 | 581 | 542 | 475 | 589 |
| Vizovice | 492 | 348 | 318 | 300 | 272 | 329 |
| Olomouc | 437 | 236 | 217 | 214 | 208 | 236 |
| Staré Město | 1017 | 643 | 577 | 532 | 1017 | 599 |
| Velké Losiny | 716 | 448 | 416 | 402 | 382 | 438 |
| Jeseník | 1022 | 470 | 454 | 443 | 418 | 470 |
| Hanušovice | 709 | 512 | 405 | 394 | 375 | 444 |
| Loučná nad Desnou | 1339 | 578 | 508 | 491 | 445 | 550 |
| Ostrava | 335 | 252 | 236 | 224 | 200 | 239 |
| Malá Morávka | 1490 | 728 | 698 | 665 | 620 | 720 |
| Vrbno pod Pradědem | 1166 | 566 | 549 | 536 | 493 | 562 |
| Nýdek | 994 | 510 | 462 | 429 | 394 | 493 |
| Ostravice | 1311 | 501 | 449 | 409 | 381 | 463 |
| Čeladná | 1149 | 529 | 476 | 443 | 397 | 495 |

Tab. 8: Porovnání hodnot nadmořských výšek (m n. m.) intravilánu obcí určených pomocí nástrojů GIS s hodnotami převzatými z ČSÚ a ČHMÚ (vlastní zpracování).

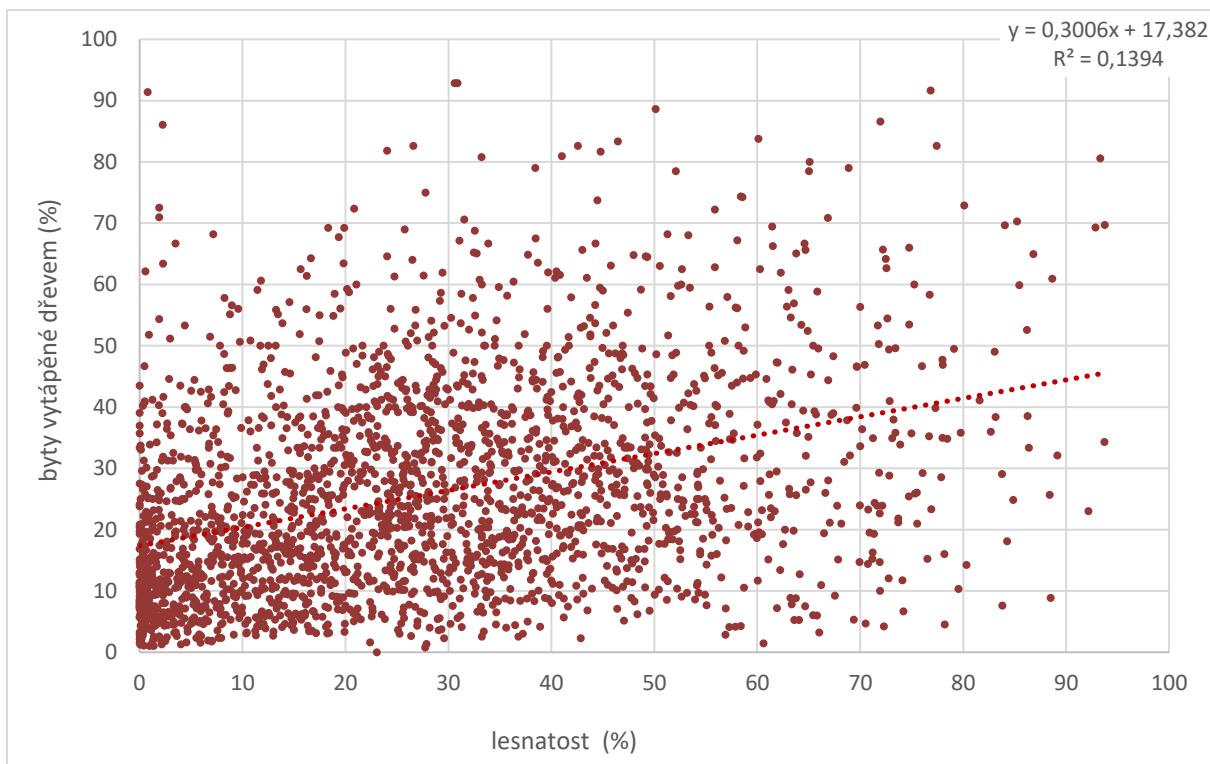
| obec | MEDIÁN | hodnota ČSÚ | hodnota ČHMÚ | rozdíl ČSÚ | rozdíl ČHMÚ |
|--------------------------|------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|
| Jihlava | 511 | 525 | 526 | -14 | -15 |
| Havlíčková Borová | 573 | 586 | 588 | -13 | -15 |
| Nové Město na Moravě | 608 | 594 | 599 | 14 | 9 |
| Bystřice nad Pernštejnem | 554 | 533 | 536 | 21 | 18 |
| Velké Meziříčí | 465 | 425 | 425 | 40 | 40 |
| Polná | 495 | 490 | 486 | 5 | 9 |
| Brno | 256 | 203 | 255 | 53 | 1 |
| Kunštát | 460 | 445 | 440 | 15 | 20 |
| Boskovice | 383 | 381 | 382 | 2 | 1 |
| Jedovnice | 483 | 470 | 477 | 13 | 6 |
| Blansko | 318 | 276 | 273 | 42 | 45 |
| Kuřim | 296 | 286 | 286 | 10 | 10 |
| Zlín | 258 | 230 | 221 | 28 | 37 |
| Luhačovice | 274 | 253 | 247 | 21 | 27 |
| Valašské Klobouky | 402 | 390 | 398 | 12 | 4 |
| Velké Karlovice | 585 | 512 | 508 | 73 | 77 |
| Horní Bečva | 581 | 505 | 507 | 76 | 74 |
| Vizovice | 318 | 296 | 296 | 22 | 22 |
| Olomouc | 217 | 218 | 217 | -1 | 0 |
| Staré Město | 577 | 538 | 541 | 39 | 36 |
| Velké Losiny | 416 | 406 | 394 | 10 | 22 |
| Jeseník | 454 | 432 | 431 | 22 | 23 |
| Hanušovice | 405 | 400 | 425 | 5 | -20 |
| Loučná nad Desnou | 508 | 490 | 491 | 18 | 17 |
| Ostrava | 236 | 212 | 230 | 24 | 6 |
| Malá Morávka | 698 | 660 | 658 | 38 | 40 |
| Vrbno pod Pradědem | 549 | 550 | 528 | -1 | 21 |
| Nýdek | 462 | 410 | 407 | 52 | 55 |
| Ostravice | 449 | 415 | 432 | 34 | 17 |
| Čeladná | 476 | 430 | 424 | 46 | 52 |

5.5 PODÍL VYTÁPĚNÍ DŘEVEM A LESNATOST OBCÍ

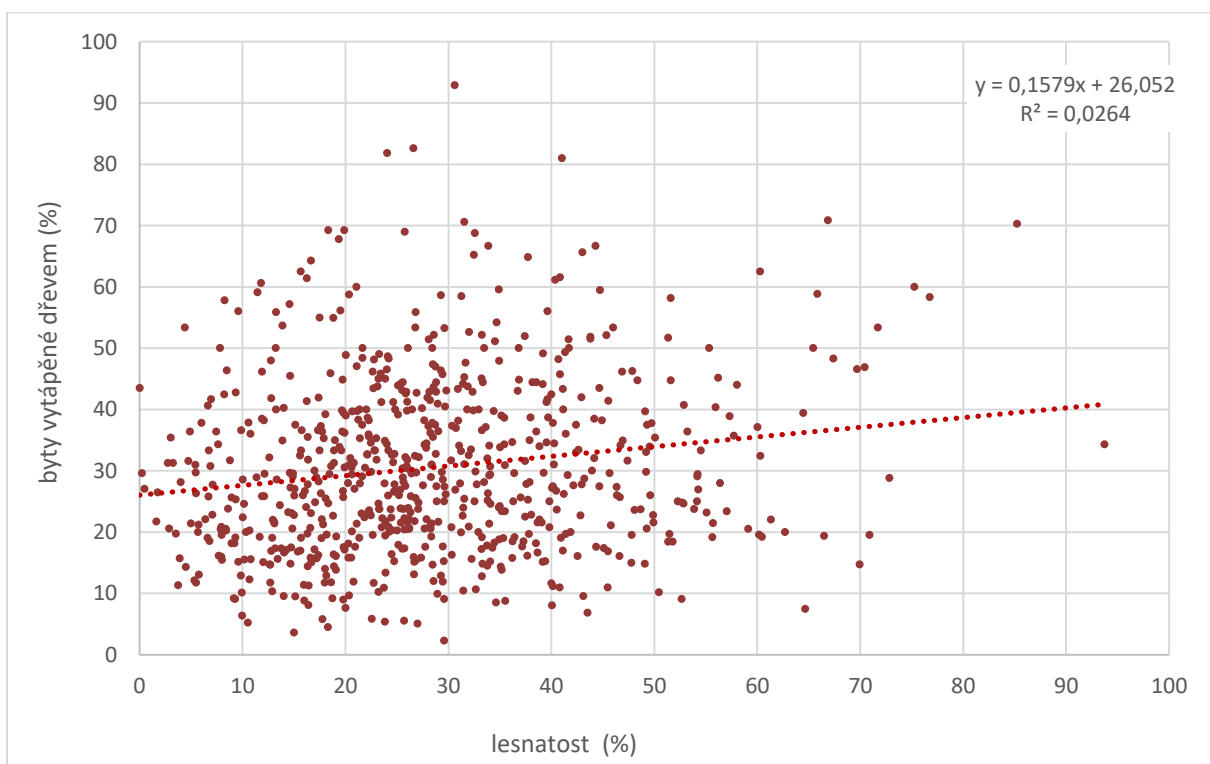
Předposledním geografickým aspektem hodnoceným v této diplomové práci je lesnatosti obcí a podíl vytápění dřevem. Jak ukázala kap. 5.3, existuje určitý trend vyššího podílu vytápění dřevem ve výše položených obcích. Ty mohou obecně vykazovat vyšší podíl či rozlohu lesních pozemků, a tak je otázkou, zda faktická blízkost či rozlehlost lesů výrazněji přispívá k volbě dřeva jako paliva k vytápění. K prozkoumání tohoto vztahu byla využita data o lesních plochách jednotlivých obcí převzatá z Českého statistického úřadu, z nichž byla dopočítána lesnatost (v %) jako podíl lesních ploch na celkové katastrální výměře každé obce. Dále byl použit podíl bytů vytápěných dřevem na lokálním vytápění bytů – jednotlivé podíly bytů vytápěných dřevem v obcích zkoumaných krajů byly vypočteny z absolutních hodnot počtů bytů vytápěných konkrétním typem paliva, avšak bez zahrnutí bytů vytápěných dálkově. Jak už bylo zmíněno v kap. 5.3, dálkové teplo nepatří do kategorie lokálně vytápěných bytů. Pro celý soubor obcí i pro každý ze zkoumaných krajů byl vytvořen graf rozložení hodnot.

Pokud se podíváme na celkový soubor bez rozdílu příslušnosti obcí ke krajům (obr. 22), lze pozorovat mírný nárůst podílu využití dřeva s rostoucí lesnatostí. Jednotlivé body grafu jsou však velmi rozptýlené od regresní přímky a hodnota spolehlivosti R^2 je tak nízká. Nelze tedy mezi oběma datovými sadami hledat těsnější závislost. Pokud se podíváme na grafy jednotlivě znázorňující situaci ve zkoumaných krajích (obr. 23–27), je možné pozorovat rozdíly. Na Vysočině je jen málo obcí s nízkou lesnatostí, nicméně podíl bytů vytápěných dřevem je velmi různorodý nezávisle na lesnatosti (R^2 je velmi blízká 0). V Jihomoravském a Olomouckém kraji má řada obcí velmi nízkou lesnatost a současně nízký podíl využití dřeva k vytápění, což koresponduje jak s výrazněji zemědělským (a tedy odlesněným) charakterem nížinatých oblastí těchto dvou krajů, jednak s velkým zastoupením využití zemního plynu i v menších obcích těchto krajů. V Moravskoslezském a především Zlínském kraji je vztah mezi lesnatostí a využitím dřeva k vytápění zřetelnější, přesto hodnoty R^2 ani v těchto krajích neukazují na těsnější závislost obou datových sad.

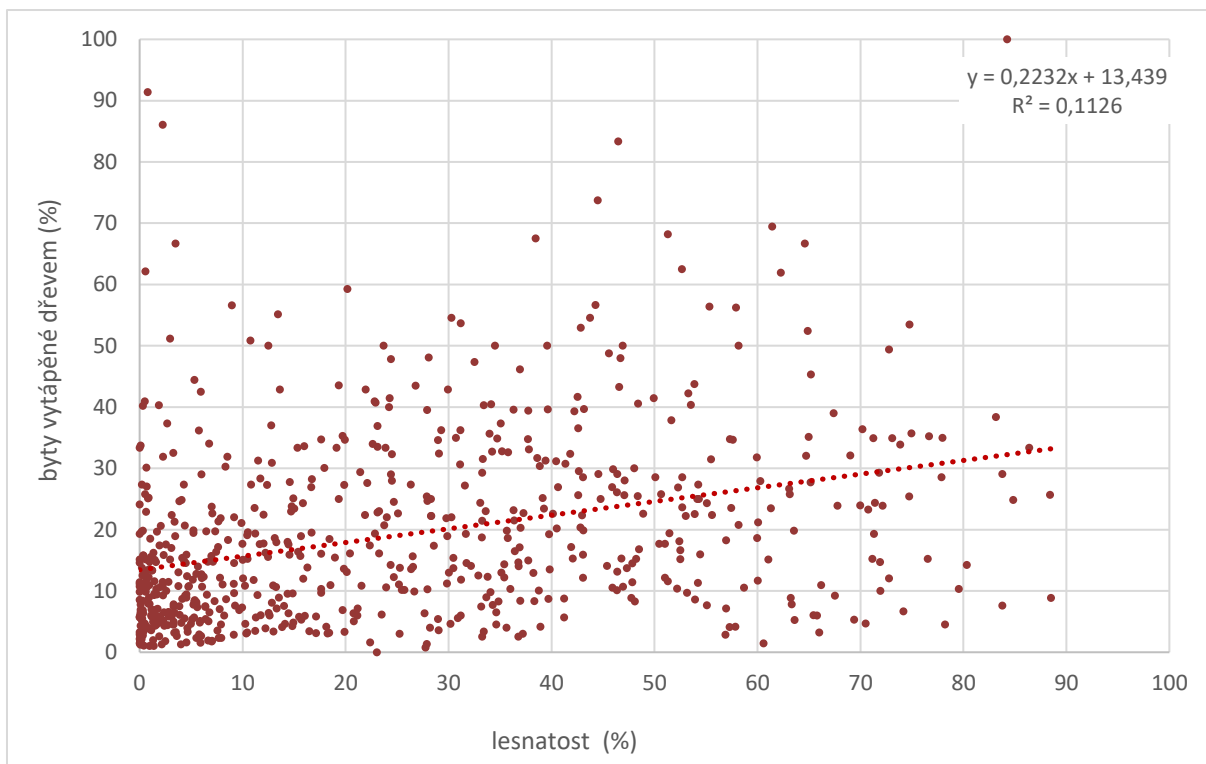
Vysvětlení celkově nízké těsnosti vazby obou datových sad je možné hledat v současném způsobu opatřování dřeva jako paliva k vytápění domácností. To má dnes převážně obdobný charakter jako v případě pořizování uhlí – palivové dřevo a jeho varianty (peletky apod.) se nakupují jednorázově do zásoby a pro jeho získání tak není podstatná faktická blízkost lesa. Dřevo se běžně nakupuje i ze vzdálenějších zdrojů, odkud se přepraví ke spotřebiteli.



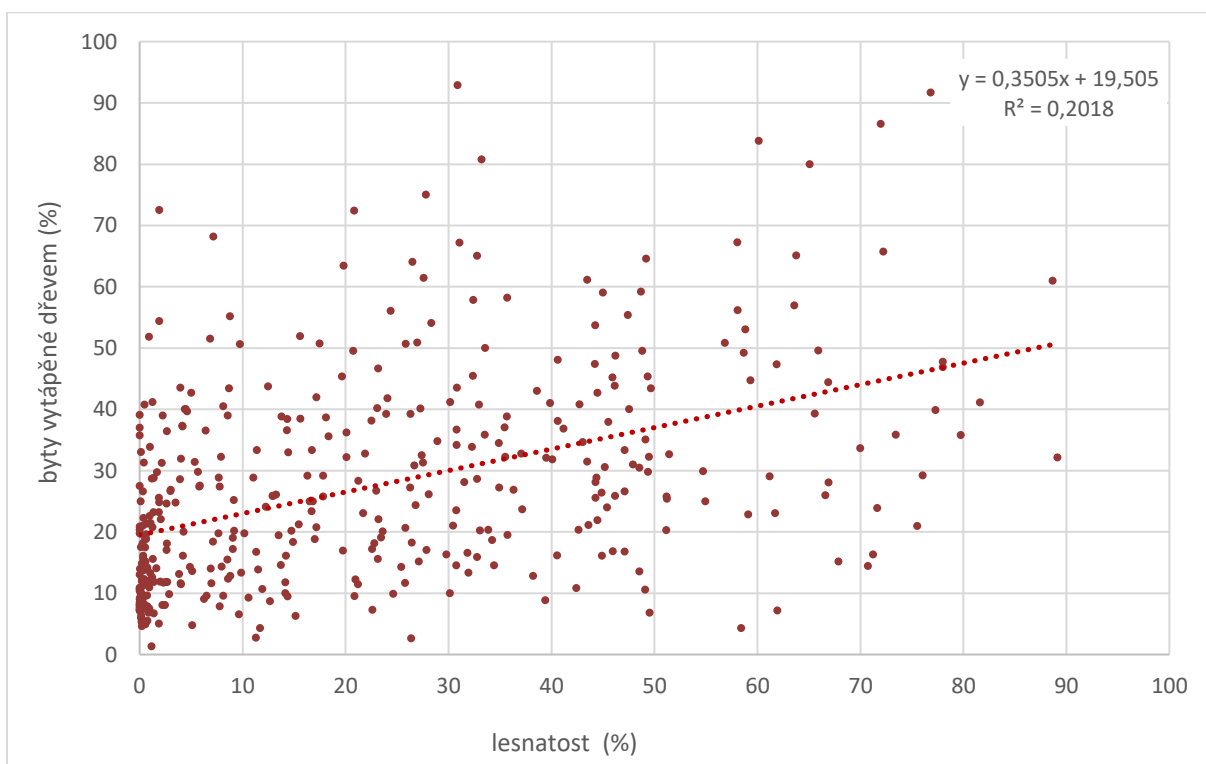
Obr. 22: Podíl dřeva na lokálním vytápění bytů a lesnatost – zkoumané kraje celkem
(vlastní zpracování z dat ČHMÚ a ČSÚ).



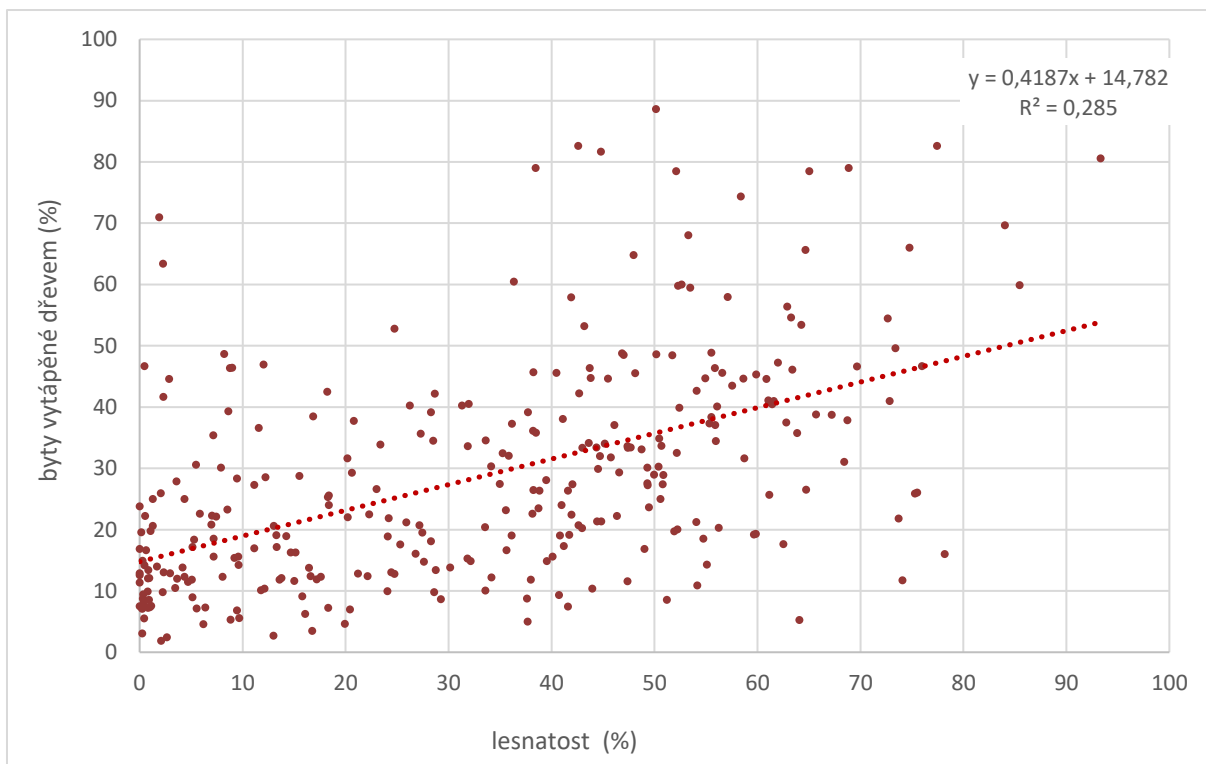
Obr. 23: Podíl dřeva na lokálním vytápění bytů a lesnatost – Kraj Vysočina
(vlastní zpracování z dat ČHMÚ a ČSÚ).



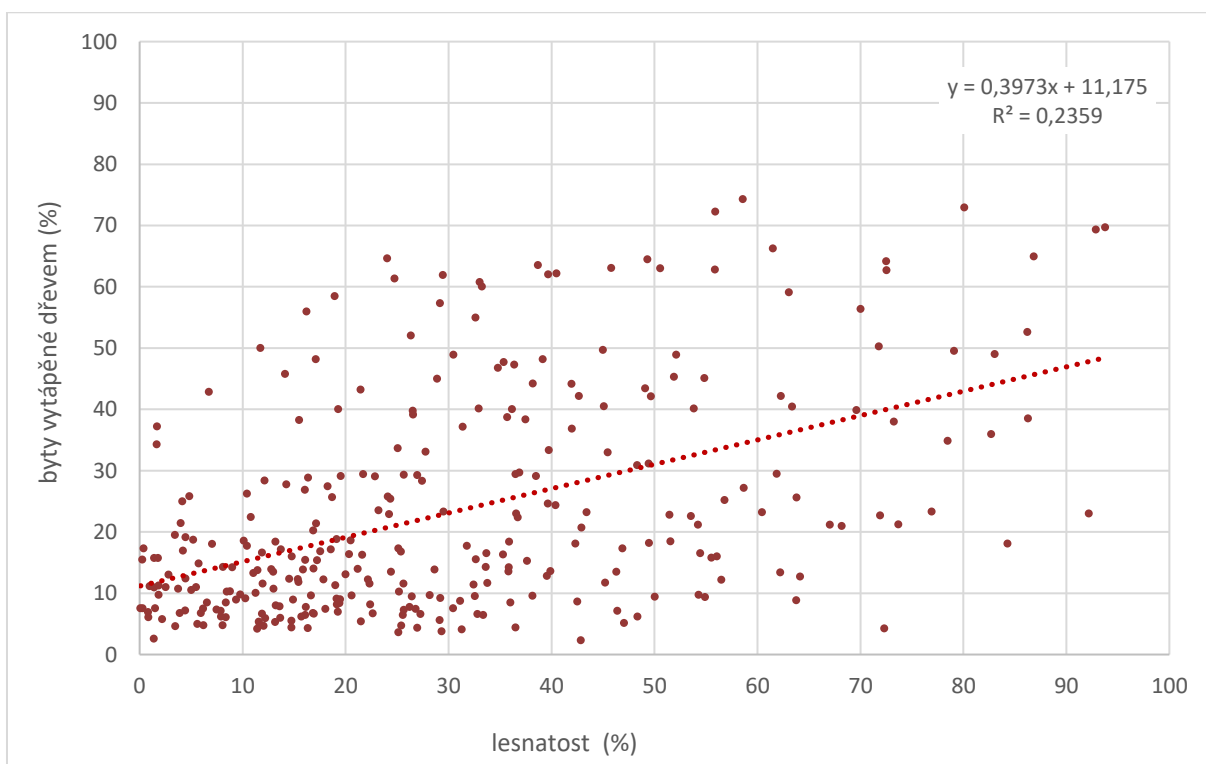
Obr. 24: Podíl dřeva na lokálním vytápění bytů a lesnatost – Jihomoravský kraj
(vlastní zpracování z dat ČHMÚ a ČSÚ).



Obr. 25: Podíl dřeva na lokálním vytápění bytů a lesnatost – Olomoucký kraj
(vlastní zpracování z dat ČHMÚ a ČSÚ).



Obr. 26: Podíl dřeva na lokálním vytápění bytů a lesnatost – Zlínský kraj
(vlastní zpracování z dat ČHMÚ a ČSÚ).



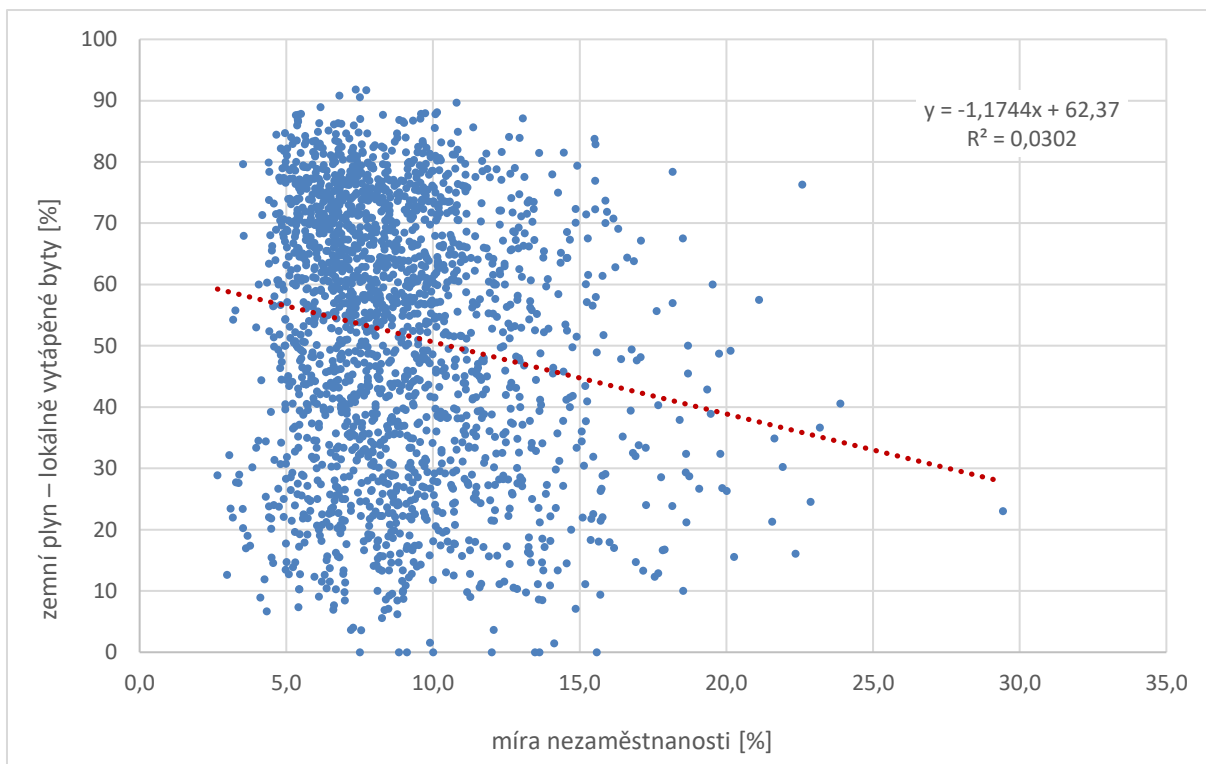
Obr. 27: Podíl dřeva na lokálním vytápění bytů a lesnatost – Moravskoslezský kraj
(vlastní zpracování z dat ČHMÚ a ČSÚ).

5.6 PODÍL TYPŮ VYTÁPĚNÍ A MÍRA NEZAMĚSTNANOSTI

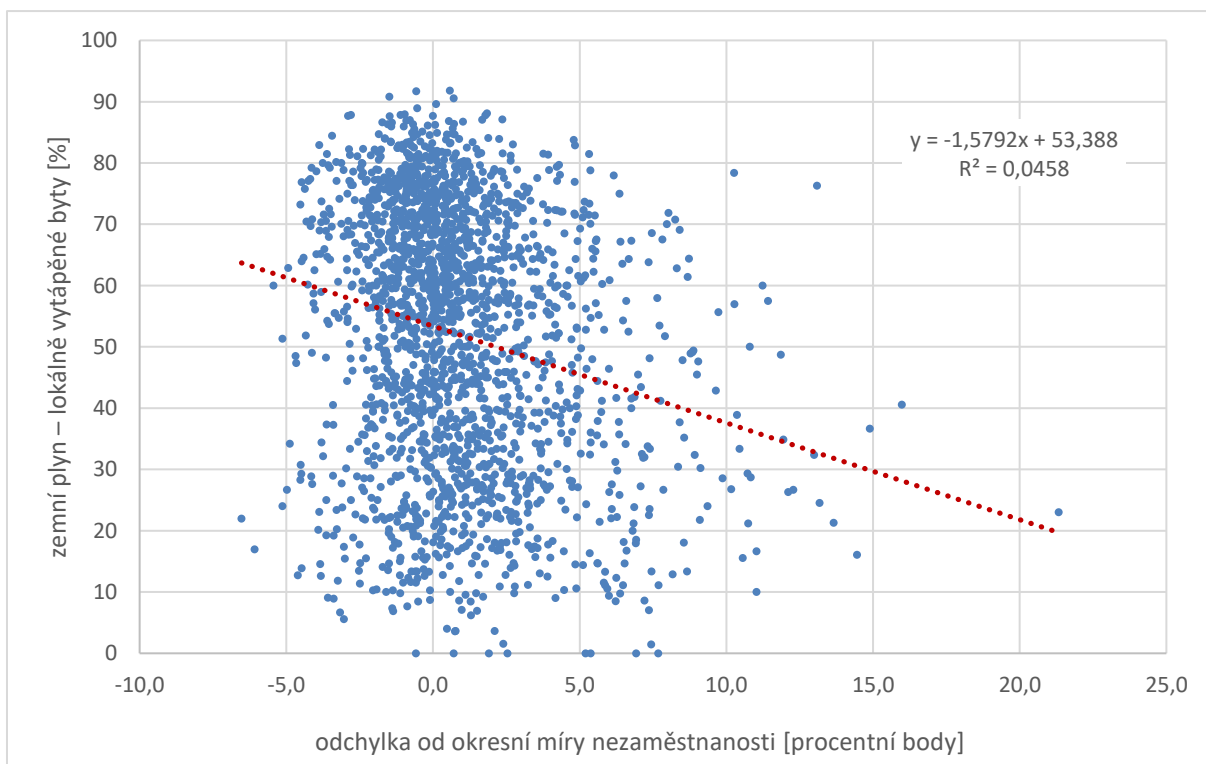
Poslední část analýzy prověřuje, zda existuje nějaká míra závislosti podílu jednotlivých typů energií pro vytápění na ekonomické úrovni obyvatel dotčených obcí, reprezentované průměrnou mírou nezaměstnanosti za delší časové období. Data o procentuálním zastoupení jednotlivých druhů energií na lokálním vytápění (zemní plyn, elektřina, uhlí a dřevo) byla vynesena do grafů společně s údaji o nezaměstnanosti. Je nutno podotknout, že v této kapitole byly použity pouze plynofikované obce (aby faktická nedostupnost zemního plynu nezkreslovala otázku možností volby paliv) a stejně jako v předchozích kapitolách byly hodnoceny jen lokálně vytápěné byty, tedy bez zastoupení dálkového vytápění. Hodnoty míry nezaměstnanosti za obce byly získány z portálu ČSÚ (sekce Územně analytické podklady) a byl proveden výpočet průměrné nezaměstnanosti za roky 2010 až 2015 (bez roku 2012, pro který data nebyla k dispozici). Zároveň byla na webu Ministerstva práce a sociálních věcí (MPSV) dohledána data o míře nezaměstnanosti pro celé okresy za stejné období a ta posloužila k určení odchylky míry nezaměstnanosti v dané obci od okresního průměru (tímto způsobem byly obce výrazněji ohodnoceny jako ekonomicky podprůměrné či nadprůměrné ve vztahu ke svému bližšímu regionu). Zhodnocení je v tomto případě prezentováno pro soubor všech obcí najednou, bez krajského členění, které neodhalilo výraznější specifika.

V případě vztahu míry nezaměstnanosti a podílu vytápění zemním plynem (obr. 28) se opět projevuje značný rozptyl hodnot, mezi oběma datovými sadami nelze hledat těsnější souvislost. I v případě, kdy je míra nezaměstnanosti nahrazena odchylkou nezaměstnanosti od okresního průměru (obr. 29), zůstává rozptyl hodnot vysoký.

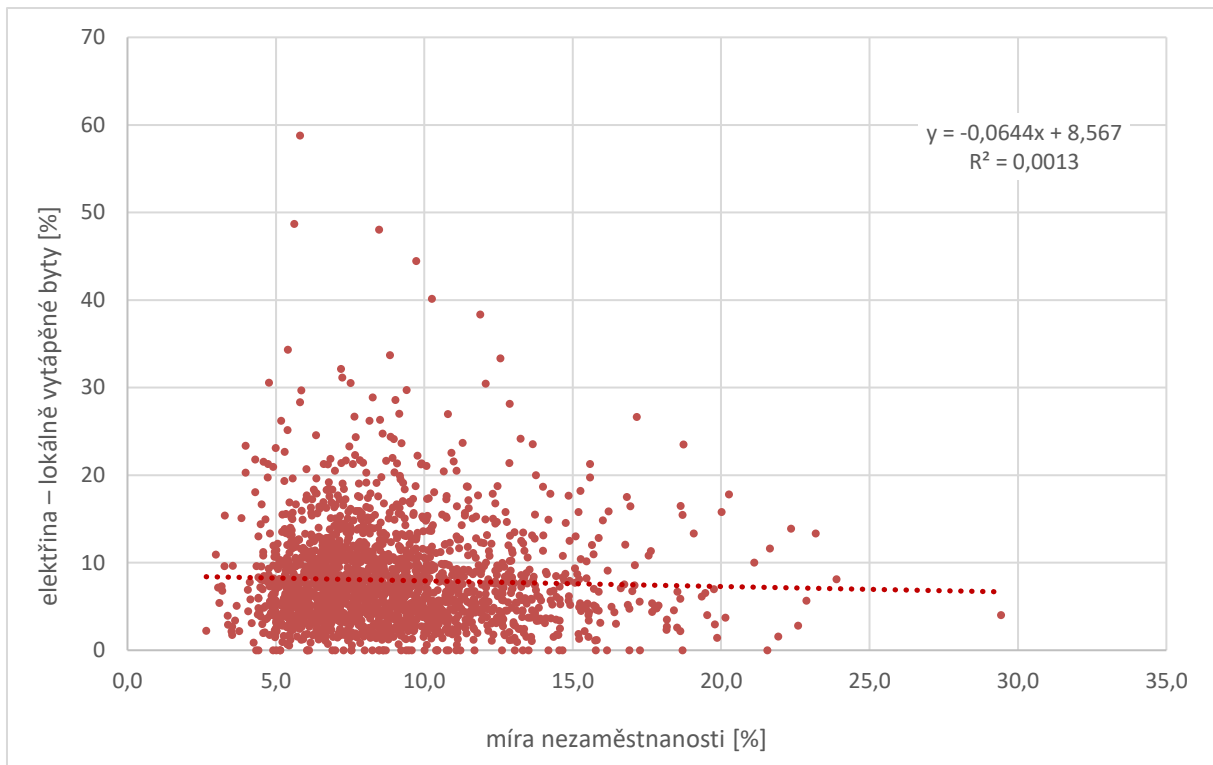
Dalším hodnoceným typem vytápění je elektřina. V tomto případě (obr. 30 a 31) je podíl využití ve většině obcí nižší než 10 % a očekávat jakoukoli obecnou souvislost s mírou nezaměstnanosti je nereálné, protože i většina zaměstnaných osob by elektřinu jako energii pro vytápění ne zvolila (v tomto případě by bylo zajímavě zaměřit se na preferenci elektřiny ve vztahu k příjmovým skupinám obyvatel např. výběrovým statistickým šetřením).



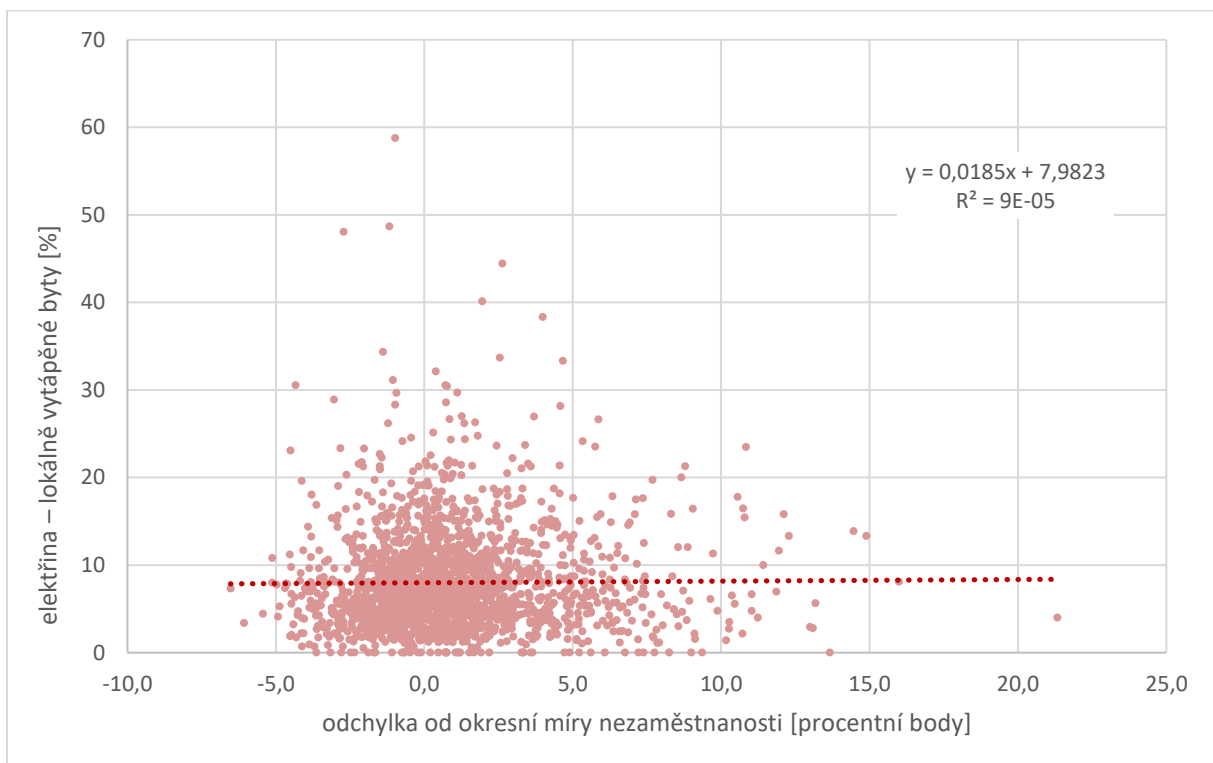
Obr. 28: Podíl zemního plynu na lokálním vytápění bytů a míra nezaměstnanosti.



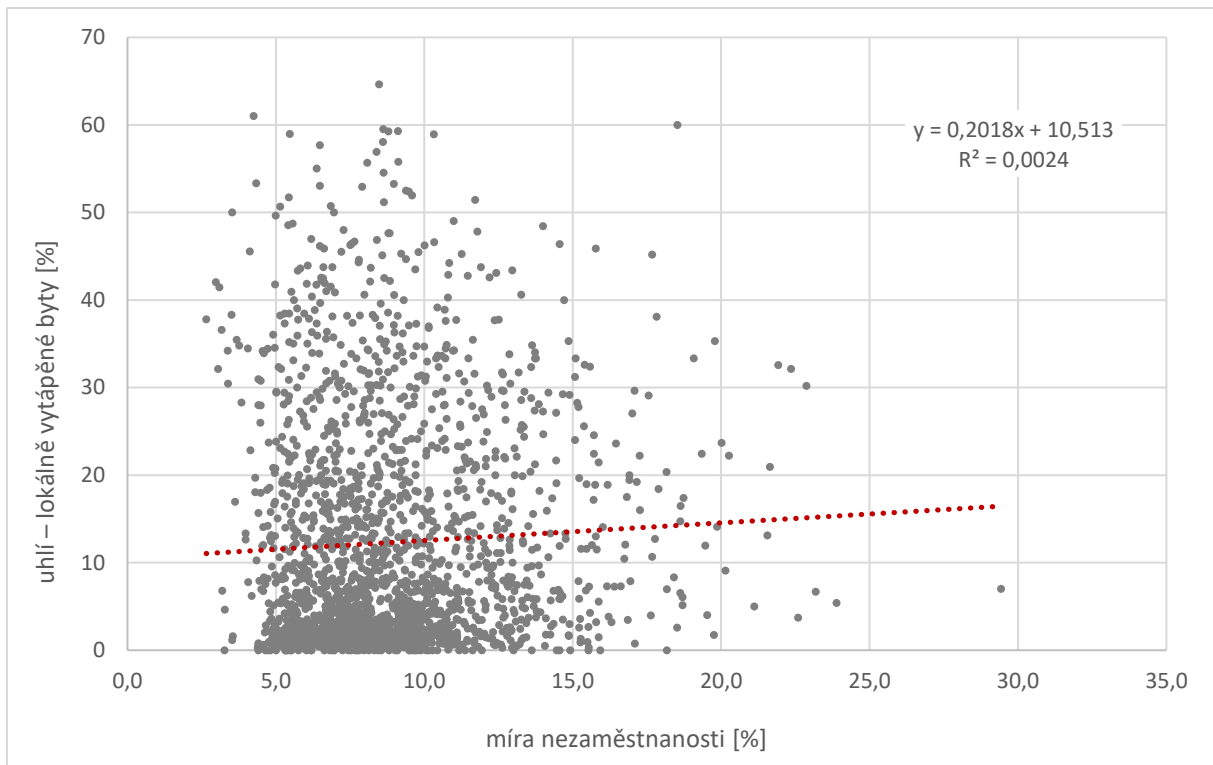
Obr. 29: Podíl zemního plynu na lokálním vytápění bytů a odchylka od okresní míry nezaměstnanosti.



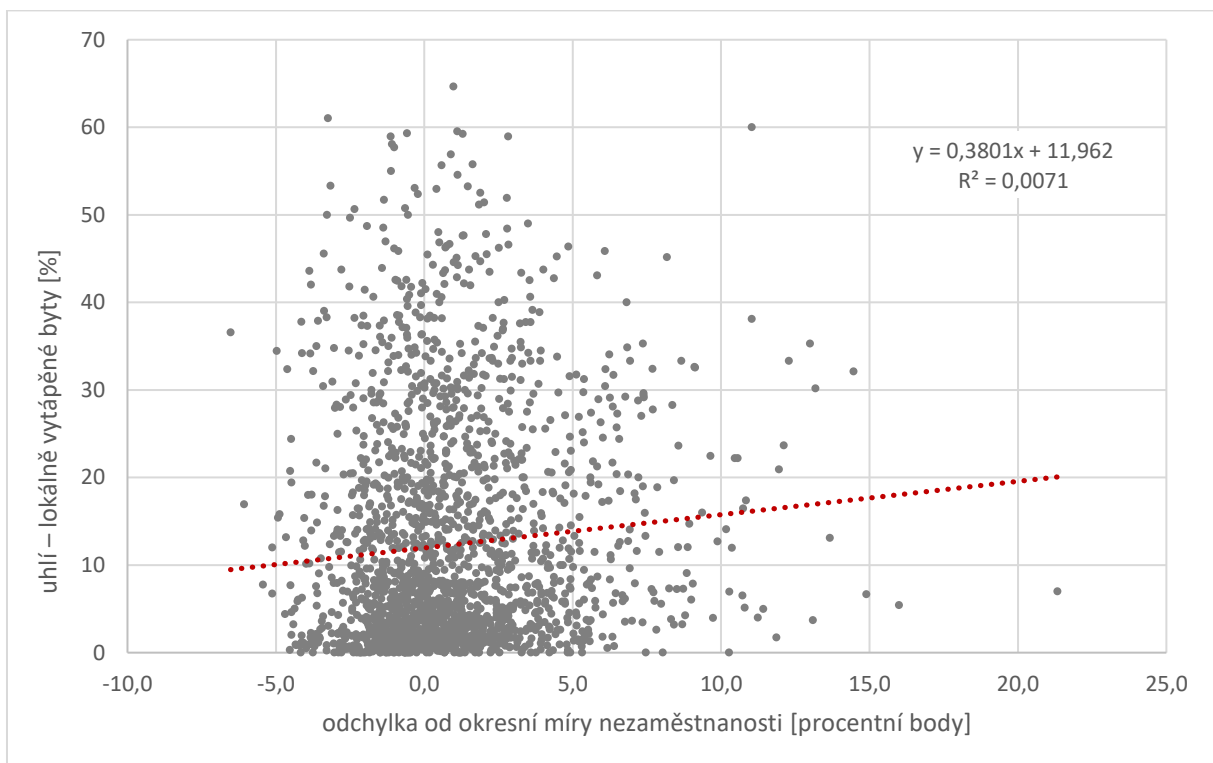
Obr. 31: Podíl elektřiny na lokálním vytápění bytů a míra nezaměstnanosti.



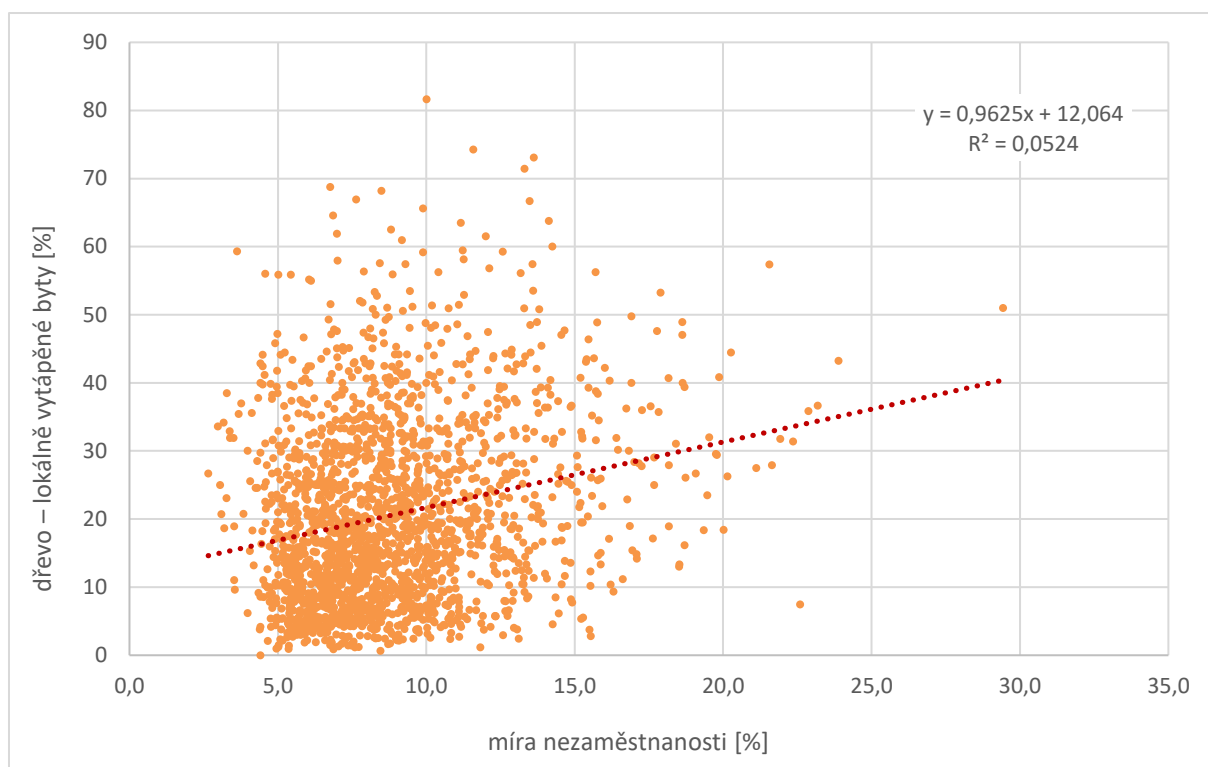
Obr. 32: Podíl elektřiny na lokálním vytápění bytů a odchylka od okresní míry nezaměstnanosti.



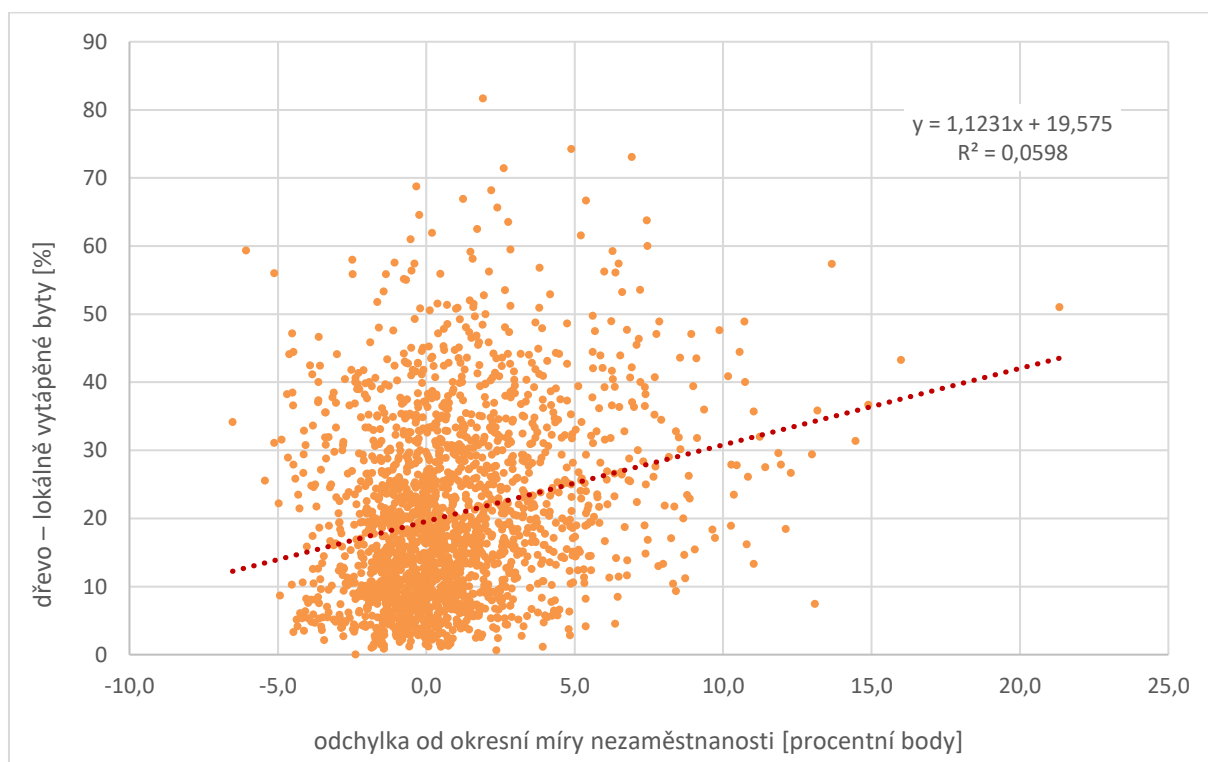
Obr. 33: Podíl uhlí na lokálním vytápění bytů a míra nezaměstnanosti.



Obr. 34: Podíl uhlí na lokálním vytápění bytů a odchylka od okresní míry nezaměstnanosti.



Obr. 35: Podíl dřeva na lokálním vytápění bytů a míra nezaměstnanosti.



Obr. 36: Podíl dřeva na lokálním vytápění bytů a odchylka od okresní míry nezaměstnanosti.

Vytápění uhlím (obr. 33 a 34) vykazuje ve většině obcí obdobně nízké podíly jako elektřina. Větší počet obcí se však od základního shluku nízkého zastoupení odchyľuje výrazněji, i v tomto případě však bez zřetelné závislosti na víceletém průměru míry nezaměstnanosti. Podíl bytů vytápěných dřevem a míra nezaměstnanosti (obr. 35 a 36) ukazují ze všech čtyř druhů paliv nejvyšší hodnotu R^2 , i v tomto případě jde ale o velmi nízkou hodnotu spolehlivosti.

Tato poslední hodnotící kapitola naznačuje, že závislost volby typu paliva pro vytápění a ekonomické úrovně obcí je nevýznamná, a to i v pohledu dlouhodobější průměrné míry nezaměstnanosti či její odchylky od okresního průměru. I když otázka finančních nákladů na vytápění jednotlivými typy paliv je často diskutována, nesnadnost změny typu vytápění v konkrétních domácnostech zřejmě napomáhá v zachování stávajícího technického řešení i za cenu finančně méně výhodných podmínek.

6 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo analyzovat vybrané geografické faktory (ukazatele), které mohou souviset se skladbou paliv využívaných k lokálnímu vytápění bytů a ovlivnit tak množství emisí produkovaných lokálními topeništi v obcích pěti zkoumaných krajů ČR. Rešerše problematiky přinesla souhrn problematiky stanovování množství emisí z lokálního vytápění, přičemž poukázala na povahu dat vstupujících do bilančního modelu a komentovala nejistoty, které tato modelová parametrizace obnáší (stanovování emisních faktorů v technologicky se proměňující skladbě spalovacích zařízení a tepelných vlastností budov, postupná obměna skladby typů vytápění v domácnostech a její přibližná aktualizace z dodatečných statistických dat či reprezentace nadmořské výšky obcí pro účely odhadu náročnosti topného období). V období mezi rokem 2011, v němž proběhlo Sčítání lidu, domů a bytům a rokem 2015, za který byla hodnocena data z REZZO 3 v této práci, byla obměna typů vytápění v domácnostech pozvolná s ohledem na hospodářskou recesi, která dočasně zpomalila bytovou výstavbu v ČR a řadu domácností vedla k odložení plánovaných investic. Od roku 2015 se v jednotlivých krajích včetně pěti zkoumaných otevřely dotační výzvy na obměnu kotlů v lokálních topeništích s cílem zlepšování kvality ovzduší (Moravskoslezský kraj byl v tomto ohledu pilotním krajem v rámci ČR). Lze proto předpokládat, že v dalších letech bude pro vytváření emisní bilance REZZO 3 velmi důležitá aktualizace údajů o skladbě vytápění domácností a revizi si vyžádají i používané emisní faktory. Další Sčítání lidu, domů a bytů je plánováno na rok 2021, do doby zpracování jeho výsledků (zřejmě v letech 2022 až 2023) budou klíčovým podkladem pro aktualizaci údajů o způsobech vytápění statistická data a ekonomické údaje o prodeji kotlů a paliv domácnostem. Obměna kotlů bude v následujících letech podporována nejen finančními dotacemi, ale také uplatňováním nových legislativních požadavků na provoz lokálních topenišť.

Vlastní analytická část diplomové práce zkoumá možné závislosti typů energií pro vytápění s vybranými geografickými faktory. Celkově bylo provedeno několik typů hodnocení, které mohly potvrdit nebo vyvrátit určitou závislost typu vytápění a vybraného geografického ukazatele. Nejprve bylo zhodnoceno prostorové rozložení převládajícího typu energie pro vytápění v jednotlivých obcích pěti zkoumaných krajů (Moravskoslezského, Olomouckého, Zlínského, Jihomoravského a Vysočiny), které reflektuje rozdíly v typu vytápění v rámci jednotlivých krajů, ale také v mezikrajském srovnání. Následovala analýza typů vytápění podle velikostních kategorií obcí (podle počtu obyvatel), kde lze vypořádat jak očekávatelné

jednoznačné trendy (vyšší podíl dálkového vytápění ve větších obcích), tak současné poměry využívání méně frekventovaných typů vytápění (elektriny a uhlí). Byť si kraje byly i v těchto charakteristikách podobné, určité rozdíly bylo možné vidět např. ve vyšším podílu využití zemního plynu v Jihomoravském kraji nebo uhlí na Vysočině. Hodnocení podílu jednotlivých typů lokálního vytápění ve vztahu k nadmořské výšce ukázalo klesající podíl zemního plynu a naopak rostoucí podíl uhlí a dřeva s rostoucí nadmořskou výškou, ovšem nadmořskou výšku nelze v této závislosti hodnotit jako jediný faktor s ohledem na velký rozptyl hodnot od regresní přímky. Podíl elektriny je celkově nízký a v závislosti na nadmořské výšce nevykazuje žádný zjevný trend. V souvislosti s hodnotami nadmořské výšky byla provedena ještě doplňující analýza v podobě určení hodnot nadmořských výšek intravilánů na vzorku 30 vybraných obcí. Výsledky této analýzy s využitím podrobných topografických dat o poloze jednotlivých bloků budov v obcích ukázaly, že je dostupné metodické zpřesnění tohoto ukazatele polohy obcí s využitím dat ZABAGED a nástrojů GIS. Kromě určení nadmořské výšky ze souboru všech bloků budov zastavěného území by mohly být uvažovány budovy s vyloučením těch napojených na centrální zdroje tepla (např. panelová sídliště) nebo sloužících k jiným než obytným účelům (průmyslové areály v intravilánech obcí, centra obchodu a služeb apod.). Dále byla hodnocena závislost vytápění dřevem na lesnatosti obcí a také případná závislost typu vytápění na míře nezaměstnanosti jakožto ukazateli ekonomické úrovně obcí. Ani v jednom případě se neprokázala zjevná regresní závislost zkoumaných dat. Předpoklad, že v lesnatějších obcích bude prokazatelněji více zastoupeno využívání dřeva k vytápění a že v oblastech s vyšší nezaměstnaností (v dlouhodobějším kontextu průměru za pět let) budou domácnosti výrazněji preferovat finančně příznivější vytápění uhlím nebo dřevem, se tak nepotvrdil. Výše uvedená zjištění v kontextu prostorového rozložení převládajícího typu vytápění mohou být inspirací k dalším, podrobněji regionálně zaměřeným studiím o využívání jednotlivých druhů paliv k lokálnímu vytápění (vliv podpůrných dotací, stáří bytového a domovního fondu, legislativní požadavky na spalovací zařízení a kvalitu spalování, příjmové úrovně jednotlivých domácností, či různá lokální technologická specifika obcí).

7 SUMMARY

The aim of the thesis was to evaluate the geographic aspects and the extent to which they can contribute to the structure and volume of emissions from local heating. Fuel consumption determines the emission volumes calculated by a methodology developed in the Czech Hydrometeorological Institute. The relationship between fuel usage and other physical geographic and socio-economic factors (e.g. share of forested areas, unemployment rate, availability of natural gas supplies etc.) was investigated in a set of 2,382 municipalities of five administrative regions in the Czech Republic. The first part of the diploma thesis provides an introduction to the issue of emissions from local heating and the effort was also to provide an up-to-date information on trends and measures concerning the improvement of air quality from the point of view of local heating. This part of the diploma thesis is followed by the main analytical part, which examines possible relationships of heating energy types with selected geographic factors. Overall, several analyses were performed to confirm or decline dependence of the type of heating and the selected geographic indicator. One of the chapters of the thesis also focuses on refining the values of altitudes of the municipalities which serve as input values in the calculation of the amount of emissions from local heating. The source of statistical data for analyses was mainly the Czech Statistical Office or the website of the Ministry of Labor and Social Affairs, while data on fuel structure and emissions were obtained from the emission inventory REZZO 3 for the year 2015, provided by the Czech Hydrometeorological Institute. Individual analyses were performed in Microsoft Excel and in ArcGIS. Overall, the selected geographic factors (aspects) in some cases showed a stronger regressional dependence (e.g. fuel type vs. altitude), while in other cases (share of forested areas, unemployment rate) no correlation could be detected.

8 POUŽITÁ LITERATURA

ARCDATA PRAHA (2015) *ArcČR 500* [on-line, cit. 2017-11-29]. Dostupné z: <https://www.arcdata.cz/produkty/geograficka-data/arccr-500>

ČHMÚ (2015a) *Historické údaje o emisích stacionárních zdrojů*. [on-line, cit. 2015-012-9]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/metodiky_historie.pdf

ČHMÚ (2015b) *Kvalita ovzduší v České republice v roce 2014. Grafická ročenka*. [on-line, cit. 2015-012-9]. Dostupné z:

http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/14groc/gr14cz/Obsah_CZ.html

ČHMÚ (2015c) *Agglomerace Ostrava-Karviná-Frydek-Místek. Grafická ročenka*. [on-line, cit. 2015-012-9]. Dostupné z:

http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/14groc/gr14cz/V3_OKFM_CZ.html

ČHMÚ (2015d) *Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2014. Grafická ročenka*. [on-line, cit. 2015-012-9]. Dostupné z:

http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/14groc/gr14cz/II_ovzd_CZ.html

ČHMÚ (2016a) *Emisní bilance České republiky. Emisní bilance za rok 2015*. [on-line, cit. 2017-10-29]. Dostupné z:

http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/15embil/rezzo3/rezzo3_CZ.html

ČHMÚ (2016b) *K čemu je a není možné využít měření kvality ovzduší drony?* [on-line, cit. 2015-04-6]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/zpravy/Mereni_drony.pdf

ČSÚ (2017) *ENERGO 2015. Spotřeba paliv a energií v domácnostech* [on-line, cit. 2017-11-29]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-paliv-a-energii-v-domacnostech>

ČSÚ (2016) *Veřejná databáze – Vlastní výběr* [on-line, cit. 2017-11-29]. Dostupné z: <https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=uziv-dotaz#>

ČSÚ (2016) *ČSÚ a územně analytické podklady* [on-line, cit. 2017-11-29]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/csu_a_uzemne_analyticke_podklady

ČÚZK (2017) *Datové sady. ZABAGED* [on-line, cit. 2017-12-9]. Dostupné z: [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(msgot1fuhesmndk3x2jhv1os\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=zabaged&metadataID=CZ-CUZK-ZABAGED-VP&mapid=8&head_tab=sekce-02-gp&menu=241](http://geoportal.cuzk.cz/(S(msgot1fuhesmndk3x2jhv1os))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=zabaged&metadataID=CZ-CUZK-ZABAGED-VP&mapid=8&head_tab=sekce-02-gp&menu=241)

GOLA, P. (2013) *Hodnocení možností redukce emisí z lokálních topenišť v Olomouckém kraji* (Diplomová práce). Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, katedra geografie.

GREEN – ZONES (2017) *Evropské plakety a viněty. Česká emisní plaketa*. [on-line, cit. 2017-09-15]. Dostupné z: <https://www.green-zones.eu/cz/info-menu/evropske-plakety-a-vinety/ceska-emisni-plaketa.html>

HEZINA, F., ŠVEC, H., POSTLOVÁ, H., (2013) Emise malých spalovacích zdrojů. *Ochrana ovzduší*, roč. 2013, č. 1, str. 6-12.

HOPAN, F., HORÁK, J. (2013a) *Metodika stanovení „váhy“ typu paliva a typu spalovacího zařízení pro výpočet emisních faktorů znečišťujících látek měrných emisí znečišťujících látek*. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. [on-line, cit. 2015-012-9]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/MethodikaStanoveniVahy.pdf>

HOPAN, F., HORÁK, J. (2013b) *Výpočet emisních faktorů znečišťujících látek pro léta 2001 až 2012 a tři varianty pro rok 2022 na základě experimentálních a statistických dat*. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. [on-line, cit. 2015-012-9]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/VypocetEF.pdf>

HORÁK, J., HOPAN, F., KRPEC, K., DEJ, M., PEKÁREK, V., ŠYC, M., OCELKA, T., TOMŠEJ, T. (2011) Návrh emisních faktorů znečišťujících látek pro spalování tuhých paliv v lokálních topeništích. *Ochrana ovzduší*, roč. 2011, č. 3, s. 7–11.

KAMENICKÁ, V. (2017) *Odbor regionálního rozvoje. Oddělení grantových programů*. Krajský úřad Kraje Vysočina.

KUBESA, P., HORÁK, J., KRPEC, K., HOPAN, F., JANKOVSKÁ, Z., MARTINÍK, L., (2013) Emise malých spalovacích zařízení na tuhá paliva a metody jejich stanovení. *Ochrana ovzduší*, roč. 2013, č. 3, str. 8-13.

KRPEC, K., HORÁK, J., HOPAN, F., (2013) Měření emisí znečišťujících látek z kotlů malých výkonů. *Ochrana ovzduší*, roč. 2013, č. 4, str. 28-3.

KURFÜRST, J. (2008) Kompendium ochrany kvality ovzduší. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor spol. s.r.o.

MACHÁLEK, J., MACHART, J. (2007) Upravená emisní bilance vytápění bytů malými zdroji od roku 2006. ČHMÚ Milevsko. [on-line, cit. 2015-012-9]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/metodika_rezzo3new.pdf

MODLÍK, M. (2017) *Oddělení emisí a zdrojů*. Český hydrometeorologický ústav. Praha.

MPSV (2017) *Statistiky nezaměstnanosti z územního hlediska. Portál MPSV* [on-line, cit. 2017-12-9]. Dostupné z: <http://portal.mpsv.cz/sz/stat/nz/uzem>

MŽP (2017a) *Priority ministra Brabce. Ministerstvo životního prostředí*. [on-line, cit. 2017-03-15]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/news_170203_priority

MŽP (2017b) *Nízkoemisní zóny. Kvalita ovzduší*. [on-line, cit. 2017-09-15]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/nizkoemisni_zony

MŽP (2017c) *MŽP spouští druhou vlnu kotlíkových dotací. Do krajů pošle další 3,4 miliardy korun na výměnu starých kotlů*. [on-line, cit. 2017-09-15]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/news_kotlikove_dotace_2.20vlna

EKOLOGICKÉ ZÓNY V ČR (2017) *Nízkoemisní zóny v České republice*. [on-line, cit. 2017-09-15]. Dostupné z: <http://www.ekologickezony.cz/>

O ENERGETICE. (2015) *Šance na zlepšení ovzduší v ČR – kotlíkové dotace startují* [on-line, cit. 2016-04-3]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/teplarenstvi/sance-na-zlepseni-ovzdusi-v-cr-kotlikove-dotace-startuji/>

PÁLOVÁ, S. (2016) *Odbor strategického rozvoje kraje. Oddělení administrace kotlíkových dotací*. Krajský úřad Olomouckého kraje.

ROSYPALOVÁ, T. (2017) *Odbor regionálního rozvoje. Oddělení evropských dotací*. Krajský úřad Jihomoravského kraje

ŠNEJDRLA, J. (2012) *Znečišťování ovzduší emisemi z lokálních topenišť v Olomouckém kraji* (Diplomová práce). Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, katedra geografie.

THOMSON, H., LIDBELL, CH. (2015) The suitability of wood pellet heating for domestic households: A review of literature. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, s. 1362-1369

TROJKOVÁ, L. (2016) *Odbor regionálního rozvoje a cestovního ruchu. Oddělení strukturálních fondů*. Krajský úřad Moravskoslezského kraje.

TZB (2017a) *Porovnání nákladů na vytápění TZB-info. TZB-info* [on-line, cit. 2017-12-27]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/138-porovnani-nakladu-na-vytapani-tzb-info>

TZB (2017b) *Změny podmínek pro 2. kolo kotlíkových dotací a termíny výzev v krajích. TZB-info* [on-line, cit. 2017-09-18] Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/kotlikove-dotace/16160-zmeny-podminek-pro-2-kolo-kotlikovych-dotaci-a-terminy-vyzev-v-krajich>

TZB (2016) *Novela zákona o ochraně ovzduší umožňuje kontrolu provozu kotlů přímo v domácnostech. TZB-info* [on-line, cit. 2016-04-3]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/kotlikove-dotace/13818-novela-zakona-o-ochrane-ovzdusi-umoznuje-kontrolu-provozu-kotlu-primo-v-domacnostech>

TZB (2015) *Kotlíková dotace 2015-2020: podmínky a podrobnosti. TZB-info* [on-line, cit. 2016-04-3]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/kotlikove-dotace/12985-kotlikova-dotace-2015-2020-podminky-a-podrobnosti>

TZB (2014) *Směrnice o Ekodesignu pro kotle a kamna na tuhá paliva*. *TZB-info* [on-line, cit. 2016-04-3]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/kotlikove-dotace/11937-smernice-o-ekodesignu-pro-kotle-a-kamna-na-tuha-paliva>

TZB (2013) *Co nejvíce ovlivní Tvůj kouř?* *TZB-info* [on-line, cit. 2015-012-9]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/9475-co-nejvice-ovlivni-tvuj-kour>

VALÁŠEK, P. (2016) *Odbor řízení dotačních programů. Oddělení dotačních programů*. Krajský úřad Zlínského kraje.

ZELENKOVÁ (2017) *Oddělení informačních služeb*. Český statistický úřad.