



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV PROCESNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF PROCESS ENGINEERING

## REGIONÁLNÍ CHARAKTERISTIKY KOMUNÁLNÍHO ODPADU

REGIONAL CHARACTERISTICS OF MUNICIPAL WASTE

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Vít Švarc

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jiří Kropáč, Ph.D.

BRNO 2016

## **Abstrakt**

Práce popisuje současný stav odpadového hospodářství České republiky a hodnotí vliv drobných podniků na produkci komunálního odpadu v jednotlivých českých regionech. Hlavním cílem práce je vytvoření modelu produkce komunálních odpadů se zaměřením na tzv. živnostenský odpad, tedy průmyslový odpad, který je součástí odpadu z obecních systémů nakládání s odpadem. Práce vychází ze statistických údajů o produkci komunálních odpadů, údajů o zastoupení drobného průmyslu v českých obcích a využívá korelační a regresní analýzy.

## **Klíčová slova**

Komunální odpad, produkce odpadu, odpadové hospodářství, živnostenský odpad

## **Abstract**

This thesis describes the current state of waste management in Czech Republic and assesses the impact of small businesses on the production of municipal waste in various Czech regions. The main objective of this thesis is to create a model of production of municipal waste with a focus on so-called commercial waste or an industrial waste, which is part of the waste, produced from municipal waste management systems. The work is based on statistical data of municipal waste production, statistics on the representation of small-scale industries of the Czech municipalities, and uses correlative and regressive analyses.

## **Key words**

Municipal waste, production of waste, waste management, commercial waste

## **Bibliografická citace**

ŠVARC, V. Regionální charakteristiky komunálního odpadu. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 44 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Kropáč, Ph.D.

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Regionální charakteristiky komunálního odpadu* vypracoval samostatně a s použitím materiálů uvedených v seznamu použité literatury.

V Brně dne 27. 5. 2016

.....

Vít Švarc

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval především vedoucímu práce Ing. Jiřímu Kropáčovi, Ph.D. za vedení a rady při tvorbě práce. Rád bych také poděkoval Ing. Radovanu Šomplákovi za pomoc při tvorbě výpočtového modelu a své rodině za podporu během celého studia.

# OBSAH

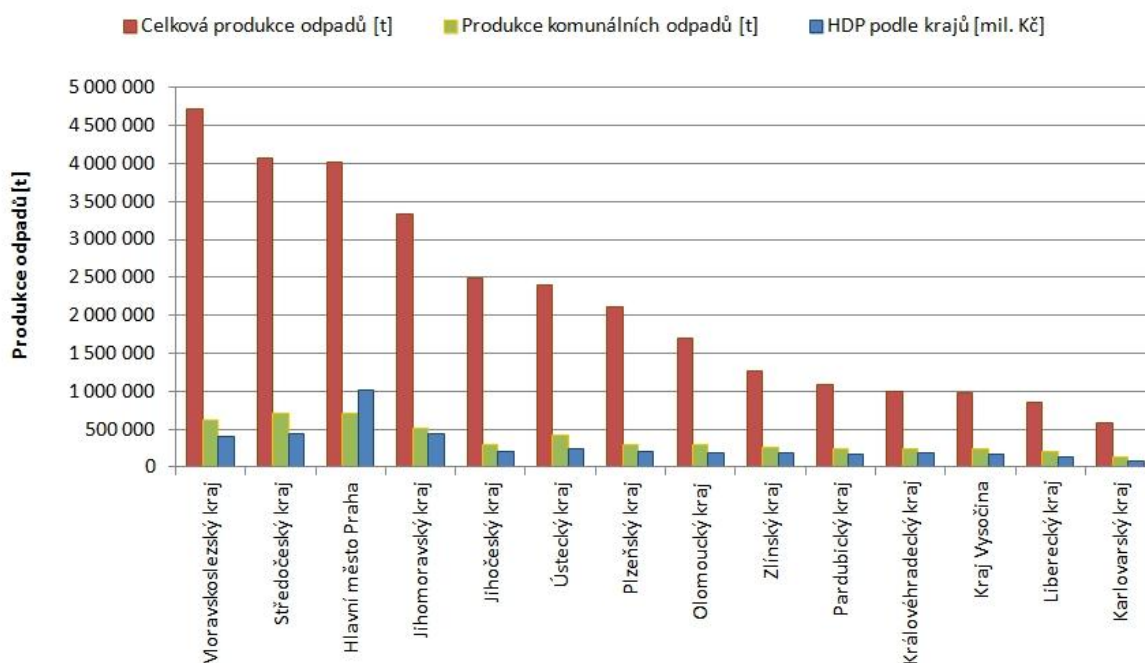
1. ÚVOD.....	9
2. ODPADOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ V ČR .....	11
2.1 PRODUKOVANÉ SKUPINY ODPADŮ .....	13
2.2 ODPADY ZE SYSTÉMU OBCE.....	14
2.2.1 Komunální odpad .....	14
2.2.2 Směsný komunální odpad (SKO).....	15
2.2.3 Domovní odpad .....	16
2.2.4 Živnostenský odpad.....	16
2.2.5 Odděleně sbírané využitelné složky .....	16
2.2.6 Nebezpečný odpad, nebezpečné složky KO.....	17
2.2.7 Objemný odpad .....	17
2.3 NAKLÁDÁNÍ S ODPADY A JEJICH VYUŽITÍ .....	18
2.3.1 Hlavní pojmy v oblasti nakládání s odpadem .....	19
2.3.2 Hierarchie nakládání s odpady .....	22
2.4 STATISTIKY V ČESKÉM ODPADOVÉM HOSPODÁŘSTVÍ .....	24
2.4.1 Databáze ISOH a (V)ISOH .....	24
2.4.2 Databáze ČSÚ .....	25
2.4.3 Porovnání údajů z databází ISOH a ČSÚ.....	25
2.4.4 Další statistiky .....	25
3. VÝPOČTOVÝ MODEL PRODUKCE ŽIVNOSTENSKÉHO ODPADU V ČESKÝCH REGIONECH.....	26
3.1 VSTUPNÍ DATA ANALÝZY .....	26
3.1.1 Databáze firem .....	26
3.1.2 Produkce odpadu .....	27
3.1.3 Zpracování vstupních dat – seskupení hodnot pro ORP .....	27
3.1.4 Kontingenční tabulka – vyhodnocení produkce KO pro česká ORP.....	27
3.2 KORELAČNÍ ANALÝZA .....	28
3.2.1 Vyhodnocení počtu firem působících v ORP.....	28
3.2.2 Vyhodnocení Počtu zaměstnanců firem v ORP .....	31
3.2.3 Vyhodnocení dalších kritérií .....	32
3.2.4 Výsledné zhodnocení .....	33
3.3 REGRESNÍ ANALÝZA.....	34
3.3.1 Popis vstupních dat.....	34
3.3.2 Redukování počtu oborů .....	34
3.3.3 Odhad produkce SKO – stanovení koeficientů regresní rovnice .....	35
3.3.4 Výsledky.....	38

4. ZÁVĚR.....	40
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	41
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....	42
SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK .....	43
SEZNAM PŘÍLOH.....	44

# 1. ÚVOD

Odpad vzniká po celou dobu existence lidstva, protože vzniká téměř při veškeré lidské činnosti. Když ještě žili lidé kočovným způsobem života, nepředstavoval odpad výrazný problém. Většina tehdy produkovaného odpadu nepředstavovala riziko pro životní prostředí. Změna nastala až se vznikem měst a nárůstem lidské populace. Běžný občan rozvinuté civilizace produkuje odpad prakticky při každé činnosti, ať už se jedná o průmysl, stavebnictví, zemědělství nebo běžný život v konzumní společnosti. Z tohoto důvodu je nutné přijímat opatření k nakládání s odpady. Úroveň civilizace přímo souvisí s úrovní jejího odpadového hospodářství (OH). Nesprávné nakládání s odpadem většinou značí úpadek civilizace a šíření chorob.

Pojem odpad je definován jako každá movitá věc, kterou má člověk v úmyslu odložit nebo povinnost se jí zbavit. Tato definice odpadu vychází z legislativy České republiky (ČR), kterou upravuje zákon č. 185/2001 Sb. viz [1], který je v souladu s odpadovou legislativou Evropské unie (EU). Konkrétní kroky a cíle odpadového hospodářství v České republice stanovuje především Plán odpadového hospodářství (POH) viz [2]. Na něj navazují dílčí POH krajů, obcí a velkých podniků, které jsou v souladu s celostátním POH ČR. O povinnosti ohlašování, evidence a nakládání s komunálními odpady se v ČR starají především obce. V posledním roce byly ve všech krajích ČR přijaty nové POH, které navazují na aktuální POH ČR pro období 2015 až 2024. Aktuální údaje uvedené v POH o produkci komunálních odpadů v jednotlivých krajích ukazují značné rozdíly jak v produkci, tak ve struktuře jednotlivých skupin KO, viz obrázek 1.1. Tyto rozdíly mohou souviset jak se společenskou a ekonomickou úrovní obyvatel, tak s ekonomickou působností firem zapojených do obecních systémů nakládání s odpadem. Neoficiálně se tato část KO nazývá živnostenský odpad, který je v rámci obecního sběru současně vyvážen s KO. Jedná se o odpad od drobných firem a živnostníků a není ve statistikách přímo vykazován. Tento druh odpadu nepřímo vyjadřuje vliv živností v regionu na celkovou produkci komunálního odpadu. Proto je pro hodnocení a predikci produkce KO vhodné zohlednit jak sociální, tak i ekonomické charakteristiky příslušného regionu.



Obrázek 1.1: Produkce odpadů, KO a HDP v krajích ČR [5].

Společenské (sociální faktory) regionu zahrnují faktory, které souvisí se způsobem života lidí. Patří sem demografická křivka, průměrná délka života, hustota obyvatelstva, úroveň vzdělávání a vzdělanosti, převažující hodnoty, životní styl v regionu a další [11].

Ekonomické faktory regionu zahrnují faktory související s vývojem ekonomických procesů. Patří mezi ně například toky peněz, zboží, služeb, trendy HDP (hrubý domácí produkt), kupní síla, nezaměstnanost, průměrná mzda, vývoj cen energií, daňové zatížení a další [11].

Při hodnocení uvažovaných faktorů je třeba zohlednit, že některé z nich působí na celonárodní úrovni, některé i na nadnárodní, skoro všechny však na úrovni regionální a místní. Obrázek 1.1 ukazuje dominantní postavení Středočeského kraje a hlavního města Prahy při produkci KO. Naopak kraje s nižší hodnotou HDP vykazují zároveň i nižší produkci KO. To ukazuje určitou souvislost produkce KO s hustotou a strukturou osídlení i způsobu života a výší příjmů v regionu. Produkce odpadů z obecního sběru má tedy souvislost s ekonomickou úrovní regionu [4].

Pokud tyto faktory budeme znát a budeme znát jejich vliv na produkci odpadu, pak budeme moci předpovědět současnou i budoucí produkci odpadu. S touto znalostí můžeme pak dále pracovat při posuzování nových investičních projektů nebo pro vyhodnocení konkrétních provozů například pro stavění spaloven nebo sběrných míst.

Cílem této práce je za pomoci sociálně-ekonomických faktorů vyhodnotit vliv živností na celkovou produkci KO. Očekávaný výsledek práce bude představovat regresní model v podobě regresní rovnice tvořenou regresními koeficienty vytvořenou na základě korelací a následné regresní analýzy. Z této rovnice se nakonec vyhodnotí teoretická produkce živnostenského odpadu v obcích s rozšířenou působností (ORP) ČR.

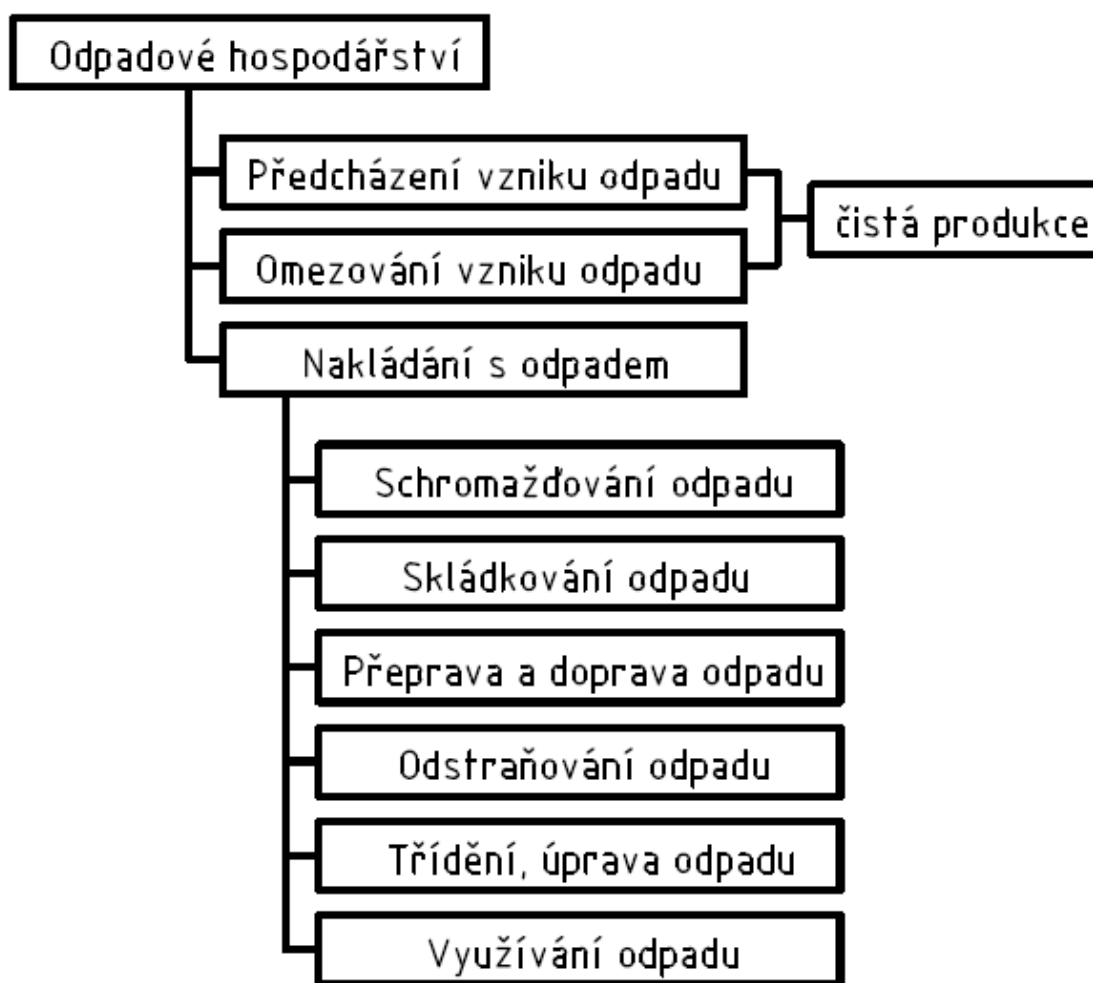
Výsledky této práce pak budou dále použity pro nastavení a další rozvoj výpočtového nástroje Justýna, který je dlouhodobě vyvíjen na řešitelském pracovišti vedoucího práce ÚPI (Ústav procesního inženýrství, více o nástroji viz [16], [17], [18]). Je zde použit rekurzivně stochastický matematický model, který je aplikován na území (ČR) rozděleném na menší správní jednotky (ORP). Nástroj zpracovává dostupná statistická data z různých zdrojů informací, kombinuje je s obecně platnými modely a na mikroregionální úrovni vyhodnocuje kredibilitu těchto modelů. Nástroj předpokládá určitou nejistotu v kvalitě vstupních dat a jejich omezenou dostupnost. Výsledkem výpočtu nástroje Justýna je odhad výhřevnosti a produkce SKO ve všech sledovaných regionech.

## 2. ODPADOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ V ČR

Odpadovým hospodářstvím se rozumí činnosti týkající se předcházení vzniku odpadů, nakládání s odpady, následná péče o místo, kde jsou odpady trvale uloženy a kontrola. Působnost odpadového hospodářství zobrazuje obrázek 2.1 [1].

Vznik dnešní formy odpadového hospodářství má počátky v 80. letech minulého století, kdy se jím začaly zabývat ekonomicky a průmyslově vyspělé země (např. USA, Japonsko, západní část Evropy). V ČR byla situace odlišná a první zákon o odpadech vznikl až v roce 1991 viz [14]. Celá situace se změnila vstupem ČR do EU, a souvisejícím zaváděním moderních systémů OH. Jedním z klíčových prvků se stala podpora čistší produkce, což mělo za následek snižování produkce odpadů díky lepšímu využívání vstupních surovin a energií. V současné době je nakládání s odpady definováno v zákoně č. 185/2001 Sb. Tento zákon udává práva a povinnosti všem osobám v oblasti OH. Jedním z hlavních přínosů zákona je důraz na předcházení vzniku odpadů a stanovení hierarchie pro nakládání s vyprodukovanými odpady [2].

Výchozím dokumentem pro směřování OH v ČR je tzv. Plán odpadového hospodářství (POH ČR). Tento dokument slouží k hodnocení současného stavu a ke stanovení cílů v oblasti OH. POH bývá aktualizován v pravidelných intervalech, odpovídajícím 10 rokům [2].



Obrázek 2.1: Obory odpadového hospodářství.

Samospráva je v OH ČR vykonávána obcemi, městy a kraji. Obce jako původci komunálních odpadů mají zodpovědnost za fyzické nakládání s odpady vzniklými na svém území. V každé obci je vytvořen systém sběru, svozu a dalšího nakládání s odpady zakotvený v obecní vyhlášce. V této práci jsou sledovány především údaje na úrovni obcí s rozšířenou působností (ORP), jež vznikly v rámci reformy územní veřejné správy 1. 1. 2003 – vykonávají nejširší rozsah státní správy v přenesené působnosti. Zcela nahradily původní rozdělení krajů na jednotlivé okresy. V současné době se jich na území ČR nachází celkem 206 [5] a každá obec v ČR (s výjimkou Prahy) je kódem ORP přiřazena k příslušné ORP [2].

## 2.1 Produkováne skupiny odpadů

Produkováne skupiny odpadů popisuje katalog odpadů, který je definován podle § 5 a § 6 zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech a vyhláškou 381/2001 Sb. [7]. Katalog slouží k jednoznačnému zařazení odpadu do příslušné kategorie. Odpady jsou zařazovány dle původu odpadů pod šestimístná katalogová čísla. První dvojčíslí udává skupinu odpadů. Určuje se podle odvětví, oboru nebo technologického procesu, v němž odpad vzniká. Těchto skupin je celkem dvacet a jsou vypsány v tabulce 2.1. Druhé dvojčíslí určuje podskupinu a třetí konečně druh odpadu. Katalog neumožňuje přímo zjistit složení a vlastnosti odpadu, pouze jeho původ.

01	Odpady z geologického průzkumu, těžby, úpravy a dalšího zpracování nerostů a kamene
02	Odpady z prvovýroby v zemědělství, myslivosti, rybářství, lesnictví a z výroby a zpracování potravin
03	Odpady ze zpracování dřeva a výroby desek, nábytku, celulózy, papíru a lepenky
04	Odpady z kožedělného, kožešnického a textilního průmyslu
05	Odpady ze zpracování ropy, čištění zemního plynu a z pyrolytického zpracování uhlí
06	Odpady z anorganických chemických procesů
07	Odpady z organických chemických procesů
08	Odpady z výroby, zpracování, distribuce a používání nátěrových hmot
09	Odpady z fotografického průmyslu
10	Odpady z tepelných procesů
11	Odpady z chemických povrchových úprav, z povrchových úprav kovů a jiných materiálů
12	Odpady z tváření a z fyzikální a mechanické úpravy povrchu kovů a plastů
13	Odpady olejů a odpady kapalných paliv (kromě jedlých olejů a odpadů uvedených ve skupinách 05 a 12)
14	Odpady organických rozpouštědel, chladiv a hnacích médií (kromě odpadů uvedených ve skupinách 07 a 08)
15	Odpadní obaly, absorpční činidla, čisticí tkaniny, filtrační materiály a ochranné oděvy jinak neurčené
16	Odpady v tomto katalogu jinak neurčené
17	Stavební a demoliční odpady (včetně vytěžené zeminy z kontaminovaných míst)
18	Odpady ze zdravotní nebo veterinární péče a /nebo z výzkumu s nimi souvisejícího
19	Odpady ze zařízení na zpracování (využívání a odstraňování) odpadu a z čištění odpadních vod
20	Komunální odpady (odpady z domácností a podobné živnostenské, průmyslové odpady a odpady z úřadů)

Tabulka 2.1: Hlavní skupiny katalogu odpadů [7].

V tabulce 2.2 pak lze vidět konkrétní druhy odpadu sledované v této bakalářské práci, především SKO a separované složky – papír a plast.

20 01 01	Papír a lepenka
20 01 02	Sklo
20 01 39	Plasty
20 01 40	Kovy
20 02 01	Biologicky rozložitelný odpad
20 03	Ostatní komunální odpady
20 03 01	Směsný komunální odpad
20 03 07	Objemný odpad

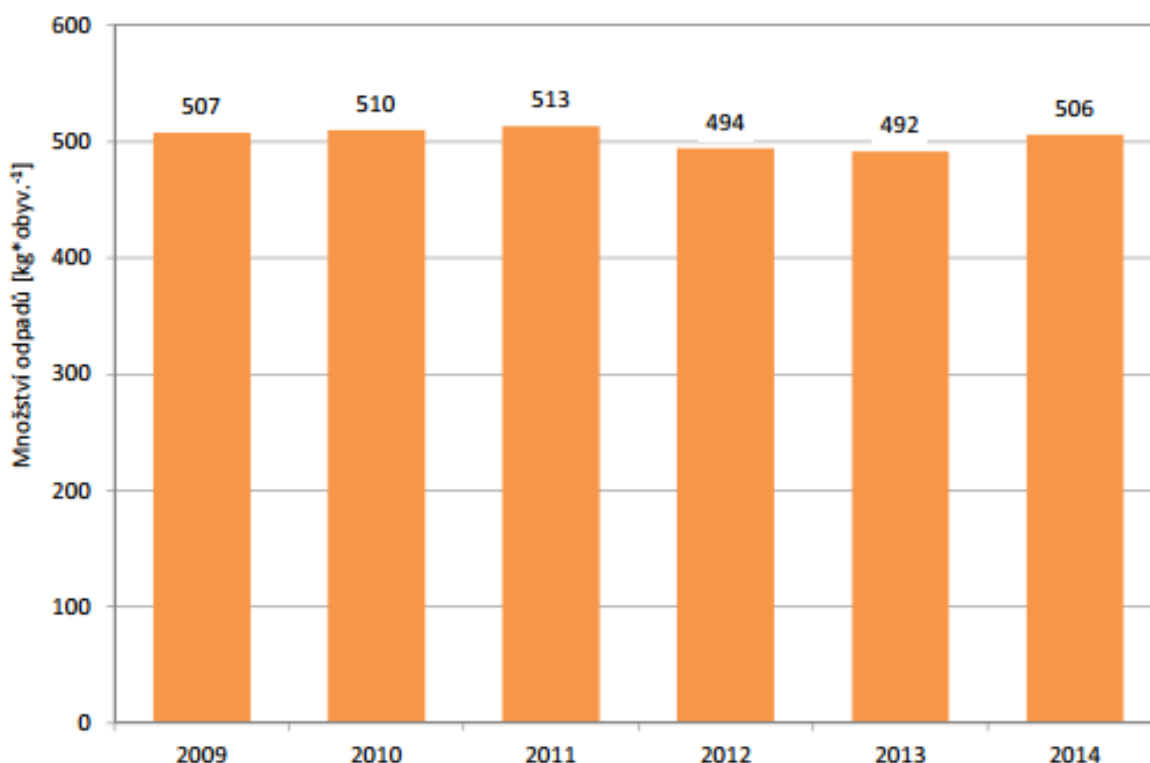
Tabulka 2.2: Sledované druhy odpadu z katalogu odpadů [7].

## 2.2 Odpady ze systému obce

V dalších částech práce budou použity pojmy související s problematikou odpadového hospodářství. Vymezení pojmů vychází z platné legislativní úpravy odpadového hospodářství České Republiky, zejména ze zákona o odpadech č.185/2001 Sb. viz [1].

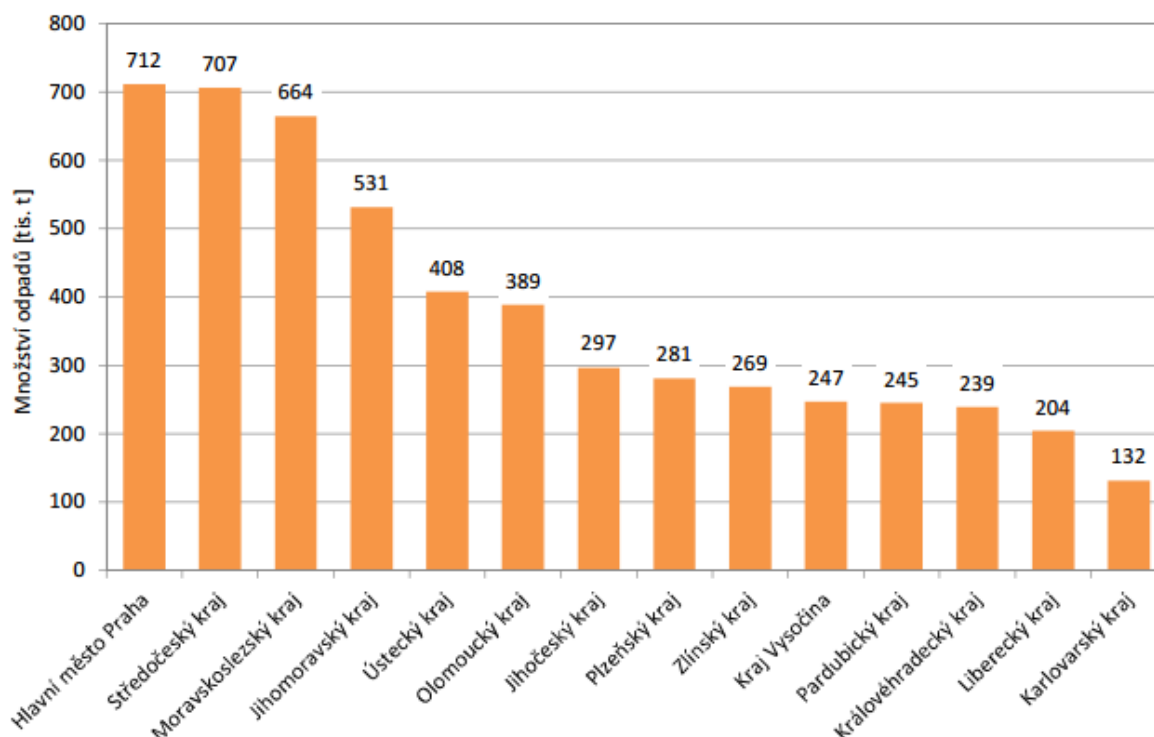
### 2.2.1 Komunální odpad

Legislativa říká, že komunální odpad je veškerý odpad, který vzniká na území obce při činnosti fyzických osob a který je uveden jako komunální odpad v Katalogu odpadů [7]. Nepatří (resp. nemá patřit) sem odpad vznikajících u právnických osob nebo v souvislosti činnosti fyzických osob oprávněných k podnikání. Jedná se tedy o nejčastější druh odpadu, se kterým přijde běžný občan do styku. Objem produkce KO a jeho složení je závislé především na velikosti spotřeby, druhu výrobků, používaných obalech a obzvláště na ekonomické situaci a celkové úrovni společnosti. Patří sem takřka veškerý odpad, který lze najít ve sběrných nádobách na KO (kontejnerech, popelnících). Jedná se o směsný komunální odpad, separovaně sbírané složky (papír, plasty, sklo, textil, nápojové kartony, domovní, bioodpad), odpad ze zahrad a parků a okrajově nebezpečný odpad a objemný odpad. Velkou část těchto složek je možné vytrídít a následně materiálově (znovuvyužití nebo recyklace), nebo i jinak (energeticky) využívat. Složky, které nelze efektivně vytrídít se pak nazývají zbytkový komunální odpad. Na celkové produkci odpadu V ČR se KO podílí asi ze 17 % [6]. Obrázek 2.2.1 ukazuje průměrné množství vyprodukovaného KO každým obyvatelem ČR [1], [4].



Obrázek 2.2.1: Vývoj celkové produkce komunálního odpadu na obyvatele ČR dle ISOH pro 2009-2014 [6].

Produkce KO se zásadně liší i dle krajů. Zde produkce závisí hlavně na ekonomické situaci a počtu obyvatel. Situaci pro rok 2014 znázorňuje obrázek 2.2.2.

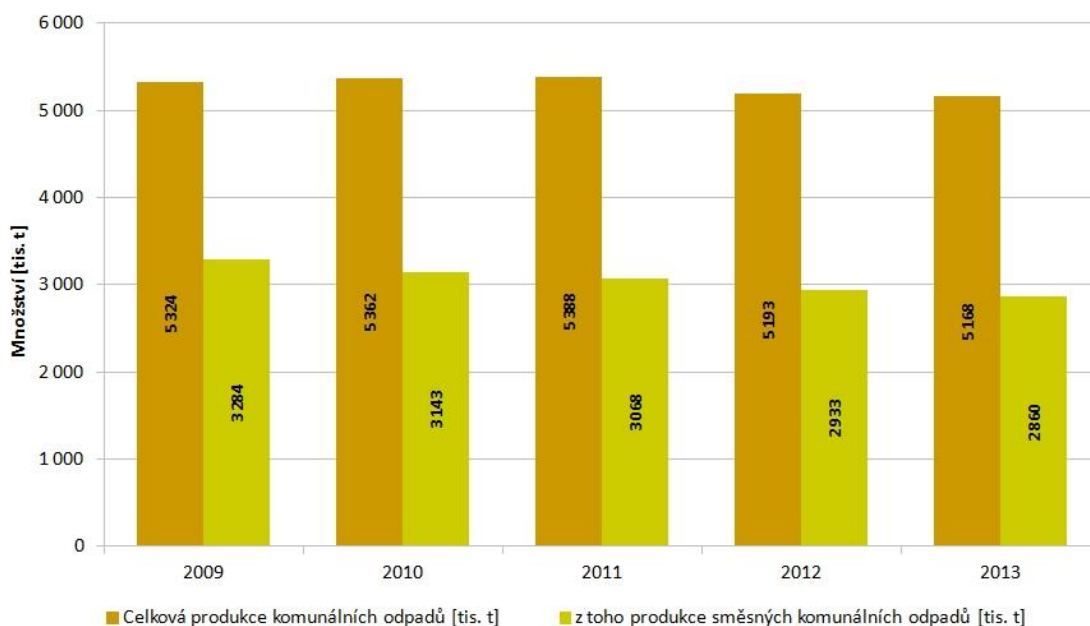


Obrázek 2.2.2: Produkce komunálních odpadů v krajích ČR dle ISOH [6].

## 2.2.2 Směsný komunální odpad (SKO)

Směsný komunální odpad je zbytková směs KO, která tvoří významnou část produkce KO a lze ji jen obtížně dále třídit a upravovat (např. rozporuplné zkušenosti s technologií mechanicko-biologické úpravy viz [15]). Sbírá se obvykle do kontejnerů a popelnic různých velikostí.

SKO končí v současné době často bez využití na skládkách a v lepším případě ve spalovnách, kde slouží k výrobě tepla a elektrické energie (energetické využití odpadu). Jen malá část je využita materiálově nebo je kompostována, což je podrobněji předvedeno v kap. 2.3.2. V ČR tvoří SKO asi 60 % celkového KO. Rozdíl mezi produkcí KO a SKO je znázorněn na obrázku 2.2.3 [4].



Obrázek 2.2.3: Celková produkce a rozdíl mezi KO a SKO [2].

### 2.2.3 Domovní odpad

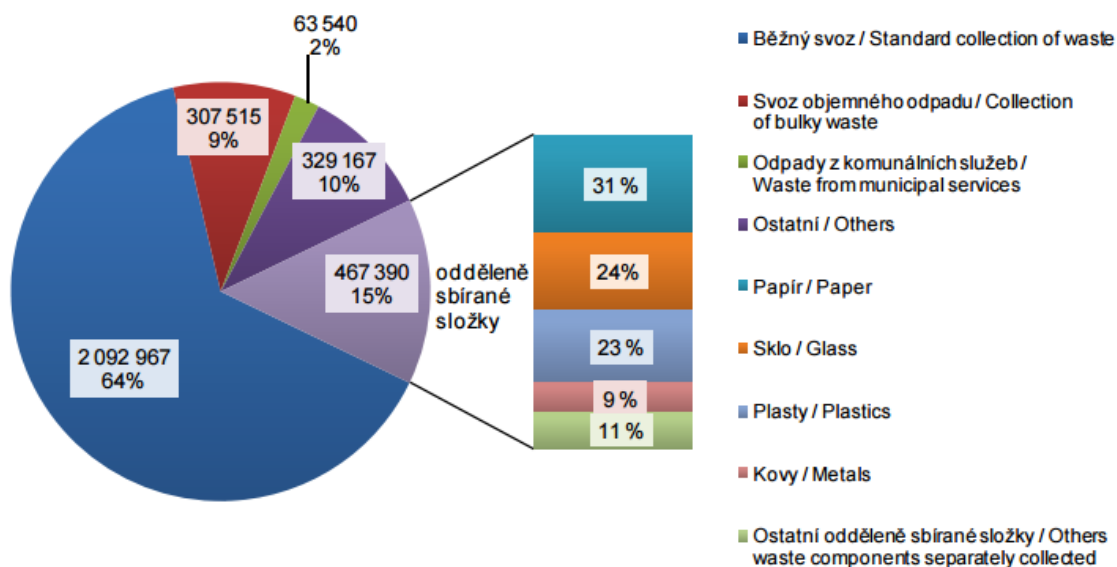
Pojem domovní odpad v legislativě OH ČR není vymezen. Jedná se o odpad z domácností a činností spojených s úklidem obytných objektů. Je součástí KO a to ta část, která vzniká na území obce a má původ v činnosti fyzických osob. Tvoří dominantní podíl komunálního odpadu [6].

### 2.2.4 Živnostenský odpad

Tato skupina odpadů je hlavním předmětem analytické části práce. Pojmem živnostenský odpad se rozumí odpad podobný domovnímu odpadu, který vzniká při nevýrobní činnosti právnických a fyzických osob oprávněných k podnikání. Jedná se např. o odpad z úřadů, kanceláří, kulturních a vzdělávacích zařízení, obchodů apod. Původcem není obec, nýbrž právnické a fyzické osoby, které využívají pro nakládání se svým odpadem sběrný systém obce. Z věcného hlediska se jím rozumí odpad z obchodu a služeb a průmyslový odpad nesouvisející s výrobou. V Katalogu odpadů se jedná o odpad skupiny 20. Ve většině případů jsou původci drobné podnikatelské subjekty, tím pádem se jedná i o menší množství odpadu, který není ve statistikách SKO a KO rozlišován. Zmínění původci mají možnost využít systému pro nakládání zavedeného obcí díky zákonu o odpadech. Mohou se napojit písemnou smlouvou s obcí a to za úplatu. Pak mohou odpad odkládat na místech obcí určených [6]. Vzhledem k tomu, že živnostenský odpad není definován v legislativě ČR, tak se zatím jeho množství jen odhadovalo – např. výsledky projektu VAV/720/16/03 [12].

### 2.2.5 Odděleně sbírané využitelné složky

Využitelné složky KO jsou druhem odpadu získaných sběrem v oddělených sběrných nádobách. Lze je po úpravě nebo i přímo využít jako druhotnou surovinu. Mezi využitelné složky KO patří zejména: papír, sklo, plasty, železné a neželezné kovy a jejich slitiny, textil a biologický odpad. Podíl využitelných složek k celkové produkci KO je znázorněn na obrázku 2.2.4 [6].



Obrázek 2.2.4: Podíl využitelných složek k celkové produkci KO na základě svozu [5].

## 2.2.6 Nebezpečný odpad, nebezpečné složky KO

Nebezpečné složky komunálního odpadu jsou druhy odpadů získané odděleným sběrem a označené v Katalogu odpadů jako nebezpečný odpad. Nebezpečný je odpad, uvedený v Seznamu nebezpečných odpadů a jakýkoliv jiný odpad vykazující jednu nebo více nebezpečných vlastností uvedených v zákonu o odpadech. Nebezpečné složky jsou v Katalogu odpadů vedeny bez rozlišení, zda se jedná o komunální respektive domovní odpad nebo živnostenský odpad. Nebezpečné odpady mohou poškozovat lidské zdraví či životní prostředí, a proto jim je potřeba věnovat zvýšenou pozornost. K negativnímu působení nebezpečných odpadů může docházet na místě jejich vzniku, při transportu a v blízkosti místa jejich odstranění [2], [6].

## 2.2.7 Objemný odpad

Objemný komunální odpad je domovním odpadem (respektive odpadem z domácností), který vzhledem ke svým rozměrům nebo hmotnosti nelze odkládat do běžných sběrných nádob. Jedná se např. o nábytek, koberce, sanitární keramika, objemné lepenkové, skleněné, plastové a kovové obaly apod. Pojem není v legislativě odpadového hospodářství vymezen. Pro objemný odpad jsou určeny především sběrné dvory [4].

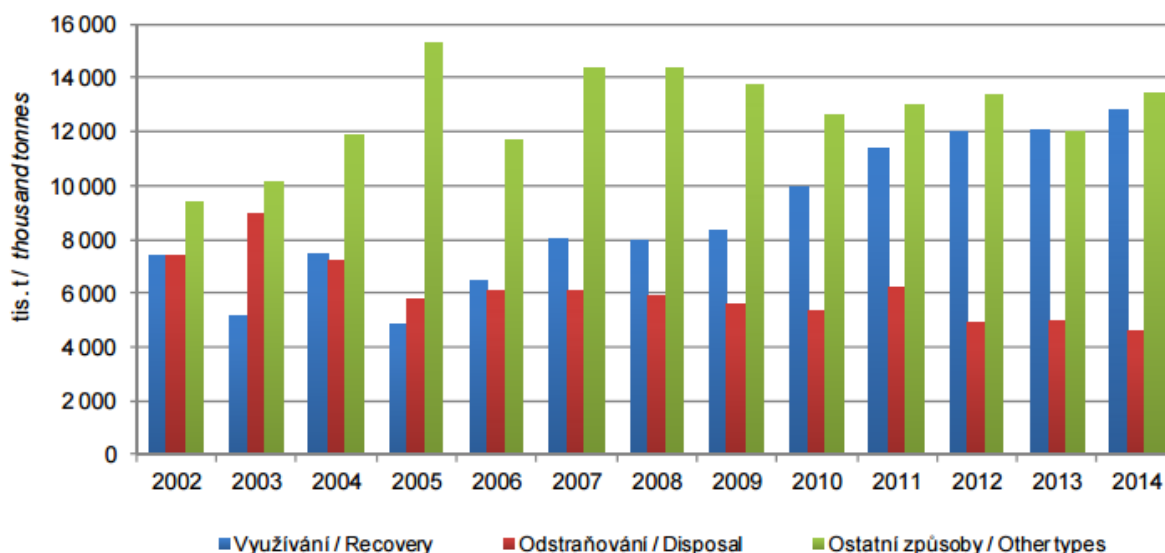
## 2.3 Nakládání s odpady a jejich využití

Nakládáním s odpady se rozumí všechny činnosti s odpadem související. Což zahrnuje veškerý odvoz a přepravu, úpravy, až po finální využití odpadu, kdy se z něj může stát surovina pro výrobu, případně jiný výrobek nebo surovina pro výrobu energie. Patří sem také odstraňování odpadů, což mimo jiné znamená uložení odpadů na skládku nebo jejich spálení (bez využití energie). Důležité pojmy z oblasti nakládání s odpadem jsou popsány níže v kap. 2.3.1 a vychází z platné legislativy ČR, zejména ze zákona o odpadech č.185/2001 Sb. [1]. Celé schéma nakládání s odpady je znázorněno na obrázku 2.3.1 [4].



Obrázek 2.3.1: Schéma nakládání s odpady [6].

Pro srovnání je dále uveden graf na obrázku 2.3.2, kde je zobrazen vývoj nakládání s odpady v ČR. Jak obrázek napovídá využívání odpadů má rostoucí tendenci a naopak odstraňování má tendenci klesající. To je způsobeno zejména snahou OH ČR o zvýšení podílu materiálového a energetického využití a snížení skládkování a dalšího ukládání odpadů.



Obrázek 2.3.2: Způsoby nakládání s odpady v ČR [5].

### 2.3.1 Hlavní pojmy v oblasti nakládání s odpadem

Nakládání s odpadem vychází z rozdělení uvedeného na obrázku 2.3.1 a mezi jeho hlavní složky patří:

**Shromažďování odpadů** - krátkodobé soustředování odpadů do shromažďovacích prostředků v místě jejich vzniku před dalším nakládáním s odpady. Dále se dělí na výkup a sběr.

**Sběr odpadů** - soustředování odpadů právnickou osobou nebo fyzickou osobou oprávněnou k podnikání od jiných subjektů za účelem jejich předání k dalšímu využití nebo odstranění.

**Výkup odpadů** - sběr odpadů v případě, kdy odpady jsou právnickou osobou nebo fyzickou osobou oprávněnou k podnikání kupovány za sjednanou cenu.

**Skladování odpadů** - přechodné umístění odpadů, které byly soustředěny do zařízení k tomu určeného a jejich ponechání v něm.

**Zpracování odpadů** - rozumí se jím operace prováděné za účelem úpravy, využití nebo odstranění odpadů zahrnující i přípravu před využitím nebo odstraněním. Např. zpracováním autovraků se rozumí operace prováděné po převzetí autovraku za účelem odstranění nebezpečných složek, demontáž, rozřezání, drcení, příprava na odstranění nebo využití odpadu z drcení a provádění všech dalších operací potřebných pro využití nebo odstranění autovraku a jeho částí.

**Úprava odpadů** - každá činnost, která vede ke změně chemických, biologických nebo fyzikálních vlastností odpadů (včetně jejich třídění) za účelem umožnění nebo usnadnění jejich dopravy, využití, odstraňování nebo za účelem snížení jejich objemu, případně snížení jejich nebezpečných vlastností. Dělí se na mechanickou, biologickou, fyzikálně chemickou a nově i mechanicko-biologickou úpravu odpadů.

**Mechanická úprava odpadů** - rozumí se jí např. úprava složení odpadu, která zahrnuje i třídění odpadu, tj. oddělení jednotlivých složek odpadu prováděné především za účelem jejich využití, s nimiž je zpravidla dále nakládáno rozdílným způsobem, přičemž nejméně jedna vytřídněná složka je odstraňována uložením na skládku.

**Biologická úprava odpadů** - rozumí se jí řízené působení biologicky aktivní složky na odpad za účelem změny vlastností odpadu spočívající např. ve snížení obsahu či uvolňování škodlivých látek obsažených v odpadu do roztoku, snížení objemu či hmotnosti odpadu nebo významné snížení patogenních biologických činitelů za účelem odstranění nebezpečné vlastnosti, kterou je infekčnost.

**Fyzikálně-chemická úprava odpadů** - rozumí se jí např. odpařování, sušení, kalcinace, změna reakce (změna pH – neutralizace), změna chemického složení, odvodnění, srážení, filtrace, zpevňování (solidifikace), zapouzdření (enkapsulace), zesklenění (vitrifikace), zatavení do skla (vitrifikace), zatavení do asfaltu (bitumenace), zatavení do síry nebo kombinace uvedených postupů.

**Mechanicko-biologická úprava** - jedná se o úpravu směsného komunálního odpadu případně pro tuto úpravu dalších vhodných odpadů, spočívající v kombinaci mechanických, fyzikálních a biologických postupů, jejímž výsledkem je oddělení některých složek odpadu, stabilizace biologicky rozložitelných složek odpadu a případně další úprava oddělených složek odpadu [12].

**Využití odpadů** - činnost, jejímž výsledkem je, že odpad slouží užitečnému účelu tím, že nahradí materiály používané ke konkrétnímu účelu, a to i v zařízení neurčeném k využití odpadů, nebo že je k tomuto konkrétnímu účelu upraven. Způsoby jednotlivého využívání odpadů jsou dány kódy nakládání s odpadem zobrazenými v tabulce 2.3.1. Patří sem materiálové využití a to včetně recyklace a energetické využití.

<b>Kód</b>	<b>Využívání odpadů</b>
<b>XR1</b>	Využití odpadu způsobem obdobným jako paliva nebo jiným způsobem k výrobě energie
<b>XR2</b>	Získání /regenerace rozpouštědel
<b>XR3</b>	Získání/regenerace organických látek, které se nepoužívají jako rozpouštědla (včetně biologických procesů mimo kompostování a biologickou dekontaminaci)
<b>XR4</b>	Recyklace/znovuzískání kovů a kovových sloučenin
<b>XR5</b>	Recyklace/znovuzískání ostatních anorganických materiálů
<b>XR6</b>	Regenerace kyselin a zásad
<b>XR7</b>	Obnova látek používaných ke snižování znečištění
<b>XR8</b>	Získání složek katalyzátorů
<b>XR9</b>	Rafinace použitých olejů nebo jiný způsob opětného použití olejů
<b>XR10</b>	Aplikace do půdy, která je přínosem pro zemědělství nebo zlepšuje ekologii
<b>XR11</b>	Využití odpadů, které vznikly aplikací některého z postupů uvedených pod označením R1 až R10
<b>XR12</b>	Předúprava odpadů k aplikaci některého z postupů uvedených pod označením R1 až R11
<b>XR13</b>	Skladování materiálů před aplikací některého z postupů uvedených pod označením R1 až R12 (s výjimkou dočasného skladování na místě vzniku před sběrem) k 31. prosinci vykazovaného roku

Tab. 2.3.1: Kódy pro využívání odpadů [1].

**Materiálové využití odpadů** - náhrada prvotních surovin látkami získanými z odpadů, které lze považovat za druhotné suroviny, nebo využití látkových vlastností odpadů k původnímu účelu nebo k jiným účelům, s výjimkou bezprostředního získání energie.

**Energetické využití** - použití odpadů hlavně způsobem obdobným jako paliva za účelem získání jejich energetického obsahu nebo jiným způsobem k výrobě energie. Spalování odpadů se považuje za energetické využití pouze tehdy, jestliže použitý odpad nepotřebuje po vlastním zapálení ke spalování podpůrné palivo a vznikající teplo se použije pro potřebu vlastní nebo dalších osob, nebo odpad se použije jako palivo nebo jako přídatné palivo v zařízeních na výrobu energie nebo materiálů za podmínek stanovených právními předpisy o ochraně ovzduší.

**Odstraňování odpadů** - činnost uvedená v příloze č. 4 k zákonu o odpadech [1]. Jedná se o ukládání v úrovni nebo pod úrovní terénu (např. skládkování); úprava půdními procesy (např. rozklad kapalných odpadů nebo kalů v půdě); hlubinná injektáž (např. injektáž čerpatelných kapalných odpadů do vrtů, solných komor nebo prostor přírodního původu); ukládání do povrchových nádrží (např. vypouštění kapalných odpadů nebo kalů do prohlubní, vodních nádrží, lagun); ukládání do speciálně technicky provedených skládek; vypouštění do vodních těles; vypouštění do moří a oceánů; biologická úprava; fyzikálně-chemická úprava; spalování na pevnině; spalování na moři; konečné či trvalé uložení (např. v kontejnerech do dolů); úprava složení nebo smíšení odpadů před jejich odstraněním; úprava jiných vlastností odpadů před jejich odstraněním; skladování odpadů před jejich odstraněním [1].

Způsoby odstraňování odpadů nám udávají kódy pro odstraňování odpadů uvedené v tabulce 2.3.2.

<b>Kód</b>	<b>Odstraňování odpadů</b>
<b>XD1</b>	Ukládání v úrovni nebo pod úrovní terénu (skládkování)
<b>XD2</b>	Úprava půdními procesy (např. biologický rozklad kapalných odpadů či kalů v půdě, apod.)
<b>XD3</b>	Hlubinná injektáž (např. injektáž čerpatelných kapalných odpadů do vrtů, solných komor nebo prostor přírodního původu apod.)
<b>XD4</b>	Ukládání do povrchových nádrží (např. vypouštění kapalných odpadů nebo kalů do prohlubní, vodních nádrží, lagun, apod.)
<b>XD5</b>	Ukládání do speciálně technicky provedených skládek (např. ukládání do oddělených, utěsněných, zavřených prostor izolovaných navzájem i od okolního prostředí apod.)
<b>XD8</b>	Biologická úprava jinde v této příloze nespecifikovaná, jejímž konečným produktem jsou sloučeniny nebo směsi, které se odstraňují některým z postupů uvedených pod označením D1 až D12
<b>XD9</b>	Fyzikálně-chemická úprava jinde v této příloze nespecifikovaná, jejímž konečným produktem jsou sloučeniny nebo směsi, které se odstraňují některým z postupů uvedených pod označením D1 až D12 (např. odpařování, sušení, kalcinace)
<b>XD10</b>	Spalování na pevnině
<b>XD12</b>	Konečné či trvalé uložení (např. ukládání v kontejnerech do dolů)
<b>XD13</b>	Úprava složení nebo smíšení odpadů před jejich odstraněním některým z postupů uvedených pod označením D1 až D12
<b>XD14</b>	Úprava jiných vlastností odpadů (kromě úpravy zahrnuté do D13) před jejich odstraněním některým z postupů uvedených pod označením D1 až D13
<b>XD15</b>	Skladování materiálů před jejich odstraněním některým z postupů uvedených pod označením D1 až D14 (s výjimkou dočasného skladování na místě vzniku před shromážděním potřebného množství) k 31. prosinci vykazovaného roku

Tab. 2.3.2: Kódy pro odstraňování odpadů [1].

Další pojmy je možné nalézt v platné legislativě ČR, zejména v zákonu o odpadech č.185/2001 Sb [1].

### 2.3.2 Hierarchie nakládání s odpady

Hierarchie nakládání s odpady vyjadřuje posloupnost či uspořádání postupů pro nakládání s odpady a jejich zařazení na stupnici, viz obrázek 2.3.3. Ve své podstatě zdůrazňuje potřebný význam šetření surovin a zároveň vysvětluje, že tento přístup má mnohem lepší dopad na zdraví občanů a velmi pozitivní vliv na životní prostředí. Hierarchie byla poprvé závazně definována pro členské státy EU v roce 2008 [4] do Rámcové směrnice o odpadech č.98/2008. Stanoví pro všechny členské státy EU povinnost se postarat o zodpovědné nakládání s odpadem dle preferovaných postupů.

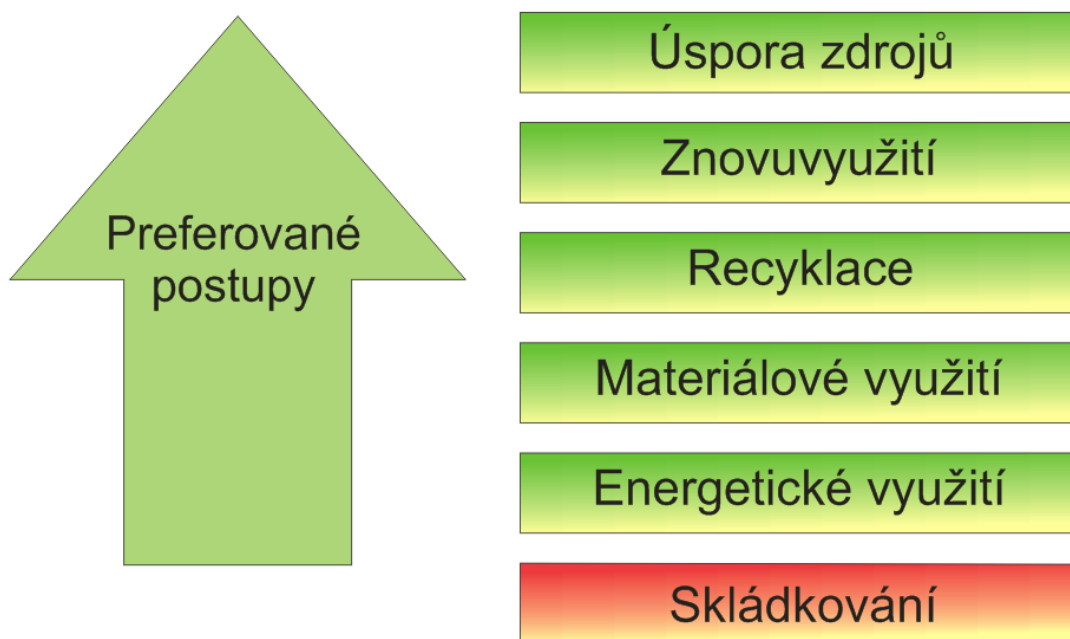
Podle tohoto uspořádání by se mělo nejprve udělat vše pro to, aby se vzniků odpadů předcházelo. Tedy chovat se tak, aby došlo k co největší úspoře zdrojů. Pokud už odpad vznikne, měl by se, pokud je to možné, znovu využít (např. pивní láhve).

Velká část odpadů, ale nelze hned po vyhození využít, proto se přistupuje k recyklaci. Jedná se o opětovné využití odpadů a jejich vlastností jako druhotné suroviny ve výrobním procesu. V této operaci by se měly např. vytříděné kovové části recyklovat na jiné výrobky.

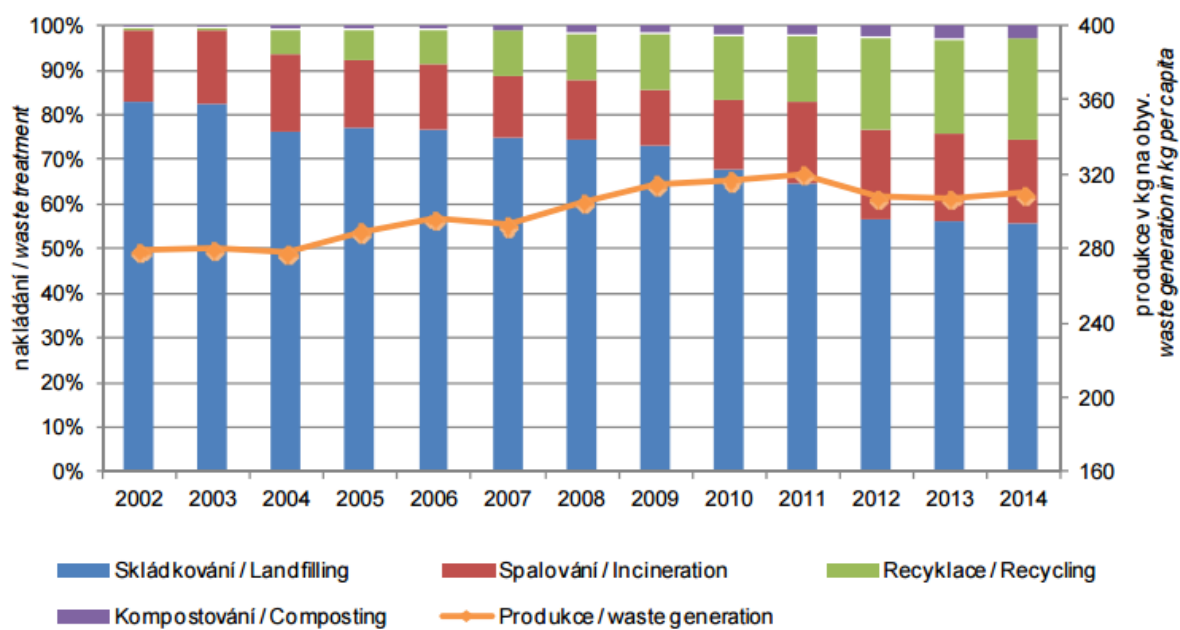
Další možností je jeho materiálové využití. Jedná se o využití, kdy se z určité části odpadu stane surovina pro další výrobu (např. z lepenkové krabic mohou vzniknout noviny).

Pokud není materiálové využití možné, následuje možnost energetického využití v moderních spalovnách a dalších zařízeních využívá např. pro výrobu elektřiny nebo tepla.

K poslednímu stupni hierarchie se přistupuje, jen pokud nejsou vhodné všechny více preferované postupy. Jedná se o nejméně žádoucí způsob nakládání s odpady a v rámci celé EU se mu snaží co nejvíce přecházet. Přistupuje se k němu pouze tehdy, když vlastnosti odpadu nebo omezené zpracovatelské kapacity zamezují jeho využití. Na druhou stranu všechny způsoby hierarchie mají svůj význam a vhodnost pro určité skupiny odpadů. V mnoha méně vyspělých zemích EU včetně ČR je skládkování nejčastější způsob nakládání s KO, resp. SKO. Vývoj podílu skládkování, spalování s produkcí energie, recyklace a kompostování (materiálové využití biologicky rozložitelné části KO) na nakládání s SKO v ČR zobrazuje obrázek 2.3.4. Skládkování tedy v roce 2014 představovalo cca 57 % z celkové produkce SKO. Na druhém místě je spalování ve smyslu energetického využití, jako způsob nakládání s 15% celkové produkce SKO. Recyklace zaujímá cca 25% a kompostování 3% [4].



Obrázek 2.3.3: Hierarchie nakládání s odpady [9].



Obrázek 2.3.4: Vývoj nakládání s SKO v ČR [5].

## 2.4 Statistiky v českém odpadovém hospodářství

V České republice souběžně existuje celá řada datových a statistických zdrojů pro odpadové hospodářství. Hlavními institucemi zabývající se problematikou je Ministerstvo životního prostředí (MŽP) a Český statistický úřad (ČSÚ). Tato práce se zabývá zpracováním a hodnocením statistických údajů, proto jsou dostupné informační zdroje popsány a porovnány.

### 2.4.1 Databáze ISOH a (V)ISOH

Jedním ze základních datových zdrojů českého odpadového hospodářství je souhrnná databáze Informačního systému odpadového hospodářství (ISOH). Shromažďuje potřebné údaje pro strategické řízení odpadového hospodářství, informace o produkci odpadů v ČR a způsobech nakládání s nimi. To vše na základě zákonné povinnosti evidence odpadů. ISOH patří pod správu společnosti CENIA (Česká informační agentura životního prostředí) viz [6]. Jejím hlavním cílem je shromažďování, hodnocení, interpretace a distribuce informací pro veřejnost. To zajišťuje veřejný informační systém odpadového hospodářství (V)ISOH, který disponuje daty o produkci a nakládání s odpady od roku 2002. Tato databáze je volně dostupná pro širokou veřejnost a výpočtová část této práce z těchto dat také čerpá, viz obrázek 2.4.1. Obě dvě databáze jsou spravované společností CENIA pro Ministerstvo životního prostředí. Ministerstvo dále stanovuje Plán odpadového hospodářství České republiky (POH ČR). Stanovuje se vždy na 10 let dopředu, s tím, že nejnovější nařízení je z roku 2015. Data pro vypracování hodnocení POH poskytuje právě databáze ISOH. Mezi lety 2008 a 2009 byla provedena změna statistiky, z tohoto důvodu není možné přímo porovnávat současná data s daty před rokem 2008. Současná nejnovější celoroční data jsou pro rok 2014. [2], [3].



**Ministerstvo životního prostředí**

Přehled odpadů				
Rok: 2013 Odpady: '200301' Nakládání: A00 Kategorie: nedefinováno Vykazované území: ORP: 2101 Okres: nedefinováno Kraj: nedefinováno Území předání, převzetí: ORP: nedefinováno Okres: nedefinováno Kraj: nedefinováno <a href="#">Nové zadání</a>				
Zobrazeny záznamy: 0-1				
Katalogové číslo odpadu	Kategorie odpadu	Kód nakládání	Množství (+) (t)	Množství (-) (t)
<a href="#">200301</a>	O	<a href="#">A00</a>	19980.225409	
Součet množství na stránce:			19980.225409	0.000000
Součet množství celkem:			19980.225409	0.000000

Obrázek 2.4.1: Pohled na webové rozhraní při získávání dat z databáze (V)ISOH.

## 2.4.2 Databáze ČSÚ

Další hlavní zdroj informací českého odpadového hospodářství je Český Statistický úřad (ČSÚ) viz [5]. Jako hlavní orgán státní statistické služby provádí sběr a vyhodnocování dat poskytovaných jednotlivými ministerstvy a to včetně dat o odpadech. ČSÚ pak dále zasílá tato data do Eurostatu, viz [10], což je statistický úřad pro celou Evropskou unii. Mezi činnostmi ČSÚ patří například sběr dat týkajících se odpadů z podniků a KO produkovaný obcemi. Na základě těchto dat provádí odhad odpadu z provozu domácností, z čištění veřejných komunikací, údržby veřejné zelené a živnostenského charakteru. Data jsou shromažďována každý rok, velmi důležité je i sčítání lidu, které probíhá každých 10 let. Odhadovaná data jsou v tomto období značně zpřesněna. Za uplynulý rok jsou vždy vyhodnocena až v půlce roku následujícího, v současnosti jsou nejnovější data z roku 2014, veřejnosti dostupná v červenci roku 2015 [2], [5].

## 2.4.3 Porovnání údajů z databází ISOH a ČSÚ

Vzhledem k tomu, že u nás existují nejméně dva zcela samostatné zdroje dat popisující odpadové hospodářství (viz výše – statistiky ISOH a ČSÚ), existují mezi nimi značné odchylky. Vznikají nejen odlišným zpracováním dat, ale i jinou metodikou jejich sběru a odlišnou samotnou definicí komunálních odpadů. Např. v roce 2012 bylo dle ČSÚ vyprodukováno na území Jihomoravského kraje 323 529 t KO [5], podle ISOH se jedná až o 436 487 t [2]. Přestože jsou oba způsoby evidence nekompatibilní a ukazují odlišné hodnoty, Česká republika je oba oficiálně používá. Tato práce ve své analytické části vychází z veřejně dostupných dat poskytovaných společností CENIA skrze databázi (V)ISOH [4].

## 2.4.4 Další statistiky

Mimo dvě největší již zmíněné databáze existují i evidence dat odpadů na komunální úrovni (kraje, města a obce), jako protipól těmto veřejným a státním institucím existují nevládní sdružení zabývající se životním prostředím a odpadovým hospodářstvím. Další údaje o produkci a nakládání s odpadem shromažďují mimo jiné velcí průmysloví producenti odpadu, zpracovatelské závody (spalovny, skládky, třídící a recyklační provozy) a svozové firmy [4].

### Samosprávy krajů a krajské úřady

Mezi výkony jejich činností patří vydávání souhlasů k provozování zařízení pro nakládání s odpady. Dále kontrolování zařízení pro nakládání s odpady a dodržování právních předpisů v oblasti OH. Vytvářejí samostatný POH, který však musí být v souladu s POH ČR. Navrhují v něm konkrétní cíle a opatření a často uvádí údaje popisující OH na krajské úrovni – přehledy technologií v regionu, systémy sběru a v neposlední řadě i vývoje produkce různých skupin odpadů [4].

### Obce s rozšířenou působností

Každá obec a město v České republice vytváří svůj systém nakládání s opady postavený na sběru, uložení, svozu a koncovém nakládání s odpady. Systém je vždy vytvářen na 5 let dopředu a musí být v souladu s POH kraje. Dále obec dohlíží na velké původce odpadů [4].

## 3. VÝPOČTOVÝ MODEL PRODUKCE ŽIVNOSTENSKÉHO ODPADU V ČESKÝCH REGIONECH

V této části práce je popsána tvorba modelu živnostenského odpadu a odhad teoretické produkce různých skupin KO na základě sociálně-ekonomických faktorů. Výsledný model se bude týkat odpadu z komunální sféry České republiky, a to na úrovni obcí s rozšířenou působností. Model bude určen pomocí analýzy dat o produkci různých skupin odpadu ovlivňovaných živnostenským odpadem. Nejprve bude provedena předběžná korelační analýza a u údajů, které budou mít podstatný vliv na produkci KO následná regresní analýza. Hledaný výsledek bude mít podobu regresní rovnice tvořenou regresními koeficienty.

### 3.1 Vstupní data analýzy

Aby bylo vůbec možné provádět nějakou predikci budoucího vývoje v oblasti odpadového hospodářství, je nejdříve nutné analyzovat stav v letech předešlých. K tomuto poslouží data poskytnutá databází (V)ISOH, ze které vychází veškeré analýzy a výpočty. Během zpracování úlohy byla dostupná data pro rok 2013 a z těchto dat se bude v rámci celého výpočtového modelu vycházet. Data z roku 2013 také odpovídají dostupným sociálně-ekonomickým údajům o regionech (databáze firem popsána níže) a souvisejícím úlohám řešeným na pracovišti vedoucího práce.

#### 3.1.1 Databáze firem

Výchozím dokumentem pro tuto bakalářskou práci byla databáze firem, kde jsou uvedeny údaje o firmách působících v jednotlivých obcích na území České Republiky. Databázi disponuje Ústav procesního inženýrství jako pracoviště vedoucího práce. V této databázi najdeme celkem 292 891 záznamů, které popisují následující údaje:

- Počet zaměstnanců
- Kód obce
- Ulice
- Obec
- PSČ
- Okres
- Kraj
- Rok vzniku
- NACE
- Obor
- Plátce DPH a
- Roční obrat

### 3.1.2 Produkce odpadu

Data o produkci odpadu pro rok 2013 vycházejí z veřejně dostupné databáze (V)ISOH. Jedná se o údaje pro katalogová čísla produkce různých skupin KO v českých obcích, která byla nashromážděna do tabulky v programu Microsoft Excel. Údaje tedy popisují produkci SKO a separovaných složek, např. plast a papír.

Tím bylo zjištěno produkované množství odpadu v tunách pro jednotlivá ORP. Sledovaný živnostenský odpad je součástí údajů z KO, např. je součástí SKO a může ovlivnit hodnoty produkce i v separovaných a dalších složkách

### 3.1.3 Zpracování vstupních dat – seskupení hodnot pro ORP

Část práce byla zpracovávána v programu Microsoft Excel, pro jednodušší orientaci ve velkém množství dat a následné práce s nimi. Prvním důležitým krokem bylo doplnění sloupce ORP. Pro velké množství dat nebylo možné doplňovat celý sloupec ručně. Z tohoto důvodu se použila přednastavená funkce s názvem SVYHLEDAT (anglicky SLOOKOUT). Jedná se o funkci umožňující porovnání dvou rozsáhlých seznamů nebo vyhledání konkrétní hodnoty za určité podmínky. V tomto případě nám dokáže přiřazovat k obcím jednotlivá ORP a tím zařadit každou jednotlivou firmu do příslušné ORP.

U 185 firem nebylo možné ORP doplnit, protože tyto firmy nezveřejnili obec jejich působiště. Podle databáze obcí s rozšířenou působností ČR pak firmám, kde bylo určení jednoznačné, díky znalosti okresů s krajů přiřazeny ORP dodatečně. 47 firem se nacházelo v takovém okresu, že nešlo rozhodnout, do kterého ORP skutečně patří, proto tyto firmy byly zařazeny do kategorie se symbolem „?“.

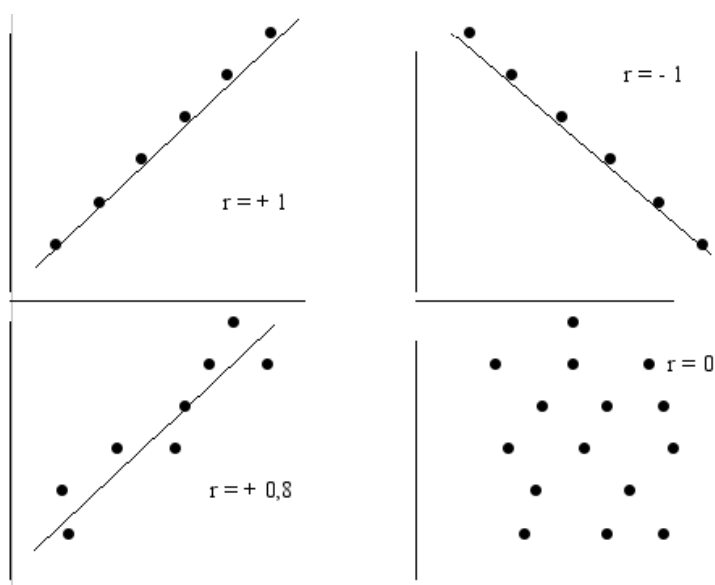
### 3.1.4 Kontingenční tabulka – vyhodnocení produkce KO pro česká ORP

Kontingenční tabulka jako funkce systému MS Excel slouží ke zpracování, seskupování a filtrování databázových údajů a k získání jiného pohledu na surová data. Je možné se tak dozvědět informace, které v původních datech nebylo možné identifikovat. Řádky kontingenční tabulky odpovídají možným hodnotám prvního znaku, sloupce pak možným hodnotám druhého znaku. V příslušné buňce kontingenční tabulky je pak zařazen počet případů, kdy zároveň měl první znak hodnotu odpovídající příslušnému řádku a druhý znak hodnotu odpovídající příslušnému sloupci [8].

V našem případě byla data o produkcích KO v obcích z původního souboru setříděna do kontingenční tabulky pro seskupení dle ORP a dle kategorií příslušných firem. Řádky představovaly jednotlivá ORP a sloupce představovaly kategorie proměnných. Výsledný soubor s popisem firem je součástí této bakalářské práce viz Příloha 1.

## 3.2 Korelační analýza

Korelace označuje vztah mezi dvěma procesy nebo veličinami. Když se jedna z těchto veličin mění, tak se korelativně mění i druhá a naopak. Pokud se mezi dvěma veličinami ukáže korelace, je velmi pravděpodobné, že mezi nimi existuje závislost. Nelze však usoudit, že by jedna musela být příčinou a druhá následkem. Míru korelace udává koeficient korelace „ $r$ “. Jedná se pouze o míru lineární závislosti mezi znaky X a Y. Čím je jeho hodnota bližší 1 anebo -1 tím je závislost bližší lineární závislosti a body (x,y) bližší přímce. Grafické znázornění míry korelace je na obrázku 3.2.1. Jeho kladná (záporná) hodnota odpovídá celkově rostoucí (klesající) závislosti mezi X a Y. Hodnota blízká 0 vyjadřuje, že závislost není lineární a znaky X,Y mohou být nezávislé [8].



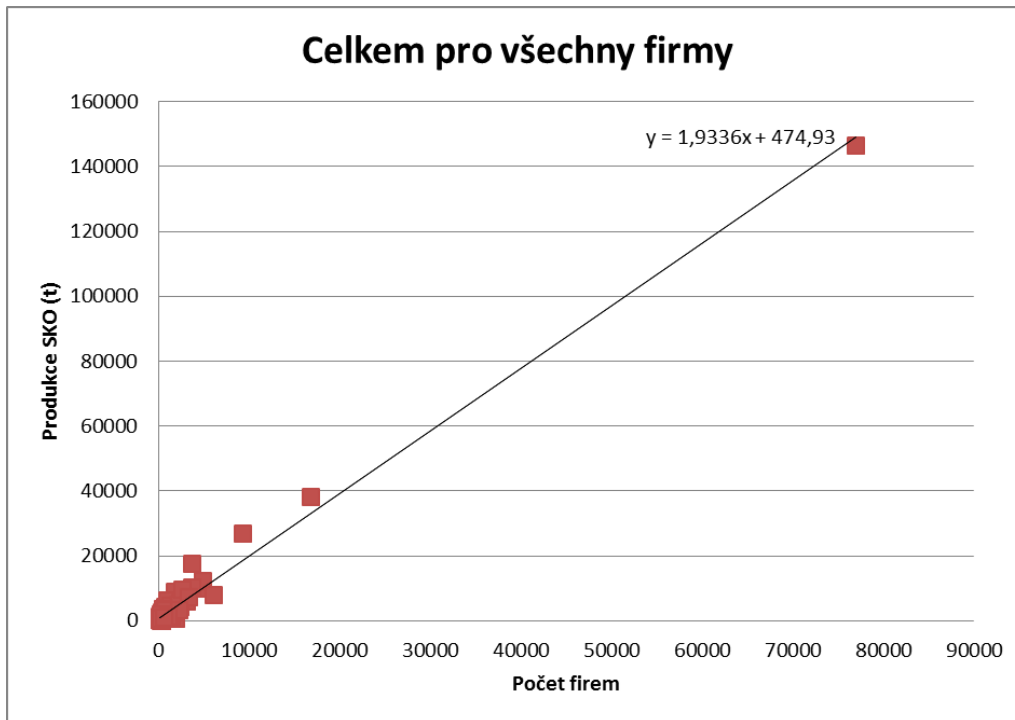
Obrázek 3.2.1: Koeficient korelace podle způsobu rozdělení dat [8].

V této části práce je provedena korelační analýza odpadu produkovaného firmami s využitím sociálně-ekonomických faktorů. Analýza byla provedena v prostředí MS Excel, kde byla využita předdefinovaná funkce „CORREL“ a související grafické možnosti. Korelace byla analyzována u skupin odpadů vyjmenovaných v kap. 2.1, s jejichž produkcemi z roku 2013 byly porovnávány údaje o firmách působících v příslušné ORP ve stejném roce. Vzniklé grafy a odpovídající výpočty lze nalézt v Příloze 2. Postup analýzy včetně vyřazení některých údajů je popsán v následujícím textu.

### 3.2.1 Vyhodnocení počtu firem působících v ORP

První částí této analýzy se zabývá korelací podle počtu firem jednotlivých ORP na množství vyprodukovaného odpadu. Obrázek 3.2.2 znázorňuje závislost celkového počtu firem a SKO vyprodukovaný firmami v jednotlivých ORP. Na grafu lze vidět, že body grafu nejsou rovnoměrně rozloženy, to má za následek, že výsledná korelace je výrazně ovlivněna „odlehlymi hodnotami“ v grafu, které odpovídají největším městům v ČR, resp. příslušným ORP. Tyto regiony pokrývaly největší množství firem, proto měly v rámci analýzy příliš velkou „váhu“ a deformovaly výslednou míru korelace. Koeficient korelace v tomto případě nabýval hodnoty 0,9906, což značí silnou závislost. Jedná se o předpokládaný výsledek,

protože počet firem by měl skutečně odpovídat i množství vyprodukovaného odpadu. Graf byl následně proložen přímkou.

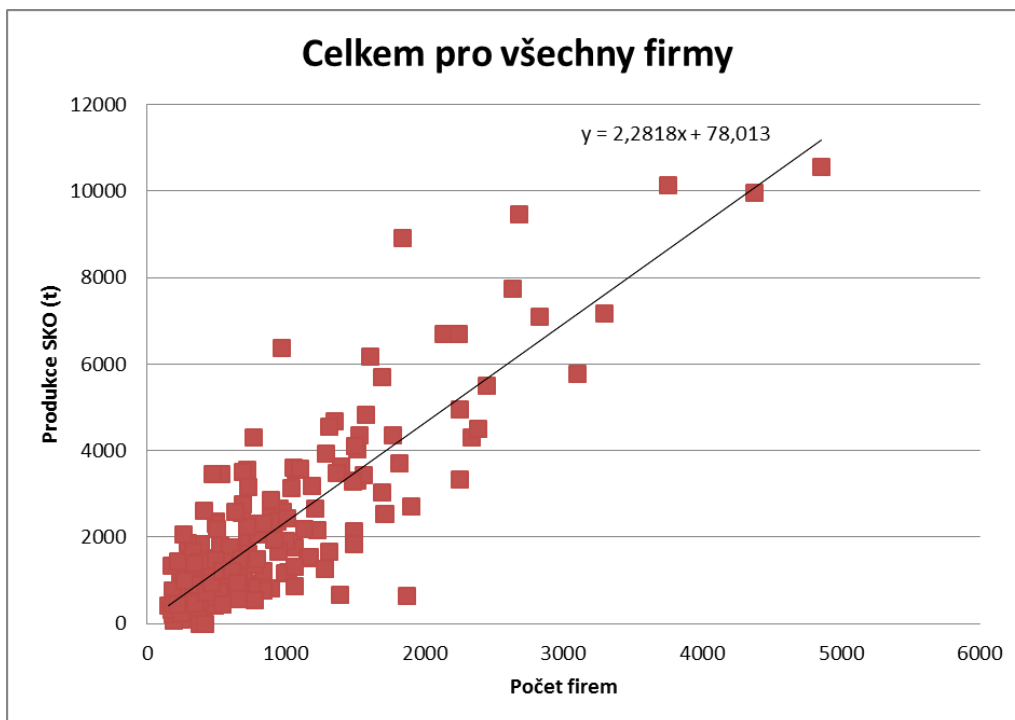


Obrázek 3.2.2: Závislost SKO na počtu firem ORP.

Vzhledem k nejednoznačnosti zatím dosažených výsledků byla provedena úprava vstupních hodnot. Body (ORP), které nadměrně ovlivňovaly výsledek, byly odstraněny a ponechány byly pouze obce s množstvím firem do 4000. Odstraněny byly následující ORP:

- Praha
- Brno
- Olomouc
- Liberec
- Plzeň
- Ostrava
- České Budějovice
- Hradec Králové

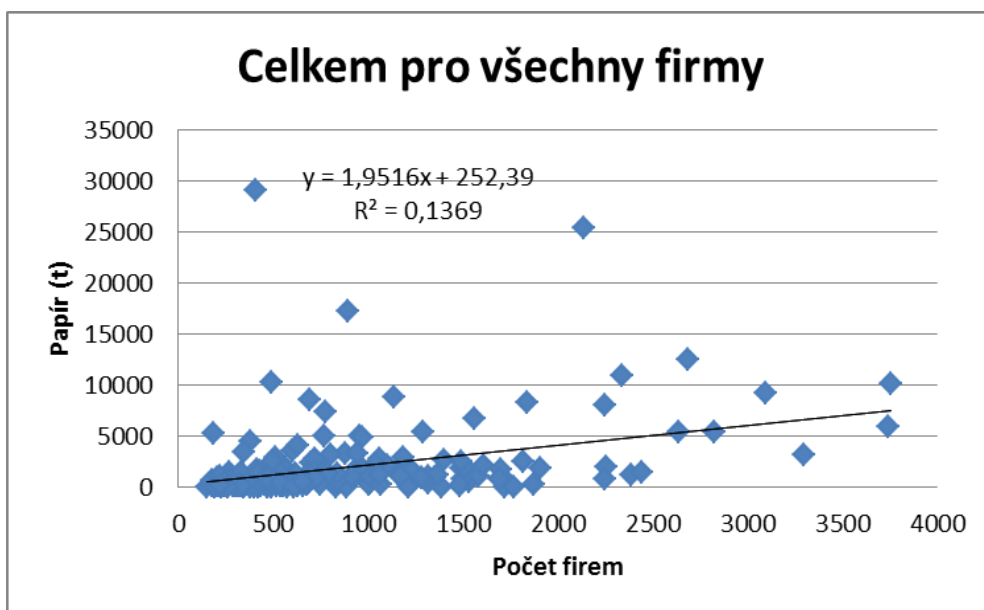
Na obrázku 3.2.3 už je zřetelné, že vstupní data jsou odpovídající a koeficient korelace se v tomto případě snížil na hodnotu 0,8311.



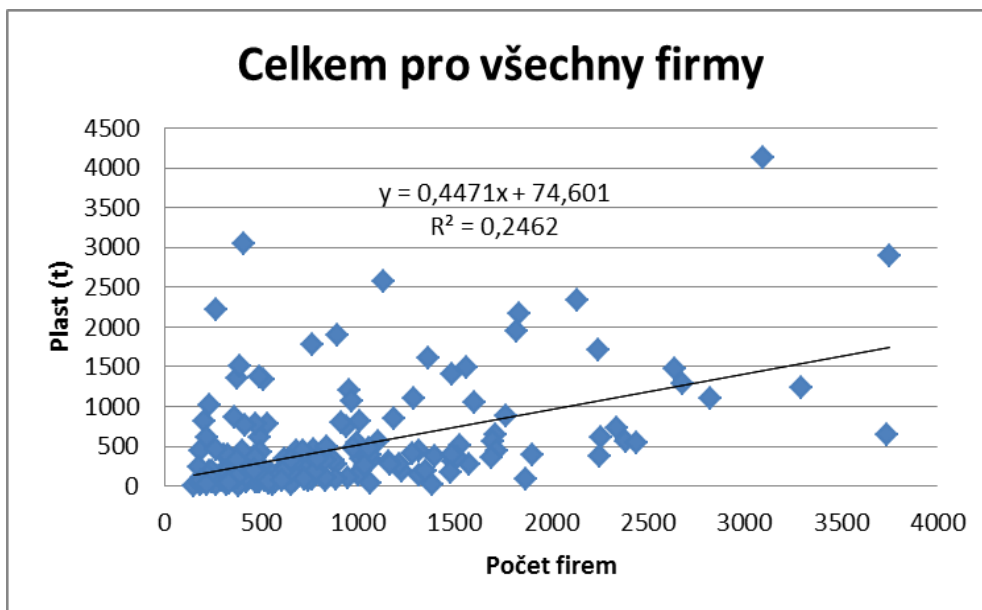
Obrázek 3.2.3: Závislost SKO na počtu firem po odstranění určitých ORP.

Podobným způsobem byla provedena analýza i pro papír. Pracovalo se už se vstupními daty, které nadměrně neovlivňují výsledek. Obrázek 3.2.4 znázorňuje závislost celkového počtu firem na množství vyříděného papíru v jednotlivých ORP. Koeficient korelace v tomto případě nabýval hodnoty pouze 0,370018, což značí slabou závislost.

Dále pak stejným způsobem proběhla analýza pro vyříděný plast, která je zobrazena na obrázku 3.2.5. Koeficient korelace v tomto případě byl 0,496186. Jedná se o lepší výsledek než u papíru, ale stále se jedná spíše o slabou závislost.



Obrázek 3.2.4: Závislost vyříděného papíru na počtu firem v ORP.



Obrázek 3.2.5: Závislost vytríděného plastu na počtu firem v ORP.

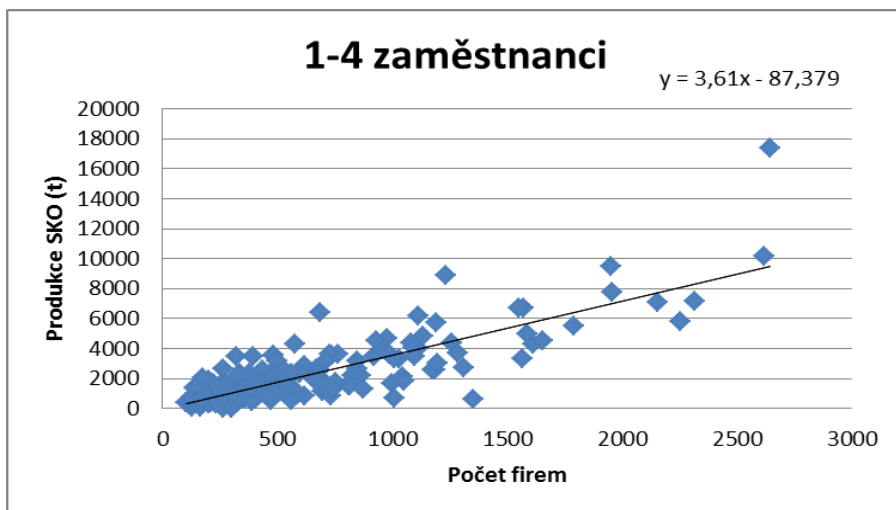
### 3.2.2 Vyhodnocení Počtu zaměstnanců firem v ORP

Druhá část korelační analýzy se zabývá závislostí počtu zaměstnanců firem jednotlivých ORP na množství vyprodukovaného odpadu. Jako jeden ze sociálně-ekonomických faktorů byl předpokládán vliv na produkci odpadu v jednotlivých ORP. Pro velké množství firem a velké rozdíly v množství zaměstnanců byly firmy podle počtu zaměstnanců rozříděny do šesti kategorií pro jednotlivé korelace. Vstupní data byla použita ve své modifikované formě tzn. bez ORP, které měly příliš velkou váhu na výsledek. Rozdělení firem dle zaměstnanců do skupin je možné najít v tabulce 3.2.1.

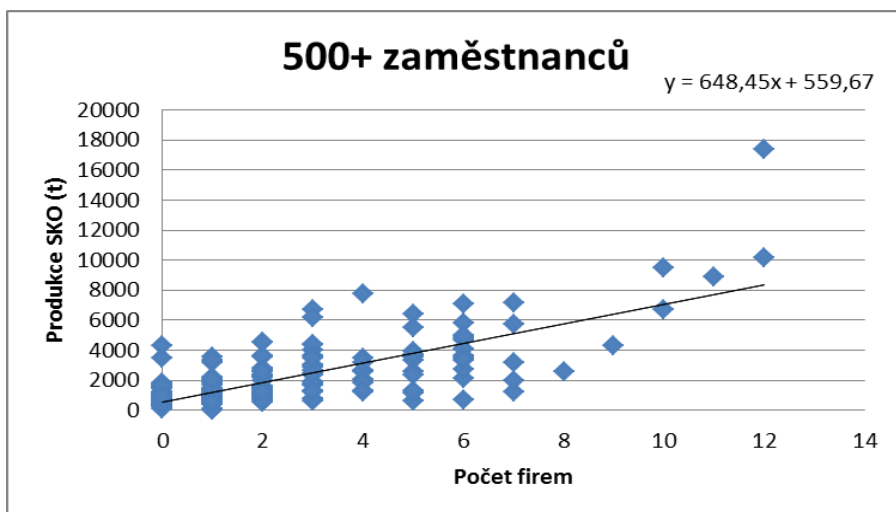
Korelace	1-4	5-9	10-24	25-99	100-499	500 a víc
SKO	0,8309	0,8200	0,8106	0,7982	0,7985	0,7403
Papír	0,3722	0,3670	0,3722	0,3330	0,3739	0,3422
Plast	0,4984	0,4908	0,4984	0,4607	0,4990	0,4339

Tab. 3.2.1: Koeficienty korelace pro firmy dle počtu zaměstnanců a produkce odpadů.

Z tabulky 3.2.1 jasně vyplývá, že existuje vztah mezi firmami s odlišným množstvím zaměstnanců a produkcí KO, protože koeficient korelace se s rostoucím množstvím zaměstnanců ve firmách snižuje. U malých firem se koeficient korelace velmi blíží hodnotě uvedené pro všechny firmy. To je způsobené hlavně velkým množstvím firem resp. sem patří i drobní živnostníci. Naopak u firem s počtem zaměstnanců 500 a víc už jsou rozdíly mezi ORP značné a to i z důvodu, že v některých ORP tyto firmy vůbec nejsou zastoupeny. Tyto firmy také v mnohem menší míře využívají obecních systémů svozu odpadu. Pro srovnání jsou uvedeny dva grafy. Na obrázku 3.2.6 lze vidět rozdělení pro firmy s počtem zaměstnanců 1-4, které se velmi blíží grafu rozdělení pro všechny firmy. Na obrázku 3.2.7 pak lze nalézt rozdělení pro firmy s počtem zaměstnanců 500 a více. Oba dva grafy znázorňují jako příklad produkci SKO na počtu firem s daným rozpětím zaměstnanců.



Obrázek 3.2.6: Produkce SKO v závislosti na počtu firem s 1-4 zaměstnanci.



Obrázek 3.2.7: Produkce SKO v závislosti na počtu firem s 500 a více zaměstnanci.

### 3.2.3 Vyhodnocení dalších kritérií

Dalším testovaným kritériem na vliv produkce odpadu byl rok založení firmy. Bylo předpokládáno, že u firem založených po roce 2008 tzn. po začátku ekonomické krize bude rovnoměrnější rozdělení. Tedy bude vyšší koeficient korelace hlavně u separovaných složek, než u firem založených před rokem 2008. Tento předpoklad byl potvrzen a výsledky jsou v tabulce 3.2.2. Nicméně u papíru a plastu je míra korelace stále spíše nedostatečná.

Korelace	SKO	Papír	Plast
do 2008	0,8387	0,3579	0,5369
od 2008	0,8405	0,3891	0,5715

Tab. 3.2.2: Koeficient korelace podle roku založení firmy.

Poslední část analýzy řešila obor činnosti firmy viz Příloha 2, tedy korelaci podle živnosti v ORP. Firmy byly řazeny do kategorií podle předpokládané produkce odpadů. Jako příklad je uvedeno seřazení oborů, kde byla předpokládána velká produkce papíru.

Byly tedy sloučeny všechny firmy, kde je předpokládána separace papíru a následně určen koeficient korelace, který byl 0,3525, což je nižší hodnota, než pro všechny firmy dohromady. Tento předpoklad se tedy nepotvrdil.

### 3.2.4 Výsledné zhodnocení

V této části bakalářské práce byla provedena korelační analýza dat. V první části byly hodnoceny produkce SKO a separovaných složek (papír a plast) dle počtu firem v jednotlivých ORP. Z výsledků bylo patrné, že významné korelace dosahovala jen produkce SKO. U separovaných složek byla situace odlišná. Plast vykazoval jisté známky vztahu k počtu firem v regionu, ale koeficient korelace nedosahoval potřebných hodnot pro další analýzu. Podobná situace byla i s papírem, kdy hodnoty koeficientu korelace byly ještě podstatně nižší. Proto byla v další části práce sledována pouze produkce SKO, která dosahovala nejvyšší míry korelace, a byla tak prokázána silná souvislost s počtem firem v ORP. Výsledky první části tedy posloužily jako předběžný krok následné regresní analýzy.

V druhé části byla řešena korelace se zohledněním počtu zaměstnanců ve firmách ORP. Zde bylo dokázáno, že počet zaměstnanců opravdu ovlivňuje koeficient korelace a proto bude počet zaměstnanců zohledněn i v nadcházející části práce.

### 3.3 Regresní analýza

Druhá analytická část práce se zabývá regresní analýzou. Ta slouží ke hledání a zkoumání závislosti proměnných, jejichž hodnoty jsou získávány při realizaci experimentů, v tomto případě z dat získaných z databáze (V)ISOH. Vzhledem k jejich náhodnému charakteru reprezentuje nezávisle proměnné náhodný vektor  $X$  a závisle proměnnou náhodná veličina  $Y$ . K popisu a vyšetřování závislosti  $Y$  na  $X$  užíváme právě regresní analýzu, přičemž tuto závislost vyjadřuje regresní funkce [8].

Na základě výsledků z korelační analýzy bylo pracováno pouze s daty týkajícími se počtu zaměstnanců ve firmách, produkce odpadu v jednotlivých ORP a rozdělení firem podle jejich oboru živnosti. Regresní analýza je prováděna proto, aby bylo možné odhadnout nebo predikovat teoretickou produkci odpadu jednotlivých ORP na základě známých sociálně-ekonomických faktorů a tedy i živností v kraji.

#### 3.3.1 Popis vstupních dat

Než bylo možné samotnou analýzu dat provést, bylo nezbytné vstupní data náležitě připravit. V této úvodní části se pracovalo v programu MS Excel. Nejprve bylo nutné vytvořit nový sloupec v původních datech a to sloupec středního počtu zaměstnanců v jednotlivých firmách. V poskytnutých datech byly pouze intervaly zaměstnanců. Např. byl interval s počtem zaměstnanců 1 až 4 a následně z něj byla vytvořena střední hodnota tzn. 2,5 zaměstnanec. Takto bylo postupováno u všech 292 891 firem. Problém nastal v případě firem s počtem zaměstnanců v intervalu s názvem 10 000 a více. V tomto případě bylo pro zjednodušení pracováno pouze s číslem 10 000.

Původní zdrojová data byla rozdělena podle popisu živnosti kategorií dle klasifikace ekonomických činností (NACE) a z toho pak do 24 oborů. Některé firmy neuveřejnily svůj obor činnosti. Byla jich jen malá část, proto, stejně jako firmy, které nezveřejnily svou ORP, byly z následných výpočtů vyřazeny.

V dalším kroku se data porovnávala v kontingenční tabulce. Osu  $y$  tvořilo 206 ORP a osu  $x$  24 oborů. Hodnoty v jednotlivých polích tvořily počty zaměstnanců všech firem. Celá tato kontingenční tabulka se následně dále zpracovávala. Produkci odpadu zastupují data z kap. 3.2.2.

#### 3.3.2 Redukování počtu oborů

Původní počet 24 oborů byl pro regresní analýzu příliš velký a mnoho z nich bylo velmi podobných. Slučováním podobných oborů, resp. oborů s předpokládanou podobnou produkcí odpadu s použitím znalostí z korelační analýzy byl jejich počet redukován na 13 hlavních. Jejich slučování probíhalo tak, že byly vždy sečteny v každém ORP celkové počty zaměstnanců. Mezi tyto obory patří (značení velkým písmenem odpovídá značení oboru během následných analýz, viz ilustrace ze software STATISTICA níže v textu):

- B) Doprava a logistika
- C) Právo, finance, reality, reklama
- D) Energetika a vodní hospodářství
- E) Instituce a státní aparát
- F) Informační technologie a telekomunikace
- G) Obchodní a zprostředkovatelská činnost
- H) Řemesla, opravy a servis

- I) Rostlinná a živočišná výroba
- J) Stavebnictví
- K) Strojírenství a hutnictví
- L) Věda, vzdělávání a sport
- M) Výrobní činnost
- N) Zdravotnictví

### 3.3.3 Odhad produkce SKO – stanovení koeficientů regresní rovnice

Dalším krokem bylo sestavení rovnice pro odhad teoretické produkce SKO na základě vstupních dat o firmách v ORP. Výsledná rovnice má tvar:

$$SKO^i = \sum_{j=1}^{13} b^j \times x_j^i \quad (3.1)$$

Kde:

- SKO - Produkce směšného komunálního odpadu v i-tém ORP [t]
- b - Hledané koeficient regrese i-tého ORP [-]
- x - Počet zaměstnanců i-tého ORP [-]

Pro srovnání produkce teoretického SKO odhadovaného výpočtem a známé produkce SKO byl použit vzorec, který vyjadřuje minimalizaci rozdílu mezi teoretickou (dopočítanou) a reálnou produkcí SKO:

$$\min \sum_{i=1}^{206} (SKO_T^i - SKO_R^i) \quad (3.2)$$

Kde:

- SKO<sub>T</sub> - Teoretická produkce SKO i-tého ORP odhadovaná výpočtem [t]
- SKO<sub>R</sub> - Reálná produkce SKO i-tého ORP z databáze (V)ISOH [t]

Pracovalo se s 206 rovnicemi o 13 neznámých koeficientech. Nejprve se tato úloha řešila v prostředí MS Excel pomocí nástroje „Řešitel“. Bohužel tento nástroj nebyl pro tuto úlohu dostatečný a výsledky nebyly jednoznačné. Z tohoto důvodu byla další část práce vypracována v programu STATISTICA. Jako závislá v tomto případě vystupovala produkce SKO v českých ORP a jako proměnné počty zaměstnanců v příslušných ORP. Vstupní data byla vyhodnocena a výsledky je možné vidět na obrázku 3.3.1. Koeficienty hledané regresní rovnice jsou ve čtvrtém sloupci. Poslední sloupec (p-hodnota) pak značí hladinu významnosti daného oboru na celkovou analýzu, v tomto případě je nastavena na hodnotu <0.05. Význam dalších symbolů je možné dohledat v [8], dále pro tuto analýzu dále nejsou podstatné.

Výsledky regrese se závislou proměnnou : A (optimalizace)						
R= ,99445042 R2= ,98893164 Upravené R2= ,98818222						
F(13,192)=1319,6 p<0,0000 Směrod. chyba odhadu : 1167,9						
N=206	b*	Sm.chyba z b*	b	Sm.chyba z b	t(192)	p-hodn.
<b>Abs.člen</b>			445,0641	153,3718	2,90186	0,004143
B	0,35414	0,108138	0,5767	0,1761	3,27489	0,001254
C	-1,49405	0,231925	-1,0838	0,1682	-6,44198	0,000000
D	0,03605	0,018115	0,2073	0,1042	1,98984	0,048028
E	1,01531	0,185986	1,1882	0,2177	5,45906	0,000000
F	0,30085	0,110909	0,7059	0,2602	2,71261	0,007282
G	0,46082	0,156690	0,2598	0,0883	2,94099	0,003674
H	-0,20953	0,106944	-0,2018	0,1030	-1,95930	0,051526
I	-0,03620	0,011511	-0,7345	0,2335	-3,14495	0,001925
J	0,04963	0,101835	0,0996	0,2044	0,48737	0,626554
K	-0,00829	0,020004	-0,0326	0,0787	-0,41455	0,678932
L	0,45214	0,126265	0,5014	0,1400	3,58086	0,000434
M	0,06157	0,022772	0,1076	0,0398	2,70392	0,007468
N	0,00449	0,064565	0,0081	0,1165	0,06962	0,944571

Obrázek 3.3.1: Vyhodnocení regresní analýzy v programu STATISTICA.

Většina variability dat byla popsána modelem, nicméně čtyři regresory vyšly jako nevýznamné při použití testovací statistiky studentova rozdělení T na hladině významnosti 0,05. Jedná se o řádky H, J, K a N. Což odpovídá oborům Řemesla, Opravy a servis; Stavebnictví; Strojírenství a hutnictví; Zdravotnictví.

První možností řešení se jeví odstranění nevýznamných regresorů. To by však mělo významný vliv na celou analýzu, protože by se značně snížila přesnost.

Dalším krokem byla úvaha o spojení některých oborů, které se zdají být nevýznamné pro odhad produkce odpadu. Nicméně s ohledem na typ podnikání už není možné tyto obory slučovat, proto se přistoupilo ke korelační analýze, na základě podobnosti z hlediska produkce SKO, jejímž výsledkem je určení vazeb mezi jednotlivými obory vzhledem k produkci odpadu. Na základě této analýzy byly zájmové obory (nevýznamné) spojeny s obory, se kterými prokazují největší míru závislosti (koeficient korelace). Z důvodu charakteru dat není možné předpokládat normální rozdělení pro jednotlivé regresní parametry. To má za následek nemožnost využití Pearsonova koeficientu korelace. Z tohoto důvodu zde byl využit Spearmanův koeficient korelace. Více informací ke Spearmanovu a Pearsonovu koeficientu lze nalézt v [13]. Výsledky této analýzy jsou uvedeny v tabulce na obrázku 3.3.2. Řádky i sloupce jsou jednotlivé obory a hodnoty značí jejich vzájemnou závislost – koeficient korelace.

Spearmanovy korelace (optimalizace)													
ChD vynechány párově													
Označ. korelace jsou významné na hl. p < ,05000													
Proměnná	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
B	1,000000	0,802985	0,635795	0,747450	0,688219	0,831299	0,807122	0,421588	0,783923	0,628821	0,794623	0,676286	0,669767
C	0,802985	1,000000	0,650203	0,806720	0,745684	0,844177	0,831777	0,386006	0,814562	0,663577	0,869620	0,652870	0,740927
D	0,635795	0,650203	1,000000	0,728008	0,582381	0,631307	0,682831	0,349833	0,675787	0,678136	0,762360	0,615754	0,717301
E	0,747450	0,806720	0,728008	1,000000	0,716372	0,800667	0,844194	0,516221	0,834154	0,703674	0,914055	0,686086	0,836292
F	0,688219	0,745684	0,582381	0,716372	1,000000	0,773077	0,729154	0,421236	0,701342	0,564937	0,790066	0,621404	0,678755
G	0,831299	0,844177	0,631307	0,800667	0,773077	1,000000	0,849184	0,513072	0,830692	0,693123	0,868673	0,679417	0,741006
H	0,807122	0,831777	0,682831	0,844194	0,729154	0,849184	1,000000	0,446814	0,850783	0,694865	0,872827	0,715139	0,763827
I	0,421588	0,386006	0,349833	0,516221	0,421236	0,513072	0,446814	1,000000	0,480378	0,456654	0,501820	0,413418	0,455695
J	0,783923	0,814562	0,675787	0,834154	0,701342	0,830692	0,850783	0,480378	1,000000	0,710165	0,872636	0,691320	0,767861
K	0,628821	0,663577	0,678136	0,703674	0,564937	0,693123	0,694865	0,456654	0,710165	1,000000	0,747672	0,688527	0,634548
L	0,794623	0,869620	0,762360	0,914055	0,790066	0,868673	0,872827	0,501820	0,872636	0,747672	1,000000	0,741820	0,837961
M	0,676286	0,652870	0,615754	0,686086	0,621404	0,679417	0,715139	0,413418	0,691320	0,688527	0,741820	1,000000	0,621926
N	0,669767	0,740927	0,717301	0,836292	0,678755	0,741006	0,763827	0,455695	0,767861	0,634548	0,837961	0,621926	1,000000

Obrázek 3.3.2: Korelační analýza Spearman- ilustraze se software STATISTICA.

Obory byly postupně slučovány a to tak, že se vždy sloučily dva nejpodobnější (z toho jeden nevýznamný) podle koeficientu korelace dle Spearmana. Poté se znovu provedla regrese a tak se postupovalo až do podoby na obrázku 3.3.3, kde už zbylo pouze 10 oborů.

Výsledky regrese se závislou proměnnou : A (List1 v Sešit1_pokus2)						
R= ,99382569 R2= ,98768951 Upravené R2= ,98712423						
F(9,196)=1747,3 p<0,0000 Směrod. chyba odhadu : 1219,1						
N=206	b*	Sm.chyba z b*	b	Sm.chyba z b	t(196)	p-hodn.
<b>Abs.člen</b>			537,3360	152,6147	3,52087	0,000535
B	0,16926	0,135290	0,0790	0,0631	1,25106	0,212406
C	-1,39886	0,226231	-1,0147	0,1641	-6,18334	0,000000
D	0,37084	0,065434	0,2167	0,0382	5,66746	0,000000
E	0,91489	0,183496	1,0707	0,2148	4,98588	0,000001
F	0,34106	0,102730	0,8002	0,2410	3,31994	0,001074
G	0,57936	0,154490	0,3266	0,0871	3,75014	0,000233
H	0,09005	0,026278	0,1329	0,0388	3,42697	0,000744
I	-0,03390	0,011609	-0,6877	0,2355	-2,92024	0,003907
J	-0,05558	0,022848	-0,2188	0,0899	-2,43271	0,015884

Obrázek 3.3.3: Vyhodnocení regresní analýzy v programu STATISTICA.

Obor v řádku B nebylo možné už sloučit s žádným dalším, protože byl pro analýzu příliš nevýznamný a odlišný od oborů ostatních. Proto se k přistoupeno k možnosti jeho odstranění z celé analýzy. Po jeho odstranění už všechny další obory byly pro analýzu významné a celá situace pak lze vidět na obrázku 3.3.4. Čtvrtý sloupec tedy tvoří hledané koeficienty regrese, dále použité pro odhad teoretické produkce směšného komunálního odpadu.

Výsledky regrese se závislou proměnnou : A (List1 v Sešit1_pokus2)						
R= ,99377623 R2= ,98759120 Upravené R2= ,98708729						
F(8,197)=1959,9 p<0,0000 Směrod. chyba odhadu : 1220,8						
N=206	b*	Sm.chyba z b*	b	Sm.chyba z b	t(197)	p-hodn.
<b>Abs.člen</b>			503,8097	150,4588	3,34849	0,000973
B	-1,45724	0,221682	-1,0571	0,1608	-6,57357	0,000000
C	0,39493	0,062628	0,2308	0,0366	6,30592	0,000000
D	1,02230	0,162405	1,1964	0,1901	6,29477	0,000000
E	0,34401	0,102850	0,8072	0,2413	3,34482	0,000986
F	0,66398	0,139093	0,3743	0,0784	4,77366	0,000004
G	0,09700	0,025721	0,1432	0,0380	3,77123	0,000215
H	-0,03656	0,011428	-0,7418	0,2318	-3,19954	0,001604
I	-0,04970	0,022390	-0,1956	0,0881	-2,21954	0,027591

Obrázek 3.3.4 Vyhodnocení regresní analýzy v programu STATISTICA.

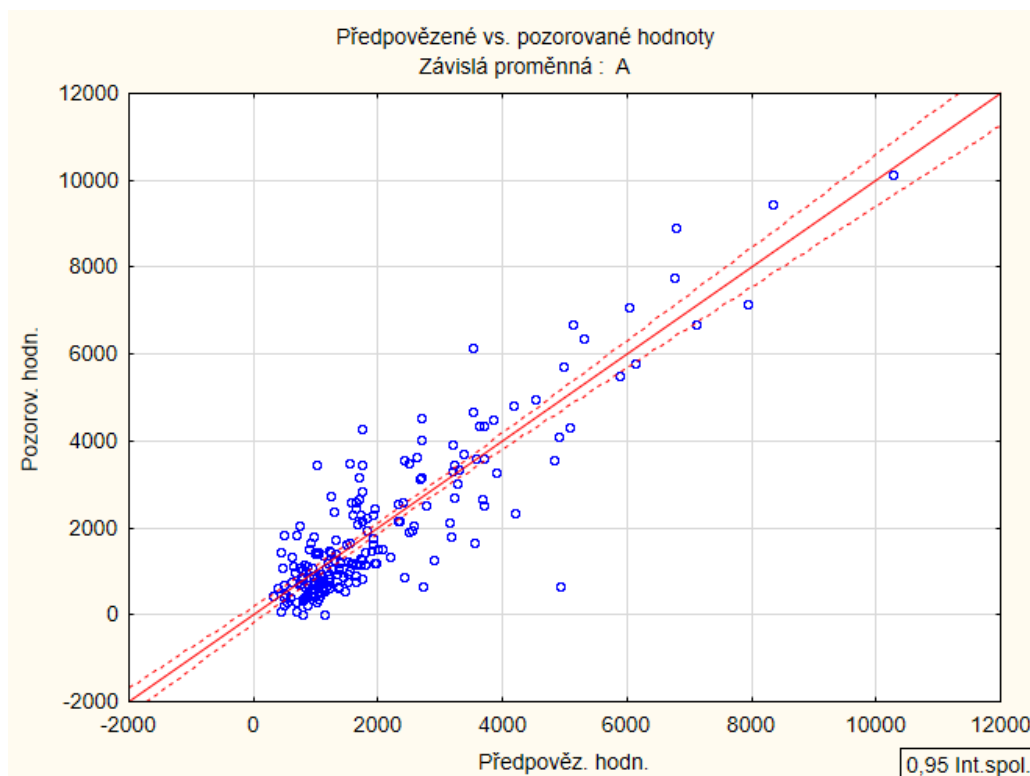
Vzhledem k tomu, že se v této části analýzy pracovalo se všemi ORP v ČR, bylo přistoupeno i k redukci největších ORP, obdobně jako v kapitole 3.2. Výsledek dostupný na obrázku 3.3.5 nebyl příliš uspokojivý, protože velká část oborů nebyla pro analýzu významná. Data měla nižší míru korelace (zjištěnou v kapitole 3.2) a proto byla regresní analýza pro ORP bez největších měst v ČR zamítnuta.

Výsledky regrese se závislou proměnnou : A (dfdfdfdf)						
R= ,88727284 R2= ,78725309 Upravené R2= ,77222206						
F(13,184)=52,375 p<0,0000 Směrod. chyba odhadu : 870,17						
N=198	b*	Sm.chyba z b*	b	Sm.chyba z b	t(184)	p-hodn.
<b>Abs.člen</b>			<b>330,5115</b>	<b>120,5198</b>	<b>2,74238</b>	<b>0,006702</b>
B	0,181007	0,059699	0,4528	0,1493	3,03200	0,002780
C	0,120265	0,078833	0,3993	0,2617	1,52556	0,128836
D	0,067945	0,038583	0,1419	0,0806	1,76100	0,079899
E	0,256179	0,079824	0,7744	0,2413	3,20931	0,001570
F	-0,007358	0,048557	-0,0393	0,2593	-0,15153	0,879726
G	0,227651	0,057624	0,2773	0,0702	3,95065	0,000111
H	0,087614	0,081385	0,1694	0,1573	1,07654	0,283095
I	-0,103699	0,040910	-0,4719	0,1862	-2,53480	0,012084
J	0,025636	0,081859	0,0630	0,2012	0,31318	0,754502
K	-0,036310	0,046393	-0,0499	0,0638	-0,78266	0,434833
L	0,106308	0,107542	0,1705	0,1725	0,98852	0,324194
M	0,197801	0,051225	0,1377	0,0357	3,86144	0,000156
N	-0,100707	0,073615	-0,1552	0,1134	-1,36803	0,172971

Obrázek 3.3.5 Vyhodnocení regresní analýzy v programu STATISTICA bez velkých měst.

### 3.3.4 Výsledky

Výsledné koeficienty regresní rovnice už odpovídají jejich znázornění ve čtvrtém sloupci na obrázku 3.3.4. Tyto koeficienty byly následně dosazeny do rovnice (3.1). Výsledky tvoří 206 rovnic o 8 známých koeficientech uvedených v tabulce MS Excel v příloze 3. Porovnání předpovězených vs. pozorovaných hodnot znázorňuje graf na obrázku 3.3.6.



Obrázek 3.3.6. Předpovězené vs. pozorované hodnoty v programu STATISTICA.

Výstupem práce pak je teoretická produkce směsných komunálních odpadů na základě živnosti v daném ORP uvedená v Příloze 3. Dále je zde srovnání této teoretické produkce SKO s produkcí SKO získanou z databáze (V)ISOH. K tomu byl použit vzorec (3.2). Veškeré výsledky regresní analýzy jsou v digitální podobě ve formátu .xlsx v Příloze 3. Mezi nimi jsou i konkrétní hodnoty pro teoretickou produkci směsného komunálního odpadu. Ve všech ORP tato teoretická produkce dosahuje cca 326 607 t SKO, na rozdíl od skutečné produkce SKO, která činí 664 265 t. Tento rozdíl je ovlivněn mnoha faktory. Jedním z těchto faktorů je např. vynechání určitého množství dat. To mohou být firmy, které odmítly poskytnout údaje o svých ORP nebo obor svého podnikání. Dalším faktorem jsou bezesporu samotné sociálně-ekonomické faktory. Ty říkají, že produkce SKO by měla být znatelně nižší, než skutečně je. Pak jsou zde zcela jistě i numerické chyby ve výpočtech jako je např. zaokrouhlování regresních koeficientů nebo samotná chyba programu STATISTICA. Posledním a zcela jistě zásadním faktorem bylo odstranění několika oborů sdružených pod písmeno B (obor doprava a logistika) v programu STATISTICA, což nakonec ovlivnilo výsledek. Obrázek 3.3.7 zobrazuje normální p-graf reziduí, kde modré body představují ORP a červená přímka znázorňuje místo, kde by měly všechny body v ideálním případě ležet.

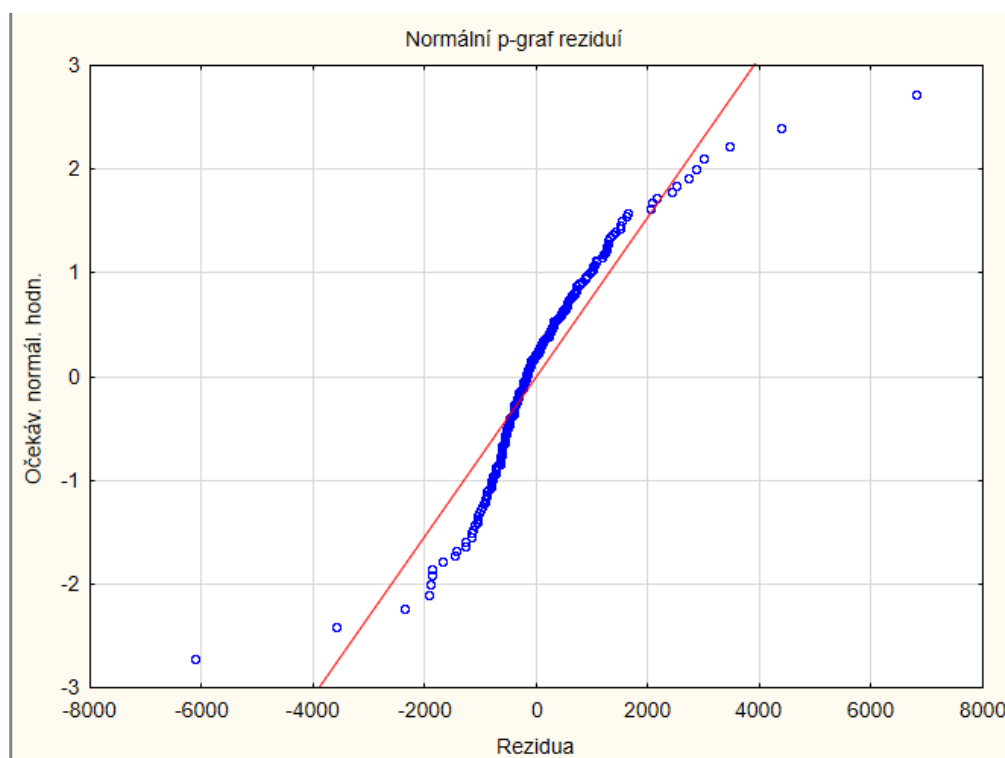
Výsledné regresní rovnice:

$$SKO_T = x_1 \times 0,1608 + x_2 \times 0,0366 + x_3 \times 0,1901 + x_4 \times 0,2413 + x_5 \times 0,0784 + x_6 \times 0,0380 + x_7 \times 0,2318 + x_8 \times 0,0881 \quad (3.3)$$

Kde:

$SKO_T$  - Teoretická produkce SKO i-tého ORP odhadovaná výpočtem [t]

$x_{1-8}$  - Počet zaměstnanců jednotlivých ORP [-]



Obrázek 3.3.7: Normální p-graf reziduí z programu STATISTICA.

## 4. ZÁVĚR

Předmětem bakalářské práce byla tvorba modelu popisujícího vliv živnostenského odpadu na produkci komunálního odpadu v obcích ČR, což přispěje k získání povědomí o této části komunálního odpadu, kterou statistiky oficiálně nevykazují. Model vychází ze sociálně-spoločenských faktorů, u kterých byl vyhodnocen vliv na produkci KO.

První část práce popisuje současný stav odpadového hospodářství v České republice a výchozí podmínky analýzy. Popsány jsou různé druhy odpadů zařazené do katalogu odpadů podle svých katalogových čísel a jejich vyhledávání v českých databázích odpadů. Tato část se také zaměřuje na produkci komunálního odpadu, živnostenského odpadu jako části SKO a na produkci separovaných složek. Dále jsou přehledně přiblíženy možnosti nakládání s odpady a jejich zpracování. Zároveň je popsána a vysvětlena hierarchie nakládání s odpady daná evropskými směrnici.

Druhá část práce se zaměřuje mimo jiné na práci s daty a především tvorbou regresního modelu. Jsou zde popsána použitá data z databáze (V)ISOH a jejich následná příprava pro provádění analýz. Korelační analýza řeší vzájemnou závislost jednotlivých sociálně-ekonomických faktorů na produkci SKO produkovaného firmami ve všech ORP ČR. Výsledky z této části jsou následně vyhodnoceny a využity v další části práce, kterou je regresní analýza. V té se bere v úvahu vliv zaměstnanců a živností na produkci v jednotlivých ORP. Vstupní data byla několikrát přepracována pro následné vyhodnocení v programu STATISTICA. Snižováním počtu skupin sledovaných oborů se dospělo k tomu, že byl vytvořen hledaný regresní model ve formě regresní rovnice obsahující určené regresní koeficienty. Výsledný model je nakonec aplikován na vypočtení teoretické produkce SKO ve všech ORP, což je další výstup této práce.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Sbírka zákonů česká republiky: Zákon č. 185/2001 Sb., ze dne 15. Května 2001 o odpadech [online]. [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <[www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-185](http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-185)>.
- [2] Ministerstvo životního prostředí ČR: Plán odpadového hospodářství ČR pro období 2015 – 2024 [online]. [cit. 2016-05-13]. Dostupné z <[www.mzp.cz/cz/plan\\_odpadoveho\\_hospodarstvi\\_cr](http://www.mzp.cz/cz/plan_odpadoveho_hospodarstvi_cr)>.
- [3] Veřejný informační systém odpadového hospodářství Ministerstva životního prostředí (VISOH)[online]. [cit. 2016-05-13]. Dostupné z: <[www.iso.h.cenia.cz/groupiso.h/](http://www.iso.h.cenia.cz/groupiso.h/)>.
- [4] Směsný komunální odpad. Vítejte na Zemi [online]. ESF, CENIA, PARTNEŘI, 2013 [cit. 2016-05-22]. Dostupné z: <[www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=uvod&site=odpady](http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=uvod&site=odpady)>.
- [5] Český statistický úřad | ČSÚ [online]. [cit. 2016-05-13]. Dostupné z: <[www.czso.cz/](http://www.czso.cz/)>.
- [6] Informační systém odpadového hospodářství (ISOH) [online]. [cit. 2016-05-13]. Dostupné z: <[www1.cenia.cz/www/odpady/iso.h/](http://www1.cenia.cz/www/odpady/iso.h/)>.
- [7] Katalog odpadů [online]. [cit. 2016-05-13]. Dostupné z: <[http://www.igro.cz/documents/381\\_2001.pdf](http://www.igro.cz/documents/381_2001.pdf)>.
- [8] KARPÍŠEK, Z. Matematika IV. 1.vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2014, 171s. ISBN 978-80-214-4858-2.
- [9] ÚSTAV PROCESNÍHO INŽENÝRSTVÍ, FSI, VUT V BRNĚ. Interní zdroj.
- [10] Eurostat Home [online]. [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <[www.epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/](http://www.epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/)>.
- [11] Step analýza [online]. [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <[www.clanky.rvp.cz/clanek/c/US/1127/STEP-ANALYZA.html/](http://www.clanky.rvp.cz/clanek/c/US/1127/STEP-ANALYZA.html/)>.
- [12] Komunální odpad – výsledky projektu VAV/720/16/03 [online]. [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <[www.komunalniodpad.eu/?str=pojmy](http://www.komunalniodpad.eu/?str=pojmy)>.
- [13] LITSCHMANNOVÁ, M. Úvod do statistiky. Ostrava: Vysoká škola báňská, 2011, 366s. [online]. [cit. 2016-05-22]. Dostupné z: <[www.mi21.vsb.cz/sites/mi21.vsb.cz/files/unit/uvod\\_do\\_statistiky.pdf](http://www.mi21.vsb.cz/sites/mi21.vsb.cz/files/unit/uvod_do_statistiky.pdf)>.
- [14] Sbírka zákonů česká republiky. Zákon č. 238/1991 Sb., ze dne 20. Června 1991 o odpadech [online]. [cit. 2016-05-25]. Dostupné z: <[www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?cz=238&r=1991](http://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?cz=238&r=1991)>.
- [15] Odpad je energie [online]. [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <[www.odpadjeenergie.cz/mbu-a-jine/mbu/nemecke-zkusenosti-s-mechanicko-biologickou-upravou-komunalnich-odpadu/](http://www.odpadjeenergie.cz/mbu-a-jine/mbu/nemecke-zkusenosti-s-mechanicko-biologickou-upravou-komunalnich-odpadu/)>.
- [16] ŠOMPLÁK, R.; PAVLAS, M.; KROPÁČ, J.; ZAVÍRALOVÁ, L. Justýna – nástroj pro odhad produkce a výhřevnosti komunálních, odpadů na úrovni mikroregionů. In elektronická verze (online). 2015. s. 1-12. ISBN: 978-80-85990-26- 3.
- [17] ZAVÍRALOVÁ, L.; ŠOMPLÁK, R.; PAVLAS, M.; KROPÁČ, J.; POPELA, P.; PUTNA, O.; GREGOR, J. Computational system for simulation and forecasting in waste management incomplete data problem. In Proceedings of the 18th International Conference on Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction (PRES 2015). CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS. Miláno, Itálie: Aidic Servizi Srl, 2015. p. 763-768. ISBN: 978-88-95608-36- 5.
- [18] ŠOMPLÁK, R.; PAVLAS, M.; SMEJKALOVÁ, V. Pokrok ve vývoji nástroje pro predikci produkce a složení komunálních odpadů. In Sborník konference. Praha: CEMC, 2016. s. 1-16. ISBN: 978-80-85990-28- 7.

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CENIA	-	Česká informační agentura životního prostředí	
ČR	-	Česká republika	
ČSÚ	-	Český statistický úřad	
DPH	-	Daň z přidané hodnoty	
EU	-	Evropská Unie	
Eurostat	-	Statistický úřad Evropské unie	
HDP	-	Hrubý domácí produkt	
KO	-	Komunální odpad	
ISOH	-	Informační systém odpadového hospodářství	
MS	-	Microsoft	
MŽP	-	Ministerstvo životního prostředí	
NACE	-	Klasifikace ekonomických činností	
OH	-	Odpadové hospodářství	
ORP	-	Obec s rozšířenou působností	
POH	-	Plán odpadového hospodářství	
PSČ	-	Poštovní směrovací číslo	
SKO	-	Směsný komunální odpad	
ÚPI	-	Ústav procesního inženýrství	
USA	-	Spojené státy americké	
(V)ISOH	-	Veřejný informační systém odpadového hospodářství	
b	-	Koeficient regrese	[-]
r	-	Koeficient korelace	[-]
x	-	Počet zaměstnanců	[-]
SKO <sub>T</sub>	-	Teoretická produkce směsného komunálního odpadu	[t]
SKO <sub>R</sub>	-	Reálná produkce směsného komunálního odpadu	[t]

## SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1.1	Produkce odpadů, KO a HDP v krajích ČR [5]	s. 9
Obrázek 2.1	Obory odpadového hospodářství	s. 11
Obrázek 2.2.1	Vývoj celkové produkce komunálního odpadu na obyvatele ČR dle ISOH pro 2009 – 2014 [6]	s. 14
Obrázek 2.2.2	Produkce komunálních odpadů v krajích ČR dle ISOH [6]	s. 15
Obrázek 2.2.3	Celková produkce a rozdíl mezi KO a SKO [2]	s. 16
Obrázek 2.2.4	Podíl využitelných složek k celkové produkci KO na základě svozu [5]	s. 17
Obrázek 2.3.1	Schéma nakládání s odpady [6]	s. 18
Obrázek 2.3.2	Způsoby nakládání s odpady v ČR [5]	s. 19
Obrázek 2.3.3	Hierarchie nakládání s odpady [9]	s. 22
Obrázek 2.3.4	Vývoj nakládání s SKO v ČR [5]	s. 23
Obrázek 2.4.1	Pohled na postup při získávání dat z databáze (V)ISOH	s. 24
Obrázek 3.2.1	Koeficient korelace podle způsobu rozdělení dat [8]	s. 29
Obrázek 3.2.2	Závislost SKO na počtu firem ORP	s. 30
Obrázek 3.2.3	Závislost SKO na počtu firem po odstranění určitých ORP	s. 30
Obrázek 3.2.4	Závislost vyříděného papíru na počtu firem v ORP	s. 31
Obrázek 3.2.5	Závislost vyříděného plastu na počtu firem v ORP.	s. 31
Obrázek 3.2.6	Produkce SKO v závislosti na počtu firem s 1-4 zaměstnanci	s. 32
Obrázek 3.2.7	Produkce SKO v závislosti na počtu firem s 500 a více zaměstnanci	s. 33
Obrázek 3.3.1	Vyhodnocení regresní analýzy z programu STATISTICA	s. 36
Obrázek 3.3.2	Korelační analýza Spearman. Ilustrace ze software STATISTICA	s. 36
Obrázek 3.3.3	Vyhodnocení regresní analýzy v programu STATISTICA	s. 37
Obrázek 3.3.4	Vyhodnocení regresní analýzy v programu STATISTICA	s. 37
Obrázek 3.3.5	Vyhodnocení regresní analýzy v programu STATISTICA bez velkých měst	s. 38
Obrázek 3.3.6	Předpovězené vs. pozorované hodnoty v programu STATISTICA	s. 38
Obrázek 3.3.7	Normální p-graf reziduí z programu STATISTICA	s. 38
Tabulka 2.1	Hlavní skupiny katalogu odpadů [7]	s. 13
Tabulka 2.2	Sledované druhy odpadu z katalogu odpadů [7]	s. 13
Tabulka 2.3.1	Kódy pro využívání odpadů [1]	s. 20
Tabulka 2.3.2	Kódy pro odstraňování odpadů [1]	s. 21
Tabulka 3.2.1	Koeficienty korelace pro firmy dle počtu zaměstnanců a produkce odpadů	s. 32
Tabulka 3.2.2	Koeficient korelace podle roku založení firmy	s. 33

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Kontingenční tabulka v souboru MS Excel	BP_Švarc_161413_Příloha_1.xls
Příloha 2: Korelace v souboru MS Excel	BP_Švarc_161413_Příloha_2.xls
Příloha 3: Regrese v souboru MS Excel	BP_Švarc_161413_Příloha_3.xls