

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra rostlinné výroby**



**Využití biologicky rozložitelného odpadu v péči o půdu**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Pavlína Soukupová**

**Vedoucí práce: Ing. Jaroslav Tomášek, Ph.D.**

© 2015 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Využití biologicky rozložitelného odpadu v péči o půdu" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne \_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu diplomové práce Ing. Jaroslavu Tomáškoví, Ph.D. za pomoc, věnovaný čas a ochotu. Dále bych chtěla poděkovat rodičům za jejich trpělivost, laskavost a finanční podporu. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat přítelovi za psychickou podporu při psaní této práce.

# Využití biologicky rozložitelného odpadu v péči o půdu

## Souhrn

Úvodní část diplomové práce je věnována definici pojmů, problematice biologicky rozložitelného odpadu a Plánu odpadového hospodářství z legislativního hlediska. Další část je zaměřena na způsoby separovaného sběru až po technologii zpracování bioodpadu. Na to navazuje aktuální stav nakládání s bioodpady v České republice a Evropě. Druhá část literární rešerše je věnována půdě a problematice s ní související, erozi, zhutnění nebo záborům půdy. Dále je pojednáváno o systému kompostování, jako jedné z možností, jak pečovat o půdu.

V kapitole materiál a metodika je práce zaměřena na charakteristiku Karlovarského kraje z ekonomického, sociálního a ekologického hlediska. Dále jsou zmíněny aktuální situace nakládání s odpady, popis skládek a kompostáren v kraji. V závěru kapitoly je popsána metodika pokusu.

Pokus proběhl v Kynšperku nad Ohří během roku 2014. Cílem bylo zjistit množství BRKO, plastů, papíru a skla v komunálním odpadu. Pokus probíhal ve třech opakováních, na jaře, v létě a na podzim. Byly vybrány čtyři kontejnery. První na okraji města, druhý na sídlišti, třetí u rodinného domu, kde odpad kompostují a čtvrtý u rodinného domu, kde odpad nekompostují. Naměřené hodnoty byly zváženy a zapsány do softwaru STATISTICA. Za použití popisných statistik byly zjištěny průměry množství odpadů v jednotlivých kontejnerech a jejich variabilita.

Na základě literární rešerše, pokusu a výstupů z programu, je v práci uvedeno několik úvah a návrhů, mezi které patří: (i) návrh třídění odpadu přímo u zdroje, aby se předešlo dalšímu třídění odpadu v kompostárnách nebo sběrných dvorech (zjištěno z osobní zkušenosti sběru odpadu), (ii) spolupráce Karlovarského kraje s obecními úřady, technickými službami, kompostárnami a obyvateli (iii) pochopení myšlenky třídění BRKO obyvateli Karlovarského kraje.

**Klíčová slova:** biologický, odpad, rozložitelnost, kompost, péče, půda, úrodnost

# The use of biodegradable waste in the care of the land

## Summary

The thesis review is aimed to the terms definition, the biodegradable waste issues and the waste management plan in a legislative perspective. The next part of the theses is focused on ways of the separate waste collection, and biowaste treatment technology. The current state of the biowaste management in the Czech Republic and Europe is following. The second part of the review is dedicated to soil issues, erosion, soil compaction and land grabs. Furthermore, the composting system is described in a way how to take care of the soil.

The next chapter Material and Methodology is focused on the characteristics of the Karlovy Vary region in the economic, social and environmental perspective. There are also discussed the current situation of the waste management, landfills and composting facilities in this region. At the end of the chapter, the methodology of the experiment is described.

The experiment took place in Kynperk nad Ohri city during 2014. The aim of the study was to estimate the amount of biodegradable municipal waste, plastics, paper and glass in communal waste. The experiment was performed threetimes: in the spring, summer and autumn. Four waste containers were selected for this purpose. The first of them was situated in the city outskirts, the second one in the prefab housing estate, the third one at the family house where the waste is composted, and the last one at the family house with no composting management. The measured values were recorded and processed in the STATISTICA software. Using descriptive statistics, average quantities of the waste and its variability in each containers were evaluated.

Based on the literature review, the experiment and used software outputs, several considerations and proposals are introduced: (i) the waste separation at the place of the source, to prevent further separation of the waste in composting or waste disposal facilities (found from personal experience collection), (ii) cooperation of Karlovy Vary region with the municipalities, technical services, composting facilities, and the inhabitants, (iii) understanding the ideas of biodegradable municipal waste sorting by the inhabitants of Karlovy Vary region.

**Keywords:** biological, waste, degradable, compost, care, soil, fertilit

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce .....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Literární rešerše.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>Odpady v minulosti.....</b>	<b>10</b>
<b>3.2</b>	<b>Základní pojmy .....</b>	<b>10</b>
<b>3.3</b>	<b>BRO - Biologicky rozložitelný odpad .....</b>	<b>11</b>
<b>3.4</b>	<b>Plán odpadového hospodářství v České republice.....</b>	<b>12</b>
<b>3.5</b>	<b>Systém separovaného sběru BRKO v rámci EU .....</b>	<b>14</b>
<b>3.6</b>	<b>Druhy technologií pro zpracování odpadu.....</b>	<b>17</b>
3.6.1	Biologické metody .....	17
3.6.2	Termické metody .....	17
3.6.3	Skládkování .....	18
3.6.4	Mechanicko - biologická úprava .....	18
3.6.5	Recyklace .....	19
<b>3.7</b>	<b>Způsoby sběru BRO.....</b>	<b>19</b>
3.7.1	Donáškový sběr .....	19
3.7.2	Odvozový způsob sběru.....	19
<b>3.8</b>	<b>Aktuální stav nakládání s odpady .....</b>	<b>20</b>
<b>3.9</b>	<b>Současná situace nakládání s odpady v Evropě .....</b>	<b>21</b>
<b>3.10</b>	<b>Přehled systémů sběru z jiných případových studií .....</b>	<b>24</b>
3.10.1	Pilotní studie z České republiky .....	24
3.10.2	University of Georgia .....	24
3.10.3	Stanfordská univerzita .....	25
<b>3.11</b>	<b>Půda.....</b>	<b>25</b>
3.11.1	Vývoj zemědělské půdy v ČR.....	26
3.11.2	Zemědělská půda .....	27
<b>3.12</b>	<b>Zastoupení důležitých látek a sloučenin v půdě .....</b>	<b>27</b>
<b>3.13</b>	<b>Degradační procesy v půdě.....</b>	<b>29</b>
3.13.1	Eroze .....	30
3.13.2	Zhutnění půdy .....	30
3.13.3	Zábory půdy .....	31
3.13.4	Desertifikace .....	31
<b>3.14</b>	<b>Péče o půdu - kompostování .....</b>	<b>31</b>
3.14.1	Přednosti kompostu a jeho využití.....	32

3.14.2	Odpad vhodný ke kompostování .....	32
<b>3.15</b>	<b>Fáze kompostovacího procesu.....</b>	<b>33</b>
<b>3.16</b>	<b>Druhy kompostování .....</b>	<b>34</b>
3.16.1	Domácí kompostování.....	34
3.16.2	Průmyslové kompostování .....	34
3.16.3	Statkové kompostování .....	34
3.16.4	Komunitní kompostování .....	34
3.16.5	Vermikompost.....	35
<b>4</b>	<b>Materiál a metody .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1</b>	<b>Charakteristika zájmového území.....</b>	<b>36</b>
4.1.1	Hospodářství v regionu.....	37
4.1.2	Demografická a sociální statistika .....	37
4.1.3	Trh práce a zaměstnanost .....	39
4.1.4	Životní prostředí.....	39
<b>4.2</b>	<b>Aktuální situace nakládání s odpady v Karlovarském kraji .....</b>	<b>40</b>
4.2.1	Skládky odpadů v Karlovarském kraji.....	42
4.2.2	Kompostárny v Karlovarském kraji .....	44
<b>4.3</b>	<b>Metodika pokusu.....</b>	<b>47</b>
<b>5</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>48</b>
<b>6</b>	<b>Diskuze .....</b>	<b>50</b>
<b>6.1</b>	<b>Zhodnocení výsledků .....</b>	<b>50</b>
<b>6.2</b>	<b>Zhodnocení ekonomického, ekologického a společenského přínosu .....</b>	<b>50</b>
<b>6.3</b>	<b>Srovnání s jinými podobnými projekty .....</b>	<b>51</b>
<b>6.4</b>	<b>Úvahy a návrhy na další postup .....</b>	<b>51</b>
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>53</b>
<b>8</b>	<b>Seznam literatury.....</b>	<b>54</b>

# 1 Úvod

Dnešní svět je přehlcný vším, na co si jen vzpomeneme, informačními technologiemi, mobilními sítěmi, technikou, ale i potravinami. Podle toho se chovají i domácnosti, které nakupují vše ve velkém, například potraviny. Nepřeberné množství potravin se „jen tak vyhodí“ do popelnice. Produkce potravin se stále zvyšuje s rostoucím počtem obyvatel. S přibýváním obyvatel je spojena výstavba budov, jak pro bydlení, tak pro administrativu, dále také pro výstavbu infrastruktury. S tím jsou spojené i zábory půdy a ubývání zemědělských ploch. Vše má vzrůstající tendenci, ale základních, neobnovitelných zdrojů, kam patří i půda, naší činností ubývá. Aniž bychom si to uvědomovali, půda je základním zdrojem pro veškerý život a udržet její úrodnost vyžaduje velkou péči.

S růstem počtu obyvatel souvisí i větší produkce biologicky rozložitelných odpadů. Tyto odpady by mohly být navraceny do půdy ve formě kompostu. Problémem ale je jejich třídění a to zejména třídění biologicky rozložitelného komunálního odpadu (BRKO). Aby se tento odpad mohl navrátit do půdy ve formě kompostu, je zapotřebí jeho třídění v místě vzniku, tedy v domácnostech. V mnoha zemích je systém třídění BRKO úspěšně zaveden. Cílem Evropské unie je předcházení skládkování a využívání biologicky rozložitelného odpadu. Skládkování patří mezi nejhorší způsoby nakládání s odpady z důvodu vznikajících nebezpečných skleníkových plynů, které mohou ohrozit životní prostředí.

Práce je v praktické části zaměřena na Karlovarský kraj. Jedním z cílů Plánu odpadového hospodářství Karlovarského kraje je snižování biologicky rozložitelného komunálního odpadu končícího na skládce. Dalším krokem je snaha využít tento odpad. Jedním z důležitých a dostupných opatření k nápravě je aplikace kompostu, o kterém mimo jiné pojednává tato diplomová práce.



## **2 Cíl práce**

Cílem práce je na základě analýzy dostupných dat a údajů z aktuálních informačních zdrojů zpracovat srovnávací případovou studii o hospodárném využití biologicky rozložitelného odpadu v péči o zemědělskou půdu pro Karlovarský kraj v kontextu České republiky.

Vědecká hypotéza:

Existuje předpoklad, že efektivní zpracování a využití biologicky degradabilního odpadu pozitivně ovlivňuje životní prostředí a působením na kvalitu půdy přispívá k ekologické stabilitě produkčních systémů potravin a šetření neobnovitelných zdrojů formou vstupů.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Odpady v minulosti

Dokud lidé žili kočovným životem, většina věcí, které používali, se buď rychle rozložila, nebo se vrátila do koloběhu přírody. Proto žádný problém s odpady nebo odpadní vodou neměli. Problém přišel v době, kdy lidé začali žít na jednom místě. Odpady vznikaly všude, v obydlích, ve chlévech, v řemeslných dílnách. Samozřejmě se tím znečišťovala i voda. Následkem toho pak vznikaly různé nemoci. Přesto se však objevují i místa, kde se s odpady nakládalo. Například na Blízkém východě byl vyřešen odtok odpadní vody z koupelen a byla vytvořena spádová odpadní roura pro odpad z kuchyně. Tyto inovace byly nalezeny z dob před sedmi tisíci lety. V bibli ze starého Jerusalema jsou zaznamenány vybudované kanalizační systémy. Už v té době využívali odpad ke kompostování. V Řecku a Římě využívali vodovody a kanalizaci (domy ještě nebyli na kanalizaci napojené). Se zánikem Římské říše končily odpady v nedlážděných ulicích. Malé zlepšení přišlo se zavedením dlážděných ulic, ale problém tím vyřešen nebyl. Ulice uklízeli státní instituce, majitelé domů (v okolí domů) nebo lehké ženy, které ulice potřebovaly ke své práci. S rozrůstajícím odpadem se zhoršovala i hygienická situace a v polovině 19. století vypukla epidemie cholery. Od této doby se začal budovat efektivní systém nakládání s odpady. Pevné odpady se odvážely na skládky a pro splašky se vybuďovala centrální kanalizace. Skládky se brzy zaplnily, a tak kolem roku 1877 začaly ve městech Leeds, Manchester a Birmingham fungovat spalovny. V Čechách byla první spalovna postavena v roce 1905 v Brně. V současné době se s odpadem nakládá podle řady zákonů a nařízení. Využitelné složky odpadů se třídí a dále využívají (CENIA, 2013).

### 3.2 Základní pojmy

„Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit (Zákon č.185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, § 3).“

„Komunálním odpadem je veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob, a který je uveden jako komunální odpad v Katalogu odpadů, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání (Zákon č.185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, § 4 písm. b).“

Biologicky rozložitelným komunálním odpadem se rozumí biologicky rozložitelný odpad obsažený v komunálním odpadu a v odpadu podobném komunálnímu (Kotoulová a Váňa, 2001). Jedná se o BRO, které jsou součástí komunálních odpadů a zařazují se podle přílohy č. 1 vyhlášky MŽP 381/2001 Sb., katalogu odpadů, pod číslem 20 (Vyhláška č. 381/2001 Sb., Katalog odpadů).

Směsným komunálním odpadem je směs druhů komunálního odpadu, která zůstává po oddělení využitelných a nebezpečných složek (druhů) komunálního odpadu nebo, ze kterého nebyly tyto složky (druhy) vůbec odděleny. Užíván je také pojem „zbytkový“ komunální odpad (Kotoulová a Váňa, 2001).

Za odpad ze zeleně je považován komunální odpad rostlinného původu z údržby veřejných sadů a parků, sídlištní a uliční zeleně, travnatých hřišť, ze zahrad fyzických osob, ze hřbitovů apod. Jedná se zejména o větve stromů, trávu, listí (s výjimkou uličních smetků), ale i piliny, odřezky dřeva a ostatní odpadní dřevo neošetřené prostředky s obsahem těžkých kovů nebo organických sloučenin (Kotoulová a Váňa, 2001).

Katalog odpadů je seznam všech odpadů uvedených pod specifickým číselným kódem (Vyhláška č. 381/2001 Sb., § 1 Katalog odpadů, příloha č. 1).

Nakládání s odpady je definováno jako shromažďování, sběr, výkup, přeprava, doprava, skladování, úprava, využití a odstranění odpadů (Zákon č.185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů).

Odpadové hospodářství je činnost zaměřená na předcházení vzniku odpadů, na nakládání s odpady a na následnou péči o místo, kde jsou odpady trvale uloženy a na kontrolu těchto činností (Zákon č.185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů).

### **3.3 BRO - Biologicky rozložitelný odpad**

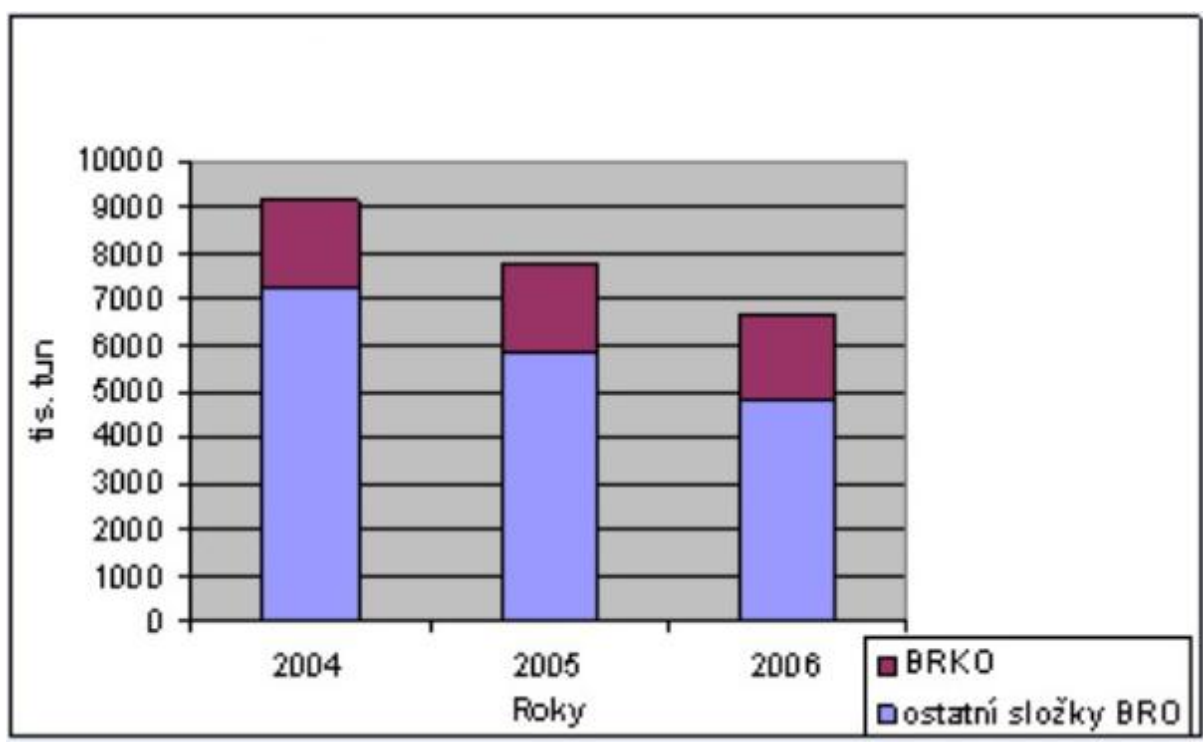
Za biologicky rozložitelný odpad je považován jakýkoli odpad, který podléhá aerobnímu nebo anaerobnímu rozkladu. Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů prošel několika novelami:

- novela č. 154/2010 Sb., která je účinná od 1. července 2010,
- novela č. 169/2013 Sb., která je účinná od 1. října 2013,

- novela č. 229/2014 Sb., s účinností od 1. ledna 2015, která stanovila obcím povinnost umožnit pro domácnosti místa k odkládání bioodpadů (Zákon č.185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, § 33a písm. a).

BRO jsou označovány odpady zemědělské, zahradnické, lesnické, odpady z textilního průmyslu, celulózářského průmyslu, ze zpracování dřeva, z kožedělného průmyslu. Dále se sem řadí papírové a dřevěné obaly, čistírenské a vodárenské kaly a samozřejmě i komunální bioodpady (Zemánek a kol., 2010).

Graf č. 1 - Podíl BRKO na celkové produkci BRO v letech 2004–2006



Zdroj: Vlastimil Altmann (2010)

BRO představuje 23% z celé produkce odpadů. Od roku 2004 dochází k poklesu vykazovaného množství BRO. Jak je vidět v grafu č. 1, v roce 2004 činilo množství vykazovaného BRO v ČR kolem 9 mil. tun ročně. V roce 2006 kleslo množství na necelých 7 mil. tun ročně (Altmann, 2010).

### 3.4 Plán odpadového hospodářství v České republice

Plán odpadového hospodářství ČR (dále jen POH ČR) předepisuje cíle, zásady a opatření pro nakládání s odpady na území České republiky v souladu s principy udržitelného rozvoje.

Váže se na nakládání se všemi odpady s výjimkou odpadů určených v § 2 odst. 1 písmena a) až i) zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Pro rozhodovací a jiné činnosti příslušných správních úřadů je POH ČR závazným podkladem. POH ČR je platný na období 2015 až 2024. Skládá se z úvodní části, kde je charakterizovaná ČR z hlediska geografického, demografického a ekonomického. Dále dává informace o působnosti, struktuře a obsahu POH ČR. Druhá část je analytická a vyhodnocuje stav odpadového hospodářství. Třetí část je závazná a je součástí právního řádu a klade důraz na dodržování hierarchie způsobů nakládání s odpady (Plán odpadového hospodářství České republiky pro období 2015 – 2024, 2015). Hierarchie nakládání s odpady je v § 9a zákona č. 185/2001 Sb. a skládá se z těchto způsobů:

- a) předcházení vzniku odpadů,
- b) příprava k opětovnému použití,
- c) recyklace odpadů,
- d) jiné využití odpadů, například energetické využití,
- e) odstranění odpadů (Zákon č.185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů § 9a, 2001).

Poslední čtvrtou částí je Směrná část, která uvádí přehled nástrojů pro plnění stanovených cílů. Obsahuje soustavu indikátorů, podle kterých se průběžně hodnotí odpadové hospodářství a plnění cílů závazné části POH ČR (Plán odpadového hospodářství České republiky pro období 2015 – 2024, 2015).

*„Součástí POH je Program předcházení vzniku odpadů, jehož cíle jsou:*

- *Předcházení vzniku odpadů a snižování měrné produkce odpadů.*
- *Minimalizace nepříznivých účinků vzniku odpadů a nakládání s nimi na lidské zdraví a životní prostředí.*
- *Udržitelný rozvoj společnosti a přiblížení se k evropské „recyklační společnosti“.*
- *Maximální využívání odpadů jako náhrady primárních zdrojů a přechod na oběhové hospodářství (Plán odpadového hospodářství České republiky pro období 2015 – 2024, 2015)“.*

POH nabyl účinnosti 1. ledna 2015 a z hlediska jeho vlivů na životní prostředí byl posouzen v souladu se zákonem č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí, ve

znění pozdějších předpisů (Plán odpadového hospodářství České republiky pro období 2015 – 2024, 2015).

### **3.5 Systém separovaného sběru BRKO v rámci EU**

Systém separovaného sběru BRKO se v Evropě začal rozvíjet od poloviny osmdesátých let minulého století. V České republice jsou v některých městech provozovány pilotní programy. Někde se dokonce odpad sbírá jako běžná komodita k ostatnímu tříděnému odpadu. Třídění BRKO není v České republice zatím povinné, ale i přesto se v roce 2001 nasbíralo 7 tisíc tun odpadu. Tento odpad poté sloužil jako vstupní surovina pro kompostování například v Nové Pace, Uherském Hradišti nebo Strážnici. Každým rokem se množství získaného BRKO zvyšuje. V roce 2005 se kompostováním zpracovalo kolem 180 tisíc tun BRKO, v roce 2006 to bylo 188 tisíc tun a v roce 2009 bylo zkompostováno 232 tisíc tun BRKO (Altmann a Mimra, 2012). V současné době se kompostuje 283 tisíc tun BRKO (Altmann a kol, 2010).

Tím, že Česká republika vstoupila do EU, se změnil přístup země k požadavkům na zlepšení životního prostředí. Česká republika se musela začít řídit touto platnou legislativou, která zahrnuje i nakládání s komunálním odpadem a dále i nakládání s BRO, pro který byl vypracován samostatný Realizační program. Cílem bylo a je BRO neodstraňovat, ale dále využívat a minimum odpadu ukládat na skládky. Nakládání s těmito odpady se řídí podle Směrnice EU 99/31/EC „o skládkování odpadů“ (Altmann a Mimra, 2012).

Podíl BRKO ukládaného na skládky musí být postupně snižován v souladu s harmonogramem uvedeným v Plánu odpadového hospodářství ČR a krajů. Do roku 2020 se tento podíl musí snížit na 35% z celkového množství BRKO vzniklého v roce 1995 (Pospíšilová, 2006).

Oddělený sběr BRKO patří mezi základní předpoklad k možnosti jeho následného zpracování. Směrnice EU udává, že separovaný sběr má být zaváděn ve všech členských státech. Nejprve by se toto nařízení týkalo obcí s více než 100 000 obyvateli a poté u obcí s více než 2000 obyvateli. Z toho vyplývá, že 75% obyvatel České republiky by mělo třídít BRKO (ALTMANN a kol., 2010). Hlavním problémem produkovaného BRO je jeho smíchání s odpadem jiným. Tento problém se týká v první řadě BRKO, které pak končí na skládce. Odděleným sběrem je možné tomuto problému předejít (Váňa a Slejška, 2004). Aby

takový systém mohl fungovat, je zapotřebí zapojit co nejvíce občanů, na kterých oddělený sběr záleží (Kotoulová a Váňa, 2001). Důsledná osvěta veřejnosti se odráží na kvalitě sběru bioodpadu (Altmann a kol., 2010). Pravidelné kontroly kvality a účinnosti sběru, vypracování analýz a zjišťování poptávky po vzniklém produktu, tedy kompostu, jsou nutností. Hodnotit je zapotřebí i ekonomická náročnost a využitelnost zbytkové frakce (Kotoulová a Váňa, 2001).

Cílem těchto opatření je omezení antropogenního skleníkového efektu a globálního oteplování. Záměrem těchto opatření je omezení antropogenního skleníkového efektu a globálního oteplování (Váňa, 2001).

Podle vyhlášky MŽP č. 381/2001 Sb., katalog odpadů se biologicky rozložitelné komunální odpady se řadí do skupiny 20. V tabulce jsou uvedené druhy odpadů, které se považují za BRKO:

Tabulka č. 1 - Přehled biologicky rozložitelných komunálních odpadů

kód	BRKO
20 01 01	Papír a lepenka
20 01 08	Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven
20 01 10	Oděvy
20 01 11	Textilní materiály
20 01 38	Dřevo neuvedené pod číslem 20 01 37
20 02 01	Biologicky rozložitelný odpad ze zahrad a parků (včetně hřbitovního odpadu)
20 03 01	Směsný komunální odpad
20 03 02	Odpad z tržišť
20 03 07	Objemný odpad

Zdroj: Altmann a kol. (2010)

V současné době tvoří BRKO kolem 40% procent v celkovém objemu smíšeného komunálního odpadu. Právě proto se Evropská unie snaží o přesměrování bioodpadů ze skládek do bioplynových stanic nebo kompostáren. Různorodé složení BRKO má vliv na sběr, zpracování nebo odstraňování. Tvorbou skleníkových plynů představuje problém pro skladování, tedy i skládkování (Pospíšilová, 2006).

Množství biologicky rozložitelných komunálních odpadů je závislé na typu zástavby. Zástavba v centrální části počítá s hmotností produkce odpadu 18,9%. Zástavba v příměstské zástavbě počítá s hodnotou 6,3%. V zástavbách se zahradami, na hřištích nebo v parcích vzniká větší množství BRKO než na ostatních plochách (Altmann a Mimra, 2012).

Tabulka č. 2 - Produkce a prognóza podílu BRKO v SKO

<b>ROK</b>	<b>POČET OBYVATEL</b>	<b>PRODUKCE/PROGNÓZA SKO (tis/tun)</b>	<b>PODÍL BRKO VE SKO (tis/tun)</b>
2000	10 272 503	2540*	48 %
2001	10 224 192	2578*	48%
2002	10 200 774	2617*	49%
2003	10 201 651	2656*	50%
2004	10 206 923	2696*	50%
2010	10 298 042	2948	54%
2013	10 298 517	3100	56%
2020	10 283 929	3200	60%

\*reálná produkce

Zdroj: ČSÚ (2010)

V tabulce č. 2 je uveden podíl BRKO v SKO v letech 2000 - 2020. Od roku 2003 obsahuje SKO 50 % BRKO a tento podíl se stále zvyšuje. Podle prognóz by počet obyvatel ČR měl být konstantní, ale množství BRKO v BRO by se mělo nadále pomalu zvyšovat až na 60 % (ČSÚ 2010).



## 3.6 Druhy technologií pro zpracování odpadu

Biologický odpad lze zpracovávat biologickými, termickými metodami, skládkováním, mechanicko-biologickou úpravou a recyklací. Biologické metody zpracování odpadů jsou aerobní rozklad, anaerobní fermentace a biologická detoxikace nebezpečných odpadů (Fiedor, 2012).

### 3.6.1 Biologické metody

Aerobní rozklad je typický pro kompostování. „*Kompostování je přirozená biochemická přeměna, při které vzniká z organických látek za přístupu vzduchu (aerobních podmínek) a vlivu živých organismů stabilní organický produkt – hnojivý substrát. Výsledkem tohoto procesu je přeměna nestabilních přírodních surovin na stabilní hnojivo – kompost. Tento proces doprovází snížení objemu, hmotnosti, obsahu vody, za zvýšené teploty.*

*Jednoduché vyjádření procesu je znázorněno:*

*organické látky + O<sub>2</sub> + mikroorganismy → kompost + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + teplo“* (Hejátková, 2008).

Anaerobní digesce je proces fermentace, při které je organická hmota rozkládána mikroorganismy za nepřístupu vzduchu v reaktorech, kde se vyrábí hlavně bioplyn a kompost (Ortner et al., 2013).

Biologická detoxikace nebezpečných odpadů je proces biodegradace, který slouží ke snížení kontaminace zejména ropných látek a polyaromatických uhlovodíků. Takto se většinou zpracovávají znečištěné zeminy, betony a sutě, ropné kaly z myček, lapolů a čistíren (Fiedor, 2012).

### 3.6.2 Termické metody

Do termických metod se řadí spalování odpadů, pyrolýza a zplyňování odpadů. Jsou to metody, při nichž dochází k působení na odpadní látku teplotou vyšší, než je mez chemické stability odpadu nebo spolupůsobením teploty a kyslíky v prostředí s regulovaným obsahem kyslíku. Těmito metodami nelze dosáhnout konečného odstranění odpadů, neboť vznikají vedlejší produkty, jako jsou například popel a plynné látky (Fiedor, 2012).

Při procesu spalování se rozkládá organická hmota na tepelnou energii. Tento proces je termický a probíhá za přístupu vysoké teploty a kyslíku (Alhadj-Mallah et al., 2015).

Pyrolýza je tepelný rozklad organického materiálu bez přístupu vzduchu, oxidu uhličitého nebo vodní páry a dochází ke vzniku jednotlivých pevných, plynných a kapalných frakcí. Své uplatnění má v průmyslu výroba dřevěného uhlí, methanolu nebo koksu.

Při zplyňování se hmota používá k výrobě plynu a ten se následně využije k výrobě jiného druhu energie. Tento proces je termochemický, organická hmota se rozkládá na hořlavé plyny za přítomnosti vysokých teplot až 800 °C (Fiedor, 2012).

### **3.6.3 Skládkování**

Skládkování patří k nejčastějšímu způsobu nakládání s odpady (Zemánek a kol., 2010), i přesto, že z celkové produkce všech odpadů klesl podíl skládkování odpadu z 14,6 % na 11,3% (CENIA, 2013). Skládkování se skládá se z řízeného odstraňování komunálního odpadu s malou nebo žádnou úpravou (Smith et al., 2001). Úprava komunálního odpadu před skládkováním, snižuje množství průsakové vody a emisí skládkového plynu (methanu) (Mahar et al., 2009).

### **3.6.4 Mechanicko - biologická úprava**

Mechanicko - biologická úprava je stanovena v legislativě České republiky a upravena ve vyhlášce č. 482/2005 Sb. V §2 písm. h) je definována jako *„úprava směsného komunálního odpadu a průmyslového odpadu svou charakteristikou a složením podobného komunálního odpadu, spočívající v kombinaci fyzikálních postupů, kterými jsou například drcení a třídění, a biologických postupů, jejímž výsledkem je oddělení některých složek odpadu, stabilizace biologicky rozložitelných složek odpadu a případně další úprava oddělených složek odpadu“* (vyhláška č. 482/2005 Sb., o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy § 2 h).

### **3.6.5 Recyklace**

Při recyklaci se vhodnou technologií využije hmota odpadu pro výrobu recyklovaných výrobků. Rozlišuje se primární a sekundární recyklace. Primární recyklace znamená, že výsledný výrobek má stejné nebo podobné vlastnosti jako výrobek původní. U sekundární recyklace se konečný výrobek liší od prvotního výrobku. Další možností dělení recyklace je na fyzikální a chemické procesy. Chemická recyklace je typická pro některé polymerní odpady. Recyklaci může vykonávat producent odpadu, odběratel, který odpad využívá. Dále to může být producent odpadu, který odpad částečně zpracuje a odběratel dokončí zpracování. Třetí možností recyklační technologie je odebrání odpadu od producentů, zpracování a prodej odběrateli jako druhotnou surovinu (Fiedor, 2012).

## **3.7 Způsoby sběru BRO**

Existují dva způsoby sběru BRO. První je donáškový způsob a druhý je odvozový sběr (Altmann a Mimra, 2012).

### **3.7.1 Donáškový sběr**

U donáškového způsobu se odpad ukládá na sběrná místa. Sběrnými místy jsou volně přístupné sběrné nádoby (valníky, kontejnery) nebo velkoobjemové kontejnery (VOK) v uzavřených sběrných dvorech. Tento systém je často uplatňován při sběru odpadu ze zeleně. Po shromáždění odpadu ze zeleně se odpad dopraví na místo zpracování, nejčastěji na kompostárnu (Altmann a Mimra, 2012). Donáškovým způsobem sběru odpadu (nejen biologického) se eliminuje vznik černých skládek (Zemánek a kol., 2010).

### **3.7.2 Odvozový způsob sběru**

Tento způsob se uplatňuje v případě, kdy je společně sbírán kuchyňský bioodpad i odpady ze zeleně. Používají se nádoby o objemu 120 a 240 litrů a jsou umístěné nedaleko obytných budov. Odvozový způsob sběru je účinnější, ale nákladnější než donáškový sběr.

Používá se také u sběru specifických odpadů ze živností a ze zařízení veřejného stravování (Altmann a Mimra, 2012).

### **Nádoby na bioodpad**

Tříděný bioodpad se ukládá do speciálních uzavíratelných nádob, nebo do pytlů a sáčků k tomu určených (Hejátková, 2010). Při odvozovém způsobu sběru se používají plastové nádoby nebo kompostajny, tzn. speciálně upravené nádoby na bioodpad (Altmann a kol., 2010). V České republice jsou k dispozici nádoby o objemu 120, 140 a 240 litrů, které jsou upravené pro sběr bioodpadu. Jsou vybaveny odvětráváním a provzdušněním, čímž se zamezuje nežádoucímu zápachu (Hejátková, 2010). Donáškový systém sběru využívá VOK, jejichž objem se pohybuje od 9 m<sup>3</sup> do 18 m<sup>3</sup> (Altmann a kol., 2010).

Možností nádobového sběru při sběru bioodpadu je sběr pytlový, používány jsou pytle plastové nebo jutové. Výhodou pytlového sběru je snadná manipulace, nevýhodou je časové hledisko manipulace s odpadem (vysypávání sebraného materiálu). Další nevýhodou je zápach a zvýšené množství hmyzu v teplém období (Kotoulová a Váňa, 2001).

Další technologií jsou pytle z biodegradabilních plastů, které umožňují zjednodušení odděleného sběru bioodpadu. Jsou určené pro shromažďování odpadu v domácnostech na dobu maximálně čtrnácti dnů. Při kompostování se vlivem vlhkosti a bakterií rozkládají (Altmann a Mimra, 2012).

## **3.8 Aktuální stav nakládání s odpady**

Za účelem splnění recyklace a splnění cílů podle směrnice o odpadech a skládkování Evropské unie, se v České republice klade stále větší důraz na využití biologicky rozložitelného odpadu. Například Irsko v roce 2010 využívalo 75% biologicky rozložitelného odpadu. Česká republika má relativně novou infrastrukturu odpadového hospodářství. Zprávy o plnění Plánu odpadového hospodářství nasvědčují tomu, že v současné době není využití biologicky rozložitelného odpadu dostatečně efektivní. Aby Česká republika zlepšila situaci s využitím BRKO, bude muset nejen investovat do infrastruktury. Dalším důležitým faktorem je zvýšení povědomí veřejnosti související s tříděním odpadů na úrovni domácností (Zavodska a kol., 2014).

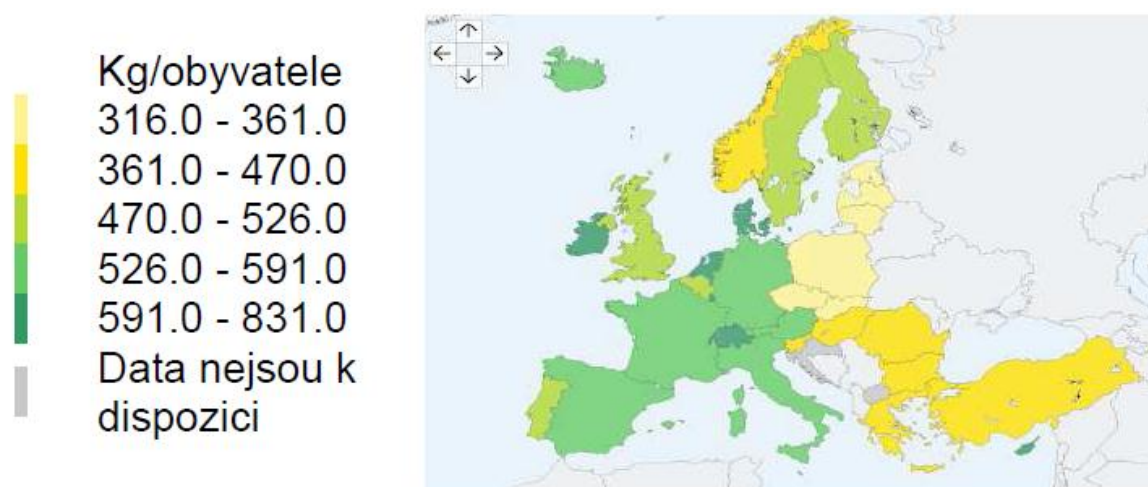
Vzhledem k situaci nakládání s biologicky rozložitelným odpadem byl vytvořen návrh na zlepšení současné situace. Řešení bylo navrženo jako logisticky propojený integrovaný systém nakládání s biologickým odpadem z technologií, které by optimálně řídily specifikace jednotlivých skupin biologických odpadů, potřeb zákazníků a možném prodeji finálních výrobků. Navrhované řešení by mohlo být také použito i jinými zeměmi EU (Horsak a Hrebíček, 2014).

V dnešní době je téma biologicky rozložitelných odpadů velice diskutované. Tím, že se změnila legislativa EU, se mění i nakládání s biologicky rozložitelnými odpady. Rozhodnutí jak naložit s biologicky rozložitelnými odpady závisí na mnoha faktorech. Jedním z nejdůležitějších jsou finanční možnosti toho, kdo má odpady na starosti. Dalším faktorem je typ biologicky rozložitelného odpadu. Správná varianta využití biologicky rozložitelného odpadu je ve využití dvou nebo více různých technologií (Mrkvica, 2010).

### 3.9 Současná situace nakládání s odpady v Evropě

Způsoby nakládání s odpady se ve státech Evropské unie velice liší. V západoevropských zemích se platí vysoké poplatky na skládkování bioodpadů, proto se odpad zpracovává jinými způsoby, například anaerobní digescí odpadu (Hřebíček a kol., 2005).

Mapa č. 1 - Produkce komunálních odpadů v EU



Zdroj: Barth a kol. (2008)

Za posledních deset let rostlo množství vyprodukovaného odpadu rychlejším tempem než HDP. Tento trend se pomalu snižuje. Jak je vidět na obrázku č. 1, průměrná produkce komunálních odpadů v EU je kolem 500 kg odpadu na obyvatele za rok (Barth a kol., 2008).

Podle aktivity odděleného sběru bioodpadu je možné rozdělit evropské země do čtyř kategorií. Do první kategorie patří Rakousko, Belgie (Flandry), Německo, Švýcarsko, Lucembursko a Nizozemí. Zde jsou systémy plně realizovány. Anaerobní digesce zde není často využívána, vzhledem k finanční náročnosti. Očekává se ale nárůst využívání anaerobní digesce z důvodu výroby bioplynu, jako obnovitelného zdroje. Tento způsob je podporovaný i směrnicí o obnovitelných zdrojích (Favoino, 2003).

Ve druhé kategorii jsou Dánsko, Švédsko, Itálie, Katalánie (region Španělska) a Norsko. Tyto země mají systémy plně nastíněny, ale kapacita kompostáren není dostatečná (Favoino, 2003).

Finsko, Francie a Velká Británie a část Belgie (Vlámsko) patří do třetí kategorie, kde jsou systémy pro kompostování navrženy, ale ještě nejsou schváleny (Favoino, 2003).

V poslední kategorii jsou země, kde je nejčastější způsob nakládání s odpadem skládkování a není žádná snaha o změnu. Patří sem Řecko, Irsko, Španělsko a Portugalsko (Favoino, 2003).

Podle Evropské environmentální agentury se základní přístupy dělí do tří kategorií z hlediska přístupu.

První přístup využívá spalování k redukci odpadů ukládaných na skládky. Mezi tyto země patří Nizozemí, Francie, Lucembursko a Skandinávské země.

Druhým přístupem je vysoká míra kompostování a nízká míra spalování. Spadá sem Německo, Rakousko, Itálie a Španělsko.

Posledním přístupem je vysoká míra skládkování z důvodu nedostatečných kapacit a technologií. Řadí se sem nové členské státy – Rumunsko, Slovinsko (Zemánek a kol., 2010).

## **Rakousko**

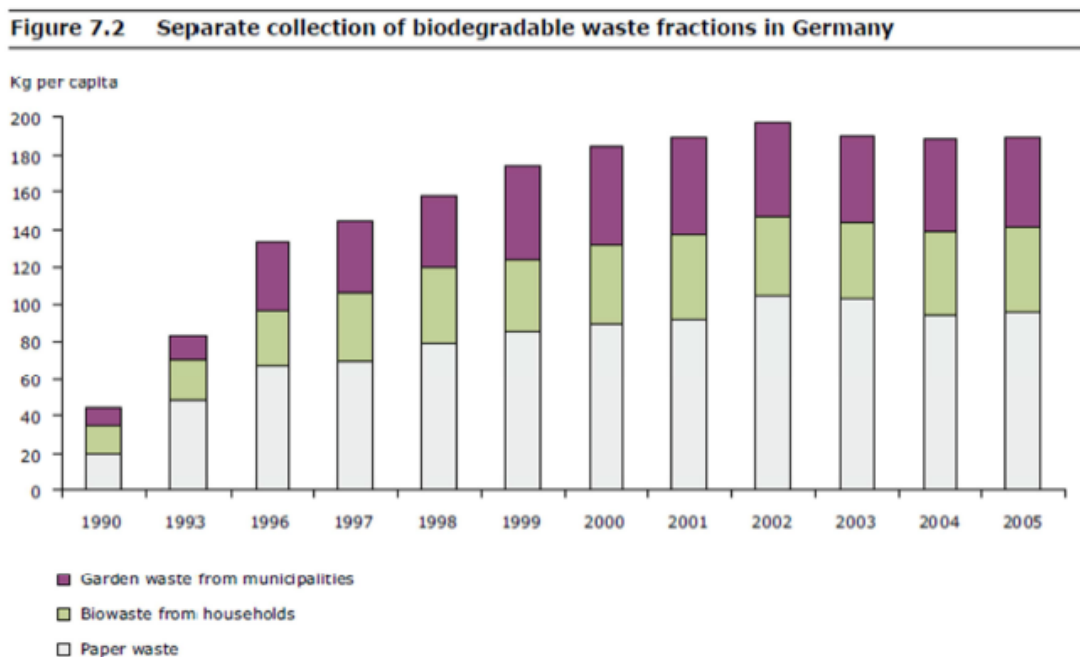
Rakousko je ekonomicky velice vyspělá země. Geografickými podmínkami se velice podobá České republice. V produkci odpadů je na prvních místech s průměrem kolem 600 kg odpadu na obyvatele za rok. V Rakousku se odpad zpracovává hlavně spalováním a mechanicko biologickou úpravou (Hřebíček a kol., 2009). Problematice odpadového hospodaření se tato země již dlouho věnuje. V recyklaci patří k evropským špičkám, přibližně

65% všech odpadů se recykluje. Systém nakládání s BRO existuje již od roku 1992. Skládkování BRKO se v roce 2008 snížilo pod 3% (Herczeg, 2013). V Rakousku funguje síť organizací v rámci okresů Gemeindeverband für Umweltschutz. Tato síť je zřízena obcemi a úkolem je komplexní správa odpadového hospodářství daného území. Majoritní část vyrobeného kompostu se využívá v zemědělství (Hřebíček a kol., 2009).

## Německo

Německo je geografickými podmínkami také velice podobné České republice, ale nakládáním s odpady je podobné Rakousku. V produkci odpadu se se Německo řadí na první místa, ale také ho dokáže využívat a zhodnotit. V roce 2005 bylo zakázáno skládkovat neupravený komunální odpad. K tomu, aby se mohl odpad před skládkováním upravit, jsou využívána zařízení na mechanicko – biologickou a fyzikální úpravu a stabilizaci (ECO CONSULTING GROUP, 2011). Primární strategií nakládání s odpady je jejich prvotní separace a následné využívání. Na skládky je ukládáno méně než 1% komunálních odpadů (EEA, 2009). Polovina obyvatel Německa separuje biologický odpad pomocí speciálních nádob. Využívání bioodpadu pro energetické účely rychle vzrůstá (Hřebíček a kol., 2009).

Graf č. 2 - Vývoj v separaci bioodpadu v Německu od roku 1990



Zdroj: EEA (2009)

V grafu č. 2 je vidět vývoj separace bioodpadu v Německu v letech 1990 – 2005. V roce 2005 bylo separováno téměř 190 kg BRKO a papíru.

### **3.10 Přehled systémů sběru z jiných případových studií**

#### **3.10.1 Pilotní studie z České republiky**

V roce 2003 probíhal pilotní projekt v příměstské části Bíliny Na Výsluní, který vznikl z potřeby prozkoumání možností odděleného sběru a zpracování biologicky rozložitelné složky komunálního odpadu. Byla vybrána metoda třídění rovnou u zdroje. Projekt realizoval Ústecký úřad a firma Ekodendra ve spolupráci s městskými technickými službami v Bílině. BRKO byl sbírán do igelitových pytlů a jednou týdně svážen na kompostárnu. Výsledky projektu byly následně využity pro Plán odpadového hospodářství Ústeckého kraje (Hora, 2004).

Do studie bylo zapojeno 32 rodin, celkem 74 obyvatel lokality. Před zahájením pilotního programu domácnosti obdržely leták se základními informacemi o třídění BRKO (Hora, 2004).

System sběru byl zaměřen na kuchyňský a zahradní odpad. Každá rodina obdržela nádobu na bioodpad o obsahu 75 litrů a igelitové pytle s vázacím motouzem. Nakládání bioodpadu se provádělo ručně. První svoz odpadu proběhl 13. 10. 2003. Výsledky ukázaly, že na 1 obyvatele připadá 3,47 kg/týden. Než došlo k zahájení projektu, vyšlo v místním a odborném tisku několik článků o třídění BRKO a o chystaném projektu (Hora, 2004).

#### **3.10.2 University of Georgia**

Sullivan (2010) popisuje, že čtvrt století kompostování v kampusu University of Georgia (dále jen UGA) se stalo plnou součástí školního výzkumu, osnov a mise udržitelnosti. Andrew Lentini, koordinátor udržitelnosti na UGA, vysvětluje, že kompostují v pásových hromadách na volné ploše. UGA kompostuje každý měsíc 57 tun produkovaných surovin z areálu (hlavně listí a větve). Vzniklý kompost je využíván v kampusu i pro ekologické obnovy areálu, například v komunitní zahradě nebo pro výrobu bioretenční půdní



směsi. Univerzitní program nakládání s biodegradabilními odpady vyřešil problémy s nakládáním s odpady a zároveň využil odpad jako výrobu cenných zdrojů za minimální cenu. *„Je uspokojující vidět, jak studenti a návštěvníci našich internetových stránek dojdou k prozření, když z první ruky vidí, že odpad se rovná jídlo“*, říká Kevin Kirsche, ředitel udržitelného rozvoje na UGA (Sullivan, 2010).

### **3.10.3 Stanfordská univerzita**

Stanfordská univerzita, nacházející se mezi městy San Francisco a San Jose, je zcela soběstačná. Zhruba 60 % půdy zůstává dnes nezastavěných. V areálu je více než 43 tisíc stromů, 1 milion metrů čtverečních keřů, 1,2 milionu metrů čtverečních zelených ploch, 25 fontán, 49 km, silnic, 49 MW elektrárnu, tři samostatné vodní systémy, tři přehrady a jezera, 88 km vodovodů, ústřední topení a chladicí zařízení, vysokonapěťovou distribuční soustavu, poštu, obchodní centrum, více než 690 hlavních budov, 850 bytových jednotek pro fakulty na akademické půdě, 628 nájemních jednotek pro fakulty a zaměstnance (Stanford Facts: About Stanford, 2014).

Jednou z osmi Zásad Udržitelného Stanfordu je minimalizace odpadu. (Principles - Sustainable Stanford, 2011). V roce 2011 univerzita využila pomocí programu Snížení odpadů a Recyklace odpadů od skládkování 62 % tuhých odpadů. Dohromady 12814 tun materiálu z toho 6003 tun materiálu se zpracovalo kompostováním nebo znovu využitím organického odpadu (Waste – Sustainable Stanford, 2011).

Rodinná nezávislá odvozová společnost Peninsula Sanitary Service Incorporation (dále jen PSSI) poskytuje mimo služeb v oblasti odpadu a recyklace, provozování sběrného dvora i vzdělávání v této oblasti – předcházení vzniku odpadu, opětovného použití, ale i kompostování. (Welcome to PSSI/Stanford Recycling, 2014).

## **3.11 Půda**

*„Půdu lze definovat jako samostatný přírodní útvar vzniklý z povrchových zvětralin zemské kůry a z organických zbytků za působení půdotvorných faktorů. Je životním prostředím půdních organismů, stanovištěm planě rostoucí vegetace, slouží k pěstování kulturních rostlin. Je regulátorem koloběhu látek, může fungovat jako úložiště, ale i zdroj potenciálně rizikových látek“* (MŽP, 2008). Půda má plno dalších funkcí. Je stanovištěm a

prostředím pro rostliny, filtračním a kumulačním prostředím pro vodu a působí také jako pufrální médium, jež zadržuje, degraduje nebo uvolňuje potenciálně rizikové prvky (Vopravil a kol., 2010). Je jedním z nejdůležitějších přírodních zdrojů a hraje klíčovou roli v zemědělství (Pokorný, 2007). Půda je dynamický, vyvíjející se živý systém (MŽP, 2008), který musí být schopný chránit kvalitu životního prostředí, podporovat produktivitu rostlin a živočichů a nesmí ohrožovat zdraví lidí (Pokorný a kol., 2007).

### **3.11.1 Vývoj zemědělské půdy v ČR**

Počátky zemědělství je datováno do období přibližně 5 000 let před naším letopočtem. Historie obdělávání půdy v České republice má bohatou tradici. Některé historické události měly významný vliv na vývoj zemědělství v českých zemích. Za zmínku stojí přelom 16. a 17. století, kdy se českému zemědělství velice dařilo, ale díky třicetileté válce se hospodářské podnikání na dlouhou dobu zastavilo. Další významnou událostí byl rok 1848, kdy bylo zrušené poddanství. Tím se český sedlák stal skutečným vlastníkem své půdy (Beranová a Kubačák, 2010).

Velice nepříznivé období pro české zemědělce nastalo v období po druhé světové válce a trvalo až do roku 1989. Nastupující kolektivizace a socializace venkova změnily po staletí utvářenou podobu a sociální strukturu českého venkova, zemědělství a samozřejmě i krajiny. Docházelo ke scelování orné půdy tím, že se odstraňovaly drobné prvky zeleně z krajiny. Ke zvětšování orné půdy docházelo z důvodů ideologických, tak z důvodů výkonnější mechanizace. Narůstající bloky o rozlohách několik stovek hektarů zapříčinily narůstající půdní erozi. Krajina přišla o rozmanitost, snížila se biologická diverzita a estetická hodnota krajiny (Bičík, 2009). Během tohoto období došlo v zemědělství k rychlému rozvoji industrializace a chemizace, aniž by byly brány ohledy na životní prostředí. Používalo se nadměrné množství agrochemikálií, tím se zhoršily fyzikální a chemické vlastnosti a zároveň přirozená úrodnost půd.

Po roce 1989 došlo ke zpětné transformaci zemědělských družstev v rámci privatizace. Zároveň se očekávalo, že dojde k opětovnému rozdělení bloků na menší plochy. Bohužel se tato očekávání nenaplnily (Janeček a kol., 2007).

### 3.11.2 Zemědělská půda

K tomu, aby se vytvořil jeden centimetr nové půdy je zapotřebí 100 – 400 let, záleží na interakci půdotvorného materiálu, zeměpisné polohy, klimatu a organismů. Proto je půda považována za neobnovitelný přírodní zdroj z hlediska lidského života (Šarapatka a kol., 2012). Zemědělská půda je také nenahraditelným výrobním prostředkem umožňujícím zemědělskou výrobu. Ochrana zemědělské půdy a hospodárné využívání jsou činnosti, kterými je zajišťována ochrana životního prostředí. Do zemědělské půdy patří pozemky zemědělsky obhospodařované a to orná půda, chmelnice, vinice, zahrady, ovocné sady, louky, pastviny a půda dočasně neobdělávaná. Do zemědělského půdního fondu náleží i rybníky s chovem ryb nebo vodní drůbeže, nezemědělská půda potřebná k zajišťování zemědělské výroby. Do nezemědělské půdy potřebné k zajištění zemědělské výroby patří polní cesty, pozemky se zařízením důležitým pro polní závlahy, závlahové vodní nádrže, odvodňovací příkopy, hráze slouží k ochraně před zamokřením nebo zátopou a ochranné terasy proti erozi (Zákon České národní rady č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu § 1).

### 3.12 Zastoupení důležitých látek a sloučenin v půdě

#### Dusík

Obsah dusíku v půdě se pohybuje v rozmezí od 0,05 % do 0,5 % (Richter, 2007). V půdě je dusík přítomen v anorganické i organické formě. V anorganické formě 2 - 10 % v organické 90 - 98% a to zejména ve vrchní vrstvě, tedy orniční vrstvě (Blume et al., 2002). Pouze 1-2 % celkového dusíku jsou přímo využitelné rostlinami. Jedná se o anorganický dusík obsažený v půdním roztoku ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  a  $\text{NH}_4^+$ ) nebo anorganický dusík vázaný výměnným způsobem ( $\text{NH}_4^+$ ), (Stevenson et Cole, 1999).

#### Fosfor

Půda obsahuje kolem 0,01 - 0,2 % fosforu (Blume et al., 2002). Anorganického fosforu je 20 - 90 % a organického 10 - 80 %, záleží na půdním druhu a typu, hloubce a zejména na hnojení fosforem (Richter, 2007).

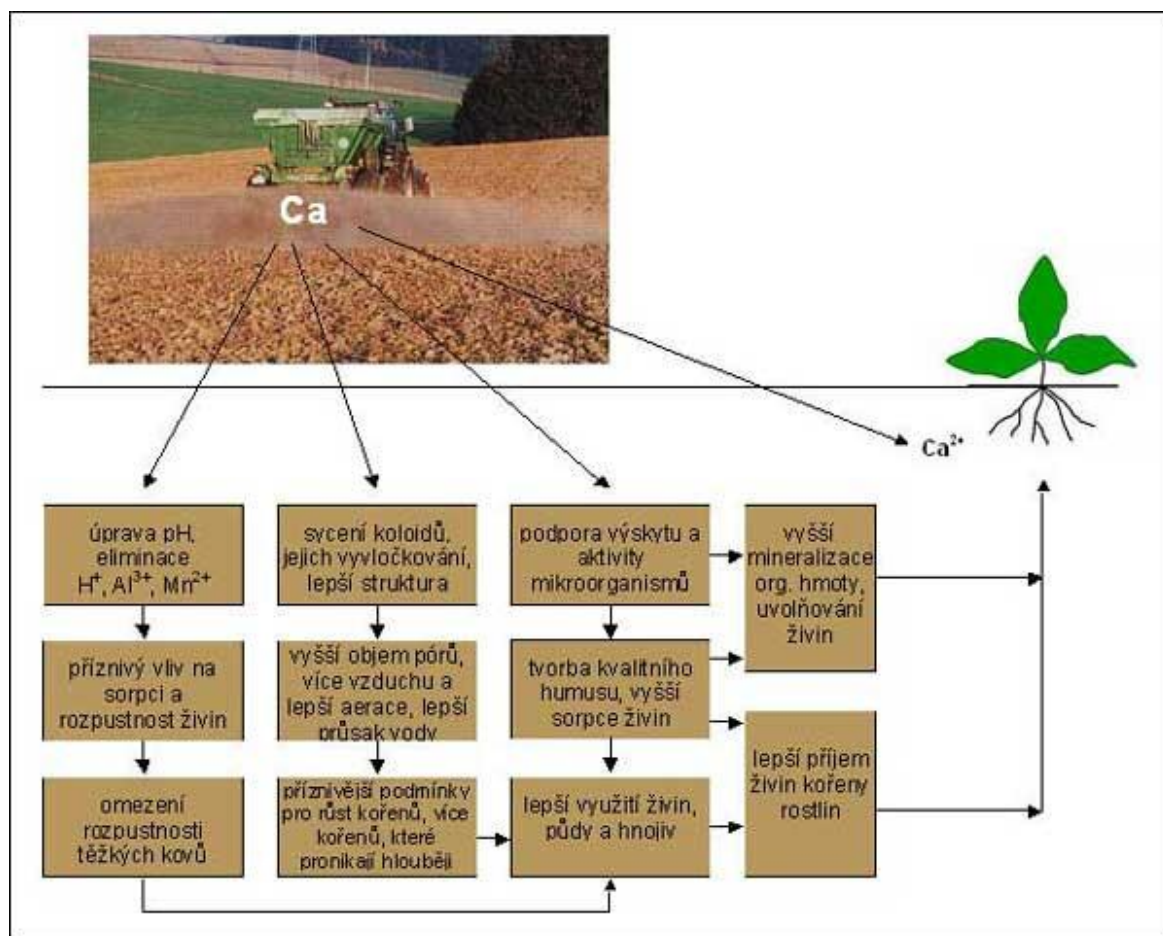
## Draslík

Půda obsahuje hlavně anorganický draslík (90 - 93 %). Podíl anorganického draslíku v půdě je závislý na půdě a hornině, z které vznikla. Lehké půdy (písčité, rašelinové) obsahují 0,15 - 0,3 % draslíku. Těžší půdy (hlinité nebo jílovité) 0,5 - 3,2 % draslíku. Organický draslík se nachází v tělech mikroorganismů a odumřelých rostlinných zbytcích (Blume et al., 2002, Vaněk et al., 2007).

## Vápník

V půdě je vápník přítomen v rozmezí 0,15 - 6 % vápníku. Méně vápníku je opět v půdách písčitých. Vápník není jen důležitým biogenním elementem, ale podílí se na řadě reakcí a procesů, jak je vidět na obrázku č. 2 (Richter, 2007).

Obrázek č. 1 - Procesy v půdě, na kterých se podílí vápník



Zdroj: Richter (2007)

## Hořčík

Půda obsahuje asi 0,4-0,6 % hořčíku. Záleží na minerálním složení matečné horniny. Minerály a množství hořčíku je zobrazeno v tabulce č. 3 (Richter, 2007).

Tabulka č. 3 – Obsažené množství hořčíku v minerálech.

	% Mg		% Mg
serpentin (hadec)	29,0	dolomit	13,0
magnezit	28,7	kainit	9,7
olivín	28,0	vermikulit	15
kieserit	17,5	chlorit	7-20

Zdroj: Richter (2007)

## Oxid uhličitý

Hned po světových mořích je půda druhým největším zásobníkem oxidu uhličitého. V půdě je obsaženo asi 1600 miliard tun uhlíku. V atmosféře je kolem 780 miliard uhlíku a ve vegetaci, především ve dřevě, 600 miliard uhlíku. Při fotosyntéze rostliny vytvářejí organické uhlíkaté sloučeniny z atmosférického oxidu uhličitého. Posléze jsou ve formě kořenových zbytků a odumírajícího materiálu předávány do půdy nebo odváženy z pole. V půdě je uhlík z rostlinných zbytků a organických hnojiv (kejda, močůvka) zčásti prodýcháván jako oxid uhličitý a z části zabudován do humusu, který se skládá přibližně z 60 % z oxidu uhličitého. Rychlost přeměny a odbourávání organického materiálu se pohybuje mezi několika dny až týdny u čerstvého rostlinného materiálu. U slámy, chlévského hnoje nebo zralého kompostu je to několik desítek let, u stabilního humusu až tisíce let. Čím více jsou humusové látky zabudované do stabilních půdních drobtů, tím více je půda chráněna před degradačními procesy (Berner et al., 2013).

### 3.13 Degradální procesy v půdě

Degradace půd je proces, při kterém se snižuje úrodnost půdy, její využitelnost a zároveň se snižuje i ekologická funkce půdy. Do procesu degradace půdy patří vodní a větrná eroze, zhutnění půdy, zábory půdy, desertifikace, zasolování a sodifikace (nadměrné množství

sodíku v půdě), kontaminace půdy těžkými kovy, pesticidy nebo nadměrným množstvím dusičnanů a fosforečnanů (Jůva, 1954). Degradace zemědělské půdy je aktuálním tématem i v České republice. Na jednoho obyvatele v České republice připadá v průměru kolem 0,4 ha zemědělské půdy a z toho 0,29 ha zemědělské půdy. Od třicátých let dvacátého století jsme ztratili jednu pětinu zemědělské půdy. Polovina ze zbývajících zemědělských půd je ohrožena právě erozí, kontaminací nebo dalšími degradačními procesy. Eroze je v Čechách ohroženo 23% orných půd, na Moravě a ve Slezsku 41% orných půd. Degradačními procesy se v půdě snižuje i množství fosforu (od roku 1990 snížení o 13 mg/kg půdy) a draslíku (od roku 1990 snížení o 54 mg/kg půdy), (Šrefl, 2012).

### **3.13.1 Eroze**

Eroze je proces, kdy činností vody, větru nebo ledu dochází k rozrušování půdního povrchu a přenosu půdních částic (Janeček, 2002). Několik tisíc let se půda vytvářela, aby z ní mohla být úrodná půda, ale během chvíle o tento zdroj přicházíme, aniž by se půda stačila obnovit (Stille, 2005). Na erozi se podílí voda, vzduch, ale i člověk, například kácením lesů a zastavováním území (Olien, 2002).

### **3.13.2 Zhutnění půdy**

Ke zhutnění půdy dochází při intenzivním hospodaření. Půda se tím stlačuje a snižují se její retenční schopnosti a úrodnost (Javůrek a Vach, 2008). Zhutněním je ohroženo až 50% zemědělských půd, které je způsobeno převážně použitím nevhodné mechanizace (Šrefl, 2012). Existují různá opatření předcházení zhutnění půd, mezi hlavní patří například technická a konstrukční řešení zemědělských strojů vedoucí ke snižování jejich tlaku na půdu, revize uspořádání půdního fondu, doba vstupu na pozemek a omezování pojezdu po poli, šetrné zacházení s půdou a ochranné zpracování půdy (Javůrek a Vach, 2008).

### 3.13.3 Zábory půdy

Zábory jsou definovány jako nepropustné překrývání povrchu půdy. Nejčastějším a většinou nevratným procesem je zábor půdy pro stavební účely. Zastavěná území jsou častou příčinou vzniku povodní (Miko a Hošek, 2009). Dle Siciliano (2014) je zabírání půdy definováno jako proces vyvlastnění pozemků (zemědělské plochy), vysídlení obyvatel, zastavění pozemku a přistěhování původních a nových obyvatel. Taková situace panuje ve východní Číně a pro původní obyvatele má velice nepříznivý dopad. Lidé bez půdy čelí riziku nezaměstnanosti, potravinové nesoběstačnosti a nezvládnutí znovuosídlení. Kromě tohoto problému přináší projekty i vyšší riziko zhoršování životního prostředí (Siciliano, 2014).

### 3.13.4 Desertifikace

Desertifikace je degradace půdy v suchých oblastech v důsledku různých příčin. Jednou z nich je maximální snaha o využití veškeré úrodné půdy, dále odlesňování, spásání porostu hospodářskými zvířaty, eroze nebo klimatické změny (Mor-Mussery, 2015). Podle OSN desertifikace znamená znehodnocování půdy v důsledku různých faktorů, mezi které patří klimatické podmínky, ale i lidská činnost (Belaroui, 2014). Desertifikací klesá hladina podzemních vod, ornice se zasoluje a rychleji eroduje (Mor-Mussery, 2015).

## 3.14 Péče o půdu - kompostování

V posledních desetiletích se v České republice, ale i ve světě zvýšila intenzita procesů degradace zemědělské půdy. K tomu, aby se degradaci půdy předcházelo, je vhodné o půdu pečovat. Kompostování je jednou z možností, jak předcházet degradaci půdy (Kotoulová a Váňa, 2001).

### Kompost

*„Konečný produkt kompostovacího procesu - univerzální statkové hnojivo, které obsahuje všechny druhy rostlinných živin, humusové složky a půdotvorné látky oživené edafonem. Zralost kompostu lze rozeznat dle tmavé drobovitě hmoty bez zápachu, ve které nelze identifikovat strukturu původních částic“* (Hejátková, 2008). Kompost je stabilizovaná, nepáchnoucí, hnědá až černá homogenní hmota, drobovitě až hrudkovitě struktury, vzniklá

aerobním biologickým zráním rozložitelných odpadů, bohatá na humusové látky a rostlinné živiny (Kotoulová a Váňa, 2001).

### **3.14.1 Přednosti kompostu a jeho využití**

Kompost obohacuje půdu a je stejně tak dobrý jako kvalitní hnůj, ne-li lepší. (Flowered, 2011). Jak je uvedeno v článku o kompostu a jeho vlivu na predátory a škůdce rostlin, je možné, že použití kompostu na zemědělskou půdu má vliv na vyšší počet predátorů a snižuje množství škůdců. Samotný kompost nemusí v krátkodobém časovém horizontu vykazovat pozitivní výsledky, ale určitě může pomoci při zadržování vlhkosti a živin v půdě (Bell et al., 2008). Použití kompostu může mít na úrodnost půdy významný vliv, zvyšuje se množství humusu a zlepšuje se struktura půdy a zároveň i odolnost proti chorobám rostlin. Aby bylo možné dosahovat pozitivních výsledků, je důležité, aby kompost byl vhodný pro jakékoliv použití (Fuchs et al., 2014).

Strategie k omezení dysfunkcí skládkování biologicky rozložitelných odpadů umožňuje jako podstatný nástroj aerobní kompostování (Váňa, 2001). V současné době prakticky každý zahrádkář kompostuje. Někdo kompostuje proto, že je to legální a přitom levný způsob, jak se zbavit odpadu ze zahrad a domácností. Z těchto zbytků po rozkladu vzniká kvalitní hnojivo, které vyživuje rostliny mnohem lépe než umělá hnojiva. Kompost půdě dodává minerální látky a tím ji vyživuje a půda se tím stává úrodnější. Po přidání na záhon dále pracuje a rozkládá se, až z něj vznikne humus, který zvyšuje zrnitost půdy a její schopnost udržet vodu. Humus ztmaví půdu a tím přitahuje i více tepla ze slunce (Flowerdew, 2011).

### **3.14.2 Odpad vhodný ke kompostování**

Lze ukládat téměř všechno, co by se v přírodě volně rozložilo. Kromě slupek od jablek nebo brambor, větví nebo spadaného listí sem patří staré péřové polštáře, rozpadlé vlněné svetry, bavlněné ponožky nebo vytrhaný plevel. Plevel je zdrojem minerálních látek, který se až na některé druhy, výborně hodí na kompost. Čím různorodější kompost je, tím získáme výživnější substrát (Flowerdew, 2011).



### 3.15 Fáze kompostovacího procesu

V kompostu najdeme plno mikrobů, bakterií a hub, sviňek, stonožek a žížal. Organismy z kompostu využívají bílkoviny, škrob a další látky. Čím více organismů, tím více prospěšných výkalů. V této fázi se zvyšuje teplota tlejícího materiálu. V procesu tlení se přidávají další druhy organismů. Původní mikroorganismy jsou potravou pro nové druhy a tím se produkuje stále větší množství výkalů. Vysoké teploty v kompostu ničí choroboplodné zárodky, semena plevelů a zbytky dalších škodlivých organismů. Všechny organické látky se rozloží a kompost tento proces rozkladu urychluje, takže se odpadový materiál promění v tmavou a křehkou půdu v řádu měsíců. Kompost se dá používat i k mulčování, čímž zneškodní nebo odpudí mnoho škůdců a chrání rostliny před řadou chorob (Flowerdew, 2011).

V primární fázi dochází k rozkladu polysacharidů, tuků a bílkovin, které jsou obsažené v odpadu. Tím rychle narůstá teplo až na teplotu kolem 60 °C. V substrátu se začne zvyšovat kyselost vlivem intenzivní tvorby organických kyselin. Dále se také zvyšuje přítomnost oxidu uhličitého (Jelínek, 2007).

V sekundární fázi dochází ke stabilizaci a humifikaci vložených hmot. Teplota se snižuje na teplotu pod čtyřicet stupňů, mění se obsah mikroorganismů a vznikají humusové látky. Nutností je, aby se v kompostu udržovaly aerobní podmínky a nedošlo tím ke zkysnutí kompostu (Jelínek, 2007).

Poslední fáze je fáze třetí a to fáze dozrání. Zvyšuje se molární hmotnost humusových látek a kompost má hnědou barvu. Kyselost kompostu klesá. Teplota kompostu se přizpůsobuje okolní teplotě (Jelínek, 2007).

Velký důraz je kladen na obsah těžkých kovů v odpadech, které by neměly být použity na kompost. Velice časté jsou arsen, kadmium, olovo nebo chrom. Během doby zrání kompostu je nutné kompost ošetřovat, prokalovat a přehazovat, aby se urychlil průběh humifikace. Rozlišujeme různé druhy kompostování (Hejátková, 2008).

## **3.16 Druhy kompostování**

### **3.16.1 Domácí kompostování**

Domácím kompostováním se rozumí kompostování biologicky rozložitelných odpadů a používání kompostu v zahradách u soukromých domů (Kotoulová a Váňa, 2001).

### **3.16.2 Průmyslové kompostování**

Průmyslové komposty se vyrábějí v kompostárnách, kde využívají různé druhy odpadů mimo zemědělských hnojivých hmot. Patří sem přírodní zdroje jako rašelina, rybníční bahno, ale i městské a průmyslové odpadní látky s dostatečným obsahem především organických látek a živin (tuhé domovní nebo průmyslové odpady z potravinářského nebo masného průmyslu, odpady při zpracování vlny, popílký atd.). Aby proces v odpadu správně probíhal, očkuje se vyhnilými kaly (Hejátková, 2008).

### **3.16.3 Statkové kompostování**

Při statkovém kompostování se používá organická hmota vyrobená v zemědělském podniku. Zakládají se v zemědělském provozu obvykle na okraji pole kvůli lepší dostupnosti. Na kompost se využívají všechny organické odpady, kam patří sláma, bramborová nať, plevy, poškozená krmiva, listí ze stromů atd. K těmto organickým odpadům se přidávají různé anorganické hmoty (kal z ČOV, rybníční bahno, odpadní vápna, popely). Vápnit je možné jedním až třím procentním podílem uhličitanu vápenatého. Kejda, močůvka nebo hnůj se aplikuje jako mikrobiální substrát (Hejátková, 2008).

### **3.16.4 Komunitní kompostování**

Komunitní kompostování se označuje systém sběru a shromažďování rostlinných zbytků z údržby zeleně a zahrad na území obce, jejich úprava a následné zpracování na zelený kompost (Vojtěchová, 2007). Je to vlastně kompostování BRO určité komunity (Kotoulová a Váňa, 2001). Jde především o občany nebo domácnosti, které nemají možnost vlastního kompostoviště, například občané z panelových sídlišť. U tohoto typu kompostování je třeba provést ještě dotřídění vzhledem ke kvalitě třídění bioodpadů v porovnání s domácím

kompostováním (Vojtěchová, 2007). Využití zeleného kompostu na jiné účely než je komunitní kompostování, je možné za splnění podmínek stanovených v zákoně o hnojivech nebo předpisech vztahujících se k uvádění výrobků na trh (Moňok a kol., 2008).

Mezi výhody komunitního kompostování patří snižování vyhazovaných odpadů a zároveň i snižování množství zneškodňovaných odpadů na skládkách a spalovnách. Správné zacházení s bioodpadem se projevuje pozitivním dopadem na životním prostředí a snižování ekonomického zatížení našich domácností nebo obce. Komunitním kompostováním lze získat kvalitní kompost, který se může všestranně využít. Toto kompostování je méně náročné po investiční stránce než po organizační (Moňok, 2014).

### **3.16.5 Vermikompost**

Možností, která je tu odedávna, je kompostování pomocí žížal. K vermikompostování je vhodná žížala hnojní (*Eisenia fetida*), kterou lze najít na zahradě v kompostu. Speciálně k vermikompostování se používá vyšlechtěný tzv. kalifornský hybrid (*Eisenia andrei*), žížaly, které mají schopnost rychlejší přeměny organických zbytků ve vermikompost (Časopis Priorita, 2011). Díky žížalám se odpad rychle rozkládá a zároveň se vytváří organické hnojivo s vyšším podílem živin než u kompostování. Podle výzkumů vermikompost produkuje vyšší koncentraci hormonů a enzymů. Tím by se mohl stimulovat růst rostlin a snížit riziko napadení rostlinnými patogeny. Obecně platí, že vermikompostování je vhodnějším procesem, než kompostování, ale nejlepší způsob je kombinace obou. Kompostování umožňuje dezinfekci a odstranění toxických látek z odpadů a vermikompostování rychle snižuje velikost částic odpadu a zvyšuje dostupnost pro rostliny (Wu, 2014).

## 4 Materiál a metody

### 4.1 Charakteristika zájmového území

Karlovarský kraj leží na západě území České republiky. Na jihovýchodě sousedí s Plzeňským krajem a na severovýchodě s krajem Ústeckým. Více než polovinu celkové délky hranic tvoří hranice se Spolkovou republikou Německo, a to na západě s Bavorskem a na severu se Saskem. Kraj se skládá z těchto okresů: Sokolov, Cheb a Karlovy Vary. S rozlohou 3 314 km<sup>2</sup> (4,2 % rozlohy ČR) je druhým nejmenším krajem v České republice. Od západu na východ protéká územím řeka Ohře (Anonym, 2008a).

Klima ani půdy zde nevytvářejí vhodné podmínky pro zemědělství. Pěstují se brambory, řepka olejka a obilniny (pšenice, ječmen, méně len a kukuřice). Zemědělská půda zabírá 1246 km<sup>2</sup>. 1434 km<sup>2</sup> je pokryto lesy. V jediném Karlovarském kraji zaujímá zemědělská půda menší rozlohu, než je rozloha lesních pozemků. Živočišná produkce je reprezentována chovem mléčného i masného skotu, prasat i drůbeže (Anonym, 2014).

*„V oblasti Chebské pánve a Tepelské vrchoviny převažuje půda hlinitá. Podél vodních toků je půda jílovitá a v horských oblastech půda kamenitá“* (Anonym, 2014). Půdy jsou v kraji převážně hnědé (nížiny, pahorkatiny) a hnědé lesní půdy (vyšší polohy kraje), (Anonym, 2008a).

Mapa č. 2 - Karlovarský kraj



Zdroj: Ministerstvo vnitra České republiky (2010)

#### 4.1.1 Hospodářství v regionu

Hlavní prioritou je lázeňství a cestovní ruch. Nejznámějším lázeňským městem jsou Karlovy Vary, Mariánské Lázně, Františkovy Lázně, Lázně Kynžvart a Jáchymov. Karlovarský kraj tvoří spolu s Ústeckým krajem oblast soudržnosti Severozápad, tzv. NUTS 2 (Statistická ročenka Karlovarského kraje, 2009). V Karlovarském kraji je 7 obcí s rozšířenou působností – Aš, Cheb, Karlovy Vary, Kraslice, Mariánské Lázně, Ostrov, Sokolov a 15 pověřených obecních úřadů (Karlovarský kraj, 2014).

Mapa č. 3 – 7 obcí s rozšířenou působností



Zdroj: Karlovarský kraj (2014)

Na území Karlovarského kraje se nachází spousta minerálních pramenů, například Kyselka (minerální voda Mattoni). Na Sokolovsku se nachází závody chemického průmyslu. V kraji jsou známé také sklářské podniky (Moser). Díky nalezištím kaolínu má zde své místo i keramický průmysl. Kraslice a Luby jsou významné především z hlediska výroby hudebních nástrojů. Energetický průmysl je zastoupen dvěma elektrárnami v sokolovské oblasti (Vřesová, Tisová) a vodními elektrárnami (Březová, Stanovice, Jesenice), (Anonym, 2008b).

#### 4.1.2 Demografická a sociální statistika

Karlovarský kraj byl odedávna ovlivněn polohou na rozhraní slovanského a germánského osídlení. V 19 - 20. století byl hospodářský rozvoj regionu založen na využití

místních surovin (kaolin, hnědé uhlí, přírodní léčivé zdroje). Hlavním průmyslem byl průmysl sklářský, keramický, strojírenský, ale i textilní nebo výroba hudebních nástrojů. V oblasti cestovního ruchu přispělo k rozvoji kraje lázeňství. Osídlení Karlovarského kraje prošlo složitým vývojem v poválečném období, které se promítá i do této doby. Po 2. světové válce bylo z území Karlovarského kraje vysídleno 80 % původních obyvatel. Dosídlování pokračovalo až do roku 1970. Doposud počet obyvatel nedosáhl takové výše, jako byl před 2. světovou válkou (Program rozvoje Karlovarského kraje, 2008). Tuto nadprůměrnou fluktuaci zažily i ostatní pohraniční oblasti.

S hustotou zalidnění 91,97 obyvatel/km<sup>2</sup> se Karlovarský kraj řadí na 11. místo (z celkového počtu 14 krajů). 82,2 % obyvatel žije ve městech, kraj se vyznačuje vysokým stupněm urbanizace. Po Praze má Karlovarský kraj největší podíl městského obyvatelstva. Celkem je v kraji 132 obcí, přičemž nejvíce obcí je v rozmezí od 200 do 400 obyvatel. Největší obcí jsou Karlovy Vary s 52 906 obyvateli. Typické vesnice na území kraje téměř nenajdeme, vesnice mají spíše nezemědělský charakter (Plán dopravní obslužnosti území Karlovarského kraje na období let 2012 - 2018, 2011).

Tabulka č. 4 - Vybrané demografické údaje podle okresů v roce 2013

	<b>Karlovarský kraj / Region</b>	v tom okresy		
		Cheb	Karlovy Vary	Sokolov
Stav obyvatel k 31. 12.	300 309	92 211	117 297	90 801
v tom: muži	148 169	45 263	57 698	45 208
ženy	152 140	46 948	59 599	45 593
Přirozený přírůstek	-360	-45	-246	-69
Přistěhovalí	2 697	1 351	1 815	991
Vystěhovalí	3 754	1 652	2 140	1 422
Celkový přírůstek (=přistěhovalí - vystěhovalí)	-1 417	-346	-571	-500

Zdroj: ČSÚ (2014a)

Počet obyvatel Karlovarského kraje k 31. 12. 2013 dosáhl 300 309. Ve srovnání se stejným obdobím minulého roku se nepatrně zvýšil počet narozených dětí, ale i celkový počet zemřelých. Počet přistěhovalých do kraje byl nižší, než počet vystěhovalých, takže migrační

saldo vykázalo zápornou hodnotu (-1417). Karlovarský okres se celkovým úbytkem (-571) nejvíce podílí na celkovém úbytku obyvatelstva v kraji (ČSÚ, 2014a).

#### **4.1.3 Trh práce a zaměstnanost**

Trh práce a zaměstnanost pozitivně ovlivňuje stále se rozvíjející cestovní ruch. Mezi negativní stránky patří nedostatečné napojení na sousední regiony, špatný stav silnic II. a III. třídy, úpadek v oblasti těžby uhlí a energetiky, vysoká nezaměstnanost, vysoký podíl obyvatel s nedokončeným nebo základním vzděláním. Velký zájem o pracovní místa, hlavně ve stavebnictví a textilní výrobě, je ze strany cizinců (z Ruska, Ukrajiny, Polska). Velkou skupinou jsou vietnamští občané, kteří pracují především na živnostenské listy (Program rozvoje Karlovarského kraje 2004 – 2006).

#### **4.1.4 Životní prostředí**

Období 60. a 80. let zanechalo následky na Karlovarském kraji až do dnešní doby, zejména těžbou hnědého uhlí a rozvojem energetiky. Tím se Karlovarský kraj řadí mezi nejvíce postižené kraje. Mezi významné problémy Karlovarského kraje patří:

- vysoké měrné emise NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> způsobené především velkým množstvím malých zdrojů znečišťujících ovzduší,
- devastace půdy vlivem dolové činnosti,
- nárůst automobilové dopravy a tím i nárůst NO<sub>x</sub> v urbanizovaných oblastech a zároveň i zvýšení hlukového znečištění na hlavních komunikacích,
- zhoršující se kvalita vody ve vodních tocích a nádržích,
- zvyšující se množství odpadů
- nejčastější způsob zneškodnění odpadů je v kraji skládkování,
- vysoký podíl nevyužívané a neudržované zemědělské půdy – napadení invazivními druhy (bolševník velkolepý),
- devastace zemědělské krajiny způsobená hlavně za posledních 40 let zemědělskou velkovýrobou (Finální verze POH KVK ANALYTICKÁ ČÁST, 2004).

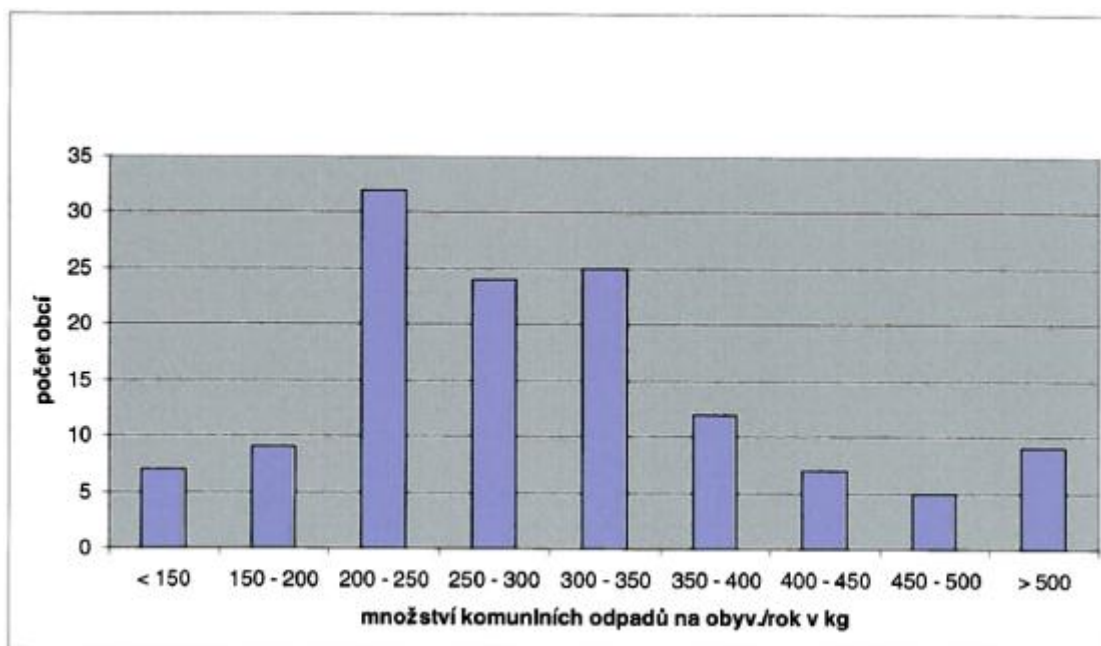
Mezi změny, které pozitivně ovlivnily životní prostředí po roce 1989, patří:

- zavedení kanalizace a čištění odpadních vod,
- útlum hospodářských aktivit a následné snížení množství SO<sub>2</sub>,
- ukončení provozu nevyhovujících skládek odpadů a ekologicky závadných výrobních provozů (Finální verze POH KVK ANALYTICKÁ ČÁST, 2004).

## 4.2 Aktuální situace nakládání s odpady v Karlovarském kraji

Původci komunálních odpadů se dělí na dva zdroje. Prvním zdrojem jsou odpady, vyprodukované přímo obcemi (vlastní odpady od občanů). Druhým zdrojem jsou odpady z produkce podnikatelských subjektů v obci (Informační portál Karlovarského kraje, 2009).

Graf č. 3 – Četnost produkce vlastních komunálních odpadů obcí na obyvatele/rok v kg v roce 2007



Zdroj: Informační portál Karlovarského kraje (2009)

V roce 2007 byla průměrná produkce vlastních komunálních odpadů (tzn. vyprodukované občany obce) 307 kg/obyvatele a rok. Při započítání odpadů podnikatelských subjektů je průměrná produkce 425 kg/obyvatele a rok (Informační portál Karlovarského kraje, 2009).



Tabulka č. 5 - Produkce komunálního odpadu v Karlovarském kraji v tunách

	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
Produkce komunálního odpadu celkem	94 300	86 332	86 896
v tom/z toho <sup>1)</sup> :			
běžný svoz	70 020	60 670	59 752
svoz objemného odpadu	12 287	11 012	11 018
odděleně sbírané složky	10 842	11 027	11 357
odpady z komunálních služeb (z čištění ulic, tržišť, parků atd.)	1 151	554	557
Komunální odpad na 1 obyvatele v kg	311	285	289

Zdroj: ČSÚ (2014b)

Z tabulky č. 5 je vidět pomalý pokles komunálního odpadu/kg na obyvatele/rok a zároveň zvyšující se podíl odděleně sbírané složky v letech 2011 – 2013.

#### 4.2.1 Skládky odpadů v Karlovarském kraji

Mapa č. 4 – Rozmístění skládek v Karlovarském kraji



Zdroj: Informační portál Karlovarského kraje (2009)

V Karlovarském kraji se nachází 4 skládky (typ S-003), které jsou zobrazené v obrázku č. 6. Skládka Tisová leží jižně od Karlových Varů, Ostrov severovýchodně, Hradiště jihovýchodně a Chodov severozápadně od Karlových Varů (Informační portál Karlovarského kraje, 2009).

##### **A.S.A., spol. s r. o.**

Sídlo firmy A.S.A. je v obci Březová/Tisová. Množství přijatých odpadů za rok se pohybuje 91 758. Kapacita skládky je 817 000 m<sup>3</sup>. Skládka disponuje zařízeními na inertní materiály se zastoupením biologicky rozložitelných látek < 10 %. Provozní objekty jsou silniční váha (do 33t), provozní budova, ocelová hala, plechová kolna. Kromě skládky se zde nachází čerpací stanice plynu, kompostárna a biodegradační plocha. Skládka má odplyňovací systém (Informační portál Karlovarského kraje, 2009). Každým rokem se na skládku uloží 70

tisíc tun odpadu. V areálu je možné také odpad kompostovat. Další činností firmy je štěpkování dřeva u zákazníka. Firma nabízí svoz a využití biologicky rozložitelného odpadu pocházejícího ze zahrad či domácností (.A.S.A., spol. s. r. o., 2009).

#### **SATER-CHODOV spol. s.r.o.**

Sídlo firmy je v obci Chodov. Množství přivezeného odpadu za je 37379 t/rok. Kapacita areálu je 1422 000 m<sup>3</sup>. Skládka má sběrnou síť plynu. Provozní objekty jsou hala, oklepová rampa, garážové objekty, autováha, čerpací stanice skládkového plynu (vertikální, odplyňovací studně a horizontální potrubí), (Informační portál Karlovarského kraje, 2009).

#### **Technická služba Nová Role, s.r.o.**

Sídlo skládky je v obci Božičany. Kapacita areálu je 15736 m<sup>3</sup>. Množství přijatých odpadů je 128 000 t/rok. Provozními objekty skládky jsou vstupní objekt a váha (Informační portál Karlovarského kraje, 2009).

#### **ZITAS – TKO spol. s.r.o.**

Skládka se nachází v obci Hradiště/ Čínov. Kapacita skládky je 53 621 m<sup>3</sup>. Množství přijatých odpadů je 650 000 t/rok. Skládka disponuje sběrnou sítí plynu, 20 plynovými jímacími vrty a věží. Provozní objekty skládky jsou vstupní objekt, oklepová rampa, garážové objekty, autováha, čerpací stanice skládkového plynu. Skládka má odplyňovací systém. (Informační portál Karlovarského kraje, 2009).

#### 4.2.2 Kompostárny v Karlovarském kraji

Mapa č. 5 – Kompostárny v Karlovarském kraji



Zdroj: Informační portál Karlovarského kraje (2009)

V roce 2008 bylo v Karlovarském kraji v provozu 6 kompostáren. Na obrázku č. 6 je zobrazeno 6 fungujících kompostáren kolečkem a dalších 6 kompostáren označených křížkem. Kompostárny označené křížkem dostaly povolení pro nakládání s odpady, ale nejsou v provozu. Celková kapacita přijatých odpadů je od 500 tun až 10 000 tun za rok. Většina kompostáren se nachází na zpevněném vodohospodářsky zabezpečeném místě. Vodotěsnost a nepropustnost kompostárny je zajištěna hydroizolační folií. Odpadní vody jsou sváděny do bezodtokové jímky. Díky mikroorganismům dochází k přeměně organické hmoty na humusové látky. Aby docházelo k rychlejší přeměně organického materiálu, jsou některé kompostárny vybaveny drtiči na zpracování hrubé dřevní hmoty, papírové lepenky nebo větví. Do technického vybavení kompostáren patří kolové nakladače, drtiče, bubnová síta, váhy, lopaty atd. (Informační portál Karlovarského kraje, 2009).

### **A.S.A., spol. s.r.o.**

A.S.A., spol. s.r.o. má v areálu kromě skládky i kompostárnu. Kapacita kompostárny je 10 000 t/rok (denní produkce 40 t). Areál o výměře 2850 m<sup>2</sup> je vodohospodářsky zabezpečený. V případě potřeby je možné zavlažovat. Pro zpracování hrubé dřevní hmoty slouží štěpkovač (Informační portál Karlovarského kraje, 2009). Firma nabízí i domácí sběrné nádoby na kompost. Kompostárna přistaví sběrnou nádobu speciální konstrukce do jednotlivých domácností a pravidelně je vyváží a zajišťuje využití bioodpadu na kompostárně (.A.S.A., spol. s. r. o., 2009).

### **ZITAS –TKO spol. s.r.o.**

Obec Hradiště. Kapacita je 10 000 t/rok. Suroviny jsou kompostovány na volné zpevněné ploše, v případě potřeby je možné zavlažovat (Informační portál Karlovarského kraje, 2009).

### **Skládka Chocovice s.r.o. – Kompostárna Jindřichov u Chebu**

Kompostárna se nachází v obci Jindřichov (část obce Třebeň). Kapacita je 10 000 m<sup>3</sup> (4500 t/rok) zpracovaného bioodpadu/rok. Zařízení má tvar obdelníku (40 x 150 m), ohraničení sypanou zemní hrázkou (2 m), šířka v koruně je 2 m. Plocha kompostárny je chráněna hydroizolační fólií GSE HDPE (tloušťka 1 mm) a ta je chráněná technickou geotextilií. Vrchní asfaltová vrstva má bezodtokovou záchytnou jímku (typ GB 100), systém DYWIDAG, o objemu 100 m<sup>3</sup> (jímka zachytí 23 dnů průměrných srážek). Technické vybavení se skládá z kolového nakladače CATERPILAR 358 G, drtiče Doppstadt – AK 300 Profi (pro dřevěný odpad) a bubnového síta Doppstadt – SM 518 Profi (Informační portál Karlovarského kraje, 2009). Kompostárna provádí sběr odpadu, kompostování a následně i prodej kompostu. (Firmy.cz, 1996 – 2015). Dále se zabývá výkopy zeminy, úpravou terénů, výkopy pro inženýrské sítě nebo zpevňování ploch. Co se týče odpadů, patří sem vyklízení odpadů, nakládka odpadů, třídění, zajištění recyklace odpadu a přistavování kontejnerů (Skládka Chocovice s.r.o., 2015).

## **Správa lázeňských parků, příspěvková organizace**

Mezi hlavní činnosti této organizace patří zakládání sadových úprav, údržba zeleně a dřevin ručně i mechanizmy, nakládání s odpady a zimní a letní údržba komunikací. Pod Správu lázeňských parků patří i kompostárna, kde se zpracovávají tyto druhy odpadů:

- kaly z praní a čištění
- zvířecí trus
- hnůj
- odpady z lesnictví
- odpadní kůra
- piliny, hobliny, odřezky
- biologicky rozložitelný odpad
- odpad rostlinných pletiv – tráva, plevel (Správa lázeňských parků, 2015).

Kompostárna se nachází v Karlových Varech. Kapacita je 3710 m<sup>3</sup> (1113 t/rok), (kubatura jedné šarže je 1855 m<sup>3</sup>). Kompostárna má zpevněnou, těsnící kompostovací plochu (18 x 80 m). Odpadky a suroviny jsou míchány a ukládány do základky kompostových šarží (Informační portál Karlovarského kraje, 2009).

## **Zemědělské družstvo Rozvoj Trstěnice**

Areál se nachází v obci Trstěnice. Kapacita je 1800 m<sup>2</sup>. Zařízení má tvar obdelníku (70 x 35 m) s živičným povrchem vyspádaným směrem k jímce (Informační portál Karlovarského kraje, 2009).

## **Ekoinvest Sokolov spol. s.r.o.**

Zařízení se nachází v obci Březová. Kapacita kompostárny je 10 000 t/rok (denní produkce 40 t). Zařízení je na zpevněné ploše (1420 m<sup>2</sup>). Výroba kompostu probíhá podle receptury pro průmyslový kompost a receptury pro zrající kompost (výsledek průmyslový kompost). Je možné využít zavlažování. Pro zpracování hrubé dřevní hmoty a papírové lepenky je k dispozici štěpkovač (Informační portál Karlovarského kraje, 2009).

### 4.3 Metodika pokusu

V průběhu roku 2014 proběhl pokus, jehož záměrem bylo zjišťování množství BRKO v kontejnerech v Kynšperku nad Ohří. Cílem bylo zjistit množství BRKO, plastů, papíru a skla v komunálním odpadu.

Na pokusu se podíleli čtyři lidé. Aby bylo možné výzkum provést, bylo nutné dostat povolení od města. Pokus probíhal v měsíci dubnu (13. 4. 2014), červenci (13. 7. 2014) a listopadu (9. 11. 2014). Technické služby vyvážejí kontejnery o objemu 1100 l (nosnost 440 kg) dvakrát týdně, úterý a pátek. Kontejnery o objemu 240 l (nosnost 80 kg) jsou vyváženy každý čtvrtek. Pokusy probíhaly vždy v neděli.

Byly vybrány čtyři kontejnery. První kontejner na směsný komunální odpad se nachází na okraji města a kontejnery na tříděný odpad jsou od tohoto kontejneru vzdáleny 50 m. Druhý kontejner byl kontejner na sídlišti, vedle kterého se nachází i kontejnery na tříděný odpad, konkrétně na plast, papír a sklo. Třetím kontejnerem byl kontejner u rodinného domu, kde kompostují BRKO a třídí i ostatní odpad. Posledním kontejnerem byl kontejner u rodinného domu, kde BRKO nevyužívají a ostatní odpad také netřídí.

Veškerý odpad z kontejnerů byl roztríděn na biologicky rozložitelný komunální odpad, plast, papír a sklo. Všechny druhy odpadu byly zváženy na osobní váze. Hodnoty byly zapsány do programu STATISTICA. Za použití popisných statistik byly zjištěny průměry množství odpadů v jednotlivých kontejnerech, jejich minimum, maximum, rozptyl, směrodatná odchylka a variabilita.

## 5 Výsledky

Z každého období byly odebrány 4 vzorky (N platných).

Tabulka č. 6 - Okraj města v závislosti na ročním období

Proměnná	Okraj města					
	N platných	Průměr	Minimum	Maximum	Sm.odch.	Var.koef.
jaro	4	21,00000	3,500000	65,50000	29,72933	141,5683
léto	4	25,25000	6,000000	75,00000	33,22022	131,5652
podzim	4	20,50000	6,500000	60,00000	26,34072	128,4913

Zdroj: vlastní zpracování v programu STATISTIKA (2015)

Průměrné množství odpadu bylo na jaře (21 kg odpadu), v létě (25,3 kg odpadu) a na podzim (20,5 kg odpadu). Nejméně odpadu bylo zváženo na jaře (3,5 kg odpadu), nejvíce v létě (75 kg odpadu). Na základě variačního koeficientu je možné tvrdit, že největší variabilita množství naměřeného odpadu byla v létě a nejmenší na podzim.

Tabulka č. 7 - Sídliště v závislosti na ročním období

Proměnná	Sídliště					
	N platných	Průměr	Minimum	Maximum	Sm.odch.	Var.koef.
jaro	4	20,62500	0,000000	79,00000	38,93023	188,7526
léto	4	23,75000	0,500000	90,00000	44,25565	187,3255
podzim	4	21,62500	0,000000	83,00000	40,84422	187,7895

Zdroj: vlastní zpracování v programu STATISTIKA (2015)

Průměrné množství odpadu se pohybovalo kolem 21,7 kg odpadu na jaře, 23,8 kg odpadu v létě a na podzim 21,6 kg odpadu. Nejméně odpadu bylo zváženo na jaře a na podzim (0 kg odpadu), nejvíce v létě (90 kg odpadu). Největší variabilita je na jaře, i když nutno dodat, že v tomto případě jsou variability téměř stejné.

Tabulka č. 8 - Rodinný dům (kompostuje BRKO) v závislosti na ročním období

Proměnná	Rodinný dům – kompostuje BRKO					
	N platných	Průměr	Minimum	Maximum	Sm.odch.	Var.koef.
jaro	4	0,250000	0,00	1,000000	0,500000	200,0000
léto	4	0,125000	0,00	0,500000	0,250000	200,0000
podzim	4	0,125000	0,00	0,500000	0,250000	200,0000

Zdroj: vlastní zpracování v programu STATISTIKA (2015)



U rodinného domu, který kompostuje BRKO, jsou velice podobné výsledky ve všech zkoumaných hodnotách. Nejvíce odpadu bylo průměrně na jaře (0,25 kg odpadu), nejméně v létě (0,13 kg odpadu) a na podzim (0,13 kg odpadu). Minimum je žádný odpad ve všech obdobích a maximum 1 kg odpadu na jaře. Variabilita je u všech období stejná.

Tabulka č. 9 - Rodinný dům (nekompostuje BRKO) v závislosti na ročním období

Proměnná	Rodinný dům – nekompostuje BRKO					
	N platných	Průměr	Minimum	Maximum	Sm.odch.	Var.koef.
jaře	4	1,750000	0,500000	3,000000	1,040833	59,4762
léto	4	2,000000	0,500000	5,000000	2,041241	102,0621
podzim	4	3,375000	0,500000	10,000000	4,460475	132,1622

Zdroj: vlastní zpracování v programu STATISTIKA (2015)

Rodinný dům, který nekompostuje odpad, má různorodější výsledky. Nejvyšší průměrné množství odpadu bylo na podzim (3,4 kg odpadu). Nejméně odpadu bylo u všech shodně (0,5 kg odpadu). Nejvíce odpadu bylo naměřeno na podzim (10 kg odpadu). Na základě variačního koeficientu je možné tvrdit, že největší variabilita množství naměřeného odpadu byla na podzim a nejmenší na jaře.

Tabulka č. 10 - Porovnání BRKO v ročních obdobích

Proměnná	BRKO					
	N platných	Průměr	Minimum	Maximum	Sm.odch.	Var.koef.
jaře	4	38,37500	0,00	83,00000	42,08597	109,6703
léto	4	43,75000	0,00	90,00000	45,34589	103,6478
podzim	4	35,50000	0,00	79,00000	40,03748	112,7816

Zdroj: vlastní zpracování v programu STATISTIKA (2015)

Průměrně bylo nejvíce BRKO v létě (43,8 kg odpadu). Nejméně BRKO bylo na podzim 35,5 kg odpadu. Nejvíce BRKO bylo naměřeno v létě (90 kg odpadu). Na základě variačního koeficientu je možné tvrdit, že největší variabilita množství naměřeného BRKO byla na podzim a nejmenší v létě.

## 6 Diskuze

### 6.1 Zhodnocení výsledků

Souhrnně nejsou výsledky statisticky hodnotitelné z důvodu malého počtu opakování, různých umístění kontejnerů, odlišných velikostí kontejnerů a různých druhů odpadů. Proto byly ve výpočtech použity popisné statistiky, na jejichž základě byl vypočten průměr, maximum, minimum, rozptyl, směrodatná odchylka. Tyto ukazatele se pak mezi sebou porovnávaly.

V tabulce č. 6 - porovnání umístění kontejneru na okraji města s ročním obdobím je vidět, že nejvíce odpadu se nashromáždilo v létě. Podle naměřených dat je tento průměr dán nárůstem bioodpadu, nejspíše díky větší spotřebě ovoce a zeleniny v letních měsících.

V tabulce č. 7 je největší množství odpadů zaznamenáno také v letním období. Podle názoru autorky práce, je tento výsledek způsoben ze stejného důvodu jako u kontejneru na okraji města.

Tabulka č. 8 - rodinný dům, kde odpad kompostují, má nejvíce odpadu na jaře. Bylo to způsobeno ostatním odpadem, jako jsou konzervy a obaly od mléka.

V tabulce č. 9 je výstup z rodinného domu, kde BRKO nekompostují. Podle toho vypadají i výsledky. Nejvíce odpadu (bioodpadu) bylo na podzim. Podzimní nárůst byl způsoben sečením trávy a shrabáváním listí, které končí v kontejneru.

V tabulce č. 10 je porovnávání BRKO ve všech ročních obdobích nezávisle na umístění kontejneru. Podle očekávání je nejvíce BRKO právě v létě, což je nejspíše způsobeno několikrát zmiňovanou, větší spotřebou ovoce a zeleniny v letních měsících.

### 6.2 Zhodnocení ekonomického, ekologického a společenského přínosu

*„Vstupem České republiky do Evropské unie se zásadně změnil přístup státu k požadavkům na zlepšení životního prostředí. Jestliže před vstupem se správný přístup deklaroval a částečně naplňoval, vstupem bylo nutné sjednotit platnou legislativu ČR a EU a začít se touto legislativou řídit“ (Hřebíček a kol., 2005).*

Ekonomickým přínosem využívání BRKO by bylo z důvodu ukončení skládkování bioodpadu. Skládkování zatěžuje finančně jak obecní úřady, tak obyvatele města.

V Karlovarském kraji je 12 kompostáren, přičemž fungujících je jen 6. Kraj má tedy potenciál v umístění BRKO. Firem, které by mohly svázat BRKO z domácností na

kompostárny, by bylo také nespočet. Horší je ekonomická a sociální stránka věci. Už jen seznámení obyvatel s tříděním bioodpadu skrze letáky nebo reklamy je nemalou položkou. Nákup nádob na bioodpad je další velký náklad. Postupem času by mohlo dojít k návratnosti peněz, díky ušetřeným financím za skládkování. Další ušetření peněz je spatřováno v nahrazení umělých drahých hnojiv kompostem.

Podle názoru autorky by třídění odpadu určitě měl sociálního přínos. Obyvatelé by si mohli vybudovat vztah k odpadu a tomu, co všechno mohou třídit. Na druhou stranu je v kraji problémem se vzdělaností a všeobecně (netýká se jen Karlovarského kraje) nechut' se učit nové věci.

Největší přínosem by byl ekologický přínos. Navrácení odpadu zpět do půdy ve formě kompostu je největším přínosem pro přírodu a zároveň i pro nás. Půda tím získá cenné živiny, stává se úrodnou, což je pro nás nezbytné.

### **6.3 Srovnání s jinými podobnými projekty**

Zavedení pilotního programu v Kynšperku nad Ohří by se mohl podobat pilotní studii v Bílině v příměstské části Na Výsluní. Studie by byla významná jak pro obyvatele Bíliny, tak pro Plán odpadového hospodářství, kam byla poté studie zahrnuta.

Další studie ze zahraničí ukazují, jak se může využít potenciál odpadu. Vše je o lidech a je vidět, že například na Stanfordské univerzitě jsou o „něco“ dál než my, co se týče využívání přírodních zdrojů. Z takových projektů si lze vzít dobrý příklad.

### **6.4 Úvahy a návrhy na další postup**

Návrhem pro zdárné třídění odpadu by mohly být tyto návrhy:

- třídění odpadu přímo u zdroje, aby se předešlo dalšímu třídění odpadu v kompostárnách nebo sběrných dvorech (zjištěno z osobní zkušenosti sběru odpadu),
- spolupráce Karlovarského kraje obecními úřady, technickými službami, kompostárnami a obyvateli
- pochopení myšlenky třídění BRKO obyvateli Karlovarského kraje.

Jak by se lidé v Kynšperku nad Ohří postavili k třídění BRKO? Po rozhovoru autorky práce s jedním z obyvatelů města by odpověď byla spíše negativní. Rozhovor předcházela tato práce. Jeho názor byl jednoznačný a zněl takto: „Myslíte, že lidi budou třídit bioodpad sami od

sebe, když už takhle dáváme za odpady plno peněz?“ Na jednu stranu měl pravdu, ale na druhou stranu za tím vidí „jenom“ myšlenku peněz...

## 7 Závěr

V této práci jsem se zaměřila na doposud ne zcela vyřešenou problematiku v České republice. Cílem diplomové práce bylo na základě analýzy dostupných dat a údajů z aktuálních informačních zdrojů zpracovat srovnávací případovou studii o hospodárném využití biologicky rozložitelného odpadu v péči o zemědělskou půdu pro Karlovarský kraj v kontextu České republiky.

Přestože se dá nad bioodpadem uvažovat v souvislostech k přispívání správnému vývoji životního prostředí okolo nás všech, je z pohledu obyvatel odpad stále brán jako věc, které se snaží neúprosně zbavit bez ohledu na způsobené škody. Spolupráce obecních úřadů, kompostáren je zbytečná, když nebude fungovat třídění v domácnostech. Úspěšnost lepších výsledků je závislá na motivaci občanů a samotné jejich aktivitě. Počet kompostáren i firem svážející odpad by měl být dostačující.

## 8 Seznam literatury

Literární zdroje

- Alhadj-Mallah, MM., Huang, QX., Cai, X., Chi, Y., Yan, JH. 2015. Vitrification of municipal solid waste incineration fly ash using biomass ash as additives. *Environmental technology*. 5 (36). 654-660.
- Altmann, V. Nakládání s biologicky rozložitelnými odpady. [online]. *Biom.cz*. 2010-08-18 [cit. 2015-02-25]. Dostupné z <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/nakladani-s-biologicky-rozlozitelnymi-odpady>>.
- Altmann, V., Vaculík, P., Mimra, M. 2010. Technika pro zpracování komunálního odpadu. Česká zemědělská univerzita. Praha. 120 s. ISBN 978-80-213-2022-2.
- Altmann V., Mimra M., 2012. Systém sběru biologicky rozložitelného odpadu v regionech. Česká zemědělská univerzita. Praha. 28 s. ISBN 978-80-213-2217-2.
- Barth, J., Amlinger, F., Favoino, E., Siebert, S., Kehres, B., Gottschall, R., Bieker, M., Löbing, A., Bidlingmaier, W. 2008. Final Report - Compost production and use in the EU. Tender No. J02/35/2006. p 180.
- Belaroui, K., Djedjai, H., Megdad, H. 2014. The influence of soil, hydrology, vegetation and climate on desertification in El-Bayadh region (Algeria). *DESALINATION AND WATER TREATMENT*. 10-12 (52). 2144-2150.
- Bell, J.R., Traugott, M., Sunderland, K.D., Skirvin, D.J., Mead, A., Kravar-Garde, L., Kravar-Garde, Reynolds, K., Fenlon, J.S., Symondson, W.O.C. 2008. Beneficial links for the control of aphids: the effects of compost applications on predators and prey. *JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY*. 4 (5). 1266-1273.
- Beranová, M., Kubačák, A. 2010. Dějiny zemědělství v Čechách a na Moravě. Libri. Praha. 432 s. ISBN: 978-80-7277-113-4.
- Berner, A., Böhm, H., Brandhuber, R., Braun, J., Brede, U., Roesgen, J. C., Demmel, M., Dierauer, H., Doppler, G., Ewald, B., Fisel, T., Fließbach, A., Fuchs, J., Gattinger, A., Häberli, H., Heß, J., Hülsbergen, K., Köchli, M., Kolbe, H., Koller, M., Mäder, P., Müller, A., Neesen, P., Patzel, N., Pfiffner, L., Schmidt, H., Weller, S., Wild, M. 2013. Základy půdní úrodnosti. Bioinstitut. Olomouc, a.s. 31 s. ISBN: 978-80-87371-22-0.
- Bičík, I. 2009. Půda v české republice. Consult. Praha. 255 s. ISBN: 80-903482-4-6.

- Blume, H.P., Brümmer, G.V., Schwertmann, U., Horn, R., Knabner. 2002. Scheffer/Schachtschabel: Lehrbuch der Bodenkunde, Spektrum Akademischer Verlag, Stuttgart. 607 s. ISBN 3-8274-1324-9.
- Časopis Priorita. Vermikompostování: šikovné žížaly[online]. *Biom.cz*. 2011-10-03 [cit. 2015-03-31]. Dostupné z <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vermikopostovani-sikovne-zizaly>>.
- Česko. Vyhláška č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady. In: Sbíрка zákonů České republiky. 2008. částka 110. Dostupné z <<http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.mvcr.cz%2Fsoubor%2Fsb110-08-pdf.aspx&ei=MwoIVeqFLcfyUN3BgNgH&usg=AFQjCNGXaCqJaz-O-w6DiHzv-89YzeuzKQ>>.
- Česko. Vyhláška č. 482/2005 Sb., o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy § 2 h). In: Sbíрка zákonů České republiky. 2005. částka 168. s. 8882. Dostupné také z <[http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-ostatni\\_uplna-zneni\\_vyhlaska-2005-482-biomasa.html](http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-ostatni_uplna-zneni_vyhlaska-2005-482-biomasa.html)>.
- Česko. Zákon č. 185 ze dne 15. května 2001 o odpadech a o změně některých dalších zákonů. In: Sbíрка zákonů České republiky. 2001. částka 71. s. 4128. Dostupné také z <[http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/8FC3E5C15334AB9DC125727B00339581/\\$file/Z\\_185\\_2001.pdf](http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/8FC3E5C15334AB9DC125727B00339581/$file/Z_185_2001.pdf)>.
- Favoino, E., Habart, J. Oddělený sběr kompostovatelných odpadů, kompostování a biologická úprava zbytkového odpadu zkušenosti a současné trendy v Evropě [online]. *Biom.cz*. 2003-10-08 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/oddeleny-sber-kompostovatelnych-odpadu-kompostovani-a-biologicka-uprava-zbytkoveho-odpadu-zkusenosti-a-soucasne-trendy-v>>.
- Fiedor, J. 2012. Odpadové hospodářství I. Technická univerzita Ostrava. Ostrava. 128 s. ISBN: 978-80-248-2573-1.
- Flowerdew Bob. 2011. Kompost. Metafora, spol. s.r.o. Praha. 112 s. ISBN 978-80-7359-274-5.
- Fuchs, J. G., Berner, A., Mayer, J., Schleiss, K. 2014. Concept for Quality Management to Secure the Benefits of Compost Use for Soil and Plants. *Acta Horticulturae*. 603-609.
- Hejátková K. 2008. Řešení bioodpadu v regionu. Zemědělská a ekologická regionální agentura, o.s. Náměšť nad Oslavou. 60 s. ISBN 80 – 903548 - 8 - 2.

- Hejátková, K. 2010. Bioodpad je problém nebo výzva? [online]. Odpadové fórum 5/2010. 23-25. Dostupné z <<http://www.odpadoveforum.cz/cz/stranka/archiv/rocnik-2010/5-2010/101/>>
- HERCZEG M. 2013. Municipal waste management in Austria. EEA, 21s. Dostupné z <[http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.eea.europa.eu%2Fpublications%2Fmanaging-municipal-solid-waste%2Faustria-country-paper-on-municipal&ei=Rh4nVYnfNIPbaLrYgMAE&usg=AFQjCNH4\\_GN9mBlowVhJ0Zk5n5yWYGBmeQ&bvm=bv.90491159,d.d2s](http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.eea.europa.eu%2Fpublications%2Fmanaging-municipal-solid-waste%2Faustria-country-paper-on-municipal&ei=Rh4nVYnfNIPbaLrYgMAE&usg=AFQjCNH4_GN9mBlowVhJ0Zk5n5yWYGBmeQ&bvm=bv.90491159,d.d2s)>.
- HORA, L. Pilotní projekty odděleného sběru bioodpadu v Bílině [online]. *Biom.cz*. 2004-06-30 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/pilotni-projekty-oddeleneho-sberu-bioodpadu-v-biline>>.
- Horsak, Z., Hrebicek, J. 2014. Biodegradable Waste Management in the Czech Republic. A Proposal for Improvement. *HARD*. 6 (10). 2019-2025.
- Hřebíček, J.; Knybel, L.; Hejč, M.; Piliar, F. 2005. Strategie ČR pro nakládání s biologicky rozložitelnými odpady (BRO), Dekont International s. r. o. 154 s.
- Hřebíček, J., Friedmann, B., Hejč, M., Horsák, Z., Chudárek, T., Kalina, J., Piliar, F. 2009. Integrovaný systém nakládání s odpady na regionální úrovni. MŽP. Praha. 208 s. ISBN: 978-80-85763-54-6.
- Janeček, M. 2002. Ochrana zemědělské půdy před erozí. ISV nakladatelství. 202 s. ISBN: 85866-85-8.
- Janeček, M., Bečvář, M., Bohuslávka, J., Dufková, J., Dumbrovský, M., Dostál, T., Hůla, J., Jakubíková, A., Kadlec, V., Krása, J., Kubátová, E., Novotný, I., Podhrázká, J., Típl, M., Toman, F., Vopravil, J., Vrána, K. 2007. Ochrana zemědělské půdy před erozí. VÚMOP, v.v.i., Praha. 76 s. ISBN: 978-80-254-0973-2.
- Javůrek, M., Vach, M. 2008. Negativní vlivy zhutnění půd a soustava opatření k jejich odstranění. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha. 24 s. ISBN: 978-80-87011-57-7.
- Jelínek A. 2007. Kompostování přebytečné travní biomasy. ZERA. Náměstí nad Oslavou. 76 s. ISBN 80-903548-6-6.
- Jůva K., Cáblik J. 1954. Protierozní ochrana půdy. Praha. 254 s.
- Kotoulová, Z., Váňa, J. 2001. Příručka pro nakládání s komunálním bioodpadem. Český ekologický ústav. Praha. 69 s. ISBN: 80-7212-201-0.



- Mahar, R. B., Yue, D., Liu, J., Zhang, Y., Nie, Y. 2009. Biological pretreatment of municipal solid waste prior to landfilling. *Global Nest Journal*. 11 (4). 510-517.
- Miko, L., Hošek, M. 2009. Příroda a krajina České republiky – Zpráva o stavu 2009. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Praha. 102 s. ISBN: 978-80-87051-70-2.
- Moňok, B., Hejátková, K., Valentová, L., Řezníček, V. 2008: Komunitní kompostování. ZERA. Náměšť nad Oslavou. 32 s. ISBN 8090354874.
- Moňok, B. Komunitné kompostovanie [online]. *Biom.cz*. 2004-01-05 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/komunitne-kompostovanie>>. ISSN: 1801-2655.
- Mor-Mussery, A., Leu, S., Budovsky, A., Lensky, I. 2015. Plant-Soil Interactions and Desertification: A Case Study in the Northern Negev, Israel. *ARID LAND RESEARCH AND MANAGEMENT*. 1 (29). 85-97.
- Mrkvica, M. 2010. RESEARCH INTO THE USE OF BIODEGRADABLE WASTE. *MENDELNET*. 402-411. Dostupné z <[http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_mendelnet/mendelnet2010/articles/17\\_mrkvica\\_310.pdf](http://web2.mendelu.cz/af_291_mendelnet/mendelnet2010/articles/17_mrkvica_310.pdf)>.
- Olien, R., 2002. Erosion. Capstone. p. 24. ISBN: 0736809503.
- Ortner, M.E., Muller, W., Bockreis, A. 2013. The greenhouse gas and energy balance of different treatment concepts for bio-waste. *WASTE MANAGEMENT & RESEARCH*. 10 (31). 46-55.
- Pokorný, E., Šarapatka, B., Šarapatka, K. 2007. Hodnocení kvality půdy v ekologicky hospodařícím podniku. ZERA – Zemědělská a ekologická regionální agentura, o.s. Náměšť na Oslavou. 28 s. ISBN: 80-903548-5-8.
- Pospíšilová, E. 2006. Sborník z II. mezinárodní konference, biologicky rozložitelné odpady, jejich zpracování a využití v zemědělské a komunální praxi. Zemědělská a ekologická regionální agentura ZERA. Náměšť nad Oslavou. 129 s. ISBN 80-903548-1-5
- Siciliano G. 2014. Rural- Urban Migration and Domestic Land Grabbing in China. *POPULATION SPACE AND PLACE*. 4 (20). 333-351.
- Smith, A., Brown, K., Ogilvie, S., Rushton, K., Bates, J. 2001. Waste management options and climate change. Office for Official Publications of the European Communities. Luxemburg. ISBN 92-894-1733-1.
- Stevenson, F.J., Cole, M.A. 1999 Cycles of soil carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients. John & Wiley and Sons. New York. 427 s.

- Stille, R. D. 2005. *Erosion: How Land Forms, How It Changes*. Capstone. Minneapolis. p. 48. ISBN: 0756511003.
- Sullivan, Dan. 2010. COLLEGES SCRAPE THE PLATE, CLOSE THE LOOP. *BioCycle*. 51 (7). 44-48.
- Šarapatka, B., Dlapa, P., Bedrna, Z. 2002. *Kvalita a degradace půdy*. Univerzita Palackého. Olomouc. 246 s. ISBN: 80-244-0584-9.
- Šrefl, J. Kompost je energie vrácená do půdy [online]. *Biom.cz*. 2012-11-12 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z <<http://biom.cz/cz-biodpady-a-kompostovani/odborne-clanky/kompost-je-energie-vcracena-do-pudy>>.
- Váňa, J. Kompostování bioodpadu [online]. *Biom.cz*. 2001-11-21 [cit. 2015-02-08]. Dostupné z <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kompostovani-bioodpadu>>.
- Váňa, J., Slejška, A. 2004. Realizační program pro biologicky rozložitelné odpady. *Biom.cz*. 194 s. Dostupné z <<http://biom.cz/rp-bro/rp-bro.pdf>>.
- Vaněk, V., Balík, J., Pavlíková, D., Tlustoš, P. 2007. *Výživa polních a zahradních plodin*. Profi Press s.r.o. 167s. ISBN 978-80-86726-25-0.
- Vojtěchová, A. 2007. *Naše BIOodpady – miss kompost a nulový odpad*. Ekodomov. Praha. 37 s. ISBN 978-80-903559-4-1.
- Vopravil, J. 2009. *Půda a její hodnocení v ČR – Díl I. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. Praha. 2. vydání. 148 s. ISBN: 978-80-87361-02-3.*
- Wu, T.Y., Lim, S.L., Lim, P.N., Shak, K.P.Y. 2014. Biotransformation of Biodegradable Solid Wastes into Organic Fertilizers using Composting or/and Vermicomposting. *PRES 2014*. 1579-1584.
- Zákon České národní rady č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu § 1. In: *Sbírka zákonů České republiky. 1992. částka 68.* Dostupné z <<http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100076298.html>>.
- Zavodska, A., Benesova, L., Smyth, B., Morrissey, A. J. 2014. A comparison of biodegradable municipal waste (BMW) management strategies in Ireland and the Czech Republic and the lessons learned. *ELSEVIER*. 92. 136–144.
- Zemánek, P., Burg, P., Kollárová, M., Marešová, K., Plíva, P. 2010. *Biologické odpady a kompostování*. Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. Praha. ISBN: 978-80-86884-52-3.

## Internetové zdroje

- Anonym. 2008a. Karlovarský kraj [online]. [cit. 2015-02-02] Dostupné z <<http://karlovarsky-kraj.webnode.cz/statistika/>>.
- Anonym. 2008b. Karlovarský kraj [online]. [cit. 2015-02-02] Dostupné z <<http://karlovarsky-kraj.webnode.cz/hospodarstvi/>>.
- Anonym. 2014. Krajské vojenské velitelství Karlovy Vary [online]. [cit. 2015-02-03] Dostupné z <[http://www.kvv-karlovyvary.army.cz/htm/0\\_4.html](http://www.kvv-karlovyvary.army.cz/htm/0_4.html)>.
- .A.S.A., spol. s r. o. [online]. 2009. [cit. 2015-01-04]. Dostupné z <<http://www.asa-group.com/cs/Ceska-republika/Provozovny/A-S-A-spol-s-r-o-provozovna-Tisova.asa>>.
- CENIA. Odpad v historii lidstva [online]. Multimediální ročenka životního prostředí. 2013. [cit. 2015-01-28]. Dostupné z <[http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=odpad\\_v\\_historii\\_lidstva&site=odpady](http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=odpad_v_historii_lidstva&site=odpady)>.
- CENIA. 2013. Zpráva o životním prostředí České republiky 2013. Praha. <Dostupné z: [http://www1.cenia.cz/www/sites/default/files/Zprava%20o%20zivotnim%20prostredi%20CR%202013\\_141112.pdf](http://www1.cenia.cz/www/sites/default/files/Zprava%20o%20zivotnim%20prostredi%20CR%202013_141112.pdf)>.
- ČSÚ. 2010. CeHO, Metodika výpočtu postupného snižování množství BRKO ukládaných na skládky v rámci zpracování POH kraje, vlastní prognóza. Dostupné z <[https://www.czso.cz/csu/czso/zivotni\\_prostredi\\_zem](https://www.czso.cz/csu/czso/zivotni_prostredi_zem)>.
- ČSÚ [online]. 2014a-12-29. [cit. 2015-01-04] Dostupné <<https://www.czso.cz/csu/czso/4-obyvateľstvo4059>>.
- ČSÚ [online]. 2014b-12-29. [cit. 2015-01-04]. Dostupné z: <<https://www.czso.cz/csu/czso/statisticka-rocenka-karlovarskeho-kraje-2014-ir78363t2e>>.
- EEA. 2009. Diverting waste from landfill – Effectiveness of waste management policies in the European Union. EEA report 7/2009. [cit. 2015-03-31] Copenhagen. p 68. Dostupné z <[http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCMQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.eea.europa.eu%2Fpublications%2Fdiverting-waste-from-landfill-effectiveness-of-waste-management-policies-in-the-european-union%2Fdownload&ei=\\_B4nVZ71GMHhaPzAgNgJ&usg=AFQjCNGv\\_PQpf760B1pP1up80B8PGxuxmQ&bvm=bv.90491159,d.d2s](http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCMQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.eea.europa.eu%2Fpublications%2Fdiverting-waste-from-landfill-effectiveness-of-waste-management-policies-in-the-european-union%2Fdownload&ei=_B4nVZ71GMHhaPzAgNgJ&usg=AFQjCNGv_PQpf760B1pP1up80B8PGxuxmQ&bvm=bv.90491159,d.d2s)>.
- ECO CONSULTING GROUP. 2011. *Mbu.cz* . [cit. 2015-03-31]. Dostupné z <<http://www.mbu.cz/cz/Zahranici.php#nemecko>>.

Firmy.cz [online]. Skládky Chocovice, s.r.o. [cit. 2015-01-05].  
<<http://www.firmy.cz/detail/2304268-skladka-chocovice-treben-chocovice.html>>.

Informační portál Karlovarského kraje [online]. Finální verze POH KVK ANALYTICKÁ ČÁST. 2004. [cit. 2015-01-04] Dostupné z <[http://www.kr-karlovarsky.cz/samosprava/dokumenty/Stranky/koncepce/seznam/Plan\\_odpady.aspx](http://www.kr-karlovarsky.cz/samosprava/dokumenty/Stranky/koncepce/seznam/Plan_odpady.aspx)>.

Informační portál Karlovarského kraje [online]. Studie proveditelnosti. Integrovaný systém nakládání s odpady v Karlovarském kraji. 2009. [cit. 2015-01-04]. Dostupné z: <[http://www.kr-karlovarsky.cz/samosprava/dokumenty/Stranky/koncepce/seznam/Studie\\_proveditelnosti.asp](http://www.kr-karlovarsky.cz/samosprava/dokumenty/Stranky/koncepce/seznam/Studie_proveditelnosti.asp)>.

Karlovarský kraj [online]. 2014. [2015-01-12] Dostupné z: <[http://www.kr-karlovarsky.cz/samosprava/Stranky/sprav\\_cleneni.aspx](http://www.kr-karlovarsky.cz/samosprava/Stranky/sprav_cleneni.aspx)>.

Ministerstvo vnitra České republiky. 2010 [online]. [cit 2015-01-15] Dostupné z: <[http://www.osf-mvcr.cz/uploads/images/KRLVmapa\\_ze\\_strany\\_8\\_pro\\_zrastrovani\\_2.jpg](http://www.osf-mvcr.cz/uploads/images/KRLVmapa_ze_strany_8_pro_zrastrovani_2.jpg)>.

MŽP. 2008. [cit. 2015-02-02] 3 s. <Dostupné z: [http://www.mzp.cz/cz/definice\\_pudy](http://www.mzp.cz/cz/definice_pudy)>.

Plán odpadového hospodářství České republiky pro období 2015 – 2024. 2014 [online]. Praha. MŽP. 2015-01-15 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z <[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/poh\\_cr\\_prislusne\\_dokumenty/\\$FILE/OO\\_DP-POH\\_CR\\_2015\\_2024\\_schvalena\\_verze\\_20150113.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/poh_cr_prislusne_dokumenty/$FILE/OO_DP-POH_CR_2015_2024_schvalena_verze_20150113.pdf)>.

Principles - Sustainable Stanford [online]. Stanford University. 2011 [cit. 2014-10-10]. Dostupné z <<http://sustainablestanford.stanford.edu/principles>>.

PROGRAM ROZVOJE KARLOVARSKÉHO KRAJE 2004 – 2006 [online]. 2008. [cit. 2014-12-14] Dostupné z: <[http://www.cmkos.cz/data/articles/down\\_1075.pdf](http://www.cmkos.cz/data/articles/down_1075.pdf)>.

Plán dopravní obslužnosti území Karlovarského kraje na období let 2012 -2018[online]. 2011. [cit. 2015-01-15] Dostupné z: <<http://www.kr-karlovarsky.cz/krajsky-urad/cinnosti/Documents/pdokv.pdf>>.

Richter, R. 2007. Multimediální učební texty z výživy rostlin [online]. [cit 2015-02-28] Dostupné z [http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/html/agrochemie\\_pudy/puda\\_ca.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/agrochemie_pudy/puda_ca.htm).

Skládka Chocovice s.r.o. [online]. 2015. [cit.2015-01-05]. <<http://www.edb.cz/firma-338882-skladka-chocovice-treben>>.

- Statistická ročenka Karlovarského kraje [online]. 2009. [2015-01-05] Dostupné z:  
<<http://cestovani.kr-karlovarsky.cz/cz/Stranky/default.aspx>>.
- Stanford Facts: About Stanford [online]. Stanford University. 2014-02-18. [cit. 2014-10-10].  
Dostupné z <<http://facts.stanford.edu/about/lands>>.
- Waste – Sustainable Stanford [online]. Stanford University. 2011 [cit. 2014-10-10]. Dostupné  
z <<http://sustainablestanford.stanford.edu/waste>>.
- Welcome to PSSI/Stanford Recycling [online]. Stanford University. 2011 [cit. 2014-10-10].  
Dostupné z <[http://bgm.stanford.edu/home\\_pssi\\_main](http://bgm.stanford.edu/home_pssi_main)>.