

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2017

Jiří Halm



**Biodegradabilní plasty a plastové odpady, jejich úprava,
zhodnocení, odstranění**

Bakalářská práce

Vedoucí práce:
doc. Mgr. Ing. M. D. Vaverková, Ph.D.

Vypracoval:
Jiří Halm

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Biodegradabilní plasty a plastové odpady, jejich úprava, zhodnocení, odstranění vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

Poděkování:

Chtěl bych tímto velmi poděkovat své vedoucí bakalářské práce, paní doc. Mgr. Ing. Magdaléně Vavrkové, Ph.D. za cenné rady a materiály, které mi poskytla při zpracování mé bakalářské práce, a také za její vstřícný přístup. Rád bych tímto poděkoval své rodině, která mě po celou dobu mého studia podporovala. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své přítelkyni za podporu a trpělivost.

Abstrakt

Tato bakalářská práce je zaměřena na problematiku týkající se plastových odpadů a odpadů z biodegradabilních plastů.

První část bakalářské práce se věnuje charakteristice plastových materiálů. Vymezení základních pojmů v problematice plastových materiálů a polymerů. Dále jsou v práci popsány postupy tváření plastů, rozdělení plastů a výčet nejvýznamnějších plastových materiálů. Také je zde popsána problematika plastových odpadů a jejich využití.

Druhá část bakalářské práce je pak věnována vymezení základních pojmů týkajících se biodegradabilních plastů. Jsou zde popsány vlastnosti a možnosti jejich aplikace. Také jsou zde vymezeny možnosti nakládání s biodegradabilními plasty. Způsoby certifikace výrobků z nich vyrobených. Na závěr této části práce je shrnut možný vliv biodegradabilních plastů na odpadové hospodářství.

Klíčová slova: polymery, kompostování, biologicky rozložitelný plast

Abstract

This bachelor thesis is focused on topic of plastic waste issue and the biodegradable plastics issue.

The first part of the bachelor thesis deals with the characteristics of the plastics materials. Definition of basic terms of plastics materials and polymers. The thesis also described the methods of plastic molding, list of the most important plastic materials. There are also described topic of plastic waste issue and possible ways of dealing with them.

The second part of bachelor thesis deals with the basic terms of biodegradable plastics. There are described properties and application of them. There are also defined possible ways of dealing with biodegradable plastics. Methods of certification of products made from them. At the end of this part of the thesis is summarized the possible influence of biodegradable plastics on waste management.

Keywords: polymers, composting, biodegradable plastics

Obsah

1	Úvod	7
2	Cíl práce	8
3	Literární přehled	9
3.1	Charakteristika plastových odpadů	9
3.1.1	Plasty obecně.....	9
3.1.2	Polymery a jejich rozdělení.....	9
3.1.3	Přehled nejvýznamnějších polymerů	11
3.1.4	Způsoby tváření plastů	15
3.1.5	Odpadní plasty	15
3.1.6	Využití odpadních plastů.....	16
3.1.7	Legislativa týkající se plastových odpadů.....	16
3.2	Normativní prostředí související s biodegradabilními plasty.....	17
4	Materiál a metodika	18
4.1	Vlastnosti a možnosti využití biodegradabilních plastů.....	18
4.1.1	Definování základních pojmů	18
4.1.2	Biodegradabilní polymery.....	20
4.1.3	Biodegradabilní plastové materiály.....	20
4.1.4	Biodegradovatelné polymery minerálního původu	21
4.1.5	Aplikace biodegradabilních plastů	23
4.2	Možnosti nakládání s biodegradabilními plasty.....	24
4.2.1	Certifikace biodegradabilních plastů v Evropě	24
4.2.2	Kompostování	25
4.3	Vliv BDP na odpadové hospodářství	27
5	Závěr	29
6	Seznam použité literatury	31
7	Seznam obrázků	33
8	Seznam zkratk	34
9	Přílohy	35

1 ÚVOD

V moderní civilizaci materiálům již dlouhou dobu kralují plasty. Plasty zahrnují širokou škálu různých materiálů, založených na podobném výrobním principu a složení, částečně se lišících svými vlastnostmi. Jedná se o relativně mladý materiál, který dosáhl rozmachu koncem druhé světové války.

Zpočátku byl vývoj plastových materiálů zaměřen především na zlepšování jejich vlastností, to vedlo i ke zvýšení jejich odolnosti a stálosti v životním prostředí (ŽP). Díky své nízké ceně se staly, tam kde to bylo možné, oblíbenou náhražkou spousty materiálů. Plasty však mají i jiné přednosti než cenu a ukázaly se postupem času jako daleko vhodnější a variabilnější materiály než jejich předchůdci. V obalovém hospodářství plasty ve značné míře nahradily ostatní materiály, jako jsou například dřevo, kovy a papír.

Bohužel celá řada jejich výborných vlastností je i příčinou dnešních problémů, týkajících se odstraňování odpadů z nich vzniklých. Proto se v současné době přichází s biodegradabilními plasty (BDP), které by měly splňovat nejen nároky na jejich funkčnost, ale i nároky na jejich odstranění z ŽP.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je charakteristika plastových odpadů, včetně odpadů z biodegradabilních plastů. Popsat a zvážit vlastnosti a možnosti využití biodegradabilních plastů. Seznámit se s normativním prostředím týkající se biodegradabilních plastů. Shrnout možnosti nakládání s biodegradabilními plasty. Popsat a zhodnotit, na základě získaných znalostí, jejich možný vliv na odpadové hospodářství.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Charakteristika plastových odpadů

3.1.1 Plasty obecně

Jedná se o jeden z nejmladších materiálů. Plasty se řadí mezi polymery. Je známý od druhé poloviny 19. století, hojně se však rozšířil až od druhé poloviny 20. století. Plasty jsou neustále zdokonalovány a vyvíjeny i dnes (Pecina, 2006).

Dají se velmi snadno tepelně tvářet do požadovaných tvarů. Výsledné fyzické, chemické i mechanické vlastnosti materiálu jsou ovlivněny chemickým složením, nadmolekulární strukturou a způsobem výroby (Pecina, 2006).

Hlavním zdrojem pro výrobu plastů je ropa. Je uváděno, že se na výrobu plastů využije asi 8 % z celkové spotřeby ropy. Z toho je polovina použita jako primární vstupní surovina a polovina je využita jako zdroj energie při výrobě (Beňo, 2011).

3.1.2 Polymery a jejich rozdělení

Polymery

Polymery jsou chemické látky s mnoha různými vlastnostmi, kdy ve svých makromolekulách zpravidla obsahují atomy vodíku, kyslíku, uhlíku, často dusíku, chloru i dalších prvků. Polymery se dají vyrobit různými chemickými metodami. Polymery jak je známe jsou v pevném stavu, ale během zpracování za zvýšených teplot jsou v kapalném stavu. Toho se využívá ke tvarování materiálu do požadované podoby. Nevýhodou je malá teplotní odolnost výrobků a jejich chování při dlouhodobém statickém zatížení. Mají různé tvary molekul a to lineární, rozvětvené, zesíťované i prostorově zesíťované. Nejběžnější materiál pro výrobu polymerů je ropa (Ducháček, 2011).

Možnosti přípravy polymerů

Řetězová polymerace je chemická reakce velkého počtu monomerů nejčastěji obsahující dvojnou vazbu. Výstupem je makromolekulární látka. K zahájení polymerace je nutná iniciace pomocí iniciující částice. Podle typu zvoleného iniciátoru se polymerace dělí na (Šňupárek, 2014):

- Radikálovou
- Iontovou

Stupňovitá polymerace je chemická reakce, při které spolu reagují funkční skupiny přítomné na monomeru a vznikají makromolekulární látky. Lze dále rozdělit na (Šňupárek, 2014):

- Polyadice je reakce při které nedochází ke vzniku vedlejších produktů, a vzniklý produkt má stejné chemické složení jako výchozí směs (Šňupárek, 2014).
- Polykondenzace je reakce kdy v každém kroku reakce vzniká vedlejší produkt, nejčastěji H₂O nebo HX. Tento vedlejší produkt je třeba průběžně z reakce odebrat, tak aby došlo k naklonění chemické rovnováhy reakce ve prospěch produktů (Šňupárek, 2014).

Tyto způsoby přípravy lze i kombinovat (Šňupárek, 2014).

Rozdělení polymerů podle závislosti na teplotě

Elastomery jsou plastické materiály, které mají značné elastické vlastnosti. Dají se působením vnější síly snadno deformovat, ale po skončení působení síly se vrací do původního stavu. Tyto elastické vlastnosti často nejsou závislé na teplotě. Dají se rozlišit na (Prokopová, 2007):

- Přírodní kaučuky
- Syntetické kaučuky

Plasty jsou látky, jejichž plasticita závisí na teplotě. Za nízkých teplot jsou tvrdé a obvykle i křehké, ale za zvýšené teploty jsou tvarovatelné. Dělí se podle toho, zda je možné je opakovaně tvarovat za zvýšené teploty na (Prokopová, 2007):

- Termoplasty jsou látky teplem tavitelné. Opakovaným zahříváním jsou znovu tvarovatelné. Výsledný výrobek má stejné vlastnosti jako materiál před zahřátím (Prokopová, 2007).
- Reaktoplasty jsou látky teplem tvrditelné. Po roztavení se do nich přimíchávají tvrdidla. Vytvrzené plasty již není možné teplem roztavit, a proto se dají tvarovat jen jednou. Výrobky se znovu působením tepla rozkládají (Prokopová, 2007).

3.1.3 Přehled nejvýznamnějších polymerů

Přírodní polymery

Přírodní kaučuk

Vyskytuje se u řady rostlin v podobě bílé lepkavé šťávy. Významnou a vhodnou rostlinou k těžbě je *Hevea brasiliensis* známá pod názvem kaučukovník, ta se za tímto účelem pěstuje na plantážích. Složení kaučuku se liší v závislosti na mnoha faktorech, jako jsou druh a stáří stromu, roční období a podobně. Průměrný obsah kaučukového uhlodíku je 35 %. Voda tvoří asi 60 % složení a zbytek připadá na bílkoviny, pryskyřice, cukry a anorganické látky. Aby nedocházelo k samovolné koagulaci konzervuje se pomocí amoniaku. Před zpracováním se koncentrace kaučukových uhlodíku upravuje na 50 až 60 %. Latex se dá zpracovávat buď přímo, nebo lze vyrobit suchý kaučuk, který se vyrábí vysrážením, vymražením nebo odpařením vody. Nejčastěji se vyrábí vysrážením kyselinou mravenčí nebo octovou. Přírodní kaučuk reaguje s řadou chemických činidel, které mu propůjčují vhodné vlastnosti k technickému využití (Ducháček, 2006).

Polysacharidy

Jsou to přírodní polymery a jejich makromolekula je tvořena molekulami monosacharidů, které jsou spojeny glykosidovou vazbou (Ducháček, 2006).

Celulóza

Snadno přístupný přírodní polymer, který se ve vysokých koncentracích vyskytuje v bavlně a ve dřevu. Její nevýhoda je, že není přirozeně termoplastická. Je tedy netavitelná a nerozpustná dokud není chemicky upravena. Po úpravě vznikají deriváty které, se dají snadno tvářet. Celulóza se používá na výrobu vláken tzv. viskózní hedvábí, nebo se z ní lisují fólie známé jako celofán. Nitrátu celulózy se využívalo k výrobě celuloidu, dnes se však využívá spíše k výrobě lepidel a nátěrových hmot (Ducháček, 2006).

Škrob

Je to zásobní látka hromadící se v některých rostlinách. Je tvořen dvěma polysacharidy. Lineární amyulóza, která je rozpustná v horké vodě. Druhým je rozvětvený amylopektin, který je v horké vodě nerozpustný a dochází k jeho bobtnání. Získává se z rostlin mechanickým způsobem. Rostlina je rozdrcena a škrob je získáván vypíráním. Větší část světové produkce je využita na potravinářský průmysl. Značná část se využívá k výrobě papíru, lepenky a v textilním průmyslu. Dnes se škrob začíná používat jako významný

materiál pro výrobu biodegradovatelných materiálů, tzv. termoplastický škrob (Kroisová, 2012).

Proteiny

Jsou to vysokomolekulární přírodní látky. Vznikají kombinací všech 20 známých aminokyselin. Aminokyseliny jsou mezi sebou propojeny peptidickou vazbou. Proteiny se dají rozložit na jednotlivé aminokyseliny působením enzymů. Jsou základní stavební jednotkou všech živých organismů a plní různé funkce (Kroisová, 2012). Vhodný pro výrobu průmyslových výrobků je kasein. Kasein je obsažen v mléce. Využívá se jako lepidlo pro papír, dřevo a textil. Je vhodný i k úpravám lisováním nebo zvlákněním. Navlhčený kasein se mísí se změkčovadly, plnivy a pigmenty. Výsledný plast je bez zápachu a nehořlavý. Pro výrobu vláken jsou vhodné i další proteiny (Ducháček, 2006).

Syntetické polymery

Termoplasty

Polyethylen (PE)

Jedná se asi o nejrozšířenější polymer. Je pevný, houževnatý, dobrý elektroizolant, odolný vůči vodě, chemikáliím a mrazu. Vyrábí se polymerizací ethyleny (Zaspalová, 2012). Existují dva základní typy PE. Mezi těmito typy není ostrá hranice, jelikož se jejich hustota a vlastnosti mění postupně, a ne skokem. Protože se veškeré vlastnosti PE dají odvodit od jeho struktury, používá se jako základní kritérium jeho rozvětvení makromolekuly (Ducháček, 2006).

- HDPE jeho struktura je tvořena lineárním řetězcem. Je označován jako typ o vysoké hustotě. Lze z něj vyrábět potrubí, ale i víčka od nápojů nebo obaly na kosmetiku (Zaspalová, 2012).
- LDPE má rozvětvenou strukturu řetězce. Je levnější na výrobu, ale není tak pevný jako HDPE. Používá se především na výrobu fólií (Zaspalová, 2012).

Polypropylen (PP)

Hojně používaný, je často srovnáván s PE. Je neprůhledný, ale průsvitný. Je odolnější vůči vyšším teplotám, je pevnější a více odolný vůči prostupu plynů a par. Při teplotách nižších než 0°C je křehký. Díky lepším mechanickým vlastnostem se více používá na součásti strojů a přístrojů (Weiss a Stříhavková, 2014). Protože je schopný odolat sterizačním teplotám, využívá se i ve zdravotnictví na výrobu lékařských pomůcek jako

jsou injekční stříkačky, držadla na kovové nástroje nebo láhve na chemikálie (Zaspalová, 2012).

Polystyren (PS)

Jeden z nejstarších syntetizovaných polymerů. Lze jej vyrobit všemi známými polymeračními metodami. Je tvrdý, křehký, s vynikajícími elektroizolačními vlastnostmi (Ducháček, 2011). Foukaný, pěnový PS má vynikající tepelně izolační vlastnosti a lze použít i jako zvuková izolace. Nejčastěji se ale používá jako tepelná izolace budov. Tvrzený PS se pak využívá na výrobu obalů na CD, lze z něj lisovat různé předměty - kelímky, misky, ale třeba i levné a odolné obkladové dlaždice (Zaspalová, 2012).

Polyvinylchlorid (PVC)

Vyrábí se polymerací z vinylchloridu. Jeden z nejvíce vyráběných plastů. Vyrábí se buď bez změkčovadel a je znám pod obchodním názvem novodur. Ten je používán například na výrobu trubek, desek, profilů. Nebo lze do něj přidávat změkčovadla v různém poměru, mohou tvořit až 50 % výrobku. Takto měkčený PVC je známý pod obchodním označením novoplast a je používán k výrobě pláštěnek, ubrusů, podlahových krytin a obalů (Pecina, 2006).

Polyethylentereftalát (PET)

Vyrábí se většinou dvoufázově. Je pevný v tahu a dobře chemicky odolný. Slouží k výrobě syntetických textilních vláken, fólií, obalů, ale nejznámější využití je na výrobu PET láhví (Zaspalová, 2012).

Polytetrafluorethylen (PTFE)

Známí taky jako teflon vzniká polymerací tetrafluorethylenu. Je to jeden z nejvíce odolných plastů, a to jak chemicky, tak i teplotně. Je trvale použitelný v rozmezí teplot -100 až +200 °C. Má velmi nízký koeficient tření a velmi snadno se odírá. Velmi rozšířené je použití na kuchyňské nádobí jako ochranná vrstva, která chrání před připalováním pokrmů. Vláknina vyrobená z teflonu se používají na speciální izolaci kosmických raket a tvoří i důležitou součást obleků pro kosmonauty (Pecina, 2006).

Polyamidy (PA)

Jako surovina k výrobě PA se používá uhlí. Metoda k jejich výrobě je polykondenzace. Jsou pevné, odolné vůči většině rozpouštědel kromě kyselin a louhů. Dají se obrábět, lepit i svařovat a používají se na výrobu mechanicky namáhaných součástek. Dělají se z nich například obroučky brýlí, textilní vlákna, ozubená kola. Mezi PA patří i obchodně označovaný nylon a silon (Pecina, 2006).

Polyurethany (PUR)

Vznikají polyadiční reakcí, konkrétně reakcí vícefunkčních isokyanátů s polyalkoholy. Zahrnují širokou škálu materiálů, které se liší svou tvrdostí. Hlavními produkty vyrobené z PUR jsou tvrdé pěny, měkké pěny a tvrditelné elastomery. Tvrdé pěny mají dobré izolační vlastnosti, mají dobrou adhezi k betonu, kovům, dřevu a keramice. Vhodné jsou pro tepelně-izolační výplně. Měkké pěny se uplatňují v nábytkářském průmyslu na křesla, dopravní technice jako sedadla nebo opěrky hlav a na spotřební výrobky od hraček až po vnitřky lyžařských bot (Weiss a Střihavková, 2014).

Reaktoplasty

Fenoplasty

Fenoplasty neboli fenolické pryskyřice byly vyrobeny jako první syntetické pryskyřice. Klasifikují se na dva základní typy: novolaky a rezoly.

- Novolaky jsou produkty polykondenzace fenolu s nedostatečným množstvím formaldehydu v kyselém prostředí (Weiss a Střihavková, 2014). Dnes se nejvíce zpracovávají s hexamethylentetraminem na výrobu lisovacích hmot (Ducháček, 2006).
- Rezoly se vyrábí za molárního přebytku formaldehydu v přítomnosti zásaditých katalyzátorů. Je to stádium nízkomolekulárních polykondenzátů rozpustných v alkoholech. Při působení tepla přechází na rezit. Nejčastěji se používá na výrobu lisovacích hmot a laminátů (Weiss a Střihavková, 2014).

3.1.4 Způsoby tváření plastů

Tváření je možné několika způsoby.

Lisování je nejrozšířenější způsob tvarování plastů. Používá se jak pro termoplasty, tak i pro reaktoplasty. Roztavené plasty jsou lisem vtlačeny do forem. Jedná se o diskontinuální metodu (Bothe, 1990).

Vstřikování je jeden z nejpoužívanějších způsobů tváření termoplastů. Vhodné i pro kaučukové směsi. Hmota se zahřeje a je převedena do tavné komory, tam se převede do plastického stavu. Následně je vstříknuta do vícenásobné formy kde ztuhne (Ducháček, 2006).

Lisostříkem jsou zpracovávány především reaktoplasty. Hmota se teplem roztaví v pomocné komoře a je tlakem pístu vytlačena do formy. Vhodné jen pro hmoty s dobrou tekutostí (Bothe, 1990).

Válcování je vhodné pro výrobu PVC desek nebo fólií. Stroj má minimálně dva válce. Ty prohnětenou plastickou hmotu vyválcují na nekonečnou fólii nebo desku o požadované tloušťce (Pecina, 2006).

Vytlačování je metoda vhodná pro oba druhy plastů. Svou podstatou je podobná lisování, hlavní rozdíl spočívá v kontinuální výrobě. Vhodná metoda na výrobu tyčí, trubek a desek z termoplastů (Bothe, 1990).

Foukáním jsou vytvářeny duté předměty. Jako materiál pro foukání lze použít pouze termoplasty. Do formy se vkládají dvě fólie, které se zahřejí a mezi ně je vháněn stlačený vzduch. Fólie jsou roztaženy do tvaru formy (Bothe, 1990).

Vakuové tvarování je také vhodné pouze pro termoplasty. Výrobky jsou podobné výliskům. Ve formě se pomocí odsávání vytvoří podtlak a zahřátá deska nebo fólie je atmosférickým tlakem vtlačena do formy (Bothe, 1990).

3.1.5 Odpadní plasty

Se zvyšováním životní úrovně v České republice a růstem ekonomiky se zvyšuje i množství vyprodukovaného odpadu. Tento odpad se rozlišuje podle původu na komunální odpad (KO) a odpad vyprodukovaný ekonomickými subjekty. Podle dat z ČSÚ se z KO podařilo v roce 2015 vytrždit odděleným sběrem 116 330,4 Mg plastových odpadů. To odpovídá 11 Kg na občana za rok. Dá se předpokládat že značné množství plas-

ových odpadů zůstává netříděno, a proto bude produkce plastových odpadů na občana ve skutečnosti ještě vyšší. Většina plastů v KO pochází z obalů (Český statistický úřad, 2015).

Odhaduje se, že přibližně 29 % z celkové produkce polymerních materiálů je využito na výrobu obalů (Kroisová, 2012).

Odpadní plasty vznikají při zpracovávání plastů, zpracovávání pryží a kaučuku, opotřebením plastových výrobků a již zmíněných obalových materiálů. Přestože se zastoupení plastových materiálů v celkové produkci odpadů pohybuje řádově v několika procentech, narušují proces přirozené homogenizace skládky. Za tento nežádoucí efekt může jejich vlastnost odolávat chemickým a biochemickým změnám (Voštová, 2009).

3.1.6 Využití odpadních plastů

Každý typ plastového odpadu je vhodnější pro jiný způsob využití. Odpadní plasty, které vznikají při zpracovávání plastů, je možné opětovně využít. Musí se ale jednat o termoplasty, protože pouze ty lze opětovně přetavit a tedy je využít jako vstupní surovinu. Ostatní typy plastů lze využít energeticky, a to jak přímo spalováním, tak i nepřímo pyrolytickým rozkladem k výrobě topných olejů (Voštová, 2009).

Odpadní plasty v KO na rozdíl od odpadů ze zpracovávání jsou pro recyklaci komplikovanější. Jedná se o plasty různého složení a kvality. I ze separovaného sběru je nutné jejich dotřídění, a ne každý plast je vhodný k materiálové recyklaci. Mezi nejvíce využívané odpady patří PET láhve, PVC a různé fólie. Ostatní plastové odpady bývají často příliš znečištěny, nebo je jejich materiálová recyklace příliš ekonomicky nevýhodná. Nejběžnější využití ostatních plastových odpadů je tedy energetické (Beňo, 2011).

3.1.7 Legislativa týkající se plastových odpadů

Problematikou plastových odpadů se zabývají zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů a zákon č. 477/2001 Sb. o obalech a o změně některých zákonů.

Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů

„Tento zákon zpracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje

- a) pravidla pro předcházení vzniku odpadů a pro nakládání s nimi při dodržování ochrany životního prostředí, ochrany lidského zdraví a trvale udržitelného rozvoje a při omezování nepříznivých dopadů využívání přírodních zdrojů a zlepšování účinnosti tohoto využívání,
- b) práva a povinnosti osob v odpadovém hospodářství a
- c) působnost orgánů veřejné správy v odpadovém hospodářství.“

„Odpad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit (Parlament České republiky, 2001).“

Zákon č. 477/2001 Sb. o obalech a o změně některých zákonů

„Účelem tohoto zákona je chránit životní prostředí předcházením vzniku odpadů z obalů, a to zejména snížením hmotnosti, objemu a škodlivosti obalů a chemických látek (dále jen „látky“) v těchto obalech obsažených v souladu s právem Evropské unie. Tento zákon stanoví práva a povinnosti podnikajících právnických a fyzických osob (dále jen „osoba“) a působnost správních úřadů při nakládání s obaly a uvádění obalů a balených výrobků na trh nebo do oběhu, při zpětném odběru a při využití odpadu z obalů a stanoví poplatky a ochranná opatření, opatření k nápravě a pokuty.

Tento zákon se vztahuje na nakládání se všemi obaly, které jsou v České republice uváděny na trh nebo do oběhu, s výjimkou kontejnerů užívaných v silniční, železniční nebo letecké dopravě nebo při námořní nebo vnitrozemské plavbě podle mezinárodních smluv, jimiž je Česká republika vázána a které byly vyhlášeny ve Sbírce mezinárodních smluv nebo ve Sbírce zákonů (Parlament České republiky, 2001).“

3.2 Normativní prostředí související s biodegradabilními plasty

Česká technická norma ČSN EN 14045 Obaly - Hodnocení rozpadu obalových materiálů pomocí prakticky zaměřených zkoušek při definovaných podmínkách kompostování

- Tato evropská norma stanovuje podmínky pro hodnocení rozpadu obalových materiálů metodou poloprovozní zkoušky aerobního kompostování. Obalové materiály se smíchají s biologickým odpadem a při stanovených podmínkách se nechá 12 týdnů samovolně probíhat proces kompostování. Výstupem je vyhodnocení hmotnostní bilance a rozkladu po prosetí (Úřad pro technickou normalizaci [online]).

Česká technická norma ČSN EN 13432 Obaly - Požadavky na obaly využitelné ke kompostování a biodegradaci - Zkušební schéma a kritéria hodnocení pro konečné přijetí obalu

- Tato norma zajišťuje získání informací o zpracovatelnosti odpadních obalů v řízených provozech na úpravu odpadů. Obaly, které by mohly končit mimo jakoukoli kontrolu, například odhozený obal tato norma nezahrnuje. Týká se pouze obalu samotného, nikoli zbytků náplně. Hodnotí obal podle následujících charakteristik: 1) biodegradabilita, 2) rozpad v průběhu biologické úpravy, 3) ovlivnění procesu biologické úpravy, 4) účinnost na jakost výsledného kompostu (Úřad pro technickou normalizaci [online]).

Česká technická norma ČSN EN ISO 20200 Plasty - Stanovení stupně rozkladu plastů za simulovaných podmínek kompostování v laboratorním měřítku

- Jedná se o mezinárodní standart, který specifikuje stupeň rozkladu plastů, které jsou vystaveny laboratorním podmínkám simulující prostředí kompostu. Na základě toho provedeného stanovení nemůže být rozhodnuto, zda se jedná o kompostovatelný materiál. Tato zkouška specifikovaná v normě, slouží k ověření předpokladů biodegradability. Pro rozhodnutí o označení plastového materiálu za kompostovatelný je nutné další testování ve skutečném kompostu (Úřad pro technickou normalizaci [online]).

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Vlastnosti a možnosti využití biodegradabilních plastů

4.1.1 Definování základních pojmů

Degradabilní plasty

Patří sem veškeré plasty syntetického i přírodního původu, které podléhají alespoň jednomu z těchto degradačních procesů: chemickému, biologickému anebo fyzikálnímu. Do této skupiny patří i plasty biodegradabilní a kompostovatelné (Honzík, 2004).

Biodegradace

K rozkladu látek dochází působením různých biologických činitelů. Mezi ně patří především mikroorganismy, ale také hmyz nebo hlodavci. Svoji roli v biologickém rozkladu hrají také plísně. Rozklad je ovlivněn mnoha faktory, jako jsou světlo, pH půdy, přísun kyslíku, vlhkost (Honzík, 2004).

Chemodegradace

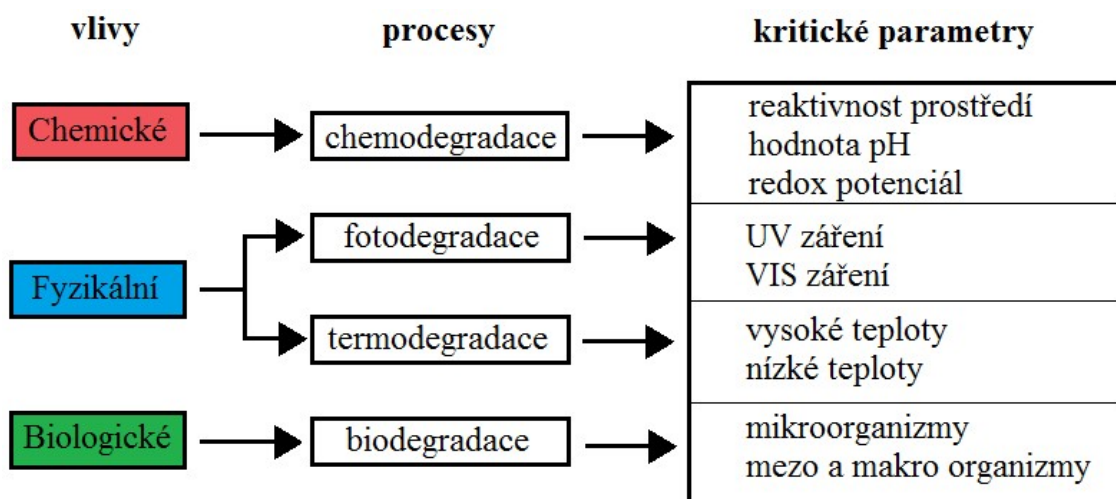
Proces, při kterém se uplatňují chemicky účinné látky, obsažené v ŽP, které indukují degradaci plastů. Účinná je především u plastických hmot, které mají ve své struktuře zavedeny funkční skupiny. Odolnost vůči chemickým reakcím také klesá za přítomnosti dvojných vazeb (Honzík, 2004).

Fotodegradace

Zdrojem záření, které má vliv na fotodegradační procesy je sluneční svit. Především podíl ultrafialového světla. To vede k narušování řetězců, síťování a k aktivaci oxidačních reakcí (Hagen, 1981). Světlo, které dopadá na povrch polymeru, může být buď odraženo, rozptýleno, propuštěno nebo absorbováno. Právě absorbované světlo o určité vlnové délce se podílí na fotochemické změně polymeru (Honzík, 2004)

Termodegradace

Jedná se o tepelný rozklad polymerů působením tepelné energie. Proces musí probíhat za nedostatku kyslíku nebo za jeho úplné absence. Jedná se tedy o pyrolýzu. Produkty této reakce jsou těkavé a o různém chemickém složení, jedná se o topné oleje. Kromě topných olejů je výsledkem reakce také uhlíkatý zbytek. Při zpracovávání polymerů při teplotách 200 až 300 °C může docházet ke vzniku poruchových center, ty jsou pak náchylnější k rozkladným reakcím jako je oxidace (Hagen, 1981).



Obrázek č. 1: Degradální procesy (Honzík, 2004, upraveno Halm, 2017)

Bioplasty

Je to plastický materiál, který je vyroben z biomasy. K jeho výrobě se používají obnovitelné zdroje, a proto není závislý na ropě. Dosahuje podobných vlastností jako klasické plasty, ale liší se způsobem výroby. Je možné je biodegradovat, zkompostovat.(14)

Kompostovatelný plast

Jejich složení musí splňovat podmínky podle ČSN EN 13432. Nejčastěji se k výrobě používá kukuřičný a bramborový škrob. Díky tomuto složení by se měl plast rozložit v kompostu do 90 dní. Při tomto procesu vznikne oxid uhličitý, voda, biomasa a anorganické sloučeniny. Rozložený plast nesmí zanechat žádné vizuálně odlišné nebo toxické zbytky (Hodek, 2004).

4.1.2 Biodegradabilní polymery

Pod pojem biodegradabilní polymery patří všechny polymery, ve kterých k degradaci dochází působením mikroorganismů, jako jsou bakterie, houby a řasy. Produkty jejich rozkladu, působením mikroorganismů, jsou voda, zbytková biomasa, oxid uhličitý a případně methan. Lze sem zařadit veškeré biopolymery, vybrané polymery minerálního původu a často je sem přiřazována i zvláštní skupina modifikovaných syntetických polyolefinů (Kroisová, 2012).

4.1.3 Biodegradabilní plastové materiály

Biologicky rozložitelné plasty nebo-li biodegradabilní plasty se od klasických polymerů liší chemickým složením, materiály ze kterých jsou vyráběny a především schopností podléhat biologickému rozkladu nejčastěji na vodu, oxid uhličitý a zbytkovou biomasu. V mnoha parametrech jsou srovnatelné s běžnými plasty. Dají se zpracovávat i vyrábět stejnými nebo podobnými metodami jako komerční plasty. K výrobě značné části z nich jdou použít materiály, které jsou v dnešní době chápány jako obnovitelné. V současnosti je vnímána jako jejich nevýhoda značně vyšší cena. Ta by ale měla s rostoucím objemem a možnostmi jejich využití klesat (Kroisová, 2012).

4.1.4 Biodegradovatelné polymery minerálního původu

Jsou to polymery vyráběné z látek získaných z ropy.

Alifatické polyestery

Polylaktidová kyselina (PLA)

Vyrábí se z laktidu, což je diester kyseliny mléčné. Laktid může být získáván jak z přírodních zdrojů fermentací, tak i jako ropný produkt. Jedním z jejich zdrojů jsou rostliny s vysokým obsahem škrobu. PLA má dobré mechanické vlastnosti, dokonce lepší než některé termoplasty. Snadno podléhá hydrolýze. Je to vhodný materiál k uplatnění v medicíně. Především se využívá na kontrolované uvolňování léčiv. Další aplikace tohoto polymeru jsou pak textilní vlákna nebo potravinové obaly (Kroisová, 2012).

Polyglykolová kyselina (PGA)

Je to termoplastický materiál, k jehož výrobě se používá glykosid a diester kyseliny glykolové. Ve většině organických rozpouštědel je nerozpustná. Je velice citlivá k působení vody, podléhá tedy hydrolýze a to snadněji než PLA. Lze zpracovávat vstříkáním i vytlačováním. Má stejně jako PLA vynikající mechanické vlastnosti, a to jak pevnost, tak i modul pružnosti. Jejím degradačním produktem je glykolová kyselina, která je přírodního původu. Využití nejvíce v lékařství na výrobu chirurgických šicích potřeb, speciálních implantátů a pro řízené uvolňování léčiv. Spolu s PLA může tvořit kopolymer PLGA neboli Polylaktidová glykolová kyselina. Ta má také uplatnění v lékařství (Kroisová, 2012).

Polybutylensukcinát (PBS)

Řadí se do skupiny biodegradovatelných alifatických polyesterů, které se vyrábějí synteticky. Má podobné vlastnosti jako polyethylentereftalát. Obvykle se kombinuje se škrobem za účelem modifikace jeho vlastností. K jeho zpracování lze použít běžné metody tváření. Využívá se především k výrobě balících a mulčovacích fólií, tašek a hygienických výrobků (Kroisová, 2012).

Aromatické polyestery

Obecně se aromatické polyestery připravují polykondenzací alifatických diolů a aromatických dikarboxylových kyselin. Aromatický kruh propůjčuje polymerům dobrou odolnost vůči hydrolýze a působení chemických sloučenin. Díky tomu nejsou biodegra-

dovatelné, ale vhodnými modifikacemi monomery, které jsou náchylné k hydrolýze lze i u aromatických polyesterů dosáhnout biodegradace (Kroisová, 2012).

Polybutylenadipát tereftalát (PBAT)

Jeho složení je založeno na polymeraci polyethylentereftalátu s různými alifatickými polymery. Ty vytváří v polymerním systému slabá místa, která jsou náchylná k hydrolýze. Díky těmto reakcím lze modifikovat vlastnosti výsledného polymeru. Často se používá na výrobu fólií pro zemědělství, květináčů nebo jednorázového kuchyňského náčiní (Kroisová, 2012).

Polytetramethylenadipát tereftalát (PTMAT)

Jde o termoplastický materiál, který je podobný nízkohustotnímu polyethylenu. Má ale lepší mechanické vlastnosti. Zpracovává se extruzí na flexibilní fólie odolné vůči přetržení. Celkem dobře odolává vlivům vody. Nejvíce se používá jako balící fólie, tam kde lze využít jeho mírná propustnost vodních par (Kroisová, 2012).

Polyvinylalkohol (PVA)

Je připravován ve dvou fázích. Nejprve se provádí polymerace vinylacetátu na polyvinylacetát. Ve druhém kroku je polyvinylacetát hydrolyzován na polyvinylalkohol. Molekulární hmotnost můžeme ovlivnit volbou stupně polymerace a přeměnu polyvinylacetátu na polyvinylalkohol a potom stupněm hydrolýzy. Používá se při výrobě papíru, oděvů, lepidel, farmaceutických produktů a stavebních materiálů (Kroisová, 2012).

Modifikované polyolefiny

Polyolefiny (polyethylen, polypropylen) jsou díky svému chemickému složení, polaritě a vnitřní stavbě odolné vůči hydrolýze a jsou považovány za biologicky inertní. Je možné je vhodnými aditivami změnit tak, aby podléhaly oxidačním reakcím běžným pro ŽP. Vzniklé produkty po oxidaci jsou vhodné pro asimilaci mikroorganismy. Takto upravené polyolefiny jsou označovány jako oxo-biodegradovatelné (Kroisová, 2012).

4.1.5 Aplikace biodegradabilních plastů

Důvodem k zavádění BDP a jejich aplikaci je především potřeba snížit objemy plastových odpadů. Ty díky své chemické stabilitě při přírodních podmínkách vytváří problémy v životním prostředí. BDP se uplatňují především ve třech oblastech: lékařství, potravinářství, zemědělství. Největším problémem v jejich používání je současná vysoká cena BDP.

Lékařství

Aplikace BDP v lékařství je asi nejvýznamnější a jsou zde také BDP využívány nejdéle. Důvodů pro zavádění biologicky rozložitelných materiálů v lékařství je mnoho. Nejprvotnější byl záměr zavádění takového implantátu, který umožní vyhnout se zbytečného druhého chirurgického zákroku, neboli nemusí být po splnění jeho úlohy vyoperován (MD+DI [online]). BDP se tedy využívají na výrobu kostních šroubů, kostních plátů, antikoncepčních implantátů, zařízení na kontrolované uvolňování léčiv, ochranné membrány při regeneraci tkáně a podobně (Stloukal a Koutný, 2010).

Potravinářství

Zde se BDP uplatňují především k výrobě obalových materiálů. Všechny potraviny je potřeba nějak chránit před znehodnocením, a proto je velká část komunálních odpadů tvořena právě z obalů. Běžné plastové obaly se často nedají recyklovat, protože jsou znehodnoceny zbytky od potravin. Protože jsou plastové obaly těžko odbouratelné, zavádějí se BDP. Vhodné materiály na výrobu obalů jsou termoplastický škrob a aroma-ticko-alifatické kopolyestery (Stloukal a Koutný, 2010).

Zemědělství

Využití biodegradovatelných materiálů, které nejsou škodlivé pro půdu a v ní pěstované rostliny je zjevné. BDP se používají na výrobu mulčovacích fólií. Ty jednak chrání pěstované plodiny před zbytečným znečištěním zeminou a jednak slouží k zadržení vlhkosti v půdě. Také se z nich vyrábějí kompostovací pytle a květináče. Jsou vhodné i na speciální aplikace jako například: řízené uvolňování pesticidů a živin, k regulovanému uvolňování vody pomocí tzv. planting gelu (Stloukal a Koutný, 2010).

4.2 Možnosti nakládání s biodegradabilními plasty

Označení biodegradabilní plast zahrnuje širokou škálu různých polymerů. Tyto polymery nemusí být vždy zcela rozložitelné. Často se rozkládají jen částečně nebo za určitých podmínek. Idea BDP je založena na možnosti jejich přirozeného rozkladu. Proto za hlavní způsob jejich odstraňování považujeme kompostování.

4.2.1 Certifikace biodegradabilních plastů v Evropě

Na trhu je velké množství obalů, které jsou označovány jako biodegradabilní nebo 100 % odbouratelné. Aby spotřebitelé dokázali odlišit skutečně kompostovatelné výrobky, je od roku 2006 zavedeno jednotné značení výrobků které splňují evropskou EN 13432.




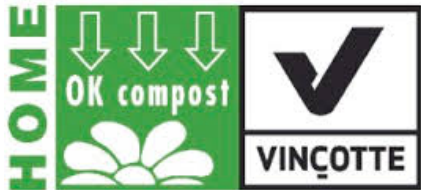
Obrázek č. 2: Logo EN 13432 (Eco Walk the Talk [online])

Další používané logo je pak OK Compost. Toto logo je vydáváno organizací Vinçotte, která se zabývá testováním a certifikací výrobků. Jedná se o respektovanou organizaci, která garantuje plnění legislativních a normativních podmínek u výrobků svých klientů po celém světě. I tento certifikát vychází z evropské normy EN 13432 (VINÇOTTE, 2014). Od tohoto loga vzniklo také odvozené logo OK Compost Home. Vychází ze stejné normy, ale testovací podmínky byly upraveny tak, aby lépe odpovídaly domácímu kompostování (British Plastics Federation [online]). Srovnání v tabulce č. 1



Obrázek č. 3: Logo OK compost (British Plastics Federation [online])

Tabulka č. 1: Srovnání podmínek pro certifikaci (British Plastics Federation [online], upraveno Halm, 2017)

	Průmyslové kompostování podle EN 13432	Domácí kompostování podle certifikačního programu Vinçotte
Biodegradace	Zkouška probíhá při teplotě 58 °C +/- 2 °C po dobu 6 měsíců.	Zkouška probíhá při teplotě (20 - 30 °C) po dobu 12 měsíců.
Rozpad v průběhu procesu	Test probíhá v nádobě o objemu alespoň 140 l, při jakékoli dosažené teplotě. Po 12 týdnech nesmí zůstat více jak 10 % sušiny původního vzorku. Částice menší než 2 mm.	Test probíhá v nádobě o objemu alespoň 140 l při teplotě 20 - 30 °C. Po 26 týdnech nesmí zůstat více jak 10 % sušiny původního vzorku. Částice menší než 2 mm.
Značení		

4.2.2 Kompostování

Je to rozkladný proces, na kterém se podílejí mikroorganismy zastoupené přirozeně v životním prostředí. Důležité je, aby proces probíhal za dostatečného přísunu kyslíku. Jedná se tedy o aerobní proces rozkladu. Je to běžný proces využívaný pro rozklad biologicky odbouratelného odpadu. Kromě kyslíku je důležitá i správná vlhkost, správný poměr C:N, vhodná teplota, pH a časté promíchávání materiálu (Kalina, 2004)

Záměrem kompostování je získání kvalitního hnojiva obsahující živiny snadno využitelné rostlinami a humusových látek, které příznivě ovlivňují stav půdy. Dále hygienizace kompostovaného odpadu, snížení objemu a množství organických látek mineralizací na látky anorganické (Tesařová, 2010).

Technologické operace na kompostárnách.

První operace, která se provádí s materiálem určeným ke kompostování, je jeho rozmělnění na přibližně stejně velké kousky. Jako vhodná velikost se udává od 15 mm do 25 mm. Tím se výrazně zvýší povrch substrátu a díky tomu i zpracovávaná plocha. Příliš malé částice materiálu nejsou vhodné z toho důvodu, že snadněji dochází ke slehávání kompostu, a tím také dochází k zamezení přístupu kyslíku, což vede k nežádoucím anaerobním procesům (Tesařová, 2010).

Připravený substrát je následně míchán obvykle buď se zeminou která obsahuje půdní mikroorganismy, nebo s ještě nerozloženými zbytky substrátu z předchozího kompostování. Důvodem je zvýšení počátečního množství mikroorganismů (Tesařová, 2010).

Připravený materiál je následně rozložen na kompostovací hromady. Protože zpracováváný substrát musí být stále vlhký s obsahem vody okolo 50 %, je další technologickou operací při kompostování jeho vlhčení. Velký obsah vody ale opět způsobuje vznik anaerobního prostředí (Tesařová, 2010).

Jako další technologická operace může být aktivní provzdušňování hromad kompostu, vháněním vzduchu otvory ve vodohospodářsky zabezpečené ploše, které slouží obvykle i k odvádění přebytečné vody (Plíva a kol., 2016).

Jedna z nejdůležitějších operací je pak překopávání. Zařízení k překopávání kompostu je velký výběr. Může se jednat o samostatný stroj nebo o nástroj připevnitelný na traktor. Překopávání zajišťuje provzdušnění hromad a také jejich promíchání. Díky tomu se materiál na povrchu, který kompostuje pomaleji, dostane dovnitř kde je vyšší teplota. Bez této operace by nebyla zaručena hygienizace celého substrátu a jeho zpracování by nepobíhalo rovnoměrně (Plíva a kol., 2016).

Poslední operací obvykle bývá přesívání zpracovaného kompostu. Tím dojde k odloučení hotového kompostu od nezpracovaných kusů substrátu. Substrát potom putuje zpátky do kompostovacího procesu. Získaný kompost se skladuje a následně prodává. Kompost může být také balen do pytlů, ale častěji je prodáván na váhu (Plíva a kol., 2016).

Způsoby kompostování

Kompostování na volné ploše

Kompostování musí probíhat na vodohospodářsky zabezpečené ploše. Ta musí splňovat následující požadavky. Zamezit kontaktu zpracovávaného materiálu s okolní půdou a podzemní vodou. Zajišťovat dostatečný prostor pro přístup pracovní techniky ke zpracovávaným surovinám. Zabezpečit odvod srážkových vod a splachů do vhodné záchytné jímky.

Kompostování často probíhá v pásových nebo plošných hromadách. Profil těchto hromad může být trojúhelníkový nebo lichoběžníkový. Ke kompostování se také často používají krechty. Hromady musejí být přístupné pro pracovní techniku. Ta zajišťuje

jednak navození materiálu a také překopávání. Protože se jedná o aerobní zpracování je vhodné, aby kompostárna byla vybavena aktivním provzdušňovacím systémem (Plíva a kol., 2016).

Kompostování v uzavřených systémech

Základní požadavky a postupy zůstávají stejné jako u kompostování na volné ploše. V uzavřeném systému lze proces lépe kontrolovat. Je zde lepší regulace teploty, tudíž je zabezpečena hygienizace materiálu a snížené riziko vznícení kompostu. Systém bývá dobře provzdušněn a chráněn před nežádoucími vlivy okolí. Je to vhodné řešení na úsporu nákladů plynoucích z logistiky, protože zařízení neprodukuje do okolí emise zápachu, a proto je možné ho vybudovat blíže obydlených oblastí. Nevýhodou těchto zařízení jsou daleko vyšší pořizovací náklady a kvůli větší automatizaci také vyšší náklady na provoz, údržby a opravy. Předpokladem je také velké množství zpracovávaného odpadu. Kromě plošných hromad v halách lze použít technologie kompostování v uzavřených provzdušňovaných komorách, fermentačních žlabech a kontejnerech (Plíva a kol., 2016).

Vermikompostování

Jedná se o zcela specifický typ kompostování, při kterém se využívá interakcí mezi intenzivní činností žížal a mikroorganismů. Žížaly mimo jiné zabezpečují svojí činností překopávání, fragmentaci a aeraci. Tento systém kompostování je náročnější na udržení procesu v chodu, žížaly nejsou tak odolné jako mikroorganismy. Vyžadují vysokou vlhkost okolo 78 %. Ideální teplota pro činnost žížal je mezi 10 a 25 °C. Nepříjemná teplota pro život žížal je nad 35 °C, kdy začínají hynout (Plíva a kol., 2016).

4.3 Vliv BDP na odpadové hospodářství

Množství vyrobených BDP stále stoupá a tím roste i jejich vliv na odpadové hospodářství (OH). Zatím je z nich díky jejich vysoké ceně vyráběno jen malé množství výrobků. Vliv BDP je patrný už při sběru a třídění odpadů. Tyto materiály nemohou být zařazeny do existujícího systému odpadních plastů. Veřejnost by měla být poučena, že odpady vzniklé z BDP patří mezi bioodpad (Vörös, 2012).

Dále BDP ovlivňují recyklaci klasických plastů. Společnosti které se zabývají recyklací mají obavy o znehodnocování suroviny právě BDP. Naštěstí se dají BDP ve směsi plastů identifikovat na třídící lince pomocí infračervené spektroskopie. Pro plasty

vyrobené z PLA, což je nejrozšířenější BDP, byla navržena recyklační metoda, ta umožňuje zpětnou výrobu na kyselinu mléčnou. K fungování této metody by bylo zapotřebí zavést samostatný třídící systém, který by zajistil dostatečný přísun vstupní suroviny (Vörös, 2012).

Biodegradabilní plasty stejně jako klasické plasty mají v sobě vysoký energetický potenciál. Proto je jejich energetické využití preferováno před uskladněním. Dá se předpokládat že nikdy nebudou veškeré BDP recyklovány nebo kompostovány. V příměsi s KO mohou být spalovány stejně jako klasické plasty (Vörös, 2012).

Kompostování, jakožto hlavní způsob odstraňování BDP je ovlivňováno nejvíce. V současné době se již vyskytují BDP vhodné ke kompostování, což je garantováno certifikáty. Tyto materiály ale mohou vytvářet na kompostárnách problémy. Při použití některých technologií kompostování, je doba zdržení kompostovaného materiálu nižší, než je potřebná doba na rozložení BDP. Proto bývají na některých kompostárnách vytrženy jako nežádoucí příměs. Dalším důvodem jejich vytržení na kompostárně může být jejich snadná záměna za klasické plasty. Některé výrobky mohou poškozovat manipulační techniku kompostárny (Nehasilová, 2012).

5 ZÁVĚR

Plast je jeden z nejrozšířenějších materiálů dnešní doby. Má výborné mechanické vlastnosti a je poměrně levný. Podle chemického složení se mohou jeho vlastnosti lišit, a proto je jeho využití velmi variabilní. V dnešní době se plastové hmoty v různých podobách využívají jako: obalový materiál, odlehčené konstrukce automobilů, izolační hmoty, ochranné vrstvy, nádoby na uskladňování chemikálií a další.

Jakmile plastové výrobky přestanou sloužit svému účelu, stane se z nich odpad. Odhaduje se, že asi 30 % vyrobených polymerů je spotřebováno na výrobu obalů. Ty se stávají odpadem rychleji než jiné výrobky. Při nesprávném nakládání s plastovými odpady mohou tvořit zátěž pro ŽP. Přesto se dá celá řada z nich recyklovat a to buď materiálově anebo energeticky. Ve spalovnách komunálního odpadu tvoří plasty hlavní zdroj výhřevnosti. S odpadními plasty jsou spojeny dva důležité zákony: zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů a zákon č. 477/2001 Sb. o obalech a o změně některých zákonů. Tyto zákony se týkají i odpadů z BDP.

Aby se snížila zátěž životního prostředí, začínají se stále více využívat bioplasty. Ty jsou vyráběny z obnovitelných zdrojů. Kromě nich se také stále více používají materiály označené jako BDP a kompostovatelné plasty. Mezi kompostovatelné plasty patří samozřejmě i bioplasty. Velkou výhodou je možnost jejich odstranění biologickým rozkladem na kompostárnách. Při tomto procesu vzniká CO_2 , voda, a biomasa, která je součástí výsledného kompostu. Současné kompostovatelné plasty jsou určeny především pro rozklad v průmyslových kompostárnách, kde lze dosáhnout vhodnějších rozkladných podmínek. BDP nemusí být všechny vyrobeny z obnovitelných zdrojů. Některé se dají vyrobit přímo z ropy, nebo jsou vyrobeny kombinací obou zdrojů.

Ne všechny BDP jsou 100 % biologicky odbouratelné. To se týká především plastů vyrobených směsí bioplastů a konvenčních plastů. Proto musí BDP splňovat podmínky vydaných norem. Na základě podmínek testování stanoveného v normách, mohou být výrobky certifikovány.

Biologicky rozložitelné plastové materiály mají často podobné nebo stejné vlastnosti jako konvenční plasty. Nejvýznamnější z nich je PLA, která je vyráběna z rostlin s vysokým obsahem škrobu. BDP se využívají v lékařství, kde se z nich vyrábí především implantáty, které se v těle časem rozloží a nemusí být odstraňovány.

Dále se aplikují v zemědělství na výrobu různých fólií pro pěstování rostlin a v potravinářství jako šetrný a neškodný obalový materiál.

Protože se jedná o nový materiál, mají BDP vliv na současné OH. To se tomuto novému materiálu musí přizpůsobit, aby mohly být plně využity výhody biodegradability plastů. Je potřeba řádně poučit veřejnost o BDP a určit zásady jejich třídění. V budoucnu by mohly být v OH zavedeny nové technologie, zlepšující nakládání s BDP.

6 SENAM POUŽITÉ LITERATURY

PECINA, Pavel a Josef PECINA. *Materiály a technologie - plasty*. Brno: Masarykova univerzita, 2006. ISBN 80-210-4100-5.

DUCHÁČEK, Vratislav. *Polymery: výroba, vlastnosti, zpracování, použití*. Vyd. 3., přeprac. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2011. ISBN 978-80-7080-788-0

PROKOPOVÁ, Irena. *Makromolekulární chemie*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2007. ISBN 978-80-7080-662-3.

BOTHE, Otakar. *Strojírenská technologie II pro strojírenské učební obory: učební text pro 2. roč. strojírenských učebních oborů*. 5., opr. vyd. Praha: SNTL, 1990. ISBN 80-03-00244-3.

PARLAMENT ČESKÉ REPUBLIKY, 2001: *Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů.*, Sbíрка zákonů

PARLAMENT ČESKÉ REPUBLIKY, 2001: *Zákon č. 477/2001 Sb. o obalech a o změně některých dalších zákonů (zákon o obalech).*, Sbíрка zákonů

Produkce, využití a odstranění odpadu a produkce druhotných surovin v roce 2015 [online]. , 8 [cit. 2017-03-03]. Dostupné z: <https://www.czso.cz>

KROISOVÁ, Dora. *Biodegradovatelné polymery - úvod do problematiky*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2009. ISBN 978-80-7372-468-9.

ZASPALOVÁ, Jana. *Polymery kolem nás: vzdělávací modul chemie : výukový a metodický text : Přírodní vědy a matematika na středních školách v Praze: aktivně, aktuálně a s aplikacemi - projekt OPPA*. Praha: P3K, 2012. ISBN 978-80-87186-76-3.

WEISS, Viktor a Elena STRÍHAVKOVÁ. *Polymery*. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně, Fakulta výrobních technologií a managementu, 2014. Skripta. ISBN 978-80-7414-738-8.

VOŠTOVÁ, Věra. *Logistika odpadového hospodářství*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2009. ISBN 978-80-01-04426-1.

BEŇO, Zdeněk. *Recyklace: efektivní způsoby zpracování odpadů*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství, Ústav procesního a ekologického inženýrství, 2011. ISBN 978-80-214-4240-5.

HONZÍK, Roman: *Plasty se zkrácenou životností a způsoby jejich degradace*. Biom.cz [online]. 2004-08-18 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/plasty-se-zkracenou-zivotnosti-a-zpusoby-jejich-degradace>>. ISSN: 1801-2655.

Informace o bioplastu PLA. Eko-plasty.cz [online]. [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://www.eko-plasty.cz/bioplasty-pla/>

HODEK, Tomáš: Je možné separaci bioodpadu zvýšit komfort a hygienu v domácnostech?. Biom.cz [online]. 2004-05-12 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/je-mozne-separaci-bioodpadu-zvysit-komfort-a-hygienu-v-domacnostech>>. ISSN: 1801-2655.

KALINA, Miroslav. *Kompostování a péče o půdu*. 2. upr. vyd. Praha: Grada, 2004. Česká zahrada. ISBN 80-247-0907-4.

HAGEN, Vladislav. *Únava a stárnutí materiálů*. Brno, 1981.

Úřad pro technickou normalizaci metrologii a státní zkušebnictví [online]. [cit. 2017-04-03]. Dostupné z: <https://csnonline.unmz.cz>

MD+DI *Synthetic Biodegradable Polymers as Medical Devices*. [online]. [cit. 2017-04-03]. Dostupné z: <http://www.mddionline.com/article/synthetic-biodegradable-polymers-medical-devices>

STLOUKAL, Petr a Marek KOUTNÝ., 2010: Biodegradabilní plasty: současnost a perspektivy. [online] [cit. 2017-04-03]. Dostupné z: http://www.ekomonitor.cz/sites/default/files/file/seminare/20100324/prezentace/11_Stloukal.pdf

ŠŇUPÁREK, Jaromír. *Makromolekulární chemie: úvod do chemie a technologie polymerů*. Vyd. 3., dopl. a upr. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2014. ISBN 978-80-7395-761-2.

VINÇOTTE [online]. 2014 [cit. 2017-04-12].

Dostupné z: <https://www.vincotte.com/about-vincotte>

British Plastics Federation [online]. [cit. 2017-04-12].

Dostupné z: http://www.bpf.co.uk/topics/Standards_for_compostability.aspx

TESAŘOVÁ, Marta. *Biologické zpracování odpadů*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2010. ISBN 978-80-7375-420-4.

PLÍVA, Petr. a kol. *Kompostování a kompostárny*. Praha: Profi Press, 2016. ISBN 978-80-86726-74-8.

Eco Walk the Talk [online]. [cit. 2017-04-20].

Dostupné z: <http://www.ecowalkthetalk.com/blog/2010/05/17/how-to-choose-the-right-biodegradable-bag/>

VÖRÖS, František. *Bioplasty – nový problém pro odpadáře /II* [online]. 2012 [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://odpady-online.cz/bioplasty-novy-problem-pro-odpadare-ii/>

NEHASILOVÁ, Dana. *Jsou bioplasty opravdu alternativou?* [online]. 2012 [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=146&ch=1&typ=1&val=118744>

7 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Degradční procesy.....	19
Obrázek č. 2: Logo EN 13432.....	24
Obrázek č. 3: Logo OK compost.....	24
Obrázek č. 4: Ukázka produktů s certifikací VINÇOTTE	35
Obrázek č. 5: Ukázka produktů s certifikací podle EN 13432.....	35
Obrázek č. 6: Ukázka produktů - oxobiodegradovatelná taška	36
Obrázek č. 7: Ukázka produktů - samovolný rozklad při skladování	36

8 SEZNAM ZKRATEK

ŽP - životní prostředí

BDP - biodegradovatelné plasty

PE - polyethylen

PP - polypropylen

PS - polystyren

PVC - polyvinylchlorid

PET - polyethylentereftalát

PTFE - polytetrafluorethylen

PA - polyamidy

PUR - polyurethany

KO - komunální odpad

PLA - polylaktidová kyselina

PGA - polyglykolová kyselina

PBS - polybutylensukcinát

PBAT - polybutylenadipát tereftalát

PTMAT - polytetramethylenadipát tereftalát

PVA - polyvinylalkohol

OH - odpadové hospodářství

9 PŘÍLOHY



Obrázek č. 4: Ukázka produktů s certifikací VINÇOTTE



Obrázek č. 5: Ukázka produktů s certifikací podle EN 13432



Obrázek č. 6: Ukázka produktů - oxobiodegradovatelná taška



Obrázek č. 7: Ukázka produktů - samovolný rozklad při skladování