



Antropocén a problematika jednorázových plastů

Bakalářská práce

Studijní program:

B7507 Specializace v pedagogice

Studijní obory:

Český jazyk a literatura se zaměřením na vzdělávání

Humanitní studia se zaměřením na vzdělávání

Autor práce:

Denisa Reimannová

Vedoucí práce:

Mgr. Michal Trčka, Ph.D.

Katedra filosofie





Zadání bakalářské práce

Antropocén a problematika jednorázových plastů

Jméno a příjmení: **Denisa Reimannová**
Osobní číslo: **P16000247**
Studijní program: **B7507 Specializace v pedagogice**
Studijní obory: **Český jazyk a literatura se zaměřením na vzdělávání**
Humanitní studia se zaměřením na vzdělávání
Zadávající katedra: **Katedra filosofie**
Akademický rok: **2018/2019**

Zásady pro vypracování:

Bakalářská práce se zaměří na analýzu problematiky plastového odpadu. Studentka se bude v první části zabývat Lovelockovou teorií Gaia a konceptem antropocénu ve vztahu k problematice plastů. Druhá část bude věnována obecnému úvodu do problematiky plastů. Ve třetí části bude studentka analyzovat základní problémy jednorázových plastů a jeden vybraný problém zpracuje podrobněji. Studentka bude postupovat v souladu s metodickými a organizačními pokyny vedoucího práce a postup bude pravidelně konzultovat.

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy:
Forma zpracování práce:
Jazyk práce:

tištěná/elektronická
Čeština



Seznam odborné literatury:

BONNEUIL, Christophe a Jean-Baptiste FRESSOZ. The Shock of the Anthropocene: The Earth, History and Us. Brooklyn, NY: Verso, 2017, 320 s. ISBN 9781784785031.

LOVELOCK, James Ephraim. Gaia: nový pohled na život na Zemi. Prešov: Abies, c1993, 175 s. ISBN 80-88699-03-7.

LOVELOCK, James Ephraim. Gaia, živoucí planeta. Praha: Mladá fronta, 1994, 221 s. ISBN 80-204-0436-8.

MOLDAN, Bedřich. Podmaněná planeta. Praha: Karolinum, 2009, 419 s. ISBN 978-80-246-1580-6.

STEFFEN, Will, Paul Jozef CRUTZEN a John Robert MCNEILL. The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature?. Ambio: A Journal of the Human Environment. The Royal Swedish Academy of Sciences, 2007, 36 (8), s. 614-621.

Vedoucí práce: Mgr. Michal Trčka
Katedra filosofie

Datum zadání práce: 30. listopadu 2018
Předpokládaný termín odevzdání: 30. dubna 2020

L.S.

prof. RNDr. Jan Pícek, CSc.
děkan

doc. PhDr. David Václavík, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 11. prosince 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědoma toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci 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.

Jsem si vědoma následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

17. května 2020

Denisa Reimannová

Poděkování

Děkuji panu Mgr. Michalu Trčkovi, Ph.D. za odborné vedení mé bakalářské práce, za cenné rady při jejím zpracování a vstřícnost během konzultací. Taktéž děkuji panu Jiřímu Gáškovvi, Ing. Petru Grofovi, Mgr. Ondřeji Adamovskému, Ph.D., a paní RNDr. Janě Suzové za předání zajímavých informací o problematice plastů a jejich recyklaci, za ochotu poskytnout mi rozhovor a za prohlídku jejich pracoviště. Mé poděkování patří i panu RNDr. Mgr. Michalu Bittnerovi, Ph.D. za půjčení odborné časopisecké literatury.

Anotace

Bakalářská práce se zabývá problematikou jednorázových plastů v souvislosti s globálním plastovým znečištěním. Jejím cílem je demonstrovat dopady plastové produkce a zamyslet se nad efektivitou současných řešení tohoto problému. První kapitola pojednává o teorii Gaia a konceptu antropocénu ve vztahu k problematice plastů. Druhá kapitola charakterizuje jednorázové plasty a dopad plastového znečištění demonstruje na konkrétních příkladech. V závěrečné podkapitole je pozornost věnována efektivitě recyklace jako jednomu z předkládaných řešení plastového znečištění.

Klíčová slova

antropocén, teorie Gaia, jednorázové plasty, plastové znečištění, recyklace plastů

Annotation

This bachelor's thesis deals with the issue of single-use plastics in connection with global plastic pollution. Its aim is to demonstrate the impact of plastic production and to consider the effectiveness of current solutions to this problem. The first chapter deals with the Gaia theory and the Anthropocene concept in relation to the plastics issue. The second chapter characterizes single-use plastics and demonstrates the impact of plastic pollution with specific examples. In the final subchapter, attention is paid to the efficiency of recycling as one of the presented solutions to plastic pollution.

Keywords

The Anthropocene, the Gaia theory, single-use plastics, plastic pollution, plastic recycling

Obsah

Seznam tabulek	8
Seznam použitých zkratk a symbolů	9
Úvod	10
1 Teorie Gaia, koncept antropocénu a problematika plastů	12
1.1 James Lovelock	12
1.2 Hypotéza a teorie Gaia	14
1.3 Antropocén	17
1.4 Využití teorie Gaia a konceptu antropocénu pro studium problematiky plastů	20
2 Problematika jednorázových plastů	23
2.1 Charakteristika jednorázových plastů a jejich množství	24
2.2 Problémy způsobené plastovým znečištěním	26
2.3 Recyklace.....	35
Závěr.....	45
Seznam použitých zdrojů	48
Seznam příloh.....	54
Přílohy	A

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Seznam uskutečněných rozhovorů	23
Tabulka 2 – Seznam stěžejních problémů plastového znečištění	26
Tabulka 3 – Seznam stěžejních problémů recyklace.....	35

Seznam použitých zkratk a symbolů

*	datum narození
ad.	a další
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
atp.	a tak podobně
EU	Evropská unie
FCC	Federální komise pro komunikaci
HDPE	vysokohustotní polyethylen
LDPE	nízkohustotní polyethylen
MU	Masarykova univerzita
např.	například
NASA	Národní úřad pro letectví a kosmonautiku
OSN	Organizace spojených národů
PE	polyethylen
PET	polyethylenetereftalát
PP	polypropylen
PS	polystyren
PVC	polyvinylchlorid
RECETOX	Centrum pro výzkum toxických látek v prostředí
SAKO	svoz a zpracování odpadu Brno
tj.	to je, to jest
tzv.	takzvaný
UK	Univerzita Karlova
USA	Spojené státy americké
VŠCHT	Vysoká škola chemicko-technologická

Úvod

Cílem této bakalářské práce je demonstrovat vlivné postavení člověka na Zemi v souvislosti s produkcí jednorázových plastů a odpovědět na to, jak vážné jsou stávající problémy spojené s touto tematikou, co může způsobit vzrůstající míra výroby plastů, jak lze problematiku plastového znečištění řešit a zda ke snížení plastového znečištění efektivně přispívá recyklace, která se často prezentuje jako proces chránící životní prostředí.

Práce je obsahově rozdělena do tří částí. První část pojednává o Lovelockově teorii Gaia a Crutzenově konceptu antropocénu ve vztahu k problematice plastového znečištění. Oba tyto koncepty poskytují na problematiku plastové produkce neobvyklý pohled, vysvětlují proměny na Zemi zapříčiněné lidskou činností a předznamenávají budoucí vývoj podoby Země. Druhá část je věnována představení problematiky jednorázových plastů a analýze úskalí spojených s plastovým znečištěním, které považuji za zásadní. Třetí oddíl hlouběji pojednává o jednom vybraném problému spjatém s jednorázovými plasty, a to o problematice recyklace. Na začátku druhé i třetí části předkládám pro snazší orientaci v textu výčet zjištěných problémů v tabulce. V dalším textu své poznatky zdůvodňuji.

Ke zpracování tematiky bakalářské práce používám popis, a to pro představení teorie Gaia a konceptu antropocénu v první kapitole, a analýzu vybraných problémů plastů a recyklace ve druhé kapitole. Taktéž užívám deduktivní metodu. Postupuji od popisu obecných teorií, tj. teorie Gaia a konceptu antropocénu, k analýze konkrétních problémů plastové produkce a recyklace a text práce zakončuji krátkým pojednáním o zpracování a likvidaci plastového odpadu z města Liberec.

K bakalářské práci jsem uskutečnila rozhovory se čtyřmi odborníky zabývajícími se problematikou složení plastů, zpracováním plastového odpadu nebo jeho energetickým využitím. Rozhovor jsem získala od Ondřeje Adamovského z Centra pro výzkum toxických látek v prostředí sídlícího na Masarykově univerzitě, Jiřího Gáška, obchodního zástupce zabývajícího se výkupem, zpracováním, dotříděním a prodejem plastů ve firmě KOVOSTEEL Recycling, Jany Suzové, odpadové hospodářky a environmentální specialistky ze společnosti SAKO Brno a Petra Grofa, ředitele liberecké pobočky firmy FCC Environment poskytující komplexní služby v odpadovém hospodářství. Mým záměrem je použít tyto rozhovory v bakalářské práci jako doplnění odborných informací nebo prezentaci odborných názorů či postojů k dané problematice a nikoliv jako polostrukturované rozhovory pro kvalitativní výzkum.

Problematika jednorázových plastů a recyklace je v současnosti velmi diskutovaná. Téma této bakalářské práce jsem si zvolila primárně proto, abych zjistila, co se skutečně děje s produkováním množstvím plastových odpadků a zda je třídění odpadu důležité tak, jak bývá veřejnosti prezentováno.

1 Teorie Gaia, koncept antropocénu a problematika plastů

1.1 James Lovelock

Na počátku 60. let NASA vypracovala program výzkumu života na Marsu. James Lovelock, který je dnes znám především jako autor teorie Gaia, se ho účastnil jako konzultant týmu vedeného kosmobiologem Normanem Horowitzem.¹ Primárním úkolem těchto vědců bylo navrhnout metody a prostředky k bádání po životě na Marsu a jiných planetách. Lovelock se domníval, že nejvhodnějším způsobem pro odhalování života je rozbor planetární atmosféry, protože ji biosféra používá nejen jako zdroj surovin, ale také jako odkladiště produktů metabolismu. Vlivem těchto procesů se výrazně mění chemické složení atmosféry. Plynný obal planety, na které se vyskytuje život, se podle jeho názoru zřetelně liší od toho, na jehož planetě život neexistuje. Analýza atmosféry Marsu odhalila stav blízký chemické rovnováze. Toto zjištění potvrdilo, že na Marsu není život přítomen. Oproti tomu plyny zemské atmosféry jsou v neustálé nerovnováze, což podle Lovelocka jasně vypovídá o aktivitě biosféry.²

Uvažování o životě na Marsu poskytlo vědcům stanovisko, na jehož základě začali zvažovat život na Zemi. Díky komparaci obou atmosfér si Lovelock uvědomil anomálie v chemickém složení zemské atmosféry a představil Zemi v nové perspektivě. Zjištěné informace o atmosféře a povrchu poskytly nevšední pohled na vzájemné působení jejích organických a anorganických částí. V 60. letech tedy výzkumníci poprvé spatřili Zemi „zvenku, shora“ jako kosmonauté a uvědomili si, že kromě studia planety pomocí mikroskopů, je stejně nutné přistupovat k ní holisticky.³ Tento celostní pohled a odhalení informací o zemském plynném obalu Lovelockovi pomohl k formulování koncepce vztahu mezi Zemí a její biosférou – k vypracování hypotézy Gaia.

Podstatu hypotézy Gaia veřejně formulovali už mnozí jeho předchůdci.⁴ Prvním byl v roce 1785 skotský geolog a meteorolog James Hutton. Považoval Zemi za superorganismus, a proto se domníval, že hlavní metodou jejího výzkumu by měla být metoda fyziologická. Cyklus živin v půdě a pohyb vody z oceánu na pevninu připodobňoval ke krevnímu oběhu. Lovelock na jeho názor navazuje a hovoří o potřebě nové profese – „[...] jakýchsi lékařů pro životní

¹ James Ephraim Lovelock (*26. července 1919) je britský vědec, který se zabývá výzkumem možných budoucností lidstva i celé planety. Ve svých odborných knihách a studiích pojednává o environmentálním stavu Země a předkládá možná řešení, která by podle jeho názoru zabránila devastaci životního prostředí. Oblast jeho zájmu tvoří převážně globální oteplování. Atmosféru a další prostředí podrobuje chemické analýze a na Zemi nahlíží z hlediska fyziologického.

² LOVELOCK, James Ephraim. *Gaia: Nový pohled na život na Zemi*. Prešov: Abies, 1993, s. 15–26.

³ LOVELOCK, J. E. *Gaia: Živoucí planeta*, Praha: Mladá fronta, 1994, s. 42.

⁴ Tamtéž, s. 24–26.

prostředí a planetu, kteří se budou zabývat zdravotním stavem Země a jejího prostředí spíše než zdravím lidí“.⁵ Postuluje etablování nového oboru, jež nazval geofyziologie. V průběhu 19. století, ve kterém se věda dělila do mnoha dílčích oborů a poznatky více redukovala, bylo Huttonovo smýšlení zapomenuto. Připomněl ho a navázal na něj až roku 1925 Alfred Lotka, americký chemik, fyzik, matematik a v neposlední řadě biolog, který požadoval studovat evoluci organismů v závislosti na evoluci jejich neživého prostředí. V 60. letech 19. století Jevgraf Maximovič Korolenko, ukrajinský nezávislý vědec a filosof, formuloval myšlenku, že Země je živá. Přestože znal práce velkých přírodovědců své doby, žádné vědecké a ani náboženské či filosofické autority neuznával a ke stanovisku se dopracoval sám. Tímto radikálním názorem vzbudil zájem u svého mladšího bratrance geochemika Vladimira Vernadského. Vernadskij Korolenkovu představu rozšířil a domníval se, že biosféra může být považována za oblast zemské kůry, která pomocí transformátorů proměňuje kosmické záření na pozemské formy energie, tj. tepelnou, chemickou, mechanickou atp. Pokud se Vernadskij domníval, že si živé organismy proměněnou energií regulují prostředí k příznivějšímu pro jejich život, pak se jeho myšlení velmi blížilo znění první formulace Lovelockovy hypotézy. Lovelock Vernadského nejednou zmiňuje jako jednoho ze svých nejvýznamnějších předchůdců. Avšak tvrdí, že když hypotézu formuloval poprvé, nic o myšlenkách těchto svých předchůdců nevěděl.⁶ Jestliže se několik myslitelů nezávisle na sobě shodlo na podobných úsudcích, mohou podle mého názoru tato stanoviska přispívat k dojmu jejich věrohodnosti. Avšak objevují se i mnozí kritici, kteří s nimi nesouhlasí.

Když v polovině 60. letech Horowitzův výzkumný tým stanovil závěry rozcházející se s tradičním geochemickým poznáním, ze strany jiných vědců se nedočkaly uznání. Zpočátku však ani kritiky, neboť byly profesionálními vědci ignorovány. „Většina geochemiků považovala atmosféru za finální produkt uvolňování plynů z planety [...]“ – podle jejich názoru např. „[...] kyslík pochází z rozkladu vodní páry a z úniku vodíku do vesmíru, přičemž v atmosféře zůstal nadbytek kyslíku“.⁷ Do chemických procesů tedy vůbec nezahrnovali úlohu biosféry. Přijetí gaiské koncepce oddálila především ustrnulá interpretace darwinismu, která tvrdí, že se biosféra přizpůsobuje planetárním podmínkám a že se život a tyto podmínky vyvíjejí odděleně. Lovelock zastává opozitní názor, tedy že jde o jeden nedělitelný proces.⁸

⁵ LOVELOCK, J. E. *Gaia: Živoucí planeta*, s. 7.

⁶ Tamtéž, s. 23.

⁷ LOVELOCK, J. E. *Gaia: Nový pohled na život na Zemi*, s. 21.

⁸ Viz LOVELOCK, J. E. *Gaia: Živoucí planeta*.

Výraznými kritiky hypotézy Gaia zveřejněné na počátku 70. let se stali biologové Ford Doolittle a Richard Dawkins.⁹ Neztotožnili se s ní proto, že podle jejich názoru neexistuje žádný způsob, kterým by přirozený výběr vedl k altruismu v globálním měřítku. Genetická stavba živých organismů podle jejich názoru neobsahuje vlastnosti, které by je k tomuto jednání vedly.¹⁰ Na svou obhajobu Lovelock vytvořil modelový svět bílých a černých sedmikrásek (Daisyworld), který by udržoval konstantní přijatelné klima.¹¹ Snažil se jím ukázat, že vlastností zajišťujících chování vedoucí ke globálnímu altruismu není třeba. Život na hypotetické planetě se řídí nevědomým růstem a konkurencí druhů, která vede k darwinovskému přirozenému výběru. Avšak takovým způsobem, že si zachovává ty druhy, které jsou vhodné pro spolupráci v Gaie.

1.2 Hypotéza a teorie Gaia

V počátcích existence Země, kdy na ní ještě neexistoval život, se její povrch, oceány a atmosféra řídily a vyvíjely pouze podle fyzikálních a chemických zákonů. Evoluce těchto anorganických částí způsobovala rychlé přibližování ke stavu blízkému chemické rovnováze. Země procházela nejrůznějšími fyzikálními a chemickými stavy a na krátkou dobu se ocitla ve stavu příznivém pro vznik života. Nově vytvořené buňky se natolik rozmnožily, že zastavily samovolný pohyb zemského prostředí k rovnovážnému stavu. Podle Lovelocka se v tomto momentu biosféra i anorganické prostředí Země sjednotily do nové entity.¹² Spisovatel William Golding, který žil ve stejné vesnici jako James Lovelock, mu v roce 1969 navrhl, aby uskupení pojmenoval Gaia podle řecké bohyně Země. Řekové ji též nazývají Ge. Jméno se odráží i v názvech vědeckých oborů geografie, geologie atp. Bohyně Gaia pro Goldinga představovala bytost, která vyvedla řád z chaosu, a proto se mu jevila jako vhodná předloha názvu pro hypotézu o systému Země, který ji udržuje obyvatelnou prostřednictvím regulace klimatu a chemického prostředí.¹³

⁹ LOVELOCK, J. E. *Gaia: Živoucí planeta*, s. 44.

¹⁰ Oba vědci formulovali názory odděleně. Doolittle to učinil v článku *Is Nature Really Motherly?* v americkém časopise *The CoEvolution Quarterly*, zabývajícím se ekologií a s ní spojeným kutilstvím DIY (z angl. do it yourself), alternativním vzděláváním a soběstačným přístupem. Viz DOOLITTLE, Ford. *Is nature really motherly?* *The CoEvolution Quarterly*, 1981, (29), s. 58–63. Britský vědec Dawkins postoj vyjádřil v roce 1982 v knize *The Extended Phenotype*. Viz DAWKINS, Richard. *The Extended Phenotype*. Oxford: Oxford University Press, 1982, 307 s.

¹¹ LOVELOCK, J. E. *Gaia: Živoucí planeta*, s. 56–75.

¹² Tamtéž, s. 52.

¹³ LOVELOCK, J. E. *Mizející tvář Gaii: Poslední varování*. Praha: Academia, 2012, s. 150.

Původní hypotéza zveřejněná na počátku 70. let tvrdila, že „[...] prostředí Země je aktivně udržováno a regulováno pomocí živých bytostí“.¹⁴ Lovelock svou formulaci Gaii označuje jako hypotézu, neboť nebyla vědecky prokázána. Sám se domníval, že všechny živé organismy, od nejmenších po nejrozměrnější, tvoří součást jediné živé entity, která má schopnost kontrolovat a ovlivňovat zemskou atmosféru a ostatní chemické a fyzikální prostředí tak, aby vyhovovaly jejich životním potřebám. Samoregulující se entita přesahuje schopnosti a sílu jednotlivých jejích složek. Činnost celé biosféry spočívá v tom, že obrací existující podmínky ve svůj prospěch. Hypotéza popisuje Gaiu také jako komplexní řídicí systém, který může fungovat fyziologicky a který používá aktivní chemické procesy živých složek k regulaci podnebí, chemického složení a povrchu Země. Vědec ji poprvé stručně popsal v roce 1972 v časopise *Atmospheric Environment* a o 7 let později vydal první knihu s názvem *Gaia: Nový pohled na život na Zemi*, ze které vycházím a v níž tehdejší závěry formuloval obsírněji.¹⁵

V roce 1988 Lovelock vydal svoji druhou knihu o Gaie s názvem *Gaia: Živoucí planeta*. V této i dvou následujících knihách: *Gaia vrací úder: Proč se Země brání a jak ještě můžeme zachránit lidstvo* a *Mizející tvář Gaii: Poslední varování*, vydaných v letech 2008 a 2012, formuluje vědeckou teorii, která se v některých bodech od původní hypotézy liší. V následujících odstavcích parafrázuji myšlenky těchto knih, které považuji za podstatné.

Teorii lze na rozdíl od původní hypotézy testovat a má svou matematickou základnu. „Teorie předpokládá schopnost pozemského systému regulovat své klima a chemické složení tak, že Země zůstává neustále místem vhodným pro život.“¹⁶ Gaia znamená souhrn všech živých organismů spolu s atmosférou, oceány a zemskou kůrou. Nerovná se tedy pouze biosféře. Avšak ta je její nedílnou součástí, stejně jako anorganické složky. Všechny komponenty superorganismu se vzájemně ovlivňují a udržují svou kontinuitu už od samého počátku života. A podle autora si ji udrží, dokud bude na planetě život přítomen. Biosféra a její fyzikální prostředí jsou velmi těsně spojeny a vyvíjejí se jako jediná entita. Proto je evoluce evolucí celého systému, celé Gaii, a nikoliv zvlášť organismů a zvlášť prostředí. Obě složky na sebe vzájemně působí. Celý proces autoregulace je poháněn a posilován slunečním zářením.¹⁷ Podvědomé cíle gaiského systému, tj. udržování klimatu a chemických podmínek příjemných pro život,

¹⁴ LOVELOCK, J. E. *Gaia: Živoucí planeta*, s. 19.

¹⁵ Na definici hypotézy s ním spolupracovala bioložka Lynn Margulisová, které se jako jedné z mála vědeckých osobností myšlenka o živé Zemi líbila. Jejím úkolem bylo redakčně zpracovávat společné příspěvky. Viz LOVELOCK, J. E. *Gaia: Živoucí planeta*, s. 25.

¹⁶ Tamtéž, s. 5.

¹⁷ Tamtéž, s. 30–55.

nejsou dané, nýbrž nastavitelné podle aktuálních podmínek životního prostředí. Přizpůsobují se jednotlivým formám života.¹⁸

Z analýzy usazených hornin vědci vyvozují, že Země v minulých 3,5 miliardách let procházela dlouhými obdobími charakteristickými stabilitou podmínek. Ty byly přerušovány náhlými změnami, např. prudkými výkyvy teplot. Prostředí se ale během těchto přechodů nikdy nestalo tak nepříznivým, aby zahubilo veškeré organismy na Zemi, protože si Gaia podmínky příznivé pro život udržuje.¹⁹ Během těchto období regulace vždy na Zemi zbylo místo, ve kterém klima a chemické složení stále podporovaly život. Např. doby ledové zasáhly pouze relativně malá území, 30 % zemského povrchu, a to části od 45. rovnoběžek severní a jižní šířky.²⁰

Lovelock ve všech čtyřech knihách uvádí velké množství příkladů systémové autoregulace. Některé možná mohou čtenáře udivit tím, do jakých oblastí autor při bádání zachází. Zabývá se např. tělesným vylučováním. Lidské tělo se vyvinulo tak, aby vylučovalo dusík ve formě močoviny. Tu následně bakterie nacházející se ve vodě nebo v půdě přeměňují na dusík plyný, a tak vyživují rostliny. Pokud bychom tento koloběh vynechali tím, že bychom plyný dusík rovnou vydechovali, rostlin by ubylo a my bychom hladověli.²¹ Stavba lidského těla i ostatních organismů je uzpůsobena tak, aby v Gaie plnila důležitou roli.

Podle Lovelocka jsme chybně přesvědčeni, že Zemi vlastníme nebo ji spravujeme. Lidstvo sice vědomě chápe blízkost globální pohromy, ale skutečně vnitřní pocit strachu stále necítí.²² Např. vzrůstající ceny pohonných hmot nepřijímá, ale protože je součástí „živé planety“, mělo by je vítat jako důvod k omezení emisí. Lidé příliš spoléhají na technologické vynálezy a myslí si, že pokrok umožní dostat se do nového imaginárního a bezproblémového stavu. Podle Lovelocka je Země sice schopna se obnovovat, ale lidé si berou mnohem více, než je v jejích možnostech. Vědec tvrdí, že dokud nezačneme Zemi brát jako planetu, jež se chová

¹⁸ LOVELOCK, J. E. *Gaia vrací úder: Proč se Země brání a jak ještě můžeme zachránit lidstvo*. Praha: Academia, 2008, s. 30.

¹⁹ Tomuto tématu se v České republice věnuje např. specialista na kvartérní paleoekologii Petr Pokorný. Viz přednášku POKORNÝ, Petr. *Zpráva o stavu planety III: Antropocén – věk lidí* [online]. Praha: Přírodovědecká fakulta UK, 13. 1. 2020 [cit. 2020-02-22]. Dostupné z: www.slideslive.com/38923150.

²⁰ Další příklady autoregulace Země viz např. v LOVELOCK, J. E. *Gaia: Nový pohled na život na Zemi*, s. 27–46.

²¹ LOVELOCK, J. E. *Gaia vrací úder: Proč se Země brání a jak ještě můžeme zachránit lidstvo*, s. 34–35.

²² Francouzský filosof Dominique Bourg vysvětluje, že člověk donutí ke změně jednání až bezprostřední, viditelné nebezpečí. Uvádí hypotetický příklad odezev pravěkého člověka. Člověk by reagoval pouze tehdy, kdyby na něj právě útočil mamut, nikoliv tehdy, kdyby se dozvěděl, že na něj zaútočí za 20 let. Lidské jednání je nastaveno stavbou mozku a s ní spojenými způsoby reakcí a reflexy. Biologické předpoklady tedy nelze jednoduše překonat. Více viz v *Antropocén: Věk člověka* [dokumentární film]. Režie Dimitri GRIMBLAT. Francie, 2015 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: www.youtube.com/watch?v=J-x-4fwVGMc&t.

jako živá, a pokud si přinejmenším neuvědomíme, že je schopna regulovat své klima a chemické složení, nepochopíme, co nám hrozí, a nenabydeme vůle změnit způsob života. Lovelock varuje, že naše budoucnost nezávisí na lidských zájmech, ale na správných vztazích s Gaiou. Podle autora ale nemůžeme své chování zaměřené proti Gaie změnit, protože taková povaha je nám dána přirozeným výběrem. Pouze ho lze tlumit. Také jsme předurčeni chovat se jako individualističtí tvorové, nikoliv jako kolektivní druh jednající v zájmu celku. Vědec predikuje, že kdybychom přece jenom okamžitě přestali znečišťovat ovzduší, využívat všechnu vodu a půdu atp., Země by trvalo víc než tisíc let vzpamatovat se ze škod, které na ní lidé způsobili. Do současného stavu nás podle něj přivedla lidská vynalézavost a intelekt. Začaly se projevovat asi před 100 000 lety, kdy si lidé uvědomili, že si mohou zjednodušit lov podpalováním lesů. Ničením planety se tak vymanili z řady běžných živočichů.²³ Lovelock předpokládá, že pokud lidé zničí složitý systém zemské rovnováhy a regulace, ohrozí vlastní civilizaci. Průmyslová činnost je pro živé tvory sice destruktivní, ale dle autora neexistují důkazy, které by potvrdily, že může ohrozit život Gaii jako celku. Lidský druh přečkal za poslední milion let několik velkých klimatických katastrof, a není tedy pravděpodobné, že by při té nadcházející kompletně vyhynul.²⁴

Lovelock se domnívá, že pokud lidé chování nezmění, Země se v budoucnu uchýlí do horšího stavu.²⁵ Může ho zapříčinit produkce skleníkových plynů a masivní kácení lesů, které probíhá zejména kvůli potřebě zemědělské půdy. Energie Slunce se zvyšuje a Gaia kvůli lidské činnosti nezvládne podmínky vhodné k životu již dále zachovávat. Po dobu několika stovek tisíc let, kdy se bude Gaia obnovovat zpět do svěžího stavu, mohou Země místo lidí obsadit jiné druhy, pro něž budou dané podmínky vhodnější a stanou se pro ně novým stabilním stavem.

Teorie Gaia tedy předpokládá, že „[...] klima a chemické složení Země se díky homeostázi udrží na konstantní úrovni tak dlouho, dokud nějaký vnitřní protiklad nebo vnější síla nezpůsobí přeskok do nového stabilního stavu“.²⁶

1.3 Antropocén

Od konce 80. let se teorie Gaia postupně dostala do povědomí nejen širší akademické obce, ale i veřejnosti. Nicméně ani tato změna paradigmatu nestačila k vysvětlení značné části jevů

²³ LOVELOCK, J. E. *Mizející tvář Gaii: Poslední varování*.

²⁴ LOVELOCK, J. E. *Mizející tvář Gaii: Poslední varování*, s. 61–79.

²⁵ LOVELOCK, J. E. *Gaia: Živoucí planeta*, s. 152–176.

²⁶ Tamtéž, s. 27.

spojených s transformací životního prostředí lidmi a v posledních letech se do popředí dostává další koncept, který je podle mého názoru možné s touto teorií spojit, tj. koncept antropocénu. Oba tyto koncepty se totiž týkají transformace prostředí lidmi, každý však na problematiku nahlíží trochu jiným způsobem. Teorie Gaia se zakládá na koexistenci biosféry a neživých zemských složek a na společném udržování prostředí vhodného pro život. Antropocén, neboli věk člověka, představuje nové geologické období. Charakteristické je změnou postavení člověka na planetě – ten se stává hlavní geofyzikální silou a ovlivňuje prostředí mnohem výrazněji než jakýkoli jiný druh či anorganická složka Země. Domnívám se, že propojení těchto pohledů může pomoci při přemýšlení o problematice plastového odpadu. V této kapitole tedy charakterizuji antropocén tak, jak byl popsán jeho tvůrci, a na oba koncepty se budu v dalším textu odkazovat.

Pojem antropocén vymyslel americký biolog Eugene F. Stoermer v 80. letech. Tento termín však nebyl do přelomu století obecně používán. Pomohl ho zpopularizovat až nizozemský geochemik a držitel Nobelovy ceny Paul J. Crutzen. Nejprve koncept antropocénu představili společně, a to roku 2000 v krátkém článku *The „Anthropocene“* v elektronickém zpravodaji *Global Change Newsletter*. Sám Crutzen pak teorii antropocénu věnoval množství odborných studií.²⁷ Podle tohoto vědce antropocén započal ve druhé polovině 18. století rozsáhlou transformací přírody Země. Lidé se v této době stali globální geofyzikální silou a dopad jejich činnosti způsobil přechod z předchozího geologického stadia, holocénu,²⁸ do nového období, antropocénu.

Crutzen s pomocí dvou dalších vědců taktéž předložil hypotézu, podle které by mohl být počátek antropocénu stanoven už s příchodem zemědělství.²⁹ Raný zemědělský vývoj ovlivnil fungování Země tak zásadně, že zabránil nástupu další doby ledové. Mýcení lesů kvůli zemědělství, asi před 8 tisíci lety, a zavlažování rýže, asi před 5 tisíci lety, vedla ke zvýšení koncentrace metanu a oxidu uhličitého v atmosféře. I příchod zemědělství proto lze pravděpo-

²⁷ Srov. CRUTZEN, Paul Jozef. Geology of mankind. *Nature* [online]. 2002, 415 (23) [cit. 2019-11-01]. Dostupné z: www.nature.com/articles/415023a;

STEFFEN, Will, P. J. CRUTZEN a John R. MCNEILL. The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature? *Ambio* [online]. Royal Swedish Academy of Sciences, 2007, 36 (8), 614–621 [cit. 2019-11-02]. Dostupné z: www.pik-potsdam.de/news/public-events/archiv/alter-net/former-ss/2007/05-09.2007/steffen/literature/ambi-36-08-06_614_621.pdf.

²⁸ Holocén označuje postglaciální geologickou epochu posledních deseti až dvanácti tisíc let. Během činnosti holocénu se lidstvo postupně rozrostlo na významnou geologickou sílu. Termín poprvé navrhl anglický geolog Charles Lyell v roce 1833 a přijal jej Mezinárodní geologický kongres v Bologni v roce 1885. Holocénu předcházelo období opakovaného zalednění pleistocén. Stopy lidské činnosti v pleistocénním záznamu hornin jsou oproti holocénu vzácné.

²⁹ STEFFEN, W., P. J. CRUTZEN a J. R. MCNEILL. The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature? *Ambio* [online], s. 615. [cit. 2019-11-06].

dobně považovat za neprokázaný počátek antropocénu. Změny, které nastaly ve druhé polovině 18. století, však průkazné jsou, proto vědec věnuje pozornost spíše jim a domnívá se, že právě ty odstartovaly antropocén. Analýza vzduchu zachyceného v tomto období v polárním ledu dokázala začátek globálního růstu koncentrace oxidu uhličitého a metanu. Toto období se shoduje s datací Wattova vynálezu parního stroje, tj. s rokem 1784. Sestrojení přístroje Crutzen symbolicky považuje za start industriální epochy, neboť odstartoval obrat společnosti k fosilním palivům.

Technický pokrok a účinky industrializace na prostředí přicházely postupně. Proto Crutzen rozděluje antropocén do tří časových fází.³⁰ Uvádím je zde pro rozsáhlejší a ucelenější představu o období antropocénu a také proto, že je možné s fázemi dále pracovat v souvislosti s časovým zařazením počátku výroby plastů a zintenzivnění jejich produkce.

První etapu představuje průmyslová éra přibližně v letech 1800 až 1945, protože industrializace zapříčinila obrovskou expanzi ve využívání fosilních paliv, nejprve uhlí a poté také ropy a plynu. V tomto časovém úseku se koncentrace oxidu uhličitého zvýšila přes horní hranici přirozeného výskytu, a tak podle autora poskytla první nesporný důkaz o tom, že lidská činnost ovlivnila životní prostředí v globálním měřítku. Mezi lety 1914 a 1945 se exponenciální zrychlování industrializace pozastavilo kvůli 1. světové válce, velké hospodářské krizi a 2. světové válce.

Po skončení 2. světové války však tempo technologických změn prudce stoupl. Do tohoto období proto Crutzen zasadil počátek druhé etapy.³¹ Z války se zachovala řada nových technologií, z nichž mnohé fungovaly na energii fosilních paliv. V podmínkách obnovené prosperity bylo zajištěno bezprecedentní financování vědy a techniky a nastal nebývalý pokrok. Populace se do konce století zdvojnásobila na více než 6 miliard, spotřeba ropy vzrostla 3,5krát a počet motorových vozidel se vyšplhal z přibližně 40 milionů na téměř 700 milionů. To je podle Crutzena jeden z důvodů, proč docházelo a dochází ke zvýšení koncentrace několika „skleníkových plynů“ v atmosféře a k oteplování Země.³² Výrobou syntetických hnojiv a spalováním fosilních paliv se do ovzduší dostává více dusíku než všemi přírodními procesy

³⁰ STEFFEN, W., P. J. CRUTZEN a J. R. MCNEILL. The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature? *Ambio* [online]. [cit. 2019-11-06].

³¹ Český biolog David Storch zabývající se antropocénem zasazuje jeho počátky právě až do období po 2. sv. v., které je typické akcelerací socioekonomických trendů. Viz přednášku: STORCH, David. *Zpráva o stavu planety III: Antropocén – věk lidí* [online]. Praha: Přírodovědecká fakulta UK, 13. 1. 2020 [cit. 2020-02-23]. Dostupné z: www.slideslive.com/38923151.

³² Ačkoli ve 2. světové válce koncentrace oxidu uhličitého vzrostla nad horní hranici koncentrace v holocénu, tempo růstu kulminovalo kolem roku 1950. Téměř tři čtvrtiny antropogenně řízeného nárůstu koncentrace oxidu uhličitého nastaly od roku 1950 a přibližně polovina z celkového nárůstu se objevila v posledních 30 letech.

v suchozemských ekosystémech dohromady. Dle autorových slov změnili lidé během posledních 50 let suchozemské i mořské ekosystémy rychleji a rozsáhleji než v kterémkoli jiném období v historii. Toto druhé stadium antropocénu dle chemika končí současností a poslední třetí fázi zasazuje do budoucnosti.

Třetí fáze by měla spočinout v uznání, že lidská činnost skutečně ovlivňuje strukturu a fungování Země jako celku, tedy celé Gaii. Crutzen se domnívá, že i v následujících letech lidstvo zůstane hlavní geologickou silou a správcí zemského systému. Politici a výzkumníci by tedy měli vypracovat všeobecně přijímanou strategii k zajištění udržitelnosti systému, aby lidský druh, ale i další druhy, mohly existovat i nadále. Počátek stadia uvědomění je však nejistý. A pokud se lidstvu podaří zastavit růst populace, nadměrné využívání zdrojů a destrukci životního prostředí, bude Země stejně ještě dlouhou dobu oddána změnám. Bude docházet k reakcím na dlouholetou lidskou činnost. Autor předpovídá, že ať se stane cokoli, příštích několik desetiletí bude zlomovým bodem ve vývoji antropocénu.³³

Konceptu antropocénu využívají ve svých odborných pracích i čeští vědci. Zmínit lze např. Bedřicha Moldana a jeho knihy *Podmaněná planeta* a *Příroda a civilizace: Životní prostředí a rozvoj lidské civilizace*.³⁴ Ačkoli je termín antropocén starý dvacet let, v České republice se o něm diskutuje až v posledních několika letech. Přednášky odborníků, kteří se antropocénu či globálním změnám a jejich důsledkům věnují, pořádá např. Přírodovědecká fakulta UK pod názvem *Zpráva o stavu planety*.³⁵

1.4 Využití teorie Gaia a konceptu antropocénu pro studium problematiky plastů

Ačkoli se James Lovelock ani Paul J. Crutzen plastovým znečištěním nezabývají, domnívám se, že jejich koncepty lze přesto pro studium této problematiky použít. Teorie Gaia se sice zaobírá převážně globálním oteplováním Země, ale Lovelock upozorňuje na to, že

³³ V souvislosti s antropocénem nabízí vhléd do budoucnosti např. populárně naučná kniha *Homo Deus: Stručné dějiny zítřka* izraelského historika Yuvala Noaha Harariho. Viz HARARI, Yuval Noah. *Homo deus: Stručné dějiny zítřka*. Voznice: Leda, 2017, 431 s.

³⁴ Na rozdíl od Crutzena, který se věnuje vnitřnímu členění antropocénu, se Moldan zabývá historickými obdobími – paleolitickou a neolitickou revolucí – ve kterých patrně došlo vlivem lidské činnosti k výrazným proměnám přírody. Moldan je proto vnímá jako předstupně antropocénu. Interpretuje je jako fáze, prostřednictvím kterých se člověk k současné geologické epoše posouval a ke kterým docházelo spolu se zvětšováním objemu mozku a zvyšováním inteligence. Oba vědci se také věnují konkrétním změnám prostředí typických pro období antropocénu. Moldan např. jmenuje vznik chemických technologií, čímž mimo jiné tematiku antropocénu propojuje s tematikou plastového znečištění.

³⁵ Přednášky o antropocénu viz na POKORNÝ, Petr. *Zpráva o stavu planety III: Antropocén – věk lidí* [online]. [cit. 2020-02-24].; STORCH, David. *Zpráva o stavu planety III: Antropocén – věk lidí* [online]. [cit. 2020-02-24]. Kvartérní paleoekolog Petr Pokorný a biolog David Storch předeslali, že na konci léta vyjde odborná kniha *Antropocén*, na které pracují spolu s dalšími vědci.

stejně důležité je i udržení jejího stabilního chemického složení.³⁶ Předpokládám proto, že teorii lze vztáhnout i na tuto problematiku, protože některé prvky plastu výrazně proměňují chemické složení planety.

Do jedné z mnoha vědních disciplín, které se plastovým odpadem zabývají, patří ekologie. Tento obor podrobně studuje zemský povrch, ekosystémy a místa výskytu určitých organismů, aniž by na planetu nahlížel jako na celistvý obraz. Teorie Gaia se od hlavních proudů vědy liší tím, že odhaluje Zemi jako celek, nikoliv pouze v podrobnostech.³⁷ Myslím si, že holistický přístup této teorie může být užitečný např. pro badatele zabývající se životním prostředím, protože je může přimět klást si nové otázky a zamýšlet se nad nimi. Pak by se mohli třeba zabývat tím, zda je současná produkce plastového odpadu pro existenci Gaii prospěšná, či nikoliv.

Myslím si, že teorii Gaia lze využít i pro predikci budoucnosti a pochopení změn v přírodě, na kterých se může znečištění jednorázovými plasty významně podílet. Lovelock se v citovaných publikacích o Gaie odkazuje např. ke knize *Silent Spring* (*Mlčící jaro* či *Tiché jaro*) vydané americkou bioložkou Rachel Carsonovou poprvé v roce 1962. Autorka řeší problém užívání zemědělských pesticidů. Ukazuje, jak jsou poškozeni ptáci, kteří se živí hmyzem otráveným těmito toxickými látkami. Podle Carsonové masivní úhyn ptáků způsobí, že na jaře neuslyšíme žádné švitoření a žádný zpěv. Podobná situace ale nastává pro ptáky a ostatní živočichy, kteří se živí planktonem. Do oceánů, řek a rybníků se vyváží masivní množství plastů. Vlivem UV záření a nárazů vln se rozpadají na malé části a organismy je konzumují společně s planktonem. Nejsou schopny plastový odpad strávit a umírají.³⁸ Teorie Gaia nám může pomoci předvídat, jak bude vypadat planeta zbavená určitých živočišných druhů, a zda se s touto ztrátou dokáže vyrovnat, či zapříčiní kolaps celého systému.

Považuji za užitečné v souvislosti s plastovým znečištěním pracovat i s konceptem antropocénu, neboť tato nová epocha přímo souvisí se změnami přírody způsobenými lidskou činností. Důsledky plastového znečištění podle mě dokazují, že zavedení nové epochy je opodstatněné. Plasty jsou jedním ze zdrojů, které způsobují, že Země podléhá chemickým změnám. Podle biologa Storch je přímý efekt změn chemismu Země dokonce zásadnější než samotné klimatické změny, protože chemické změny jsou bezprecedentní a trvalejší.³⁹ Z tohoto důvodu spatřuji v plastovém znečištění jeden z nejvýraznějších rysů antropocénu.

³⁶ LOVELOCK, J. E. *Gaia: Nový pohled na život na Zemi*.

³⁷ LOVELOCK, J. E. *Gaia: Živoucí planeta*.

³⁸ LAW, Kara Lavender. *Plastics in the marine environment*. *Annual review of marine science* [online]. 2017 [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-marine-010816-060409.

³⁹ Viz STORCH, David. *Zpráva o stavu planety III: Antropocén – věk lidí* [online]. [cit. 2020-02-24].

Pojetí antropocénu zároveň na problematiku nabízí jiný pohled než Lovelock, podle kterého jsou lidé přesvědčeni, že Zemi vlastní a berou si z ní příliš mnoho, ale také přináší jiný úhel pohledu než ekologie konce století, protože nelze člověka jednoduše interpretovat jako protiklad přírody.⁴⁰ Člověk vždy byl a bude součástí přírody, vždy ji ovlivňoval a ona zpětně ovlivňovala jeho. Nebojuje s ní a nevymaňuje se z ní. V antropocénu si člověk pouze začíná být vědom silného, vlivného postavení. Nepůsobí však na přírodu záměrně destruktivně, nýbrž racionálně a tedy tak, aby ji přizpůsobil svému užitku. Tento nový postoj by možná mohl pomoci vědcům a vládním představitelům zamyslet se, zda by nebylo vhodnější jiné chování, kterým by lidé dosáhli ještě většího užitku tím, že by zůstali v souladu s životním prostředím. Vědci by se díky tomuto novému konceptu mohli zabývat strategickými kroky, které by bylo vhodné v následující třetí fázi antropocénu podniknout, aby naše racionální působení snižovalo negativní dopad na přírodu a nikoliv ho zvětšovalo.

Domnívám se, že pojmenování skutečnosti, tj. nové etapy člověka, jednoslovným odborným pojmem může přinést řadu výhod. O množství soudobých změn lze hovořit snadněji a problematika se může rychleji rozšířit do povědomí lidí. Práce s termínem antropocén se mi jeví výhodná také tím, že pojem není z fetišizovaný jako např. klimatická změna nebo globální oteplování. Termín tedy představuje přímý odraz skutečnosti, nikoliv představy a názory na tuto realitu. Pracovat s ním je podle mého názoru proto bezpečné a účinné.

⁴⁰ Erasim Kohák tento postoj nazývá *panským postojem k přírodě*. Viz KOHÁK, Erasim. Zelená svatozář. Kapitoly z ekologické etiky. Praha: SLON, 2000, s. 29–36.

2 Problematika jednorázových plastů

Plastové znečištění je v současnosti stále diskutovanějším tématem a uvažuje se o něm jako o jednom ze závažných environmentálních problémů. V odborných časopisech a akademických studiích můžeme pozorovat, že vědci přicházejí s množstvím nových zjištění o dopadu plastu na životní prostředí a na organismy (negativní účinky toxických látek přidávaných do plastů, zdravotní rizika spojená s mikro- a nanoplasty apod.).⁴¹ Cílem následující kapitoly je charakterizovat jednorázové plasty a popsat jejich úskalí, která považují za zásadní. V závěrečné podkapitole věnuji zvláštní pozornost jedné vybrané záležitosti související s jednorázovými plasty, a to problematice recyklace. Stěžejní problémy související s plastovým znečištěním a recyklací, které z mé analýzy vyplynuly, na začátku podkapitol 2.2 Problémy způsobené plastovým znečištěním a 2.3 Recyklace představím v tabulce a v dalším textu je rozvedu a své poznatky zdůvodním. Na základě zjištěných poznatků mi v mé bakalářské práci půjde o odpověď na následující otázky: Jak vážné jsou stávající problémy spojené s produkcí plastů a co může způsobit vzrůstající míra jejich výroby v budoucnosti? Jak lze problematiku plastového znečištění řešit a problémy eliminovat? Je současné zacházení s odpadem, zejména recyklace, pro ochranu životního prostředí efektivní?

V následujících částech využiji parafráze z rozhovorů, které jsem k této bakalářské práci uskutečnila v období od 11. 3. do 17. 3. 2020. Mou ambicí nebylo využít je jako polostrukturované rozhovory pro kvalitativní výzkum, ale mají v mé bakalářské práci pouze funkci doplnění odborných informací nebo prezentace vybraných odborných názorů, sloužících jako ilustrace možných postojů k dané problematice. Jednalo se o čtyři rozhovory s odborníky zabývajícími se problematikou složení plastů, zpracováním plastového odpadu nebo jeho energetickým využitím. Parafráze z rozhovorů využívám především v části 2.3 Recyklace. Výčet provedených rozhovorů uvádím v následující tabulce:

Tabulka 1 – Seznam uskutečněných rozhovorů

Jméno a příjmení	Společnost/instituce	Datum uskutečnění rozhovoru
Ondřej Adamovský	RECETOX, MU	11. 3. 2020
Jiří Gášek	KOVOSTEEL Recycling	12. 3. 2020
Jana Suzová	SAKO Brno	12. 3. 2020
Petr Grof	FCC Environment Liberec	17. 3. 2020

Zdroj: vlastní zpracování

⁴¹ Vycházím např. z odborného časopisu Vesmír, New Scientist, Nature, Science, Environmental Science & Technology a z dalších odborných zdrojů.

2.1 Charakteristika jednorázových plastů a jejich množství

Jednorázové plasty se svými mechanickými vlastnostmi, nároky na životnost atp. zásadně liší od plastů určených k delšímu užívání. S jednorázovými plasty jsou tedy spojeny jiné překážky, a proto mi přijde vhodné tyto plasty charakterizovat. Taktéž se mi jeví důležité uvést některé údaje demonstrující rozsah plastového znečištění, které pomohou pochopit důležitost této problematiky.

Výroba plastů odstartovala už v roce 1907, a to vytvořením bakelitu, prvního syntetického plastu. Rychlý růst celosvětové plastové výroby byl však realizován až od 50. let 20. století.⁴² Od tohoto období převyšovala produkce plastů množství jiných materiálů a výroba se posouvala od trvanlivých plastů k plastům pro jedno použití. Většina plastů začala být navrhována tak, aby byla po prvním použití vyhozena.⁴³ Jednorázové plasty či plasty určené k jednomu použití tedy představují položky, které se po prvním použití obvykle stávají odpadem. Plast se stal běžnou součástí každodenního života většiny lidské populace. Plastové obaly ve společnosti uspěly především ekonomicky přijatelnou technologií výroby, dále snadnou zpracovatelností a univerzální použitelností v široké škále průmyslových odvětví, nízkou hmotností, vysokou trvanlivostí, odolností proti korozi, splněním hygienických požadavků pro transport zboží a v neposlední řadě estetickými vlastnostmi.⁴⁴

Masová produkce plastového odpadu je silně ovlivněna i životností produktu. Balení má velmi krátkou životnost – obvykle 6 měsíců nebo méně. Obal je proto dominantním původcem plastového odpadu. Odpovídá za téměř polovinu celkového celosvětového množství plastů.⁴⁵ Zatímco v roce 1950 se vyprodukovaly 2 miliony tun plastů ročně, do roku 2015 se produkce téměř dvousetkrát zvýšila a dosáhla 381 milionů tun za rok. Spotřeba jednorázových plastů každým rokem stále vzrůstá.⁴⁶

V roce 2017 vydal tým vědců z Kalifornské univerzity studii, ve které odhaduje, že od počátku výroby plastů lidé vyrobili přibližně 8,3 miliard tun tohoto materiálu. Z toho asi 5 mili-

⁴² Viz RITCHIE, Hannah a Max ROSER. Plastic Pollution. *Our World in Data* [online]. 2018 [cit. 2020-02-27]. Dostupné z: www.ourworldindata.org/plastic-pollution. Crutzen zasazuje do poválečného období druhou fázi antropocénu, která je specifická nebývalým technickým pokrokem. I počátek plastové výroby tedy představuje významný posun ve vnímání současného světa a ospravedlňuje pojmenování nové geologické epochy.

⁴³ GEYER, Roland, Jenna R. JAMBECK a K. L. LAW. *Production, use, and fate of all plastics ever made* [online]. 2017 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: www.advances.sciencemag.org/content/3/7/e1700782.

⁴⁴ Srov. The plastic context. *SINGLE-USE PLASTICS: A Roadmap for Sustainability* [online]. United Nations Environment Programme, 2018, s. 2 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: www.wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/25496; VOJTĚCHOVÁ, Sabina. Vítejte v plastocénu. *Sedmá generace*. 2018, 27 (1), s. 9.

⁴⁵ Oproti jednorázovým plastům se životnost plastů používaných např. ve stavebním průmyslu pohybuje kolem 35 let a stavebnictví představuje hned po obalovém průmyslu druhý největší sektor pracující s plastem. Jeho spotřeba činí zhruba 19 % z celkového počtu plastů.

⁴⁶ RITCHIE, H. a M. ROSER. Plastic Pollution. *Our World in Data* [online]. [cit. 2020-02-28].

ard tun bylo uloženo na skládku nebo vyhozeno do životního prostředí.⁴⁷ Většina tohoto odpadu vzniká v Asii. Předním výrobcem plastů odpovědným za 28 % celosvětové produkce je Čína. Zbylé asijské země produkují 21 % plastů, USA, Kanada a Mexiko dohromady asi 19 %, Evropa 18 % a zbytek světa 14 %.⁴⁸ Některé asijské a africké rozvojové země nemají zavedené funkční odpadové hospodářství a nedokážou se vypořádat s množstvím plastu, které u nich vzniká. Obyvatelé těchto zemí jsou v environmentální problematice obvykle nevzdělaní. Nevědí, že plast není biologicky rozložitelný materiál, a nakládají s ním tak, jak byli vždy zvyklí nakládat s přírodním odpadem. Často ho vhazují do řek, odkud se podstatné množství dostává do oceánů, nebo ho nekontrolovaně spalují.⁴⁹

Problematiku nakládání s odpadem v těchto zemích však ještě zhoršují ekonomicky vyspělejší země, které sem další odpad vyvázejí. Evropské ani jiné země nejsou totiž schopny spravovat rostoucí množství plastového odpadu oběhovým a udržitelným způsobem.⁵⁰ V žádných zemích na světě neexistují dostatečné kapacity pro zpracování plastů, a proto zejména pro USA a EU, oblasti s vysokým podílem světové produkce plastů, představuje export plastového odpadu do Asie jedno z možných „řešení“. Místo aby ekonomicky vyspělé země zpracovatelské kapacity vybudovali, využívají rozvojových zemí jako levnou pracovní sílu a odkladiště odpadu. Pro obě strany obchod znamená finanční výhody, neboť v západních zemích se často nevyplatí plast dále zpracovávat a východní země dostanou za import plastů za účelem dalšího zpracování od dovozců zaplacen. Země, které odpad přijímají, však také nemají dostatečné recyklační kapacity a odpad likvidují neekologickými způsoby. V této souvislosti Čína zakázala v roce 2018 dovoz některých druhů plastového odpadu a i jiné asijské země, např. Malajsie, se k omezení možnosti dovozu plastů taktéž přidávají. Plastový materiál se však do těchto zemí dopravuje stále, a to do nelegálních továren. Legální toky plastů jsou v současnosti přesměrovány do asijských destinací, do kterých je dovoz legislativně možný, a do kterých se plast třeba nikdy v minulosti nedovážel.⁵¹ Více informací o tomto tématu uvádím v podkapitole 2.3 Recyklace.

⁴⁷ GEYER, R., J. R. JAMBECK a K. L. LAW. *Production, use, and fate of all plastics ever made* [online]. [cit. 2020-03-28].

⁴⁸ RICARDO, Barra O. a kol. *Plastics and the Circular Economy - A STAP Document* [online]. 2018 [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: www.researchgate.net/publication/327751701_Plastics_and_the_Circular_Economy_-_A_STAP_Document.

⁴⁹ STREJCOVÁ, Veronika. Pravda o době plastové: Svět sice zamořuje Asie, vinu na tom má i Západ. *iDNES.cz* [online]. 1. 4. 2019 [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: www.idnes.cz/hobby/domov/plasty-plast-asie-afrika-cina-indie-ekologie-planeta-znecisteni.A190329_132301_hobby-domov_bma.

⁵⁰ Tamtéž.

⁵¹ Srov. D'AMATO, Alessio a kol. *Plastics waste trade and the environment. Eionet Portal* [online]. 2019 [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: www.eionet.europa.eu/etcs/etc-wmge/products/etc-reports/plastics-waste-trade-and-

2.2 Problémy způsobené plastovým znečištěním

Nesystémová či neekologická likvidace, ale i samotná produkce plastového odpadu může představovat řadu problémů pro organismy a životní prostředí. Výčet problémů, které vyplynuly z mé analýzy, uvádím v následující tabulce a v dalším textu nabízím rozsáhlejší zdůvodnění svých zjištění:

Tabulka 2 – Seznam stěžejních problémů plastového znečištění

Problém plastového znečištění	Popis
Aditiva plastů	Látky přidávané do plastů, např. změkčovadla, jsou pro organismy toxické. Např. ftaláty a bisfenol F byly ve studiích ukázány jako endokrinní a metabolické disruptory. Uvolňují se z potravinářských obalů, lékařských vaků a hadiček apod.
Mikroplasty	Plasty nebiodegradují, ale pouze se rozpadají na drobné částice. Ty mohou být pro zdraví organismů ještě nebezpečnější než celé plastové obaly, protože do jejich orgánů snadněji pronikají. Mikroplasty putují po celém světě a kontaminují životní prostředí. Byly nalezeny i na místech bez civilizace. Uvažuje se o tom, že se mikroplasty rozpadají na nanoplasty. Ty jsou potenciálně ještě nebezpečnější než mikroplasty, a to možností pronikat do krevního oběhu.
Plasty a mikroplasty ve vodním prostředí	Nejčastější zdroj plastů v řekách představuje jejich vývoz za účelem levné likvidace a mikroplasty z domácnosti dopravované odpadními vodami. Do oceánů se plasty nejčastěji dostávají taktéž dovozem, řekami či přímo z rybářského průmyslu. Ve vodě se některé plasty uvolňují pod hladinu a tam se nerozpadají, jiné zůstávají na hladině a stávají se s nich mikroplasty. Plasty představují pro vodní živočichy riziko, neboť se do nich zachytávají, konzumují je a zraňují se o ně. Tyto problémy jsou spojeny s vážnými zdravotními dopady.
Přemnožení některých druhů hmyzu	Plastové částice ve vodním prostředí poskytují rozmnožovací prostory pro komáry a bruslařkám slouží jako místo pro odložení vajec. Přemnožení komárů mohou častěji přispívat k přenosu nemocí, např. malárie, a velký počet bruslařek může narušit vodní ekosystém vyčerpáním planktonu, na kterém jsou závislé i jiné organismy.
Mikroplasty v půdě	Mikroplasty jsou do půdy začleňovány žížalami. Konzumace mikročástic způsobuje žížalám i jiným organismům zdravotní problémy. I rostliny absorbují mikroplasty, a ty jsou zdrojem změn jejich vnitřní struktury i vnější stavby.

the-environment.; The plastic waste trade in the circular economy. *European Environment Agency* [online]. 28. 10. 2019 [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: www.eea.europa.eu/themes/waste/resource-efficiency/the-plastic-waste-trade-in.

Dopad plastů na člověka	Epidemiologické studie prokázaly negativní zdravotní účinky aditiv plastů na lidský organismus. Co se týká kumulace mikroplastů v orgánech, nejsou zatím zdravotní dopady známy a tyto studie chybí. Spekuluje se ale o problémech, jako je chronický zánět orgánů, mechanické poškození střev apod. Výzkumy také ukazují patogenní mikroby, které se do těla dostávají společně s mikroplasty. Žijí na jejich povrchu a mohou být původci bakteriálních a virových onemocnění.
-------------------------	---

Zdroj: vlastní zpracování

Navzdory velkým výhodám plastů se jejich hromadění v ekosystémech stává stále více znepokojující. Plasty jsou totiž organické znečišťující látky nebezpečné nerozložitelností, kumulací v tucích, toxicitou ad.⁵²

Jednorázové plasty obsahují až ze 60 % aditiva, která propůjčují plastovým výrobkům požadované vlastnosti a zajišťují jim potřebnou funkci. Jedná se např. o tepelné a UV stabilizátory, pigmenty, maziva, změkčovadla a spoustu dalších. Jednu skupinu látek používanou jako změkčovadla v plastovém průmyslu tvoří ftaláty. Tyto toxické látky patří k nejčastějším kontaminantům životního prostředí na světě. Jedná se o chemikálie s vysokým objemem výroby – celosvětová spotřeba ftalátů se pohybuje mezi 6–8 miliony tun ročně. Přidávají se např. do potravinářských obalů, kosmetiky, dětských hraček nebo lékařských produktů, jako jsou krevní vaky a hadičky včetně zdravotnických potřeb pro novorozence. Změkčovadla nejsou chemicky vázaná, a proto se dostávají do prostředí. Lidé i ostatní organismy je přijímají nejčastěji inhalací spolu s prachem, ale i konzumací. Ftaláty obsahuje většina potravin. Mohou se do nich dostávat vzduchem nebo častěji přímo z plastových obalů. Tyto látky se přirozeně vážou na tukovou tkáň, proto se vysoký obsah ftalátů nachází zejména v mléčných a masných výrobcích. Výskyt ftalátů v lidském těle potvrzují kohortové studie provedené na velkém populačním vzorku. Ftaláty byly ukázány v epidemiologických a experimentálních studiích jako endokrinní a metabolické disruptory. Nejčastěji byly spojeny s výskytem různých druhů rakoviny, zejména rakoviny prsu a kůže, alergií a astmatem, nadváhou a obezitou, deficitem pozornosti, sníženým inteligenčním kvocientem, kardiovaskulárním onemocněním ad.

Ondřej Adamovský

*Centrum pro výzkum toxických látek v prostředí
(Masarykova univerzita v Brně)*

Kromě ftalátů se do jednorázových plastů přidávají jako změkčovadla organické sloučeniny ze skupiny bisfenolů – např. bisfenol F nebo S. Nahrazují již zakázaný bisfenol A nebezpečným narušováním hormonálních drah a poruchami metabolismu. Některé zdroje uvádějí, že tyto nahrazující sloučeniny jsou však stejně toxické jako bisfenol A a na organismy mají po-

⁵² CAJTHAML, Tomáš. *Zpráva o stavu planety II.: Krize krajiny!?! - Znečištění životního prostředí v postmoderní době* [online]. Praha: Přírodovědecká fakulta UK, 16. 12. 2019 [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: www.slideslive.com/38922766.

dobný účinek.⁵³ Pravděpodobně lze taktéž očekávat jejich zákaz. Podle environmentálního chemika a ředitele Ústavu pro životní prostředí Přírodovědecké fakulty UK Tomáše Cajthamla je ale praxe zatím taková, že lidé 20–30 let produkují škodlivé látky, než je jejich výroba zakázána.⁵⁴ K časové prodlevě přispívá např. nařízení REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals), na základě kterého se sice u látek vyrobených či dovezených do EU o hmotnosti větší než 1 tuna různé verze toxicity testují, nezahrnuje však hormonální testy. Tudiž se o toxicitě látky nemusí dlouhou dobu vědět.

Tyto i jiné toxické látky, např. zbytky chemikálií použité při výrobě obalů nebo kontaminanty životního prostředí jako průmyslová hnojiva, se do těl organismů nejčastěji dostávají spolu s mikroplasty, které jsou schopny je na sebe vázat.⁵⁵ Mikroplast je definován jako jakákoli plastová částice nepřesahující velikost 5 milimetrů.⁵⁶ Zatímco horní hranice velikosti je určena, o spodní se debatuje. Podle některých zdrojů se mikroplasty rozpadají na menší částice, nanoplasty, a vědci se na jejich velikosti zatím neshodují. Nanoplasty jsou totiž tak drobné, že není možné je v prostředí detekovat a údaje o jejich výskytu stále chybí.⁵⁷ Mikroplasty se buď přímo produkují jako součást čistících prostředků nebo kosmetiky, ve kterých plní funkci peelingu, anebo se uvolňují z degradujících plastových předmětů.⁵⁸ Stěžejním problémem plastů je jejich neschopnost rozkladu. Plast je organická látka, která se teplem, světlem, stářím a mechanickým poškozením rozpadá se na tyto drobné částice, a ty následně setrvávají v životním prostředí. Nacházejí se v každém místě napříč planetou. Byly detekovány v bahně na dnu Mariánského příkopu,⁵⁹ v polárním ledu⁶⁰ nebo v alpínském sněhu⁶¹. V životním pro-

⁵³ Srov. CAJTHAML, T. *Zpráva o stavu planety II.: Krize krajiny!/- Znečištění životního prostředí v postmoderní době* [online]. [cit. 2020-03-30].; WILSON, Clare. BPA-free water bottles may be harmful too. *New Scientist*. 4. 3. 2017, 233 (3115), s. 10.

⁵⁴ CAJTHAML, T. *Zpráva o stavu planety II.: Krize krajiny!/- Znečištění životního prostředí v postmoderní době* [online]. [cit. 2020-03-30].

⁵⁵ Srov. LAWTON, Graham. Plastic measures. *New Scientist*. 7. 12. 2019, 244 (3259), s. 39.; PIVOKONSKÝ, Martin a kol. Mikroplasty. *Vesmír*. 2019, 98 (12), s. 688.

⁵⁶ Srov. PIVOKONSKÝ, M. a kol. Mikroplasty. *Vesmír*. S. 688.; Information sheet: Microplastics in drinking-water. *World Health Organization* [online]. 2019 [cit. 2020-03-31]. Dostupné z: www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/guidelines/microplastics-in-dw-information-sheet/en/.

⁵⁷ Většina prostudovaných zdrojů však uvádí velikost menší než 1 mikrometr, viz např. WAGNER, Stephan a Thorsten REEMTSMA. Things we know and don't know about nanoplastic in the environment. *Nature* [online]. 3. 4. 2019 [cit. 2020-03-31]. Dostupné z: www.nature.com/articles/s41565-019-0424-z.; Information sheet: Microplastics in drinking-water. *World Health Organization* [online]. [cit. 2020-03-31].

⁵⁸ Mikroplasty se uvolňují nejen z jednorázových obalů, ale ze všech plastů. Průměrná domácnost vytvoří za rok 6 kilogramů plastového prachu, tj. asi 700 miliard mikroplastů. Ze všech zdrojů se nejvíce mikroplastů uvolňuje z pneumatik otěrem o silnici. Viz LAWTON, G. Plastic measures. *New Scientist*. S. 38 a 41.

⁵⁹ GIBBENS, Sarah. Microplastics found to permeate the ocean's deepest points. *National Geographic* [online]. 6. 12. 2018 [cit. 2020-03-31]. Dostupné z: www.nationalgeographic.com/environment/2018/12/microplastic-pollution-is-found-in-deep-sea.

středí je jejich přítomnost nežádoucí a těžko se eliminuje. Mikroplasty nepředstavují pro životní prostředí a zejména pro organismy problém pouze kvůli přenosu toxických látek. Po příjmu do organismů se tyto cizorodé částice kumulují v orgánech a mohou způsobit jejich poranění či jiné potíže. Částičky jsou obvykle přijímány požitím a inhalací, ty drobnější mohou dokonce pronikat kůží přes buněčnou membránu.⁶²

Zatímco pro člověka stále nejsou zdravotní rizika spojená s mikroplasty prokázána, je známo, že tyto částice i větší plastové výrobky smrtelně zraňují živočichy. Asi nejdiskutovnější téma v souvislosti s plasty představuje jejich výskyt v oceánech a s tím spojené zdravotní komplikace u mořských druhů. Plast do oceánů přichází jednak z mořských zdrojů – způsobuje ho rybářský průmysl záchytnými sítěmi, lany, vlasci a někdy opuštěnými plavidly, a jednak z pozemních zdrojů. Pravděpodobně přibližně 20 % oceánských plastů pochází z mořských zdrojů a 80 % z pozemních zdrojů. Odhaduje se, že do mořského prostředí vstupuje každoročně průměrně 8 milionů tun plastů, což představuje asi 3 % jejich světové roční produkce. Velký podíl na tomto znečištění mají asijské země s vysokou produkcí plastů a jejich neekologickou likvidací, ale neméně i evropské a americké země, které se kvůli nedostačujícímu množství zpracovatelských kapacit zbavují zodpovědnosti exportem plastů právě do těchto rozvojových zemí. Ani tyto oblasti však nemají dostatek recyklačních kapacit a odpadu se často zbavují vývozem přímo do oceánu, anebo do řek, jimiž se plasty do oceánu dopravují.⁶³

Po vstupu do oceánů z pobřežních oblastí mají plasty tendenci se shlukovat do necelistvých plovoucích útvarů podobně jako plankton nebo mořské řasy. Distribuce a akumulace oceánských plastů je silně ovlivněna povrchovými proudy oceánů a směrem proudění větru. Plastový odpad vytváří povlak hladiny tvořený směsí mikroplastů společně s celými lahviemi nebo zbytky rybářských sítí. Největším a nejznámějším je tzv. Velká tichomořská odpadková skvrna (The Great Pacific Garbage Patch), která se rozkládá mezi západním pobřežím Severní Ameriky a Japonskem.⁶⁴ Tato skvrna pravděpodobně překročila rozlohu 1,6 milionu kilome-

⁶⁰ PEEKEN, Ilka a kol. Arctic sea ice is an important temporal sink and means of transport for microplastic. *Nature* [online]. 24. 4. 2018 [cit. 2020-03-31]. Dostupné z: www.nature.com/articles/s41467-018-03825-5.

⁶¹ MATERIČ, Dušan a kol. Micro- and Nanoplastics in Alpine Snow: A New Method for Chemical Identification and (Semi)Quantification in the Nanogram Range. *Environmental Science & Technology* [online]. 17. 1. 2020 [cit. 2020-03-31]. Dostupné z: www.pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.9b07540.

⁶² CAJTHAML, T. *Zpráva o stavu planety II.: Krize krajiny!?!- Znečištění životního prostředí v postmoderní době* [online]. [cit. 2020-03-31].

⁶³ Srov. D'AMATO, A. a kol. Plastics waste trade and the environment. *Eionet Portal* [online]. [cit. 2020-04-09].; The plastic waste trade in the circular economy. *European Environment Agency* [online]. [cit. 2020-04-09].

⁶⁴ Neziskové organizace The Plastic Oceans Foundation a společnost LADBible v roce 2017 předložily OSN svůj návrh o uznání nového státu Odpadkové ostrovy (The Trash Isles). Vymyslely plastovému ostrovu vlastní

trů čtverečních, což odpovídá více než trojnásobné rozloze Španělska nebo rozloze větší než Aljaška. Na této ploše se vznáší nejméně 79 tisíc tun plastového odpadu. Přibližně 60 % celosvětově vyrobeného plastu tvoří materiál lehčí než mořská voda, a ten zůstává plout na hladině. Zde se vlivem UV záření rozpadá na mikroplasty. Zbytek plastového odpadu se brzy z hladiny uvolňuje, propadá do hlubin a hromadí se v sedimentech. Proces degradace plastů je pod hladinou oceánu mnohem pomalejší kvůli chladnějším teplotám a snížené expozici UV záření.⁶⁵

Plovoucí plastové útvary i odpadky padající ke dnu mnohdy pro vodní živočichy znamenají smrtelné ohrožení. Volně žijící zvířata se do plastů zachytávají, požívají je nebo se interakcí s nimi zraňují. Fyzický kontakt s plasty vodním živočichům často způsobuje poranění pokožky a také poškozuje ekosystémy korálových útesů.⁶⁶

Živočichové se často do plastů uvězní a nemohou se sami osvobodit. Nejčastěji uvíznou v rybářských sítovinách či v plastových obalech. Tyto případy byly zaznamenány nejméně u 344 druhů včetně všech druhů mořských želv, více než dvou třetin druhů tuleňů, jedné třetiny druhů velryb, jedné čtvrtiny mořských ptáků, 89 druhů ryb a 92 druhů bezobratlých živočichů.⁶⁷

K požití plastů může dojít neúmyslně – spolu s planktonem, záměrně – záměnou za potravu, nebo nepřímo – požitím kořisti obsahující plast. Bylo zdokumentováno požití plastů nejméně u 233 druhů mořských živočichů zahrnující všechny druhy mořských želv, více než třetinu druhů tuleňů, více než polovinu druhů velryb a mořských ptáků, 92 druhů ryb a 6 druhů bezobratlovců. Velmi drobné částice, jako jsou plastová vlákna nebo mikroplasty, bývají absorbovány malými organismy, např. ústřicemi nebo slávkami. V útrokách větších mořských

vlažku, bankovky i poštovní známky. Pokud by byl ostrov uznán OSN jako stát, byl by chráněn chartami o životním prostředí. Členské státy by tak byly donuceny k zodpovědnosti a musely by se začít největší odpadkovou skvrnou světa zabývat. Viz VOJTĚCHOVÁ, S. Vítejte v plastocénu. *Sedmá generace*. S. 10.

⁶⁵ LEBRETON, Laurent a kol. Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. *Nature* [online]. 22. 3. 2018 [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: www.nature.com/articles/s41598-018-22939-w.

⁶⁶ Mořská bioložka a potápěčka Joleah Lamb z Kalifornské univerzity v Irvine zjistila, že existuje spojitost mezi plastovým znečištěním a skvrnami nemocných korálů. Vědkyně pozorovala útesy v okolí Thajska, Myanmaru, Indonésie a Austrálie a zjistila, že 89 % korálů, kteří přišli do kontaktu s plasty, bylo nemocných. Podle ní žijí na povrchu plastů bakterie, které se liší od bakterií v oceánu a které způsobují infekční onemocnění. Koráli se snadno pořežou ostrými hranami plastových částic a rána umožňuje snadný vstup těchto mikrobů do organismu. Bakterie prosperují v podmínkách s nízkým obsahem kyslíku. Proto pokud se korál dusí v plastovém sáčku, představuje pro ně ideální domov. Viz REED, Christina. The other plastic plague. *New Scientist*. 14. 7. 2018, 239 (3186), s. 38.

⁶⁷ LAW, K. L. Plastics in the marine environment. *Annual review of marine science* [online]. [cit. 2020-04-01].

druhů byly nalezeny plastové fólie, cigaretové balíčky a obaly potravin.⁶⁸ Velký objem plastů může výrazně snížit kapacitu žaludku, což vede k falešnému pocitu nasycení a k následné podvýživě. Plasty a mikroplasty mohou žaludek, nebo např. i žábry, taktéž mechanicky poranit, dále zastavit průchodnost střev nebo je perforovat a způsobit záněty ústní dutiny.⁶⁹ V laboratorních podmínkách byly také pozorovány biochemické reakce na požití plastu. Tyto reakce zahrnovaly oxidační stres, narušení metabolismu, poruchy růstu a reprodukce, buněčnou nekrózu ad. Velmi drobné mikroplasty mohou do mořských i jiných organismů vstoupit kromě konzumace i buněčnými tkáněmi a přinést s sebou nebezpečné toxiny. Všechna tato zdravotní rizika mohou vést k smrti.⁷⁰

Plasty mohou způsobit i další změny v mořském ekosystému. Velké množství plovoucích odpadků poskytuje některým druhům hmyzu možnost položit na ně vejce. Jejich populace proto roste a hrozí, že vyčerpají plankton, kterým se živí, a způsobí tak komplikace ostatním organismům, které jsou na něm taktéž závislé.⁷¹

V současné době se kromě oceánů upírá pozornost k výskytu plastů a mikroplastů i ve sladkovodních ekosystémech. Výzkum mikroplastického znečištění se donedávna soustředil hlavně na mořské prostředí převážně kvůli mylné domněnce, že čistírny odpadních vod mohou odstranit všechny plastové zbytky. Hlavními zdroji plastů ve sladkovodním prostředí jsou mikroplasty obsažené v drogistických přípravcích, plastový odpad neekologicky likvidovaný vyhazováním či vývozem do rybníků a řek či syntetická vlákna uvolňující se při praní z oděvů.⁷² Mikroplasty vstupují do vodního prostředí trvale a představují zdravotní rizika řadě živočichů, neboť si je často pletou s potravou.⁷³ Mikroplasty se hromadí i v reprodukčních

⁶⁸ Některé druhy velryb mohou zkonzumovat i velmi velké kusy plastů. Byly dokumentovány případy požití 9metrového lana, 4,5metrové hadice, květináčů či velkého množství plastových fólií. Viz RITCHIE, H. a M. ROSER. Plastic Pollution. *Our World in Data* [online]. [cit. 2020-04-02].

⁶⁹ LAW, K. L. Plastics in the marine environment. *Annual review of marine science* [online]. [cit. 2020-04-02].

⁷⁰ PIVOKONSKÝ, M. a kol. Mikroplasty. *Vesmír*. S. 688.

⁷¹ Týká se to např. bruslařek mořských, které tráví celý svůj život na moři a potřebují zde umístit vejce na nějaký pevný povrch. V minulosti jim k tomu sloužily kousky vznášející se vulkanické pemzy nebo dřeva, které se však na otevřeném oceánu vyskytovaly vzácně. V současnosti bruslařky nemají kvůli plastovému znečištění o tyto pevné částice nouzi. Viz STRAIN, Daniel. Ocean Trash Is a Lifesaver for Insect. *Science* [online]. 8. 5. 2012 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: www.sciencemag.org/news/2012/05/ocean-trash-lifesaver-insect.

⁷² Z akrylového nebo polyesterového oblečení se může při jednom pracím cyklu uvolnit více než půl milionu mikrovláken. Syntetická mikroválka nelze úpravnou vod plně odstranit, a proto se dostávají do vodního prostředí. Následně vodním organismům poškozují zažívací ústrojí. Výzkumníci z Kalifornské univerzity v Davisu zjistili, že jedna pětina ryb prodáváná na místním trhu obsahuje plastová vlákna. Viz KLEIN, Alice. What not to wear. *New Scientist*. 16. 6. 2018, 238 (3182), s. 22–23.

⁷³ Švédští biologové z Univerzity v Uppsale zkoumali reakci plodu okouna říčního, když mu vedle živých larev žábřonožek nabídli i polystyrenové kuličky o průměru 0,09 milimetru. Zjistili, že rybí potěr dává přednost plastu. V důsledku toho pomaleji rostl a měnil chování. Např. si nevšímal poplašných látek, které uvolňují do vody ryby napadené dravci. To je podle vědců důvodem, proč se okouni nakrmení plastem stávají mnohem snáze kořistí

a trávících systémech různých trofických organismů, jako jsou larvy nebo organismy tvořící zooplankton. Konzumace plastových částic má za následek energetický nedostatek, omezený růst, reprodukční poruchy i smrt.⁷⁴

Plast plovoucí na vodní hladině může být nebezpečný např. také tím, že poskytuje rozmnožovací prostory pro komáry, a tím zvyšuje riziko přenosu nemocí, jako je malárie.⁷⁵ V neposlední řadě mohou plasty blokovat vodní cesty, ucpávat kanalizace a zhoršovat přírodní katastrofy.⁷⁶

Zamoření mikroplasty se netýká pouze vodního prostředí, ale i půdy. Informace o kontaminaci půdního prostředí jsou však v porovnání se znalostmi o znečištění vodního prostředí zatím omezené. Mezi některé již prokázané účinky mikroplastů na půdní biotu patří zdravotní problémy u organismů. Plastové částice jsou do půdy začleňovány žížalami a výskyt mikroplastů v jejich tělech jim způsobuje poškození střev, zpomalení růstu, snížení hmotnosti, problémy s reprodukcí, úmrtnost ad.⁷⁷ Začleňování plastových částic do půdy má potenciální důsledky i pro další půdní biotu.⁷⁸

Problematické plastového odpadu se v současnosti věnuje velická pozornost i proto, že je potvrzen výskyt mikroplastů v lidském těle.⁷⁹ Pravděpodobně nejvíce mikroplastů se do lid-

štik a v řekách jich ubývá. Viz LÖNNSTEDT, Oona M. a Peter EKLÖV. Environmentally relevant concentrations of microplastic particles influence larval fish ecology. *Science* [online]. 3. 6. 2016, 352 (6290), s. 1213–1216 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: www.science.sciencemag.org/content/352/6290/1213.

⁷⁴ BESSELING, Ellen a kol. Fate of nano- and microplastic in freshwater systems: A modeling study. *Environmental Pollution* [online]. 2017, 220, s. 540–548 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749116316013.

⁷⁵ CLAPP, Jennifer a Linda SWANSTON. Plastic bag politics: Modifying consumer behaviour for sustainable development. *Environmental Politics* [online]. 2009, 18 (3), s. 315–332 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09644010902823717.

⁷⁶ V roce 1988 přispělo ucpání odpadních vod plastovými sáčky k ničivým povodním v Bangladéši, při kterých zemřelo více než tisíc lidí. Viz RITCH, Elaine, Carol BRENNAN a Calum MACLEOD. Plastic bag politics: Modifying consumer behaviour for sustainable development. *International JJC* [online]. 2009, 33 (2), s. 168–174 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: www.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1470-6431.2009.00749.x.

⁷⁷ RILLIG, Matthias C., Lisa ZIERSCH a Stefan HEMPEL. Microplastic transport in soil by earthworms. *Nature* [online]. 2009, 2. 5. 2017 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: www.nature.com/articles/s41598-017-01594-7.

⁷⁸ Mikroplasty jsou snadno přijímány kvůli malé velikosti i jinými půdními živočichy, např. půdním hmyzem a hlemýždi, což následně také vede k různým zdravotním účinkům. Výsledky studie taktéž ukázaly negativní dopad mikroplastů na růst pšenice a jarní cibule a z toho vyplývající změny v jejich vnitřní i vnější struktuře. Viz WANG, Wenfeng a kol. Environmental fate and impacts of microplastics in soil ecosystems: Progress and perspective. *Science of The Total Environment* [online]. 15. 3. 2020, 708 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: www.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134841.

⁷⁹ Tým z Lékařské univerzity ve Vídni zkoumal vzorky stolice osmi dobrovolníků ve věku od 33 do 65 let. Každý vzorek obsahoval okolo 20 kusů mikroplastů o velikosti 50–500 mikrometrů na 10 gramů stolice. Viz LEE, Bruce Y. Microplastics Found In The Ocean And In Human Poop. *Forbes* [online]. 3. 9. 2019 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: www.forbes.com/sites/brucelee/2019/09/03/microplastics-found-in-the-ocean-and-in-human-poop.

ského těla dostává spolknutím. Přítomnost plastových částic totiž byla zjištěna v mnoha potravinách a nápojích. Vědecké studie prokázaly jejich výskyt v mořských i sladkovodních živočiších prodáváných ke konzumaci, v kuchyňské soli, cukru, medu nebo i v čajových sáčkách, pitné vodovodní a balené vodě ad.⁸⁰

Kromě toxických účinků, které pro lidský organismus představují aditiva plastů, nebylo zatím u lidí jiné zdravotní riziko související s plasty potvrzeno.⁸¹ V roce 2019 vydala Světová zdravotnická organizace zprávu, že mikroplasty v pitné vodě lidské zdraví neohrožují. Dospěla k tomuto názoru ale proto, že neexistují dostatečné informace a relevantní studie, na základě kterých by bylo možné učinit pevné závěry o negativních účincích spojených s fyzickým nebezpečím plastových částic.⁸² Přesto se někteří odborníci obávají zdravotních rizik spojených s mechanickým poraněním orgánů anebo problémů souvisejících s kumulací mikroplastů a nanoplastů v orgánech.⁸³ Nanoplasty také pravděpodobně mohou prostupovat přes membránu do krevního oběhu, čímž mohou být nebezpečnější než mikroplasty. Analytické metody však nejsou pro detekci nanoplastů dostatečně citlivé, a proto se se o množství těchto částic v lidském těle a jejich účincích na organismus zatím pouze spekuluje.⁸⁴ Na základě výzkumů se však uvažuje i o jiném úskalí plastů, a to o výskytu patogenních mikrobů na jejich povrchu.⁸⁵ Ty představují další zdravotní riziko proto, že mohou být původci bakteriálních a virových onemocnění.

Na základě uvedených, ale i dalších problémů, které plasty pro životní prostředí a organismy představují, se v poslední době stále intenzivněji vyrábějí alternativy petrochemických plastů, tzv. bioplasty či biodegradabilní plasty. Jedná se o plasty vyrobené z obnovitelných,

⁸⁰ Např. podle studie chemičky Sherri Mason z newyorské univerzity ve Fredonii obsahovalo mikroplasty 93 % vzorků balené vody z 259 lahví. Lahve byly zakoupeny v různých částech světa. Ve vzorcích detekovala v průměru 325 plastových částic na litr, některé jednotlivé vzorky však obsahovaly téměř 10 tisíc částí na litr. Nalezené mikroplasty měly velikost 6,5–100 mikrometrů. Viz MASON, Sherri A. *Plastics, Plastics Everywhere. American Scientist* [online]. 2019, s. 284–287 [cit. 2020-04-04]. Dostupné z: www.sherrimason.com/publications.

⁸¹ Vědci z OSN se na základě pozorování jiných savců – psů a hlodavců – domnívají, že lidské tělo dokáže více než 90 % požitých mikroplastů exkrementy vyloučit. Existuje však mezera ve výzkumu účinků zbylého množství mikroplastů, které v orgánech pravděpodobně setrvávají. Viz WRIGHT, Stephanie L. a Frank J. KELLY. *Plastic and Human Health: A Micro Issue? Environmental Science & Technology* [online]. 22. 5. 2017, 51 (12), s. 6634–6647 [cit. 2020-04-04]. Dostupné z: www.doi.org/10.1021/acs.est.7b00423.

⁸² Information sheet: Microplastics in drinking-water. *World Health Organization* [online]. [cit. 2020-04-04].

⁸³ Mezi tyto vědce patří např. holandský environmentální toxikolog Dick Veethak. Ten má podezření, že kumulace mikroplastů v orgánech může přispívat k chronickému zánětu, který je spojen s nemocemi, jako jsou neurodegenerativní onemocnění, kardiovaskulární onemocnění, diabetes a rakovina. Podle výzkumnice Heather Leslie ze Svobodné univerzity v Amsterdamu pravděpodobně mohou mikroplasty mechanicky poškozovat střevní stěnu. Viz LAWTON, G. *Plastic measures. New Scientist*. S. 40–41.

⁸⁴ LAWTON, G. *Plastic measures. New Scientist*. S. 40.

⁸⁵ Tamtéž.

nejčastěji rostlinných, zdrojů. Typicky se k výrobě bioplastů používají obiloviny, kukuřice, cukrová řepa, cukrová třtina nebo maniok.⁸⁶ V roce 2018 se celosvětově vyprodukovalo 2,11 milionu tun bioplastů, což ovšem představuje pouhých 0,6 % celosvětové výroby plastů. V současnosti existují stovky druhů bioplastů, které lze rozdělit na dvě skupiny. Jednu skupinu tvoří zcela biodegradabilní plasty, z nichž nejznámější a nejpoužívanější je plast vyrobený z kyseliny polymléčné. Do druhé skupiny lze zařadit tzv. oxodegradabilní plasty, tj. směs bioplastu a fosilního plastu. Biologická složka těchto typů plastů se zcela rozloží, fosilní se však rozpadne na drobné plastové částice a setrvává v prostředí.⁸⁷ Výhodou bioplastů by měla být menší uhlíková stopa než v případě plastů z ropy.⁸⁸ Úskalí jejich výroby představuje vysoká cena a ekologicko-etické otázky spojené s odlesňováním prostor potřebných k zemědělskému využití, ztrátou biodiverzity atp.

Výrobou těchto alternativních plastů se potravinami zbytečně plýtvá i proto, že se jimi na třídící lince z důvodu nedostatečné stability nikdo nezabývá a jsou rovnou odváženy ke spálení. Je tedy horší vyrábět bioplasty, než používat fosilní plasty a zacházet s nimi správně, tzn. zajistit jejich sběr, třídění a opětovné použití.

Jiří Gášek

KOVOSTEEL Recycling

Kromě problematiky s plýtváním potravin se navíc ukazuje, že biologicky rozložitelné plasty spíše přispívají ke snížení kvality kompostu, než aby ji zvyšovaly.⁸⁹

Představené problémy ukázaly, že člověk má svou činností na Zemi vlivné postavení, a proto se označení současné geologické epochy jako antropocén, věk člověka, jeví vhodné. Uvedení problémů demonstrovalo rozsah a vážnost dopadu plastové produkce. Pokud se výroba plastů v budoucnosti nezastaví, nebo se alespoň výrazně neomezí, je podle Lovelockovy teorie Gaia možné, že Země přestane mít schopnost se obnovovat a v krátkodobém horizontu lidé zapříčiní vymírání nejen řady živočišných druhů, ale ohrozí i sami sebe. Na základě předložených argumentů soudím, že k řešení problematiky plastového znečištění současně vyrá-

⁸⁶ Byly však vyzkoušeny i jiné varianty, např. hrozny vinné révy. Viz CRANE, Leah. Grape skins and stems used to enhance plastic. *New Scientist*. 26. 5. 2018, 238 (3179), s. 9.

⁸⁷ BENEŠ, Hynek. Biologicky rozložitelné plasty a bioplasty: Mýty, sny a skutečnost. *Vesmír*. 2019, 98 (12), s. 691–693.

⁸⁸ Záleží ovšem i na tom, kolik energie se k výrobě bioplastu spotřebuje, jak daleko se materiál dováží atp. Tyto faktory vyhodnocuje tzv. LCA (Life Cycle Assessment) analýza, metoda posuzování životního cyklu výrobku. V České republice se jí zabývá např. Vladimír Kočí, děkan Fakulty technologie ochrany prostředí VŠCHT. Viz rozhovor TOMANOVÁ, Lucie. Vladimír Kočí: Selským rozumem za horizont nedohlédneme. *Material Times*. 2019, (4), s. 24–35.

⁸⁹ BENEŠ, H. Biologicky rozložitelné plasty a bioplasty: Mýty, sny a skutečnost. *Vesmír*. S. 693.

běné náhrady fosilních plastů nepřispějí, a proto by podle mého názoru mělo lidstvo ve třetí fázi antropocénu přijít s účinnějším řešením.

2.3 Recyklace

Myslím si, že závažnost uvedených problémů spojených s produkcí plastů je často zlehčována nejen příslibem zavedení většího množství bioplastů, ale také vyšší míry recyklace petrochemických plastů. Podle mého názoru se recyklace prezentuje jako proces, který chrání životní prostředí. Na základě zjištěných poznatků však soudím, že nynější recyklace spolu s kroky, které jí předcházejí, spíše životní prostředí zatěžuje, než aby ho chránila. Stručný přehled zjištěných úskalí spojených s recyklací předkládám v následující tabulce a dále své poznatky rozvíjím:

Tabulka 3 – Seznam stěžejních problémů recyklace

Problém recyklace	Popis
Zvyšování uhlíkové stopy	Před samotným procesem recyklace je odpad převážen mezi několika různými zpracovateli.
Recyklovatelnost pouze několika druhů plastů	Celý recyklační průmysl souvisí s ekonomikou. Proto se recyklují pouze ty druhy plastů, po kterých je poptávka. V současnosti se jedná o 4–6 druhů plastů. Situaci znesnadňují výrobci, kteří zhotovují upravené obaly, jež jsou pro recyklaci kvůli specifickým vlastnostem takřka nepoužitelné, a taktéž zákazníci, kteří dávají vizuálně zajímavým obalům přednost.
Nerecyklovatelnost organicky znečištěných plastů	Nejčastěji se plasty recyklují mechanicky a pro tento postup není vhodné použít nadměrně znečištěné plasty. Nečistoty by se navázaly do molekul plastu a způsobily by zhoršení jeho vlastností.
Nebezpečné látky obsažené v recyklátech	Několikrát recyklované plasty mohou obsahovat škodlivé látky, které byly v minulosti zakázány.
Degradace plastů	Termickými a mechanickými procesy během recyklace plasty degradují. Rychleji proto křehnou, rozpadají se a stává se z nich opět odpad.
Nedostatek zpracovatelských kapacit pro plasty	Ačkoli se Evropská komise zavázala ke zvýšení podílu recyklace plastů, na celém světě chybí zpracovatelské kapacity. Některé plasty jsou energeticky využity, ale i těchto zařízení je nedostatek. Nouze o kapacity pro zpracování či využití plastů způsobuje vysokou míru jejich skládkování či vývozu do zahraničí.

Vývoz plastů do Asie a Afriky	Asijské a africké země přijímají plastový odpad z důvodu zisku z EU a USA, které se exportem zbavují zodpovědnosti za nedostatek recyklačních kapacit. V těchto rozvíjejících se ekonomikách však často není vyvinut dostatečný systém nakládání s odpady a recyklační kapacity taktéž chybí. Odpad je zde proto obvykle likvidován neekologicky.
-------------------------------	---

Zdroj: vlastní zpracování

„Recyklace je proces, při kterém jsou použité a odložené výrobky, které by se jinak zařadily do proudu tuhého odpadu, sbírány, tříděny, zpracovávány a materiál z nich získaný vrácen do užívání.“⁹⁰ Obvykle se recyklují ty materiály, u kterých je energetická náročnost recyklace výrazně nižší než energetický vklad do jejich výroby. I přes to, že plast tuto podmínku nesplňuje, se již před desítkami let se snahou o snížení dopadu lidské činnosti na životní prostředí do průmyslové praxe několik postupů recyklace plastů zavedlo a s novými postupy se přichází.⁹¹ Nejčastěji se používá mechanická recyklace.⁹² Samotný proces tavení plastového odpadu a tvarování do podoby nového výrobku předchází manuální dotřídění plastů pracovníky na třídících linkách. Plastový odpad je sem svozovými vozy dopravován z kontejnerů na separovaný komunální odpad. Roztříděný odpad se pak na třídící lince lisuje do balíků a putuje k dalším zpracovatelům. Převádí se na drť, tzv. flakesy, oddělují se od něj víčka⁹³ a etikety, propírá se v průmyslové pračce, ve které se flakesy zbavují zbytků potravin a lepidel, suší se a obvykle se tepelně a tlakově zpracovává do formy granulátu. Nejen proto, že se každý krok obvykle provádí v jiné společnosti a odpad se stále převážá, představuje jeho zpracování ekonomicky a energeticky náročný proces a v neposlední řadě i zátěž pro životní prostředí.⁹⁴

Doposud jsem se zabývala plasty tak, jako by se jednalo o jeden druh materiálu. V souvislosti s problematikou recyklace je však nutné uvést, že se plast podobně jako např. kov dělí na spoustu druhů a že se každý typ zpracovává odlišným způsobem.

V kontejnerech na komunální plasty se asi z 80 % vyskytují 4 druhy plastů. Jedná se o polyethylen (PE), který se dělí na nízkohustotní (LDPE) a vysokohustotní (HDPE), polypropylen (PP) a polyethylenterefta-

⁹⁰ KRULIŠ, Zdeněk. Recyklace plastového odpadu: Technologické možnosti a realita. *Vesmír*. 2019, 98 (12), s. 685.

⁹¹ Tamtéž, s. 684.

⁹² Tento postup spočívá v tavení plastového odpadu, jeho tvarování do nového výrobku a následném ochlazení. Během procesu neprobíhá chemická reakce recyklovaného materiálu a k uskutečnění tohoto postupu recyklace jsou zapotřebí mechanické technologie. Další postupy zpracování plastů viz v KIZLINK, Juraj. *Odpady: Sběr, zpracování, využití, zneškodnění, legislativa*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2014, s. 162–163.; Jak se recykluje plast. *Třídění odpadu.cz* [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: www.trideniodpadu.cz/jak-se-recykluje-plast.

⁹³ Víčka nápojových obalů jsou vyráběna z dobře zpracovatelného HDPE. Po oddělení od lahví v průmyslové myčce zůstávají oproti PET plout na hladině. Nestává se z nich odpad, ale jsou taktéž recyklována.

⁹⁴ KIZLINK, J. *Odpady: Sběr, zpracování, využití, zneškodnění, legislativa*. S. 168.

lát (PET). Z LDPE se nejčastěji vyrábějí folie, sáčky a pytle, z HDPE jsou zhotovována víčka nápojových obalů nebo tuhé obaly drogerie, z PP jsou často vyráběny kelímky a kelíky na jogurty a z PET nápojové či drogistické obaly, např. obaly na ústní vodu. Zbýlý obsah kontejneru obvykle tvoří polystyren (PS), houževnatý a občas kuličkový, polyvinylchlorid (PVC) a další plasty. Každý z těchto polymerů má unikátní vlastnosti, např. index tavení, a tudíž i způsob zpracování a využití. Je tedy nutné každou komoditu roztřídit a zpracovat zvlášť, aby měl výsledný recyklát požadované mechanické a estetické vlastnosti.

Jiří Gášek

KOVOSTEEL Recycling

Všechny plasty z kontejneru na separovaný odpad se však zdaleka nerecyklují, jak se často mylně traduje. Celé odpadové hospodářství stojí na ekonomické stránce, a proto se z třídícího pásu vybírají pouze ty materiály, které jsou aktuálně prodejné na trhu s druhotnými surovinami.⁹⁵

Vzhledem k situaci na trhu a aktuálním cenám je nyní odbyt pouze pro PET lahve, drogistické obaly z HDPE a průhledné průmyslové folie z LDPE. Snáze se k recyklaci předávají materiály obecnější povahy než úzce specializované materiály s aditivami. Ekonomiku recyklace plastů drží zejména čirý PET, jež zpracovatelé odebírají kvůli možnosti vytvořit z něj jakoukoli barvu. S barevností PET se recyklace komplikuje, protože ho lze pouze ztmavovat do černa.⁹⁶ Zákazník si ale raději koupí zboží zabalené ve vizuálně zajímavějším než tmavém obalu. Také se rozdělením na komodity podle barev zvyšuje pracnost a logistické zatížení. Pro každou barvu musí přijet zvláštní kamion, a tím se zvyšuje uhlíková stopa.⁹⁷

Zbýlý plastový odpad projede dál linkou a obvykle se předá zařízení pro energetické využití odpadu, ve kterém se z něj vyrobí teplo nebo elektřina, nebo do cementárny, ve které slouží jako tuhé alternativní palivo. Skládání plastů by měla být až poslední možnost, protože tam obvykle nedochází k žádnému jeho využití. V některých případech lze i tento zbylý odpad vytřídit. Výrobci ho používají na zhotovení např. protihlukových stěn, zatravnovacích dlaždic, kabelových obalů, potrubí a jiných výrobků nenáročných na vzhled. Nejčastěji pro tuto výrobu užívají PP a PE. Oba tyto materiály se řadí mezi tzv. polyolefiny a jsou si vlastnostmi, např. teplotou tání, podobné. Výrobci těchto produktů stačí, že se materiál roztaví a spojí. Nevyžadují, aby byl zcela homogenní. Výkupní cena těchto materiálů je však tak nízká, že nezaplatí práci lidí na třídící lince. Proto se tyto plasty často nechávají linkou projet a odvezou se do zmíněných zařízení. Výrobci potravinářských obalů, např. kelímků od jogurtů, pro něž je důležitý vzhled, používají výhradně primární materiály.

Jiří Gášek

KOVOSTEEL Recycling

⁹⁵ KRULIŠ, Z. Recyklace plastového odpadu: Technologické možnosti a realita. *Vesmír*. S. 684.

⁹⁶ To se týká např. obalů od levných energetických nápojů.

⁹⁷ Jak se recykluje plast. *Třídění odpadu.cz* [online]. [cit. 2020-05-10].

Důležitým faktorem pro recyklaci plastů, zejména obalových, je tedy homogennost materiálu. Třídící systémy však nejsou dokonalé a může se stát, že se k jednomu druhu materiálu přidá jiný. To může způsobit i jiné potíže než pouze estetické. Pokud se např. do tavného kotle s PP nebo PET omylem vhodí kousek PVC, tak materiál reaguje s chlórem obsaženým v PVC. Recyklovaný materiál se znehodnotí a nelze ho dále použít. PVC se používá jako smršťovací folie pro potah PET lahví. Použití PVC je pro výrobce velmi výhodné. Je levné, má vhodné vlastnosti na potisk a snadno okopíruje láhev. V průmyslové myčce se však od PET neoddělí a oba druhy materiálu klesají ke dnu. Proto tyto celopotahované lahve nelze recyklovat. PVC je navíc složením nevhodné pro spalování, a proto končí na skládce.⁹⁸ Ekonomicky se nevyplatí zaměstnávat pracovníka pro ruční odstraňování PVC potahů, protože by tato práce trvala příliš dlouho. Proto se jednou za čas tento odpad semele a prodá se do asijských zemí.⁹⁹

Problém nadužívání druhů plastů vytvářejí zejména sami výrobci. Chtějí se oddělit od konkurence a zaujmout zákazníka, a proto každý používá jiný druh plastu. Využitelnost upravených a barvených plastů je pro recyklaci minimální.¹⁰⁰ To je jedním z důvodů, proč jsou např. kelímky od jogurtů nerecyklovatelné.

Ke zlepšení situace v České republice však nepřispívá ani obalová společnost EKO-KOM¹⁰¹ a zastupitelé obcí. Podle zákona o obalech mají čeští plnič obalů povinnost zajistit zpětný odběr použitých obalů.¹⁰² Tuto povinnost smluvně přenesli na společnost EKO-KOM, která se za ně zavázala zajistit tříděný sběr použitých obalů. Čtvrtletně od nich proto EKO-KOM vybírá poplatky za uvedení obalu na trh a tyto peníze přerozděluje ve formě odměn obcím podle množství odpadu vhozeného do kontejnerů na separovaný odpad. Třídít odpad se tedy obcím z tohoto důvodu vyplácí.¹⁰³

Plnič obalů výši poplatku za obal započítávají do ceny zboží prodávaného v obchodě zákazníkům. Celý systém recyklace tedy platí občané, i ti, kteří odpad neseparují. Zpravidla o tom občané nevědí, protože se o tom veřejně nemluví. Peníze se pak přerozdělují obcím a starostové kvůli odměnám na občany tlačí, aby třídili odpad. Občanům se prezentují polopravdy, ze kterých vyplývá, že vytříděním co největšího ob-

⁹⁸ Jak se recykluje plast. *Třídění odpadu.cz* [online]. [cit. 2020-04-30].

⁹⁹ KIZLINK, J. *Odpady: Sběr, zpracování, využití, zneškodnění, legislativa*. S. 167.

¹⁰⁰ Jak se recykluje plast. *Třídění odpadu.cz* [online]. [cit. 2020-04-30].

¹⁰¹ EKO-KOM je společnost zajišťující provoz celorepublikového systému třídění, recyklace a využití obalového odpadu. Viz *EKO-KOM* [online]. [cit. 2020-05-01]. Dostupné z: www.ekokom.cz.

¹⁰² *Zákon o obalech a o změně některých zákonů* [online]. Ministerstvo životního prostředí, 4. 12. 2001 [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/OpenDocument.

¹⁰³ Třídění odpadů je pro obce ekologické i ekonomické. *Deník Litoměřicka*. 1. 11. 2005. In: *EKO-KOMunikace: Zpravodaj pro klienty společnosti EKO-KOM* [online]. EKO-KOM, 2006 (1), s. 2 [cit. 2020-05-02]. Dostupné z: www.ekokom.cz/uploads/attachments/Klienti/Ekomunikace/EKOKOMunikace_01-06.pdf.

jemu plastů se zachraňují finanční a environmentální hodnoty. Lidé pak třídí všechnen plastový odpad a většina z něj je nerecyklovatelná. Společnost EKO-KOM pak do statistik recyklovaného odpadu uvádí všechnen odpad, který se našel ve žlutých kontejnerech. Objem recyklovaného materiálu je však mizivý.

Jana Suzová

SAKO Brno

Kromě materiálové heterogenity odpadu komplikuje jeho recyklaci i organické znečištění. Technologie mechanické recyklace je vhodná pouze pro odpad bez kontaminantů. Tyto podmínky však většina platového odpadu nesplňuje. Pokud jsou obalové plasty nadměrně znečištěné od obsahu či od sebe navzájem, jsou k recyklaci nepoužitelné.¹⁰⁴

Tento problém se týká zejména obalových folií, jako jsou sáčky od svačín, které mají obvykle více nečistot, než samy váží. Pokud se v průběhu recyklačního procesu na povrchu plastu nečistoty vyskytují, zahřátím se navážou dovnitř molekul a negativně ovlivní kvalitu výsledného recyklátu. Technologicky lze kontaminovaný odpad vyčistit, ale bylo by to příliš drahé. V místech blízkých zařízením na energetické využití odpadu, např. v Liberci, je proto lepší tyto odpadky vyhodit do směsného komunálního odpadu, který do tohoto zařízení rovnou putuje. Ušetří to práci zejména zaměstnancům třídících linek, ke kterým po třídícím pásu dojede menší množství nepoužitelného odpadu, a tudíž se tak často nestane, že by přehlédli materiál vhodný k recyklaci.

Petr Grof

FCC Environment Liberec

Množství recyklovaného plastu zásadně ovlivňuje cena ropy. Pokud klesne cena této primární suroviny pod určitou hodnotu, přestává být pro výrobce ekonomicky přínosné nahrazovat ji druhotnými surovinami či je do ní přidávat.¹⁰⁵ Ekonomiku recyklace odpadu ovlivňuje kromě výkupní ceny za drcený odpad taktéž vzdálenost místa zpracování od místa jeho sběru a pořízení velkoobjemových žoků, tzv. bigbagů, určených k uchování a přepravě plastových flakesů.¹⁰⁶

Pokud je výkupní cena druhotných materiálů příliš nízká, nevyplatí se je dotřídňovat. Může se proto v některých firmách stát, že odpad projde přes třídící linku pouze administrativně. Reálně tedy nelze přesně zjistit, kolik plastu se zrecykluje.

Jiří Gášek

KOVOSTEEL Recycling

¹⁰⁴ GEYER, R., J. R. JAMBECK a K. L. LAW. *Production, use, and fate of all plastics ever made* [online]. [cit. 2020-05-02].

¹⁰⁵ Jak se recykluje plast. *Třídění odpadu.cz* [online]. [cit. 2020-05-04].

¹⁰⁶ KIZLINK, J. *Odpady: Sběr, zpracování, využití, zneškodnění, legislativa*. S. 165.

Kdyby se i přes uvedené problémy poptávka po druhotných surovinách zvýšila, nemusel by tento krok však pro životní prostředí a organismy znamenat výhodu. I přes to, že se do některých plastových výrobků přidávání leckterých nebezpečných látek, např. bisfenolu A, v minulosti zakázalo, není výjimkou, že vícekrát recyklované materiály tyto látky stále obsahují a látky se z nich uvolňují. Bylo by proto vhodné takové plasty kontrolovaně spálit.¹⁰⁷

Aditiva se z plastů uvolňují proto, že plast degraduje. Degradaci plastu kromě působení UV záření způsobují termické a mechanické procesy během recyklace. Každou recyklací se tedy získá méně kvalitní výrobek než z primární suroviny. Recyklovaný plast rychleji křehne a roztápá se. Zhoršují se i jeho vizuální vlastnosti. Z těchto důvodů se obalové recykláty skládají z menšího podílu levnější druhotné suroviny a většího podílu primární suroviny.¹⁰⁸

Z výše uvedených problémů je zřejmé, že poptávka po plastovém odpadu je oproti kvalitní primární surovině z rafinerie mizivá. Evropská komise odhaduje, že se v EU ročně vyprodukuje 25 milionů tun plastů a méně než 30 % z tohoto počtu se vytrídí k recyklaci.¹⁰⁹ Část tohoto sebraného odpadu se ještě vyváží za účelem materiálového využití do asijských zemí, a to z důvodu nedostatečných domácích zpracovatelských kapacit. Poptávka po recyklovaném materiálu tak v Evropě činí pouze 6 % z celkové poptávky po plastech. Zbývajících 70 % plastového odpadu se nejčastěji skládá, z menší části spaluje nebo končí v životním prostředí.¹¹⁰ I přes úskalí, která recyklace plastů představuje, podpořila Evropská komise v roce

¹⁰⁷ U dětských hraček se jedná např. o bromované zhaščeče hoření, které jsou spojovány s metabolickou disrupcí, thyroideální rakovinou ad. Viz CAJTHAML, T. *Zpráva o stavu planety II.: Krize krajiny!?! - Znečištění životního prostředí v postmoderní době* [online]. [cit. 2020-05-03]. Podle slov Jany Suzové představují negativní účinek recyklace i např. chemikálie z průmyslové myčky, které kontaminují odpadní vody.

¹⁰⁸ Jak se recykluje plast. *Trídění odpadu.cz* [online]. [cit. 2020-05-03]. Nová PET lahev se podle slov Petra Grofa skládá z 20 % druhotné suroviny a 80 % primární suroviny.

¹⁰⁹ EU Plastics Strategy: a vision of what we want the plastics economy to look like by 2030. *European Commission* [online]. [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: www.ec.europa.eu/ireland/news/eu-plastics-strategy-a-vision-of-what-we-want-the-plastics-economy-to-look-like-by-2030_en.

¹¹⁰ Skládání odpadu se považuje za nejméně ekologický způsob nakládání s odpady. Na běžné skládce by se měl odvážet odpad nevhodný ke spálení a směsný komunální odpad, který by měl obsahovat neroztřiditelný odpad. Ve skutečnosti jeho vysoký podíl tvoří i separovatelné plasty. Chemické látky z plastů se na skládce nekontrolovaně uvolňují, a to samovolně nebo při požárech. V důsledku občasných požárů dochází k porušení těsnění skládce a kontaminaci půdy. Petr Grof se domnívá, že si příroda se skládkami v dlouhodobém horizontu sama poradí, vyčistí se a obnoví. Zdůvodňuje to tím, že dnes existují důkazy o pravěkých environmentálních katastrofách už jen v sedimentech. Podporuje tedy Lovelockovu teorii, že Země je samoregulující se organismus. Oproti skládkám se kontrolovaným spalováním plastu v zařízeních na energetické využití odpadu toxické látky obsažené v odpadu ničí. V České republice se nyní vyskytují čtyři tyto technologie. Viz Interactive Map of Waste-to-Energy Plants. *CEWEP* [online]. 2017 [cit. 2020-05-03]. Dostupné z: www.cewep.eu/interactive-map/. Tato zařízení musí ze zákona splňovat přísné emisní limity, proto v jejich okolí nebývají naměřeny takřka žádné zdraví škodlivé látky. Nevýhodou je však vysoká produkce oxidu uhličitého přispívajícího ke globálnímu oteplování a produkce škváry, v níž zůstávají těžké kovy přidávané např. do barvených plastů. Tento produkt spalo-

2018 strategii nakládání s plastovým odpadem, která mimo jiné do roku 2030 cílí na recyklovatelnost všech plastových obalů.¹¹¹ Na celém světě však chybí zpracovatelské kapacity, a proto není technologicky možné všechny plasty recyklovat.

Jednou z příčin tohoto problému v České republice je nízká cena skládkování odpadu. Dokud bude skládkování nejlevnějším způsobem nakládání s odpady, nevzniknou nové zpracovatelské technologie. Odložit odpad na skládku zatím představuje nejlevnější a nejjednodušší řešení. Např. v Dolním Rakousku neexistují žádné skládky. Poplatky za nakládání s odpady byly mnohonásobně zvýšeny a lidé s tím souhlasí. Země si tak může dovolit více recyklačních zařízení a spaloven. V České republice se lidé proti cenám za zpracování odpadu bouří, a proto nové technologie bez vložení peněz vznikat nemohou. Zastupitelé měst si zajišťují politické body odpouštěním poplatků za odpad dětem a seniorům, ale obec tyto peníze musí nahrazovat, a to např. tím, že nespravuje chodníky.

Jana Suzová
SAKO Brno

Nízká cena skládkování v České republice zapříčiňuje, že na skládkách končí velký objem tuzemského odpadu také z toho důvodu, že se kvůli vysoké ceně za skládkování v západních evropských zemích vyplatí zahraničním firmám dovážet odpad do českých spaloven. Spalovny odpad přijímají za zvýšenou cenu, která je však nižší než cena skládkování v zemích těchto firem, takže je obchod výhodný pro obě strany. Spalovny naplní kapacitu, a proto nelikvidují odpad od českých firem.

Jiří Gášek
KOVOSTEEL Recycling

Z důvodu nedostatečných zpracovatelských kapacit je velké množství plastového odpadu sebraného z EU a USA odesíláno ke zpracování do Asie a Afriky.¹¹² V EU jde asi o polovinu

vání se používá ve stavebnictví jako tzv. škvárobeton, ale jeho většina se odváží na skládku. Další srovnání viz v KIZLINK, J. *Odpady: Sběr, zpracování, využití, zneškodnění, legislativa*. S. 129–130.

Podle Jiřího Gášky určuje způsob likvidace obsahu černých kontejnerů a nerecyklovatelných plastů ze žlutých kontejnerů místo jejich sběru. Pokud se v konkrétním regionu, tj. zhruba v okruhu 40 kilometrů, vyskytuje zařízení na energetické využití odpadu, putuje většina množství obou druhů odpadů na energetické využití. Množství přijímaného odpadu záleží na kapacitě zařízení. V regionech bez této technologie se téměř automaticky směsný komunální odpad dostává na skládku a nerecyklovatelný plast z třídících linek je transportován do cementáren a využit jako palivo. Pokud však některá svozová firma provozuje blízkou skládku, bývá pro ni nejlevnější řešení skládkovat i takový materiál, který by na skládce neměl končit – tj. nerecyklovatelný plast odcházející z třídících linek.

¹¹¹ Toho by mělo být dosaženo používáním lépe recyklovatelných materiálů a stimulací designu obalů vhodných pro využití v oběhovém hospodářství.

¹¹² Obchod zemí EU s plastovým odpadem je upraven nařízením o přepravě odpadů. Export plastového odpadu z EU do zemí mimo EU k likvidaci je podle právních předpisů EU zakázán. Musí se vyvézt za účelem materiálového zpracování. Basilejská úmluva však zakazuje vývoz kontaminovaného, smíšeného nebo těžko recyklovatelného plastového odpadu. Viz The plastic waste trade in the circular economy. *European Environment Agency* [online]. [cit. 2020-05-04].

sebraných plastů.¹¹³ Evropské a americké země nemají schopnost spravovat rostoucí množství plastového odpadu oběhovým a udržitelným způsobem. Největší množství vyvezených plastů z EU a USA bylo do roku 2018 přepraveno do Číny, do které se dováželo nejvíce plastového odpadu už od 90. let. Řada vyspělých zemí své problémy s objemem plastového odpadu odsunula do rozvíjejících se ekonomik v Asii a Africe, aniž by se obávala environmentálních dopadů. Plastový odpad z USA či EU byl často znečištěný nebo jiným způsobem nerecyklovatelný, a proto musel být v přijímajících zemích uložen na skládku. Z těchto důvodů Čína v roce 2018 dovoz nekvalitních plastů zakázala. Nyní do ní lze dovážet pouze čistý regranulát či panenský plast.¹¹⁴ Vzhledem k vážným obavám z plastového odpadu podepsaly i další asijské a africké země smlouvu, která jim poskytla pravomoc zablokovat import kontaminovaných nebo těžce recyklovatelných plastů. Tímto krokem země, které čelí řadě svých vlastních ekologických problémů, včetně znečištěných vodních toků a vzduchu, poskytly impuls globálnímu plastikářskému průmyslu, aby přehodnotil, jak nakládá s odpadem.¹¹⁵ I přes zákaz vývozu plastů do Číny a jiných zemí se sem však tento odpad kvůli finančnímu zisku stále přepravuje. A to do neoficiálních továren na zpracování odpadu nebo za účely nelegálního spalování.¹¹⁶ Omezení dovozu odpadu do Číny a jiných zemí však zapříčinilo vývoz většiny plastů do jiných zemí.¹¹⁷ Dovoz plastu do těchto zemí je možný, protože pro ně představuje ekonomickou hodnotu. Tyto země navíc nemají stejná pravidla a předpisy pro nakládání s odpady jako EU, a proto mohou s plastovým odpadem nakládat méně kontrolovaným způsobem. Dovážený odpad se často nezpracovává v souladu s evropskými normami a bývá umístován na nekontrolovanou skládku nebo spalován neregulovanými způsoby.¹¹⁸

¹¹³ Plastový odpad a jeho recyklace v EU. *Evropský parlament: Zpravodajství* [online]. 19.12.2018 [cit. 2020-05-01]. Dostupné z: www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/society/20181212STO21610/plastovy-odpad-a-jeho-recyklace-v-eu-infografika.

¹¹⁴ V současnosti se Čína spoléhá zejména na sběr vlastního recyklovaného materiálu a soustředí na zlepšení technologie nakládání s domácím odpadem. Viz Jak se recykluje plast. *Třídění odpadu.cz* [online]. [cit. 2020-05-03].

¹¹⁵ MCCORMICK, Erin a kol. Where does your plastic go? Global investigation reveals America's dirty secret. *The Guardian* [online]. 2019 [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: www.theguardian.com/us-news/2019/jun/17/recycled-plastic-america-global-crisis.

¹¹⁶ Mnoho přepravců jednoduše mění kódy v dokumentaci pro své nákladní kontejnery, aby to vypadalo, že odesílají panenský plast, který není regulován, místo starého recyklačního odpadu. Pro přepravu si vybírají ty přístavy, ve kterých probíhají kontroly nejméně často. Nelegální obchod poskytuje prodejcům i kupujícím značné zisky, zatímco riziko pokut nebo uvěznění je nízké. Srov. Jak se recykluje plast. *Třídění odpadu.cz* [online]. [cit. 2020-05-04].; MCCORMICK, E. a kol. Where does your plastic go? Global investigation reveals America's dirty secret. *The Guardian* [online]. [cit. 2020-05-04].

¹¹⁷ např. Turecka, Indonésie, Kambodže, Keni atd.

¹¹⁸ The plastic waste trade in the circular economy. *European Environment Agency* [online]. [cit. 2020-05-04]. Otevřeným spalováním se z plastů uvolňují toxická aditiva, jimž bývají pracovníci dlouhodobě vystavováni. Plastový odpad se spaluje neregulovaně i v regionech s nízkými příjmy pro účely vytápění a vaření. Viz Proble-

Přestože evropské vývozní toky prozatím alternativní destinace našly, stává se export stále obtížnějším. V krátkodobém horizontu to pravděpodobně povede ke zvýšenému ukládání plastového odpadu na skládku. Zákaz obchodu s plastem vyspělé země nutí, aby zvážily možnost zpracovávání plastového odpadu na domácím trhu. K tomu bude potřeba vybudovat dostatek zpracovatelských kapacit. Hlavní zábranou budování je investování financí. Technologické možnosti jsou zde však dostupnější než v mnoha zemích, do kterých se odpad vyváží.¹¹⁹

V této podkapitole byly uvedeny hlavní potíže související s recyklací plastů. V souvislosti s plastovým odpadem a jeho recyklací dále uvádím informace konkrétně o městě Liberec. Odpad ze statutárního města Liberec, a dalších 17 blízkých obcí, sváží a zpracovává firma FCC Environment. Ročně ze všech těchto obcí svezí asi 1800 tun separovaných plastů. Tento materiál se dotřídí na lince ve sběrném dvoře Ampérova. Plasty vhodné k recyklaci se prodávají dalším zpracovatelům. Ty druhy plastů, které nejsou pro recyklaci použitelné, firma dopravuje do liberecké společnosti Termizo, zařízení na energetické využití odpadu. Sem ročně putuje i zhruba 39 tisíc tun směsného komunálního odpadu a asi 8 tisíc tun směsného odpadu bývá transportováno na skládku do Frýdlantu.¹²⁰

Petr Grof, ředitel liberecké pobočky této firmy, uvedl na problematiku recyklace svůj pohled:

Na trhu existuje spousta druhů plastů, které se nerecyklují. V současnosti lze ve žlutém kontejneru nalézt až 90 druhů plastů. Budoucnost vidím v omezení potravinářského průmyslu na 3–5 druhů plastů. Zavést takové opatření do praxe by však nebylo jednoduché. Kdyby se např. PET začal produkovat pouze čirý, firmy vyrábějící barevný PET by se zavřely. A to proto, že stávající firmy s čirým PET jsou pro tuto výrobu technologicky vyspělejší, a tak by nabízely i nižší cenu. Tudíž by potravinářské firmy odebíraly obaly pouze od těchto finančně výhodnějších výrobců. Nicméně kdyby byly všechny PET čiré, vyrecykluje se jich sto procent. Je dobré, že se lidi naučili třídít odpad i přes to, že se jeho velká část nerecykluje. To už je věc politiky a zavedení takovýchto opatření.

V souvislosti s plastovým znečištěním by se mělo zatlačit hlavně na země Asie a Afriky, aby vybudovaly systémový sběr odpadu. Pro tyto země by uzavření biologicky kontaminovaného odpadu do nádob a jeho následné spálení představovalo i prostředek k ničení nemocí. Zatím má možnost systémového sběru odpadu asi jen 30 % světové populace a pouze zhruba 500 milionů lidí má možnost rozhodnout se, zda vyhodí plast do směsného nebo separovaného odpadu. Globálně však média poukazují na jiné věci, které podle mě nejsou pro řešení environmentální problematiky prioritou.

Petr Grof

FCC Environment Liberec

matic single-use plastics. *SINGLE-USE PLASTICS: A Roadmap for Sustainability* [online], s. 14. [cit. 2020-03-30].

¹¹⁹ Tamtéž. [cit. 2020-05-04].

¹²⁰ Další informace o společnosti viz na *FCC Environment* [online]. [cit. 2020-05-06]. Dostupné z: www.fcc-group.eu/cs/ceska-republika/provozovny/fcc-liberec-s-r-o-.html.

Tato podkapitola ukázala, že proces recyklace sice přispívá k úniku plastů do životního prostředí, ale že problematiku plastového znečištění neřeší efektivně, protože je spojen s mnohými dalšími environmentálními potížemi. Myslím si, že účinným řešením plastového znečištění by bylo výrazně omezit produkci plastů. Proto by vlivné společnosti a zastupitelé obcí měli spíše propagovat předcházení vzniku plastového odpadu než jeho třídění. Ve třetí fázi antropocénu se tedy ukáže, zda se lidstvo globálně vydá bezobalovou cestou, nebo své chování, které je mu podle Lovelocka dáno přirozeným výběrem, změnit nedokáže.

Závěr

Produkce jednorázových plastů je každým rokem stále vyšší, a proto významně vzrůstá i množství plastového odpadu. Obaly z polymerních materiálů mají řadu výhod, jako je nízká hmotnost, odolnost, splnění hygienických požadavků pro transport zboží atd., ale způsobují zásadní environmentální problémy. Mezi stěžejní problémy spojené s plastovým znečištěním patří výskyt nemocí, které se objevují v souvislosti s příjmem uvolňujících se toxických látek obsažených v plastech, přítomnost plastových odpadků v prostředí, jež způsobují vymírání zástupců řady živočišných druhů, kontaminace životního prostředí mikroplasty a z toho vyplývající zdravotní potíže u organismů, změny struktury u rostlin a přemnožení některých druhů hmyzu způsobující výkyvy v ekosystému. Uvedením hlavních problémů spjatých s produkcí plastů jsem demonstrovala vlivné postavení člověka na Zemi a předvedla, že označení současné geologické epochy jako antropocén, tedy věk člověka, je opodstatněné. Obsah práce se zabýval zejména druhou fází antropocénu, která odstartovala v 50. letech a která je specifická nebývalým technickým vzestupem, do něhož lze zařadit i počátek masové produkce plastů. Globální výroba plastů ovlivnila současnou podobu světa. Záměrem lidí však, podle koncepce antropocénu, bylo přizpůsobit přírodu svému užitku a nikoliv ji záměrně destruovat. Dopady vlastní činnosti si lidé začínají uvědomovat až v posledních několika letech, ve kterých se stávají důsledky plastového znečištění viditelné.

V bakalářské práci jsem se zaměřila na to, jak vážné jsou stávající problémy spojené s produkcí plastů, co může způsobit vzrůstající míra jejich výroby, jak lze problematiku plastového znečištění řešit a zda ke snížení plastového znečištění efektivně přispívá recyklace. Ze získaných poznatků jsem usoudila, že narůstající produkce plastů může v budoucnosti vážnost stávajících problémů ještě zesílit. Myslím si, že pokud se produkce plastů výrazně neomezí, lze v krátkodobém horizontu očekávat úhyn významného množství živočišných druhů, což mimo jiné naruší např. zákonitosti potravního řetězce. Výraznější problémy by mohly postihnout i lidský druh. Ačkoli jsou negativní zdravotní účinky spjaté s mechanickým poškozením lidských orgánů mikroplasty stále předmětem diskusí, někteří zmiňovaní vědci předpokládají, že by zvýšení koncentrace mikroplastů v lidském těle znamenala vážná zdravotní rizika. Mezi již prokázané dopady plastů a mikroplastů na lidský organismus patří vznik onemocnění způsobených příjmem toxických látek, které se přidávají do plastů pro získání potřebných vlastností. Lovelockova teorie Gaia předpokládá, že v obdobích, kdy nastanou podmínky lidem nepříznivé, na Zemi zůstane místo, ve kterém klima a chemické složení budou

život stále podporovat.¹²¹ V souvislosti s plastovým znečištěním se může jednat o současné oblasti bez civilizace či místa s malým podílem populace, ve kterých se mikroplasty nacházejí v nízkých koncentracích. Zda se malé množství nahromaděných mikroplastů v těchto oblastech nezvětší, záleží nejspíše na tom, jak rychle a jestli vůbec lidé plastovou produkci zastaví, či alespoň omezí.

Lovelockovu teorii Gaia můžeme interpretovat také tak, že Země je samoobnovující se organismus, který se z pohrom hrozících plastovým znečištěním dostane. Ovšem některé zmiňované výzkumy uvádějí, že plast je materiál nerozložitelný. Tyto studie však vycházejí pouze z krátkodobé praxe plastového průmyslu a přítomnost plastových částic na Zemi je v dlouhodobém horizontu předmětem hypotéz. Je tedy možné, že se Gaia i z obtíží způsobených plastovým znečištěním za určitý dlouhý čas opravdu dostane. Pokud však plastový průmysl změny k ochraně životního prostředí nepodstoupí, tedy pokud se lidé jako složka Gaii příliš vychýlí a přestanou spolupracovat, tento systém by se podle Lovelockových hypotéz postaral o výrazné snížení jejich počtu. Lidský druh totiž změnou chemického složení planety nezáměrně ohrožuje sám sebe, protože ze znečištěného prostředí přijímá kontaminanty zpět. Možná se pak naplní Lovelockovo tvrzení, podle kterého mohou lidé plastovým znečištěním vytvářet vhodné podmínky pro jiné druhy.¹²² Výzkumy už teď ukazují, že povrch plastů představuje ideální místo pro život patogenních mikrobů způsobujících bakteriální a virová onemocnění. Je tedy podle mého mínění pravděpodobné, že se pro ně znečištěná planeta může stát vhodným místem k životu a že zároveň přespějí k záhubě jiných současně žijících organismů.

Souhlasím s Lovelockovou tezí, že lidstvo příliš spoléhá na technologické vynálezy a stávající problémy zlehčuje vírou v pokrok, jež umožní dostat se do nového bezproblémového stavu.¹²³ Ve snaze eliminovat dopady plastového odpadu se vyvíjejí např. biodegradabilní plasty nebo se stanovují cíle pro zvyšování podílu recyklace. Na základě uvedených zjištění o bioplastech a recyklaci však soudím, že k řešení problematiky plastového znečištění nepřispějí. Výrobou bioplastů se mimo jiné plýtvá potravinami a kvůli získání zemědělské půdy se mýtí lesy, což v důsledku může podle Lovelockovy koncepce zapříčinit nemožnost planety se ochlazovat. Některé tyto alternativní plasty se zčásti skládají z fosilního plastu, který se rozpadá na mikroplasty a kontaminuje životní prostředí. Recyklace plastů sice přispívá k zamezování uniků plastových odpadků do životního prostředí, ale mnohé ze zjištěných in-

¹²¹ LOVELOCK, J. E. *Gaia: Živoucí planeta*, s. 152–176.

¹²² Tamtéž.

¹²³ LOVELOCK, J. E. *Mizející tvář Gaii: Poslední varování*, s. 67.

formací ukazují, že pro organismy a životní prostředí představuje i řadu nevýhod, než aby byla efektivní pro jejich ochranu. Během výzkumu jsem přišla na nové skutečnosti, se kterými jsem na začátku nepočítala a které můj pohled na danou problematiku změnily. Týká se to především zjištění, že se většina plastů nerecykluje. Jednou z objevených příčinou nízkého procenta recyklovaných jednorázových plastů je nemožnost použití adovaných plastů speciálních vlastností, kterých se kvůli požadavkům zákazníků na trhu objevuje většina. Dále se jedná o vysokou míru jejich organického znečištění. Po recyklovaném materiálu není velká potřeba ani proto, že recyklačními procesy degraduje, proto se rychleji rozpadá a uvolňují se z něj toxická aditiva. V některých vícekrát recyklovaných plastech se nacházejí nebezpečné látky, které byly již v minulosti zakázány. Kromě toho na celém světě chybí zpracovatelské kapacity pro plasty. Vyspělé ekonomiky, EU a USA, se se situací vypořádávají vývozem plastů do rozvojových zemí, ve kterých se s nimi však nakládá nekontrolovanými způsoby.

Na základě prostudování odborné literatury a uskutečnění rozhovorů s odborníky specializujícími se na problematiku plastového znečištění a recyklace se domnívám, že řešením problematiky plastového znečištění by mělo být zásadní omezení výroby jednorázových plastů. Budoucnost vidím v bezobalovém nakupování spíše než v používání alternativních náhrad plastů, jež k řešení problému nepřispívají. Zastupitelé obcí a vlivné společnosti, jež nepůsobí militantním dojmem jako některá ekologická hnutí, by se proto měli místo propagace třídění odpadu více soustředit na nabádání ke snižování jeho produkce. Otázkou zůstává, zda budou ochotni se zaměřit více na environmentální výhody než na ty ekonomické. Práci by bylo zajímavé rozšířit a navrhnout i jiné způsoby, kterými lze globálně vzniku plastového odpadu předcházet, a zamyslet se nad jejich důsledky.

Myslím si, že na podobné otázky, na které jsem se zaměřila v bakalářské práci, a návrhy řešení problematiky plastového znečištění by se měly zaměřit diskuse ve třetí fázi antropocénu, ve které by měla být vypracována obecně přijímaná strategie k zajištění udržitelnosti systému. Ať už se bude situace vyvíjet jakkoli, následujících několik desetiletí bude zlomovým bodem ve vývoji antropocénu.

Seznam použitých zdrojů

Tištěné zdroje

BENEŠ, Hynek. Biologicky rozložitelné plasty a bioplasty: Mýty, sny a skutečnost. *Vesmír*. 2019, 98 (12), s. 691–693.

CRANE, Leah. Grape skins and stems used to enhance plastic. *New Scientist*. 26. 5. 2018, 238 (3179), s. 9.

DAWKINS, Richard. *The Extended Phenotype*. Oxford: Oxford University Press, 1982, 307 s.

DOOLITTLE, Ford. Is nature really motherly? *The CoEvolution Quarterly*, 1981, (29), s. 58–63.

HARARI, Yuval Noah. *Homo deus: Stručné dějiny zítřka*. Voznice: Leda, 2017, 431 s.

KIZLINK, Juraj. *Odpady: Sběr, zpracování, využití, zneškodnění, legislativa*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2014, 483 s.

KLEIN, Alice. What not to wear. *New Scientist*. 16. 6. 2018, 238 (3182), s. 22–23.

KOHÁK, Erasm. Zelená svatozář. Kapitoly z ekologické etiky. Praha: SLON, 2000, s. 29–36.

KRULIŠ, Zdeněk. Recyklace plastového odpadu: Technologické možnosti a realita. *Vesmír*. 2019, 98 (12), s. 684–687.

LAWTON, Graham. Plastic measures. *New Scientist*. 7. 12. 2019, 244 (3259), s. 38–41.

LOVELOCK, James Ephraim. *Gaia vrací úder: Proč se Země brání a jak ještě můžeme zachránit lidstvo*. Praha: Academia, 2008, 196 s.

LOVELOCK, James Ephraim. *Gaia: Nový pohled na život na Zemi*. Prešov: Abies, 1993, 175 s.

LOVELOCK, James Ephraim. *Gaia: Živoucí planeta*, Praha: Mladá fronta, 1994, 221 s.

LOVELOCK, James Ephraim. *Mizející tvář Gaii: Poslední varování*. Praha: Academia, 2012, 210 s.

PIVOKONSKÝ, Martin a kol. Mikroplasty. *Vesmír*. 2019, 98 (12), s. 688–690.

REED, Christina. The other plastic plague. *New Scientist*. 14. 7. 2018, 239 (3186), s. 37–39.

TOMANOVÁ, Lucie. Vladimír Kočí: Selským rozumem za horizont nedohlédneme. *Material Times*. 2019, (4), s. 24–35.

VOJTĚCHOVÁ, Sabina. Vítejte v plastocénu. *Sedmá generace*. 2018, 27 (1), s. 9–11.

WILSON, Clare. BPA-free water bottles may be harmful too. *New Scientist*. 4. 3. 2017, 233 (3115), s. 10.

Internetové zdroje

Antropocén: Věk člověka [dokumentární film]. Režie Dimitri GRIMBLAT. Francie, 2015 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: www.youtube.com/watch?v=J-x-4fwVGMc&t.

BESSELING, Ellen a kol. Fate of nano- and microplastic in freshwater systems: A modeling study. *Environmental Pollution* [online]. 2017, 220, s. 540–548 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749116316013.

CAJTHAML, Tomáš. *Zpráva o stavu planety II.: Krize krajiny!?!- Znečištění životního prostředí v postmoderní době* [online]. Praha: Přírodovědecká fakulta UK, 16. 12. 2019 [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: www.slideslive.com/38922766.

CLAPP, Jennifer a Linda SWANSTON. Plastic bag politics: Modifying consumer behaviour for sustainable development. *Environmental Politics* [online]. 2009, 18 (3), s. 315–332 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09644010902823717.

CRUTZEN, Paul Jozef. Geology of mankind. *Nature* [online]. 2002, 415 (23) [cit. 2019-11-01]. Dostupné z: www.nature.com/articles/415023a.

D'AMATO, Alessio a kol. Plastics waste trade and the environment. *Eionet Portal* [online]. 2019 [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: www.eionet.europa.eu/etcs/etc-wmge/products/etc-reports/plastics-waste-trade-and-the-environment.

Deník Litoměřicka. 1. 11. 2005. In: *EKO-KOMunikace: Zpravodaj pro klienty společnosti EKO-KOM* [online]. EKO-KOM, 2006 (1), s. 2 [cit. 2020-05-02]. Dostupné z: www.ekokom.cz/uploads/attachments/Klienti/Ekomunikace/EKOKOMunikace_01-06.pdf.

EKO-KOM [online]. [cit. 2020-05-01]. Dostupné z: www.ekokom.cz.

EU Plastics Strategy: a vision of what we want the plastics economy to look like by 2030. *European Commission* [online]. [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: www.ec.europa.eu/ireland/news/eu-plastics-strategy-a-vision-of-what-we-want-the-plastics-economy-to-look-like-by-2030_en.

FCC Environment [online]. [cit. 2020-05-06]. Dostupné z: www.fcc-group.eu/cs/ceska-republika/provozovny/fcc-liberec-s-r-o-.html.

GEYER, Roland, Jenna R. JAMBECK a K. L. LAW. *Production, use, and fate of all plastics ever made* [online]. 2017 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: www.advances.sciencemag.org/content/3/7/e1700782.

GIBBENS, Sarah. Microplastics found to permeate the ocean's deepest points. *National Geographic* [online]. 6. 12. 2018 [cit. 2020-03-31]. Dostupné z: www.nationalgeographic.com/environment/2018/12/microplastic-pollution-is-found-in-deep-sea.

Information sheet: Microplastics in drinking-water. *World Health Organization* [online]. 2019 [cit. 2020-03-31]. Dostupné z: www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/guidelines/microplastics-in-dw-information-sheet/en/.

Interactive Map of Waste-to-Energy Plants. *CEWEP* [online]. 2017 [cit. 2020-05-03]. Dostupné z: www.cewep.eu/interactive-map/.

Jak se recykluje plast. *Třídění odpadu.cz* [online]. [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: www.trideniodpadu.cz/jak-se-recykluje-plast.

LAW, Kara Lavender. Plastics in the marine environment. *Annual review of marine science* [online]. 2017 [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-marine-010816-060409.

LEBRETON, Laurent a kol. Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. *Nature* [online]. 22. 3. 2018 [cit. 2020-04-01]. Dostupné z: www.nature.com/articles/s41598-018-22939-w.

LEE, Bruce Y. Microplastics Found In The Ocean And In Human Poop. *Forbes* [online]. 3. 9. 2019 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: www.forbes.com/sites/brucelee/2019/09/03/microplastics-found-in-the-ocean-and-in-human-poop.

LÖNNSTEDT, Oona M. a Peter EKLÖV. Environmentally relevant concentrations of microplastic particles influence larval fish ecology. *Science* [online]. 3. 6. 2016, 352 (6290), s. 1213–1216 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: www.science.sciencemag.org/content/352/6290/1213.

MASON, Sherri A. Plastics, Plastics Everywhere. *American Scientist* [online]. 2019, s. 284–287 [cit. 2020-04-04]. Dostupné z: www.sherrimason.com/publications.

MATERIĆ, Dušan a kol. Micro- and Nanoplastics in Alpine Snow: A New Method for Chemical Identification and (Semi)Quantification in the Nanogram Range. *Environmental Science & Technology* [online]. 17. 1. 2020 [cit. 2020-03-31]. Dostupné z: www.pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.9b07540.

MCCORMICK, Erin a kol. Where does your plastic go? Global investigation reveals America's dirty secret. *The Guardian* [online]. 2019 [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: www.theguardian.com/us-news/2019/jun/17/recycled-plastic-america-global-crisis.

PEEKEN, Ilka a kol. Arctic sea ice is an important temporal sink and means of transport for microplastic. *Nature* [online]. 24. 4. 2018 [cit. 2020-03-31]. Dostupné z: www.nature.com/articles/s41467-018-03825-5.

Plastový odpad a jeho recyklace v EU. *Evropský parlament: Zpravodajství* [online]. 19.12.2018 [cit. 2020-05-01]. Dostupné z: www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/society/20181212STO21610/plastovy-odpad-a-jeho-recyklace-v-eu-infografika.

POKORNÝ, Petr. *Zpráva o stavu planety III: Antropocén – věk lidí* [online]. Praha: Přírodovědecká fakulta UK, 13. 1. 2020 [cit. 2020-02-22]. Dostupné z: www.slideslive.com/38923150.

RICARDO, Barra O. a kol. *Plastics and the Circular Economy - A STAP Document* [online]. 2018 [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: www.researchgate.net/publication/327751701_Plastics_and_the_Circular_Economy_-_A_STAP_Document.

RILLIG, Matthias C., Lisa ZIERSCH a Stefan HEMPEL. Microplastic transport in soil by earthworms. *Nature* [online]. 2009, 2. 5. 2017 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: www.nature.com/articles/s41598-017-01594-7.

RITCH, Elaine, Carol BRENNAN a Calum MACLEOD. Plastic bag politics: Modifying consumer behaviour for sustainable development. *International IJC* [online]. 2009, 33 (2), s. 168–174 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: www.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1470-6431.2009.00749.x.

RITCHIE, Hannah a Max ROSER. Plastic Pollution. *Our World in Data* [online]. 2018 [cit. 2020-02-27]. Dostupné z: www.ourworldindata.org/plastic-pollution.

STEFFEN, Will, P. J. CRUTZEN a John R. MCNEILL. The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature? *Ambio* [online]. Royal Swedish Academy of Sciences, 2007, 36 (8), 614–621 [cit. 2019-11-02]. Dostupné z: www.pik-potsdam.de/news/public-events/archiv/alter-net/former-ss/2007/05-09.2007/steffen/literature/ambi-36-08-06_614_621.pdf.

STORCH, David. *Zpráva o stavu planety III: Antropocén – věk lidí* [online]. Praha: Přírodovědecká fakulta UK, 13. 1. 2020 [cit. 2020-02-23]. Dostupné z: www.slideslive.com/38923151.

STRAIN, Daniel. Ocean Trash Is a Lifesaver for Insect. *Science* [online]. 8. 5. 2012 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: www.sciencemag.org/news/2012/05/ocean-trash-lifesaver-insect.

STREJCOVÁ, Veronika. Pravda o době plastové: Svět sice zamořuje Asie, vinu na tom má i Západ. *iDNES.cz* [online]. 1. 4. 2019 [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: www.idnes.cz/hobby/domov/plasty-plast-asie-afrika-cina-indie-ekologie-planeta-znecistení.A190329_132301_hobby-domov_bma.

The plastic context. *SINGLE-USE PLASTICS: A Roadmap for Sustainability* [online]. United Nations Environment Programme, 2018, s. 2 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: www.wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/25496.

The plastic waste trade in the circular economy. *European Environment Agency* [online]. 28. 10. 2019 [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: www.eea.europa.eu/themes/waste/resource-efficiency/the-plastic-waste-trade-in.

WAGNER, Stephan a Thorsten REEMTSMA. Things we know and don't know about nano-plastic in the environment. *Nature* [online]. 3. 4. 2019 [cit. 2020-03-31]. Dostupné z: www.nature.com/articles/s41565-019-0424-z.

WANG, Wenfeng a kol. Environmental fate and impacts of microplastics in soil ecosystems: Progress and perspective. *Science of The Total Environment* [online]. 15. 3. 2020, 708 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: www.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134841.

WRIGHT, Stephanie L. a Frank J. KELLY. Plastic and Human Health: A Micro Issue? *Environmental Science & Technology* [online]. 22. 5. 2017, 51 (12), s. 6634–6647 [cit. 2020-04-04]. Dostupné z: www.doi.org/10.1021/acs.est.7b00423.

Zákon o obalech a o změně některých zákonů [online]. Ministerstvo životního prostředí, 4. 12. 2001 [cit. 2020-05-04]. Dostupné z: www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/OpenDocument.

Seznam příloh

Příloha 1 – Fotografie třídící linky a výstupního materiálu.....	A
--	---

Přílohy

Příloha 1 – Fotografie třídící linky a výstupního materiálu

Obrázek 1 – Třídící linka

(KOVOSTEEL Recycling)



Zdroj: vlastní fotografie

Obrázek 2 – Pracoviště třídící linky

(SAKO Brno)



Zdroj: vlastní fotografie

Obrázek 3 – Recyklovatelný materiál připravený k expedici (*FCC Environment Liberec*)



Zdroj: vlastní fotografie

Obrázek 4 – Nerecyklovatelný materiál určený ke spálení (*KOVOSTEEL Recycling*)



Zdroj: vlastní fotografie

Obrázek 5 – Podrcený plastový materiál, tzv. flakesy

(KOVOSTEEL Recycling)



Zdroj: vlastní fotografie

Obrázek 6 – Flakesy ve velkoobjemových žocích, tzv. bigbázích (KOVOSTEEL Recycling)



Zdroj: vlastní fotografie

Obrázek 7 – Obsah žlutého kontejneru na třídícím pásu (FCC Environment Liberec)



Zdroj: vlastní fotografie