

1. MINIMALIZÁCIA, ZHODNOCOVANIE A ZNEŠKODŇOVANIE

- **VYUŽITIE NANOTECHNOLÓGIÍ NA ODSTRÁŇOVANIE ZNEČIŠŤUJÚCICH LÁTKOV PRI SANÁCIÍ KONTAMINOVANÝCH VÔD A PÔD** *Katarína Dercová, Hana Horváthová, Miriama Monoková*
- **PREHĽAD MOŽNOSTÍ NAKLADANIA S ODPADMI Z POLYSTYRÉNU**
K. Blašková, O. Malkova, J. Trpčevská
- **AKTIVITY NOVEJ KOMPOSTÁRNE V MICHALOVCIACH** *Michal Stričík*
- **POMÔŽU RECYKOVANÉ PLASTY RIEŠIŤ OCHRANU PRED EKOLOGICKÝM HLUKOM?**
h. prof. Ing. František Máteľ, CSc.
- **Z KOMUNÁLNEHO ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA** *Kolektív*
- **PROJEKT NA SPRACOVANIE OJAZDENÝCH VOZIDIEL V RYBANOCH** *Kolektív*
- **PETÍCIE PROTI PREVÁDZKE NA SPRACOVANIE PLASTOV V ZACHAROVCIACH** *Kolektív*
- **EURÓPSKA ÚNIA PODPORILA PROJEKT „FUELNG“ NA ROZŠÍRENIE POUŽÍVANIA SKVAPALNENÉHO A STLAČENÉHO ZEMNÉHO PLYNU V DOPRAVE NA SLOVENSKU** *Kolektív*
- **POZITÍVNE PRÍNOSY ZAPRACOVANIA POZBEROVÉHO RASTLINNÉHO ODPADU (VRÁTANE KOREŇOVÝCH SÚSTAV) DO PÔDY**
doc. Ing. PhDr. Martin Mellen, PhD., Ing. et Ing. Marián Sudzina, PhD., prof. Ing. Magdaléna Valšíková, PhD.
- **V ŠALI ZABEZPEČUJE MESTSKÚ HROMADNÚ DOPRAVU NOVÝ ELEKTROBUS** *Kolektív*

2. PREDPISY, DOKUMENTY, KOMENTÁRE

- **CIELE ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA A REÁLNOŠŤ ICH SPLNENIA** *Ing. Juraj Špes*
- **HĽAVNOU TÉMOU STRETNUTIA ODBORNÍKOV IMPELU V BRATISLAVE BOLO SKLÁDKOVANIE**
Ing. Monika Medovičová
- **VPLYV ĽUDSKEJ ČINNOSTI NA KVALITU POVRCHOVÝCH VÔD V LOKALITE ZEMPLÍNA**
MVDr. Eva Holotová, Ing. Igor Miňo, PhD., MVDr. Rudolf Hromada PhD., MVDr. Ľuboš Korytár, PhD., prof. MVDR. Miroslav Ondrašovič, CSc.
- **EFEKTÍVNEJŠIM HOSPODÁRENÍM S PROSTRIEDKAMI VYNAKLADANÝMI NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE MÔŽEME UŠETRIŤ 130 MILIÓNOV EUR** *Kolektív*
- **PARKOVISKO NAMIESTO SPALOVNE NEBEZPEČNÉHO ODPADU ZA 4 MILIÓNY V TRNAVE** *Kolektív*
- **VÝVOJ V KAUCHE CHEMICKÁ SKLÁDKA VO VRAKUNI** *Kolektív*
- **KAUCA ODSTRELU MEDVEDICE INGRID** *Kolektív*
- **KAUCA NAFTAGATE VYÚSTILA DO OPRÁVNENÉHO PODOZRENIA Z KARTELOVEJ DOHODY NEMECKÝCH AUTOMOBILIEK** *Kolektív*
- **KAUCA POVOLENIA ŤAŽBY UHLIA V 12. ŤAŽOBNOM ÚSEKU DOBÝVACIEHO PRIESTORU NOVÁKY** *Kolektív*

3. SPEKTRUM

- **ENVIROSÚŤAŽE PRE DETI A MLÁDEŽ** *Kolektív*
- **MEDZINÁRODNÁ SÚŤAŽNÁ PREHĽADKA EKOPLAGÁT** *Kolektív*
- **POČAS „DŇA PRE DUNAJ“ VYZBIERALI DOBROVOĽNÍCI TONU ODPADU** *Kolektív*
- **SLOVENSKÉ NERASTNÉ BOHATSTVO JE PESTRÉ, NO AJ KVÔLI ODPORU OBYVATEĽSTVA SA AKTÍVNE VYUŽÍVA LEN ASI TRETINA** *Kolektív*
- **BOLI VYHLÁSENÉ NOVÉ ENVIRONMENTÁLNE ORIENTOVANÉ GRANTY** *Kolektív*
- **JUBILEJNÝ PÄTNÁSTY ROČNÍK ANKETY STROM ROKA** *Kolektív*
- **ZAUJÍMAVOSTI ZO ZAHRANIČIA** *Kolektív*



epos

ISSN 1335-7808



15

OBSAH

1. MINIMALIZÁCIA, ZHDNOCOVANIE A ZNEŠKODŇOVANIE

- **VYUŽITIE NANOTECHNOLÓGIÍ NA ODSTRAŇOVANIE ZNEČISŤUJÚCICH LÁTOK PRI SANÁCII KONTAMINOVANÝCH VÔD A PÔD** 5
Katarína Dercová, Hana Horváthová, Miriama Monoková
- **PREHLAD MOŽNOSTÍ NAKLADANIA S ODPADMI Z POLYSTYRÉNU** 15
K. Blašková, O. Malkova, J. Trpčevská
- **AKTIVITY NOVEJ KOMPOSTÁRNE V MICHALOVCIACH** 19
Michal Stričík
- **POMÔŽU RECYKOVANÉ PLASTY RIEŠIŤ OCHRANU PRED EKOLOGICKÝM HLUKOM?** 21
h. prof. Ing. František Máteľ, CSc.
- **Z KOMUNÁLNEHO ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA** 23
Kolektív
- **PROJEKT NA SPRACOVANIE OJAZDENÝCH VOZIDIEL V RYBANOCH** 25
Kolektív
- **PETÍCIE PROTI PREVÁDZKE NA SPRACOVANIE PLASTOV V ZACHAROVCIACH** 25
Kolektív
- **EURÓPSKA ÚNIA PODPORILA PROJEKT „FUELCNG“ NA ROZŠÍRENIE POUŽÍVANIA SKVAPALNENÉHO A STLAČENÉHO ZEMNÉHO PLYNU V DOPRAVE NA SLOVENSKU** 26
Kolektív
- **POZITÍVNE PRÍNOSY ZAPRACOVANIA POZBEROVÉHO RASTLINNÉHO ODPADU (VRÁTANE KOREŇOVÝCH SÚSTAV) DO PÔDY** 26
doc. Ing. PhDr. Martin Mellen, PhD., Ing. et Ing. Marián Sudzina, PhD., prof. Ing. Magdaléna Valšíková, PhD.
- **V ŠALI ZABEZPEČUJE MESTSKÚ HROMADNÚ DOPRAVU NOVÝ ELEKTROBUS** 27
Kolektív

2. PREDPISY, DOKUMENTY, KOMENTÁRE

- **CIELE ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA A REÁLNOŠŤ ICH SPLNENIA** 28
Ing. Juraj Špes
- **HLAVNOU TĚMOU STRETNUTIA ODBORNÍKOV IMPELU V BRATISLAVE BOLO SKLÁDKOVANIE** 29
Ing. Monika Medovjčová
- **VPLYV ĽUDSKEJ ČINNOSTI NA KVALITU POVRCHOVÝCH VÔD V LOKALITE ZEMPLÍNA** 32
MVDr. Eva Holotová, Ing. Igor Miňo, PhD., MVDr. Rudolf Hromada PhD., MVDr. Ľuboš Korytár, PhD., prof. MVDR. Miroslav Ondrašovič, CSc.
- **EFEKTÍVNEJŠÍM HOSPODÁRENÍM S PROSTRIEDKAMI VYNAKLADANÝMI NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE MÔŽEME UŠETRIŤ 130 MILIÓNOV EUR** 34
Kolektív
- **PARKOVISKO NAMIESTO SPALOVNE NEBEZPEČNÉHO ODPADU ZA 4 MILIÓNY V TRNAVE** 35
Kolektív
- **VÝVOJ V KAUCHE CHEMICKÁ SKLÁDKA VO VRAKUNI** 36
Kolektív
- **KAUZA Odstrelu medvedice Ingrid** 37
Kolektív
- **KAUZA NAFTAGATE VYÚSTILA DO OPRÁVNENÉHO PODOZRENIA Z KARTELOVEJ DOHODY NEMECKÝCH AUTOMOBILIEK** 38
Kolektív
- **KAUZA POVOLENIA ŤAŽBY UHLIA V 12. ŤAŽOBNOM ÚSEKU DOBÝVACIEHO PRIESTORU NOVÁKY** 40
Kolektív

3. SPEKTRUM

- **ENVIROSÚŤAŽE PRE DETI A MLÁDEŽ** 42
Kolektív
- **MEDZINÁRODNÁ SÚŤAŽNÁ PREHLIADKA EKOPLAGÁT** 43
Kolektív
- **POČAS „DŇA PRE DUNAJ“ VYZBIERALI DOBROVOLNÍCI TONU ODPADU** 44
Kolektív
- **SLOVENSKÉ NERASTNÉ BOHATSTVO JE PESTRÉ, NO AJ KVÔLI ODPORU OBYVATEĽSTVA SA AKTÍVNE VYUŽÍVA LEN ASI TRETINA** 44
Kolektív
- **BOLI VYHLÁSENÉ NOVÉ ENVIRONMENTÁLNE ORIENTOvané GRANTY** 45
Kolektív
- **JUBILEJNÝ PÄTNÁSTY ROČNÍK ANKETY STROM ROKA** 46
Kolektív
- **ZAÚJÍMAVOSTI ZO ZAHRANIČIA** 47
Kolektív

Blašková K., Malkova O., Trpčevská J.*

PREHĽAD MOŽNOSTI NAKLADANIA S ODPADMI Z POLYSTYRÉNU

ÚVOD

V súčasnosti dopyt po polymérnych materiáloch prudko stúpa, a to nielen z dôvodu nahradenia kovov v určitých aplikáciách, ale aj z dôvodu menej nákladnej výroby a ich širokej využiteľnosti. Polymérne materiály majú nižšiu hustotu než kovové materiály, a tak môžu byť využité v odvetviach, kde je potrebné znižovať hmotnosť výrobku pri zachovaní určitých pevnostných vlastností. Majú široké využitie, napr. v automobilovom priemysle, v potravinárskom sektore, pri výrobe hračiek, tepelno-izolačných panelov, obalov na elektroniku, ako aj v lekárskejších aplikáciách.

Plasty sa stali dôležitou súčasťou životného štýlu a globálna produkcia plastových komodít sa počas posledných 50 rokov značne zvýšila – v roku 2015 dosiahla viac ako 300 miliónov ton. V súčasnosti je Európa na druhom mieste vo svetovej výrobe plastických materiálov. Najvyššou mierou sa do produkcie plastov zapája Čína (27,8 %), EÚ (18,5 %) a NAFTA (USA, Kanada a Mexiko) (18,5 %). Najnižšia produkcia je v krajinách ako Japonsko (4,3 %), Latinská Amerika (4,4 %), Rusko, Ukrajina a Bielorusko (spolu 2,6 %). Najvyššia spotreba plastov je v krajinách NAFTA. Najnižšia spotreba bola zaznamenaná v krajinách Stredného východu, Afriky a Ázie.

Široké využitie týchto materiálov má za následok produkciu veľkého množstva odpadov na báze polymérov. Z toho dôvodu je potrebné venovať pozornosť zhodnocovaniu týchto typov odpadov, ktoré aj pri zhodnocovaní a nesprávnej manipulácii môžu mať negatívny dopad na ľudský organizmus a životné prostredie. Najrozšírenejším spôsobom nakladania s plastovým odpadom na Slovensku je v súčasnosti jeho zneškodňovanie v rozsahu 43 %, potom nasleduje energetické zhodnotenie (34 %) a až na poslednom mieste je jeho recyklácia (24 %) [1-3].

1. POLYMÉRNE MATERIÁLY A ICH DELENIE

Polymérne materiály sa rozdeľujú podľa spôsobu výroby a vlastností na plasty a elastoméry.

Plasty sú polyméry, ktoré sa pri vonkajšom namáhaní deformujú, pričom ide o deformácie prevažne nezvratného (trvalého) charakteru. Za bežných podmienok sú väčšinou tvrdé, často aj krehké. Podľa správania sa pri zahrievaní ich delíme na termoplasty a reaktoplasty.

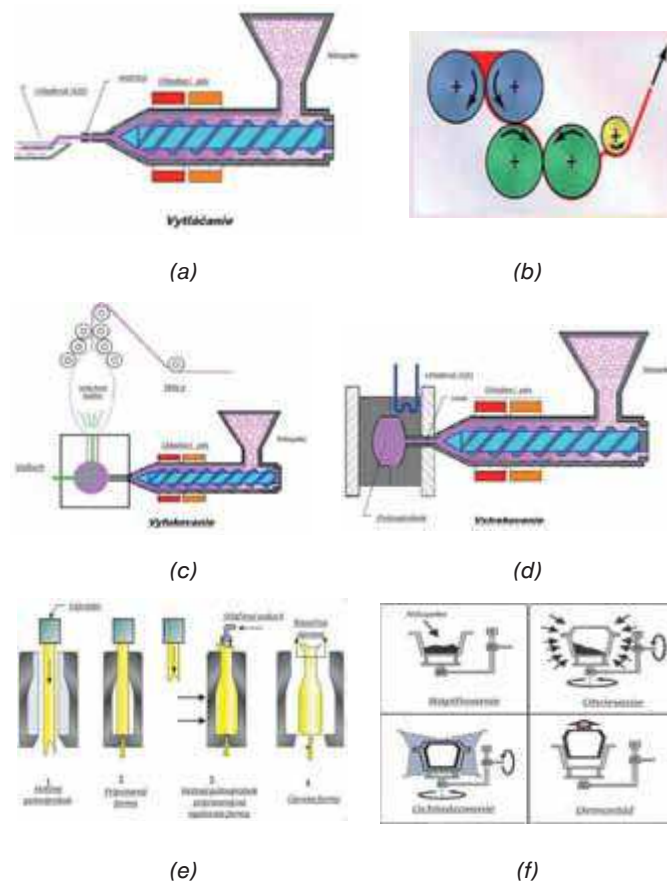
Termoplasty a reaktoplasty sa ďalej členia na jednotlivé typy so špecifickými vlastnosťami. Termoplasty sú materiály, ktoré pri zahrievaní mäknú (prechádzajú do plastického stavu) a možno ich tvarovať. Do taveniny prechádzajú po zahriatí nad teplotu topenia. Spätým ochladením pod túto teplotu prechádzajú opäť do tuhého stavu. Pri zahrievaní neprebíha chemická

reakcia a počas spracovania sa nemení ich chemická štruktúra. Zmeny, ktorými materiál prechádza, majú iba fyzikálny charakter a proces mäknutia alebo tuhnutia je vratný (možno ho teoreticky opakovať do nekonečna).

Typickými predstaviteľmi plastov sú polyetylén (PE), polypropylén (PP), polyetyléntereftalát (PET), vysokohustotný polyetylén (HDPE), nízkohustotný polyetylén (LDPE), polystyrén (PS), polyvinylchlorid (PVC), polyoxymetylén (POM)[4].

Plasty možno vyrábať rôznymi spôsobmi, napríklad:

- vytlačanie (a),
- kalandrovanie (b),
- vyfukovanie (c),
- vstrekovanie (d),
- špeciálne vyfukovanie (e),
- rotačné tvárnenie (f) a
- iné [5 - 7].



Obr. 1: Spôsoby výroby plastov vytlačanie (a), kalandrovanie (b), vyfukovanie (c), vstrekovanie (d) špeciálne vyfukovanie (e), rotačné tvárnenie (f).

* Technická univerzita v Košiciach, Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie

2. RECYKLÁCIA PLASTOV

V súčasnosti je recyklácia plastových odpadov problematická. Tradičné plasty majú dostatočne pevnú štruktúru a nede-gradujú ľahko v okolitom prostredí. Polymér potrebuje stovky rokov, aby sa rozložil v bežných podmienkach životného prostredia. Recyklácia plastového materiálu môže byť vykonaná iba 2 až 3 krát, pretože čím viac sa materiál recykluje, tým viac sa znižuje jeho pevnosť v dôsledku tepelnej degradácie.

Recyklácia materiálu môže byť vykonaná v rôznych stupňoch, a to: primárne, sekundárne, terciárne alebo kvartérne [8].

- Primárna recyklácia je charakterizovaná spracovaním plastového odpadu na výrobky, ktoré sú používané na rovnaký účel ako pred spracovaním.
- Sekundárny stupeň recyklácie je charakterizovaný spracovaním plastového odpadu na výrobok, ktorý sa využíva na iný účel, než mal pôvodný výrobok. Primárne a sekundárne stupne recyklácie sú široko využívané a bývajú spájané s mechanickou recykláciou plastov pomocou mechanických zariadení, peletizácie, vstrekovania, vytlačania a drvenia.
- Terciárna recyklácia je založená na depolymerizácii odpadových plastov na monoméry metódami, ako je pyrolýza, solvolýza, krakovanie a pod.
- Kvartérnou recykláciou dochádza k spaľovaniu odpadového plastu, ale s využitím jeho energie [8].

3. POLYSTYRÉN (PS)

Polystyrén je tretí najdôležitejší polymér. Tento termoplastický polymér sa obvykle vyrába polymerizačným procesom s viacerými charakteristickými vlastnosťami, pričom vzniká polymérny uhlíkový reťazec s fenylovou skupinou C_6H_5 na každom druhom atóme uhlíka. Východiskovým materiálom na výrobu polystyrénu je styren [9-12].

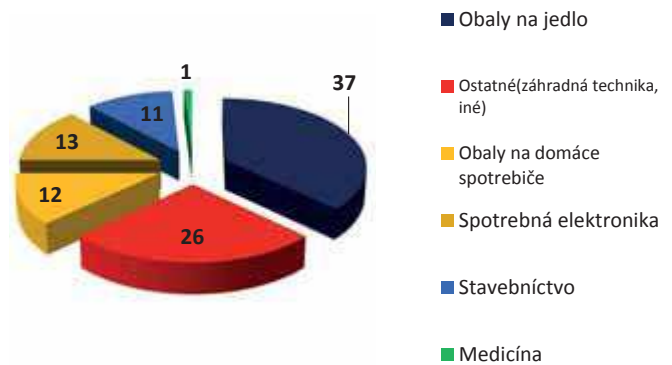
Medzi najrozšírenejšie druhy polystyrénu patria:

- expandovaný alebo penový polystyrén (EPS),
- extrudovaný polystyrén (XPS) a
- rázu-vzdorný polystyrén (HIPS).

Penový PS (EPS) – je druh polymérneho styrenu, ktorý je vytvorený z jednotlivých buniek obsahujúcich vzduch, pričom priemer buniek je 80 až 150 mikrometrov. Štandardný PS má mnohé cenné vlastnosti, ale aj jednu veľmi veľkú nevýhodu – je krehký. Aby sa zlepšili vlastnosti PS, do hmoty PS sa pridáva pružnejší (kaučukovitý) materiál a vyrába sa nový typ PS – HIPS. XPS má odlišné vlastnosti než majú ostatné druhy PS a používa sa taktiež na tepelnú izoláciu [11,12,17].

Fyzikálne vlastnosti PS môžu byť upravené tak, aby vyhovovali každej aplikácii. Bolo vyvinuté množstvo metód na zvýšenie jeho mechanickej pevnosti, zlepšenie odolnosti voči nárazom a zlepšenie tepelno-izolačných vlastností. Najväčšie uplatnenie polystyrénu je v oblasti balenia – najmä potravín a studených nápojov. Na obr. 2 možno vidieť využitie PS vo svete a v tab. 1 jeho ročnú produkciu [18].

Využitie PS



Obr. 2: Využitie polystyrénu.

Tab. 1: Ročná produkcia polystyrénu v mil.ton [18].

	Produkcia PS [%]
Svet	14,6
Európa	3,4
USA	4,0
Rusko	0,27

4. MOŽNOSTI SPRACOVANIA ODPADOV Z POLYSTYRÉNU

Spracovatelia využívajú polystyrénový „technologický odpad“ po dobe životnosti v opätovnom spracovateľskom cykle, a to najmä pri výrobe penového PS pre izolačné účely. Použitie obalové výrobky z EPS sa väčšinou spracovávajú v inej vetve, ako bola ich primárna funkcia.

Okrem spracovania na stavebné izolácie sa polystyrénový odpad bežne energeticky zhodnocujú – spaľuje s ostatným plastovým odpadom. Takýto prístup sa uplatňuje v západnej Európe.

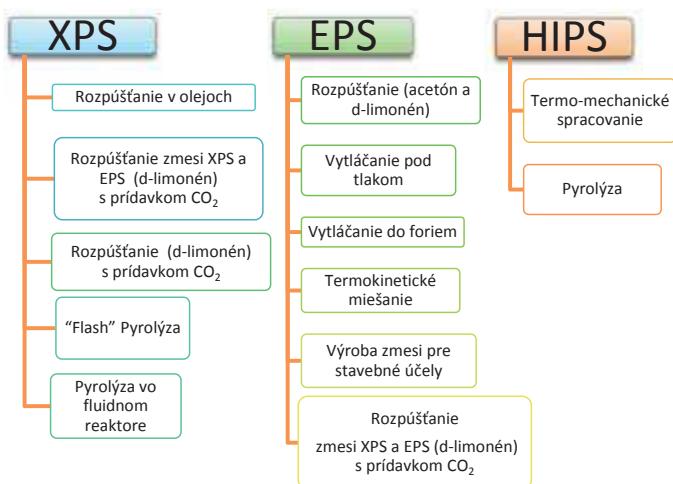
Ciele nakladania s plastovým odpadom sú zamerané na to, aby v budúcnosti došlo ku komplexnému spracovaniu odpadov z polystyrénu a obmedzilo sa jeho ukladanie na skládky odpadov. Obvykle sa za hlavné zdroje polystyrénových odpadov považujú: obalové materiály pre chladničky, pračky, počítače, EPS odpady zo stavebníctva, z búrania stavieb a výroby panelov, zo zateplovania budov a pod. [19,20].

Obr. 3 zobrazuje spôsoby recyklácie troch druhov PS, a to XPS, EPS a HIPS.

Cieľom rozpúšťania XPS v olejoch je ich dokonalé rozpustenie, a to pokiaľ možno (v čo najväčšej miere) bez degradácie. Najvhodnejšie rozpúšťadla sú prírodné látky, napr. terpény.

Zo schémy ďalej vyplýva, že zmes XPS a EPS je rozpustná v prírodných terpenoch (napr. d-limonén). Následne je zmes napeňovaná s použitím oxidu uhličitého (99,8 %) pri vysokom tlaku po dobu 4 hodín. Výsledkom tohto chemického procesu je získanie produktu s penovou štruktúrou, ktorá sa odlišuje od štruktúry komerčného PS hustotou a pórovitosťou. Kvôli odlišným vlastnostiam recyklátu je tento spôsob recyklácie

považovaný za menej vhodný, pretože nezabezpečuje 100 %-nú, rovnako kvalitnú náhradu.



Obr. 3: Možnosti recyklácie plastových odpadov [21-29].

Rozpúšťanie EPS v acetóne a d-limonene sa neosvedčilo, pretože výsledný materiál nespĺňa ani jednu požiadavku na vhodnosť recyklovaného materiálu. Vytlačanie pod tlakom, termokinetické miešanie a vytlačanie do foriem sa naopak preukázalo ako vhodné, pretože recyklovaný materiál plnohodnotne nahradil komerčný PS.

Výroba zmesi pre stavebné účely je najvhodnejším spôsobom spracovania EPS. Recyklovaný PS na 100 % nahradí komerč-

ný PS, je finančne nenáročný a množstvo výrobného odpadu je nízke.

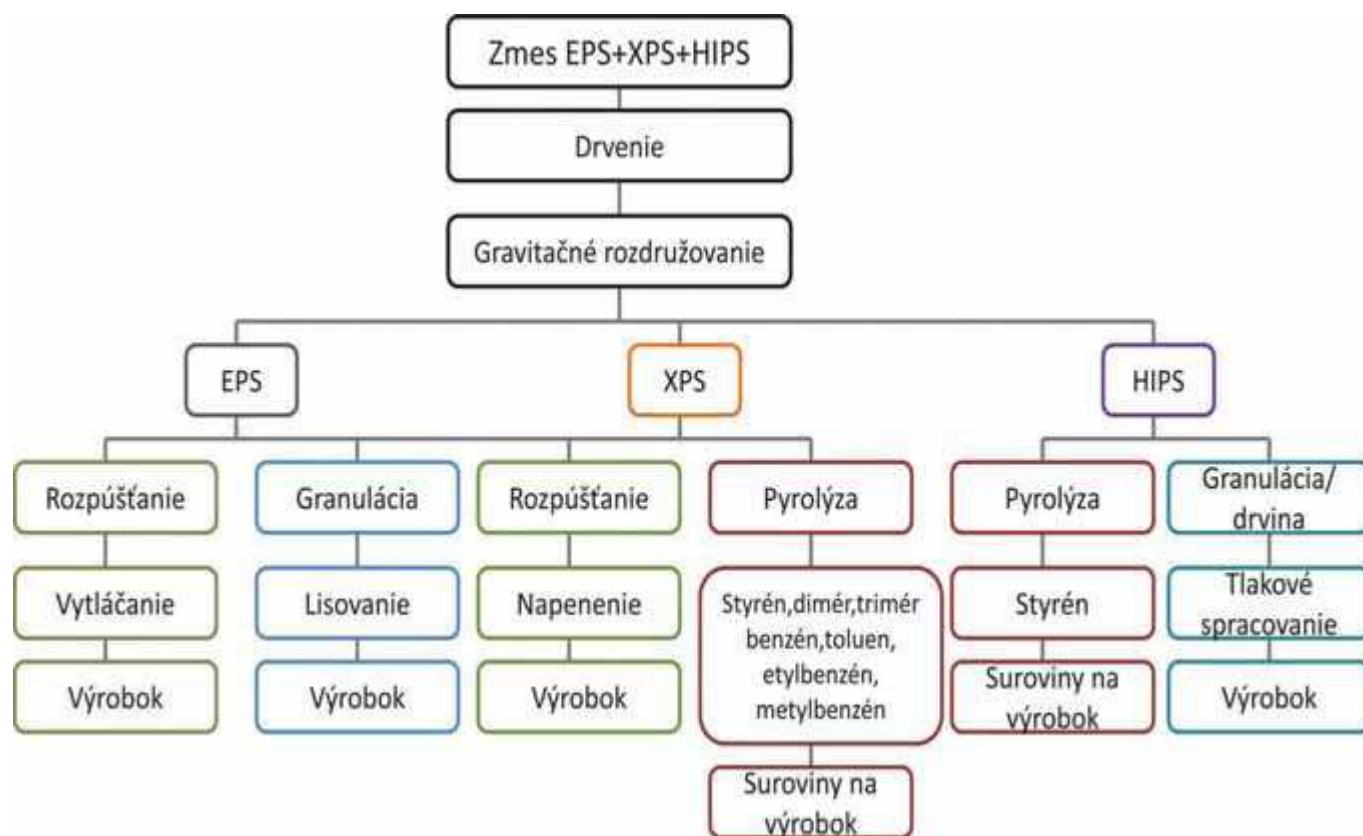
Spracovaním plastových zložiek z OEEZ (HIPS a ABS - Akrylonitrilbutadiénstyren) mechanickými procesmi je možné získať vhodný recyklovaný materiál, ktorého mechanické vlastnosti sú podobné vlastnostiam primárneho materiálu.

Pre pyrolýzne metódy, resp. tepelné procesy spracovania PS odpadu je typická vysoká rýchlosť ohrevu. Pyrolýzu charakterizuje degradácia ohrevom bez prítomnosti kyslíka. Z materiálovej stránky je výhodná, pretože si nevyžaduje dodatočné suroviny na realizáciu pyrolýzy, no môže dôjsť k úniku emisií do životného prostredia, preto je nutné hľadať alternatívne spôsoby recyklácie odpadov, resp. vyriešiť problematiku zachytávania vzniknutých emisií.

Na základe štúdia odbornej literatúry bol vypracovaný návrh schémy vhodných možnosti spracovania PS, ktorý je zobrazený na obr. 4.

Zo schémy na obr. 4 možno vidieť, že spracovaný odpad tvorí zmes odpadového PS. Prvým krokom je rozmerová úprava odpadu, resp. drvenie. Po drvení je nutné PS odpad separovať na jednotlivé typy, ktoré sa budú spracovávať na základe ich rôznych vlastností. Jednotlivé zložky sa zo zmesi odseparujú pomocou gravitačného rozdzružovania na základe ich rozdielnych hustôt. Po separácii je potrebné odstrániť nežiaducu vlhkosť sušením. Z týchto krokov pozostáva prípravná časť spracovania PS.

Po príprave je možné pristúpiť k samotnému spracovaniu PS odpadu. Najvhodnejším spôsobom spracovania EPS je roz-



Obr. 4: Návrh vhodných možnosti spracovania PS

púšťanie v prírodných olejoch. Rozpúšťaním sa získava materiál bez degradácie, ktorý je možné následne zohriať s prídavkom doplnujúcich aditív a vytlačiť na nový výrobok. Na základe preštudovanej literatúry možno považovať takýto výrobok za využiteľný.

Druhým spôsobom spracovania EPS je výroba PS granulátu, ktorý následne možno lisovať. Lisovaním sa získavajú hladké a dostatočne odolné dosky bez dutín.

Polystyrén typu XPS možno tiež spracovávať pomocou rozpúšťania v prírodných olejoch s prípadným následným použitím CO₂. Najprv sa materiál rozpustí a pomocou oxidu uhličitého sa odstráni rozpúšťadlo. Potom sa realizuje proces napeňovania štruktúry nového recyklovaného materiálu.

Tretí typ PS je HIPS, ktorému sa venuje najmenej štúdií, pretože ide o nový materiál. HIPS nenašiel také široké uplatnenie ako EPS a XPS, preto sa problematikou spracovania tohto typu PS prakticky nikto nezaobrá. Avšak na základe teoretických poznatkov z preštudovanej literatúry možno dedukovať, že HIPS je možné spracovávať mechanicky. Materiál musí prejsť granuláciou a získané granuly sa dajú vytláčať do foriem.

Všetky vyššie uvedené spôsoby spracovania PS sú výhodné z ekologického a ekonomického hľadiska. Chemické a mechanické metódy sú ekologicky nezávadné a šetria primárne suroviny. Aj z ekonomickej stránky sú výhodné kvôli nízkym nákladom na použité suroviny, dopravu a použité zariadenia.

Medzi efektívne metódy spracovania PS odpadu je možné zaradiť aj pyrolýzu, pretože sa hodí pre všetky typy PS. Výhodou tejto metódy je, že pyrolýzou možno spracovať aj zmiešaný (bez separácie na jednotlivé zložky), resp. znečistený PS odpad.

Pyrolýza má však aj nevýhody. Najzávažnejšou je, že pri vysokých teplotách sa začínajú uvoľňovať nebezpečné látky. Ďalšou nevýhodou je vyššia finančná náročnosť procesu kvôli nákladom na použité zariadenia a dopravu. Pyrolýzu možno považovať za vhodnú metódu iba za predpokladu nastavenia optimálnych charakteristík procesu.

ZÁVER

V súčasnosti sa plasty a plastové výrobky stali súčasťou života každého z nás. Produkcia plastov vo svete presahuje viac ako 300 mil. ton ročne a rovnomerne s produkciou rastie aj ich spotreba, teda aj vznik odpadov.

Plasty majú negatívny vplyv na životné prostredie. Škodlivým faktorom plastov je zväčša ich chemické zloženie. Plasty sú vyrobené z neobnoviteľných prírodných zdrojov, a to z uhlia, ropy a zemného plynu. Okrem toho, počas produkcie plastov sa uvoľňuje nezanedbateľné množstvo toxických plynov.

Pri spaľovaní sa taktiež uvoľňujú nebezpečné látky ako dioxíny a furány a zároveň sa stráca surovina z materiálového toku. Aj počas skládkovania plastov dochádza ku znečisťovaniu životného prostredia a do ovzdušia sa uvoľňujú emisie toxického oxidu uhličitého.

Polystyrén je z hľadiska recyklácie perspektívny. Existujú účinné technológie pre spracovanie PS odpadu, no v prvom

rade je potrebné zabezpečiť jeho zber. Zároveň je potrebné zabezpečiť ďalší výskum, aby sa mohli technológie spracovania zdokonaľovať a ďalej vyvíjať.

Podakovanie:

Táto práca vznikla za podpory projektu VEGA 1/0442/17.

Použitá literatúra:

- [1]. Bez autora. *Plastics – theFacts 2016 An analysis of European plastics production, demand and waste data.* [online]. Dostupné na internete:< http://www.plasticseurope.org/documents/document-20161014113313-plastics_the_facts_2016_final_version.pdf [cit.dňa 15-06-2017].
- [2]. ČULKOVÁ K.: *Development of chosen industrial branches of Slovakia to the firm's position during economic crisis.* Košice, Slovensko. 18-01-2016. [online]. Dostupné na internete:<https://www.researchgate.net/publication/261173610_Development_of_chosen_industrial_branches_of_Slovakia_to_the_firms_position_during_economic_crisis>. [cit.dňa 04-05-2017].
- [3]. EPRSLibrary.: *Environment, PlasticWaste, StatisticalSpotlights, Waste Management.* 7-11-2013. [online]. Dostupné na internete:<<https://epthinktank.eu/2013/11/07/plastic-waste/>>. [cit.dňa 04-05-2017].
- [4]. BĚHÁLEK L.: *POLYMERY.ČR, Pardubický kraj.* ISBN 978-80-88058-68-7. 2016.[online]. Dostupné na internete:<<https://publi.cz/books/180/04.html>>. [cit.dňa 03-05-2017].
- [5]. AARON K. BALL.: *POLYMER PROCESSES.* Western-CarolinaUniversity. Dostupné na internete:<<http://paws.wcu.edu/ballaaron/www/met366/modules/module5/mod5.htm>> [cit.dňa 06-12-2016]
- [6]. Bez autora.: *Описание и технологии переработки – формование.* [online]. Dostupné na internete:<<http://www.polymerbranch.com/termoplast/view/7/7.html>>. [cit.dňa 04-05-2017].
- [7]. RAPID S.:*The Top 7 Ways Of FormingPlastics.* 4-05-2016.[online]. Dostupné na internete:<<https://www.starrapid.com/blog/the-top-7-ways-of-forming-plastics/>>. [cit.dňa 04-05-2017].
- [8]. SINGH N., HUI D., SINGH R.: *Recycling of plastic solid waste. A state of art review and future applications.* 2016. [cit.dňa 3-3-2017].
- [9]. ČEKAN M.: *Polystyrén..Gymnázium Jána Adama Raymana, Prešov.2006/2007.*[online]. Dostupné na internete:<<http://www.gjar-po.sk/~cekan4d/polystyren.pdf>>. [cit.dňa 06-12-2016].
- [10]. Kelly J.: *How does polystyrene recycling work?* [online]. Dostupné na internete:<<http://science.howstuffworks.com/environmental/green-science/polystyrene-recycling.htm>>. [cit.dňa 04-05-2017].

- [11]. POLLÁK V., Ústav polymérov SAV.: Polystyrén (PS). 2007. Bratislava. [online]. Dostupné na internete: <<http://www.matnet.sav.sk/index.php?ID=508>>. [cit.dňa 06-12-2016].
- [12]. Polystyrén EPS a extrudovaný polystyrén XPS. 26.11.2014. Slovakia, Považská Bystrica. Dostupné na internete: <<http://www.sadro.sk/clanky/2308/>>. [cit.dňa 06-12-2016].
- [13]. Bez autora. Pyramída plastov. 08-05-2011.[online]. Dostupné na internete: <<http://www.bocianiehnieszdo.sk/content/pyramida-plastov/>>. [cit.dňa 03-05-2017].
- [14]. LINDH A.: Brožúra o škodlivých dopadoch PVC a čistejších alternatívach. 02-2001. Košice. [online]. Dostupné na internete: <http://www.priateliazeme.sk/spz/files/PVC_brozura.pdf>. [cit.dňa 03-05-2017].
- [15]. ВЛИЯНИЕ ПЛАСТМАСС НА ЗДОРОВЬЕ ДЕТЕЙ И ВЗРОСЛЫХ. [online]. Dostupné na internete: <http://spravzdrav.ru/childrens-health/vliyanie_plastmass_na_zdorove_detej_i_vzroslyh/>. [cit.dňa 03-05-2017].
- [16]. Пластик и пластмасса: вредны и опасны. [online]. Dostupné na internete: <<http://happyandnatural.com/plastik-i-plastmassa-vredny-i-opasny/>>. [cit.dňa 03-05-2017].
- [17]. WEBY GROUP s.r.o.: Vlastnosti extrudovaného polystyrénu. 2016. Dostupné na internete: <<http://www.polystyren.eu/extrudovany-polystyren.xhtml>>. [cit.dňa 06-12-2016].
- [18]. Essential Chemical Industry.: Uses of poly(phenylene) (polystyrene). 2.01.2014. University of York, York, UK. Dostupné na internete: <<http://www.essentialchemicalindustry.org/polymers/polyphenylene.html>>. [cit. dňa 06-12-2016].
- [19]. Vlastnosti EPS. [online]. Dostupné na internete: <http://epssr.sk/?page_id=34>. [cit.dňa 04-05-2017].
- [20]. Recyklácia polystyrénového odpadu. [online]. Dostupné na internete: <<http://www.ekostyren.sk/recyklacia-polystyrenu/>>. [cit.dňa 04-05-2017].
- [21]. SCHMIDT P. N. S., CIOFFI M. O. H., VOORWALD H. J. C.: Flexural Test On Recycled Polystyrene. [cit.dňa 25-3-2017].
- [22]. GUTIÉRREZ C., RODRÍGUEZ J.F., GRACIA I.: Reduction of the carbon footprint through polystyrene recycling: Economical evaluation. 2015. [cit.dňa 25-3-2017].
- [23]. GARCÍA M.T., DUQUE G., GRACIA I.: Recycling extruded polystyrene by dissolution with suitable solvents. [cit.dňa 25-3-2017].
- [24]. YAMILA V. VAZQUEZ, SILVIA E. BARBOSA.: Process Window for Direct Recycling of Acrylonitrile-Butadiene-Styrene and High-Impact Polystyrene from Electrical and Electronic Equipment Waste. [cit.dňa 25-3-2017].
- [25]. ACIU C., MANEA D.L., MOLNAR L.M.: Recycling of polystyrene in the composition of ecological mortars. [cit.dňa 25-3-2017].
- [26]. GUTIÉRREZ C., GARCÍA M., GRACIA I.: Recycling of extruded polystyrene wastes by dissolution and supercritical CO₂ technology. [cit.dňa 25-3-2017].
- [27]. KALOGIANNIS K.G., STEPHANIDIS S.D., a kol.: Pyrolysis and catalytic pyrolysis as a recycling method of waste CDs originating from polycarbonate and HIPS. 2014. [cit.dňa 28-3-2017].
- [28]. LIU Y., QIAN J., WANG J.: Pyrolysis of polystyrene waste in a fluidized-bed reactor to obtain styrene monomer and gasoline fraction. 1999. [cit.dňa 28-3-2017].
- [29]. KARADUMAN A., SIMSEK E.H. a kol.: Flash pyrolysis of polystyrene wastes in a free-fall reactor under vacuum. 2000. [cit.dňa 28-3-2017].