

**»Mladi za napredek Maribora 2013«
30. srečanje**

PLASTIKI PODARIMO NOVO ŽIVLJENJE

Raziskovalno področje: VARSTVO OKOLJA
Raziskovalna naloga

Qc q | K Q C Z S Ü W T U Ě Ő Š Ö P C Z S S C E Ü
T ^ } q | K Ü U T C P C Z V C P Ô Ò Ü
¥ [| a K ¥ Á Ü C E U X Á J U Š C P Q Ò X Á T C E Ü Ö U Ü

Februar 2013

KAZALO

POVZETEK	III
ZAHVALA	IV
1. UVOD	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA	1
1.2 HIPOTEZE	1
2. TEORETIČNI DEL	2
2.1 Plastika	2
2.2 Odpadki iz plastike	3
2.3 Recikliranje plastike	4
3. EKSPERIMENTALNI DEL	6
3.1 Uporabljeni materiali	6
3.1.1 Materiali za potrditev hipoteze 1 in 2.....	6
3.1.2 Materiali za potrditev hipoteze 3	6
3.1.3 Materiali za potrditev hipoteze 4.....	6
3.2 Priprava vzorcev	7
3.3 Rezultati , ugotovitve in interpretacija rezultatov	9
3.3.1 Poskus taljenja uporabljenega odpadnega plastičnega materiala na špiritnem gorilniku	9
3.3.2 Poskus taljenja uporabljenega odpadnega plastičnega materiala na plinskem gorilniku	10
3.3.3 Poskus taljenja uporabljenega odpadnega plastičnega materiala v ventilacijski pečici	13
3.3.4 Poskus priprave okrasnega izdelka iz recikliranega plastičnega materiala v ventilacijski pečici	19

4. SKLEPI	22
5. DRUŽBENA ODGOVORNOST.....	23
6. VIRI IN LITERATURA	24

POVZETEK

V raziskovalni nalogi smo ugotavljali ali je uporabljeni odpadni plastični embalaži možno podariti novo življenje s postopkom recikliranja. Preverili smo ali lahko plastični izdelek narejen iz recikliranega materiala ponovno recikliramo ter, ali lahko recikliranemu plastičnemu materialu spremenimo lastnosti z dodatkom aditivov in modifikatorjev ter tako izboljšamo kvaliteto. V šolskem laboratoriju smo izvedli simulacijo mehanske reciklaže z različnimi načini segrevanja odpadnega plastičnega materiala.

Ugotovili smo, da je simulacija v šolskem laboratoriju izvedljiva z uporabo ventilacijske pečice, ki omogoča kontrolirani način segrevanja materiala. V skladu s teorijo smo potrdili, da je možno reciklirati samo sortno homogene plastične materiale. Pozitiven vpliv dodatkov na kvaliteto recikliranega plastičnega materiala smo uspešno izvedli z dodajanjem barvil. Ugotovili smo tudi, da je možno izdelek narejen iz recikliranega plastičnega materiala ponovno reciklirati.

ZAHVALA

Za pomoč in nasvete pri pripravi raziskovalne naloge se zahvaljujemo mentorici, učiteljici kemije in biologije, ter učitelju fizike, koordinatorju priprave raziskovanih nalog. Sodelavcem podjetja INTERSEROH Zbiranje in predelava odpadnih surovin d.o.o. se zahvaljujemo za informacije in podatke, ki so nam jih ljubeznivo posredovali ter za dobavo dodatnih vzorcev odpadnih materialov plastične embalaže, aditivov in modifikatorjev.

1. UVOD

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Problemsko vprašanje je ali lahko iz odpadne uporabljene plastike (plastenke za šampon, nosilne vrečke,...) v šolskem laboratoriju izvedemo simulacijo mehanskega recikliranja in naredimo izdelek iz recikliranega plastičnega materiala. Zanima nas tudi ali je možno reciklirati tudi sortno nehomogene odpadke. Zanima nas ali je možno postopek recikliranja ponoviti ter, ali je možno recikliranemu materialu z dodatki spremeniti lastnosti in tako izboljšati kvaliteto.

1.2 HIPOTEZE

Hipoteza 1: V šolskem laboratoriju je možno izvesti simulacijo mehanske reciklaže odpadne plastične embalaže.

Hipoteza 2: Recikliramo lahko samo sortno homogeno plastiko.

Hipoteza 3: Recikliran plastični izdelek lahko ponovno mehansko recikliramo in ga ponovno pretvorimo v uporaben izdelek iz plastike.

Hipoteza 4: Recikliranemu plastičnemu materialu lahko z dodatki spremenimo lastnosti ter tako izboljšamo kvaliteto.

2. TEORETIČNI DEL

2.1 Plastika

Plastika (grško *Plastikos*) oziroma plastične mase je skupno ime za vrsto sintetičnih materialov, ki jih pridobivamo predvsem s polimerizacijo organskih spojin in jih nadalje uporabljamo za izdelavo ogromnega števila izdelkov za vsakdanjo uporabo (1). Polimer je ogromna molekula (makromolekula) sestavljena iz ponavljajočih se strukturnih enot (monomerov), povezanih s kovalentno vezjo (2).

Poznamo dva tipa plastike: termoplaste in termosete ali duromere.

Termoseti ali duromeri so materiali z močno zamreženimi makromolekulami, ki tvorijo tridimenzionalno mrežasto zgradbo, ki ni topna in je tudi pri povišani temperaturi netaljiva. Pri segrevanju razpade zamrežena tridimenzionalna zgradba v atome oziroma v molekule, zato takšnih materialov ni možno reciklirati. Uporabljamo jih za električne izolacije, toplotno obstojne površine (kuhinjske delovne površine), toplotno obstojne ročaje posod, likalnikov, trdne ali fleksibilne izolacijske pene in podobno. Življenjska doba je najmanj 10 let (1). Pomembni duromeri so: fenoplasti, aminoplasti, zamrežene epoksidne smole in drugi.

Termoplasti so materiali, ki se pri povišani temperaturi zmehčajo, tako ob segretju najprej postanejo plastični in so zato primerni za oblikovanje, nato pa tekoči in primerni za brizganje. Po ohladitvi talina otrdi in obdrži dano obliko. Procesi oblikovanja so reverzibilni, kar pomeni, da lahko termoplaste recikliramo. Uporabljamo jih za cevi, zbiralnike, plastenke, nosilke, nakupovalne vrečke, folije, igrače, pokrovčke, jogurtove lončke, potovalke, tube, košare, ohišja baterij, široko potrošne transparentne izdelke, embalažo za hitro prehrano, kasete, preproge, oblačila, ribiške mreže, plastenke za gazirane pijače ter drugo. Življenjska doba je lahko bodisi samo nekaj mesecev ali pa tudi do 10 in več let (1). Pomembni termoplasti so: polietilen (PE), polipropilen (PP), polivinilkloroid (PVC), polietilentereftalat (PET) in mnogi drugi.

Skoraj vsi izdelki iz plastičnih mas vsebujejo večji ali manjši delež posebnih dodatkov (aditivov in modifikatorjev), ki jih dodajamo osnovnemu materialu med njegovo proizvodnjo ali kasneje med predelavo (3). Namen teh dodatkov je povečevanje odpornosti materiala proti termičnim, mehanskim in drugim vplivom.

2.2 Odpadki iz plastike

Odpadek je »kar se v gospodinjstvu, v vsakdanjem življenju izloči, zavrže kot neuporabno ali kar se pri pridelavi, obdelavi česa odstrani, izloči kot neuporabno za prvotni namen« (2).

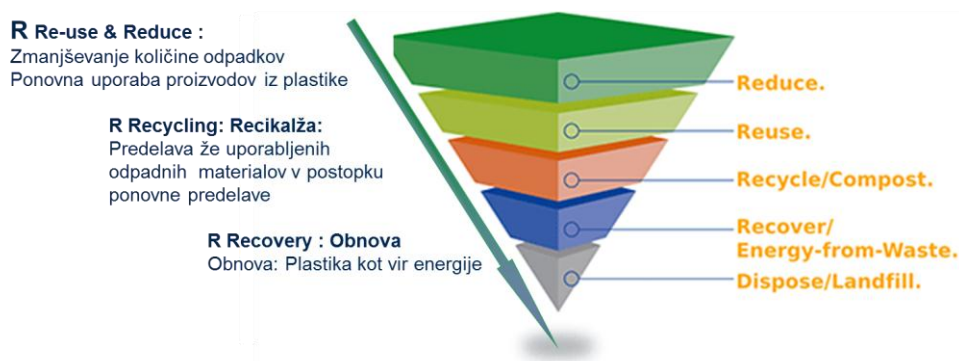
Odpadke delimo glede na agregatno stanje: torej na trde, tekoče in plinaste odpadke. Trdne odpadke delimo na komunalne, industrijske in nevarne. Komunalni odpadki nastajajo v urbanih okoljih v gospodinjstvu. Industrijski odpadki nastajajo kot posledica industrijske proizvodnje. Nevarni odpadki so odpadki, ki so kakorkoli potencialno nevarni za ljudi, živali ali okolje. So posebna kategorija trdnih odpadkov in naj ne bi nastajali v gospodinjstvih. Ravnanje z njimi urejajo posebne uredbe (4).

Statistični podatki kažejo, da vsak Slovenec proizvede 450 kg odpadkov letno (5). V Sloveniji proizvedemo okoli 80 000 ton embalaže na leto od tega je plastike 50 000 ton. Od te količine plastike pa recikliramo oz. predelamo samo okoli 20 000 ton, ostalo pa odložimo na odlagališča.

Iz nafte in zemeljskega plina izdelamo tako imenovano plastiko v primarni obliki, ki jo nadalje predelamo tudi v embalažne izdelke iz plastike, torej tisto kar poznamo potrošniki kot plastično embalažo: jogurtove lončke, platenke, nosilne vrečke in drugo. Po uporabi te izdelke mnogi uporabniki običajno preprosto odvržejo in žal v Sloveniji še vedno več kot 50% uporabljene plastične embalaže konča na deponiji (6). V letu 2011 je bila svetovna proizvodnja plastike v primarni obliki več kot 260 milijonov ton. Skupna količina odpadkov iz plastike na leto predstavlja 50 do 60 odstotkov od celotne letne proizvodnje, kar je samo v državah EU predstavljalo v letu 2011 okoli 25 milijonov ton (6).

2.3 Recikliranje plastike

Struktura in kemijska sestava plastike omogoča druge poti in načine ravnanja z odpadki iz plastike, ki so ekološko primernejši kot odlaganje odpadkov na deponije. Tak način ravnanja imenujemo 3R metodologija. 3R je sestavljena iz Reduce & Reuse - Recycling – Recovery (7).



Slika 1: 3R metodologija

Re-use & Reduce pomeni ponovno uporabo proizvodov iz plastike in zmanjšuje količino odpadkov.

Recycling je reciklaža ali predelava že uporabljenih, odpadnih materialov v proizvodnem procesu z namenom zmanjšanja trošenja potencialno uporabnih snovi, zmanjšanja porabe svežih surovin in porabe energije ter preprečevanje onesnaženja zraka. Delimo ga na mehansko in kemijsko recikliranje. Mehansko recikliranje je predelava že uporabljenih, odpadnih materialov, kjer iz odpadnega izdelka izdelamo v prvi fazi granulato in nato končni izdelek. Mehansko recikliranje, ki se običajno izvaja s postopkom ekstruzije (kontinuirani proces preoblikovanja s potiskanjem taline plastike skozi polža), je zelo razširjen postopek reciklaže termoplastičnih materialov (3). Plastični odpadki morajo biti sortno homogeni, kar pomeni, da lahko skupaj recikliramo samo eno vrsto plastike. Pri mehanskem recikliranju segrevamo materiale samo do tališča, zato ne prihaja do kemijskih reakcij in praviloma nimamo izstopnih snovi, ki bi kakorkoli negativno vplivale na okolje. Upcycling je reciklaža ali predelava že uporabljenih, odpadnih materialov pri katerem v postopku predelave recikliranemu materialu spreminjamo in/ali izboljšamo kvaliteto. Postopek lahko izvajamo z mehanskim recikliranjem tako, da pri ekstruziji dodajamo modifikatorje lastnosti in kemijske

aditive ter s tem materialu spreminjamo in/ali izboljšamo kvaliteto. Kemijsko recikliranje pa pomeni, da izdelek po uporabi razgradimo na osnovne materiale (osnovne monomere ali atome) in iz njih ponovno izdelamo plastiko v primarni obliki za nadaljnjo predelavo. Postopek je poznan tudi pod imenom » C2C = Cradle to Cradle« ali od zibelke do zibelke.(8)

Recovery ali obnova pa pomeni, da plastiko uporabimo kot vir energije, saj ima zelo visoko kurilno vrednost (9).

3. EKSPERIMENTALNI DEL

Mehansko recikliranje se običajno izvaja s postopkom ekstruzije. Ker mi te možnosti v šolskem laboratoriju nismo imeli, smo za potrditev hipotez izvedli preprosto simulacijo postopka mehanske reciklaže na tri načine:

- a) S segrevanjem uporabljenega odpadnega plastičnega materiala na špiritnem gorilniku.
- b) S segrevanjem uporabljenega odpadnega plastičnega materiala na plinskem gorilniku.
- c) S segrevanjem uporabljenega odpadnega plastičnega materiala v ventilacijski pečici.

Material smo segrevali pri različnih temperaturah v različnih časovnih intervalih. Čas smo merili s štoparico na telefonu.

3.1 Uporabljeni materiali

3.1.1 Materiali za potrditev hipoteze 1 in 2

- Razrezana rabljena sortno homogena plastična embalaža iz polipropilena (PE).
- Razrezana rabljena sortno mešana plastična embalaža iz polipropilena (PP), polietilena (PE) in polietilentereftalata (PET).

3.1.2 Materiali za potrditev hipoteze 3

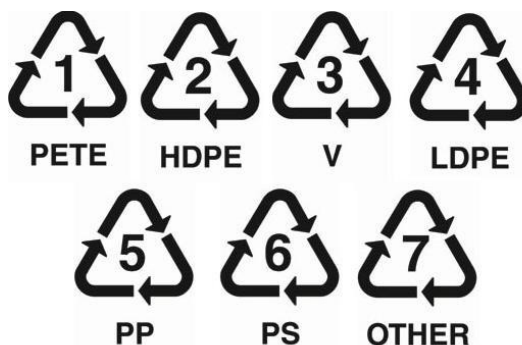
- Razrezan izdelek (plastična košara) za katerega proizvajalec trdi, da je narejen iz 100% recikliranega polipropilena (PP) (10).

3.1.3 Materiali za potrditev hipoteze 4

- Razrezana rabljena sortno homogena plastična embalaža iz polietilena (PE).
- Aditivi in modifikatorji:
 - a) modifikator prožnosti: (EXACT TM®0230) 1-okten proizvajalca DEX-PLASTOMERS V.O.F. je dodatek s katerim izboljšamo prožnost materiala,
 - b) modifikator trdnosti: (ChopVantage® HP 3299) steklena vlakna proizvajalca PPG Fiber glass je dodatek s katerim izboljšamo trdnost materiala,
 - c) barva (rdeča) : organski pigment Oracet® Red 320 (old Thermoplast® Red 320) proizvajalca BASF za barvanje plastike.

3.2 Priprava vzorcev

Oprano in suho uporabljeno plastično embalažo smo razsortirali na sortno homogene vzorce, na osnovi identifikacijskih oznak na embalaži (11) (Slika 2, Slika 3)



Slika 2: Označevanje embalažnega materiala s strani proizvajalca

S škarjami in olfa nožem smo plastično embalažo razrezali na koščke običajne velikosti mletega plastičnega odpadnega materiala 5x5 mm ter dodali različne vrste modifikatorjev in barvo (vzorci 1-5).



Slika 3: Razrezana sortno homogena plastična embalaža

Proizvod, plastično košaro iz 100% recikliranega materiala (Slika 4) smo razrezali na koščke običajne velikosti mletega plastičnega odpadnega materiala 5x5 mm (vzorec 6).



Slika 4: Izdelek košara ECOLIFE za katerega proizvajalec podjetje Curver trdi, da je narejen iz 100% recikliranega materiala

Tabela 1: Vzorci (1-6)

VZOREC 1	VZOREC 2	VZOREC 3	VZOREC 4	VZOREC 5	VZOREC 6
Sortno homogeni PE (mešane barve)	Sortno nehomogeni mešani PE, PP in PET	Sortno homogeni PE z dodatkom modifikatorja za prožnosti	Sortno homogeni PE z dodatkom modifikatorja za trdnost (steklena vlakna)	PE (prozoren) z dodatkom barve 1	Sortno homogeni PP
100 % PE	33,3 % PE 33,3 % PP 33,3 % PET	90 % PE 10 % modifikator prožnosti	90 % PE 10 % modifikator trdnosti	99% PP 1% barvila	100 % PP

3.3 Rezultati , ugotovitve in interpretacija rezultatov

3.3.1 Poskus taljenja uporabljenega odpadnega plastičnega materiala na špiritnem gorilniku

Tabela 2: Opazanja pri segrevanju odpadnega plastičnega materiala na špiritnem gorilniku

	VZOREC 1	VZOREC 2	VZOREC 3	VZOREC 4	VZOREC 5
	Sortno homogeni PE (mešane barve)	Sortno nehomogeni mešani PE, PP in PET	Sortno homogeni PE z dodatkom modifikatorja za prožnost	Sortno homogeni PE z dodatkom modifikatorja za trdnost (steklena vlakna)	PE (prozoren) z dodatkom barve 1
Ocena temperature segrevanja [°C]	120	120	120	120	120
Čas segrevanja [min]	10	15	20	20	20
Opazanja	Material se ne tali in ne postane homogen, se samo rahlo lepi.	Material se ne tali in ne postane homogen, PP in PE se samo rahlo lepi, PET se ne lepi.	Material se ne tali in ne postane homogen, se samo rahlo lepi.	Material se ne tali in ne postane homogen, steklena vlakna se ne mešajo.	Material se ne tali in ne postane homogen, se samo rahlo lepi, barva se samo rahlo oprime materiala.

Opomba: Ocena temperature segrevanja je temperatura špiritnega gorilnika. Ker smo segrevanje izvedli posredno, se material ne segreje do temperature 120°C.

Iz Tabela 2 je razvidno, da vzorcev 1 do 5 ni možno taliti s špiritnim gorilnikom, ker ne dosežemo ustrezno visoke temperature, ki bi omogočala taljenje (Slika 5).



Slika 5: Vzorec 3 po segrevanju s špiritnim gorilnikom

3.3.2 Poskus taljenja uporabljenega odpadnega plastičnega materiala na plinskem gorilniku

Segrevanje s plinskim gorilnikom omogoča taljenje vzorcev. Temperatura segrevanja materiala je sicer ustrezno visoka, a postopek ne omogoča ustreznega mešenja materialov. Dobili smo samo delno homogeno snov, ki smo jo lahko oblikovali v modelu. Izvedli smo primerjavo časa potrebnega za doseg taljenja vzorcev. Kot kriterij smo postavili doseg stanja vzorca, pri katerem smo snov lahko oblikovali v modelu.



Slika 6: Vzorec 3 med in po segrevanju s plinskim gorilnikom

Čas za segrevanje vzorca 1 do stanja, ko ga lahko oblikujemo v modelu, je bil najkrajši. Najdaljši čas je bil potreben za segravanje vzorca 2. Pri vzorcu 2 smo po koncu segrevanja opazili koščke nestaljenega plastičnega materiala, za katere sklepamo, da so iz materiala PET, ki ima višje tališče kot PE in PP (1). Pri vzorcu 5 (sortno homogen material z dodatkom barvila) smo opazili, da se je barvilo oprijelo delcev materiala na površini, a se delci materiala niso sprijeli. Pri vzorcu 3 in 4 se je nepopolno homogena zmes sprijela v kepo (Slika 7), vendar pa se dodani modifikatorji niso enakomerno razporedili po zmesi.

Tabela 3: Opazanja pri segrevanju odpadnega plastičnega materiala na plinskem gorilniku

	VZOREC 1	VZOREC 2	VZOREC 3	VZOREC 4	VZOREC 5
	Sortno homogeni PE (mešane barve)	Sortno nehomogeni mešani PE, PP in PET	Sortno homogeni PE z dodatkom modifikatorja za prožnost	Sortno homogeni PE z dodatkom modifikatorja za trdnost (steklena vlakna)	PE (prozoren) z dodatkom barve 1
Ocena temperature segrevanja [°C]	1200	1200	1200	1200	1200
Čas segrevanja [min]	10	25	20	20	25
Opazanja	Material se tali. Nepopolno homogena zmes se je sprijela v kepo, ki smo jo s pomočjo modela oblikovali.	Material se le delno tali. Nehomogena zmes se je sprijela v kepo, ki smo jo s pomočjo modela oblikovali. V zmesi so vidni tudi nestaljeni koščki materiala.	Material se tali. Nepopolno homogena zmes se je sprijela v kepo, ki smo jo s pomočjo modela oblikovali. Modifikator prožnosti se je sicer stalil, a se zaradi preslabega mešanja ni enakomerno razporedil po zmesi.	Material se tali. Nehomogena zmes se je sprijela v kepo, ki smo jo s pomočjo modela oblikovali. Modifikator trdnosti se zaradi neustreznega in preslabega mešanja ni enakomerno razporedil po zmesi.	Material se tali. Zmes se ni sprijela v kepo in je ni možno oblikovati; nastala so se samo rdeče obarvana zrnca

Opomba: Ocena temperature segrevanja je temperatura plinskega gorilnika. Ker smo segrevanje izvedli posredno, se material ne segreje do temperature 1200°C.

Segrevanje s plinskim gorilnikom sicer omogoča taljenje materiala, vendar metoda ni ustrezna simulacija procesa mehanskega recikliranja. Ugotovili smo, da je segrevanje materiala neenakomerno in zato se delci tudi v sortno homogenem materialu talijo neenakomerno. Ker je mešanje materiala možno izvesti samo v talini, ki je nismo dosegli, nismo dobili homogenega materiala. V primeru dodanih modifikatorjev je nehomogenost še izrazitejša.



Slika 7: Vzorci 1-5 dobljeni pri segrevanje uporabljenega odpadnega plastičnega materiala na plinskem gorilniku

3.3.3 Poskus taljenja uporabljenega odpadnega plastičnega materiala v ventilacijski pečici

Tabela 4: Opažanja pri segrevanju odpadnega plastičnega materiala v ventilacijski pečici
1. Poskus: določevanje temperature taljenja

	VZOREC 1	VZOREC 2	VZOREC 3	VZOREC 4	VZOREC 5
Pri tem procesu preobrazbe odpadkov v ponovno uporabne surovine lahko in moramo sodelovati prav vsi	Sortno homogeni PE (mešane barve)	Sortno nehomogeni mešani PE, PP in PET	Sortno homogeni PE z dodatkom modifikatorja za prožnost	Sortno homogeni PE z dodatkom modifikatorja za trdnost (steklena vlakna)	PE (prozoren) z dodatkom barve 1
Temperatura segrevanja: 200°C					
Čas segrevanja [min]	10 1:13-11:23	10 11:13-11:23	10 11:13-11:23	10 11:13-11:23	10 11:13-11:23
Opažanja	Nepopolno homogen material postaja lepljiv, material je prosojen.	Nehomogen material, PE in PP postaja lepljiv, PET se ne tali, material je temno modre barve.	Nepopolno homogen material, zmes postaja lepljiva, zmes je temno modre barve, modifikator prožnosti je prozoren.	Nepopolno homogen material, zmes postaja lepljiva, modifikator trdnosti (steklena vlakna) niso porazdeljena.	Nepopolno homogen material, zmes postaja lepljiva, barvilo je neenakomerno porazdeljeno v zmesi PE.

PLASTIKI PODARIMO NOVO ŽIVLJENJE

Raziskovalno področje: VARSTVO OKOLJA

Raziskovalna naloga

	VZOREC 1	VZOREC 2	VZOREC 3	VZOREC 4	VZOREC 5
	Sortno homogeni PE (mešane barve)	Sortno nehomogeni mešani PE, PP in PET	Sortno homogeni PE z dodatkom modifikatorja za prožnost	Sortno homogeni PE z dodatkom modifikatorja za trdnost (steklena vlakna)	PE (prozoren) z dodatkom barve 1
Temperatura segrevanja: 210°C					
Čas segrevanja [min]	10 11:23-11:33	10 11:23-11:33	10 11:23-11:33	10 11:23-11:33	10 11:23-11:33
Opazanja	Material postaja bolj homogen in zelo lepljiv, material je zamazano rumenkaste barve.	Nehomogen material, PE in PP postaja lepljiv, PET se ne tali, material je temno modre barve.	Nepopolno homogen material, zmes postaja lepljiva, zmes je temno modre barve, modifikator prožnosti je svetlo rumen.	Nepopolno homogen material, zmes postaja lepljiva, modifikator trdnosti (steklena vlakna) niso porazdeljena.	Nepopolno homogen material, zmes postaja lepljiva, barvilo je neenakomerno porazdeljeno v zmesi PE.

PLASTIKI PODARIMO NOVO ŽIVLJENJE

Raziskovalno področje: VARSTVO OKOLJA

Raziskovalna naloga

	VZOREC 1	VZOREC 2	VZOREC 3	VZOREC 4	VZOREC 5
	Sortno homogeni PE (mešane barve)	Sortno nehomogeni mešani PE, PP in PET	Sortno homogeni PE z dodatkom modifikatorja za prožnost	Sortno homogeni PE z dodatkom modifikatorja za trdnost (steklena vlakna)	PE (prozoren) z dodatkom barve 1
Temperatura segrevanja: 220°C					
Čas segrevanja [min]	10 11:33-11:43	10 11:33-11:43	10 11:33-11:43	10 11:33-11:43	10 11:33-11:43
Opazanja	Homogen material je zelo lepljiv, zmes je temno rumene oz. oker barve.	Nehomogen material, PE in PP postaja lepljiv, PET se ne tali. Material postaja lepljiv, zmes je temno rumene oz. oker barve. Opazijo se razlike v materialih- nekateri koščki se ne topijo.	Nepopolno homogen material, zmes postaja lepljiva, temno modre barve, modifikator prožnosti je temno rumen.	Nepopolno homogen material, zmes postaja lepljiva, modifikator trdnosti (steklena vlakna) niso porazdeljena.	Material postaja lepljiv, zmes je v temnem odtenku barve barvila.
Temperatura segrevanja: 230°C					
Čas segrevanja [min]	10 11:43-11:53	10 11:43-11:53	10 11:43-11:53	10 11:43-11:53	10 11:43-11:53
Opazanja	Material je trd, temno oker barve.	Nehomogen material. Material je trd, temno oker barve, opazijo se razlike v materialih, nekateri koščki se ne talijo.	Material je trd, temno oker barve.	Material je trd, temno oker barve.	Material postaja lepljiv, zmes je v zelo temnem odtenku barve barvila.

PLASTIKI PODARIMO NOVO ŽIVLJENJE

Raziskovalno področje: VARSTVO OKOLJA

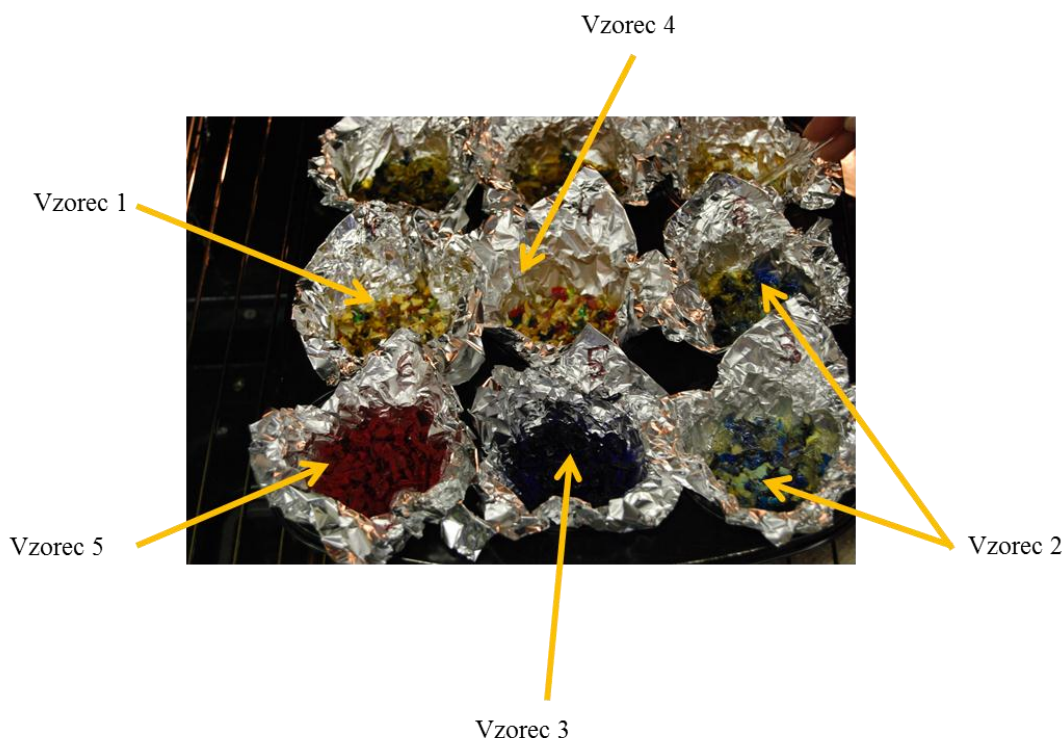
Raziskovalna naloga

	VZOREC 1	VZOREC 2	VZOREC 3	VZOREC 4	VZOREC 5
	Sortno homogeni PE (mešane barve)	Sortno nehomogeni mešani PE, PP in PET	Sortno homogeni PE z dodatkom modifikatorja za prožnost	Sortno homogeni PE z dodatkom modifikatorja za trdnost (steklena vlakna)	PE (prozoren) z dodatkom barve 1
Temperatura segrevanja: 240°C					
Čas segrevanja [min]	10 11:53-12:03	10 11:53-12:03	10 11:53-12:03	10 11:53-12:03	10 11:53-12:03
Opazanja	Material je trd, temno oker barve.	Material je zelo nehomogen. Delno temno rumene oz. oker barve. Opazijo se razlike v materialih, nekateri koščki so že popolnoma trdni, PET pa se začinja taliti.	Material je trd, temno oker barve.	Nepopolno homogen material, zmes trda, temno rjava, modifikator trdnosti (steklena vlakna) niso porazdeljena.	Material je trd, temne barve.

Segrevanje z ventilacijsko pečico omogoča taljenje materiala. Metoda je primerna simulacija procesa mehanskega recikliranja. Ugotovili smo, da je segrevanje materiala enakomerno.

Želeli smo ugotoviti pri kateri temperaturi se material tali in kolikšen čas je potreben za taljenje. Vzorce smo postopno segrevali v časovnih intervalih po 10 minut pri temperaturah od 200 do 240°C. Temperaturo gretja smo nastavili z gumbom na pečici.

Ugotovili smo, da se vzorci talijo pri različnih temperaturah. Sortno homogen material (vzorec 1) se tali pri najnižji temperaturi (200°C). Delci se enakomerno talijo in dobili smo homogen material. Pri sortno nehomogenem materialu (vzorec 2) so se delci talili pri različnih temperaturah: PE in PP pri nižjih temperaturi (okoli 200°C), PET pri višji temperaturi (okoli 240°C).



Slika 8: Vzorci 1-5 po segrevanju v ventilacijski pečici pri temperaturi 210°C

Za taljenje materialov z modifikatorji so potrebne nekoliko višje temperature (Slika 8). Material z dodanim modifikatorjem prožnosti se je talil pri temperaturi okoli 210 °C, vendar je vzorec smo delno homogen (vzorec 3). Material z dodanim modifikatorjem trdnosti (vzorec 4) se je talil pri temperaturi okoli 210°C, vendar se steklena vlakna niso porazdelila enakomerno po talini in material je nehomogen. Material z dodanim barvilom se tali pri temperaturi okoli 210°C. Barvilo se v talini enakomerno porazdeli in dobimo homogen enakomerno obarvan material (vzorec 5).

Ugotovili smo, da je za taljenje PE in PP ustrezna temperatura do 220°C. Material je začel pri segrevanju nad temperaturo 220°C temneti, postajal je trd, nastajal pa je tudi neprijeten vonj po zažgani plastiki. Pri segrevanju nad temperaturo 230°C so bili vsi vzorci uničeni in neuporabni za nadaljnje eksperimente (Slika 9).



Slika 9: Vzorci 1-5 po segrevanju v ventilacijski pečici pri temperaturi nad 230°C

Tabela 5: Opažanja pri segrevanju odpadnega plastičnega materiala v ventilacijski pečici

2. Poskus: priprava okrasnega izdelka

	VZOREC 5A	VZOREC 5B
	PE (prozoren)	PE (prozoren) z dodatkom barve 1
Temperatura segrevanja [°C]	200	200
Čas segrevanja [min]	10	10
Opažanja	Material se enakomerno tali v zvezdičnem modelu, postane homogen	Material se enakomerno tali v zvezdičnem modelu, postane homogen. Dodatek barve se enakomerno porazdeli med delci.

Na osnovi ugotovitve, da dobimo homogen material samo pri taljenju okoli 200 °C, in sicer samo za vzorec 1 (sortno homogen PE) in vzorec 5 (sortno homogen PE z dodatkom barvila), smo želeli preveriti ali lahko s segrevanjem v ventilacijski pečici pripravimo tudi uporaben izdelek. Vzorec 1 in vzorec 5 smo nasuli v modele za piškote, ki so nam služili kot modeli za pripravo okraskov ter ju segrevali 10 minut v ventilacijski pečici pri temperaturi 200 C°. (Tabela 5).

Segrevanje z ventilacijsko pečico omogoča taljenje in pripravo homogenega materiala ter pripravo izdelkov za nadaljnjo uporabo. Iz recikliranega materiala smo izdelali okrasne zvezdice (Slika 9).



Slika 10: Izdelek (okrasne zvezdice) iz recikliranega materiala.

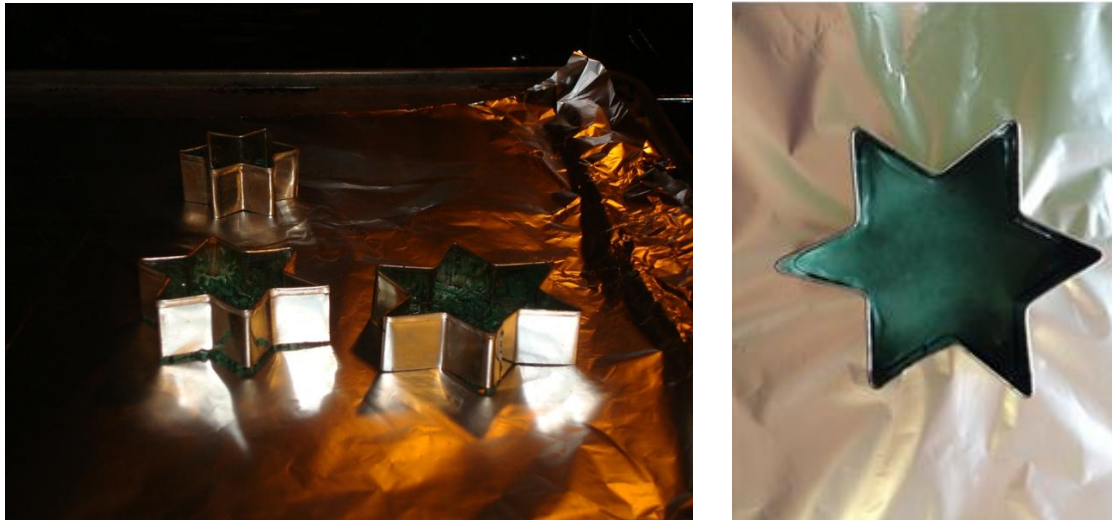
3.3.4 Poskus priprave okrasnega izdelka iz recikliranega plastičnega materiala v ventilacijski pečici

Ker po izvedeni prvi simulaciji mehanske reciklaže ni bilo možno ustrezno razrezati izdelkov iz recikliranega materiala, smo za izvedbo poskusa s katerim smo želeli preveriti ali je možno recikliran material ponovno reciklirati, uporabili izdelek za katerega proizvajalec podjetje Curver trdi, da je narejen iz 100% recikliranega materiala (10).

Razrezan izdelek (plastična košara), (vzorec 6) smo nasuli v modele za piškote, ki so nam služil kot modeli za okraske ter jih segrevali 10 minut v ventilacijski pečici pri temperaturi 200°C in 210°C (Tabela 6). Ugotovili smo, da se material pri temperaturi 200°C sicer tali, a ni popolnoma homogen (Slika 11). Zato smo temperaturo segrevanja povišali na 210°C. Izdelali smo okrasne zvezdice (Slika 12). Ugotovili smo, da material rahlo spremeni barvo in sicer sveto zelena postane nekoliko bolj temno zelena, kar pripisujemo spremembam lastnosti barve in kvalitete.

Tabela 6: Opazanja pri segrevanju recikliranega plastičnega materiala v modelu v ventilacijski pečici

	VZOREC 6	VZOREC 6
	Sortno homogeni PP	Sortno homogeni PP
Temperatura segrevanja [°C]	200	210
Čas segrevanja [min]	10	10
Opazanja	Material se enakomerno tali v zvezdičnem modelu, postane delno homogen.	Material se enakomerno tali v zvezdičnem modelu, postane homogen.



Slika 11: Segrevanje recikliranega plastičnega materiala (vzorec 6) v modelu v ventilacijski peči



Slika 12: Izdelki (okrasne zvezdice) iz izdelka iz že recikliranega materiala

4. SKLEPI

Z dobljenimi rezultati smo ugotovili, da je možno reciklirati odpadno plastično embalažo. V šolskem laboratoriju je možno izvesti simulacijo mehanskega recikliranja odpadnega plastičnega materiala, vendar samo z uporabo ventilacijske pečice, ki omogoča kontrolirano segrevanje materiala.

Uporaba špiritnega gorilnika za taljenje ni ustrezna, saj ne dosežemo dovolj visoke temperature segrevanja. Taljenje s plinskim gorilnikom pa ne omogoča enakomernega segrevanja vseh delcev in zato ne dobimo homogene zmesi.

Potrdili smo hipotezo, da lahko recikliramo samo sortno homogeno plastiko. Zaradi različnih temperatur tališča različnih tipov plastike smo dobili pri taljenju vzorcev sortno mešane plastike nehomegno zmes, kjer so nekateri delci (PET) ostali nestaljeni.

Potrdili smo tudi hipotezo, da je možno izdelke narejene iz reciklirane plastike ponovno reciklirati in jih pretvoriti v uporaben izdelek iz plastike. Iz plastične košare za katero proizvajalec trdi, da je narejena iz 100% recikliranega materiala smo izdelali okrasne zvezdice.

Samo delno smo potrdili hipotezo, da lahko recikliranemu plastičnemu materialu z aditivi in modifikatorji spremenimo lastnosti ter tako izboljšamo kvaliteto. Recikliranemu plastičnemu materialu smo spremenili barvo in izdelali rdeče obarvan izdelek (okrasno zvezdico). Dodatkov za povečanje prožnosti ter izboljšanje trdosti pa v talini materiala nismo uspešno pomešali in izdelek ni bil dovolj homogen.

Na osnovi vseh ugotovitev sklepamo, da je naša trditev, da lahko plastiki po uporabi z ustreznimi postopki reciklaže podarimo novo življenje, pravilna.

5. DRUŽBENA ODGOVORNOST

Odpadki so posledica našega načina življenja. Vse več je odpadkov, ki niso podvrženi naravnemu biološkemu procesu razpadanja. Takšni so tudi plastični odpadki. Vendar pa odpadki niso več nekaj odvečnega, kar sodi zgolj na vedno bolj polna smetišča, ampak danes predstavljajo potencialne surovine. Njihova pot se z odlagališč vedno bolj preusmerja v predelavo odpadkov v zopet koristne surovine. Ponovna uporaba, recikliranje in predelava odpadkov imajo prednost pred odstranjevanjem. Odpadke iz plastike je torej treba – če je le mogoče – ponovno uporabiti ali predelati. Torej plastiki podariti novo življenje. Z raziskovalno nalogo smo v naši zavesti okrepili spoznanje, da s svojim delovanjem vplivamo na naše življenjsko okolje. Skrb za trajnostni razvoj, varovanje zalog neobnovljivih virov, skrb za okolje in gospodarno ravnanje z odpadki, je naša skupna družbena odgovornost skladna z določbami ISO 26000. V tem procesu preobrazbe odpadkov v ponovno uporabne surovine lahko in moramo sodelovati prav vsi.

6. VIRI IN LITERATURA

1. Kemija splošni priročnik, Tehniška založba Slovenije str. 623., Ljubljana 1993
2. Leksikon Sova: Četrta, dopolnjena in posodobljena izdaja. 2006. 1.natis.
Ljubljana:Cankarjeva založba.
3. <http://www2.sts.si/arhiv/teho/Plastika/predelava.htm> (7.2.2013)
4. http://www.stat.si/vodic_oglej.asp?ID=491&PodrocjeID=27. (30.12.2012)
5. http://kazalci.arso.gov.si/?data=group&group_id=18. (30.12.2012)
6. Plastics – the Facts 2012: An analysis of European plastics production, demand and waste data for 2011
7. <http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/index.htm> (30.12.2012)
8. BRAUNGART, M.; MCDONOUGH, W.: Cradle to Cradle. Remaking the Way We Make Things. North Point Press, New York, 2002, ISBN 978-0865475878
9. GOODSHIP V. 2001. Introduction to Plastic Recycling. 1.izdaja. Shawbury, Shrewsbury, Shropshire, UK: Rapra Tecnology Limited)
10. <http://www.curver.com/deu/products/ecolife-neo-square/11490> (8.2.2013)
11. http://www.arhiv.mop.gov.si/si/delovna_podrocja/odpadki/pogosta_vprasanja_in_odgovori/ ODLOČBA KOMISIJE z dne 28. januarja 1997 o določitvi sistema prepoznavanja embalažnih materialov v skladu z Direktivo Evropskega parlamenta in Sveta 94/62/ES o embalaži in odpadni embalaži (9.2.2013)