

OSNOVNA ŠOLA GUSTAVA ŠLIHA VELENJE
VODNIKOVA 3, 3320 VELENJE

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA

**RAZGRADLJIVOST BIORAZGRADLJIVIH VREČK IN
NJIHOV VPLIV NA OKOLJE**

Tematsko področje: EKOLOGIJA Z VARSTVOM OKOLJA

Avtorja:

Urban Sušec, 8. razred

Nej Klančnik, 8. razred

Mentorica:

mag. Anita Povše, prof. biol. in kem.

Velenje, 2019

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Osnovni šoli Gustava Šiliha Velenje.

Mentorica: mag. Anita Povše, prof. biol. in kem.

Datum predavitve:

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Rn

KG razgradnja / biorazgradljivost / vrečke / jodovica / čebulni test / vodne bolhe

AV SUŠEC, Urban / KLANČNIK, Nej

SA POVŠE, Anita

KZ 3320 Velenje, SLO, Vodnikova 3

ZA OŠ Gustava Šiliha Velenje

LI 2019

IN **RAZGRADLJIVOST BIORAZGRADLJIVIH VREČK IN NJIHOV VPLIV NA OKOLJE**

TD Raziskovalna naloga

OP IX, 30 s., 7 tab., 4 graf., 21 sl., 14 ref.

IJ SL

JI sl / en

AI Osnovno vprašanje raziskave je bilo, kako dobro se biorazgradljive vrečke razgradijo v naravi in kakšen je njihov vpliv na okolje. Tri vrste biorazgradljivih vrečk in eno plastično vrečko so raziskovalci zakopali na štirih lokacijah: v gozdu, na kompostu, travniku in vrtu. Razgradnjo so spremljali 5 mesecev. V tem času se nobena vrečka ni razgradila, vse biorazgradljive vrečke pa so se nagubale. Največje spremembe so bile na vrečkah zakopanih v gozdu. V drugem delu raziskave so raziskovalci uporabili biorazgradljive vrečke podjetja Geomet, ene z barvnim potiskom in ene brez, ki so jih za 3 mesece namočili v destilirano vodo. S to vodo so opravili čebulni test in test z vodnimi bolhami, ki nista pokazala negativnih vplivov. Nadaljnji testi so pokazali prisotnost škroba in mikrodelcev v vodi ter spremembo pH vode. Tudi biorazgradljive vrečke vplivajo na okolje, vendar se v raziskavi ti vplivi niso izkazali kot negativni.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND OŠ Gustava Šiliha, 2018/2019

CX degradation / biodegradability / bags / potassium iodide / onion test / water flea

AU SUŠEC, Urban / KLANČNIK, Nej

AA POVŠE, Anita

PP 3320 Velenje, SLO, Vodnikova 3

PB OŠ Gustava Šiliha Velenje

PY 2019

TI **DEGRADATION OF BIODEGRADABLE BAGS AND THEIR INFLUENCE ON THE ENVOIREMENT**

DT RESEARCH WORK

NO IX, 30 p., 7 tab., 4 graf, 21 fig., 14 app.

LA SL

AL sl / en

AB The basic question of the study was how well the biodegradable bags are degraded in nature and their impact on the environment. The researchers buried three types of biodegradable bags and one plastic bag at four locations: in the forest, on a compost, a lawn and a garden. The decomposition was monitored for 5 months. During this time, no bags were decomposed, and all biodegradable bags became wrinkled. The biggest changes were on bags buried in the forest. In the second part of the study, the researchers used Geomet's biodegradable bags, one with a colored push and one without it, which were soaked in distilled water for 3 months. With this water, the onion test and the aquatic flea test did not show any negative effects. Further tests showed the presence of starch and microparticles in water and a change in the pH of water. Biodegradable bags also affect the environment, but in the study, these effects were not proved negative.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO TABEL	VII
KAZALO GRAFOV	VII
KAZALO SLIK	VIII
SEZNAM OKRAJŠAV	IX
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 PLASTIČNE VREČKE.....	2
2.2 BIOPLASTIKA.....	3
2.3 BIORAZGRADLJIVE VREČKE	4
2.4 ALTERNATIVE BIORAZGRADLJIVIM VREČKAM	5
2.5 ZAKONODAJA.....	5
2.6 BIOLOŠKI TESTI STRUPENOSTI	6
3 METODE DELA	7
3.1 POSKUS RAZGRADLJIVOSTI VREČK.....	7
3.2 TESTIRANJE VODE Z NAMOČENIMI BIORAZGRADLJIVIMI VREČKAMI.....	9
3.2.1 TEST Z VODNIMI BOLHAMI	9
3.2.2 ČEBULNI TEST	10
3.2.3 TEST Z JODOVICO	11
3.2.4 MIKROSKOPIRANJE.....	12
3.2.5 MERJENJE PH.....	12
3.2.6 IZPAREVANJE VODE	12
4 REZULTATI	13
4.1 REZULTATI RAZGRADLJIVOSTI VREČK	13
4.2 REZULTATI TESTA Z VODNIMI BOLHAMI	16
4.3 REZULTATI ČEBULNEGA TESTA.....	17
4.4 REZULTATI TESTA Z JODOVICO.....	18
4.5 REZULTATI MIKROSKOPIRANJA	18
4.6 REZULTATI MERJENJA PH	19

4.7 REZULTATI IZPAREVANJA VODE	20
5 DISKUSIJA.....	21
6 ZAKLJUČEK	27
7 POVZETEK.....	28
8 ZAHVALA	29
9 LITERATURA IN VIRI.....	30

KAZALO TABEL

TABELA 1: OCENA RAZGRADNJE VREČK PO ENEM MESECU.	13
TABELA 2: OCENA RAZGRADNJE VREČK PO DVEH MESECIH.....	13
TABELA 3: OCENA RAZGRADNJE VREČK PO TREH MESECIH.	14
TABELA 4: OCENA RAZGRADNJE VREČK PO ŠTIRIH MESECIH.	14
TABELA 5: OCENA RAZGRADNJE VREČK PO PETIH MESECIH.	14
TABELA 6: REZULTATI TESTA Z VODNIMI BOLHAMI.	16
TABELA 7: REZULTATI MERITEV KORENIN ČEBULIC.	17

KAZALO GRAFOV

GRAF 1: PRIMERJAVA RAZGRADNJE RAZLIČNIH VREČK NA TRAVNIKU.	22
GRAF 2: PRIMERJAVA RAZGRADNJE RAZLIČNIH VREČK NA KOMPOSTU.	22
GRAF 3: PRIMERJAVA RAZGRADNJE RAZLIČNIH VREČK V GOZDU.	23
GRAF 4: PRIMERJAVA RAZGRADNJE RAZLIČNIH VREČK NA VRTU.	23

KAZALO SLIK

SLIKA 1: MNOGI ORGANIZMI SE NEHOTE PREHRANJUJEJO S PLASTIČNIMI DELCI (SENICA, 2017).	2
SLIKA 2: RAZGRADNJA PLASTIČNIH VREČK V MORJU (MIKROPLASTIKA ..., 2017).....	3
SLIKA 3: BIORAZGRADLJIVE VREČKE (BIORAZGRADLJIVE VREČKE, 2019).....	4
SLIKA 4: VREČKE, UPORABLJENE V POSKUSU RAZGRADLJIVOSTI (FOTO: U. SUŠEC).	7
SLIKA 5: VREČKE ZAKOPANE NA TRAVNIKU (FOTO: U. SUŠEC).....	8
SLIKA 6: V PETRIJEVKI SVA 24 UR GOJILA VODNE BOLHE V TESTIRANIH VODAH (FOTO: N. KLANČNIK).	9
SLIKA 7: GOJENJE VODNIH BOLH V ČAŠI (FOTO: A. POVŠE).....	10
SLIKA 8: MERJENJE DOLŽINE KORENIN ČEBULIC (FOTO: U. SUŠEC).	11
SLIKA 9: NA VREČKE SVA KANILA NEKAJ KAPLJIC JODOVICE (FOTO: N. KLANČNIK).	11
SLIKA 10: IZPAREVANJE VODE, V KATERI SVA TRI MESECE NAMAKALA BIORAZGRADLJIVE VREČKE (FOTO: U. SUŠEC).	12
SLIKA 11: PO PETIH MESECIH SE JE NAJBOLJ RAZGRADILA VREČKA GEOMET (FOTO: U. SUŠEC).	15
SLIKA 12: VREČKE, ZAKOPANE V GOZDU, PO PETIH MESECIH (FOTO: U. SUŠEC).	15
SLIKA 13: RAST KORENIN ČEBULIC V TESTIRANI VODI (FOTO: U. SUŠEC).	17
SLIKA 14: OBARVANJE Z JODOVICO JE DOKAZ PRISOTNOSTI ŠKROBA (FOTO: N. KLANČNIK). ...	18
SLIKA 15: MIKROSKOPSKI POGLED NA DELCE V DESTILIRANI VODI Z NAMOČENO BIORAZGRADLJIVO VREČKO (FOTO: N. KLANČNIK).....	18
SLIKA 16: MERJENJE PH Z ELEKTRONSKIM PH METROM (LEVO VODA Z VREČKAMI S POTISKOM IN DESNO BREZ POTISKA) (FOTO: U. SUŠEC).....	19
SLIKA 17: REZULTATI MERJENJA PH Z UNIVERZALNIM INDIKATORJEM (FOTO: U. SUŠEC).	19
SLIKA 18: USEDlina PO IZPAREVANJU TESTIRANIH VOD (FOTO: U. SUŠEC).....	20
SLIKA 19: VELIKE KOLIČINE ODPADNE PLASTIKE ONESNAŽUJE NAŠ PLANET (PAPA PLASTIČNE VREČKE, 2018).	21
SLIKA 20: VREČKA ALUFIX PO ENEM MESECU (LEVO) IN PO ŠTIRIH MESECIH (DESNO) V GOZDU (FOTO: U. SUŠEC).....	24
SLIKA 21: MIKROPLASTIKA POD MIKROSKOPOM (MIKROPLASTIKA ..., 2017).....	25

SEZNAM OKRAJŠAV

OŠ	Osnovna šola
in sod.	in sodelavci
npr.	na primer
oz.	oziroma
Cd	kadmij
Hg	živo srebro
Pb	svinec
EU	Evropska unija
WWF	World Widelife Fund (Svetovni sklad za naravo)
µg/l	mikrogram na liter
cm	centimeter
ppb	parts per billion (število delcev na milijardo)

1 UVOD

Ogromno kopičenje plastične embalaže na odlagališčih in v naravi je pogojevalo sprejetje nekaterih ukrepov za zmanjšanje količine odvržene plastike. Velik delež te plastike predstavljajo plastične nakupovalne vrečke. Da bi omejili njihovo uporabo, je Evropski parlament sprejel določene ukrepe, predvsem v smislu plačljivosti plastičnih vrečk. Hkrati pa so se kot alternativa na trgu pojavile biorazgradljive vrečke.

Nekatere biorazgradljive vrečke so narejene iz bioplastike, ki naj bi v naravi bistveno hitreje razpadla na manjše delce, vendar s tem v okolju ne zmanjšamo količine mikro in nano plastike. Obstajajo pa tudi biorazgradljive vrečke narejene iz povsem naravnih materialov. V raziskovalni nalogi sva se osredotočila na proučevanje slednjih.

Osnovno vprašanje najine raziskave je bilo, kako dobro se biorazgradljive vrečke razgradijo v naravi. Želela sva tudi oceniti njihov vpliv na okolje. V ta namen sva izvedla več različnih poskusov in testov. Za testiranje sva uporabila biorazgradljive vrečke, narejene na osnovi škroba. Primerjala sva razgradnjo treh škrobnatih biorazgradljivih vrečk različnih proizvajalcev. Za nadaljnje testiranje sva uporabila biorazgradljive vrečke podjetja Geomet. Pri poskusih sva naredila primerjavo teh vrečk s potiskom in brez njega, saj naju je zanimalo, ali lahko na organizme v okolju vplivajo tudi barvila v potiskih.

Pri uporabi biorazgradljivih izdelkov moramo biti prav tako previdni, saj moramo poznati celoten postopek izdelave, uporabe in razgradnje, da lahko z gotovostjo trdimo, da tak izdelek nima negativnih vplivov na okolje.

HIPOTEZE:

- ~ Biorazgradljive vrečke se bodo v naravi po 90-ih dneh popolnoma razgradile.
- ~ Temperatura tal vpliva na razgradnjo vrečk.
- ~ Biorazgradljive vrečke se dobro razgradijo v vodi.
- ~ Biorazgradljive vrečke ne vplivajo škodljivo na vodne organizme.

2 PREGLED OBJAV

2.1 PLASTIČNE VREČKE

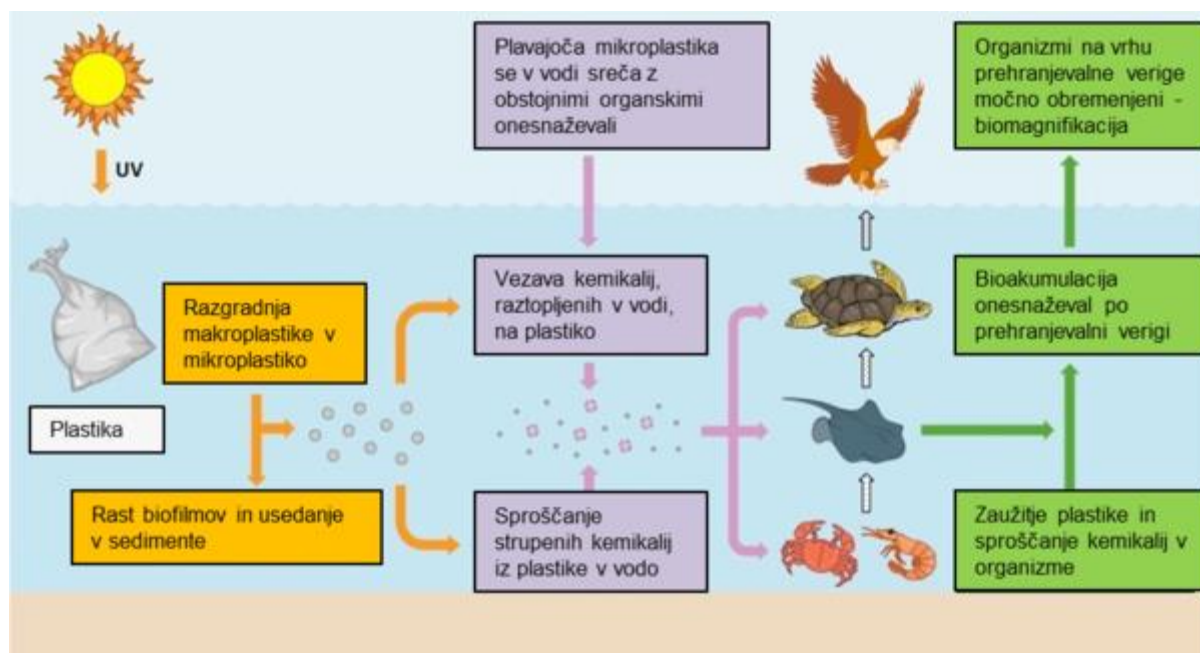
Plastične vrečke so danes velik problem, saj jih v ogromnih količinah zavržemo, kar pa povzroči veliko onesnaženost na Zemlji. Povprečen Slovenec na leto uporabi okoli 150-300 navadnih trgovinskih plastičnih vrečk, celotna Slovenija pa približno 300-600 milijonov. Vrečke povprečno uporabimo za približno 20-30 minut, na to pa jih zavržemo. Te plastične vrečke potrebujejo od 100-1000 let, da se razgradijo, do takrat pa ležijo nekje v naravi na kupu ostalih vrečk in onesnažujejo okolje. Če ne bomo ukrepali takoj naj bi bilo v morju čez približno 30-40 let v morju več plastike kot rib. Po celem svetu ljudje na leto odvržemo 1 trilijon plastičnih vrečk v naravo, le 8 milijonov pa odložimo na smetiščih. Za primerjavo, človeštvo odvrže na uro: 20.000 telefonov, 13.000.000 pločevink, 14.000.000 plastenk in kar 46.000.000 vrečk (Levpušček, 2017).

Velika večina plastike konča v naravi, še posebej v morju. Tam predstavlja še posebej velik problem, saj jo zaradi uživanja in vdihavanja najdemo v večini morskih živali. Nekatere živali se lahko z njo zastrupijo, zadušijo ali ja jim celo priraste k telesu. Vendar pa problematika prisotnosti plastike ni omejena le na živali. Danes lahko mikro in nano plastiko najdemo tudi pri ljudeh.



Slika 1: Mnogi organizmi se nehote prehranjujejo s plastičnimi delci (Senica, 2017).

Da bi spoznali, zakaj je sploh tako nevarna jo moramo pogloblje spoznati. Plastika je večinoma pridobljena iz surove nafte. Vsebujejo dodatke, kot so UV filtri, antioksidanti, antistatični agenti, zaviralci gorenja, barvila in težke kovine (Cd, Hg, Pb). Sestavljena je iz dolgih ogljikovih verig. Ima veliko dodatkov, ki jo naredijo mehko in upogljivo oz. trdo in neupogljivo. Ustvarjamo jo v ogromnih količinah (8 ton na sekundo) (Levpušček, 2017).



Slika 2: Razgradnja plastičnih vrečk v morju (Mikroplastika ..., 2017).

Poleg slabih učinkov pa ima plastika tudi dobre: uporablja se za medicinske pripomočke, varnostne mehe v avtomobilih (airbage), izolacijo v hišah... Poleg tega ima nekaj gramovka vrečka nosilnost več kilogramov. Problemi pa se začnejo šele, ko zaide v naravo, kar se na žalost zgodi z večino plastike.

2.2 **BIOPLASTIKA**

Bioplastika je na otip in videz povsem enaka navadni plastiki, vendar se s pomočjo mikroorganizmov razgradi na vodo, ogljikov dioksid in biomaso. V osnovi naj bi bila narejena iz obnovljivih virov, ki omogočajo organsko recikliranje, na primer kompostiranje. Trenutno je največ bioplastike iz termoplastičnega škroba, v prihodnje pa naj bi proizvodni materiali za bioplastiko temeljili predvsem na odpadnih obnovljivih virih (celuloza, sirotka, kostna moka) (Rogelj Petrič, 2012). Vendar pa tudi izdelkov iz bioplastike ni primerno zavreči, saj pri razgradnji nastanejo toplogredni plini, ki povzročajo drugo težavo, ki ji pravimo globalno segrevanje.

Vse razgradljive vrečke iz bioplastike, ki jih nekateri proizvajalci v zadnjem času neupravičeno oglašujejo kot bio, niso narejene iz obnovljivih virov in se v naravi ne razgradijo. Materialu, iz katerega so te vrečke, primešajo katalizator, ki sproži oksidacijo: zmanjša se masa, pride do tako imenovane fragmentacije, ko material razpade na manjše dele, se pa ne razgradi. Tako le bolj prikrito še naprej onesnažuje okolje (Rogelj Petrič, 2012).

2.3 BIORAZGRADLJIVE VREČKE

Biorazgradljive vrečke so se sprva začele uporabljati kot ločevalne vrečke za odpadke in šele v zadnjem času kot nosilne vrečke. Vse več potrošnikov posega po biorazgradljivih vrečkah kot okolju prijazni alternativni. Vendar pa Zveza potrošnikov Slovenije opozarja, da napisi na izdelkih, kot so »okolju prijazen«, »100 % razgradljiv« in podobni, ki niso podprti s certifikacijskim znakom, ne zagotavljajo, da so izdelki dokazljivo biorazgradljivi (Levpušček, 2017).



Slika 3: Biorazgradljive vrečke (Biorazgradljive vrečke, 2019).

Obstajajo vsaj trije vidiki uporabe biorazgradljivih vrečk, ki nas opominjajo na njihovo premišljeno rabo. Prvi vidik je ta, da biorazgradljive vrečke, čeprav so izdelane iz povsem naravnih materialov, dokončno razpadejo samo v nadzorovanih pogojih. To je omogočeno le v procesu industrijskega kompostiranja, kjer so temperature v primerjavi z domačimi precej višje. Takšne, ki bi razpadla v morju, še niso izdelali. Prav to pa je tudi največja težava, saj biorazgradljive vrečke pogosto končajo med ostalimi odpadki, čeprav zanje veljajo drugačni postopki recikliranja.

Drug vidik je ta, da navedba, da je določen material biorazgradljiv ali narejen na biološki osnovi, ne pove nič o potencialni uporabi nevarnih materialov. Katero koli kemikalijo, tudi vsem poznan motilec delovanja žlez z notranjim izločanjem bisfenol A, je mogoče izdelati iz surovin na biološki osnovi. Poleg tega je mogoča uporaba vrste drugih tveganih kemikalij kot dodatkov, premazov, črnila, lepila itd. Označevanje bioplastike kot okolju prijaznega izdelka brez negativnih učinkov je zato lahko zavajajoče (Levpušček, 2017).

Tretji negativni vidik množične uporabe biorazgradljivih vrečk pa se skriva v njihovi izdelavi. Obdelovalne površine, ki so po novem namenjene za gojenje rastlin, iz katerih pridobivamo surovine za bioplastiko, bi lahko namenili za pridelavo hrane. Prav tako je potrebno opozoriti, da gre pri gojenju teh rastlin za intenzivno kmetijstvo, kjer se uporablja velike količine umetnih gnojil in pesticidov.

2.4 ALTERNATIVE BIORAZGRADLJIVIM VREČKAM

Trenutno lahko na trgu najdemo različne vrečke, npr. plastične, biorazgradljive, papirnate in bolj trajne bombažne vrečke. Vse imajo svoje prednosti in slabosti tako za potrošnika, kot z vidika ohranjanja narave. Če želimo delovati čim bolj okoljevarstveno, se nam zastavi ključno vprašanje: katere vrečke je najbolj primerno uporabiti.

Ena najbolj obsežnih primerjalnih študij je bila narejena v Avstraliji leta 2007. Po naročilu tamkajšnje vlade so ugotavljali ogljični odtis različnih vrst vrečk. Izračunali so, da imajo papirne vrečke zaradi večje porabe energije pri proizvodnji in transportu (ker so večje, potrebujejo več prostora, poleg tega so težje) celo višji ogljični odtis od plastičnih. A to ne pomeni, da so plastične okolju prijaznejše. Ne smemo namreč pozabiti, da se papir za razliko od plastike v naravi razgradi, da pri tem v zrak ne uhajajo toksini in da ni kriv za množični pogin živali (Levpušček, 2017). Kljub temu, da se papir bolje razgradi v naravi, pa je zelo pomembno, da so tudi papirnate vrečke narejene iz recikliranih materialov.

V omenjeni avstralski študiji so naredili tudi analizo bombažnih vrečk, ki jih lahko dlje časa in večkrat uporabimo. Po podatkih WWF je bombažu namenjenih 2,4 odstotka vseh pridelovalnih površin na svetu, a hkrati zanj porabijo 24 odstotkov vse svetovne proizvodnje insekticidov in 11 odstotkov pesticidov. Poleg tega za proizvodnjo kilograma bombaža porabijo več kot 20 tisoč litrov vode (Levpušček, 2017). Prav tako pa je tudi recikliranje bombaža še zelo redko.

2.5 ZAKONODAJA

Evropska unija je zahtevala prepoved brezplačnih nakupovalnih vrečk do leta 2019. Na ta način naj bi omejili porabo plastičnih vrečk in posledično zmanjšali stroške njihove redelave, s čimer naj bi letno prihranili okoli 740 milijonov evrov. Iz tega ukrepa so izvzete vrečke za sadje in zelenjavo, predvsem zaradi zagotavljanja higienskih standardov. Zahtevi EU se je odzvalo tudi Okoljsko ministrstvo, ki je sprejelo nov zakon omejitvi porabe tankih plastičnih nakupovalnih vrečk, ki je stopil v veljavo z začetkom leta 2019.

Evropski parlament je prve ukrepe v smeri zmanjšanja porabe nakupovalnih vrečk sprejel že leta 2015, ko naj bi se poraba zmanjšala za 80 %. Cilj je, da bi povprečno porabo do konca

leta 2019 zmanjšali na 90 vrečk na prebivalca, do konca leta 2025 pa na 40 (Levpušček, 2017).

Ker so se zaradi teh ukrepov na trgu pojavile tudi druge alternative plastičnim vrečkam, predvsem biorazgradljive vrečke, je bilo potrebno sprejeti tudi standarde, ki opredeljujejo biorazgradljive materiale. Takšen standard je EN 13432.

EN 13432 je standard, ki ga je leta 2002 sprejel Evropski komite za standardizacijo. Standard ureja materiale ki se štejejo za biološko razgradljive ali se jih da kompostirati. V skladu z EN 13432 mora material, ki se imenuje kompost oz. je zmožen kompostiranja, imeti naslednje lastnosti:

- razgradi se vsaj 90 % v 6-ih mesecih, če je izpostavljen okolju, bogatim ogljikovim dioksidom,
- v stiku z organskimi materiali za obdobje treh mesecev, mora masa materiala sestavljati vsaj 90 % delcev velikosti manj kot 2 mm,
- material ne sme negativno vplivati na proces kompostiranja,
- nizka koncentracija težkih kovin,
- vrednosti pH v okviru določenih omejitev,
- vsebnost soli v predpisanih mejah,
- koncentracija hlapnih trdnih delcev v mejah,
- koncentracija dušika, fosforja, magnezija in kalija v okviru predpisanih omejitev (Standard, 2018).

2.6 BIOLOŠKI TESTI STRUPENOSTI

Kvaliteto vode, sedimenta, tal, hrane ter stanje rastlin in živali merimo s fizikalno-kemijskimi analizami in z ekotoksikološkimi (biološkimi) testi. Ekotoksikologija je veda o strupenostnih učinkih snovi na celotno biosfero ter o usodi snovi v okolju. Ekotoksikološki testi so biološki testi, ki nam omogočajo ugotoviti, ali je določeno okolje strupeno za žive organizme. Šele ko ugotovimo strupenost, nadaljujemo z fizikalno-kemijskimi analizami in poiščemo snovi, ki so jo zakrivile. Poleg tega, da nam tak celosten pristop prihrani veliko časa in denarja, je nujno potreben za ugotovitev dejanskega stanja okolja (Lobnik, 2013).

Rezultat kemijskih analiz so večinoma koncentracije snovi, ki jih primerjamo s predpisanimi mejnimi vrednostmi. Vendar te analize same po sebi ne omogočajo ocene učinkov onesnaževanja na živi svet, saj lahko prihaja do negativnih vplivov tudi, če noben od izmerjenih parametrov ne presega mejnih vrednosti (Lobnik, 2013).

3 METODE DELA

3.1 POSKUS RAZGRADLJIVOSTI VREČK

V začetku meseca septembra 2018 sva postavila poskus razgradljivosti vrečk. V ta namen sva izbrala tri biorazgradljive vrečke narejene na osnovi škroba, in sicer vrečko podjetja Geomet, vrečko Alufix in vrečko podjetja Oberč. Za primerjavo rezultatov sva izbrala še navadno tanko plastično vrečko za sadje in zelenjavo.



Slika 4: Vrečke, uporabljene v poskusu razgradljivosti (Foto: U. Sušec).

Za ta poskus sva postavila vse tri biorazgradljive ter eno navadno plastično vrečko na štiri različna mesta, da bi naredil simulacijo, kako bi bilo, če bi vrečke res odvrgli v naravo. Prvo skupino vrečk sva zakopala na travniku, drugo v gozdu, tretjo na njivi in četrto na kompostu. Vrečke sva zakopala tako, da jih je prekrivalo malo prsti. Na vsako sva položila kamen, da je ni odpihnilo in mesto še dodatno označila s palico, ki sva jo zapičila v tla.



Slika 5: Vrečke zakopane na travniku (Foto: U. Sušec).

Vsak teden sva pregledala vrečke, vendar ker spremembe niso bile tako očitne, sva rezultate opažanj zapisala za vsak mesec posebej. Za opis sprememb sva oblikovala lestvico, po kateri sva ocenila spremembe na zakopanih vrečkah:

- 0 – na vrečki ni sprememb
- 1 – vrečka se je rahlo nagubala
- 2 – vrečka se je močno nagubala
- 3 – vrečka je delno razpadla na manjše kose
- 4 – vrečka je razpadla na zelo majhne delce
- 5 – vrečka se je popolnoma razgradila

Na vseh štirih izbranih lokacijah sva merila tudi temperaturo tal, da bi lahko kasneje rezultate razgradnje povezala tudi z morebitnimi razlikami v temperaturi. Temperaturo sva merila z alkoholnim termometrom, tik nad površjem.

3.2 TESTIRANJE VODE Z NAMOČENIMI BIORAZGRADLJIVIMI VREČKAMI

V dve plastenki z destilirano vodo sva namočila biorazgradljive vrečke podjetja Geomet, v eno plastenko sva dala vrečke brez potiska, v drugo pa vrečke z izrazitim potiskom. Vrečke sva pred tem razrezala na manjše kose velikosti približno 3 x 3 cm. Plastenke z namočenimi vrečkami sva pustila 3 mesece na sobni temperaturi. Občasno sva plastenke pretresla.

Po treh mesecih sva opravila več različnih testov vode, v kateri sva namakala biorazgradljive vrečke. Opravila sva test strupenosti z vodnimi bolhami, čebulni test, prisotnost škroba sva preizkusila z jodovico, izmerila sva pH vode in ker je bila voda po treh mesecih rahlo motna, sva jo še mikroskopirala in izparila, da sva videla, če bova dobila kakšno usedlino.

3.2.1 TEST Z VODNIMI BOLHAMI

Testni organizmi so mlade vodne bolhe, stare do 3 dni. Dve uri pred začetkom testa sva mlade vodne bolhe še zadnjič nahranila. Med samim testom jih 24 ur nisva hranila.

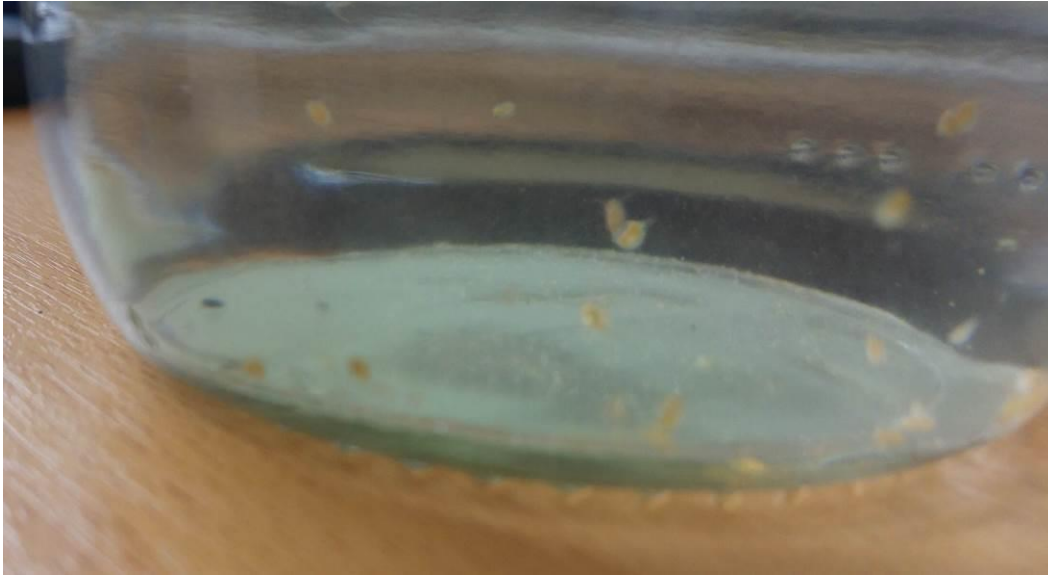
Od vsakega vzorca vode sva z merilnim valjem odmerila dvakrat po 20 ml vode, ki sva jo nalila v petrijevki. S plastično kapalko sva nato dala v vsako petrijevko po sedem mladih vodnih bolh. Paziti sva morala, da sva z vsakim zajemom bolh zajela majhno količino vode, da ne bi onesnažila vzorca.

Za vsak vzorec vode sva naredila dve seriji in s tem zagotovili ponovljivost rezultata. Poleg tega sva izvedla tudi kontrolo z vodo, v kateri sva gojila vodne bolhe.

Po štiriindvajsetih urah inkubacije bolh v vzorcih vod sva preštela gibljive vodne bolhe. Gibljivost je bila definirana kot sposobnost plavanja živali v roku 15 sekund po rahlem tresenju petrijevke. Vodne bolhe, ki se v tem času niso odzivale, so bile opredeljene kot negibne.



Slika 6: V petrijevki sva 24 ur gojila vodne bolhe v testiranih vodah (Foto: N. Klančnik).



Slika 7: Gojenje vodnih bolh v čaši (Foto: A. Povše).

3.2.2 ČEBULNI TEST

Čebulni test oz. Allium test se uporablja za ugotavljanje kakovosti vode. ALLIUM metafazni test je test za ugotavljanje splošne celične strupenosti (citotoksičnosti) in ravni genotoksičnosti v vodnih, kopenskih in zračnih ekosistemih, kjer dokazujemo potencialne genotoksične snovi. Biološki test ALLIUM ali čebulni test razkriva celosten vpliv na rast in razvoj živih celic ali organizmov ter zaznava prisotnost škodljivih snovi v koncentracijah, manjše od 0,1 $\mu\text{g/l}$ ali 0,1 ppb (Test genotoksčnosti, 2018).

V raziskavi sva uporabila preprostejšo različico tega testa, kjer sva merila le dolžine korenin čebulic in nisva pregledovala tudi poškodovanih ali okvarjenih kromosomov. Rast in dolžina koreninic je odvisna od prisotnosti strupenih snovi v vodi, lahko pa je odvisna tudi od prisotnosti nekaterih hranilnih snovi, ki bi lahko povzročile boljšo rast korenin.

Destilirano vodo v kateri sva 3 mesece namakala biorazgradljive vrečke, sva nalila v epruvete. V 4 epruvete sva nalila vodo z vrečkami brez potiska, v 4 epruvete vodo z vrečkami s potiskom in v dve epruvete destilirano vodo za kontrolo. V vsako epruveto sva dala po eno čebulico. Po petih dnevih opazovanja sva izmerila dolžine korenin in izračunala povprečne dolžine korenin čebulic za vse vrste testiranih vod.



Slika 8: Merjenje dolžine korenin čebulic (Foto: U. Sušec).

3.2.3 TEST Z JODOVICO

Jodovica se uporablja kot dokaz prisotnosti škroba. V primeru prisotnosti škroba se obarva temno vijolično do temno rjavo ali celo črno. Najprej sva z jodovico preverjala prisotnost škroba v vodi, v kateri sva namakala biorazgradljive vrečke. Naknadno sva preverjala tudi prisotnost škroba v vrečkah tako, da sva na predhodno namočene vrečke kanila nekaj kapljic jodovice in opazovala spremembe.



Slika 9: Na vrečke sva kanila nekaj kapljic jodovice (Foto: N. Klančnik).

3.2.4 MIKROSKOPIRANJE

Ker je bila destilirana voda, v kateri sva 3 mesece namakala dvojje različne biorazgradljive vrečke, že na pogled bolj motna od navadne destilirane vode, sva želela preveriti, ali se to vidi tudi pod mikroskopom. Za mikroskopiranje sva uporabila navadni svetlobni mikroskop z 100-kratno povečavo.

3.2.5 MERJENJE PH

Z univerzalnim indikatorskim papirjem in s pomočjo elektronskega pH metra sva izmerila pH vode, v kateri sva namakala biorazgradljive vrečke brez potiska in tiste s potiskom. Uporabila sva elektronski pH meter podjetja Dostmann electronic z napako 0,1 pH.

3.2.6 IZPAREVANJE VODE

V čašo sva nalila 50 ml vode, v kateri sva namakala biorazgradljive vrečke brez potiska. Čašo sva postavila na gorilnik za toliko časa, da je vsa voda izparela. Tako bi videla morebitne usedline. Če v vodi ne bi bili prisotni mikrodelci vrečk, usedlin ne bi bilo, saj je destilirana voda popolnoma čista in zato po izparevanju destilirane vode ne ostanejo usedline.



Slika 10: Izparevanje vode, v kateri sva tri mesece namakala biorazgradljive vrečke (Foto: U. Sušec).

4 REZULTATI

4.1 REZULTATI RAZGRADLJIVOSTI VREČK

S pomočjo ocen razgradljivosti, ki sva si jih predhodno pripravila, sva ocenila razgradnjo štirih vrst vrečk na štirih različnih lokacijah. Razgradnjo vrečk sva spremljala 5 mesecev, opazovanja pa sva izvajala enkrat na teden. Ker ni bilo zelo očitnih sprememb v tako kratkem časovnem intervalu, sva v nadaljevanju svoja opazovanja zapisala po vsakem mesecu opazovanja. Rezultati so podani v spodnjih tabelah.

Tabela 1: Ocena razgradnje vrečk po enem mesecu.

Vrečka\Kraj	travnik	gozd	kompost	vrt
Geomet	1	1	1	1
Alufix	1	1	1	1
Oberč d.o.o.	0	0	0	0
plastična	0	0	0	0

LEGENDA:

0 – na vrečki ni sprememb

1 – vrečka se je rahlo nagubala

2 – vrečka se je močno nagubala

3 – vrečka je delno razpadla na manjše kose

4 – vrečka je razpadla na zelo majhne delce

5 – vrečka se je popolnoma razgradila

Tabela 2: Ocena razgradnje vrečk po dveh mesecih.

Vrečka\Kraj	travnik	gozd	kompost	vrt
Geomet	2	2	2	2
Alufix	2	2	1	2
Oberč d.o.o.	0	0	0	0
plastična	0	0	0	0

LEGENDA:

0 – na vrečki ni sprememb

1 – vrečka se je rahlo nagubala

2 – vrečka se je močno nagubala

3 – vrečka je delno razpadla na manjše kose

4 – vrečka je razpadla na zelo majhne delce

5 – vrečka se je popolnoma razgradila

Tabela 3: Ocena razgradnje vrečk po treh mesecih.

Vrečka\Kraj	travnik	gozd	kompost	vrt
Geomet	2	2	2	2
Alufix	2	2	2	2
Oberč d.o.o.	0	0	0	0
plastična	0	0	0	0

LEGENDA:

- 0 – na vrečki ni sprememb
- 1 – vrečka se je rahlo nagubala
- 2 – vrečka se je močno nagubala
- 3 – vrečka je delno razpadla na manjše kose
- 4 – vrečka je razpadla na zelo majhne delce
- 5 – vrečka se je popolnoma razgradila

Tabela 4: Ocena razgradnje vrečk po štirih mesecih.

Vrečka\Kraj	travnik	gozd	kompost	vrt
Geomet	2	2	2	2
Alufix	2	2	2	2
Oberč d.o.o.	1	1	0	0
plastična	0	0	0	0

LEGENDA:

- 0 – na vrečki ni sprememb
- 1 – vrečka se je rahlo nagubala
- 2 – vrečka se je močno nagubala
- 3 – vrečka je delno razpadla na manjše kose
- 4 – vrečka je razpadla na zelo majhne delce
- 5 – vrečka se je popolnoma razgradila

Tabela 5: Ocena razgradnje vrečk po petih mesecih.

Vrečka\Kraj	travnik	gozd	kompost	vrt
Geomet	2	2	2	2
Alufix	2	2	2	2
Oberč d.o.o.	1	1	0	1
plastična	0	0	0	0

LEGENDA:

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 0 – na vrečki ni sprememb 1 – vrečka se je rahlo nagubala 2 – vrečka se je močno nagubala | <ul style="list-style-type: none"> 3 – vrečka je delno razpadla na manjše kose 4 – vrečka je razpadla na zelo majhne delce 5 – vrečka se je popolnoma razgradila |
|---|---|



Slika 11: Po petih mesecih se je najbolj razgradila vrečka Geomet (Foto: U. Sušec).

Najopaznejše razlike so se pojavile po prvem tednu, ko so se Geomet in Alu Fix vrečke močno nagubale. Pri Oberč vrečkah se spremembe niso opazile do petega meseca. Pri plastičnih vrečkah spremembe niso bile vidne. Drugi, tretji in četrti mesec se ni opazilo sprememb. Po petih mesecih sta se na Alu Fix in Geomet vrečkah videle velike spremembe, na Oberč vrečkah so spremembe komaj opazne, na plastičnih vrečkah pa jih sploh ni bilo.

Po najinih ocenah so se največje spremembe na vrečkah pojavile v gozdu. Ker takšnega rezultata nisva pričakovala, sva iskala morebitne vzroke zanj. Ugotovila sva, da so bila tla v gozdu v večini primerov za eno do dve stopinji toplejša kot na tla na drugih lokacijah. Predvidevava, da k razgradnji ugodno prispevajo tudi organizmi v tleh.



Slika 12: Vrečke, zakopane v gozdu, po petih mesecih (Foto: U. Sušec).

4.2 REZULTATI TESTA Z VODNIMI BOLHAMI

Za vsak vzorec vode sva izvedla test strupenosti v dveh paralelah – petrijevkah. V vsako petrijevko sva dala 20 ml posameznega vzorca vode ter nato dodala 7 približno enako starih in velikih vodnih bolh. Vodne bolhe sva izpostavljala vsakemu vzorcu 24 ur. Po preteku tega časa sva vsako petrijevko na rahlo potresla in preštela gibljive vodne bolhe v vzorcu. Rezultati testa so podani v tabeli 6.

Za primerjavo sva test strupenosti opravila tudi z gojitveno tekočino, v kateri sva sicer gojila vodne bolhe.

Tabela 6: Rezultati testa z vodnimi bolhami.

VZOREC VODE	ŠTEVILO GIBLJIVIH VODNIH BOLH PETRIJEVKA 1	ŠTEVILO GIBLJIVIH VODNIH BOLH PETRIJEVKA 2
VODA Z VREČKAMI BREZ POTISKA	7	7
VODA Z VREČKAMI S POTISKOM	7	7
GOJITVENA TEKOČINA	6	6

V vodah, v katerih so bile namočene biorazgradljive vrečke Geomet s potiskom in brez, so po 24-urnem izpostavljanju preživele vse vodne bolhe. Zanimivo je, da je v gojitveni tekočini poginila ena vodna bolha. Ker takšnih rezultatov nisva pričakovala, sva poskus še enkrat ponovila in dobila popolnoma enak rezultat.

Ugotovila sva, da vode, v katerih so bile namočene vrečke, niso slabo vplivale na vodne bolhe. Verjetno vsebujejo celo nekaj hranil, vsekakor pa niso vsebovale kemikalij, ki bi negativno vplivale na vodne bolhe.

4.3 REZULTATI ČEBULNEGA TESTA

Z vodami, v katerih so bile namočene vrečke, sva opravila tudi čebulni test, pri čemer sva opazovala samo dolžino korenin. Rezultati so podani v spodnji tabeli.

Tabela 7: Rezultati meritev korenin čebulic.

Vrsta vode / št. epruvete	DOLŽINA KORENIN (v cm)				
	1	2	3	4	POVPRE ČJE
Voda z vrečkami s potiskom	4	5,8	4,9	4,5	4,8
Voda z vrečkami brez potiska	4,2	4,3	2,2	4	3,5
Destilirana voda	4,3	4,5	/	/	4,4

V vodi z vrečkami s potiskom so bile korenine najdaljše in najbolj košate. Najkrajše korenine so bile v vodi z vrečkami brez potiska. Korenine so bile najbolj košate v vodi z barvnimi vrečkami, najmanj pa v vodi z brezbarvnimi vrečkami.



Slika 13: Rast korenin čebulic v testirani vodi (Foto: U. Sušec).

4.4 REZULTATI TESTA Z JODOVICO

Ker so bile testirane biorazgradljive vrečke narejene na osnovi škroba, sva želela preveriti, če je škrob prisoten tudi v vodi, v kateri sva namakala vrečke. Prisotnost škroba sva želela dokazati z jodovico. Ko sva dala vodo v epruveto in vanjo kanila jodovico, test ni pokazal prisotnosti škroba ali pa je bil ta v tako majhnih količinah, da test z jodovico ni bil pozitiven.

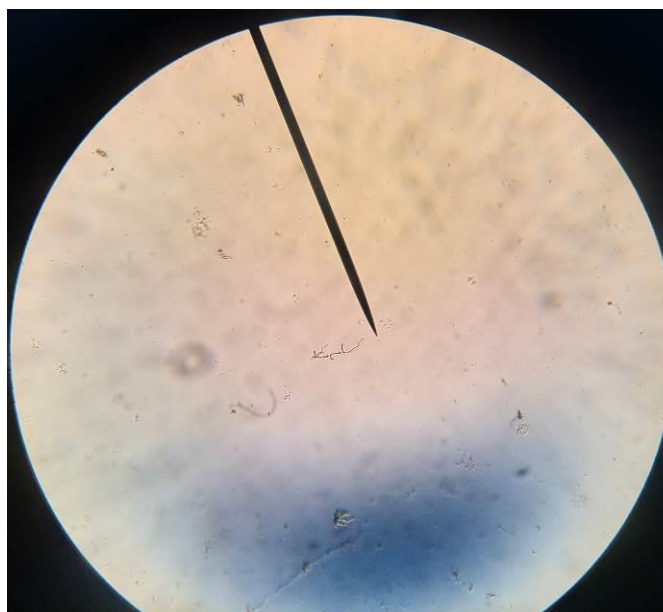
Ko pa sva jodovico kanila na predhodno namočene vrečke, so se te obarvale intenzivno temno rjavo oz. črno, s čimer sva dokazala škrob v vrečkah. Tudi na otip so bile te vrečke bolj spolzke in morda malce nabrekle. Predvidevava, da so nabrekle molekule škroba v vrečkah.



Slika 14: Obarvanje z jodovico je dokaz prisotnosti škroba (Foto: N. Klančnik).

4.5 REZULTATI MIKROSKOPIRANJA

Kapljico testirane vode sva kanila na objektno stekelce in opazovala pod mikroskopom. Uporabila sva svetlobni mikroskop s 100-kratno povečavo. V kapljici vode so bili vidni majhni delci, ki pa jih nisva mogla definirati. Delci so bili nepravilnih oblik in različno veliki.



Slika 15: Mikroskopski pogled na delce v destilirani vodi z namočeno biorazgradljivo vrečko (Foto: N. Klančnik).

4.6 REZULTATI MERJENJA PH

pH testirane vode sva merila z univerzalnimi indikatorskimi lističi in z elektronskim pH metrom, s katerim lahko bolj natančno določimo pH. pH destilirane vode je 7, vode z namočenimi vrečkami pa so imele nižji pH, torej so bile bolj kisle. Voda z namočenimi nepotiskanimi vrečkami je imela pH 5,5, voda z namočenimi potiskanimi vrečkami pa 6. Meritve z univerzalnim indikatorjem so pokazale enak rezultat.



Slika 16: Merjenje pH z elektronskim pH metrom (levo voda z vrečkami s potiskom in desno brez potiska)
(Foto: U. Sušec).

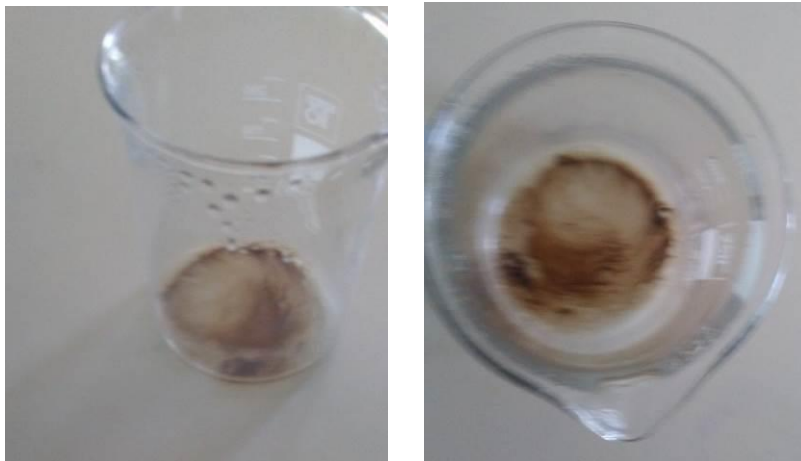


Slika 17: Rezultati merjenja Ph z univerzalnim indikatorjem (Foto: U. Sušec).

4.7 REZULTATI IZPAREVANJA VODE

Vodo z namočenimi vrečkami sva vlila v čisto čašo. Že na prvi pogled sva opazila, da je ta voda bolj motna in da ima nekakšne usedline. Vodo sva želela izpariti, da bi morebiti ugotovila, kakšne usedline so to. Po izparevanju je v čaši ostala usedlina, ki je imela vonj po zažgani plastiki.

Enaka usedlina je ostala po izparevanju obeh testiranih vod, tiste z namočenimi vrečkami s potiskom, in tiste brez potiska. Zato lahko sklepava, da usedlina ni posledica barvila, nanešenega na vrečke, ampak predstavlja mikro delce vrečke, ki je delno razpadla v vodi.



Slika 18: Usedlina po izparevanju testiranih vod (Foto: U. Sušec).

5 DISKUSIJA

Kljub novim zakonom in ukrepom Evropske unije, lahko v trgovinah še vedno dobimo plastične vrečke, ki so sedaj plačljive. Zaradi higienskih vzrokov pa lahko za sadje in zelenjavo brezplačno dobimo tanke plastične vrečke. Seveda imajo plastične vrečke določene prednosti. So zelo trpežne in imajo veliko nosilnost. Težava se je pojavila zaradi prevelike količine zavrženih plastičnih vrečk, ki pa se v naravi zelo težko razgradijo. Znanstveniki ugotavljajo, da se mikro in nano plastika pojavlja že pravzaprav povsod: v hrani, pijači, oblačilih, zemlji, zraku, vodi ... Če ne ukrepamo kmalu bo prepozno, a ljudje niso dovolj osveščeni o tem problemu.

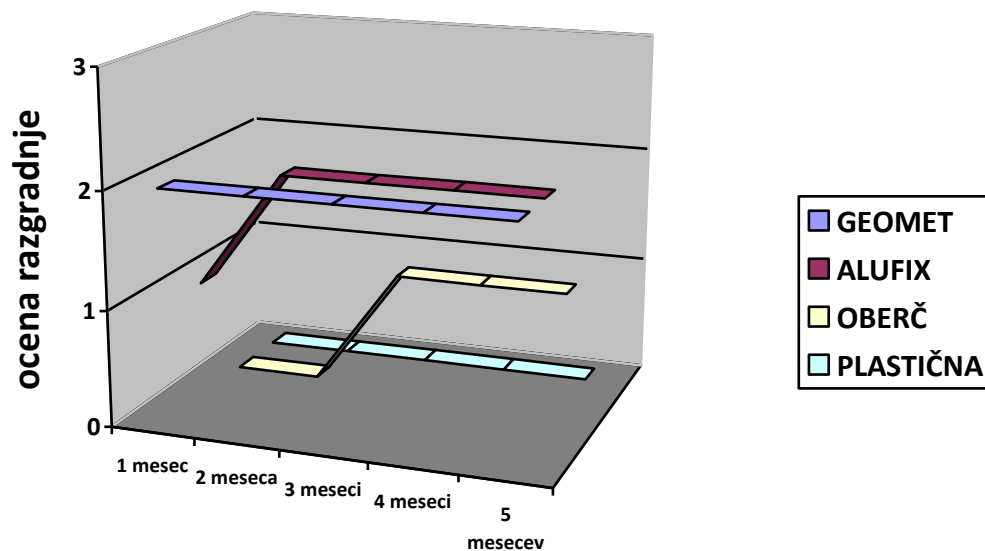


Slika 19: Velike količine odpadne plastike onesnažuje naš planet (Papa plastične vrečke, 2018).

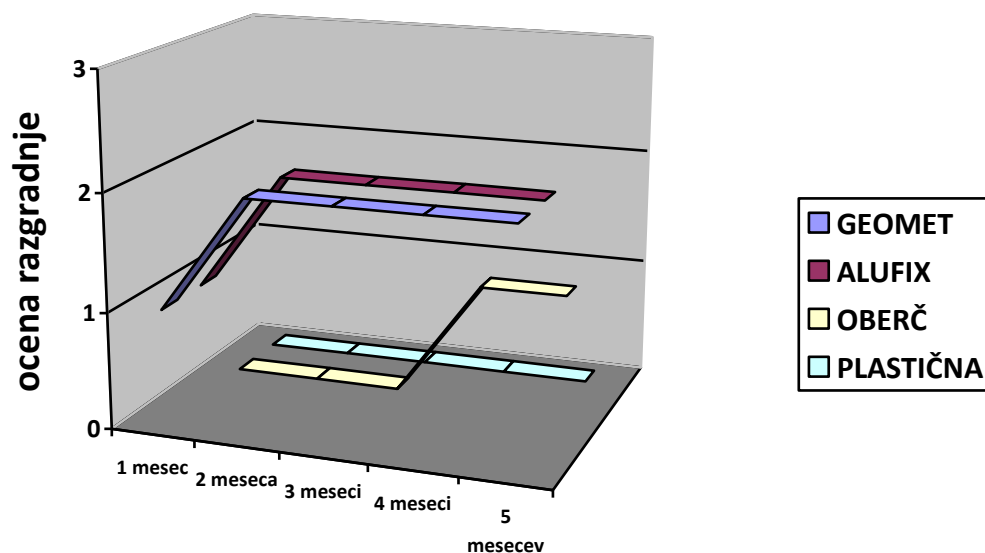
Kot alternativa plastičnim vrečkam so se na trgu pojavile biorazgradljive vrečke. Vendar pa moramo biti pri uporabi takšnih izdelkov izredno previdni. Če je neka stvar okolju prijazna ali biorazgradljiva, še ne pomeni, da lahko tak izdelek brez slabe vesti odvržemo v naravo. Na tem mestu se velikokrat pojavi površnost in malomarnost potrošnikov, ki biorazgradljiv izdelek z lažjim srcem odvržejo v naravo.

V najini raziskovalni nalogi sva želela čim bolj podrobno raziskati biorazgradljive vrečke. Zanimalo naju je predvsem to, kako dobro se razgradijo v naravi in kaj vpliva na njihovo razgradnjo. Tri različne biorazgradljive vrečke in eno plastično vrečko sva zakopala na štirih

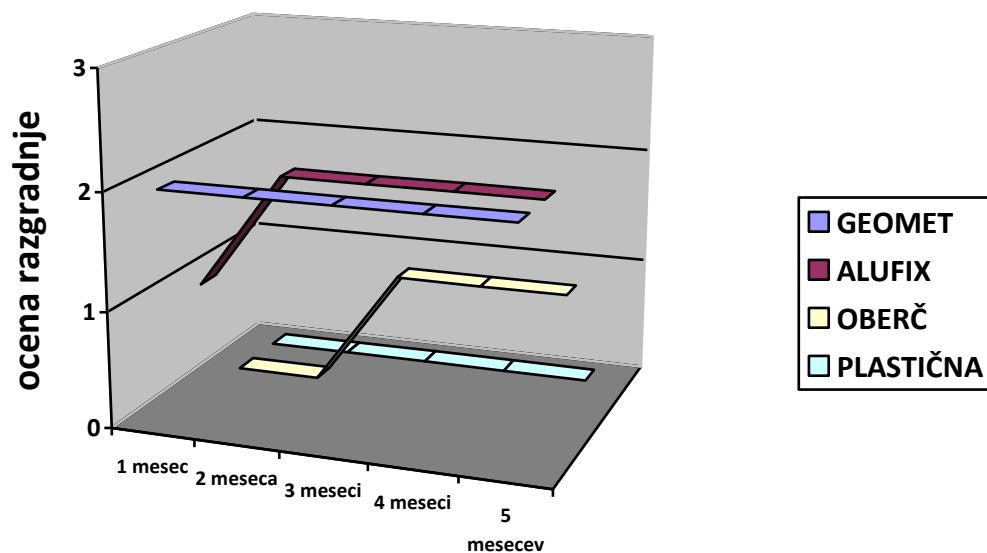
lokacijah (v gozdu, na travniku, vrtu in kompostu) ter njihovo razgradnjo spremljala 5 mesecev. Stopnjo razgradnje sva ocenila z ocenami od 0 do 5. Najvišja ocena razgradnje je bila stopnja 2, ki je pomenila, da se je vrečka močno nagubala. Ocene razgradnje vrečk po različnih področjih so podane v naslednjih grafih.



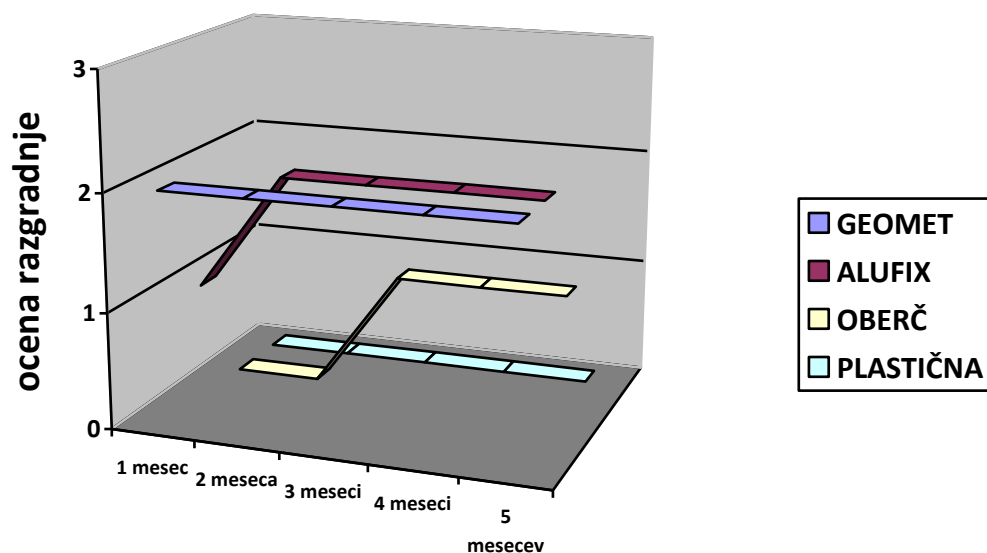
Graf 1: Primerjava razgradnje različnih vrečk na travniku.



Graf 2: Primerjava razgradnje različnih vrečk na kompostu.



Graf 3: Primerjava razgradnje različnih vrečk v gozdu.



Graf 4: Primerjava razgradnje različnih vrečk na vrtu.

Bistvenih odstopanj v hitrosti razgradnje vrečk nisva opazila. Kljub temu lahko oceniva, da so se nekoliko bolj razgradile vrečke v gozdu, kjer se je razgradnja začela najprej. Najbolj očitne spremembe so se videle po enem mesecu. Po petih mesecih so se začele razkrajati tudi vrečke Oberč, na katerih se v začetku ni videlo nobenih sprememb. Hkrati s spremljanjem razgradnje vrečk, sva merila tudi temperaturo tal. Ves čas je bila temperatura v gozdnih tleh za eno

stopinjo višja kot drugje, razen pozimi, ko je bila malo nižja. To je verjetno tudi pokazatelj delovanja talnih organizmov, ki lahko pomembno prispevajo k razkroju.

V najini prvi hipotezi sva predvidela, **da se bodo biorazgradljive vrečke v naravi po 90-ih dneh popolnoma razgradile**. To hipotezo morava ovreči, saj se tudi po daljšem času v naravi niso razgradile. Vrečke so se po petih mesecih le nagubale, vendar so še vedno ohranile svojo obliko. Plastična vrečka je ostala nespremenjena.



Slika 20: Vrečka Alufix po enem mesecu (levo) in po štirih mesecih (desno) v gozdu (Foto: U. Sušec).

V drugi hipotezi sva predvidela, da **temperatura tal vpliva na razgradnjo vrečk**. Glede na to, da so se vrečke najbolj spremenile v gozdu, kjer je bila temperatura tal večino časa malo višja, lahko to hipotezo potrdiva. Prav tako sva izvedla poskus, pri katerem sva vrečke potopila v vrelo vodo za petnajst minut in vrečke so se skoraj nemudoma nagubale in zlepile. Temperatura torej ima vpliv na hitrost razgradnje vrečk. Pred izvedbo poskusa sva pričakovala, da bo temperatura najvišja na kompostu in da se bodo na kompostu tudi vrečke najboljše razgradile, vendar ni bilo tako. Vzdrževanje pravilne temperature v kompostu in s tem pravilno delovanje komposta zahteva določeno znanje. Ta kompost je bil postavljen ob vikendu, kjer ljudje ne bivajo vsak dan ampak le občasno.

Najina tretja hipoteza se je glasila: **»Biorazgradljive vrečke se dobro razgradijo v vodi«**. Vrečke sva za tri mesece namočila v destilirano vodo. Plastenko z vodo sva pustila na sobni temperaturi in jo občasno pomešala. Vrečke se v vodi niso tako razgradile, da bi bilo to vidno s prostim očesom. Postale so zelo gladke, na otip svilnate in malo lepljive. Z mikroskopiranjem sva ugotovila, da so bili v vodi prisotni majhni delci, verjetno delci mikroplastike. To sklepava tudi iz poskusa izparevanja vode, saj je imela usedlina po segrevanju vonj po zažgani plastiki. Zanimivo bi bilo ugotoviti, kako bi se biorazgradljive vrečke razgradile v naravnih vodah (jezero, reka, morje), saj verjetno na razgradnjo vplivajo tudi drugi dejavniki. Pomislila sva na kisel dež, zato sva na namočene vrečke nakapljala klorovodikovo kislino, vendar ni bilo sprememb. V naravi lahko pride do delovanja več

dejavnikov hkrati. Kljub temu, da so se vrečke verjetno začele razkrajati, lahko zaključiva, da se biorazgradljive vrečke ne razgradijo dobro v vodi in najino tretjo hipotezo ovrževa.

Za potrjevanje četrte hipoteze, v kateri sva predvidela, da **biorazgradljive vrečke ne vplivajo škodljivo na vodne organizme**, sva uporabila test z vodnimi bolhami in čebulni test. Vodne bolhe so bioindikatorji in se zelo hitro odzovejo na prisotnost strupenih snovi v vodi. Test z vodnimi bolhami ni pokazal negativnega vpliva biorazgradljivih vrečk na te testne organizme. Seveda sva predpostavila, da se je nekaj vrečk razgradilo v vodi in so bile v vodi prisotne snovi, iz katerih so vrečke, kar sva dokazala z drugimi poskusi. Pri rezultatih čebulnega testa je bilo zanimivo, da so bile korenine bolj košate in daljše v vodi, v kateri sva namakala biorazgradljive vrečke s potiskom. Na rast korenin lahko vplivajo tudi druge hranilne snovi v vodi. Na podlagi teh dveh testov bi lahko zaključila, da biorazgradljive vrečke ne vplivajo na vodne organizme, vendar tega ne moreva z gotovostjo trditi. Glede na to, da znanstveniki opozarjajo na prisotnost mikro plastike v večini vodnih organizmov, lahko tudi biorazgradljive vrečke vplivajo na vodne organizme. Težava je v tem, da njihovega vpliva še ne poznamo. Za potrditev te hipoteze bi potrebovala več drugih poskusov in dodatno raziskovanje.



Slika 21: Mikroplastika pod mikroskopom (Mikroplastika ..., 2017).

Čeprav najdemo veliko reklam in spodbujanja potrošnikov k uporabi biorazgradljivih vrečk, se moramo zavedati, da so tudi te vrečke narejene iz neobnovljivih virov. Razgradijo se le pod določenimi pogoji. V ljubljanskem podjetju Piskar izdelujejo biorazgradljive vrečke, ki so v skladu z uredbo Evropske unije Reach, ki je bila sprejeta za izboljšanje varovanja človekovega zdravja in okolja. Poleg tega so vrečke uskladili z evropskim standardom EN 13432, ki ureja biološko razgradljive materiale oziroma materiale, ki jih lahko kompostiramo (Hočevar, 2017). Te vrečke naj bi se razgradile v vodo, ogljikov dioksid in humus. Za njihovo proizvodnjo porabijo manj energije, vrečke iz biorazgradljivih materialov namreč proizvajajo pri nižjih temperaturah in nižjih tlakih kot plastične vrečke.

Po drugi strani pa gospod Marko Omahen iz podjetja Omaplast, ki se ukvarja s predelavo odpadkov opozarja, biorazgradljive vrečke v praksi ne obstajajo. Prava biorazgradljiva vrečka bi se v stiku z vlažnimi žvili raztopila. Pozablja se, da plastični materiali, ki so iz obnovljivih surovinskih virov rastlinskega izvora, niso biološko razgradljivi. Če govorimo o bioplastiki, to ni zagotovilo za biorazgradljivost. Bioplastika je iz biogoriv. Biorazgradljivost pa je odvisna od strukture materialov in razmerij, v katerih poteka razgradnja. Biorazgradljivost pospešujejo posebni aditivi. V Nemčiji je velika polemika, kaj naj delajo z biorazgradljivimi vrečkami. Italijani so prepovedali plastične PE vrečke in sprejeli zakon, da morajo biti vse vrečke biorazgradljive. Tako danes pri proizvodnji vrečk k običajnemu PE materialu dodajajo aditive, ki pospešujejo razpadanje polietilena na mikro delce. To pa seveda ne pomeni, da se takšna plastika razgradi in izgine. Problem takšen vrečke pa je tudi cena, ki jo trg ne bi sprejel. Predelovalci nočemo biorazgradljivih plastičnih vrečk, ker vplivajo na slabšo kakovost granulata, čeprav njihova proizvodnja raste (Volfand, 2015).

Kakšno vrečko torej izbrati, če želimo delovati čim bolj okoljevarstveno? Odgovor ni preprost, saj imajo vse vrečke, plastične, biorazgradljive, papirnate, svoje prednosti in pomanjkljivosti. Mogoče potrebujemo vrečke iz materialov, ki jih še ne poznamo? Vsekakor bi morali težiti k večkratni uporabi katerekoli vrste vrečk.

6 ZAKLJUČEK

Omejitev uporabe plastičnih vrečk je pomemben korak k zmanjšanju količine plastike v okolju in s tem k ohranjanju čistega okolja. Ker nas naš način življenja usmerja k uporabi vrečk, bomo mogli v bližnji prihodnosti poiskati čim bolj primerno alternativo plastičnim vrečkam. Vendar pametna izbira uporabe različnih vrečk nikakor ni preprosta. Vse vrste vrečk, ki jih trenutno poznamo, imajo svoje prednosti in slabosti.

Pomembno je, da si ogledamo celotno sliko, od proizvodnje, večkratne uporabe, recikliranja, do razgradnje. Biorazgradljive vrečke, ki sva jih testirala v raziskovalni nalogi, niso izpolnile najinich pričakovanj, saj se v naravnem okolju niso razgradile. To vidiva kot izredno veliko pomanjkljivost, saj le mali delež biorazgradljivih vrečk dejansko konča svojo pot v kontroliranih kompostirnicah. Izziv za znanstvenike je, da izdelajo takšno vrečko, ki jo bodo lahko pripravili iz odpadnih materialov, in ki bo imela takšne lastnosti, da bo za potrošnika zanimiva, nenazadnje pa se bo tudi dobro razgradila na snovi, ki ne bodo negativno vplivale na okolje.

Velik korak bo narejen tudi takrat, ko se bodo potrošniki zavedali pomena zmanjšanja uporabe vrečk in bodo znali poskrbeti za to, da bodo isto vrečko večkrat uporabili. Dokler ne najdemo drugih možnosti pa je pomembno ozaveščanje potrošnikov o tem, da se tudi biorazgradljive vrečke ne razgradijo v naravi na preprost način, ampak jih je potrebno primerno kompostirati.

Kot pravi slovenski pregovor »Ni vse zlato, kar se sveti«, lahko v prenesenem pomenu za vrečke zapiševa misel »Ni vse bio, kar se na videz dobro razgradi«.

7 POVZETEK

Plastične vrečke so postale globalni problem, saj onesnažujejo naravo in neposredno vplivajo na organizme. Kot nadomestilo tem vrečkam smo začeli uporabljati naravi bolj prijazne biorazgradljive vrečke.

V raziskavi sva želela ugotoviti, kako dobro se biorazgradljive vrečke razgradijo in kako vplivajo na organizme. Pri testiranju razgradljivosti sva uporabila biorazgradljive vrečke podjetja Geomet. Za primerjavo sva v test vključila še dvoje biorazgradljive vrečke drugega proizvajalca, prav tako izdelane na osnovi škroba. Kot kontrolo sva dodala še plastično vrečko. Vse štiri vrste vrečk sva zakopala na štirih lokacijah: v gozdu, na kompostu, travniku in na vrtu. Razgradnjo sva spremljala 5 mesecev in vsak teden opazovala spremembe. Plastične vrečke so ostale ves čas nespremenjene. Biorazgradljive vrečke se v tem času še vedno niso razgradile, so se pa na njih pokazale spremembe. Vrečka podjetja Geomet se je med vsemi najbolj nagubala. Najbolj očitne spremembe so bile na vrečkah zakopanih v gozdu, kjer je bilo v tleh najtopleje, prav tako pa tam živi tudi največ organizmov, ki so pripomogli k razkroju.

Za nadaljnje raziskovanje sva uporabila biorazgradljive vrečke podjetja Geomet, ene z barvnim potiskom in ene brez, ki sva jih za 3 mesece namočila v destilirano vodo. S to vodo sva nato opravila čebulni test in test z vodnimi bolhami. Noben test ni pokazal negativnih vplivov. Po treh mesecih namakanja so se vrečke na dotik spremenile, vendar se v vodi kljub občasnemu mešanju niso razgradile. Test z jodovico je bil pozitiven, kar je dokaz prisotnosti škroba. Spremenil se je tudi pH vode, v kateri sva namakala vrečke.

Torej tudi biorazgradljive vrečke vplivajo na okolje, vendar se v najini raziskavi ti vplivi niso izkazali kot negativni.

8 ZAHVALA

Rada bi se še posebej zahvalila najini mentorici mag. Aniti Povše, ki nama je zelo pomagala pri izdelavi te raziskovalne naloge ter naju usmerjala. Prav tako pripada zahvala gospe Janji Marolt iz podjetja Geomet, ki nama je priskrbela vrečke, ki sva jih testirala. Gospe Metki Fendre se zahvaljujemo za lektoriranje angleškega prevoda.

Zahvalila bi se rada tudi najinim staršem, ki so nama pri delu stali ob strani in naju spodbujali.

9 LITERATURA IN VIRI

- Biorazgradljive vrečke za odpadke Piskar.
<https://www.piskar.si/sl/Biorazgradljive-vrecke-za-odpadke/Biorazgradljive-vrecke-za-odpadke-8-L/> (20.1.2019).
- Hočevar, B. Piskarjeve biorazgradljive vrečke za globalni trg
<https://oe.finance.si/8861850> (10. 1. 2019).
- Levpušček, D. 2017. Kakšno vrečko izbrati, da narava ne bo trpela?
<https://www.24ur.com/cas-za-zemljo/plasticne-vrecke.html>
- Lobnik, A. 2013. Strupenostni test na vodne bolhe *Daphnia magna*. Okoljska analitika. Navodila za vaje pri predmetu Analizna kemija. Univerza v Mariboru. Fakulteta za strojništvo.
- Mikroplastika onesnažuje tudi slovensko morje. V reviji Delo: Znanost (3. november 2017). <https://www.delo.si/znanje/znanost/mikroplastika-onesnazuje-tudi-slovensko-morje.html>
- Papa plstične vrečke
<http://www.poznavalec.si/svet/pobuda-papa-plasticne-vrecke/> (25.11.2018).
- Pečenko, N. 2010. O poskusih in čebulnem testu. V: Naravoslovna solnica, letnik 14, št.3.
- Razza, F. s sod. 2017. Sustainability report between urban and natural landscapes.
<https://www.novamont.com/rds2017/en/pdf/sustainability-report-2017.pdf> (20. 12. 2018).
- Rogelj Petrič, S. 2012. Plastika je lahko tudi bio – toda kako in kdaj? V reviji Delo: Znanost (14. marec 2012).
- Senica, S. 2017. Plastike v morju že skoraj toliko kot rib.
<https://www.24ur.com/foto-plastike-v-morju-ze-skoraj-toliko-kot-rib-zaradi-nasih-odpadkov-poginjajo-ptice-zelve-kiti.html> (10. 1. 2019).
- Standard EN 13432
https://sl.wikipedia.org/wiki/EN_13432 (10. 11. 2018).
- Test genotoksičnosti
www.aquami.eu/test-genotoksicnosti-allium-metoda/ (15. 10. 2018).
- Volfand, J. 2015. Biorazgradljive vrečke v praksi ne obstajajo, to je nateg.
<http://www.zelenaslovenija.si/revija-eol-/arhiv-stevilk-eol/arhiv/3190-biorazgradljive-vrecke-v-praksi-ne-obstajajo-to-je-nateg-eol-97> (7.12.2018).
- V trgovinah ne bo več brezplačnih plastičnih vrečk.
<https://novice.svet24.si> (15. 12. 2018).