

**UNIVERZA V LJUBLJANI  
EKONOMSKA FAKULTETA**

**DIPLOMSKO DELO**

**PONOVNA UPORABA IZRABLJENIH  
AVTOMOBILSKIH GUM**

Ljubljana, april 2008

JANEZ NOVLJAN

## **IZJAVA**

Študent Janez Novljan izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom prof. dr. Mateja Lahovnika in dovolim objavo diplomskega dela na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne 3.4.2008

Podpis: \_\_\_\_\_

## KAZALO

<b>1</b>	<b>UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>AVTOMOBILSKE GUME - PNEVMATIKE</b> .....	<b>2</b>
2.1	KRATEK ZGODOVINSKI PREGLED RAZVOJA PNEVMATIK .....	2
2.2	PROIZVODNJA PNEVMATIK – PROCES VULKANIZACIJE.....	3
2.2.1	<i>Razlog za vulkanizacijo</i> .....	3
2.2.2	<i>Opis procesa</i> .....	4
2.2.3	<i>Razvoj vulkanizacije</i> .....	4
2.3	AVTOMOBILSKI PLAŠČ IN PNEVMATIKA .....	5
2.4	SESTAVA PNEVMATIK.....	6
2.5	ŽIVLJENJSKI KROG PNEVMATIK .....	8
<b>3</b>	<b>RECIKLAŽA</b> .....	<b>8</b>
3.1	SPLOŠNO O RECIKLAŽI.....	8
3.2	ZGODOVINA RECIKLAŽE GUME.....	9
3.3	RECIKLAŽA AVTOGUME .....	10
3.3.1	<i>Ocena stanja izrabljenih pnevmatik v Sloveniji in EU</i> .....	10
3.3.2	<i>Zakonodaja EU in Slovenije na področju recikliranja izrabljenih pnevmatik</i> .....	12
3.4	POSTOPEK RECIKLAŽE .....	14
3.4.1	<i>Pobiranje in sortiranje IAG</i> .....	15
3.4.2	<i>Procesiranje IAG</i> .....	15
3.4.3	<i>Reciklaža gume pri sobnih pogojih – ambientna reciklaža</i> .....	16
3.4.4	<i>Reciklaža gume s tekočim dušikom – Kriogen reciklaža</i> .....	18
3.4.5	<i>AMR proces</i> .....	19
3.4.6	<i>Primerjava postopkov reciklaža gume pri sobnih pogojih in s tekočim dušikom</i> .....	20
<b>4</b>	<b>POMEN RECIKLAŽE AVTOGUM</b> .....	<b>21</b>
4.1	KAKO V EVROPI RAVNAJO Z IZRABLJENIMI GUMAMI – TREND MED 1992 DO 2002 .....	22
4.2	EKONOMSKA SMOTRNOST RECIKLAŽE AVTOGUM.....	24
4.3	PRVO PODJETJE ZA RECIKLAŽO AVTOGUM V SLOVENIJI.....	24
4.3.1	<i>PSPN matrika</i> .....	25
4.4	PROIZVODI IZ RECIKLIRANIH AVTOGUM .....	25
4.4.1	<i>Uporaba granulata za proizvodnjo novih avtogum</i> .....	25
4.4.2	<i>Pregled študij za proizvodnjo novih avtogum</i> .....	26
4.4.3	<i>Uporaba granulata za proizvodnjo različnih izdelkov</i> .....	27
<b>5</b>	<b>EKONOMSKA ANALIZA SCENARIJEV ZA OBRAT V SLOVENIJI</b> .....	<b>30</b>
5.1	ANALIZA PRIHODKOV .....	31
5.2	ANALIZA ODHODKOV .....	32
5.3	ANALIZA DOBIČKA .....	33
5.4	ANALIZA USPEŠNOSTI POSLOVANJA .....	34
<b>6</b>	<b>SKLEP</b> .....	<b>36</b>
	<b>LITERATURA</b> .....	<b>38</b>
	<b>VIRI</b> .....	<b>40</b>
	<b>PRILOGE</b> .....	<b>1</b>

## KAZALO SLIK

Slika 1: Zgradba pnevmatike.....	7
Slika 2: Struktura pobranih izrabljenih pnevmatik pri koncesionarjih (v %) 2006 .....	11
Slika 3: Sistem za razrez gume podjetja ELDAN .....	16
Slika 4: Super sekalnik .....	17
Slika 5: Močni razrezovalnik .....	17
Slika 6: Klasifikator .....	17
Slika 7: Kovinski delci .....	18
Slika 8: Tekstilna vlakna .....	18
Slika 9: Primer reciklaže gume s tekočim dušikom .....	19
Slika 10: Trend ravnanj z izrabljenimi gumami v Evropi med leti 1992 do 2002.....	22
Slika 11: Povprečna kalorična vrednost različnih goriv kJ/kg.....	23
Slika 12: Poraba izrabljenih avtoplaščev za gorivo v cementarnah leta 1997 .....	23
Slika 13: Asfaltna gumena zmes .....	29

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Sestava potniške in tovarne gume v %.....	7
Tabela 2: Primerjava obeh postopkov reciklaže .....	20
Tabela 3: Poimenovanje gumenih delcev glede na velikost granulata.....	21
Tabela 4: Cena granulata na trgu centralne Evrope .....	21
Tabela 5: Prihodki reciklažnega objekta v prvem letu obratovanja glede na scenarij. ....	31
Tabela 6: Odhodki reciklažnega objekta v prvem letu obratovanja glede na scenarij.....	33
Tabela 7: Dobiček reciklažnega objekta v prvem letu obratovanja glede na scenarij. ....	33
Tabela 8: Doba vračanja investicije na slovenskih tleh glede na scenarij.....	34
Tabela 9: Rentabilnosti kapitala reciklažnega objekta v Sloveniji glede na scenarij.....	35
Tabela 10: Donosnost sredstev reciklažnega objekta v Sloveniji glede na scenarij. ....	35
Tabela 11: Interna stopnja reciklažnega objekta v Sloveniji glede na scenarij.....	36

# 1 UVOD

Razvoj industrijske družbe je spremenil organiziranost in dejavnost človeške civilizacije in vstopil v vsakdanje življenje prebivalstva po vsem svetu. Industrijski način proizvodnje je pospešil izrabo neobnovljivih in obnovljivih virov energije in gradil na predpostavki, da so naravni viri neskončni, narava pa se sama obnavlja. Podnebne spremembe, segrevanje ozračja in spremembe vegetacije ter vrtničasti viharji, so vplivali na oblikovanje spoznanja, da bo moral človek v prihodnje iskati sožitje z naravo, če bo želel piti čisto vodo in dihati zrak, ki ne ogroža njegovega zdravja. Naše naravno okolje onesnažujemo s povečevanjem odpadkov vseh vrst. Med številnimi odpadki pomembno mesto zavzemajo izrabljene avtogume, ki zaradi slabe razgradljivosti pomembno prispevajo k onesnaževanju. Po mnenju dr. Dušana Pluta je »sprejetje Baselske konvencije o nadzoru čezmejnega prometa z odpadki (1989) prvi resnejši korak k mednarodno zasnovani akciji za zmanjšanje in odgovorno ravnanje z nevarnimi odpadki« (Plut, 1995, str. 45). Z omenjeno konvencijo je OZN spodbudila države k poenotenju načina zbiranja in nadzorovanega odmetavanja avtogum. Ločeno zbiranje odpadkov, sprememba proizvodnih procesov za zmanjšanje odpadkov in ponovna uporaba surovin, so najprimernejše oblike za sožitje človeka z naravo. Ekološko in surovinsko je najbolj primerna oblika ravnanja s posamičnimi odpadki razgradnja in njihova ponovna uporaba. Brezbrižni odnos do narave in iskanje ekonomske učinkovitosti in koristi v preteklosti, se danes že kaže v zaskrbljenosti ljudi in velikih stroških za zaščito narave in za odpravljanje naravnih nesreč. Ekonomska merila pri načrtovanju gospodarskega razvoja morajo dati prednost ekološkemu merilu, sicer se bo še nadalje dogajalo, da bomo kasneje plačevali nepredvidene račune.

S problematiko izrabljenih gum sem se začel ukvarjati že leta 2003. Mojo pozornost je pritegnil članek o slovenskem podjetniku, ki se je boril za obratovalno dovoljenje za novo podjetje, kjer bi iz izrabljenih avtomobilskih gum proizvajal strešno kritino. Do tedaj sem bral le o tem, da je izrabljene cele gume prepovedano odlagati na odlagališčih ter da jih prevzemajo vulkanizerji in služijo za kurivo v cementarnah. Tako sem se z veseljem vključil v skupino, ki je pod mentorstvom Aleša Vahčiča in Mateje Drnovšek pripravila poslovni načrt namišljenega podjetja EkoGuma. Podjetje bi se ukvarjalo z razgradnjo izrabljenih avtogum in izdelavo izdelkov iz granulata. Priprava poslovnega načrta je bila povezana s pridobivanjem številnih informacij. Tako smo v tovarni Sava d.d. v sodelovanju z njihovimi tehnologi in Akademijo Sava – Mladi potenciali, proučevali možnosti vgrajevanja granulata, pridobljenega iz recikliranih avtogum v njihove proizvode. V Kočevju smo se dogovarjali z zbiralci odsluženih avtomobilov za možno sodelovanje. Večkrat smo iskali informacije na Ministrstvu za okolje in prostor Republike Slovenije in ugotavljali, da se je do nedavnega večinsko prepričanje o izrabljanju avtogum za sekundarno gorivo v cementarnah obrnilo v smer razgradnje oziroma reciklaže avtogum. Takrat sem se odločil, da bom svoje diplomsko delo posvetil ekonomski učinkovitosti in rentabilnosti podjetja, ki bi se ukvarjalo z reciklažo izrabljenih avtogum. V ta namen sem iskal tudi investitorje za takšno podjetje in za to

pridobil interes VGP Drave d.d., ki se med drugim ukvarja tudi s projektiranjem odlagališč komunalnih odpadkov. Po informaciji, ki sem je dobil na Ministrstvu za okolje in prostor so koncesijo za predelavo izrabljenih avtogum in uporabo mlina podelili leta 2007 podjetju iz Logatca. Zato v svojem diplomskem delu na podlagi večletnega raziskovanja in spoznavanja celovite problematike izrabljenih avtogum lahko samo predvidevam, pod katerimi predpostavkami bi podjetje lahko ekonomsko učinkovito in rentabilno poslovalo.

Moje diplomsko delo je sestavljeno iz štirih poglavji. V prvem poglavju opisujem zgodovinski razvoj pnevmatik, njihovo sestavo, proizvodnjo, proces vulkanizacije in njen tehnološki razvoj in zaključim z opisom življenjskega kroga avtogum. V drugem poglavju najprej pišem splošno o recikalži, pri čemer obširneje pišem predvsem o reciklaži avtogum. Posebno pozornost v poglavju posvetim oceni stanja izrabljenih avtomobilskih gum v Sloveniji in v Evropi in normativni ureditvi ravnanja z izrabljenimi avtogumami v Sloveniji. V tem poglavju predstavim tudi postopke reciklaže ter jih primerjam glede učinkovitosti. V tretjem poglavju predstavim pomen reciklaže avtogum. Pri tem predstavim, kako so v Evropi ravnali z izrabljenimi gumami med 1992 in 2002, da bi zaznali trende ravnanja. Sprašujem se o prednostih, slabostih, priložnostih in nevarnostih pri recikliranju avtogum. Poleg možnosti uporabe granulata iz izrabljenih avtogum za proizvodnjo novih, navajam tudi možnosti, ki jih ima granulata za proizvodnjo mnogih drugih izdelkov. V četrtem poglavju prikazujem ekonomsko analizo namišljenega obrata za recikliranje izrabljenih avtogum v Sloveniji.

Namen mojega diplomskega dela je utemeljiti prednost reciklaže avtogum kot ekonomske dejavnosti, ki je v sozvočju z reševanjem ekoloških vprašanj pred uporabo avtogum kot alternativnega vira energije oziroma sežiganja. Širši cilj mojega diplomskega dela je predstaviti značilnosti in postopke za reciklažo avtogum in prikazati možnosti za ponovno uporabo gumene snovi za izdelovanje novih avtogum, pa tudi za proizvodnjo številnih izdelkov z novo dodano vrednostjo in zagotavljanju novih delovnih mest. Glavni cilj diplomske naloge je odgovoriti na vprašanje, pod katerimi pogoji je ekonomsko utemeljeno v Sloveniji imeti podjetje za recikliranje avtogum .

V uvodu bi želel opozoriti na problem uporabe različnih izrazov za avtomobilsko gumo kot so: pnevmatika, avtopnevmatika, avtoguma, avtomobilska guma, plašč in avtoplašč. V Slovenskem pravopisu (2002, str. 342) je uporabljen izraz avtoguma in daljši izraz avtomobilska guma. V diplomski nalogi uporabljam vse izraze, saj so bili uporabljeni v gradivih, ki sem jih uporabil pri pisanju diplomskega dela.

## **2 AVTOMOBILSKE GUME - PNEVMATIKE**

### **2.1 Kratek zgodovinski pregled razvoja pnevmatik**

Pnevmatika - z zrakom napolnjeno kolo iz gume, se je postopoma razvila iz kolesnega obroča s polno gumo, ki ga je leta 1845 patentiral Škot Robert William Thomson in ga praktično

uporabil na kolesih vozov takratnih izvoščkov. Do množične uporabe takih obročev v tistem času ni prišlo predvsem zaradi visoke cene gume. Za izumitelja prave pnevmatike velja škotski živinozdravnik John Boyd Dunlop (1840-1921), ki je leta 1887 izdelal za svojega bolnega sina lesen tricikel; za ublažitev udarcev koles pa je napolnil svinjska čreva z zrakom, katera je obdal z gumijastim obročem in tako izdelal prvo pnevmatiko. Nadaljnji razvoj v tistem času sta poleg Dunlopa, ki je skupaj s kolesarskim dirkačem Humomo ustanovil prvo podjetje za razvoj pnevmatik, nadaljevala še Angleža Edlin in Sinclair. Nekaj let kasneje (1890) je mehanik Wilch razdelil pnevmatiko v dva dela, v zunanji plašč in notranjo - zračnico. Nadaljnji razvoj pnevmatike sta nadaljevala dva Francoza, brata André Michelin in Édouard Michelin, ki sta razvila najprej pnevmatike za osebne avtomobile, nato pa še za tovorna vozila.

Razvoj pnevmatik se je nato razvijal vzporedno z razvojem avtomobilov, izboljševali so se materiali in konstrukcija pnevmatik. Najhitrejši razvoj pnevmatik je bil pri dirkalnih avtomobilih. Brata Michelin sta zaradi reklame (leta 1895) opremila tri avtomobile na dirki Pariz – Bordeaux - Pariz z novimi pnevmatikami in tako demonstrirala njihove prednosti. Na teh dirkah so morali pnevmatike menjati na vsakih sto prevoženih kilometrov. Zamislila sta si tudi znameniti simbol podjetja »Bibendum«, katerega uporabljajo še danes. Hiter razvoj avtomobilizma je močno vplival tudi na razvoj pnevmatik, še zlasti pa so razvoj spodbujali ljubitelji hitrih avtomobilov in dirk. Zviševanje hitrosti dirkalnih avtomobilov je zahtevalo vedno močnejše, kvalitetnejše in vzdržljivejše pnevmatike (McDonald, 1993, str. 1-6).

## **2.2 Proizvodnja pnevmatik – proces vulkanizacije**

Vulkanizacija je ključen proces pri izdelavi pnevmatik in posledično tudi njen reverzni proces – devulkanizacija, pri njeni razgradnji. Tehnično je vulkanizacija kemijski proces, pri katerem se posamezne polimerne molekule povežejo z drugimi polimernimi molekulami z atomskimi vezmi. Končni rezultat je guma, kjer prožne gumijaste molekule postanejo zamrežene na večji ali manjši razdalji. To naredi material trši, veliko bolj obstojen, odpornejši pred staranjem in kemijskimi procesi. Površina gume je bolj gladka in preprečuje lepljenje na kovino ali plastiko. Tako zamrežena in iz delov sestavljena makrospojina ima močne kemijske vezi, zato je netopljiva.

### **2.2.1 Razlog za vulkanizacijo**

Vulkanizacija je nujna, saj naravni kavčuk začne pri višjih temperaturah ali pod vplivom zunanjih sil spreminjati svojo zgradbo in postopoma razpade v mokro drobljivo snov. Proces razpada je delno odvisen od razpada mlečnih beljakovin in od razpada velikih kavčukovih molekul zaradi oksidacije na zraku, saj se kisikove molekule vežejo na kovalentne vezi. Kavčuk, ki je nezadostno vulkaniziran, lahko tudi razpade, toda počasneje. Proces razpadanja lahko pospeši tudi daljša izpostavljenost sončni svetlobi, še posebno izpostavljenost ultravijoličnim žarkom.

### 2.2.2 Opis procesa

Vulkanizacija je predelovanje surovega kavčuka v gumo s segrevanjem in dodajanjem žvepla. Kavčuk je zmes dolgih makromolekul, ki med seboj niso povezane in so v kavčuku naključno razporejene. vzdolž teh molekulskih verig je veliko mest, ki so privlačna za atome žvepla. Med vulkanizacijo žveplove molekule razpadejo na manjše delce z različnim številom žveplovih atomov, ki so zelo reaktivni. Pri kavčuku se odprejo dvojne vezi med ogljikovimi atomi. Na te proste vezi se vežejo žveplove atome, ki se vežejo v verige, dokler ne dosežejo druge molekule kavčuka. To tridimenzionalno molekulsko zgradbo imenujemo zamreženje.

Žveplove vezi so ponavadi dolge do deset atomov, kar ima velik vpliv na lastnosti končnega produkta – gume. Če so vezi dolge do dveh atomov, ima guma zelo dobro toplotno odpornost, če pa so daljše, dajejo gumi zelo dobre dinamične lastnosti s slabšo toplotno odpornostjo. Dinamične lastnosti so pomembne zlasti za fleksibilnost izdelka (npr. na stranskem robu avtomobilske pnevmatike bi se med vožnjo brez fleksibilnosti materiala hitro naredile razpoke, kar bi vodilo do razpada pnevmatike). Namesto žvepla se lahko pri vulkanizaciji uporabljajo selen, organski peroksidi, nitrospojine, itd. Proces vulkanizacije lahko poteka tudi pod vplivom močnejšega sevanja (ultravijolično, katodno, jedrsko). Ločimo tri vrste: kontinuirana, hladna in vroča vulkanizacija. Za industrijo pnevmatik je najprimernejša vroča vulkanizacija. Vročna vulkanizacija poteka pri temperaturi od 100°C do 150°C in zvišanem tlaku. Traja od nekaj minut do več ur. Reakcijo lahko pospešijo s pospeševalci ali prilagodijo z dodatki, zaradi katerih je potrebna nižja temperatura pa tudi manjša količina žvepla. Za mehko gumo je potrebno od 1,5% do 10% žvepla, za trdo gumo pa od 15% do 30%. Z zaviralci vulkanizacije omogočimo lažjo obdelavo gume, za določene izdelke iz gume pa postopek vulkanizacije podaljšujemo (Sjothun, 1978, str. 45-62).

### 2.2.3 Razvoj vulkanizacije

Proces vulkanizacije kavčuka sega več kot 3500 let nazaj, v čas prvih velikih civilizacij. Stare srednjeameriške civilizacije so pridobivale lateks iz posebne vrste kavčukovca Castillie elastice, ki je rasel na tem področju. Kavčukovcu so dodajali sok ovijalke rdečega slaka, da so dobili gumi podobno snov. Izdelovali so tudi praktične izdelke, kot so sandali in držaji orodij. Prvič je kavčuk omenjen v Evropi šele leta 1770. Kocke iz naravnega kavčuka je Edward Nairne prodajal v Londonu kot nekakšne radirke. Kasneje so naredili še nekaj izdelkov iz kavčuka, vendar je bila količina izdelkov majhna. Material namreč ni imel daljše obstojnosti, bil je lepljiv, je gnil in imel neprijeten vonj, saj ni bil obdelan. Prvi, ki je v moderni dobi uporabil žveplo za vulkanizacijo kavčuka, je bil Charles Goodyear (1800-1860). Obstajata dve teoriji; prva, da je Goodyearu to uspelo po temeljitih raziskavah, in druga, da je to odkril naključno. Goodyear je trdil, da je odkril vulkanizacijo na podlagi žvepla leta 1839, vendar ga je patentiral šele 5. julija 1843, o odkritju pa je pisal šele leta 1853 v svoji avtobiografski knjigi Gum-Elastica. Medtem je znanstvenik in inženir, Thomas Hancock (1786-1865), patentiral proces vulkanizacije 21. novembra 1843 v Veliki Britaniji.



Odkritje reakcije med kavčukom in žveplom je povzročilo revolucijo pri uporabi gume in je vplivalo na spremembe v celotni tedanji industriji. Do tega časa je bil edini način tesnjenja majhnih razpok na parnih strojih s pomočjo usnja, pomočenega v olje, s čimer se je zagotovilo, da je para v cilindre prenesla svojo energijo na bat s čim večjim izkoristkom. Tesnjenje je vzdržalo le do zmernih pritiskov, nad neko kritično točko pa so morali konstruktorji strojev sprejeti kompromis: ali večje trenje, ki ga ustvarja usnje pri boljšem tesnjenju ali večje uhajanje pare. Vulkanizirana guma je ponudila idealno rešitev tega problema. Inženirji so dobili material, ki so ga lahko oblikovali prosto in v kalupih do natančnih oblik in dimenzij. Vulkanizirana guma je dobro prenašala tudi velike deformacije pod težkim tovorom in se hitro povrnila v prvotno stanje po obremenitvi. Vse to, skupaj z dobro trpežnostjo, je zapolnilo kritične zahteve po učinkovitem tesnilnem sredstvu. Nadaljnje eksperimente v predelovanju in raziskovanju gume je izvajal Thomas Hancock v Veliki Britaniji.

Leta 1905 je George Oenslager odkril derivat anilina, tiokarbnilid, ki je lahko pospešil reakcijo med žveplom in kavčukom. Tako je vulkanizacija trajala manj časa in znižala se je aktivacijska energija procesa. Pospeševalci so povzročili, da je vulkanizacijski proces veliko bolj zanesljiv in ponovljiv. V enem letu po tem odkritju je Oenslager našel še veliko potencialnih pospeševalcev. Tako se je razvila poplava pospeševalcev in zaviralcev vulkanizacije. Kemiki so odkrili tudi vrsto novih pospeševalcev, tako imenovane ultra-pospeševalce, ki so še danes v uporabi za vulkanizacijo različnih izdelkov iz kavčuka (Wikipedia-vulkanizacija, 2006).

### 2.3 Avtomobilski plašč in pnevmatika

Definiciji avtomobilska pnevmatika in avtomobilski plašč sta zapisani v tehničnem priročniku Moj avtomobil (Špolar, 1966, str. 48-60). **Avtomobilska pnevmatika** (v nadaljevanju pnevmatika) je del kolesa, ki povezuje vozilo z voziščem in omogoča prenos sil in momentov, ki se pojavijo v naležni ploskvi, ko vozilo stoji ali se giblje. Osnovni namen pnevmatike je, da zagotavlja stik med cestiščem in vozilom. Pnevmatike so zasnovane tako, da vzdržijo delovanje visokih sil, obremenitev, izpostavljenost sončni svetlobi in obratovalnim temperaturam celo življenjsko dobo. Glede na sestavne dele ločimo dve vrsti pnevmatik:

- **Pnevmatika brez zračnice** je sestavljena iz plašča, platišča in ventila z zaščitno kapico ter polnilnega zraka v platišču.
- **Pnevmatika z zračnico** je sestavljena iz plašča, platišča, zračnice z ventilom in zaščitno kapico, pnevmatika za poltovorna in tovorna vozila pa tudi iz ščitnika ter polnilnega zraka v zračnici.

**Avtomobilski plašč** je sestavni del avtopnevmatike in je sestavljen iz gumenih delov in armatur, ki so združeni v enovito celoto. Avtomobilske plašče glede na način zgradbe karkase

oz. nosilne plasti delimo na radialne in diagonalne. Danes se za osebna vozila uporabljajo skoraj izključno radialni avtomobilski plašči. Gumena zmes, iz katere je izdelan avtomobilski plašč, je kombinacija naravnega in sintetičnega kavčuka (najbolj pogosto uporabljen je stiren-butadien polimer SBR), različnih sestavin nafte, kemikalij in saj. Za podaljšanje življenjske dobe in ohranjanje prvotnih lastnosti prožnosti, so osnovnim sestavinam avtoplaščev dodali optimizirane mešanice voskov, antioksidantov in antiozonatov.

## 2.4 Sestava pnevmatik

Celotna svetovna avtomobilska gumarska industrija, ki jo predstavlja približno 100 velikih podjetij s podružnicami po celem svetu, zaposluje približno 555.000 delavcev. Na letni ravni proizvede več kot 17 mio ton gumene zmesi, več kot 60% jo je proizvedeno iz **sintetičnega kavčuka**, pri čemer 55% gumene zmesi porabijo proizvajalci pnevmatik. Pnevmatike so narejene iz zmesi sintetičnega in naravnega kavčuka v razmerju 60% : 40% v korist sintetičnega kavčuka. Prednosti naravnega kavčuka so boljša prožnost, elastičnost, nateznost in zarezna trdnost. Sintetični kavčuk pa zagotavlja boljši oprijem cestišča, še posebno v mokrem in vlažnem vremenu (Scrap tire characteristic, 2007).

Osnovni material za izdelavo pnevmatik je poleg gumene zmesi še kord<sup>1</sup>, sestavljen iz žic in tekstila v notranjosti. Jekleni venec je trdna osnova pnevmatik, ki zagotavlja povezavo med popolnoma togo konstrukcijo platišča in gibljivo strukturo avtoplašča. Venec vzdrži obremenitev do 1800 kg. Jeklen venec je pletena kita iz tankih žičk premera 0,2 milimetra, prevlečenih z medenino (zmesjo bakra in cinka). Medenina je potrebna, da med vulkanizacijo nastane povezava med gumo in žicami. Guma se oprime izrastkov sulfida, ki nastanejo na površini medenine in žvepla iz gumene zmesi. Proizvodnja korda se nato razdeli v dva dela: en del gre na kalander za gumiranje jeklenega korda, drugi del pa na izdelavo žičnega jedra. Pri slednjem se na žico, ki je namenjena za izdelavo žičnega jedra plašča, nanese obloga iz kavčukove zmesi, nato pa se žica oblikuje v obročasto žično jedro, prilagojeno obliki platišča (Markun, 1992, str. 5-26).

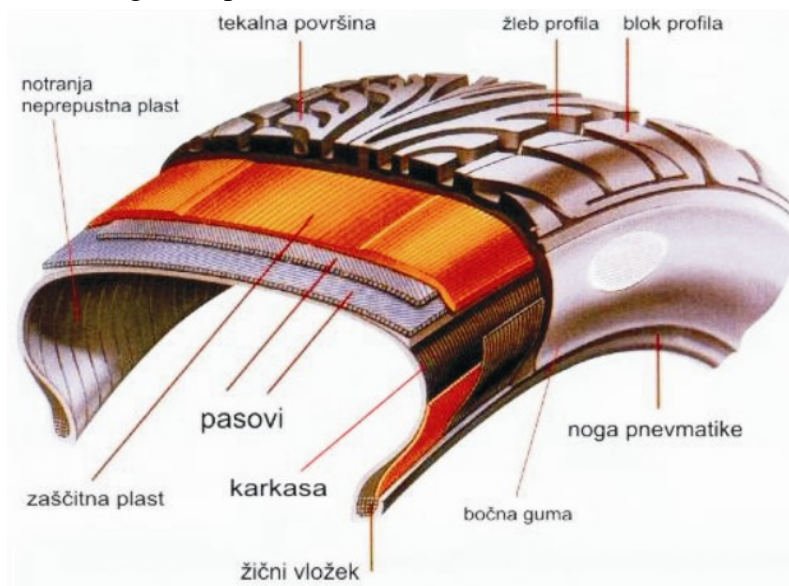
Sestavni del avtoplašča so tudi tekstilna vlakna - platno, ki je namenjeno ojačitvi avtoplašča. Platno je sestavljeno iz sintetičnih vlaken (poliamid, najlon, rajon, fiberglas, poliester). Vlakna so spredena v kordno nit in nato stkana v kordno tkanino. Kordne niti potekajo le v eni smeri. Zahtevano trdnost dajejo tkanini tanke niti. Za boljši oprijem tkanine s kavčukovo zmesjo se uporablja postopek impregnacije. Z vlečenjem in valjanjem skozi kalander dobi tkanina obojestransko oblogo iz kavčukove zmesi. Notranja tesnilna plast zagotavlja tesnjenje pnevmatike. Tako pnevmatiko imenujemo tubeless - brez zračnice. Pnevmatika, kot je razvidno iz Slike 1 (na str. 7), je sestavljena iz nosilne plasti oz. karkase, ki je na robu zavita okoli žičnega jedra. Na zunanjem obodu je nameščena tekalna površina, s katero se pnevmatika opira na podlago. Tekalna površina ima, glede na pogoje uporabe, ustrezen

---

<sup>1</sup> Jekleni venec.

profil. Med tekalno površino in karakso se nahaja še zaščitna plast, ki porazdeli obremenitve. Radialni avtoplašči imajo tudi pas oziroma pasove. Z notranje strani je pri pnevmatikah brez zračnice, ki so danes v večini, nanesa še notranja neprepustna plast. Bok avtoplašča je sestavljen iz elastične gume debeline od 2 mm do 4 mm in služi za varovanje avtoplašča pred poškodbami, hkrati pa je tudi zaščita pred atmosferskimi vplivi.

Slika 1: Zgradba pnevmatike



Vir: Volmajer, 2007.

Pnevmatika je zgrajena iz gumene zmesi, jeklenega korda, tekstilnih vlaken in dodatkov. Razmerja uporabljenih materialov so različna glede na pnevmatike in njihov namen uporabe. V Tabeli 1, so v odstotkih predstavljene vse razlike v materialih za potniške in tovarne pnevmatike. Tako je razvidno, da je v tovornih pnevmatikah tekstilnih vlaken zelo malo, delež kovin pa je bistveno večji kot pri potniških pnevmatikah.

Tabela 1: Sestava potniške in tovarne gume v %

Material	Potniška avtoguma	Tovorna avtoguma
Naravna guma	14	27
Sintetična guma	27	14
Saje	28	30
Kovina	14-15	20-22
Tekstilna vlakna in ostalo	16-17	7-8
Skupaj	100	100

Vir: Scrap tire characteristics, 2007.

Saje povečujejo kavčukovo trdnost in žilavost. Različno obdelovalnost in druge specifične značilnosti pridobimo z uporabo različnih vrst saj. Olje se uporablja kot mehčalo, za večjo trdnost elastomerov ali samo kot dodatek pri obdelavi. Cinkov oksid, stearinsko kislino in

pospeševala se uporabijo za nadzor stopnje in hitrosti vulkanizacije. Žveplo se uporablja za zamreženje med molekulami kavčuka.

Tekalna površina avtoplašča zagotavlja odpornost proti obrabi in omogoča dober oprijem cestišča, pomembna pa je tudi za odvajanje vode. Zaradi centrifugalnih sil mora biti čim lažja. Profil avtoplašča mora izpodrinati vodo tako, da se lahko oprime osušene podlage. V nekaj tisočinkah sekunde je voda izpodrinjena s stične površine. Pojavljata se dva odvodna sistema: stranski - voda je hitro porinjena na stran in centralni - voda je porinjena za pnevmatiko ali pa je shranjena v kanalih. Klasični cestni avtoplašči imajo okoli 30% podlage poglobljene do 9 mm. Nepoglobljeni del vsebuje lamele. Takšen avtoplašč je primeren za suho in mokro cestišče. Športni avtoplašči s 35% poglobljenega dela med 5 mm in 8 mm imajo dolge kanale, velikokrat oblikovane v obliki črke V. Lamel skoraj ne vsebujejo. Takšni avtoplašči so odlični na suhi cesti pri veliki hitrosti in dobri tudi na mokri cesti pri normalni hitrosti. Zimski avtoplašči s prav tako 35% poglobljenega dela globine 8 do 10 milimetrov so prepleteni z večjim številom žlebičev. To zagotavlja veliko oprijemnih točk v snegu, ki izboljšujejo vlečenje in zaviranje. Posebne zmesi gume pa izboljšajo oprijem pri nizkih temperaturah. Tako zasnovana guma je zelo dobra za sneg in led ter za suho cestišče. Zaradi velikega števila lamel pa je nekoliko manj stabilna pri večjih hitrostih (McDonald, 1993, str. 6-15).

## 2.5 Življenjski krog pnevmatik

Življenjski krog avtoplašča je lahko uspešno ekološko in ekonomsko sklenjen, če so izpolnjeni določeni pogoji. Najprej je potrebno izdelati takšno pnevmatiko, ki zagotovi čim daljšo življenjsko dobo avtogume, čim boljše varnost uporabnikov in tako se zmanjša število izrabljenih gum. Pravilna proizvodnja in kvalitetna dobava lahko zmanjša stroške pri proizvodnji avtogum. Direktna prodaja preko trgovcev na drobno zmanjša čas skladiščenja in tako zagotavlja kupcem obljubljeni kvaliteto o življenjski dobi in varnost produkta. Potrošniki morajo biti poučeni o pravilni uporabi pnevmatike, saj ji s pravilno uporabo podaljšajo življenjsko dobo. Država določa proizvajalcem in prodajalcem načine odvoza avtopnevmatike, njihovo skladiščenje, koncesionarjem pa zaupa predelavo ali razgradnjo izrabljenih avtomobilskih gum. Zadnja življenjska faza avtogume je sežig ali predelava gume, kar nadzoruje država (Price, 2006).

## 3 RECIKLAŽA

### 3.1 Splošno o reciklaži

Reciklaža je postopek predelave materialov v nove proizvode. Obstaja kar nekaj razlogov za zmanjšanje odpadkov z reciklažo. Najpogostejši so: **Varčevanje s surovinami** - Večina stvari, ki jih vržemo stran, je proizvedeno iz surovin, ki jih počasi zmanjkuje ali pa jih je težko nadomestiti zaradi velike potrošnje. Veliko stvari, ki jih vržemo stran na odlagališča,

imajo vrednost in jih lahko ponovno uporabimo. **Varčevanje z energijo** - Proizvodnja novih izdelkov iz recikliranega materiala zahteva manj energije. Dober primer je izdelava aluminijastih pločevink, ko iz recikliranih pločevink izdelamo nove in pri tem uporabimo samo 20% energije, ki bi bila potrebna za izdelavo pločevink iz naravnega materiala. **Zaščita okolja** - Z omejevanjem naših potreb in reciklažo, bi zmanjšali zahteve po rudarjenju novih surovin, kar pogosto uničuje okolje. **Pomoč dobrodelnim organizacijam** - Mnogo dobrodelnih ustanov in društev zbira denar preko ponovne uporabe in reciklaže. **Ustvarjanje novih delovnih mest** - Nove zaposlitve se pogosto ustvarjajo preko reciklaže, ki v zadnjem času močno privablja poslovneže in s tem nova podjetja. V le teh se v zadnjem času zaposluje vedno več ljudi, kakor tudi v trgovini, s čimer se povečuje osveščenost ljudi za reciklažo. Recikliranje je torej ključni koncept modernega sistema za ravnanje z odpadki in je tretji sestavni del odpadkovne hierarhije, ki govori o zmanjševanju odpadkov (Wikipedia-reciklaža, 2006).

### 3.2 Zgodovina reciklaže gume

Reciklaža gumene zmesi je datirana v čas, ko se je začela industrijska izdelava gumenih produktov. S patentom Tomasa Hancocka okoli leta 1820 se začne prva reciklaža gume. Stroj imenovan »Kumarica«, je zmlel gumo in jo stisnil v bloke, ki so bili kasneje ponovno uporabljeni. Od leta 1910 do pretežnega dela 20. stoletja je guma imela visoko ceno in celo dosegla višino cene srebra. Od leta 1843, ko je Charles Goodyer odkril vulkanizacijo je dobila guma svojo današnjo obliko in trdnost. Z leti se je vulkanizacija tehnično izpopolnjevala in s tem se je skrajševal čas, potreben za postopek vulkanizacije. Vulkanizacija je tako prinesla spremembe v reciklaži, saj so žveplove vezi v vulkanizirani gumi močno med seboj povezane in postopek razčlenitve teh vezi ni bil mogoč. Tako te gume ni bilo več mogoče uporabiti same, ampak je bilo potrebno dodati naravno gumo, da so se lastnosti produkta izboljšale. Pomanjkanje gume med 2. svetovno vojno je spodbudilo izdelovanje sintetičnih gum in ustanovitev prve tovarne sintetične gume v letu 1945.

V 60. letih prejšnjega stoletja se je pocenil uvoz olj in sintetične gume, kar je znižalo stroške proizvodnje avtopnevmatik. Takrat je uporaba sintetične gume prvič presejala uporabo naravne gume (What is synthetic rubber, 2007). Prav tako pa je v 60. letih prejšnjega stoletja prišel v uporabo postopek, ki je avtoplašč ojačal z jeklenim jedrom, kar je povečalo stroške reciklaže gume. Zato so se v 80. letih posluževali predvsem zbiranj in kopičenj gum na odlagališčih, kjer so gume nato sežigali ali zakopali v tla. Nihče se ni pretirano obremenjeval z negativnimi ekološkimi posledicami sežiganja. Nakopičene odpadne gume so začele zavzemanj veliko prostora, ogrozile so podtalnice za različne živali in insekte postale so legla v primeru vžiga tudi onesnaževale zrak. Guma odlično gori zaradi velikih količin zraka v njej (75%), zaradi česar jo je z vodo izredno težko pogasiti. Nakopičene gume gorijo več mesecev, v zrak uhajajo strupeni plini (ogljikov monoksid, ogljikovodiki), že od daleč je viden visok črn steber oziroma oblak dima. Po gorenju ostanejo v zemlji organske komponente, pirolitska olja, ki trajno vplivajo na floro in favno. Kot največji požar gum se v

zgodovini omenja požar leta 1990 v Hagersvillu v Ontariu. Požar je zajel 14 milijonov nakopičenih gum na odpadu. Gorelo je več mesecev, 4.000 ljudi (The Hagersville tire fire, 2007) so evakuirali in gost, črn dim je bil viden 100 km daleč. Ugotovljeno je bilo, da je onesnaženje zraka in prsti še večje, če poskusimo tak ogenj pogasiti s peno ali vodo. Bolje je pustiti, da gume zgorijo. Odpadki, ki ostanejo na pogorišču, lahko povzročijo različna onesnaženja prsti. Mednje štejemo takojšnje onesnaženje zaradi tekočih odpadkov, ki prodrejo v prst in procesno onesnaženje zaradi pepela in negorljivih odpadkov, ki sčasoma razpadejo in z dežjem postopoma prodirajo v prst.

### **3.3 Reciklaža avtogume**

Reciklaža je zbiranje, predelovanje in ponovna uporaba materiala, ki bi bil drugače zavržen. Proces recikliranja pomeni pridobivanje odpadnega materiala in nato uporabo istega materiala kot novega. Reciklaža avtopnevmatik je proces razgradnje avtomobilskih avtoplaščev, ki niso več primerni za uporabo zaradi izrabe ali mehanske okvare (preluknjanje).

Odpadne avtopnevmatike so eden izmed največjih in najbolj problematičnih odpadkov zaradi njihove prostornine in dolge razgradljivosti. Ravno zaradi teh karakteristik so avtopnevmatike tudi eden najbolj pogostih materialov, ki se jih reciklira. V povprečju se letno na človeka zavrže ena avtopnevmatika. Problem kopičenja izrabljenih avtoplaščev predstavlja izziv strokovnjakom, ki neprestano iščejo cenejše, alternativne materiale za nadaljnjo uporabo v proizvodnji oziroma alternativne energijske vire, pridobljene iz odpadkov. Podatki iz ameriškega trga izrabljenih avtogum kaže, da se pobrane gume plasirajo v pet različnih panog. Največja panoga, ki zajema kar 44,7% gume, jih uporablja kot primarno gorivo, 19,4% jih je namenjenih za gradnjo, 7,8% jih ponovno uporabijo v izdelkih, 4,3% jih uporabijo kot primesi asfaltu, 2% jih gre za proizvodnjo izsekanih, preluknjanih in izrezanih izdelkov ter 1,7% se jih uporabi v kmetijstvu (Management of scrap tires, 2006).

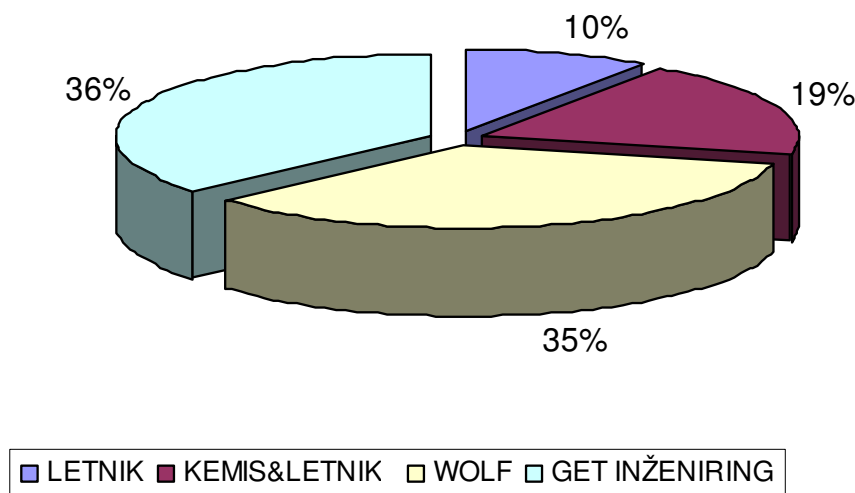
#### **3.3.1 Ocena stanja izrabljenih pnevmatik v Sloveniji in EU**

Po podatkih objavljenih na spletnih straneh Statističnega urada republike Slovenije, je bilo na dan 31.7.2007 v Sloveniji registriranih 1.268.129 avtomobilov. Avtomobili letno v povprečju prevozijo do 20.000 km. Povprečna življenjska doba avtomobila je 15 let. V tem obdobju vozilo izrabi vsaj tri komplete letnih ter dva kompleta zimskih pnevmatik, poleg tega pa še eno rezervno pnevmatiko, skupno torej 21 pnevmatik. Ob predpostavki, da je življenjska doba slovenskega avtomobila 15 let, lahko sklenemo, da eno vozilo na leto izrabi približno 1,4 pnevmatike. Z ozirom na to, da je povprečna teža avtoplašča za osebna vozila med 6,5 kg in 8 kg, lahko s preprostim izračunom ugotovimo, da se v enem letu na enem vozilu izrabi malo več kot 10 kg gume. Če upoštevamo, da je v Sloveniji okoli 1,27 mio avtomobilov, lahko zaključimo, da se v enem letu na naših cestah izgubi okoli 1.270 ton gumenega materiala pnevmatik, saj se ga porabi približno 10%. Upoštevati moramo tudi izrabljene

pnevmatike poltovornih in tovornih vozil, delovnih strojev ter gumeni odpad v proizvodnji. Skupno lahko računamo v povprečju s 15.000 ton gumenega odpada letno (Urek, 2005, str. 33-35). Najbolj enostavno je, če izrabljene avtopnevmatike ob zamenjavi pustimo pri vulkanizerju. Ta storitev je od 1.4.2006 postala brezplačna, saj se takso za obremenjevanje okolja plača ob nakupu novega avtoplašča. Tako je za vsak kilogram avtopnevmatike potrebno plačati ob nakupu od 1. januarja 2007 0,146 €. Posamezna avtomobilska pnevmatika v povprečju tehta skoraj 7 kg, to pa pomeni plačilo 1,021 € na kos oziroma 4,083 € za vse štiri kose.

Vulkanizerji ne morejo samovoljno ravnati z izrabljenimi pnevmatikami, zato imajo sklenjene pogodbe za njihov odvoz z ustreznimi koncesionarji. Z državo imajo sklenjeno koncesijo za odvoz in uničenje izrabljenih avtopnevmatik štiri podjetja: Kemis d.o.o., Letnik – Saubermacher d.o.o., Get Inženiring d.o.o. in Wolf inženiring d.o.o. Našteta podjetja poskrbijo za odvoz izrabljenih pnevmatik od vulkanizerjev in za njihovo uničenje in so tako v letu 2006 pobrali skoraj 11 mio kosov izrabljenih pnevmatik. Strukturo pobranega števila kosov po koncesionarjih prikazuje Slika 2.

Slika 2: Struktura pobranih izrabljenih pnevmatik pri koncesionarjih (v %) 2006



Vir: Marc, 2005, str. 3.

V praksi se je pokazalo, da trg še ne deluje tako dobro, kot bi moral. Po neuradnih podatkih je bilo v letu 2000 zbranih in odstranjenih samo 3.000 ton, leta 2003 3.800 ton, v letu 2004 pa 5.000 ton avtopnevmatik. Avtopnevmatike so bile odpeljane v Anhovo na sežig, večina pa v tujino, kjer so bile odstranjene (Avstrija), predvsem s sosežigom, delno tudi s snovno predelavo. Po podatkih podjetja Sava Tyres je bilo v preteklih štirih letih skupaj v sežig oddanih 5.000 ton izrabljenih avtopnevmatik.

Po podatkih ETRA-e se v Evropi te količine izrabljenih avtomobilskih gum gibljejo med najmanj 4,3 kg (Nizozemska) in največ 8,8 kg (Irska) letno na prebivalca. Povprečje je 7,1 kg

izrabljenih avtomobilskih gum na prebivalca letno (leto 2002). Upoštevajoč te količine bi v Sloveniji realno morali zbrati med 13.000 in 15.000 ton izrabljenih avtomobilskih gum na leto, kar je tudi ekvivalentno letnim količinam avtomobilskih gum, danih na slovenski trg.

### **3.3.2 Zakonodaja EU in Slovenije na področju recikliranja izrabljenih pnevmatik**

V okviru pravnega reda EU ne obstaja pravno zavezujoč akt, ki bi posebej obravnaval problematiko ravnanja z izrabljenimi avtomobilskimi gumami tako, da je ta problematika obravnavana v okviru krovne EU direktive o odpadkih iz leta 1975 (Waste Framework Directive, 75/442/EEC). Direktiva Sveta 1999/31/ES z dne 26. aprila 1999 o odlaganju odpadkov na odlagališčih prepoveduje odlaganje IAG<sup>2</sup> na odlagališčih, in sicer cele IAG s 16.7.2003, razrezane IAG pa s 16.7.2006. IAG so odpadne gume osebnih, poltovornih in tovornih vozil ter delovnih strojev s klasifikacijsko številko 16 01 03 ter druge odpadne gume, ki so po sestavi podobne avtomobilskim gumam.

Republika Slovenija je področje ravnanja z IAG določila z Uredbo o načinu, predmetu in pogojih izvajanja gospodarske javne službe ravnanja z izrabljenimi avtomobilskimi gumami (Uradni list RS, št. 48/2002). Uredba je določala način izvajanja gospodarske javne službe ravnanja z IAG na območju Republike Slovenije, in sicer so storitve javne službe prevzemanje IAG, ki jih oddajajo IJS<sup>3</sup> uporabniki storitev javne službe, zbiranje, razvrščanje, skladiščenje pred predelavo ter priprava IAG za predelavo in oddaja v predelavo IAG. Za podelitev koncesije za opravljanje gospodarske javne službe ravnanja z IAG je Vlada RS objavila javni razpis v Uradnem list RS, št. 72/02, z dne 9. avgust 2002. Z odločbo št. 314-11/2002-3 z dne 10.10.2002 so bili izbrani za izvajanje koncesije ravnanja (prevzem, zbiranja iz zagotavljanje predelave) z IAG trije koncesionarji, in sicer za dobo 5 let do 13.12.2007. V sredini leta 2006 sta se ločila Kemis in Letnik d.o.o. in tako imamo od junija 2006 dalje štiri koncesijska podjetja. Ministrstvo za okolje in prostor operativno nadzira izvajanje javne službe. Agencija RS za okolje je pristojni organ za izdajo ustreznih potrdil o vpisu v evidenco zbiralcev odpadkov ter izdajo dovoljenj za predelavo in odstranjevanje IAG. Inšpektorat RS za okolje pa je pristojni organ za nadzor nad izvajanjem predpisov iz področja ravnanja IAG.

Uredba je navedla, da med uporabnike storitve javne službe štejemo povzročitelje IAG, kar pomeni, da so to vse fizične ali pravne osebe, ki so bodisi imetniki avtomobilskih gum ali izvajajo dejavnost ali opravljajo storitev drugim, kot so npr. vulkanizerji in avtoservisi. Do 200 kg izrabljenih avtogum so povzročitelji dolžni oddajati koncesionarjem v zbirnih centrih ali na drugem prevzemnem mestu po dogovoru s koncesionarjem. Uredba je predvidela tudi uvedbo evidence upravljavcev prostorov za začasno hrambo.

---

<sup>2</sup> IAG - izrabljene avtomobilske gume. Kratico IAG uporablja Uredba o načinu, predmetu in pogojih izvajanja gospodarske javne službe ravnanja z izrabljenimi gospodarskimi gumami.

<sup>3</sup> IJS – izvajalci javne službe. Kratico IJS uporablja Uredba o načinu, predmetu in pogojih izvajanja gospodarske javne službe ravnanja z izrabljenimi gospodarskimi gumami.



Ob spremljanju uveljavljanja omenjene Uredbe se je ugotovilo, da evidenc za začasno hrambo ni, prav tako ni evidenc prevzemnih mest. Zato se količine pobranih IAG po uvedbi IIS niso bistveno povečale. Ugotovljeno je bilo, da IAG na prevzemnih mestih najprej preberejo vulkanizerji sami in jih naprej prodajo za nadaljnjo uporabo za manj zahtevne kupce. Prav tako na prevzemnih mestih IAG prebirajo avtogume zbiralci iz registriranih podjetij, kot so protektoraši za obnovo in tudi neregistrirani zbiralci, ki jih izvažajo v države bivše Jugoslavije za obnavljanje. Vulkanizerji so pogosto celo svetovali strankam, naj same IAG odnesejo s sabo, saj jim bodo v nasprotnem primeru zaračunali ekološko odstranitev. Analiza načinov ravnanja z IAG po uveljavitvi omenjene Uredbe, je tudi pokazala, da skoraj polovica zbranih IAG konča v cementarni Anhovo, le četrtnina količin je snovno predelana. V celoti pa število pobranih IAG za cementarno niti ne zadošča, ampak jih celo uvažajo iz Italije. Istočasno pa se v Sloveniji pobrane IAG vozijo v Avstrijo, Hrvaško, Bosno in Srbijo predvsem zaradi nižjih stroškov odstranitve.

Zaradi takšnih možnih izigravanj Uredbe in številnih kritik, se je Ministrstvo za okolje in prostor odločilo, da bo nadgradilo obstoječi sistem pobiranja IAG tako, da bi okoljsko dajatev prenesli na proizvajalca, ki daje avtomobilске gume na tržišče. Za končnega uporabnika pa je postala predaja IAG brezplačna. Stroški izvajanja storitve IAG se krijejo iz namenske porabe zbrane okoljske dajatve iz državnega proračuna. Poleg tega predloga pa sem na enemu od številnih razgovorov o problematiki zbiranja IAG ministrstvu predlagal na osnovi informacij, ki sem jih pridobil preko različnih medijev, še naslednje cilje:

- vzpostavitev enotnega sistema zbiranja na celotnem območju Slovenije,
- preprečevanje neustreznega odlaganja,
- zagotavljanje ene koncesije za reciklažo izrabljenih avtomobilskih gum.

Ukrepi, potrebni za doseganje ciljev, so:

- povečan nadzor inšpekcijskih služb pri zavezancih za uporabo storitev javne službe ravnanja z izrabljenimi avtomobilskimi gumami,
- obveščanje imetnikov izrabljenih avtomobilskih pnevmatik z enotnim sistemom za obveščanje vseh uporabnikov storitev pobiranja izrabljenih avtomobilskih gum

Vlada republike Slovenije je na podlagi analize stanja sprejela novo Uredbo o načinu, predmetu in pogojih izvajanja javne službe ravnanja z izrabljenimi avtomobilskimi gumami, ki je bila objavljena v Uradnem listu RS 71/2006, z dne 7.7. 2006 ter jo v nadaljevanju besedilu poimenujem Uredba. V njej je izražen interes po povečevanju snovne predelave – reciklaže IAG v okviru katere se predvideva možnost namenske porabe zbranih sredstev iz okoljske dajatve tudi za spodbujanje tehnologij recikliranja. Zelo podrobno so opredeljene storitve javne službe, ki se izvaja kot koncesionirana gospodarska javna služba. Koncesijo tudi po tej Uredbi podeljuje vlada za celotno območje Slovenije in natančno opredeljuje tudi obseg in naloge ter tudi pogoje, ki jih mora izpolnjevati koncesionar, pa tudi postopek podelitve koncesije. Prvikrat se v Uredbi v 7. členu, ki ga v celoti citiram, natančneje opredeljuje naslednje:

»Koncesija se lahko podeli osebi, ki izpolnjuje naslednje pogoje:

- imeti mora zaposlene, ki so usposobljeni za ravnanje z vozili in opremo za zbiranje,
- skladiščenje in oddajo izrabljenih avtomobilskih gum v predelavo,
- razpolagati mora z vozili in opremo za zbiranje, skladiščenje in oddajo izrabljenih avtomobilskih gum v predelavo,
- imeti mora najmanj en zbirni center v Republiki Sloveniji,
- razpolagati mora z dokazili o pravici do uporabe zmogljivosti za postopke nadaljnje predelave izrabljenih avtomobilskih gum iz tretjega odstavka 5. člena te uredbe,
- razpolagati mora z opremo za pošiljanje podatkov o ravnanju z odpadnimi avtomobilskimi gumami v skladu s predpisom, ki ureja ravnanje z odpadki.

Ponudnik koncesije mora v svoji ponudbi podrobno opredeliti izpolnjevanje pogojev iz prejšnjega odstavka.«

Pridobivanje koncesionarjev se opravi z javnim razpisom. Za izbiro koncesionarjev so predvidena podrobna merila. Izbiro koncesionarja opravi vlada na osnovi predloga posebne strokovne komisije in podeli tudi po tej Uredbi koncesijo za izvajanje javne službe za dobo petih let. Posebej velja omeniti kazenske določbe, ki predpisujejo globe in osebe, ki se jih kaznuje ob nespoštovanju Uredbe.

### **3.4 Postopek reciklaže**

Reciklaža je postopek sosledij zaporednih aktivnosti, ki vključujejo pobiranje odpadkov, ki jih nameravamo reciklirati, sortiranje in procesiranje reciklažnega materiala v surovino, ki jo v nadaljnji fazi uporabimo za proizvodnjo novih materialov in zagotovimo njihovo prodajo. Vsaka reciklaža je zaporedje štirih aktivnosti oziroma faz, kot so:

#### **FAZA 1: Pobiranje in sortiranje**

Pobiranje reciklažnega materiala se razlikuje od države do države, vendar je v Sloveniji pobiranje določeno že po zgoraj zapisanem postopku preko koncesionarjev. Postopki zbiranja pa so lahko različni: zbirna mesta, odlagališča, odkupni centri in pobiranje preko koncesionarjev, kar je pri nas najbolj pogost postopek za zbiranje reciklažnega materiala. Ne glede na metodo pobiranja, je postopek v nadaljnji fazi enak. Pobrani material pripeljejo v reciklažni obrat, kjer se presortira in razgradi na produkte, ki se prodajo na trgu, saj ima tudi reciklažni material svoj trg, na katerem se uravnava cena.

#### **FAZA 2: Procesiranje**

Faza procesiranja je opredeljena kot proces razstavljanja odpadnega materiala na njene osnovne komponente ali pa uporaba le-teh za namene ustvarjanja novih izdelkov z dodano

vrednostjo. Največkrat se kot glavna procesa faze procesiranja pojavljata mletje ali piroliza, saj je pri teh dveh postopkih izkoristek najboljši.

### FAZA 3: Proizvodnja

Očiščen in ločen material je pripravljen, da začne svojo drugo fazo reciklaže. Vedno več je proizvodov na trgu, ki so proizvedeni popolnoma ali vsaj delno iz recikliranega materiala. Najpogostejši odpadni izdelki, katere je možno reciklirati, so: časopisi, platenke, pločevinke in steklovina za shranjevanje pijač, platenke za shranjevanje čistil ter mnogi drugi izdelki. Vedno več pa se recikliranega materiala uporablja tudi za inovativne proizvode.

### FAZA 4: Prodaja recikliranih proizvodov

Prodaja recikliranega materiala in proizvodov zaključí reciklažni krog. Vsi udeleženi, od države, podjetij in posameznih državljanov, imamo ključno vlogo pri tem, ali bo reciklaža uspešna. Povpraševanje kupcev po okolju bolj prijaznih izdelkih podjetja sili v izdelavo tehnično vedno bolj dovršenih recikliranih produktov.

V nadaljevanju bom podrobno analiziral kako poteka postopek reciklaže izrabljenih avtomobilskih gum glede na že omenjene štiri faze reciklaže pri nas.

#### **3.4.1 Pobiranje in sortiranje IAG**

Izrabljene pnevmatike je potrebno pripeljati v neposredno bližino proizvodnje linije za razrez pnevmatik. Za pobiranje pnevmatik po Sloveniji so zadolžena že omenjena štiri podjetja, katera imajo podeljeno petletno koncesijo, ki pa se jim izteče konec leta 2007.

Zaradi različne sestave materiala je pred postopkom reciklaže potrebno ločiti osebne in tovarne pnevmatike. Le tako lahko zagotavljajo proizvodnjo najboljšega, po kakovosti razvrščenega granulata. Treba pa je poudariti, da so transportni stroški eden glavnih dejavnikov pri preračunavanju ekonomske upravičenosti reciklaže pnevmatik. Spletni priročnik *Tire recycling success (2003)* predpostavlja, da je ekonomsko upravičeno pobiranje izrabljenih avtogum v radiju 300 km od reciklažnega obrata.

#### **3.4.2 Procesiranje IAG**

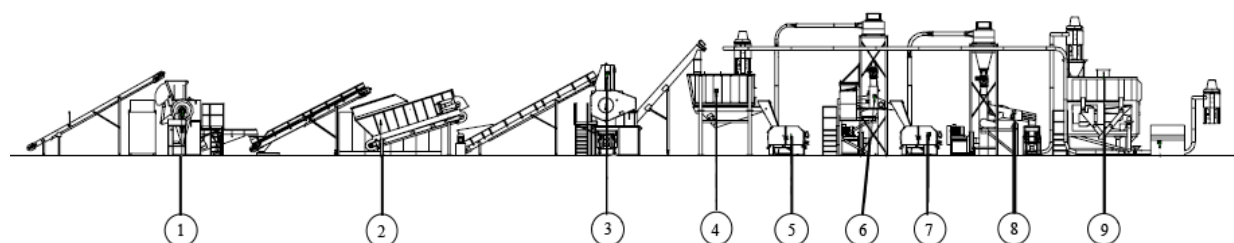
Faza procesiranja je opredeljena kot proces razstavljanja pnevmatike na njene osnovne komponente ali pa le uporaba le teh za namene ustvarjanja nove dodane vrednosti. Največkrat se kot glavna procesa faze procesiranja pojavljata razrez gume in piroliza, saj je pri teh dveh postopkih izkoristek najboljši. V nadaljevanju se bom osredotočil predvsem na postopek razreza, delno pa bom opredelil tudi finančne izračune za pirolizo.

### 3.4.3 Reciklaža gume pri sobnih pogojih – ambientna reciklaža

Postopek reciklaže pri ambientnih pogojih sega že v prva leta reciklaže, torej z začetkom v letu 1820. Gre za postopek mletja in separacije s ponavljanjem mletja in vedno ostrejših pogojev, s čimer dobimo osnovne sestavne delce gumo, tekstil in kovino. Tehnologija se iz leta v leto izboljšuje in rezultat je vedno večja čistost končnega produkta. Med vodilnimi podjetji na področju tehničnega razvoja naprav za reciklažo odpadnih materialov se je uveljavilo podjetje Eldan SR recycling, katerega tehnologijo za reciklažo avtogum, bom predstavil v nadaljevanju. Že samo dejstvo, da podjetje v tej panogi deluje že od leta 1956, dokazuje, da se predelava različnih odpadnih materialov v svetu uveljavlja kot profitabilna dejavnost.

Sistem za razrez gume omogoča procesiranje celih avtomobilskih in tovornih ter večjih gum. Odstranitev jeklene sredice ni potrebna pred procesom, saj to omogoča sam postopek. Pred začetkom recikliranja se je potrebno odločiti, katere vhodne produkte bomo predelovali in kakšne izhodne produkte želimo. Celoten sistem za razrez avtogum podjetja ELDAN SR, bi bil po mojem mnenju najbolj uporaben tudi za slovenske razmere, ker omogoča modularno sestavljanje. Višina investicije je odvisna od želenega izhodnega produkta. Celotni ELDAN sistem za razrez gum vključuje različne stroje in naprave, vse od predrazreza do separacije, ki jih lahko razdelimo na naslednje stopnje in so razvidni v Sliki 3:

Slika 3: Sistem za razrez gume podjetja ELDAN



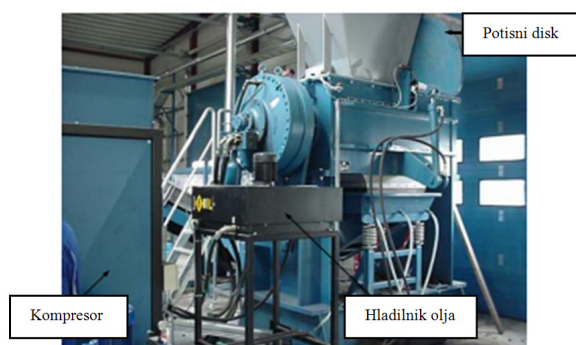
#### LEGENDA

- (1) - predrazrez v **super sekalniku**,
- (2) - zbiranje razsekanih delov gume v **silosu**,
- (3) - granulacija v **močnem razrezovalnik**,
- (4) - zbiranje granulata gume v **silosu**,
- (5,7) - fina granulacija poteka v dveh **granulatorjih**,
- (6,8) - separacija tekstila in jekla v **klasifikatorju**,
- (9) - separacija tekstila in jekla v **aspiratorju**.

Vir: Eldan – ponudba 063101TR, 2006, str. 14.

Zgoraj naštetih stroji so povezani med seboj s silosi, tekočimi trakovi, vibracijskimi mizami, vijaki in pnevmatskimi transporterji. V nadaljevanju bom delovanje posameznih strojev tudi slikovno in tekstovno predstavil.

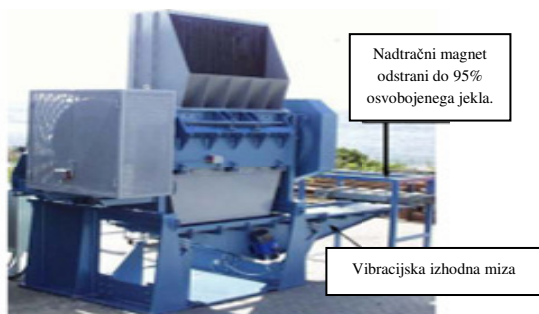
Slika 4: Super sekalnik



Vir: Eldan - prezentacija, 2006, str. 5.

potrebna pred procesom, saj jo omogoča sam sekalnik. Največji strošek obrabe nožev predstavlja ravno odstranjevanje jeklenega obroča, ki je po mnenju proizvajalcev kriv za 70% izrabo nožev. Pri eventualnem zastoj gume ima stroj dodatni potisni disk, ki gumo potisne proti sekalnim čeljustim. Končni produkt iz Super sekalnika so kosi, veliki približno 150 - 300 mm.

Slika 5: Močni razrezovalnik



Vir: Eldan - prezentacija, 2006, str. 6.

granul od 7 do 20 mm. Zamenljivost sit omogoča hitro prilagoditev potrebam projekta ali naročila.

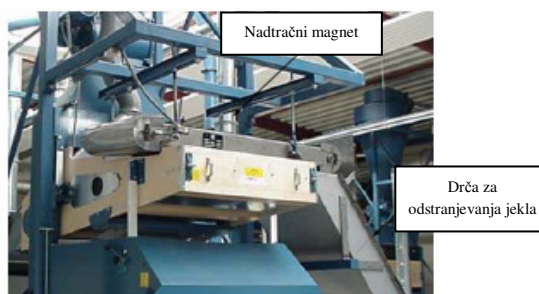
Granulat, pridobljen iz razrezanih gum, zberemo v **silosu**, da bi ga lahko transportirali v nadaljnjo fino granulacijo.

Fino granulacijo opravi **granulator 1 in 2** z nameščenimi zamenljivimi siti, kar omogoča želeno velikost granulata. Granule preko transportnih trakov in transportnih polžev potujejo do **klasifikatorjev 1 in 2**, kakršen je na Sliki 6, s katerim odstranimo preostalo jeklo in tekstil iz gumenih zrn. Od tod se pot nadaljuje v **aspirator**, kjer se odstrani preostali tekstil iz gumenega produkta. Po tem postopku je guma klasificirana v

**Super sekalnik** je narejen, da lahko procesira celotno avtomobilsko in tovorno gumo ter ostale večje gume, kot je prikazano na Sliki 4. Največji premer gume, ki ga procesira super sekalnik, je 1200 mm, z največjo širino plašča 450 mm. Kapaciteta vhodnega materiala je 3-4 tone na uro. V rotacijskih valjih so nameščeni noži za razrez gume v kose zelene dimenzije. Odstranitev jeklenega obroča, ki predstavlja do 25% teže avtogume, ni

**Silos** omogoča, da se razsekani deli gume zberejo in transportirajo v nadaljnji razrezovalnik, s čimer se zagotovi maksimalna možna izraba Super sekalnika. **Močni razrezovalnik** kot ga vidimo na Sliki 5, je namenjen prvi granulaciji. Ta stroj lahko predela cele ali že razrezane avtomobilske in tovorne gume. Opremljen je z zamenljivimi siti, ki omogočajo določitev velikosti izhodnega produkta – granulata v velikosti

Slika 6: Klasifikator



Vir: Eldan - prezentacija, 2006, str. 8.

tri velikosti: dve velikosti granulata se avtomatsko pakirata v vreče, tretja velikost granulata pa se vrača nazaj v ponoven proces, da doseže želeno velikost končnega produkta.

Slika 7: Kovinski delci



Vir: Eldan - prezentacija, 2006, str. 8.

Na trgu je najbolj iskan granulat, ki je skoraj brez kovinskih delov in tekstila (njegova čistost kar 99,99%). Tako prečiščen granulat je široko uporaben in na trgu dosega tudi ekonomsko upravičeno ceno. Postopek odstranjevanja kovinskih delov, ki jih vidimo na Sliki 7, se izvaja s pomočjo magnetov, tako da magnetna sila izvleče jeklene niti iz gumene mase in jih odlaga na zbirno mesto. Povprečna odkupna cena v

Evropi za tona kovinskih delcev je v povprečju 85 €/tono (Cenik Granulated Rubber, 2007).

Slika 8: Tekstilna vlakna



Vir: Eldan - prezentacija, 2006, str. 8.

Po preverjanju interesa za odkup kovinskih delov na slovenskem tržišču so mi na podjetju Dinos odgovorili, da zaradi premajhne čistosti nimajo interesa za nakup. Kot že omenjeno se iz reciklirane gume odstranjujejo tudi tekstilna vlakna, ki so vidna na Sliki 8. Odstranjevanje tekstilnih izvaja s kombinacijo vibracijskih sit in zračnih filtrov, tako da se tekstilna vlakna izločijo, kasneje pa jih zračni filtri vsrkavajo in zberejo v zbirne zaboje.

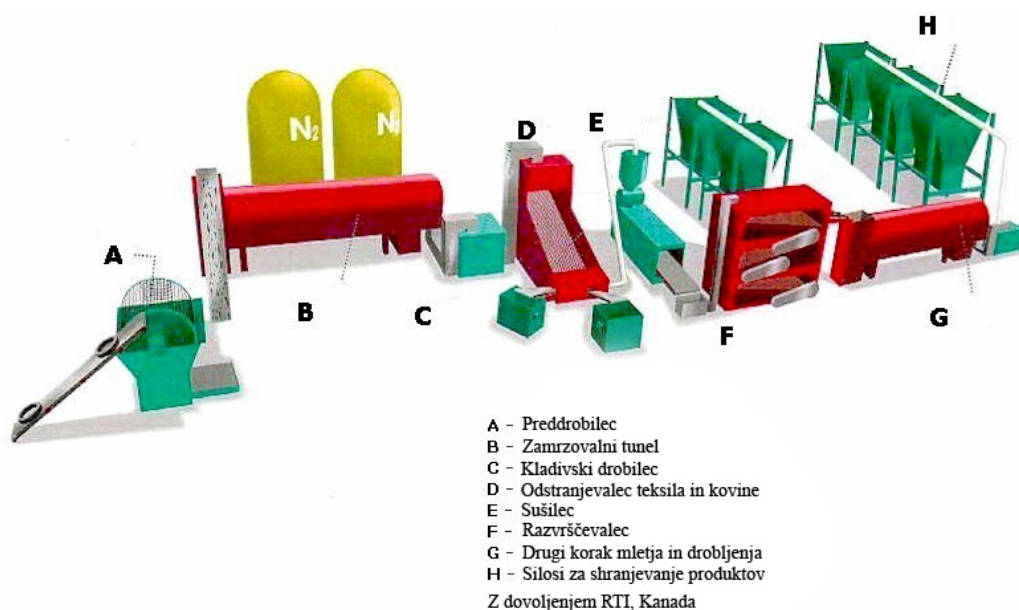
Tekstilna vlakna se trenutno uporabljajo za tkanje prekrivnih slojev pri gradnji nasipov, saj so filcu dober substitut. Povprečna odkupna cena v Evropi za tona tekstilnih vlaken je v povprečju 310 €/tono (Granulated Rubber, 2007).

#### 3.4.4 Reciklaža gume s tekočim dušikom – Kriogen reciklaža

Z mehansko reciklažo lahko proizvedemo pri temperaturi okolja granulat večji od 0,5 mm. Povpraševanje po granulatu pa je pogosto tudi manjše od 0,5 mm, zato so strokovnjaki poiskali tudi tehnološko rešitev in razvili postopek reciklaže s tekočim dušikom – Kriogen, ki je prikazan na Sliki 9. S pomočjo tekočega dušika zamrznejo gumo na  $-80^{\circ}\text{C}$  tako, da postane avtoguma krhka in se z lahkoto drobi in lomi ter razpade v prah. Prednost pridobljenega granulata je v manjših gumenih delcih, iz katerih se dajo zelo enostavno odstraniti tekstilni in kovinski delci.



Slika 9: Primer reciklaže gume s tekočim dušikom



Vir: Tire recycling success, 2003.

Po podatkih (Klingensmith et al., 1998, str. 41-46) so stroški ambientne in kriogene reciklaže primerljivi. Cene tekočega dušika, ki ga uporabljajo za zamrzovanje gum po kriogeni metodi, so se v zadnjem času drastično znižale. Zato postajajo izdelki cenovno primerljivi z izdelki, proizvedenimi z ambientno metodo. Kriogena metoda je primerna za čistejše in fine drobce gumenega granulata. Za reciklažo izrabljenih avtogum po kriogeni metodi potrebujemo od 0,5 do 1 kg tekočega dušika na kilogram avtogum.

### 3.4.5 AMR proces

Sredi devetdesetih so raziskovalci Raziskovalnega inštituta Guangzhou za obnovljive vire (Guangzhou Research Institute for the Utilization of Reusable Resources) na Kitajskem patentirali metodo za pridobivanje in devulkanizacijo reciklirane gume. Njihova tehnologija, znana tudi kot AMR proces (AMR Process), bi naj proizvedla nov polimer s konstantnimi lastnostmi, ki so podobne tistim, ki jih imata umetni in naravni kavčuk, in s pomembno manj potencialnimi stroški. AMR proces izkorišča lastnosti molekul vulkaniziranega gumijastega prahu v zvezi z aktivatorjem in akceleratorjem, ki reagirata homogeno z gumijastimi delci. Kemijska reakcija, ki steče med mešanjem, olajša razpad žveplovih molekul (vezi) in snovi zagotovi podobne lastnosti, kot jih imata naravni in sintetični kavčuk. Recikliranemu gumijastemu prahu se doda mešanica kemijskih primesi. To vse traja v mešalcu približno 5 minut, nakar prah ohlajajo in ga na koncu pakirajo. Lastniki AMR licence prav tako zatrjujejo, da pri AMR postopku ni nobenih strupenih stranskih produktov, ki bi obremenjevali okolje. Tako dobljen kavčuk se lahko spet meša in obdeluje, da dobi zahtevane lastnosti. Družba, ki ima trenutno severnoameriško licenco za AMR proces, Rebound Rubber Copr., je postavila tovarno za predelavo gume v mestu Daytona, Ohio. V tovarno spadata tudi

raziskovalni laboratorij in laboratorij za nadzor kakovosti. Podjetje, ustanovljeno leta 1991, odkupuje odpadne avtomobilske gume in jih predeluje v razne polizdelke in izdelke za kmetijske in industrijske potrebe. Končni produkti iz gumijastih zrn oziroma prahu so gumijast asfalt, zamenjava za pesek na otroških igriščih itd. Patentirali so tudi gumijast material na valjih za pokrivanje streh. (Wikipedia – AMR proces, 2007.)

### 3.4.6 Primerjava postopkov reciklaža gume pri sobnih pogojih in s tekočim dušikom

Oba postopka dajeta enak končni proizvod, s tem da ima s tekočim dušikom pridobljen granulata gladko površino, velika zmogljivost pretoka, visoka specifična teža, velika čistost reciklirane mase. Granulata, pridobljen po reciklaži gume pri sobnih pogojih, pa ima bolj grobo površino granulata in se dobro veže z ostalimi materiali. Proizvodna oprema s tekočim dušikom je cenejša. Primerjava obeh postopkov je razvidna iz Tabele 2.

Tabela 2. Primerjava obeh postopkov reciklaže

	<b>Kriogen granulata / minus 80°C</b>	<b>Ambientni granulata</b>
Surovine	Avtoplašči	Avtoplašči
Letna kapaciteta	približno 2.000 t	približno 20.000 t
Poraba energije	150 Kw h/t	125 Kw h/t
	tekoči dušik 0,5 kg/kg granulata	
Delovna sila	Dve osebi na izmeno	5 – 6 oseb na izmeno
Oprema	Tekoči trak za vnos, hladilna komora, sita, drobilnik, mlin, pakiranje Kakovost gumenega pudra: 99,99 %	Tekoči trak, vhodni granulata, granulata, mlini, separatorji, magneti, zračna separacija tekstila, pakiranje Kakovost gumenega pudra: 99,99 %
Proizvodnja	Vhod: 1 t/h	Vhod: 3,5 t/h Izhod: 2,5 t/h gumenega granulata
	Izhod: 1 t/h gumenega pudra iz ločenih postopkov	
Število operacij	2 (predobdelava)	3
Temperatura v procesu proizvodnje	-80°C	temperatura okolja
Tehnološki postopek	Vnos materiala, obdelava z dušikom do zelene stopnje, separacija (tekstil, kovina) mletje, pakiranje	Rezanje, trganje, mletje, drobljenje
Lastnosti proizvoda	Nalomljeni gumeni delci, gladka in ravna površina, velikost: 2-5 mm, 0,5-2 mm, 0-0,5 mm	Gobast, hrapav, visoka specifična površina

Vir: Basel convention technical guidelines on the identification and management of used tyres, 1999, str. 32.



Poimenovanje recikliranih gumenih avtogum je predstavljena v Tabeli 3 in je vezana na njihovo velikost. Zaradi tega se pri obdelavi poslužujemo drugačnih tehnoloških postopkov, kot pri surovi gumeni zmesi. Čim manjši so delci granulata, večja je njihova uporabnost in obratno. Proizvodni stroški izdelave majhnih gumenih delcev granulata, katerih natančnejše opredelitve glede na velikost najdemo v Tabeli 4, ali gumenega prahu so višji in posledično je višja tudi cena izdelkov, narejenih iz njih.

Tabela 3: Poimenovanje gumenih delcev glede na velikost granulata

Nazivi gumenih delcev v angleškem jeziku	Velikost reciklirane gume
Shread - drobec	50,0 - 300 mm
Chips- odkrušek	10,0 - 50 mm
Granulat - zrno	0,5 – 15,0 mm
Puder - prah	0,0 - 0,5 mm

Vir: ETRA Material gallery, 2004.

Pri primerjavi cen v centralni Evropi s cenami, ki so zapisane v Tabeli 4, na trgu Velike Britanije, je razlika v prid višjih cen na Otoku. Trg izdelkov iz reciklirane gume zaradi praktičnosti in varne uporabe iz leta v leto raste.

Tabela 4: Cena granulata na trgu centralne Evrope.

Granulata mm	Povprečna cena na trgu €/T	Rang cene na trgu €/T
0,8 -2,0	160	140 – 180
1,4 -2,8	135	120 – 150
1,6 -3,2	130	120 – 140
2,0 -5,0	110	100 – 120
9,0 -20,0	95	90 – 100

Vir: Granulated rubber (tire crumb), 2007.

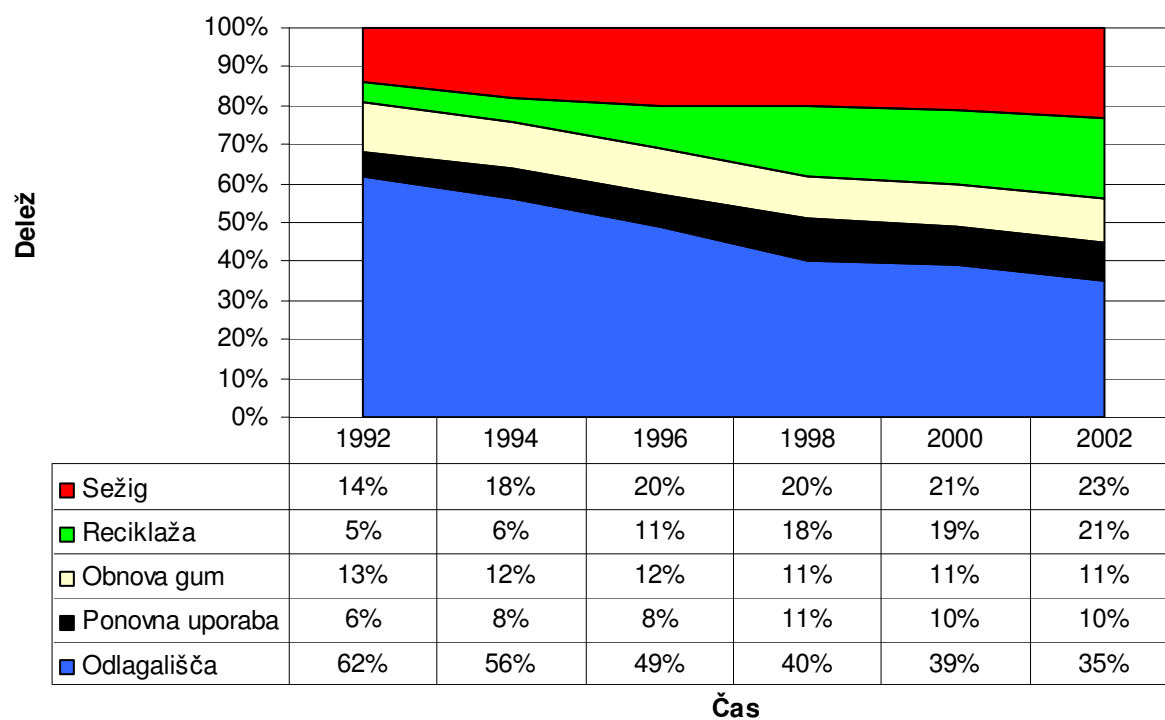
## 4 POMEN RECIKLAŽE AVTOGUM

Vprašanje, ki se zastavlja vsakemu bralcu, je, zakaj izrabljene gume sploh reciklirati. Tehnologija, s katero se izrabljene gume reciklira, je draga, uničenje izrabljenih avtogum s sežigom pa je cenejša, vendar so donosi manjši. V tem poglavju bomo zato pogledali, kako z izrabljenimi gumami ravnaajo v tujini in kakšne so možnosti za postavitvev objekta v Sloveniji ter kateri so možni izdelki iz gumenega granulata.

#### 4.1 Kako v Evropi ravnajo z izrabljenimi gumami – trend med 1992 do 2002

Skladno z razvojem avtomobilizma nenehno narašča tudi število izrabljenih avtogum. Po podatkih ETRA-e so izrabljene gume med leti 1992 do vključno 2002 življenjski krog sklenile kot kaže Slika 10. Podatki na sliki nesporno kažejo, da se z leti večja osveščenost ljudi o škodljivosti odlaganja izrabljenih gum v okolje in sprejete normativne ureditve evropske unije so vplivale na bistveno zmanjšanje gum na odlagališčih, saj se je število gum skoraj prepolovilo. V istem obdobju pa se je skoraj podvojilo število izrabljenih avtogum za energetsko izrabo, izrazito se je povečal odstotek za reciklažo, tako da sta količini izrabljenih avtogum za reciklažo in energetsko izrabo skoraj enaki. Visok odstotek – 35% izrabljenih gum je bilo v letu 2002 še vedno na odlagališčih. Direktiva Sveta Evrope je zaradi prepovedi odlaganja izrabljenih avtogum zagotovo prispevala, da se od 16.7.2006 zmanjšuje

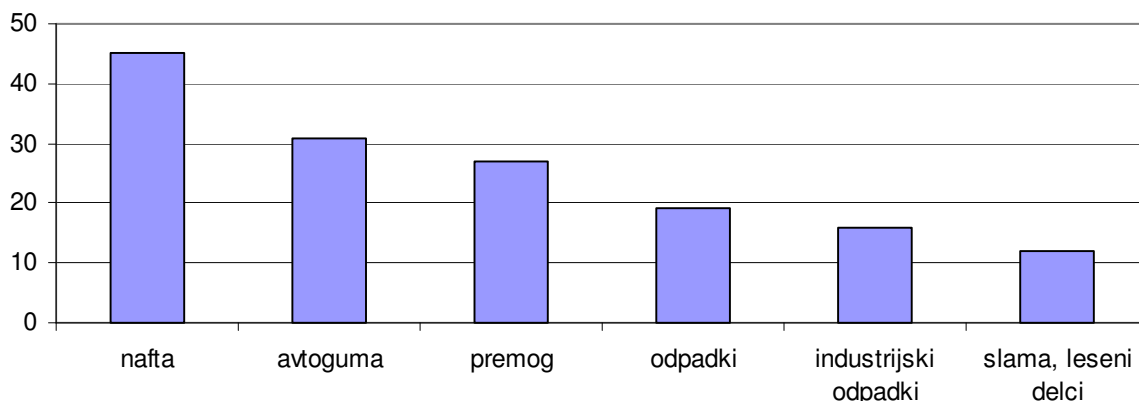
Slika 10: Trend ravnanj z izrabljenimi gumami v Evropi med leti 1992 do 2002



Vir: Introduction to Tyre recycling - 2004, 2004.

število avtogum na odlagališčih. Res pa je tudi, da izrabljene avtogume uporabljajo tudi v gradbeništvu kot polnilni material za ceste, nosilne konstrukcije in nasipe, zato se potreba po odlaganju na odlagališčih tudi zmanjšuje. Iz Slike 10 je razvidno, da nenehno narašča interes za energetsko izrabo iztrošenih gum kot alternativnih virov energije. Med te spadajo tudi pridobivanje energije s pomočjo vetra, sonca, termalnih vrelov, menjavanjem plime in oseke. Tako se zmanjšuje poraba klasičnih goriv. Granulat se kot gorivo uporablja predvsem v cementarnah. Iz Slike 11 (na str. 23) se avtoplašči kot gorivo uvrščajo po kalorični vrednosti na drugo mesto, takoj za nafto. Ravno zato v cementarnah, kjer energija predstavlja 30-40% vseh proizvodnih stroškov, nadomeščajo premog z energijo iz alternativnih virov.

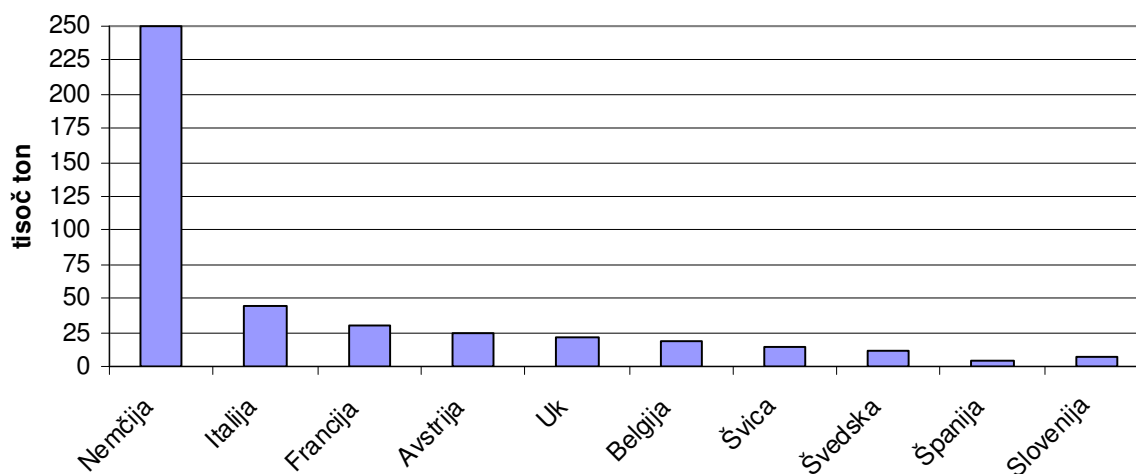
Slika 11: Povprečna kalorična vrednost različnih goriv kJ/kg



Vir: Cementna industrija Velike Britanije, 2003.

Uporaba izrabljenih avtoplaščev za gorivo v cementarnah leta 1997 je v nekaterih evropskih državah dosegla naslednje količine, kar je razvidno iz Slike 12. V Sloveniji imamo dve sežigalnici odpadkov, ki sta pridobili dovoljenje za sežiganje odpadkov po postopku D10 Poraba izrabljenih avtoplaščev za gorivo v cementarnah leta 1997 (Lek, Pinus), ter pet naprav za sosežig odpadkov (Energetika Ravne, Salonit Anhovo, Opte Ptuj, Glin Pohišstvo, ETRA Ljubljana). Letne kapacitete sežigalnic odpadkov znašajo pri nas 18.910 ton, za sosežig pa

Slika 12: Poraba izrabljenih avtoplaščev za gorivo v cementarnah leta 1997



Vir: Cementna industrija Velike Britanije, 2003.

27.030 ton. Od tega se po postopku R1 (uporaba odpadkov za gorivo) predelujejo zlasti odpadna olja (15.030 ton), izrabljene odpadne gume (7.000 ton) in živalske maščobe (5.000 ton). V Sloveniji je podjetje Salonit Anhovo prvo začelo uporabljati izrabljene avtomobilске gume kot sekundarni energijski vir. Tudi cementarna v Trbovljah Lafarge cement Cementarna Trbovlje je leta 2003 pridobila dovoljenje Agencije Republike Slovenije za okolje za sosežig določenih vrst odpadkov, ki v cementni industriji predstavljajo alternativni vir energije (Urek, 2005, str. 54-55).

Iz slike 12 (na str. 23) je razvidno, da je evropski trend reciklaže izrabljenih avtogum v porastu in skoraj dosega obseg sežiga. Tudi sredstva javnega obveščanja vse bolj obveščajo javnost o prednostih recikliranja izrabljenih avtomobilskih gum. Tako je v Vjestnik-u 13. aprila 2007 bil objavljen članek Katarine Dmitrijević Hrnjekaš, v katerem piše, da je »Gumo ceneje reciklirati kot zažgati« in da je tudi »Hrvaška osvojila standard evropske unije, po katerem se samo 30% izrabljenih gum lahko koristi kot alternativno gorivo, celoten ostanek pa naj se reciklira in ponovno vrača v proces proizvodnje gum«. Ekonomski pomen reciklaže se kaže v podaljšanju življenjske dobe gumene zmesi kot izvirne substance, v proizvodnji novih proizvodov z višjo dodano vrednostjo in v odpiranju novih delovnih mest.

## **4.2 Ekonomska smotrnost reciklaže avtogum**

Večina trenutnih raziskav je usmerjenih v iskanje tehničnih možnosti uporabe recikliranih avtogum v novih gumah. Ford in Michelin sta ocenila, da bi reciklaža odpadnih gum zmanjšala število odvrženih gum na odlagališčih za 12%, če bi jih uporabljali za proizvodnjo novih pnevmatik. Največji problem dosedanjih raziskav, ki so jih naredili proizvajalci gum, je ta, da jim je trenutno uspelo primešati približno 5% reciklirane gume v nove pnevmatike, kar pa je žal zmanjšalo fizične lastnosti za 10-15 procentov (McDonel et al., 1997, str. 1-29). Dodajanje reciklirane gume naravni gumi ponavadi zmanjša natezno trdnost, vzdržljivost ter zračno in vlažno prepustnost (Zelibor et al., 1992, str. 2-15).

Prav v teh pomanjkljivostih je vzrok, da dosedaj niso širše vključevali reciklirano gumo v proizvodnjo novih avtogum. Te ugotovitve me niso ustavile pri nadaljnjem iskanju možnosti za postavitve predelovalnega obrata v Sloveniji, saj v končni fazi granulata, tudi če ne bi bil v celoti porabljen za izdelavo gum, lahko uporabimo za proizvodnjo različnih izdelkov v domala vseh vejah gospodarstva, industrije, gradbeništva in obrti.

## **4.3 Prvo podjetje za reciklažo avtogum v Sloveniji**

Poglavitno priložnost za uspeh reciklažnega podjetja vidim v tem, da se je na slovenskem trgu pojavilo samo eno podjetje, ki se neposredno ukvarja s predelavo odpadnih avtomobilskih gum. Za eno samo podjetje je v Sloveniji možno zagotoviti zadostne količine gum za rentabilno proizvodnjo. Veliko odvrženih avtomobilskih gum bi lahko zbrali in poskrbeti za čisto okolje. Vendar pa se je potrebno že na začetku, pred odločitvijo o postavitvi obrata za reciklažo, vprašati o velikosti končnega granulata, saj je ključen podatek za ovrednotenje investicije. Po podatkih, ki sem jih dobil na Ministrstvu za okolje in prostor v začetku maja 2007, bodo v podjetju v Logatcu proizvajali granulata velikosti 1 mm – 4 mm. Kljub temu da so določene smernice poslovanja podjetja že postavljene, pa se je potrebno vprašati tudi o prednostih in slabostih ter priložnostih in nevarnostih uporabe recikliranega materiala, ki jih podajam v spodnjih točkah.

### 4.3.1 PSPN matrika<sup>4</sup>

Prednosti uporabe recikliranega materiala:

- cena recikliranega materiala je tudi do polovice nižja kot cena osnovnega materiala,
- nekatere lastnosti recikliranega materiala so celo boljše kot osnovni material,
- pri proizvodnji novega recikliranega proizvoda uporabljamo v proizvodnji manj energije, kot za proizvodnjo izdelka iz osnovnega materiala,
- reciklaža zmanjša onesnaženje ali pa zmanjša potrebo po večjem onesnaženju,
- reciklaža zmanjša količino zemlje, ki je potrebna za odlagališče odpadkov, saj zmanjša volumen zavrženega materiala oziroma volumen odpada,
- uvajanje reciklaže omogoča nova, dodatna delovna mesta,
- izdelki narejeni iz recikliranih materialov so cenejši in omogočajo različno uporabo,
- reciklaža nam omogoča na okolju prijazen način odstraniti neželene izdelke,
- izdelki iz recikliranega materiala omogočajo visoko dodano vrednost.

Slabosti:

- splošno pomanjkanje znanja in razumevanja končnih uporabnikov za prepoznavanje prednosti izdelkov iz recikliranega materiala,
- pomanjkanje strokovnega, tehničnega kadra s področja gumarstva in reciklaže,
- pomanjkanje denarnih sredstev za pospešen razvoj in uporabo recikliranih proizvodov,
- šibko znanje in usposobljenost strokovnega kadra
- nepoznavanje novih vgradnih materialov

Priložnosti:

- proizvodne reciklažne linije so po velikosti lahko tudi manjše, seveda odvisno od recikliranega produkta,
- z razvojem novih izdelkov se širi tudi ponudba izdelkov in krog kupcev,
- trg uporabnikov izdelkov je velik in raste.

Nevarnosti:

- možnost limitiranja vhodnih količin izrabljenih avtoplaščev, kar lahko povzroči propad manjših reciklažnih linij
- spremembe državnih predpisov in zakonodaje.

## 4.4 Proizvodi iz recikliranih avtogum

### 4.4.1 Uporaba granulata za proizvodnjo novih avtogum

Po pregledanih metodah predelave plaščev je jasno, da je variabilnost v kvaliteti in količini recikliranega materiala kakor tudi procesnih metodah še vedno vprašljiva in je pri proizvodnji

---

<sup>4</sup> PSPN matrika opisuje prednosti, slabosti, priložnosti in nevarnosti pri zagonu reciklažnega podjetja.

pnevmatik odločujoči dejavnik. Zato so mnoge raziskava naravnane ravno na reševanje tega problema (Myhre et al., 2002, str. 10–15).

V preteklih desetih letih je vsebnost recikliranega materiala v novih avtomobilski pnevmatikah in lahkih transportnih vozilih narasla iz 0,5% na 5%. V nekaterih primerih so uporabili tudi med 10% in 15% recikliranega materiala v novih pnevmatikah, kar je še tehnično možno, ne da bi zmanjšali kvaliteto proizvoda. Vendar proizvajalci pnevmatik ne uporabljajo več kot 5% recikliranega materiala v novih proizvodih, saj ni ekonomično. Drugi dejavniki, zaradi katerih tega materiala ne uporabljajo, sta dobava in kvaliteta razrezanih pnevmatik, kakor tudi percepcija kupcev, da je pnevmatika z vsebnostjo recikliranega materiala manj vredna.

#### **4.4.2 Pregled študij za proizvodnjo novih avtogum**

Od leta 1980 so določene tehnologije za reciklažo doživele komercialni uspeh, kar je omogočilo ponovno uporabo produktov, narejenih iz izrabljenih avtogum. Kljub temu je bila uporaba reciklirane gume v novih pnevmatikah upočasnjena, saj tehnološke in ekonomske omejitve niso dopuščale razcveta. Predvsem kemične in morfološke razlike v proizvodnih metodah še danes zavirajo razvoj v tej smeri. Ponovna uporaba gume iz izrabljene avtogume je problematična predvsem zaradi tega, ker je guma sestavljena iz več kot ene gumene komponente. Veliko proizvajalcev avtomobilov se odloča za vključevanje vedno večjih recikliranih sestavin v nove avtomobile. Torej iz recikliranih avtomobilov proizvajajo nove, a pri reciklaži avtogum uspeha v takem obsegu še niso dosegli, saj se uporablja le v manjšem obsegu.

Zaradi različnih študij sem se odločil, da glavne avtorje in njihove študije o razumevanju ekonomske in tehnične upravičenosti uporabe izrabljenih gum povzamem in strnem njihove ključne točke:

**Mondal et al.** (2002, str. 8–11) so ob ponovni uporabi saj iz iztrošenih gum prišli do ugotovitev, da imajo obnovljene saje večjo površino zaradi povečane površinske hrapavosti v primerjavi z naravnimi sajami, da struktura obnovljenih saj ostaja skoraj enaka kot pri naravnih sajah, da ima mešanica, ki vsebuje obnovljene saje nižjo točko hlajenja, primerljivo disperzijo in nižjo trdoto v primerjavi z naravnimi sajami, da je natezna trdnost mešanice, ki vsebuje ponovno uporabljene saje primerljiva z naravnimi sajami, da ima višjo varnost pri vžigu, večjo moč pri trganju in daljši raztezni čas v primerjavi z naravnimi sajami ter da imajo mešanice, ki vsebujejo obnovljene saje boljše lastnosti staranja v primerjavi z naravnimi sajami.

**Stark in Wagner** (1995, str. 1–42) poročata, da uporabljata odpadno gumo v proizvodnji sintetične gume že od leta 1980. Njun trud je bolj fundamentalen pri reševanju problema z

odpadnimi pnevmatikami, saj poizkušata uporabiti recikliran material 100% v proizvodnji novih avtogum.

**Williams et al.** (2002, str. 98–124) poročajo, da uporaba devulkanizirane gume, ki je nadomestilo olje z mešanjem naravne gume, ohranja zelo dobre mehanske lastnosti. Priporočajo, da je tako mehansko obdelana guma veliko boljša kot v primeru uporabe drugih metod. Njihov proces reciklaže pa naj bi bil bolj rentabilen.

**McDonel et al.** (1997, str. 8–18) pravijo, da je potrebno za izdatnejšo povečavo uporabe izrabljenih avtogum v proizvodnji novih pnevmatik upoštevati kar nekaj faktorjev. Potrebno je zagotoviti konstanten dotok izrabljenih avtogum s konsistentnimi fizičnimi lastnostmi, kot so velikost, oblika, tekstura podlage, prav tako pa je pomembna konsistenca kemičnih lastnosti kompozitov v osnovi gume. Reciklaža odpadne gume zajema pobiranje, transport in procesiranje odpadne gume v surov material z visoko kvaliteto. Logistika pobiranja in transporta odpadnih pnevmatik v predelovalni obrat ali k proizvajalcu gum v primernem času, se smatra za enega od največjih stroškovnih mest. Zato morajo biti ekonomske pomoči tako dobre, da bi spodbudili uporabo novih tehnologij za proizvodnjo visoko kvalitetne mlete gume, iz katerih lahko delamo izdelke visoke dodane vrednosti, ki so cenovno ugodnejši in imajo iste lastnosti, kot proizvodi iz naravne gume. Nizka cena surove gume pa postavlja omejitve pri postavljanju cen reciklirane gume. In spet smo v začaranem krogu smotrnosti predelave izrabljenih avtomobilskih pnevmatik. Trenutno so cene pnevmatik, ki vsebujejo reciklirane sestavine enake ali v nekaterih primerih celo višje od gum, proizvedenih iz naravnih komponent, kar seveda ne pomaga k hitrejšemu procesu čim večje uporabe recikliranih avtogum v proizvodnji novih.

**Robert Pett et al.** (1998, str. 4–8) iz Ford motor company govori ravno o tem, da vse ostale komponente avtomobila v veliki meri reciklirajo, pri avtogumah pa je to problem. Kot sam pripoveduje, je cilj avtomobilske industrije, da bi se na odlagališčih odlagalo manj kot 15% avtomobilskih delov, pričakuje pa, da se bo to do leta 2015 zmanjšalo na le 5%. V ekologijo naravnani cilji do sedaj niso obrodili večje uporabe recikliranih materialov v novih avtogumah.

Po vseh teh ugotovitvah ni možno celotne količine reciklirane gume porabiti za ponovno uporabo v proizvodnji novih gum. Ostaja vsaj še 85 odstotkov granulata za proizvodnjo različnih gumenih proizvodov (Gray et al., str. 15). V nadaljevanju bom navedel vrsto možnosti za uporabo granulata za nove proizvode, kot se uveljavlja v svetu.

#### **4.4.3 Uporaba granulata za proizvodnjo različnih izdelkov**

Izdelki, narejeni iz reciklirane gume, so zelo raznoliki, okolju prijazni, imajo visoko dodano vrednost in zelo veliko uporabnost. Trg izdelkov iz recikliranih gum je zelo dinamičen, odprt

za nove izdelke, povpraševanje po njih narašča, v porastu pa so tudi vedno nove tehnološke rešitve. Na trgu granulata se pojavljajo kot kupci in uporabniki različnih panog gospodarstva:

- Industrija – izdelava bitumna, akustične stene, tekoči trakovi... itd,
- Gradbeništvo – absorpcijske plošče, otroška igrišča, ...itd,
- Promet - letalske steze, ceste, ležeči policaji... itd,
- Rudarstvo – preprečevanje erozije, filtri, tramovi... itd,
- Avtomobilizem – polne gume, preplastitev gum, tepihi, tesnila za vrata...itd,
- Kmetijstvo in živinoreja – talne obloge za hleve, zaščitne ograde, podlage za silose... itd,
- Trgovina – lončki, korita, koši za smeti...itd,
- Obrt – predpražniki, brisalci, vrečke...itd.

Izdelki, narejeni iz recikliranega materiala, so okolju prijazni, imajo visoko dodano vrednost, velika pa je tudi njihova uporabnost. Trg je dinamičen, odprt za nove izdelke, njihovo uporabo, v porastu pa so tudi nove tehnološke rešitve. Med kupce granulata uvrščamo tudi upravljalce nogometnih igrišč in proizvajalce umetnih trav, ki potrebujejo granulato kot surovino za izdelavo nogometnih igrišč. Granulato se uporablja kot posip, po potrebi pa se po igralnih površinah dosipava vsakih 6 mesecev (Artificial grass soccer pitch, 2007).

Sicer pa se uporablja tudi za proizvodnjo različnih talnih podlog. Za proizvodnjo varovalnih plošč za športna igrišča se uporablja granulato različnih velikosti, glede na predpisane standarde. Gumene plošče iz recikliranega materiala so najbolj uporabni materiali za ublažitev padcev, njihova prednost pred drugimi površinami so v enostavni vgradnji in preprostem vzdrževanju. Večje dimenzije granulata od 1 do 6 mm se uporabljajo za proizvodnjo podlog za različne namene, kot so anti-vibracijski elementi v industriji, plošče za pokrivanje zunanjih pohodnih površin itd. Slednji so zelo primerni za otroška igrišča, fitness centre, podlage za igrišča z žogo, atletske površine, tenis igrišča, pohodne preproge, podlage za parkirišča, transportne trakove itd.

Tudi v kmetijstvu uporabljajo izdelke iz gume in granulata za obloge tal v hlevih in za zaščito sten, posode za vode, zaščitne ograde, podloge za silose in skladišča itd, še posebej pa so uporabni izdelki iz granulata za potrebe konjeniškega športa. Prednosti izdelkov iz gume so v nederseči površini, ki omogoča udobno hojo, hkrati je tudi topla podlaga, zaradi mehke in odbojne površine preprečuje nezgode in poškodbe pri konjih. Vsi izdelki iz gume imajo to prednost, da so dober izolator, zato preprečujejo in zmanjšujejo učinek hladnih tal. Zaradi prožnosti preprečujejo poškodbe mišic. Prednost gumenih plošč pa je tudi v tem, da so dober zvočni izolator. Nadalje je prednost gumenih plošč, da jih je zelo preprosto čistiti, razkuževati in so higienske. Struktura gume omogoča hitro sušenje, zato jih uporabljajo za higieno v hlevu, ker zmanjšujejo vonj po urinu. Ker so gumene plošče elastične, se z gumenimi podlagami v hlevih ustvarjajo podobne razmere, kakršne imajo živali v naravi. Nekateri živinorejci celo trdijo, da imitacija naravnih razmer vpliva na zdravje živali, njihovo aktivno gibanje, optimalen obtok krvi v telesu in vpliva na večjo proizvodnjo mleka in tudi na večjo



rodnost živali. Prav tako pa se lahko gumeni granulati uporabljajo za vulkanizirane izdelke. Vendar se pri proizvodnji zahteva 100% čistost in velikost od 0,5 mm do 3 mm, vendar je vedno večje povpraševanje tudi po granulatu velikosti 0,1 mm. Granulat se mora predvsem dobro vezati s polivretanom. Iz reciklirane gume lahko torej izdelujemo vulkanizirane izdelke, kot so železniški pragovi, železniški blažilci hitrosti, prenosni nosilci za cestno in železniško signalizacijo, prenosne varnostne zapore, tesnila, predpražniki, podplati za čevlje, pristaniški odbojniki, pristaniški doki, plošče za strešne konstrukcije, manjše nabrežine, tesnila za okna in vrata itd.

Po nekaterih podatkih bo gradbena industrija v naslednjih letih postala eden največjih kupcev gumenega granulata. Trenutno potekajo testiranja za uporabo granulata različnih dimenzij z in brez kovinskih delcev. Izdelki se uporabljajo za različne zvočne prepreke, ojačitve konstrukcij, kot dodatek pri izdelavi temeljev itd., vendar pri nas nekih velikih zanimanj ni. Pri gradnji cest se predvsem v Ameriki dodaja v asfalt gumeni granulati. Po podatkih proizvajalca Michelin, bi lahko asfaltna industrija porabila med 30% do 40% izrabljenih recikliranih avtoplaščev. Od leta 1997 se je v Ameriki povečal delež cest, kjer je v asfaltu primešan tudi gumeni granulati. Ugotovili so, da ima asfaltna zmes, kot je razvidno iz Slike 13, kateri je dodan gumeni granulati (Recycled rubber market opportunities, 2003, str. 7):

- dvakrat daljšo življenjsko dobo,
- večjo prožnost glede na temperaturne razmere,
- večjo vzdržljivost asfalta,
- večje možnosti uporabe tanjših plasti in
- zmanjšuje hrup, ki nastaja ob vožnji po vozišču.

Slika 13: Asfaltna gumena zmes



Vir: Recycled rubber market opportunities, 2003.

asfaltu omenjena predvsem zaradi močnih industrijskih in gradbenih lobijev.

Prav tako pa se lahko gumeni granulati uporabljajo tudi za tesnjenje razpok v asfaltu. Kot tesnilno sredstvo se uporablja v kombinaciji z bitumnom, saj poveča prožnost in obstojnost. Zanimivo je, da se niti asfaltna industrija niti gradbena podjetja v Evropi ne zavzemajo za uporabo granulata v asfaltu, čeprav so prednosti njegove uporabe dokazane. Nasprotniki uporabe granulata v asfaltu poudarjajo predvsem njegovo negativno stran, ki se kaže v možnostih samovžiga cestne površine pri visokih temperaturah. Zdi se, da je možnost samovžiga cestne površine zanemarljiva in je uporaba granulata v

## 5 Ekonomska analiza scenarijev za obrat v Sloveniji

Ključno pri vsakem projektu je ocenitev same investicije in donosnost le te investicije. V prejšnjem poglavju sem povedal, da podjetje za reciklažo že stoji v Logatcu, vendar zaradi še ne končanega bilančnega leta, ne morem analizirati podatkov. Zato sem se odločil, da bom po podatkih, pridobljenih iz poslovnega načrta EkoGuma (Cerar et al., 2002) in opozoril PSPN matrike in osebnih izračunov, ki jih navajam v prilogah na koncu diplomskega dela, skušal konkretizirati ekonomske možnosti izvedbe reciklažnega objekta na slovenskih tleh. Ključni podatki, ki sem jim upošteval, so:

- **Število pobranih gum** – v Sloveniji se letno pobere približno 12.000 ton avtogum.
- Povprečni delež izrabljenih gum, ki gredo v reciklažo v Evropi, znaša približno 21%.
- **Slovenska in evropska zakonodaja** prepovedujeta odlaganje gum na odlagališčih. Ustreznih objektov za termični razkroj odpadnih gum v Sloveniji ni, zato bo delež izrabljenih gum, ki gredo v reciklažo, sorazmerno višji. Realno gledano bi v Sloveniji odstotek pobranih in v snovno ponovno uporabo oddanih okoli 60% vseh pobranih gum.
- **Število delovnih izmen** je odvisno, koliko gum bomo pobrali. Glede na to, da so mi predlagali v podjetju ELDAN SR sistem za reciklažo gume, ki ima kapaciteto 4 tone pnevmatik na uro, bi za celotno količino gum v Sloveniji ob predpostavki 2000 urnega letnega delovnika potrebovali eno izmeno in pol.
- **Tovarno za reciklažo gume** sem predstavil v poglavju 3.4.2.1 Reciklaža gume pri sobnih pogojih – ambientna reciklaža. Ta ima vhodne kapacitete 4 tone na uro, kar pomeni v povprečnem delavniku 8.000 ton gum letno in proizvede izhodni produkt velikosti od 1 mm do 4 mm. Celotna investicija znaša okoli 3,5 mio €, v kar je vključen: nakup zemljišča velikosti 7.000 m<sup>2</sup>, postavitve temeljev in proizvodnje hale, potrebna dokumentacija in dajatve, nakup, prevoz in postavitve reciklažnih strojev ter nakup potrebne logistične opreme.
- **Končni proizvodi** iz gume se sestojijo iz 65% gume, do 25% kovine in do 10% tekstila. granulata velikosti od 1-4 mm, ki ima na trgu ceno približno 150 € na tono, tekstil, ki dosega 310 € na tono ter železo s 85 € na tono.

Problema, s katerim sem se srečeval ob celotni diplomski nalogi je pomanjkanje podatkov, katere sem lahko le predpostavil in niso točno določeni. Ravno zaradi tega je potrebno postaviti določene predpostavke ter glede nanje narediti tri različne scenarije oziroma metode izračuna. Le te so:

**Optimistični scenarij** je grajen na predpostavki, da bi pobrali vse gume in vse tudi predelali v reciklažnem objektu. Torej bi v obrat prejeli 12.000 ton letno za obdelavo. Za takšno količino se potrebuje 10 kvalificiranih delavcev, direktor proizvodnje in glavni direktor. Zaradi razpršenosti in čim večjega pokritja celotne Slovenije v sam sistem reciklaže uvedemo predrazrez, ki je premičen in bi bil stacioniran na dvanajstih regionalnih centrih. Za prevoz se

potrebuje tovornjak s priklopnikom, bager za nalaganje in manipulativni viličar. Na teh predpostavkah so grajene bilance.

**Realen scenarij** je grajen na predpostavki, da bi pobrali le 2/3 vseh gum in jih predelali v reciklažnem objektu. Torej bi v obrat prejeli 8.000 ton gum letno za obdelavo. Za takšno količino se potrebuje 6 kvalificiranih delavcev, direktor proizvodnje in glavni direktor. Za prevoz se potrebuje tovornjak, bager za nalaganje in manipulativni viličar. Na teh predpostavkah so grajene bilance.

**Pesimističen scenarij** je grajen na predpostavki, da bi pobrali le 1/3 gum in jih tudi le toliko predelali v reciklažnem objektu. Torej bi v obrat prejeli 4.000 ton gum letno za obdelavo. Za takšno količino se potrebuje 4 kvalificirane delavce, direktor proizvodnje in glavni direktor. Za manipulacijo z gumami do nakladalne rampe se potrebuje bager za nalaganje in viličar. Na teh predpostavkah so grajene bilance.

## 5.1 Analiza prihodkov

Prihodki predstavljajo z ekonomskega stališča povečanje gospodarskih koristi v obračunskem obdobju v obliki povečanja sredstev ali zmanjšanja dolgov. Torej je prihodek v poslovnem procesu posledica opravljenih storitev in prodaje zalog. To privede do povečanja terjatev in priliva denarja. Prav tako povečujejo prihodke tudi dolgovi, ki so ob nastanku vplivali na povečanje zalog ali povečanje stroškov ob svojem zmanjšanju zaradi opustitve njihove poravnave (Zadravec, 2003, str. 106). Prihodki so v izkazu poslovnega izida razčlenjeni na poslovne prihodke, prihodke od financiranja in izredne prihodke. Preko poslovnega izida prihodki vplivajo na velikost kapitala (Slovenski računovodski standari, 2002, str.133). Med prihodke štejemo poslovne prihodke, finančne prihodke in izredne prihodke.

Pri sami analizi prihodkov sem za obrat za reciklažo izračunal le ključne poslovne prihodke. Med poslovne prihodke se štejejo prihodki od prodaje in druge poslovne prihodke. Prihodki nastanejo iz reciklaže izrabljenih gum in njene razčlenbe na osnovne surovine. Te surovine pa so v našem obratu, ključni prihodki.

Tabela 5: Prihodki reciklažnega objekta v prvem letu obratovanja glede na scenarij

Prihodki iz scenarij	Optimističen	Realen	Pesimističen
Gume	1.170.000 €	780.000 €	390.000 €
Kovine	255.000 €	170.000 €	85.000 €
Tekstila	372.000 €	248.000 €	140.000 €
Skupaj	1.797.000 €	1.198.000 €	615.000 €

Vir: Lastni izračuni (Priloga 1, 2, 3).

Iz Tabele 5 (na str. 31) je razvidno, da so po optimistični metodi prihodki najvišji, kar je razumljivo, saj so vhodne količine izrabljenih gum za trikrat večje kot pri pesimistični metodi. Vendar nam le ti podatki ne morejo povedati prav dosti, zato je potrebno analizirati tudi odhodke.

## 5.2 Analiza odhodkov

Definicija, ki bi najbolje ustrezala za proizvodno podjetje, je definicija odhodkov, ki jo navajata Pučko in Rozman. Odhodke lahko opredelimo kot stroške, ki se nanašajo na v obdobju prodano količino. Potrebno je tudi poudariti, da niso nujno zmeraj povezani s stroški, saj izredni odhodki, v katere spadajo zamudne obresti, are, odpisane terjatve in podobne postavke, ne spadajo v stroške. Odhodki, povezani s stroški, se lahko pojavijo sočasno ali pa kasneje kot stroški (Pučko, Rozman, 2000, str. 223-224). Odhodke podobno kot prihodke delimo na poslovne in finančne ter izredne odhodke. V našem primeru pa bomo analizirali predvsem sledeče glavne poslovne odhodke:

- **Amortizacija** je odhodek in ne strošek, zato ima tudi svojo postavko. Na našem primeru gre predvsem za amortizacijo opredmetenih osnovnih sredstev. Za poslovni objekt znaša po SRS 20 let, stacionarni razrezovalnik in mobilni razrezovalnik predpostavljena na 10 let, kipnik, bager in viličar na 4 leta, pohišstvo in oprema na 3 leta ter drobni inventar na 2 leti. Amortizacija v prvem letu znaša 265.364 EUR.
- **Proizvajalni stroški** so stroški, ki nastajajo ob delovanju podjetja. Te stroški so ponavadi variabilni, razen plač.
- **Odhodki iz naslova energije** so opredeljeni predvsem stroški električne energije in pri premičnem razrezovalniku še dizelsko gorivo.
- **Odhodki iz naslova delovne sile** so opredeljeni glede na število delovnih ur, ki so potrebne za predelavo gum
- **Odhodki iz naslova zalog** so opredeljeni v višini 10% celotne letne proizvodnje.
- **Odhodki iz naslova remonta** so opredeljeni po analizah proizvajalca reciklažne opreme v višini 9 eur / tona vhodnega materiala.
- **Stroški uprave** so v tem primeru nanašajo na stroške plače direktorja in direktorja proizvodnje. Zaradi same specifikacije in majhnega obsega finančnih in marketinških funkcij, ne bi bilo smotno odpirati dodatnih delovnih mest za ta profil delavcev. Računovodstvo je urejeno z zunanjim pogodbenim najemanjem sodelavcev.

Struktura odhodkov je prikazana v Tabeli 6 (na str. 33). Ker ne gre za časovno primerjanje, globlja primerjava ni mogoča in kaj več ni mogoče razbrati iz podatkov. Izračun je potreben predvsem iz razloga, da sem lahko v naslednjem poglavju izračunal dobiček, ki je pomemben podatek za izračun uspešnosti poslovanja podjetja.

Tabela 6: Odhodki reciklažnega objekta v prvem letu obratovanja.glede na scenarij

Odhodki scenarij	Optimističen	Realen	Pesimističen
Amortizacija	265.364 €	276.186 €	130.896 €
Proizvajalni stroški	464.289 €	243.490 €	213.490 €
Stroški uprave	103.200 €	103.200 €	103.200 €
Skupaj	832.853 €	622.876 €	447.586 €

Vir: Lastni izračuni (Priloga 1, 2, 3).

### 5.3 Analiza dobička

Temeljni cilj vsake organizacije, razen neprofitnih, predstavlja dobiček. Izračunamo ga kot razliko med prihodki in odhodki v določenem obračunskem obdobju, in sicer za organizacijo kot celoto ali pa tudi za posamezne področne in območne enote oziroma ostale organizacijske oblike. Presežek prihodkov nad odhodki pomeni v izkazih dobiček, presežek odhodkov nad prihodki pa izguba (Turk et al., 2004, str. 366).

Na podlagi izračunanih podatkov o skupnih prihodkih in skupnih odhodkih za vse tri metode smo prišli do poslovnih izidov, prikazanih v Tabeli 7. Optimistična metoda metoda tudi tokrat kaže najboljše rezultate. Vendar nam razen trenutnega stanja dobička, ta podatek ne pove prav veliko. Še vedno ne vemo, katera metoda izgradnje reciklažnega objekta v Sloveniji bi bila najbolj primerna, saj če pogledamo tudi teorijo investicijskih projektov, ugotovimo, da za samo analizo in določitev smotrnosti investicij poznamo statične in dinamične metode (Čibej, 2006). Zaradi samega postopka dela sem se lotil kar obeh, kljub temu statične metode zanemarjajo časovno komponento.

Tabela 7: Dobiček reciklažnega objekta v prvem letu obratovanja glede na scenarij

Odhodki scenarij	Optimističen	Realen	Pesimističen
Skupni prihodki	1.797.000€	1.198.000€	615.000€
Skupni odhodki	832.853 €	622.876 €	447.586 €
Skupaj	964.647€	575.124€	167.414€

Vir: Lastni izračuni (Priloga 1, 2, 3).

Statična metoda nam je v pomoč pri odločitvah, kjer imamo na razpolago več projektov ali pri projektih z več možnimi scenariji. Jasno nam je, da je pesimistična metoda najslabša, pa vendar lahko s statično metodo najhitreje ugotovim smotrnost, pri kateri točki bi se nam tak obrat sploh splačalo postaviti. Odločil sem se izračunati še statičen kazalnik. Doba vračanja oziroma amortizacija investicije je čas, v katerem bo lahko izplačan začetni vložek in je prikazano v Tabeli 8. Sam izračun je popolnoma poenostavljen, saj čas vračanja ugotovimo

tako, da seštevamo donose toliko časa, dokler ne pokrijemo investicije, kar sem storil tako da sem celotno investicijo delil s povprečnim dobičkom za dobo 5 let iz izkazov uspeha.

Tabela 8: Doba vračanja investicije na slovenskih tleh glede na scenarij

	Optimističen scenarij	Realen scenarij	Pesimističen scenarij
Doba vračanja	< 4 let	< 6 let	< 21 let

Vir: Lasten izračun.

Tako kot vse statične metode, tudi ta zanemara časovni horizont, skupnih donosov investicije ter časovne razporeditve donosov in investicijskega vložka. Zato sem v naslednjem poglavju pri analizi uspešnosti poslovanja uporabljal izključno dinamično metodo ocenjevanja investicijskih projektov.

## 5.4 Analiza uspešnosti poslovanja

Statična metoda ne omogoča časovnega pogleda v investicijo, zato je potrebno rezultate pretvoriti v bolj primerljive osnove. Rentabilnost je najpomembnejši kazalec uspešnosti v družbi in predstavlja družbeno-ekonomsko mero uspešnega podjetja.

Rentabilnost je običajno opredeljena z dveh vidikov:

- z vidika lastnikov kot rentabilnost kapitala (ROE- return on equity) in
- z vidika podjetja kot celote, rentabilnost poslovnih sredstev (ROA- return on assets).

Osrednji kazalec poslovne uspešnosti je rentabilnost:

$$\text{Rentabilnost kapitala} = \frac{\text{čisti dobiček}}{\text{povprečna vrednost kapitala}}$$

Rentabilnost kapitala (ROE) je zanimiva predvsem za delničarje oziroma podjetje, saj kaže, koliko denarnih enot je ustvarila ena enota kapitala. Delničarji lahko vrednost tega kazalnika primerjajo z obrestnimi merami dolgoročnih vezav pri bankah ali obrestnimi merami državnih vrednostnih papirjev in ugotovijo, ali bo njihova naložba uspešna (Hočevar et al., 2003, str. 219). Visoka donosnost kapitala je ponavadi odraz uspešnega posloводства, lahko pa tudi pomeni, da podjetju primanjkuje kapitala, ker ni bil zagotovljen ustrezen vložek ali se je le-ta zmanjšal zaradi akumulirane izgube preteklih let. Višja vrednost tega kazalnika lahko pomeni večje tveganje na račun večjega zadolževanja podjetja. Nizka donosnost kapitala je ponavadi rezultat neuspešnega posloводства ali pa lahko pomeni kapitalno intenzivno podjetje.

Iz Tabele 9 (na str. 35) je razvidno, da je podjetje ne glede na metodo v preučevanem obdobju poslovalo rentabilno, saj je razvidno, da je en evro kapitala ustvaril pozitivno število evrov. Najbolj donosno leto je prvo leto pri vseh metodah, vendar pa optimističen scenarij prekaša oba ostala.

Tabela 9: Rentabilnosti kapitala reciklažnega objekta v Sloveniji glede na scenarij

Leto / scenarij	Optimističen	Realen	Pesimističen
Leto 1	0,19	0,13	0,04
Leto 2	0,16	0,11	0,04
Leto 3	0,14	0,10	0,04
Leto 4	0,12	0,09	0,04
Leto 5	0,12	0,09	0,04

Vir: Lastni izračuni (Priloga 4, 5, 6).

Želel bi poudariti, da bi bili rezultati z ustreznim gospodarjenjem z zadržanim dobičkom, ki povečuje kapital lahko mnogo boljši. Dobiček, ki se ustvarja skozi leta in ni ne razdeljen med deležnike ne/ali investiran naprej povečuje povprečno vrednost kapitala, kar pa pri konstantnem dobičku zmanjšuje vrednost kazalca rentabilnosti kapitala.

Prav tako pomemben je kazalnik donosnosti sredstev (ROA), ki je naslednji kazalec rentabilnosti in ga izračunamo kot razmerje med čistim dobičkom in povprečnim stanjem sredstev. Sredstva, tako kot kapital, so statično opredeljena kategorija, ki jih moramo izraziti s povprečjem. Ta kazalec nam pokaže, koliko denarnih enot je ustvarila ena enota sredstev in kako uspešno podjetje razpolaga s celotnimi sredstvi, ki so na drugi strani bilance enaka obveznostim do virov sredstev, ki ga sestavljata kapital in dolgovi. Če želimo izločiti vpliv sestave virov, lahko čisti dobiček povečamo z obrestmi na posojene vire in dobimo:

$$\text{koeficient čiste donosnosti sredstev} = \frac{\text{čisti dobiček} + \text{obresti}}{\text{povprečna vrednost sredstev}}$$

V našem primeru iz Tabele 10 vidimo, da je v proučevanem obdobju reciklažno objekt na slovenskih tleh deloval prav tako rentabilno iz vidika donosnosti sredstev. Prav tako donosnost sredstev skozi leta pada, saj je dobiček skozi leta enak, povprečna vrednost sredstev pa se zaradi denarja, ki skozi leta narašča, raste.

Tabela 10. Donosnost sredstev reciklažnega objekta v Sloveniji glede na scenarij

Leto / Scenarij	Optimističen	Realen	Pesimističen
Leto 1	0,17	0,12	0,04
Leto 2	0,15	0,10	0,04
Leto 3	0,13	0,10	0,04
Leto 4	0,12	0,09	0,04
Leto 5	0,11	0,09	0,04

Vir: Lastni izračuni (Priloga 4, 5, 6).

Praviloma bi stopnja donosnosti morala biti višja od bančne obrestne mere, saj naj bi dobiček vključeval poleg obresti za kapital tudi plačilo za podjetnost, inovatorstvo in tveganje (Melavc, 1998, str. 267), kar pa je vodilo tudi za interno stopnjo donosa, ki je prikazana v Tabeli 11.

Tabela 11. Interna stopnja reciklažnega objekta v Sloveniji glede na scenarij

	Optimističen scenarij	Realen scenarij	Pesimističen scenarij
Interna stopnja donosa	14,8%	10,5%	3,9%

Vir: Lastni izračuni (Priloga 7, 8, 9).

Glede na trenutno stanje obrestnih mer na svetovnem in slovenskem trgu, ugotavljam, da pesimističen scenarij ne dosega zadostne višine interne stopnje donosa, saj je temeljna obrestna mera 6,5%<sup>5</sup>. Tako lahko zatrdimo, da je pesimistična metoda neprimerna in je potrebno za uspešnost investicije zagotoviti vsaj pogoje, ki jih predvidevam v realnem scenariju. S tem smo tudi dokazali prednosti dinamične pred statično metodo izračuna, saj so vsi izračuni statične metode pokazali, da je investicija v vseh pogledih sprejemljiva. Z dinamično metodo pridemo do natančnejših izračunov, ki jih potrebujemo za boljše investicijsko odločanje.

## 6 SKLEP

Iz diplomskega dela lahko razberemo, da je ravnanje z izrabljenimi avtomobilskimi gumami bilo predolgo stihijsko. Verjetno nas je šele nenehno naraščanje števila avtomobilov in kopičenje odsluženih gum na odlagališčih za odpadke, še bolj pa puščanje gum kot odpadka kjerkoli v naravi, vse prebudilo. Zanesljivo pa je spodbudilo Svet EU, ki je od leta 1975 problematiko izrabljenih avtomobilskih gum obravnavalo le v okviru krovne direktive o odpadkih, da je sprejela direktivo, ki je s 16.7.2003 prepovedala odlaganje celih iztrošenih pnevmatik na odlagališča, tri leta kasneje od 2006 pa tudi razrezanih. Ocenjujem, da je prav ta prepoved vplivala, da smo v Sloveniji sprejeli pravni akt, s katerim smo uvedli sistem izvajanja javnih služb z izrabljenimi avtogumami. Neurejene razmere na trgu izrabljenih avtogum so omogočale, da so se v Slovenijo dovažale izrabljene pnevmatike za zadostitev potreb po sekundarnih energentih v cementarni Anhovo, hkrati pa so zbrane iztrošene vozili v Avstrijo, Hrvaško, Bosno in Srbijo. Zato so na podlagi analize stanja pri ravnanju z izrabljenimi avtomobilskimi gumami sprejeli odločitev, da je potrebno oblikovati takšno politiko, pravno ureditev in institucionalno organiziranost, ki bo zagotovila natančne evidence, odjemna mesta in kar je vsaj zame najbolj razveseljivo, da bo spodbujala snovno predelavo izrabljenih avtomobilskih gum oziroma reciklažo. Čeprav se je v Sloveniji dolgo kazal interes nekaterih podjetji za postavitve objektov in naprav za snovno predelavo oziroma reciklažo, je bilo tudi zaradi premajhnega števila pobranih izrabljenih gum težko spodbujati podjetja, naj k temu pristopijo.

<sup>5</sup> Podatek pridobljen iz spletne strani Statističnega urada Republike Slovenije – Aktualni kazalci, dne 7.2. 2008.



Zadnja sprejeta Uredba o načinu, predmetu in pogojih izvajanja javne službe ravnanja z izrabljenimi avtomobilskimi gumami, z dne 7.7. 2006, pa je pokazala že prve spodbudne rezultate, ki se kažejo v 3,5-kratnem povečanju števila pobranih izrabljenih gum. To me navdaja z optimizmom, da izrabljenih gum ne bodo več vlekli iz rek, pobirali po gozdovih in odstranjevali iz divjih odlagališč. Kljub koncesionarjem, ki so odgovorni za zbiranje in skladiščenje ter pripravo za predelavo, so znatne količine izrabljenih avtogum še gotovo doma pri lastnikih avtomobilov. Zato bi bilo pomembno opredeliti odgovornost komunalnih služb za zbiranje izrabljenih gum na podoben način, kot se ločeno pobirajo odpadki (papir, steklo, kosovni material) in bi v povezavi s koncesionarji lahko ob zbiranju kosovnega materiala informirali ljudi tudi o pobiranju izrabljenih gum, ki so še vedno v kletih in okolju. Informacije komunalnih podjetij o pobiranju kosovnega materiala pridejo v vsako družino, vendar ljudje mislijo, da izrabljene gume ne sodijo med kosovne odpadke. Prizadevanja za ureditev sistema za pobiranje izrabljenih avtogum bodo gotovo uspešna, če bodo tudi sredstva javnega obveščanja več poročala o zbiranju gum, pri tem bi bilo še posebno pomembno, da bi ljudem predstavili, da je mogoče z reciklažo zagotoviti ponovno uporabo gumene snovi in navesti možne izdelave novih proizvodov in izdelkov, ki jih sedaj uvažamo.

V diplomskem delu sem navedel informacijo, da so v Logatcu odprli prvi obrat za reciklažo izrabljenih avtomobilskih gum, kjer bodo le-te snovno predelali v tri osnovne komponente – gumeni granulati, tekstil in kovino. Po podatkih, pridobljenih iz poslovnega načrta EkoGuma in konkretizacije ekonomskih možnosti za izvedbo reciklaže, sem ugotovil, da je smotrno postaviti tak reciklažni objekt na Slovenskem, vendar pa glede na interno stopnjo donosa pesimistična metoda ne doseže obrestne mere. Zato je za podjetje nujno, da pobere zadostno količino gum, ki jih navajam za optimistično metodo. Tako ugotavljam, da je za dobre in natančne investicijske odločitve potrebno narediti dobre finančne analize z dinamično metodo izračuna kazalcev rentabilnosti.

## LITERATURA

1. Ažbe Branko: Sodobna tehnologija zbiranja in odlaganja komunalnih odpadkov. Ljubljana : B. Ažbe, 1994. 54 str.
2. Buljan Radimir: Marketing i reciklaža: tržište i korištenje industrijskih odpadaka. Samobor : Zagreb, 1986. 200 str.
3. Carswell J., Jenkins E.J.: Re-use of scrap tyres in highway drainage. Berkshire : TRL Report, 1996. 200 str.
4. Cerar Jaka et al.: Poslovni načrt EkoGuma. Ljubljana : Jaka Cerar, 2003. 36 str.
5. Čibej Jože Andrej: Investicije. [URL: <http://www.erevir.si>], 16. maj 2006.
6. Gašparič Franc: Varstvo okolja s stališča reciklaže odpadnih avtomobilov. Ljubljana : F. Gašparič, 2002. 81 str.
7. Gray Davis et al.: Increasing the Recycled Content in New Tires. Sacramento : Integrated Waste Management Board California, 2003. 84 str.
8. Harb Robert: Pnevmatika. Priročnik. Ptuj : Šolski center Ptuj, Poklicna in tehniška strojna šola, 2004. 57 str.
9. Hočevar Marko, Jaklič Marko, Zagoršek Hugo: Ustvarjanje uspešnega podjetja. Akcijski pristop k strateškemu razmišljanju, vodenju in nadziranju. Ljubljana : GV Založba, 2003. 288 str.
10. Hofmann Werner: Rubber technology handbook. Munich, Vienna : Hanser; New York : Oxford University Press, 1989. 27 str.
11. Humphrey D.N., Dunn Jr. P.A., Merfeld P.S. : Tire shreds save money. TR News, 2002. 206, str. 4.
12. Jančar Zdenko: Predelava odpadnih gum. Maribor : Z. Jančar, 1999. 41 str.
13. Kaplan S. Robert: Strateško usmerjena organizacija. Ljubljana : GV Založba, 2001. 426 str.
14. Kerčmar Tatjana: Reciklažni center odpadkov s sežigalnico. Ljubljana : T. Kerčmar, 1998. 45 str.
15. Kotler Philip: Marketing management. New Jersey : Prentice Hall, 2003. 706 str.
16. Kurent Primož: Analiza spoja gume s kovino. Ljubljana : P. Kurent, 2000. 82 str.
17. Lužar Miran: Reciklaža nerabnih in zavrženih motornih vozil. Velenje : Karbon, 2003. 17 str.
18. Markun Branko: Avtomobilska pnevmatika. Kranj : Sava, 1982. 32 str.
19. Markun Branko: Razvoj zanesljivih pnevmatik. Ljubljana : B. Markun, 1992. 96 str.
20. McDonald Peter: Tire Imprint Evidence. New York : CRC, 1992. 248 str.
21. McDonel T., Fusco J., Wheeler M.: Ground Rubber Additive. Ohio : Rubber Division, American Chemical Society, 81 (1997). 85 str.
22. McPherson A. T.: Engineering uses of rubber. New York, London : Reinhold, Chapman & Hall, cop., 1956. 490 str.
23. Melavc Dane et al.: Kako gospodariti. Kranj : Moderna organizacija, 1998. 335 str.

24. Mondal N., Mukhapadhyaya R., Das Gupta S.: Regeneration of Carbon Black from Waste Automobile Tires and Its Use in Carcass Compound. Pittsburgh : The Rubber Division, American Chemical Society, 2002. 243str.
25. Moore Desmond F.: The friction of pneumatic tyres. Amsterdam, Oxford, New York : Elsevier, 1975. 220 str.
26. Myhre M., MacKillop D. A.: Rubber Recycling. Rubber Chemistry and Technology. Rubber Reviews, 75(2002), 3, 142 str.
27. Osredkar Radko: Guma in pnevmatike. Življenje in tehnika. Ljubljana, 58(2007), 4, str. 12-20.
28. Pečjak Boštjan: Pregled in primerjava tehnologij za recikliranje odpadnih avtoplaščev. Ljubljana : B. Pečjak, 2004. 68 str.
29. Pett R. A., Theodore A. N., Jackson D.: Cure and Mechanical Behavior of Elastomeric Compounds Containing Devulcanized Materials. Ohio : Rubber World, May 1998. 35 str.
30. Plut Dušan: Brez izhoda? Svetovni okoljski procesi. Ljubljana : DZS, 1995. 189 str.
31. Price Willard, Edgar D. Smith: Waste tire recycling: environmental benefits and commercial challenges. California : International Journal of Environmental Technology and Management, 6(2006), 3, str. 362-374.
32. Reščič Lojzka, Lazar Roman, Pirc Milojka, Lazar Silvana : Uporaba sekundarnih goriv v cementarni Salanit Anhovo. XVII. savjetovanje o tehničkim dostignućima u proizvodnji cementa. Dalmacijacement, 1(1997), str. 39-45.
33. Senjur Marjan: Gospodarska rast in razvojna ekonomika. Ljubljana : Ekonomska fakulteta, 1993. 537 str.
34. Sičanović Borut: Reciklaža izrabljenih avtomobilov in organiziranost podjetja. Maribor : B. Sičanović, 2003. 69 str.
35. Sjothun Irving J.: Vulcanization of Elastomers. Principles and Practice of Vulcanization of Commercial Rubbers. New York : Krieger Pub Co., 1978. 410 str.
36. Stark Jr. F. J., Wagner D.: The Development of a New Synthetic Rubber by the Utilization of Vulcanized Scrap Rubber in the Preparation of Surface Activated Cross-Linked Particulate. Sweden : Rubbercon, 1995. str. 1-42.
37. Stružnik Lado: Revolucija pri izdelavi gum. Delo, Ljubljana, leto 40, št. 98, 1998. str. 4
38. Škerl Primož: Na stare avte ob pomoči uvoznika. Ljubljana : Delo, 43(2001), 68, str. 6.
39. Špolar Ivan: Moj avtomobil. Nasveti za avtomobiliste. Ljubljana : Državna založba Slovenije, 1966. 230 str.
40. Theodore A. N., Pett R. A., Jackson D.: Cure and Mechanical Behavior of Elastomeric Compounds Containing Devulcanized Materials. Rubber World, May 1998. str. 4-8.
41. Thiessen Frank J.: Automotive Wheel Alignment. Principles and Service. Reston : Reston Publishing Company, 1985. 299 str.
42. Turk Ivan et al.: Finančno računovodstvo. Splošni del. Ljubljana : Zveza računovodij, finančnikov in revizorjev Slovenije, 2004. 814 str.
43. Vidmar Miro: Povezovanje gumenih granulatov. Ljubljana : M. Vidmar, 1976. 78 str.
44. Vrhovec Tatjana: Reciklaža odpadnih avtomobilov. Kranj : T. Vrhovec, 2000. 53 str.
45. Vuk Drago: Uvod v ekološki management. Kranj: Moderna organizacija, 2000. 238 str.

46. Williams D. E. et al.: High Temperature Degradation/Devulcanization of Rubber. A Method of Recycling Waste Rubber. Pittsburgh, Pa. : The Rubber Division, American Chemical Society, 2002. str. 23-154.
47. Zadavec Rajko: Zaključni račun po novem. Prenovljeni računovodski izkazi in njihova analiza za poslovno odločanje. Ljubljana : Primath, 2003. 408 str.
48. Zelibor J. L., Blumenthal M. H., Timmons F. E.: Recycling Scrap Tires into New Tires. Washington, D.C : Scrap Tire Management Council, 1992.

## VIRI

1. Aktualni kazalniki. Statistični urad Republike Slovenije. [URL: [http://www.stat.si/indikatorji\\_list.asp](http://www.stat.si/indikatorji_list.asp)], 7.2.2008.
2. Artificial grass soccer pitch. [URL: [http://www.sportsgroundsltd.co.uk/artificial\\_football.htm](http://www.sportsgroundsltd.co.uk/artificial_football.htm)], 13.2.2007.
3. Cement industry of UK. [URL: <http://www.cementindustry.co.uk>], 15.11.2003.
4. Dušan Marc: Pregled in analiza stanja ravnanja z izrabljenimi avtomobilskimi gumami s programom ukrepov za obdobje 2005 - 2008. Interno gradivo Ministerstva za okolje in prostor. Ljubljana : MOP, 2005. 16 str.
5. ETRA Material gallery. [URL: <http://www.etra-eu.org>], 10.11.2004.
6. EU Direktiva o odlagališčih odpadkov 99/31/EC.
7. European specifications CWA 14243-2002. [URL: <http://www.etra.eu.org>], 5.11.2004.
8. Granulated Rubber (tire crumb) [URL: <http://www.recycle.net/Rubber/index.html>], 20.4.2007.
9. Hagersville Tire Fire. [URL: [http://www.cbc.ca/disclosure/archives/020319\\_tires/hagersville.html](http://www.cbc.ca/disclosure/archives/020319_tires/hagersville.html)], 12.5.2006.
10. Interna gradiva European TYRE Recycling Association.
11. Interna gradiva podjetja Gumiimpex Hrvaška.
12. Interna gradiva podjetja MeWa Recycling Anlagen GmbH Nemčija.
13. Interna gradiva podjetja Vredestein Nizozemska.
14. Introduction to Tyre recycling 2004. [URL: <http://www.etra-eu.org>], 13.5.2004.
15. Management of Scrap Tires. EPA. [URL: <http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/muncpl/tires/index.htm>], 15.4.2006.
16. Statutory order No. 111. Fee on Tyres and a recovery Subsidy. Ministry of environment and energy Danish environmental protection agency. 2000.
17. Poročilo o stanju okolja v Sloveniji 2002. [URL: <http://www.arso.gov.si>], 25.01.2005.
18. Pravilnik o odlaganju odpadkov (Uradni list RS, št. 5/2000, dopolnitev v 45/2000).
19. Pravilnik o spremembah in dopolnitvah pravilnika o ravnanju z odpadki (Uradni list RS, št. 20/01, Priloga 1 v uradnem listu).
20. Progressive crumb supply. [URL: <http://www.progressivecrumb.com>], 12.10.2003.
21. Tyre recycling. [URL: <http://www.nokiantyres.com>], 25.01.2005.

22. Recycled rubber market opportunities: Landstar ltd. [URL: <http://www.landstarrubber.com>], 19.12.2003.
23. Scrap tire characteristic Rubber. Manufacture Association. [URL: [http://www.rma.org/scrap\\_tires/scrap\\_tire\\_markets/scrap\\_tire\\_characteristics](http://www.rma.org/scrap_tires/scrap_tire_markets/scrap_tire_characteristics)], 20.8.2007.
24. Slovenski pravopis. Ljubljana : ZRC, Inštitut za slovenski jezik Frana Ramovška, 2001. str. 342.
25. Slovenski računovodski standardi. [URL: <http://www.si-revizija.si/>], SRS 2006, Standard 18. str.1.
26. Slovenske regije v številkah 2006. Statistični urad Republike Slovenije, str 25-30.
27. Technical guidelines on hazardous waste. Identification and management of used tyres. Basel Convention Series, 1999.
28. The Hagersville tire fire: CBC. [URL: <http://www.cbc.ca>], 19.8.2007.
29. The Used Tyre Mountain. [URL: <http://www.etra.eu.com/public.html>], 19.12.2004.
30. They last longer than many other things in life. [URL: <http://www.nokiantyres.com>], 15.11.2004.
31. Tire recycling overview. [URL: <http://www.envirotire.com/products.htm>], 5.02.2005.
32. Tyre Recycling is a unique proposition: Your raw material comes with a cheque!. [URL: <http://www.tyrecyclingsuccess.com>], 12.10.2003.
33. Tyre recycling presentation short: Interno gradivo podjetja Eldan. 2006.
34. Uredba o načinu, predmetu in pogojih izvajanja gospodarske javne službe ravnanja z izrabljenimi gospodarskimi gumami (Uradni list Republike Slovenije št. 71/2006, 72/2006).
35. Volmajer Martin: Kaj so pnevmatike?. [URL: [http://www.zaverski.com/page/72/Kaj\\_so\\_pnevmatike](http://www.zaverski.com/page/72/Kaj_so_pnevmatike)], 15.8.2007.
36. What is synthetic rubber?. International institute of synthetic rubber producers. [URL:<http://www.iisrp.com/synthetic-rubber.html>], 17.7.2007.
37. Wikipedia – AMR proces. [URL : <http://sl.wikipedia.org/wiki/Vulkanizacija>], 20.8.2007.
38. Wikipedia – reciklaža. [URL : [http://en.wikipedia.org/wiki/Tire\\_recycling#\\_note-9](http://en.wikipedia.org/wiki/Tire_recycling#_note-9)], 18.5.2006.
39. Wikipedia – vulkanizacija. [URL : <http://en.wikipedia.org/wiki/Vulcanization>], 13.5.2006.
40. Zakon o gospodarskih javnih službah (Uradni list Republike Slovenije št. 32/1993, 30/1998, 127/2006).
41. Zakon o varstvu okolja (Uradni list Republike Slovenije št. 41/2004,17/2006, 20/2006, 28/2006, 49/2006, 66/2006, 112/2006, 33/2007).



# **PRILOGE**

## **KAZALO PRILOG**

Priloga 1: Bilanca stanja in izkaz uspeha za pesimističen scenarij za obdobje petih let.....	2
Priloga 2: Bilanca stanja in izkaz uspeha za realen scenarij za obdobje petih let.....	3
Priloga 3: Bilanca stanja in izkaz uspeha za optimističen scenarij za obdobje petih let.....	4
Priloga 4: Struktura prihodkov in odhodkov za pesimističen scenarij za obdobje petih let. ....	5
Priloga 5: Struktura prihodkov in odhodkov za realen scenarij za obdobje petih let.....	6
Priloga 6: Struktura prihodkov in odhodkov za optimističen scenarij za obdobje petih let.....	7
Priloga 7: Stopnje donosov za pesimističen scenarij za obdobje petih let. ....	8
Priloga 8: Stopnje donosov za realen scenarij za obdobje petih let. ....	8
Priloga 9: Stopnje donosov za optimističen scenarij za obdobje petih let. ....	9

Priloga 1: Bilanca stanja in izkaz uspeha reciklažnega objekta za pesimističen scenarij za obdobje petih let

OBDOBJE		-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	I	II	III	IV	V	
<b>BILANCE</b>																				
<b>BILANCA STANJA</b>																				
	34.000,00	34.130,41	34.367,61	34.107,02	34.648,33	34.789,00	34.925,65	35.058,07	35.204,49	35.344,09	35.483,80	35.623,12	35.762,03	35.900,23	36.037,90	36.175,11	36.311,84	36.448,08	36.583,82	
SREDSTVA	34.000,00	34.130,41	34.367,61	34.107,02	34.648,33	34.789,00	34.925,65	35.058,07	35.204,49	35.344,09	35.483,80	35.623,12	35.762,03	35.900,23	36.037,90	36.175,11	36.311,84	36.448,08	36.583,82	
SREDSTVA (RAZEN DENARJA)	33700,00	34.164,35	33967,91	33822,50	33644,59	33466,68	33288,78	33110,87	32932,96	32755,05	32577,14	32399,23	32221,33	32043,42	31865,51	31687,60	31509,69	31331,78	31153,87	
NEOPREDMETENA SREDSTVA	3000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	
OPREDMETENA OSNOVNA SREDSTVA	33400,00	33872,99	33654,18	33516,28	33338,37	33160,46	32982,55	32804,64	32626,73	32448,82	32270,92	32093,01	31915,10	31737,19	31559,28	31381,37	31203,46	31025,55	30847,64	
FINANČNE NAČRBE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TERJAVE IZ POSLOVANJA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ZALOG MATERIALA/TRGOVSKIB ZALOG IZ PROJEKTOV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
DENAR	3000,00	-1532	3669	39452	100154	131355	162678	194120	227162	258904	290616	322328	354130	385842	417554	449266	480978	512690	544402	
ODVZEMANJE DO VROV SREDSTEV	34.000,00	34.130,41	34.367,61	34.107,02	34.648,33	34.789,00	34.925,65	35.058,07	35.204,49	35.344,09	35.483,80	35.623,12	35.762,03	35.900,23	36.037,90	36.175,11	36.311,84	36.448,08	36.583,82	
KAPITAL	34.000,00	34.106,95	34.238,55	34.320,78	34.354,65	34.344,35	34.281,88	34.169,23	34.000,00	33.779,19	33.500,00	33.111,11	32.611,11	32.000,00	31.277,78	30.444,44	29.500,00	28.444,44	27.277,78	26.000,00
OSNOVNI KAPITAL	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	34.000,00	
ZADRŽANI DOBIČEK	0	10633	2385	32078	42770	53463	64355	74948	85541	96232	106936	116118	123111	128311	131842	133803	135243	136183	136633	
DOLG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
DOLG IZ FINANCIRANJA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
DOLG IZ POSLOVANJA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
IZKAZ USPEHA																				
PRIDONOSI POSLOVANJA	51250	5250	51250	51250	51250	51250	51250	51250	51250	51250	51250	51250	51250	51250	51250	51250	51250	51250	51250	
PROJEKTI IZ POSLOVANJA	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	
AMORTIZACIJA	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	
KOSMI TI DOBIČEK IZ PRODAJE STROŠKI PRODAJE	22511	22511	22511	22511	22511	22511	22511	22511	22511	22511	22511	22511	22511	22511	22511	22511	22511	22511	22511	
STROŠKI UPRAVE	8670	8670	8670	8670	8670	8670	8670	8670	8670	8670	8670	8670	8670	8670	8670	8670	8670	8670	8670	
DOLG IZ POSLOVANJA	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	
PRIDONOSI FINANCIRANJA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
DOLG IZ FINANCIRANJA	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	
IZREDNI PRIHODKI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
IZREDNI PRIHODKI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
DOLG IZ POSLOVANJA	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	13561	
DAVEKNA DOBIČEK	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	
ČISTI DOBIČEK	40636	41636	40636	40636	40636	40636	40636	40636	40636	40636	40636	40636	40636	40636	40636	40636	40636	40636	40636	
IZKAZ DENARNIH TOKOV																				
DENAR KONEC OBDOBJA	3000,00	-1532	3669	39452	100154	131355	162678	194120	227162	258904	290616	322328	354130	385842	417554	449266	480978	512690	544402	
ČISTI DOBIČEK	10633	10633	10633	10633	10633	10633	10633	10633	10633	10633	10633	10633	10633	10633	10633	10633	10633	10633	10633	
AMORTIZACIJA	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	17741	
POVEČANJE DOLGA	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	3259	
POVEČANJE KAPITALA (BREZ DOBIČKA)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
POVEČANJE SREDSTEV (BREZ DENARJA)	6224	602	3250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
DENARNI TOK	-31532	4482	38492	31742	31742	31742	31742	31742	31742	31742	31742	31742	31742	31742	31742	31742	31742	31742	31742	

Vir: Lastni izračuni.

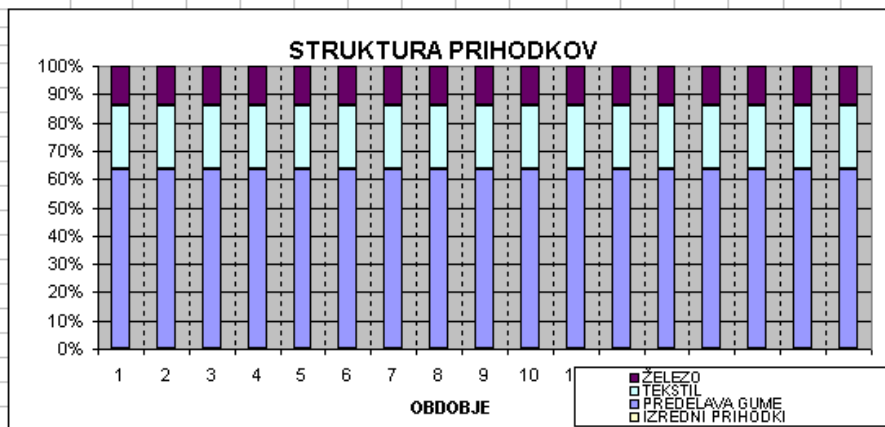




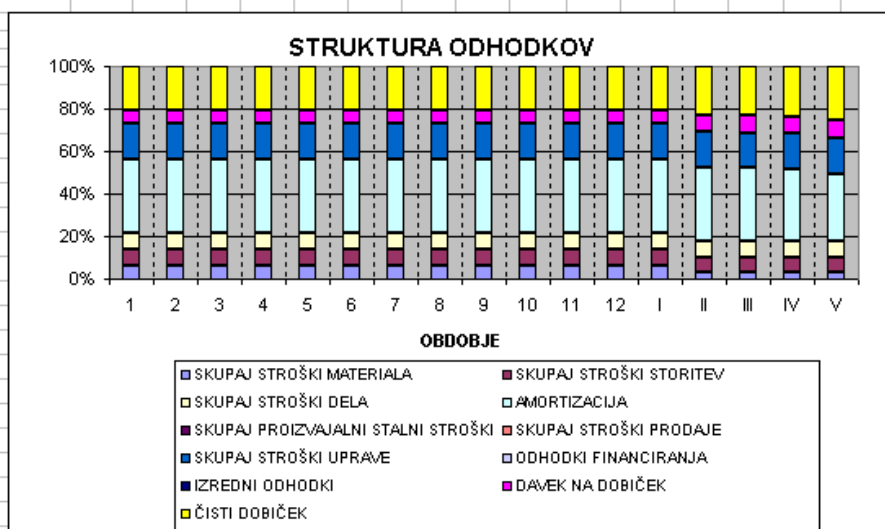


Priloga 4: Struktura prihodkov in odhodkov za reciklažni objekt za pesimističen scenarij za obdobje petih let

STRUKTURA PRIHODKOV (v %)																
SKUPAJ PRIHODKI	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
SKUPAJ PRIHODKI OD PRODAJE	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
PREDELAVA GUME	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4	63,4
TEKSTIL	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8
ŽELEZO	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8
PRIHODKI FINANCIRANJA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
IZREDNI PRIHODKI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

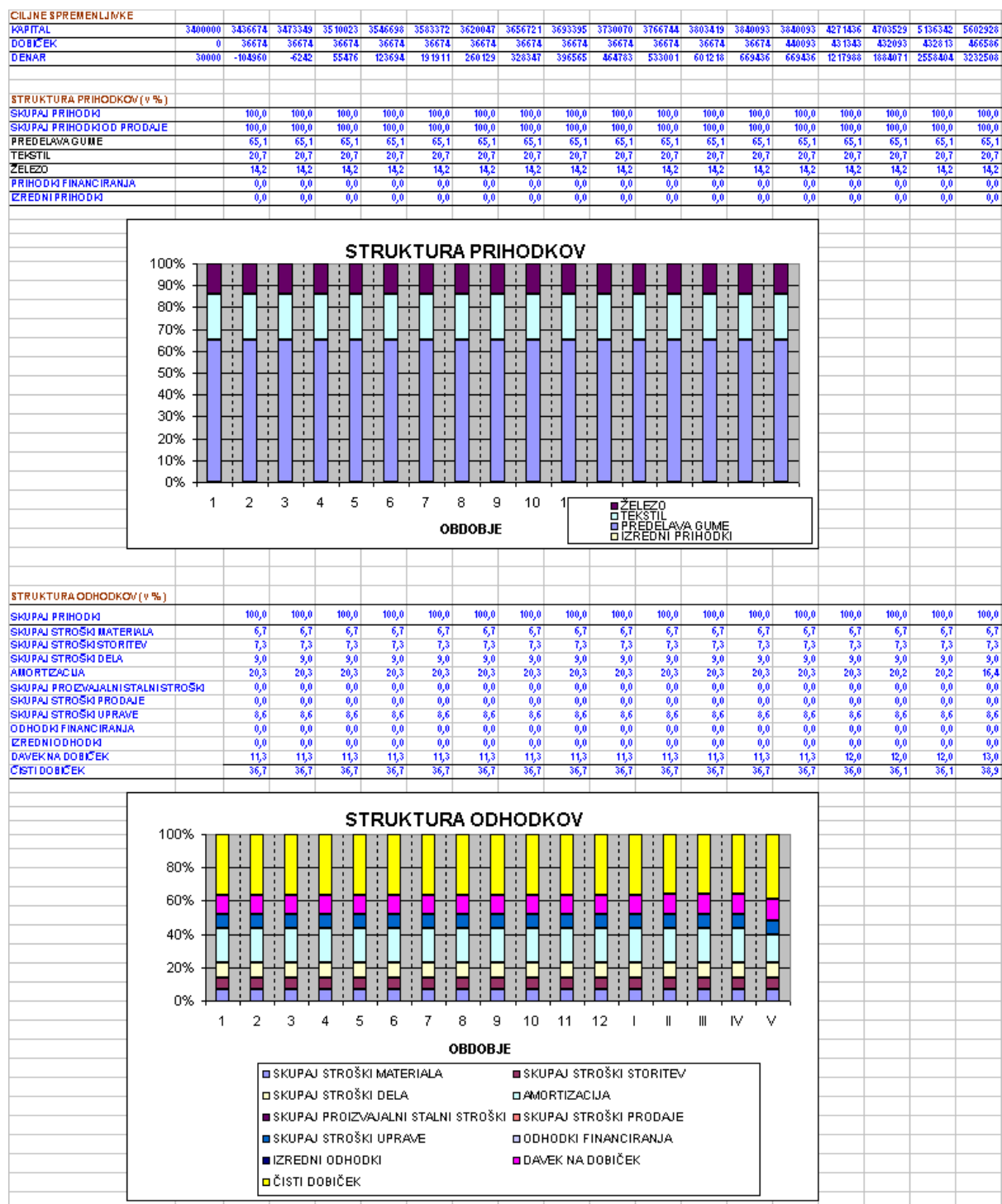


STRUKTURA ODHODKOV (v %)																
SKUPAJ PRIHODKI	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
SKUPAJ STROŠKI MATERIALA	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	2,7	2,7	2,7
SKUPAJ STROŠKI STORITEV	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
SKUPAJ STROŠKI DELA	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6
AMORTIZACIJA	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	34,7	32,0
SKUPAJ PROIZVAJALNI STALNI STROŠKI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SKUPAJ STROŠKI PRODAJE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SKUPAJ STROŠKI UPRAVE	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8
ODHODKI FINANCIRANJA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
IZREDNI ODHODKI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DAVEK NA DOBIČEK	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	7,8	7,8	7,8
ČISTI DOBIČEK	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	23,3	23,4	23,5



Vir: Lastni izračuni.

Priloga 5: Struktura prihodkov in odhodkov za reciklažni objekt za realen scenarij za obdobje petih let

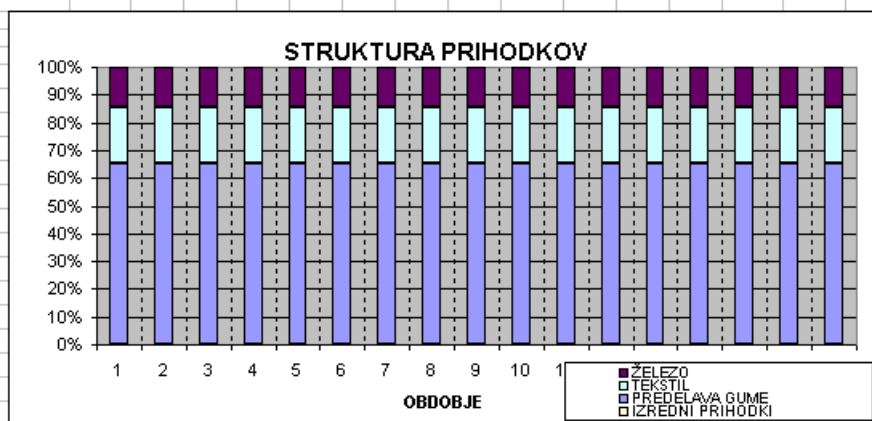


Vir: Lastni izračuni.

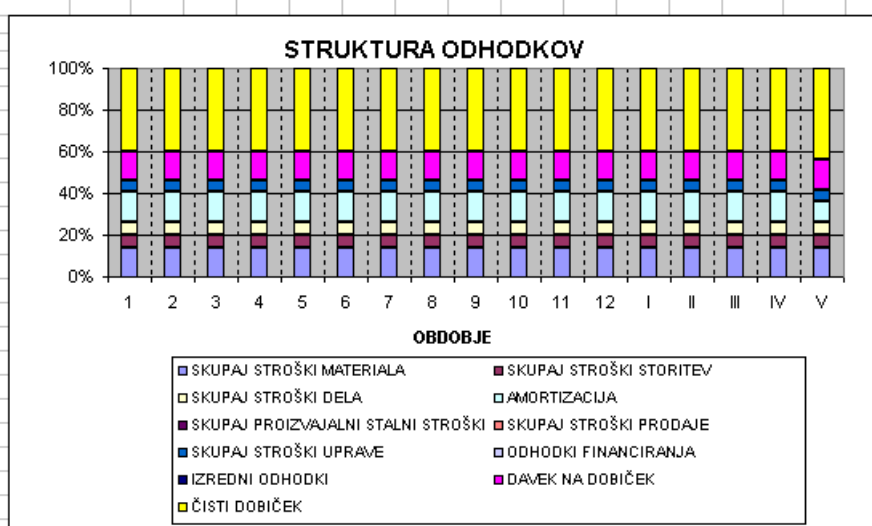
Priloga 6: Struktura prihodkov in odhodkov za reciklažni objekt za optimističen scenarij za obdobje petih let

CILJNE SPREMENLJIVKE																		
KAPITAL	3700000	3759622	3819245	3878867	3938490	3998112	4057735	4117357	4176980	4236602	4296225	4355847	4415470	4415470	5138055	5861390	6585444	7371397
DOBIČEK	0	59622	59622	59622	59622	59622	59622	59622	59622	59622	59622	59622	59622	715470	722565	723335	724055	785952
DENAR	18957	301268	367459	460110	562511	664912	767313	869714	972114	1074515	1176916	1279317	1381718	1381718	2114576	3109640	4097089	5084508

STRUKTURA PRIHODKOV (v %)																		
SKUPAJ PRIHODKI		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
SKUPAJ PRIHODKOD PRODAJE		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
PREDELAVA GUME		65,1	65,1	65,1	65,1	65,1	65,1	65,1	65,1	65,1	65,1	65,1	65,1	65,1	65,1	65,1	65,1	65,1
TEKSTIL		20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7	20,7
ŽELEZO		14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2
PRIHODKI FINANCIRANJA		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
IZREDNI PRIHODKI		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



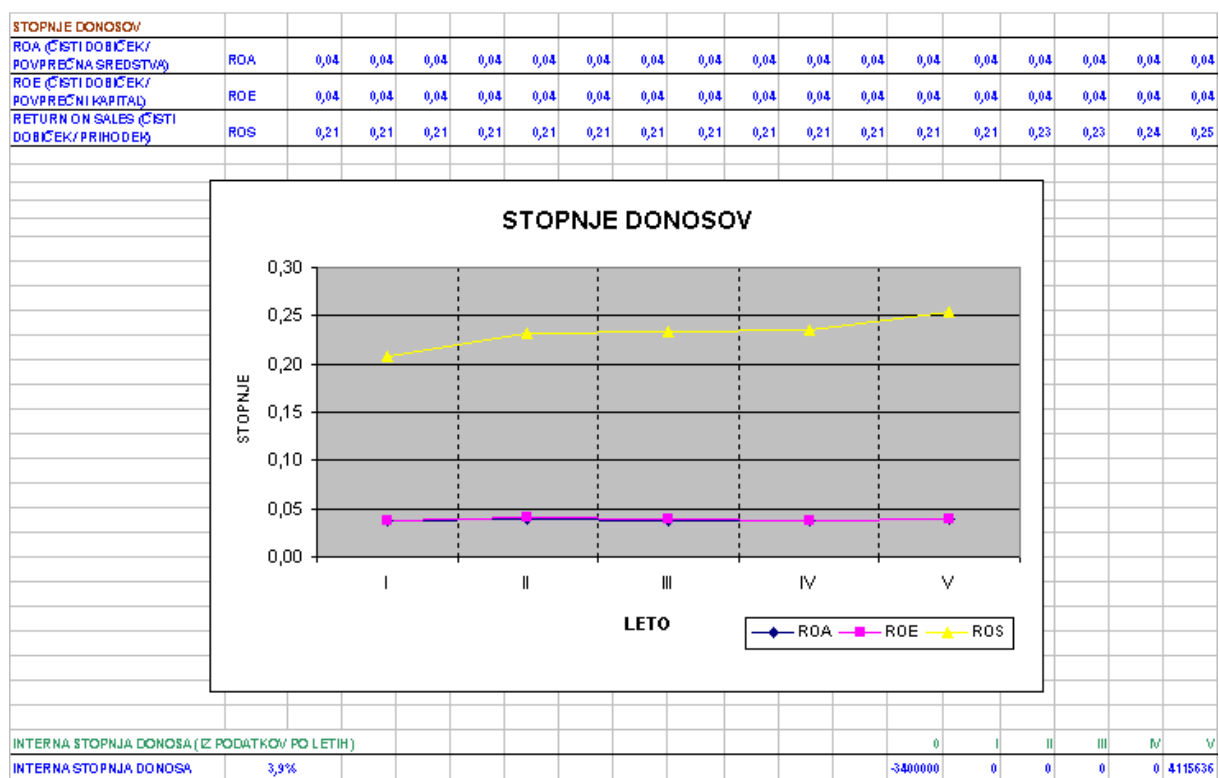
STRUKTURA ODHODKOV (v %)																		
SKUPAJ PRIHODKI		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
SKUPAJ STROŠKI MATERIALA		13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9
SKUPAJ STROŠKI STORITEV		6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
SKUPAJ STROŠKI DELA		6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
AMORTIZACIJA		14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,7	14,7
SKUPAJ PROIZVAJALNI STALNI STROŠKI		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SKUPAJ STROŠKI PRODAJE		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SKUPAJ STROŠKI UPRAVE		5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
ODHODKI FINANCIRANJA		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
IZREDNI ODHODKI		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DAVEK NA DOBIČEK		13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,4	13,4	13,4
ČISTI DOBIČEK		39,8	39,8	39,8	39,8	39,8	39,8	39,8	39,8	39,8	39,8	39,8	39,8	39,8	40,2	40,3	40,3	45,7



Vir: Lastni izračuni.

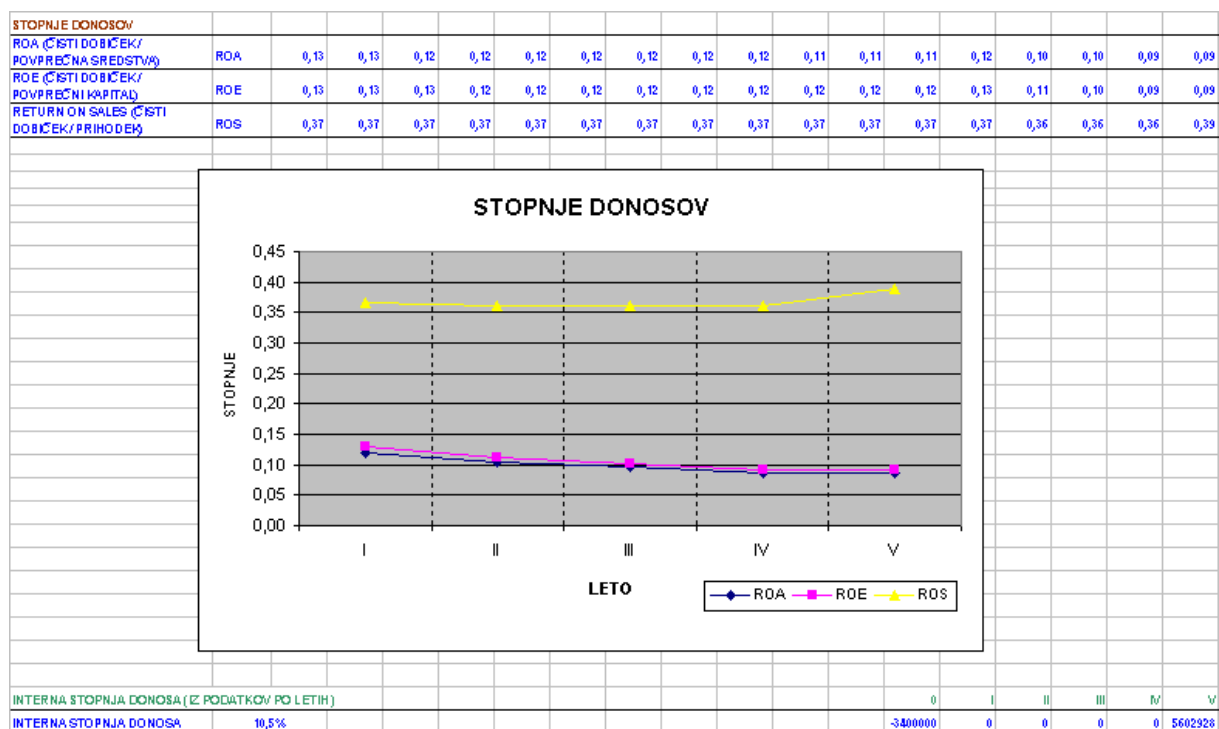


Priloga 7: Stopnje donosov za reciklažni objekt za pesimističen scenarij za obdobje petih let



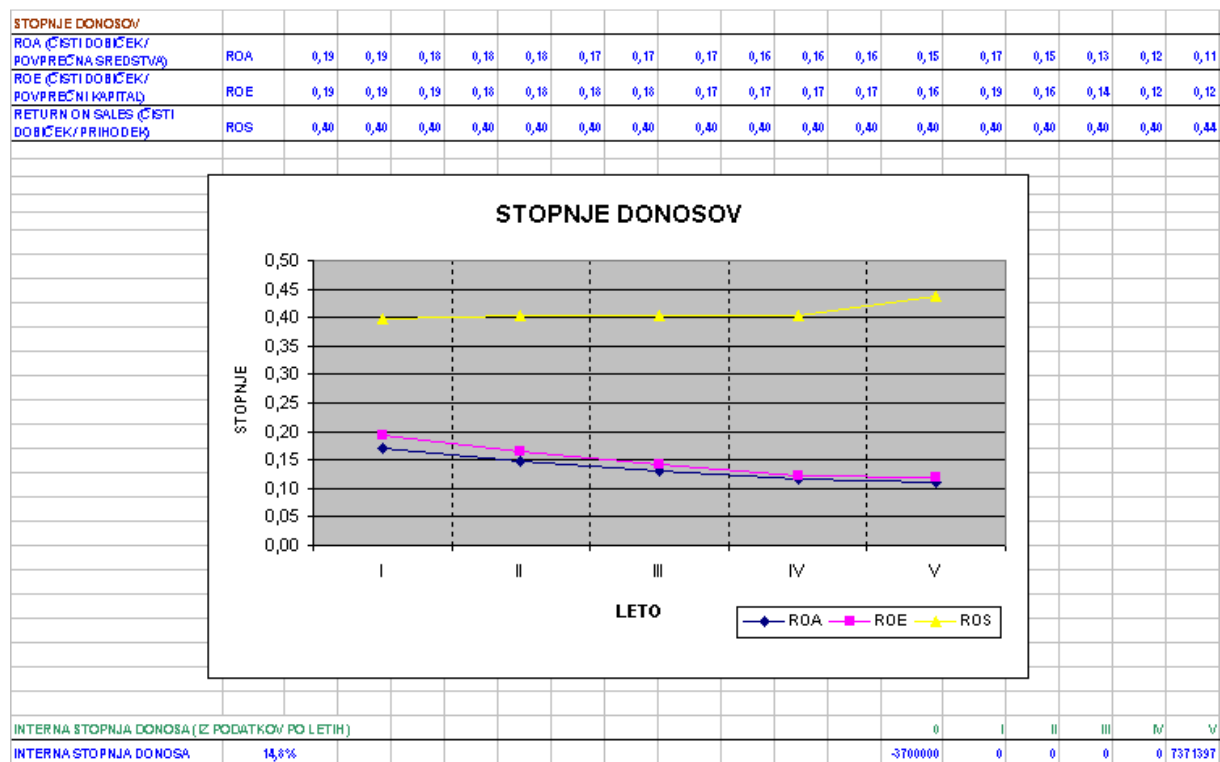
Vir: Lastni izračuni.

Priloga 8: Stopnje donosov za reciklažni objekt za realen scenarij za obdobje petih let



Vir: Lastni izračuni.

Priloga 9: Stopnje donosov za reciklažni objekt za optimističen scenarij za obdobje petih let



Vir: Lastni izračuni.