

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET

**BERNARDA BANOVIĆ**

**DIZAJN I STRATEGIJA ZAŠTITE  
OKOLIŠA U PROIZVODNJI  
AMBALAŽE**

**DIPLOMSKI RAD**

ZAGREB, 2012.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET

DIZAJN GRAFIČKIH PROIZVODA,  
GRAFIČKA TEHNOLOGIJA

**DIZAJN I STRATEGIJA ZAŠTITE  
OKOLIŠA U PROIZVODNJI  
AMBALAŽE**

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Doc. dr. sc. IVANA BOLANČA MIRKOVIĆ

Student:

BERNARDA BANOVIĆ

ZAGREB, 2012.

## **SAŽETAK**

U radu je objašnjen dizajn i strategija zaštite okoliša u proizvodnji ambalaže. Suvremenu proizvodnju ambalaže odlikuje veliki izbor ambalažnog materijala i oblika ambalaže, a kako ambalaža ima kratki životni vijek neophodno je osiguravati mjere smanjivanja proizvodnje ambalaže te spriječavanje nastanka ambalažnog otpada. Razmatrana je i metoda „životni ciklus proizvoda“.

Ambalažni materijali i njihov otpad imaju mnogobrojne štetne utjecaje na okoliš. Neki od tih utjecaja su povezani sa samim procesom proizvodnje ambalaže, sakupljanjem ambalažnog otpada te naknadnim odlaganjem i zbrinjavanjem. Ambalaža tako može sadržavati neke opasne supstance kao što su PVC ili teški metali koji se mogu pretvoriti u rizik za okoliš.

### **Ključne riječi**

ambalaža, otpad, okoliš, dizajn.

## **ABSTRACT**

After introduction in this work a design strategy of pollution prevention in package production is explained. Recent package production uses great assortment of package materials and package designs, and because of a short package lifetime it is necessary to provide measures of package production reduction and pollution prevention. The method discussed Life Cycle Assessment.

Packaging and packaging waste can have a number of impacts on the environment. Some of these impacts can be associated with the manufacturing processes, the collection of packaging waste and its subsequent treatment or disposal. In addition packaging may contain some critical substances, PVC and heavy metals which may pose a risk to the environment.

### **Key words**

packaging, waste, environment, design.

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. DIZAJN I STRATEGIJA ZAŠTITE OKOLIŠA U PROIZVODNJI AMBALAŽE.....	2
2.1. Zeleni dizajn: Dizajn za distribuciju i pakiranje.....	2
2.1.1. Vrste pakiranja .....	2
2.1.2. Rješenje održivog pakiranja.....	2
2.1.3. Težinsko prikladan dizajn .....	4
2.1.4. Raslojavanje .....	5
2.1.5. Holistički zeleni dizajn: Lemnis Lighting .....	9
2.2. Ekološki održiv dizajn .....	10
2.2.2. Ekološki održiv dizajn orijentiran na alate .....	10
2.2.2.1. Ecodesign: Obećavajući pristup održivoj proizvodnji i potrošnji .....	12
2.2.2.2. Alat za dizajn za eko efikasnost .....	12
2.2.2.3. SOD komplet alata za dizajn orijentiranog prema izdrživosti .....	12
2.2.3. Evaluacija održivosti u istraživanju i praksi dizajna .....	13
2.2.3.1. Evolucija održivosti u dizajnu .....	15
2.2.3.2. Izbor resursa sa niskim utjecajem .....	15
2.2.3.3. Dizajn životnog ciklusa proizvoda .....	17
2.2.3.4. Sustav dizajna za eko učinkovitost .....	17
2.2.3.5. Kriteriji i smjernice dizajna .....	18
3. PLASTIKA I OKOLIŠ .....	19
3.1. Funkcije pakiranja .....	21
3.2. Prednost primjene plastičnog pakiranja .....	22
3.3. Tipovi plastičnih pakiranja .....	24
3.3.1. Polietilen visoke gustoće .....	24
3.3.2. Polietilen niske gustoće i liner polietilen niske gustoće .....	26
3.3.3. Polipropilen .....	27

3.3.4. Polistiren .....	28
3.3.5. Polivinil klorid .....	29
3.3.6. Ostala plastika .....	30
3.4. Biorazgradiva plastika .....	31
3.5. Izvor smanjenja .....	33
3.6. Recikliranje .....	35
3.7. Procjene energije i zaštite okoliša .....	39
3.8. Zakonodavstvo i regulacija .....	41
4. ZAKLJUČAK .....	45
5. LITERATURA .....	46

## 1. UVOD

Uloga ambalaže je da štiti sadržaj, reklamira proizvod te da informira kupca. Ambalaža mora štiti sadržaj jer u suprotnom može doći do njegovog oštećenja. Suvremenu proizvodnju ambalaže odlikuje veliki izbor ambalažnog materijala i oblika ambalaže. Ambalaža ima kratki životni vijek, pretpostavlja se da u roku od godine dana odlazi s tržišta i uskoro postaje otpad kojeg je potrebno zbrinuti. Odbačena ambalaža može biti industrijski otpad, otpad u trgovini, a najveći dio odbačene ambalaže postaje sastavni dio smeća. Rastući problem zbrinjavanja otpada utječe na to da se količina potrebne ambalaže drži na minimumu. Briga o otpadu počinje od pojedinca u radnoj sredini, a postaje i važan segment djelovanja velikih tvrtki u smislu razvrstavanja i zbrinjavanja otpada.

Tijekom životnog vijeka ambalaže, od osiguravanja sirovina, preko proizvodnje zatim korištenja, obrade i zbrinjavanja, nakon što postane otpad, postoje raznovrsni utjecaji na okoliš. Neophodno je osiguravati mjere smanjivanja proizvodnje ambalaže te sprječavanja nastanka ambalažnog otpada kako bi se ti utjecaji smanjivali te osigurala ušteda sirovina, energije i prostora na odlagalištu. Potrebna je uspostava odvojenog sakupljanja ambalažnog otpada kako bi se stvorili uvjeti za recikliranje te unaprijeđenje sustava prikupljanja i vođenja podataka o otpadu.

Ustanovljena je metodologija „procjena životnog ciklusa LCA“ koja procjenjuje utjecaj na okoliš ulaza i izlaza svih procesa u svim stadijima životnog ciklusa koje se odnose na učinak proizvoda.

Tijekom rada opisat će se tipovi plastičnih pakiranja, metode izrade i njihovo pojavljivanje u krutom komunalnom otpadu, pozitivni i negativni utjecaji na okoliš povezani s njihovom upotrebom i odlaganjem te izmjene na pakiranjima koje mogu smanjiti okolišne učinke.

## **2. DIZAJN I STRATEGIJA ZAŠTITE OKOLIŠA U PROIZVODNJI AMBALAŽE**

### **2.1. ZELENI DIZAJN: DIZAJN ZA DISTRIBUCIJU I PAKIRANJE**

#### **2.1.1. VRSTE PAKIRANJA**

Inženjeri pakiranja svoj svijet često razdvajaju na primarno i sekundarno pakiranje. Primarno pakiranje je sloj koji je najbliži proizvodu. Njegova funkcija može uključivati identifikaciju proizvoda, zaštitu od oštećenja, držanje više komponenata proizvoda zajedno ili privlačenje pažnje kupaca.<sup>(1)</sup>

Sekundarno transportno pakiranje inače služi u svrhu zadržavanja više dijelova proizvoda na okupu i njihovu zaštitu za učinkovit transport. Sekundarno pakiranje je najčešće odbaćeno prije nego li proizvod dođe do krajnjeg korisnika. Primarni i sekundarni načini pakiranja mogu sadržavati više slojeva i materijala. Naprimjer, ako je proizvod tekući umak, primarno pakiranje može uključivati staklenku, printanu etiketu s adhezivom na stražnjoj strani i printanim metalnim poklopcem. Sekundarno pakiranje može uključivati kartonsku kutiju s printom na vanjskoj strani, pregrade od iverice i komponente za ljepljenje kutije.

Ako je proizvod osobno pismo onda je primarno pakiranje omotnica. Dakle, tu nema sekundarnog pakiranja. Ako je proizvod brošura firme koja će biti podijeljena od trgovaca, onda sekundarno pakiranje može biti plastičan omot za set od 100 brošura, kutija od valovitog kartona za spremanje višebrojnih setova i plastični mjehuričasti omot za popunjavanje praznih prostora unutar kutija. U ovom slučaju nema primarnog pakiranja.

#### **2.1.2. RJEŠENJE ODRŽIVOG PAKIRANJA**

Ne postoji rješenje održivog pakiranja na način da jedna veličina odgovara svima, ali može se istaknuti uspješan i ključan sistem. Postoji tendencija od podjele održivog pakiranja u dvije osnovne kategorije: prolazno i trajno. Prolazno/kratkotrajno pakiranje je lagano i biorazgradivo. Dizajnirano je da traje onoliko koliko je potrebno. Prolazno pakiranje uklapa se u krug recikliranja regeneracije putem kompostiranja.

U Ujedinjenom Kraljevstvu, tvrtka zvana Greenbottle<sup>(1)</sup> razvila je zanimljivo rješenje prolaznog pakiranja, koje je sve više održiva alternativa HDPE plastičnom bokalu za mlijeko. Jedinstveni spremnik se sastoji od dva dijela: vanjska ljuska napravljena je od papirnatu pulpe i tankog fleksibilnog sloja napravljenog od biopolimera na bazi kukuruza. Ljuska daje ambalaži krutost, a sloj liner drži tekućinu i čuva je da se ne pokvari. Dva dijela se lako odvajaju tako da kupci lako mogu reciklirati proizvod u papirnatu ljusku i kompost - sloj Liner.

U.S. Poštanska služba je surađivala sa eBayem i McDonough Braungart Design Chemistry da uistinu razviju rješenje za prolazno pakiranje dostave Express Mail-a. Novo pakiranje je „Cradle to Cradle“ ovjereno, znači da je svaki aspekt sistema kompatibilan ili sa prirodnim hranjivim ciklusima ili industrijskim sustavima za recikliranje. Dizajn kutije se nije promijenio, ali proces izrade je temeljito promjenjen.

Trajno pakiranje nastoji ispuniti nekoliko „života“ prije no što bude odbačeno. Da bude u tom uspješno, pakiranje mora imati snažnu postojanost vrijednosti tako da ljudi žele biti u interakciji s njim u nekom dužem periodu. Sistem trajnog pakiranja zahtijevaju industrijsku standardiziranost, tako da više proizvođača može dijeliti centraliziran sustav prikupljanja ili čvrsto kontroliran krug distribucije i sakupljanja.

Mljekara obitelji Straus u Sjevernoj Kaliforniji razvila je učinkovito rješenje trajnog pakiranja za organske mliječne proizvode. Mlijeko se prodaje u staklenim bocama koje zahtijevaju depozit od 1,25 dolara.<sup>(1)</sup> Boce su bile fantastičan način odskakanja Straus brenda od ostalih, osiguravajući tako prepoznatljivo ime i lojalnost kupaca. Sistem

funkcionira zbog više razloga. Straus prodaje vrhunski organski proizvod, a njegova ciljana klijentela je voljna platiti nešto što smatraju pozitivnim utjecajem za okoliš. Isto tako, mali trgovci su pristali na sakupljanje pologa na svaku bocu i korištene boce koje kupci donesu natrag u trgovinu. U prosjeku jedna boca se iznova upotrijebi osam puta i povratna stopa je oko 95%.

Mljekara obitelji Straus želi prikazati važnost izdržljivosti trajnog pakiranja. Pakiranje je jedinstveno, visoke kvalitete, lijepo dizajnirano i relativno skupo što sve skupa potiče ljude da ga koriste iznova. Boce su teške i zahtijevaju značajnu količinu energije za proizvodnju.



Tvrtka dostavlja svoj proizvod na relativno male udaljenosti i uspijeva održati kontrolu nad svojim sistemom distribucije i prikupljanja, tako da se boce iskoriste više puta. Mnoge tvrtke bi oklijevale napraviti tako veliku investiciju u dizajn i infrastrukturu. Ali za obiteljsku mlijekaru Straus povratak investiranog je bio izvrstan.

Plastične vrećice za namirnice su najčešći primjer krive usklađenosti materijala i upotrebe. Njihov vijek upotrebe u prosjeku traje 10-ak minuta, držanje namirnica od trgovine do auta i od auta do kuhinje kupca. A opet njihov materijal koji je najčešće polietilenska plastika može trajati tisućama godina. Trgovine imaju dugoročnu odgovornost prema svojim kupcima da ih recikliraju, a opet nisu napravile ništa da razviju standardizirane formulacije za proizvodnju i svima dostupne sisteme za reciklažu.

San Francisco je poduzeo mjere da ispravi situaciju nametajući trgovinama da koriste biorazgradive plastične ili papirnate vrećice. U Njemačkoj, Južnoj Africi, Australiji, Kini i Indiji vlade provode slične programe i naknade za uporabu u cilju borbe protiv plastičnih vrećica koje onečišćuju okoliš.

Kao dizajneri ne bi se smjeli zadovoljiti izborom manjeg od dva zla. Trebali bi stvoriti bolja rješenja koja rješavaju funkcionalne i estetske izazove pakiranja s materijalima koji su primjereni njihovoj uporabi.

### 2.1.3. TEŽINSKO PRIKLADAN DIZAJN

Ako se dizajnira pakiranje za masovnu proizvodnju i posebno ako će pakiranje koje će se dizajnirati biti isporučivano na velike udaljenosti, prije svega treba razmisliti kako će dimenzije primarnog dizajna utjecati na sekundarni sistem pakiranja.

Dizajneri pakiranja potražiti će način da smanje „prazni“ prostor unutar pakiranja odnosno unutar kutije, palete pa čak i unutar kontejnera u kojem se šalje. Za velike tvrtke prostorna i ekonomska ušteda može biti iznenađujuće visoka. Ikea, div u proizvodnji kućanskog namještaja savladala je ovaj koncept s namještajem kojeg kupci sami sastavljaju.

Najjednostavniji način da se omogući prazni prostor je to da pakiranje bude pravokutno i da točno stane u kutije u koje se pakira. Ali to uvijek nije praktično i poželjno. Moglo bi biti zanimljivije da se razmisli o drugim načinima kojim bi se pakiranja mogla uglaviti,

posložiti da taman sjedne bez viška prostora. Trapezoidni oblici se lijepo ugnježđuju kao i pakiranja sa nekom vrstom s-krivine.

Proizvođači umaka od graha iz Oregona pakiraju proizvod u 16-uncne polipropilenske tube. Tube se najčešće isporučuju u pakiranju od dvanaest komada po kartonu. Konvencionalan raspored je „šest dolje, dva gore“ (svaki od dva sloja po šest tuba) što je rezultiralo tome da je kutija vrlo plitka i zahtijeva sveukupno 745 kvadratnih inča valovite ljepenke. Alternativni raspored je „četiri dolje, tri gore“. U ovakvom pristupu, svaka kutija drži tri sloja po četiri tube. Kartonska kutija tako zahtijeva samo 704 kvadratnih inča valovite ljepenke. Sadrži isti broj tubi ali sa 5.6% smanjenog utroška materijala kada bi usporedili sa konvencionalnim dizajnom. Popunjene kutije se isporučuju kompaktnije na standardnim paletama, dopuštajući 7.7% više proizvoda na tipičnoj 40 x 48 paleti. Najučinkovitiji oblik je kutija gdje su dužina i visina jednake ili vrlo slične, gdje je širina otprilike polovica dužine.

Dizajneri također mogu promijeniti veličinu kutije da bolje odgovara veličini primarnog pakiranja. Lakše je izračunati volumen valovite kartonske kutije množeći visinu sa širinom i dubinom. Također je lako izračunati površinu prostora kartonske kutije (visina x širina svake strane pomnožimo zajedno, uključujući i klapne). Izmjenom načina na koji su proizvodi poslagani unutar kutije, može se održati potreban volumen, ali iskoristiti manje kartona za kutije. Za uzvrat ovo bi moglo uštedjeti novac kod isporuke.

#### 2.1.4. RASLOJAVANJE

Strategija za poboljšanje ekološkog profila sistema za pakiranje je dizajniranje nekih od slojeva. Ovo bi značilo da dizajn vrši višenamjensku funkciju sa jednim slojem, tako da dodatan sloj postaje nepotreban. Naprimjer, recimo da se trebaju dostaviti tisuće printanih brošura u domove ili urede kupaca. Tipično rješenje bi bilo da se brošure stave u omotnice sa printanom adresom i da se pošalje. Ali moglo bi koštati manje i utrošiti puno manje stvari ako bi planirali unaprijed i dizajnirali brošuru kao „samo pošiljalačku“. Primjer su novinski letci i katalozi. Ali mnoge stvari koje tipično koriste omotnice mogle bi biti zamišljenje kao samopošiljalačke. Tokom godina u tvrtki Celery<sup>(1)</sup> kreirano je samopošiljalačko zaglavlje, prezentacijski folderi, cd nakiti i fascikl za bilješke. U svakom

slučaju pokušalo se eliminirati materijal koji je potreban za distribuciju (omote) premišljajući se oko dizajna.

Kao dio sveukupnog sustava identiteta za neprofitnu ekološku organizaciju The natural Step, Celery je kreirao jedinstveno samopošiljalačko zaglavlje. Svaki list ima specijalno dizajnirane perforacije i rezultate. Korisnik samo treba isprintati pismo s adresom na poleđini te ga saviti na rezultatnim linijama, zatvoriti pismo, dodati markicu i poslati, bez upotrebe omotnice.

Drukčija strategija za dizajniranje slojeva pakiranja je mijenjanje načina na koje se stvari dostavljaju. Dostava od vrata do vrata najčešće se pripisuje carstvu pizza kupona i političkih flyera koja ima interesantan potencijal za zelene dizajnere. Upravo zato što je ručni proces, dizajner nije limitiran dizajnama i materijalima koji idu zajedno sa poštanskom mašinerijom. Možda bi bio dobar primjer da brošura visi s rukohvata. Mogla bi biti zajedno sakupljena sa gumicom u boji ili stavljena u prenamjenjivu torbicu od materijala. Svaka od ovih ideja mogla bi pridobiti više pažnje od standardne omotnice jer je standardna omotnica veći trošak. Ako se dostavlja kupcima u relativno malom geografskom području, mogla bi biti zapravo i jeftinija osobna dostava nego da se plate omoti i poštarina.

Elephant Pharmacy je preprodavački lanac koji je stacioniran u Sjevernoj Kaliforniji, koji se fokusira na prirodnim, zdravim i wellness proizvodima. Celery je pomogla da tvrtka lansira svoj prvi dućan s jedinstvenom i direktnom poštanskom kampanjom. Projekt je zamišljen na način da se daruje malim poklonom 30 000 ljudi. Ova jednostavna izmjena perspektive utjecala je na cijeli projekt. Kao ishod darovna kutija je sadržavala uzorke proizvoda prirodnih, zdravih i wellness proizvoda zajedno s ilustriranim kuponima. Pošiljka je bila konstruirana od reciklirane iverice zajedno s ručkom za otvaranje koja iskače.

Svaka kutija je bila dostavljena sa svježim cvijetom, umetnutim u papirnatu traku koja je opasivala kutiju. Cvijet je bio ideja Elephantinog osnivača i CEO koji su doista prigrlili koncept direktne pošte kao prilike za darivanje. Dvije godine poslije, Celery je imao priliku pomoći tvrtki Elephant da proizvede drugu kampanju, direktne dostave. U tom periodu tvrtka se proširila u četiri trgovine i proširio se njihov broj kupaca. Ponovile su se neke od jedinstvanih iskustava korisnika s darovnom kutijom ali se značajno smanjila cijena po komadu, što je rezultiralo dizajnom u obliku špila karata oko kojeg je omotana gumena

traka. Svaka karta ima koristan savjet na jednoj strani i zabavnu aktivnost na drugoj strani. Jedna karta objašnjava pogodnosti joge pod naslovom „budi fleksibilan“. Pozadina karte pokazuje „finger pilates“ vježbu koju ljudi mogu pokušati izvesti koristeći gumenu traku koja je pridržavala karte zajedno. Druga karta objašnjava kako napraviti jing-jang flip karticu, opet koristeći gumenu traku. Ovdje je ideja bila potaknuti čitača i izmijeniti pakiranje u esencijalni dio korisničkog iskustva. Predmet je dostavljen tako da se objesio na rukohvat i tada nije bila potrebna vanjska omotnica. Gumena vrpca je napravljena od prirodnog lateksa koji je razgradiv, a papir je 100% od recikliranog materijala. Veličina karti je bila određena da se uštedi materijal izrade te izrada oštih kutova da se smanji količina neiskorištenog materijala. Ovakav način izrade je pomogao da se uštedi novac kod izrade i dostave, a s tim da se postigne Elephant brand.

Programi CSA (Community supported agriculture, Zajednica za podržavanje agrokulture) predstavljaju još jedan zanimljivi model učinkovite distribucije. Umjesto da idu u kupovinu, ljudi se mogu preplatiti direktno kod najbliže farme organskih proizvoda i dobivati tjednu pošiljku sezonske hrane. Ovaj sistem omogućuje kupcima svježe sezonske proizvode i farmere sa redovitim prihodima. Jednom tjedno radnici farme Riverdog u Sjevernoj Kaliforniji pakiraju svježe ubrano voće i povrće u kartonske kutije. Salata i luk su slobodne u kutiji. Šparoge su svezane sa gumicom. Malene rajčice su upakirane u manje prozirne plastične vrećice. Kartonske kutije se ukrcavaju u kamion i voze oko 90 milja do mnogih lokacija za istovar u okolici San Francisca. Princip je takav da se stane na jednoj od lokacija iskrcaja, stavi se potpis svog imena na listu i ponese se kutija hrane.

U njihovom sustavu nema bar kodova, plastične folije ili plastičnih posudica za slaganje povrća. Proizvod ne ide kroz mnogobrojne faze distribucije, skladištenja i stajanja na policama. Rezultat toga je da većina načina pakiranja koje pronalazimo u super marketima, ovdje je zapravo nepotrebna. Nadalje većina pakiranja u CSA se može upotrijebiti više puta. Svaki tjedan kad se odlazi po novu kutiju svježih namirnica, vraća se kutija od prošlo tjednih namirnica. Na kraju program CSA nude napredan način kupovanja svojim kupcima. Usporedimo li ga sa kupovinom u super marketima, nema čekanja u dugim redovima i dugih vožnji do trgovina.

Riječ uspori, krećeš se prebrzo proturiječi našoj duboko ukorijenjenoj predodžbi o učinkovitosti, ali premještajući stvari ubrzano po svijetu i nije vrlo učinkovito. Drugim riječima učinkovito je što se tiče vremena, ali to ide na račun ekološke i ekonomske učinkovitosti. Generalno govoreći što se brže pošalje nešto, to se više emitira stakleničkih plinova. Elektronska pošta je primjetna iznimka u pravilu: poruke se dostavljaju gotovo istog trenutka, bilo gdje u svijetu s gotovo nikakvim ekološkim tragom. Osim toga najbolji način je prekoceanskim prijevozom, željezničkim ili putem kamiona. Zaprepašujuća činjenica je da avionski prijevoz emitira trideset tri puta više stakleničkih plinova nego brod koji prevozi teret. Više se činjenica da će nešto biti poslano i uručeno od danas do sutra ne čini toliko učinkovita.

Ako će projekt isporuke ići na duže relacije, grafički dizajneri mogu pomoći da se smanji njen utjecaj na klimu tako da utroše više vremena na izradu rasporeda na model sporije isporuke. Ispada da je odugovlačenje neprijatelj zelenog dizajna. Ako su rasporedi isporuka pretijesni za sporiji način transporta možda bi projekt isporuke bio kandidat za elektronsku isporuku.

*Digitlizacija, Decentralizacija, Na zahtjev.* Jedan zanimljiv koncept koji bi trebali imati na umu zeleni dizajneri kod rada na visokopofilnim projektima je distribuirano tiskanje. Umjesto da proizvode tisuće ili milijone stvari na jednom mjestu i šalju ih diljem svijeta (tiskaj pa isporučuj model), često ima više logike poslati digitalne spise printerima u nekoliko regija i printati samo količinu koja je potrebna za pojedinu regiju (isporuka pa tiskaj model).

*Hibridno izdavaštvo.* Dostavljanje informacija na web je često jeftinije nego komunikacija putem tiskovina i u većini situacija uzrokuje manje ekološke štete. Međutim, tiskani medij ima neke prednosti kod korisničkog iskustva. Tiskovina je opipljiva, stabilna i postojana, tako da publika često tiskanu riječ doživljava autoritativnijom i pouzdanijom nego digitalnu. Tiskovina je prenosiva i nezavisna (ne treba vam električno punjenje za brošuru da biste je mogli ponijeti sa sobom). Također tiskovina ima efekt koji se nameće to znači da publika može dobiti dizajnirane poruke bez ulaganja truda (kao npr. utipkavanja neke e-mail adrese). Jedan od izazova za zelene dizajnere je pronalazak načina za uporabu digitalnog medija niskog utjecaja bez da žrtvuju učinkovito korisničko iskustvo. Ovo najčešće

rezultira hibridnim izdavačkim modelom koji ujedinjuje tisak i digitalni medij u integriranu kampanju.

Lako se uoči razvoj ovog hibridnog modela u napretku Hewlett-Packard globalnog građanskog izvješća. Evolucija ovog projekta pokazuje stalni pomak fizičkog objekta prema grupi materijala u nekoliko medija, ciljano na nekoliko različitih tipova publike. Projekt nedvojbeno ostavlja manji trag na okoliš sada nego 2002 godine, ali isto tako ima veće šanse da dopre do ciljane publike.

Godine 2002. Celery je dizajnirao HP-ov prvi takav izvještaj koji je tada nazvan „Social and Environmental Responsibility Report“. <sup>(1)</sup> To je bio konvencionalan printani izvještaj od 68 strana.

Godine 2003. ime je promjenjeno u „Global Citizenship Report“. Također je kreiran PDF file izvještaja, koji je imao mogućnost skidanja s interneta.

Godine 2004. printalo se 20 strana skraćenog izvješća kao dodatak 80 strana punog izvješća. Također je kreiran PDF izvještaj koji ima mogućnost preuzimanja u potpunosti.

Godine 2006. prelazi na HTML, baziranu web stranicu i potpuno PDF izvješće koje ima mogućnost internetskog preuzimanja, ali nije se printalo potpuno izvješće. Samo je isprintano skraćeno izvješće od 20 strana.

Ovaj sistem isporuke i pakiranja uvelike je utjecao na oblik i ekološki utjecaj na posao koji grafički dizajneri imaju. Ovi sistemi su prebitni i prezreli za inovacije da ih grafički dizajneri ignoriraju.

### 2.1.5. HOLISTIČKI ZELENI DIZAJN

Lemnis je nizozemska tvrtka koja proizvodi umjetničko izdanje LED žarulja. Žarulje koriste 90% manje energije u usporedbi sa žaruljama sa žarnom niti i gotovo pola energije CFL žarulje. Traju 35 godina (6 puta duže nego fluorescentne žarulje) i ne sadrže otrovnu živu. To je revolucionarni proizvod s velikim beneficijama za okoliš. Žarulja tvrtke Lemnis je skupa. Dugoročno gledajući svaka žarulja svom vlasniku uštedi oko 250 dolara, ali prvo netko mora uložiti 25 dolara da je kupi. To je mnogo novca kojeg treba dati unaprijed u

usporedbi s cijenom standardne žarulje od 1,5 dolara ili čak 6 dolara koje bi dali za „energetski učinkovitu“ CFL žarulju.

Dizajnerski je izazov predstaviti kupcima da je žarulja od 25 dolara dobra investicija za njih i za okoliš. Celery je počeo projekt širokog raspona i cjelovit dizajnerski proces. Lemnis pakiranje je jednostavan i oplemenjen sa mnogo bijelog prostora i slikom umirujućeg ambijenta.

Oblik za koji su se odlučili je skraćena piramida. Ovaj oblik se ističe na polici i žarulja dobro sjeda unutra. Ime žarulje je Pharox, po svjetioniku koji je jedan od sedam svjetskih čuda antičkog svijeta, a oblik piramide je u skladu s tim. Također se lijepo slaže u kontejnere za prijevoz robe, što je čini solidnim „dizajnom za slanje“. Ambalaža za pakiranje je od 100% recikliranog papira za pakiranje. U pakiranje može stati 6 kutija žarulja u kutiju uspravno (dizajn za proizvodnju). Kutija se presavijajući zatvara bez ikakvog ljepila što pruža mogućnost reciklaže (dizajn za sudbinu).

Sve se ovo pripisuje jedinstvenom pakiranju za žarulju. Zamišljene su sve potencijalne sudbine ovog pakiranja osim hrpe otpada iz smeća. Kutija je dizajnirana tako da je kupci mogu odmotati, izokrenuti i koristiti pakiranje kao sjenilo za luster. Bespalatan poklon, lijepa priča i totalno drukčije iskustvo marke za ovu novu tehnologiju.

Ništa od navedenog nije bilo unaprijed isplanirano. Proces dizajniranja promijenio je krajnji dizajn i naravno promijenio je Lemnisovo mišljenje o pakiranju. Umjesto da bude troškovna stavka i podloga za poruke, pakiranje je postalo izvor vrijednosti i markovne diferencijacije. Očito je da je kutija u obliku piramide skuplja od standardne pravokutne kutije ili plastično blister-pakiranje koje se koristi za kompaktne fluorescentne žarulje. Pakiranje nije skuplje u postotku cijene žarulje, a nudi nešto drugo na tržištu i dugotrajniju vrijednost marke.

## **2.2. EKOLOŠKI ODRŽIV DIZAJN**

### **2.2.2. EKOLOŠKI ODRŽIV DIZAJN ORIJENTIRAN NA ALATE**

U ovom poglavlju se govori o alatima koji su razvijeni upravo za proces dizajna koji je okrenut prema ekološki održivim rješenjima. Podijeljeni su i opisani prema različitim stadijima u kojima se upotrebljavaju:

- Alati koji su konstruirani za određene ekološke ciljeve
- Alati za proizvod LCD (Life Cycle Design)
- Alati za dizajn za eko efikasnost

Povijesno gledajući prvi alati su razvijeni kao nadomjesni alati za dizajn procesa za povećanje određenih dobrobiti za okoliš. <sup>(1)</sup> Ovi alati su namijenjeni za:

- Odabir materijala s niskim utjecajem
- Smanjenje toksičnih i opasnih materijala
- Dizajniranje za reciklažu
- Dizajniranje za rastavljanje
- Dizajn za preradu
- Različite standarde za okoliš i regulacije

Ti alati mogu biti korisni, ali i dalje samo podupiru rješenja za koja su konstruirana. Prigodnija radna hipoteza bi trebala uzeti u obzir LCD (Life Cycle Design, Dizajn životnog ciklusa) <sup>(2)</sup> pristup. Može se dogoditi da ponekad alati umjesto da smanje utjecaj zapravo zanemaruju bitnije probleme unutar istog sistema proizvoda ili budu u problemima kada integriraju rezultate u proces i druge dizajnerske alate.

Različiti alati za podupiranje dizajna su evoluirali, pojačavajući njihov kapacitet i učinkovitost unutar okvira za smanjenje utjecaja na okoliš kroz cijelu proizvodnju životnog ciklusa. Neke smjernice bi se mogle istaknuti:

- Primjeniti ciljeve na svakoj fazi životnog ciklusa
- Integrirati LCA (Life Cycle Assessment, Životni ciklus proizvoda)
- Integrirati smjernice u svakoj fazi razvoja proizvoda
- Odrediti prema sektorima roba različitih proizvoda od vrste proizvoda
- Prilagoditi prema različitim fazama razvoja i uključenih stručnjaka



- Integrirati s alatima za dizajn i procedurama koje se trenutno koriste (kao što su CAD i CAM)

#### 2.2.2.1. ECODESIGN: OBEĆAVAJUĆI PRISTUP ODRŽIVOJ PROIZVODNJI I POTROŠNJI

Razvijen je od TU Delft, Nizozemska, povjerenstvo UNEP priskrbljuje globalni pristup definiranju strategije za razvoj održivog proizvoda i pragmatične metodologije za integriranje zaštite okoliša u normalnu dizajnersku praksu.

EDIP<sup>(2)</sup> (Environmental Design Strategies, Okolišna dizajnerska strategija), Environmental Specification, Environmental Design and Rules. Ovo je set software-a za podršku dizajnerskih odluka tijekom različitih faza razvoja, integriran sa LCA sistemom.

Eco Design Tool je kompjuterski program razvijen od strane Design for the Environment Research Group MMU i Nortel temelje se na stručnim pravilima za pružanje pomoći kod dizajnerskih odluka u raznim fazama razvoja. Sistem je kreiran unutar većeg projekta DE-EDS (Design for Environment Decisions Support, Dizajn za okoliš za podršku o odlučivanju) i stavljen je u korištenje od strane istraživačkog vijeća inženjeringa i fizičkih znanosti.

#### 2.2.2.2. ALAT ZA DIZAJN ZA EKO EFIKASNOST

Razvijene metodologije i alati za dizajn za ekološku učinkovitost su još uvijek vrlo limitirani. Krična pitanja u takvom razvoju su uvijek povezana s teškoćama analize složenih sustava. Kriteriji ne bi trebali biti drukčiji od proizvodne razine osim stavljanja većeg naglaska na smanjenje u transportu i distribuciji. Faze su više vidljive na razini sustava.

#### 2.2.2.3. KOMPLET ALATA ZA DIZAJN ORIJENTIRAN PREMA IZDRŽIVOSTI

Komplet alata za dizajn orijentiran za izdrživost razvijen je unutar istraživanja MEPSS-a (Methodology for Product Service System, Metodologija za sistem usluge proizvoda)<sup>(2)</sup> i financirali su ga VI Framework program EU. Cilj ovog kompleta alata je orijentirati dizajn sistema prema održivim rješenjima. Potrebno je definirati nekoliko kriterija održivosti te osigurati odgovarajuću provjeru.

Kriteriji prilagođeni za ekološke dimenzije su:

- Optimizacija životnog vijeka sustava
- Redukcija transporta/distribucije
- Redukcija potrošnje resursa
- Smanjivanje emisija i otpada
- Poboljšanje obnovljivosti/biokompatibilnosti
- Toksičnost, neotrovnost

### 2.2.3. EVALUACIJA ODRŽIVOSTI U ISTRAŽIVANJU I PRAKSI DIZAJNA

U ovom poglavlju istaknute su glavne faze ljudske svijesti oko pitanja okoliša i održivog razvoja. Povijesno gledajući od postavljanja pitanja oko okoliša tokom druge polovice prošlog stoljeća, pristup čovječanstva se pomaknuo od pristupa „end of pipe“ prema postupcima koje ciljaju na prevenciju. Drugim riječima pomakli smo se sa postupaka i istraživanja koji su fokusirani isključivo na sustavu saniranja zagađenja prema istraživanju inovativnih pokušaja koji imaju za cilj smanjenje onečišćenja odmah u izvoru. Geslo United Nations Enviromental Programme i drugih instiuta je postala čišća proizvodnja, definirana kao „stalna redizajniranja industrijskih procesa i proizvoda kako bi se spriječilo onečišćenje i generiranje otpada, te rizika za ljude i okoliš“. Pitanje okoliša shvaćeno je kao utjecaj sustava proizvodnje-potrošnje na ekološku ravnotežu, počelo se postavljati u drugoj polovici 1960-ih kao posljedica ubrzane i proširujuće industrijalizacije. Iz tog vremena možemo se prisjetiti zagađenja Velikih jezera Sjeverne Amerike, prve ekološke katastrofe uzrokovane pranjem ulja teretnih tankova tankera u jezeru ili žrtava smoga u nekim industrijskim državama.

Prvi znanstveni radovi koji se bave tim problemima objavljeni su na početku 1970 godine. Internacionalne studije i debate počele su uzimati u obzir pogoršanje i iscrpljenost prirodnih izvora kao nepoželjne efekte industrijskog razvoja. Prirodne granice našeg

planeta postale su sve uočljivije. Prvo u pogledu nekontrolirajućeg tehnološkog razvoja proizvodnje i potom u vidu porasta populacije na svjetskoj razini.

Internacionalna debata o pitanjima okoliša se proširila dalje tokom 1980 godine. Pritisak javnog mišljenja se intenzivirao i institucije su zauzele njihovo mišljenje u nizu ekoloških normi i pravila koja ispituju proizvodne aktivnosti i koje se temelje na načelu da onečišćivač plaća.

Godine 1987. UN World Commission on environment and development je izradio važnu studiju da bi dao indikacije o budućnosti čovječanstva. Ovo izvješće je nazvano „Our Common Future“ i bilo je prvo koje definira održivi razvoj kao “razvoj koji je u susretu sa potrebama sadašnjosti bez kompromitiranja mogućnosti da buduće generacije mogu zadovoljiti svoje vlastite potrebe”.

Tokom 1990-tih pitanja okoliša su ušla u fazu zrelosti. Briga o okolišu: strategija za održiv život, objava za World Conservation Union (IUCN) od strane United Nations Environment Programme and World Wide Fund for Nature (WWF) koristi definiciju za održivi razvoj: “poboljšanje kvalitete ljudskog života unutar granica kapaciteta za zaštitu eko sistema”. Tako to naglašava mogućnost poboljšanja uvjeta za ljude prilikom čega se čuva zemljin kapacitet da sama regenerira svoje resurse. Ove dvije definicije ako uzmemo zajedno u obzir opisuju održiv razvoj kao praksu koja donosi beneficije ljudskim bićima i eko sustavu u isto vrijeme.

Još jedan povijesni događaj ovih godina je bio UNCED (United Nations Conference on Environment and Development, Konferencija Ujedinjenih naroda o okolišu i razvoju) koji se održao u Rio de Janeiro-u 1992. godine. Od 1994. godine održivi razvoj i okolišna održivost su formirale temeljno mjerilo u petom Environmental Action Programme Europske komisije. Ove i druge inicijative su priskrbile stalnu integraciju koncepta održivog razvoja sa dokumentima svih internacionalnih organizacija, kao model za preorijentaciju socijalnog i produktivnog razvoja.

U drugoj polovici 1990. serija studija i analiza dovela je do jasnijeg shvaćanja dimenzije potrebnih promjena da bi se postiglo društvo koje je učinkovito i globalno održivo. Uvjeti za održivost mogu se postići sa drastičnim smanjenjem konzumacije prirodnih resursa u usporedbi sa prosječnim utroškom naprednih industrijaliziranih društava. Neke studije uzimaju u obzir demografski rast i pretpostavljaju porast zahtjeva za dobrobit u trenutno ne naprednim zemljama, a to je pokazalo zapanjujući rezultat. U 50 godina uvjet za održivost

će se moći postignuti samo ako se podigne eko učinkovitost proizvodnje, sistem utroška za najmanje deset puta.

Nadalje 2000 (sljedeći Johannesburgsku konferenciju i 10 godina poslije Rio de Janeiro) potreba svijesti i aktivnog angažmana svih socioloških sudionika uključenih u krug proizvodnje-potrošnje nikad nije bio prisutniji i izgovaraniji. Nova geneacija profesionalaca sa interdisciplinarnim profilom moraju imati potrebna znanja i alate da znaju kako raditi.

Potencijalna uloga za dizajn raste zbog razloga proširenih interesa u proizvodnji i usluzi inovacija i još više zbog drastičnih promjena u kvaliteti koja određuje ponudu, smatra se da je to estetska i socijalna dimenzija. Ova rastuća uloga je vidljivo i učinkovito ušla u praksu i istraživanje dizajna.

### 2.2.3.1. EVOLUCIJA ODRŽIVOSTI U DIZAJNU

Prva razina na kojoj su mnogi teoretičari i akademici radili je selekcija resursa s niskim utjecajem na okoliš: na jednoj strani materijali, a na drugoj energetske izvori. Glavne teme su bile eliminacija toksičnih supstanci, mogućnost reciklaže, biorazgradivost i obnavljajući izvori.

Od druge polovice 1990. godine pažnja se djelomično pomakla na razinu proizvoda, prema dizajnu proizvoda sa malim utjecajem na okoliš. Tih godina, postalo je očito koji se utjecaj na okoliš može pripisati proizvodu i kako ih procijeniti: dio rasprave je bio ponovno postavljen na dizajn za održivost počevši od sustava inovacija na značajno širu dimenziju u odnosu na jedan proizvod.

### 2.2.3.2. IZBOR RESURSA S NISKIM UTJECAJEM

Temeljna pitanja i kriteriji resursa niskog utjecaja mogu se identificirati pri ulasku u znanstvene i kulturološke rasprave, a kasnije u dizajnersku praksu. Jedno od prvih pitanja je toksičnost i štetnost materijala. Ona su već rezultirala sa mnogim regulacijama, ali nove ažurirane procjene se još obračunavaju. Kao dodatak tradicionalnim sposobnostima u samom dizajnu, zahtijeva se od dizajnera prošireno znanje o vezanim normama i usvajanje u biti općeg načela opreznosti.

Drugo povezano pitanje koje se podiglo s komparativnom dvosmislenošću je prirodnost materijala. Ova dvosmislenost sa svojim terminološkim korijenima, koja je bila i još uvijek je prihvaćena od mnoštva, tvrdi da “prirodni” materijal nema nikakvog ekološkog utjecaja na okoliš, u najmanju ruku ima sličan onom sintetičkog materijala. Ovaj argument kao što je shvaćen sad je pogrešan iz dva razloga: prvo u prirodi toksičnih i štetnih supstanci ima u obilju, čak i sada priroda uzrokuje više toksičnih supstanci od čovjeka, budući da priroda proizvodi više toksičnih supstanci od čovjeka, čovjek ih proizvodi na način da izmjenjuje supstance i tako stvara od ne toksičnih toksične, znači on izmjenjuje njih u svrhu proizvodnje proizvoda. Drugo, praktično svi prirodni materijali su podloženi seriji procesa sa ciljem da postanu koristivi u proizvodnji, svi ti procesi imaju svoj utjecaj na okoliš.

Druga usko povezana tema koja još uvijek ima velik utjecaj među drugim velikim problemima okoliša je zbrinjavanje otpada, posebno reciklaža materijala i spaljivanje sa svrhom da se obnovi sadržana energija. Tretiranje dizajna za reciklažu zahtijeva tranziciju od procjene mogućnosti reciklaže materijala prema ekonomskoj i tehnološkoj izvedivosti sveobuhvatnog procesa. Tako se izbori dizajna moraju fokusirati na morfologiju i arhitekturu proizvoda i korelaciju dizajna sa cijelim putem reciklažnog materijala. Dizajn za reciklažu mora pokriti komplet indikacija koje ciljaju na olakšavanje svakog pojedinog stadija: sakupljanje, transport, rastavljanje i naposljetku čišćenje, identifikacija i proizvodnja sekundarnih sirovih materijala. Sučeljavanje sa povećanjem životnog vijeka materijala udružuju se drugi koncepti: zajedno sa “kako napraviti” isto je važno “kako rastaviti”. Značajan događaj za ovaj koncept je bila „načiniti i rastaviti“ promovirano od strane Politecnico di Milano 1993. godine.

Druga rasprava se odnosi na temu biorazgradivosti. Koliko god je važno za materijale da se mogu ponovno integrirati sa eko sustavima za mnoge proizvode biorazgradivi materijali bi mogli predstavljati problem preranog isticanja roka valjanosti: ovo za uzvrat stvara nove proizvodne i distribucijske procese iz razloga zamjene i odbacivanja.

Zadnje ali ne manje važno dolazi pitanje obnovljivih izvora energije i materijala, ili istraživanje i razvoj različitih alternativnih izvora energije kao solarna energija vjetra, vode, vodika te elektrana na biomasu i njihova integracija u sustav proizvodnje.

### 2.2.3.3. DIZAJN ŽIVOTNOG CIKLUSA PROIZVODA

Tokom druge polovice 1990. pojavila se nova disciplina u dizajnu proizvoda s niskim utjecajem, ona se konkretnije i realističnije mogla nositi sa kompleksnošću teme. Postalo je jasno što se misli pod zahtijevanjima okoliša industrijskog proizvoda: koncept analize životnog ciklusa LCA.

Metodologija analize životnog ciklusa proizvoda (LCA) <sup>(18)</sup> je ustanovljena, ona procjenjuje utjecaj na okoliš ulaza i izlaza svih procesa u svim stadijima životnog ciklusa koje se odnose na učinak proizvoda. Životni ciklus proizvoda nije bio rođen u ciklusu dizajna i zbog tog razloga ima svoje granice kao alat za dizajnere. Ima jak utjecaj na istraživanje dizajna koje je osim toga počelo koristiti izraz LCD (Life Cycle Design) koji se zapravo bavi sa dizajnom životnog ciklusa proizvoda. Ovaj izraz je usko povezan sa eco dizajnom i dizajnom za okoliš. Inzistiralo je na podrazumijevanju cijelog životnog vijeka unutar procesa dizajna, zajedno sa svim procesima potrebnima za proizvodnju materijala, proizvoda, distribuciju za upotrebu i za raspolaganje kao samostalne jedinice.

Drugi temeljni kriterij LCDa je dizajniranje funkcije koju proizvod mora osigurati radije nego sam proizvod. Zbog ovog udruženja sveukupna analiza procjenjuje da li je utjecaj na okoliš manji i za koliko mnogo.

#### 2.2.3.4. SUSTAV DIZAJNA ZA EKO UČINKOVITOST

Kriteriji za proizvod LCD dolazi do prepreke u tradicionalnom modelu opskrbe prodaje proizvoda, tako da je potrebno proširivanje kriterija za povećanje vjerojatnosti inovacije proizvoda. Ovaj novi pristup sistemu inovacija krenuo je u dva smjera:

- Uzimanje u obzir da je sistem integrirana mješavina proizvoda i usluga koji su zajednički sposobni zadovoljiti zadanu naredbu za dobrobit (sistem u kojem je pažnja usmjerena na eko efikasnost mogućeg partnerstva između socio-ekonomije aktera koji sudjeluju u lancu vrijednosti)
- Smatranje sistema kao otvorenog umjetno stvorenog ekosustava koji pokušava smanjiti emisije plinova i otpada (sistem industrijske simbioze u kojoj je pozornost usmjerena na tok resursa ulaza i izlaza različitih tipova proizvoda)

Okolišna vrijednost se još procijenjuje kao sažet utjecaj svih životnih ciklusa proizvoda i usluga koji čine sistem opskrbe kao i njihova funkcionalna jedinica.

Fragmentacija društvenih aktera uz životni ciklus proizvoda (u tradicionalnoj ekonomiji industrijskih društava) isključuje ekološku učinkovitost sistema životnog ciklusa preklapajući se sa ekonomskim interesom sudionika.

U slučaju sistema uslužnog proizvoda koji odgovara na zahtjev. Proizvođači nisu vezani za ovaj odnos, ali su vezani za smisao serijskog korištenja otpada i emisije plinova procesa proizvodnje. U tom slučaju govorimo o sistemu ekološke učinkovitosti koja je rezultat novog približavanja (s ekonomskim interesom) između dioničara: inovacije su ne samo na razini proizvoda, nego nastaje i novi odnos između različitih aktera.

Tako ostaje unutar sposobnosti unutar strateškog dizajna je u okviru nadležnosti strateškog projektiranja, sudjelovanja dizajnom i dizajnom novih oblika partnerstva između različitih dioničara. Oni pripadaju određenoj vrijednosnoj konselaciji ili simbiozom povezanom procesu proizvodnje.

Diskursi su privukli okolišno održiv dizajn i strateški dizajn te zajedno skovali izraz: „strateški dizajn za održivost“, istaknuvši činjenicu da dizajn za okolišnu održivost mora iskoristiti i integrirati metode i alate strateškog dizajna i obrnuto.

#### 2.2.3.5. KRITERIJI I SMJERNICE DIZAJNA

##### SMANJITI POTROŠNJU MATERIJALA

- Izostaviti materijal u proizvodu ili neke od njegovih komponenata
- Digitalizirati proizvod ili neke od njegovih komponenata
- Izbjeći prevelike dimenzije
- Smanjiti gustoću
- Izbjeći dodatne komponente s malom funkcionalnosti <sup>(2)</sup>

##### SMANJIVANJE OSTATAKA I OTPADA

- Izabрати proces koji umanjuje ostatke i otpatke materijala tokom proizvodnje

- Uključiti simulacijske sustave za optimiziranje transformacijskih procesa

## UKLJUČITI ŠTO VIŠE UTROŠNO UČINKOVITIH SUSTAVA

- Dizajn za što učinkovitiju potrošnju operativnog materijala
- Dizajn za što učinkovitiju opskrbu materijala
- Dizajn za što učinkovitiju upotrebu materijala
- Sustav dizajna za utrošak pasivnih materijala

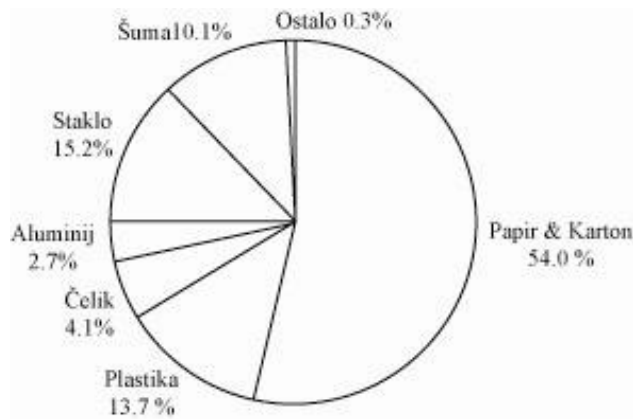
### 3. PLASTIKA I OKOLIŠ

U SAD-u približno 25% ukupne proizvedene plastike koristi se u pakiranju. Papir i karton su najčešći materijali koji se koriste za pakiranje, dok je upotreba plastike u brzom porastu. Ima široku namjenu u kontejnerima, fleksibilnom pakiranju i u drugim formama. Dok se često koristi sama, također je bitna u primjeni gdje je kombinirana sa drugim materijalima u premazivanju i kao sloj u višeslojnoj stukturi. U takvoj primjeni plastika doprinosi važnim svojstvima kao što je jednostavnost formiranja, toplinsko izoliranje, barijere, fleksibilnost, udarna čvrstoća, mala težina, smanjena veličina paketa i mali trošak. Međutim s vremenom na vrijeme, plastično pakiranje je patilo zbog negativnih potrošačkih opažanja koje su krenule od vjerovanja da je sva plastika povezana sa opasnim emisijama plinova jer strahuju da komponente iz plastičnog pakiranja mogu prijeći na proizvod i štetiti ljudskom zdravlju.

Većina pakiranja ima životni vijek manje od godinu dana. Niz izvještaja od Environmental Protection Agency - EPA<sup>(19)</sup> (Agencija za zaštitu okoliša) o općinskom komunalnom otpadu MSW (Municipal Solid Waste, Kućni otpad), dok nije jasno precizirano na prijavljivanje korištenja plastičnog i drugog materijala za pakiranje, omogućuje korisnu procjenu sveukupne uporabe plastičnih i drugih materijala za pakiranje kao i informaciju o doprinosu različitih tipova plastičnih pakiranja te problema s otpadom. Slika 1 pokazuje proporcije raznih tipova materijala za pakiranje u U.S. koje je izazvao kućni otpad prije

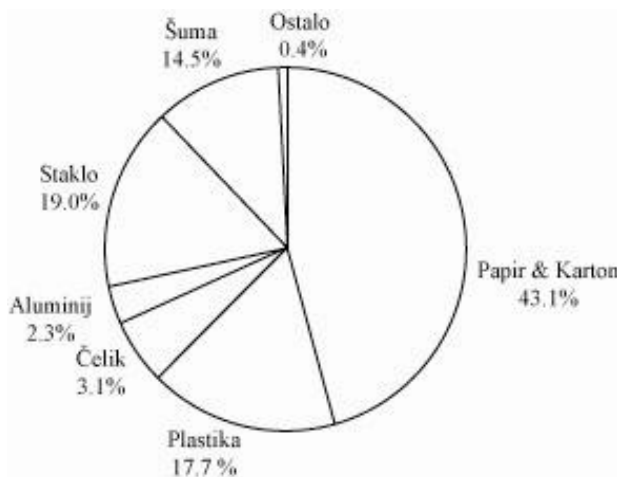
oporavljanja 1998. godine. Plastika iznosi nešto manje od 14% svih ambalaža u kućnom otpadu po težini.



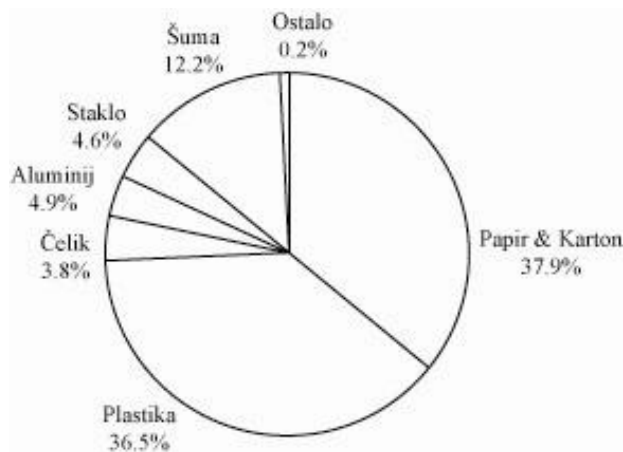


Slika 1: Pakiranje u U.S. koji je izazvao kućni otpad, 1998

Doprinos plastike odlagalištima je podzastupljen ovom vrijednosti. Važno mjerenje na odlagalištima je doprinos volumenom, ne težinom. Zbog njene male gustoće usporedimo li je sa metalom ili staklom, plastika zauzima više prostora za odlaganje nego što bi se težinskim moglo reći. Teško je točno procijeniti koje različiti materijali uključujući i plastična pakiranja doprinose volumenu odlagališta. Slika 2 i Slika 3 pokazuju povezanost proporcije plastike u odbačenom pakiranju nakon recikliranja u U.S. MSW 1996. godine težinom i volumenom.



Slika 2: Povezanost proporcije plastike u odbačenom pakiranju prije recikliranja u U.S. MSW 1996. godine težinom



Slika 3: Povezanost proporcije plastike u odbačenom pakiranju nakon recikliranja u U.S. MSW 1996. godine volumenom

Plastika predstavlja veće proporcije volumenom (37%) nego težinom (18%). Trebalo bi biti naznačeno da se Slika 2 i Slika 3 ne mogu direktno usporediti jer Slika 2 pokazuje proporcije prije recikliranja, a Slika 3 pokazuje proporcije nakon recikliranja. Godine 1996. plastika je iznosila 11.8% ambalažnog krutog komunalnog otpada prije reciklacije.

### 3.1. FUNKCIJE PAKIRANJA

Pakiranje je troškovna stavka za proizvođače proizvoda. Većina proizvoda ne može biti učinkovito proizvedena, distribuirana i korištena bez uporabe pakiranja u nekom dijelu procesa. Za proizvode kao što su bezalkoholna pića potreba za pakiranjem je očita. Nitko ne želi da mu se piće dostavi direktno u ruke u trgovinama. Kupac osobnog računala želi da mu ono funkcionira ispravno kad mu bude dostavljeno na kućnu adresu. Pakiranje osigurava zaštitu potrebnu za sprječavanje oštećenja.

Dok funkcije pakiranja mogu biti grupirane na različite načine, jedno zajedničko grupiranje je zatvorenost, zaštita i komunikacija. Dok grupiranje funkcija na ovaj način raspravu čini lakšom, trebalo bi biti naglašeno da granice između grupa nisu uvijek jednostavne i u mnogim slučajevima stavka jednog pakiranja služi višestrukoj svrsi. Zatvorenost je najosnovnija funkcija pakiranja. Nije moguće transportirati tekućinu ili zrnati proizvod da ga se na neki način ne upakira. Za veće proizvode koji se uvjerljivo mogu transportirati bez spremnika, spremnik pojednostavljuje zadatak koji nam omogućava rukovanje sa većim

brojem proizvoda kao jednom cjelinom, to je razlog zbog kojeg većina ljudi donosi svoje namirnice u vrećicama.

Pakiranje štiti proizvod na različite načine. Zatvorenost samo po sebi pruža određenu razinu zaštite od kontaminacije proizvoda ili oštećenja uzrokovanih izlaganju okolišnih utjecaja kao što su prašina i mikroorganizmi. Ovisno o proizvodu, zaštita može biti potrebna zbog dobivanja ili gubljenja vode ili drugih hlapljivih supstanci: udarac, abrazije ili vibracije, korozije te izlaganja suncu. U nekim slučajevima, pakiranja koja imaju dječiju zaštitu, potrebna su upravo zbog opasnih materijala. Funkcija pakiranja je zaštititi ljudsko biće ili okoliš od izlaganja proizvodu.

Korisnost se odnosi na funkcionalnost ili pogodnost koja omogućava pakiranje za jedan ili više subjekata uključenih u proizvodnju proizvoda, distribuciju ili uporabu. Naprimjer, karton od paste za zube omogućava trgovcu na malo, slaganje na policu bez straha da će se one odrolati sa police u trgovini. Metalni rub na kartonu plastične folije omogućuje korisniku da otrgne željenu količinu proizvoda.

Komunikacija se odnosi na poruke o proizvodu sa pakiranja dane onima koji se nalaze pred njim. Ove poruke se protežu od osnovnog identificiranja proizvoda i njegovog proizvođača do suptilnih "kupi me" poruka koje se obraćaju potencijalnim kupcima. Već postoji „pogrebi i pomiriši“ mogućnosti, kao i naprave za spremišta, recepti za lijekove koji kad se stave u posebnu napravu pročitaju korisniku informacije na etiketi. Barcode se rutinski koristi za prijenos informacija o cijeni na mjestu prodaje, kao i praćenje stvari tokom distribucije. Dok su ove funkcije zajedničke različitim tipovima pakiranja, u porastu se proizvođači proizvoda okreću plastičnom pakiranju da dobiju istu ili bolju funkcionalnost za nižu cijenu nego alternativni materijali.

### 3.2. PREDNOST PRIMJENE PLASTIČNOG PAKIRANJA

Plastika različitih vrsta nudi mnogo pogodnosti i donosi industriji pakiranja oslonac na ovaj materijal. Najznačajnija pokretačka snaga u porastu korištenja plastike u krajnjoj liniji su tvrtke. Korištenje plastičnog pakiranja često povisuje zaradu tvrtke sa sniženjem cijena, porast prodaje, a nekad i oboje (korištenjem plastike troškovi proizvodnje su manji, pa su i cijene u dućanima niže). Kada kupac kupi proizvod od trgovca na malo, često će ti proiz-

vodi biti upakirani u plastične vrećice za robu. Dok papirnate vrećice za robu nisu izbačene iz trgovina, plastika je uzela veliki dio trgovine i mnogi trgovci na malo pogotovo u segmentima bez namirnica ne nude više izbor između plastičnih i papirnatih vrećica. Primarni razlog je to što su plastične vrećice jeftinije za trgovce na malo. Plastične vrećice zauzimaju manje mjesta u skladištima i u distribucijskom prijevozu. Vrećice nisu podložne gubitku jačine prilikom močenja, tako da pružaju veću zaštitu proizvodima. Kada više nisu korisne zauzimaju manje mjesta na odlagalištima nego njihov papirnati ekvivalent, gdje su stabilne i ne doprinose slijeganju zemljišta i nastanku metana. Ako se pale tada priskrbuju vrijedan izvor energije za pretvaranje u struju. Za razliku od papirnatih vrećica one se ne biorazgrađuju na odlagalištima i ne pridonose proizvodnji metana prilikom pretvaranja u toplinu ili struju. Proizvedene su od neobnovljivog resursa. Segment trgovine sa svježije pripremljenom hranom ovisi o uporabi plastike koja omogućava svojstva skrojene barijere i/ili modificiranu atmosferu potrebnu da održi prihvatljivu kvalitetu proizvoda u potrebnom vremenu, mnogi od ovih proizvoda uopće nisu bili dostupni prije samo par godina. Sada je moguće kupiti salatu spremnu za jesti, svježiju paštu spremnu za kuhanje koja se može držati u hladnjaku nekoliko tjedana, sir koji je već nariban, mrkve koje su već oguljene i različite druge proizvode. Svi ovisе o plastici da bi održali kvalitetu i dopustili kupcima da vide proizvod i da budu nagovoreni da ga kupe.

Šampon, ulje za kupanje, tekući sapun i mnogi drugi proizvodi koji se primarno koriste u kupaonicama su gotovo uvijek pakirani u plastičnim bocama. Plastika ne samo da je otporna na vlagu, sposobna je izdržati ispadanje iz sklizavih ruku na tvrde površine bez da se slomi ili razbije, bez da ne pravi oštre fragmente koji bi mogli uzrokovati ozbiljne ozljede. Plastika može omogućiti transparentnost ako je to željeno ili može biti u raznolikim bojama i oblicima da stvori željenu sliku za proizvod.

Plastični zatvarači koji se koriste na spremnicima obično uključuju i neku značajku za doziranje kako bi se olakšalo korištenje proizvoda i smanjilo njegovo prolijevanje. Doziranje pomaže i u savitljivosti plastike, što omogućava da se spremnik stišće. Nadalje, plastični spremnici su daleko lakši i nešto manji nego staklena ili metalna pakiranja koje plastika zamjenjuje, što se direktno reflektira na uštedu pri distribuciji i skladištenju. U prilog uštedi goriva i skladišnog prostora, manje distribucijskog pakiranja (palete, kartonske kutije) je potrebno za dostavljanje iste količine proizvoda.

### 3.3. TIPOVI PLASTIČNIH PAKIRANJA

Plastična pakiranja bi se mogla svrstati u opće kategorije krute i polukrute spremnike, fleksibilno pakiranje i druge forme. U kategoriji spremnika boce su najčešći tip pakiranja, ali plastika se uvelike koristi i kod kada, cijevi, kanti, pladnjeva i drugih oblika. Kategorija fleksibilnog pakiranja uključuje: omote, vrećice, torbe sa ručkom te. Druge kategorije uključuju između ostalog ublažavajući blister, čepove i poklopce.

Uporaba plastičnih pakiranja ima stabilan rast godinama. Kruti plastični spremnici (boce, tegle) zamijenili su materijale kao što su staklo i metal. Također postoji dugogodišnji trend zamjene krutog pakiranja sa fleksibilnim pakiranjima. Naprimjer artikli institucionalne pripreme i usluživanje hrane sada se distribuiraju višeslojnim vrećicama radije nego željeznim limenkama.

#### 3.3.1. POLIETILEN VISOKE GUSTOĆE

Godine 2000. približno 15,602 milijuna pani djevičanskog polietilena visoke gustoće (HDPE – High-Density Polyethylene) smole koristilo se u SAD-u i Kanadi. Film za pakiranje i spremnici odgovorni za veliki fragment ove upotrijebljene količine, preko 38% ako se vrećice za namirnice i vrećice za kupljenu robu uračunaju kao pakiranje.<sup>(3)</sup>

Najveća kategorija korištenja HDPE-a kod pakiranja su boce. Za djevičansku smolu gotovo 50% ovih boca se koristi za hranu, 6% za motorna ulja i preostalih 44% za kućanske i industrijske kemikalije različitih vrsta. Unutar kategorije hrane najveći udio imaju boce za mlijeko i vodu. Godine 1998. HDPE boce za mlijeko i vodu su iznosile 18% svih plastičnih spremnika u kućni otpad. Boce i spremnici sveukupno 31.4% svog HDPE pakiranja u kućni otpad, a pakiranje je predstavljalo preko 78% svog HDPE u kućni otpad. HDPE nudi razumnu krutost i snagu, izvrsnu barijeru vlage i sposobnost uporabe pigmenata da bi se postigao širok spektar boje i niska cijena. Primarni nedostatak je nedostatak transparentnosti i slaba barijera na većinu plinova.

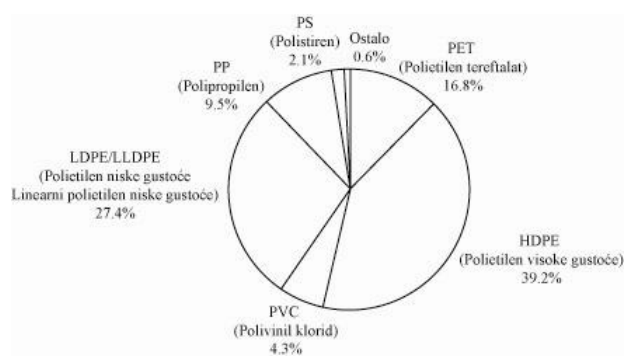
U SAD-u recikliranje HDPE boca kroz prikupljanje na nogostupima i sustav odlaganja je vrlo čest. Prema American Plastics Concil, više od 20 000 američkih zajednica imaju pristup recikliranju plastike i gotovo sve veće zajednice uključuju HDPE boce u svoj program

sakupljanja. Recikliranje boca od NE-HDPE-a i drugih oblika HDPE pakiranja je manje često.

Boce mlijeka i vode imaju najvišu vrijednost kod recikliranja HDPE-a zbog bezpigmentnosti. Također imaju najvišu stopu recikliranja HDPE spremnika, 31.4% 1998. godine u SAD-u. Sveukupna stopa recikliranja HDPE pakiranja u 1998. je 10.3%. Stopa recikliranja HDPE boca je bila 30.7% u 1998., ali je pala na 29.7% 1999. Količina HDPE boca recikliranih u 1998. je porasla na gotovo 750 milijuna ali nije porasla brzo kao i proizvodnja.

U Kanadi, Alberta program dobrovoljnog upravljanja za HDPE boce mlijeka je postigla širom provincije stopu obnavljanja od 40% sa 16 zajednica koje su postigle stopu od 70% i više. Program je nudio najvišu cijenu za sakupljačke zajednice zajedno sa sredstvima za aktivnosti promoviranja.

Reciklirani HDPE je važan materijal u proizvodnji određenih tipova HDPE pakiranja. Većina HDPE boca koristi se kao sredstvo za pranje robe i omekšivače koji se proizvode sa troslojnom strukturom, sadrže reciklirani HDPE miješan sa ostatkom materijala koji je nastao brušenjem neravnina koji ostane na bocama nakon što se izvade iz kalupa, od procesa izrade srednjeg sloja boca. Mnoge boce motornih ulja sadrže mješavinu reciklirane plastike sa dječičanskom plastikom u strukturi jednog sloja. Reciklirani HDPE od boca mlijeka se često koristi u proizvodnji vrećica za namirnice.



Slika 4: Omjer plastike koja se nalazi u pakiranjima U.S. kućnom otpadu, 1998.

### 3.3.2. POLIETILEN NISKE GUSTOĆE (LDPE) I LINEARNI POLIETILEN NISKE GUSTOĆE (LDPE)

Oko 17 565 milijuna pani djevičanskog polietilena niske gustoće i linernog polietilena niske gustoće se koristilo u SAD-u i Kanadi u 2000. godini. Film za pakiranje sam predstavlja 28% uporabe LDPE i LLDPE-a ako se računaju vrećice za stavljanje kupljenih artikala EPA procjenjuje da LDPE/LLDPE vrećice i papir za umatanje iznose 85.6% svog LDPE i LLDPE<sup>(3)</sup> pakiranja u kućni otpad u 1998. godini i da ambalaža iznosi 50.7% LDPE i LLDPE u kućni otpad. LDPE i LLDPE omogućuju izvrsnu fleksibilnost, dobru snagu, umjerenu transparentnost, dobru barijeru za vlagu i nisku cijenu.

Linearni polietilen niske gustoće je u širokoj primjeni u ambalaži zauzeo mjesto starog LDPE-a u mnogim primjenama. LLDPE viši strukturalni kopolimer sa manjom distribucijom molekularne težine koja je rezultirala poboljšanje u čvrstoći u usporedbi sa rasprostranjenim LDPE-om. Unatoč višoj cijeni njegovo korištenje rezultiralo je uštedom zbog njegove sposobnosti da se upotrebljava u puno tanjem sloju ali sa jednakim performansama. Aplikacija kao što su premazivanja, LDPE se koristi mnogo češće nego LLDPE. U brojnim aplikacijama filma mješavine LDPE-a i LLDPE-a koriste se da održe najbolju kombinaciju svojstava. Često se izraz LDPE odnosi na LDPE, LLDPE i mješavine dvaju materijala.



Slika 5: Korištenje LDPE i LLDPE u SAD i Kanadi, 2000.

Recikliranje LDPE-a i LLDPE-a je manje uobičajno nego recikliranje HDPE-a. EPA je izvijestila da stopa recikliranja za LDPE/LLDPE torbe, vrećice i omote iznosi 5.2% za 1998. i sveukupnu stopu recikliranja pakiranja LDPE/LLDPE od 4.4%. Velika većina materijala je sakupljena od trgovina, iz rastezljive folije za palete hrpe robe. Sakupljanje

LDPE,LLDPE i HDPE vrećica za namirnice i artikle u trgovinama na malo je bila prilično uobičajna, iako nikad nije zahvatila veći dio dostupnog materijala mnogi trgovci na malo su zaustavili takve programe zbog cijene i pitanja kontaminacije. Neka mjesta za odlaganje su i dalje dostupna za takve materijale, ponekad preko škola ili organiziranih zajednica. Sakupljanje plastičnog filma u zajednicama je dostupna u šaćici zajednica u SAD-u. b U Canadi; Ontario, sakupljanje u zajednicama filma je uobičajna. The Environment and Plastics Industry Council (EPIC) je objavio vodič za takvo sakupljanje. Velika upotreba recikliranog LDPE-a i LLDPE-a je u proizvodnji vrećica za smeće. Dio se koristi za proizvodnju vrećica za artikle.

### 3.3.3. POLIPROPILEN

Polipropilen (PP) se koristi u pakiranju u puno manjoj mjeri od HDPE-a, LDPE/LLDPEa i PETa. Njegova upotreba je također ravnomjernije podijeljena između različitih tržišta. EPA procjenjuje PP pakiranje u komunalnom krutom otpadu koje je 13.8% spremnika, 48.9% vrećica i omota te 37.2% drugih plastičnih pakiranja. Značajan udio kategorije su čepovi. Većina plastičnih čepova je napravljena od PP-a. Polipropilen filmovi se često koriste za pakiranje kada je potreban krut, visoko transparentan film. Od kada je uveden, PP je obuhvatio gotovo cijelo tržište filmom koje je jednom držao celofan. Usporedbe PP ima bolje temperaturne performanse, transparentnost i krutost u usporedbi s HDPE-om.

Recikliranje PP pakiranja je manje često nego recikliranje HDPEa, LDPE/LLDPE i PETa, manjim dijelom zbog toga što ga ima manje za recikliranje. PP se rijetko uključuje u programe sakupljanje u zajednicama ili mjesta za odlaganje i ima malo PP za recikliranje od trgovina. EPA je procijenila da 1998. stopa recikliranja za PP pakiranje je bila 3.2%.

Male količine pigmentiranih PP čepova uzrokuju diskoloraciju ne pigmentiranih HDPE tokova. Dok PP tolerirani u pigmentiranim HDPE tokovima, velike količine PPa uzrokuju neprihvatljiva smanjenja performansi recikliranog materijala. PP kontaminacija PET-a nije veliki problem budući da je materijal lako odvojiv.

### 3.3.4. POLISTIREN



Polistiren (PS) se koristi kod primjene pakiranja u pjenastom i u visoko transparentnom ne pjenastom kristalnom obliku (HIPS) je djelomično mješavina i djelomično kopolimer, dizajniran da bude pojačan za udarnu snagu. Polistiren nalazi mjesto svoje primjene u spremnicima, filmovima i vrlo važno u materijalima za uglavljenje kod transporta. Pjenasti polistiren se koristi kod pakiranja radi sigurnijeg transporta. Primjena djevičanskog polistirena u SAD-u i Kanadi je prikazana na Slici 7 u materijalima pakiranja u kućnom otpadu 1998.godine. U spremnicima ga je bilo 28.6%, 28.6% u vrećicama i omotima i 42.9% u drugim kategorijama pakiranjima uključujući i materijale za uglavljivanje predmeta za transport.

Polistiren je krut materijal sa relativno lošim svojstvima barijere. Kristalni PS ima izvrsnu transparentnost. U svom pjenastom obliku ima vrlo dobru sposobnost uglavljivanja kao i sposobnost izolacije. Cijena je relativno niska.

Recikliranje polistirena u SAD-u je ograničena isključivo na recikliranje materijala za uglavljivanje. EPA je izračunala da stopa recikliranja polistiren pakiranja u 1998. je 4.8%. Posebno pjenasti polistiren je bio na udaru organizacija za zaštitu okoliša 1980-ih, zbog njegovog povezivanja sa onečišćenjem i sa oštećenjem ozonskog omotača. U svim industrijaliziranim zemljama, upotreba CFC-a u materijalima za pakiranje, uključujući i polistiren je izbačena odavno. Napuhujuća sredstva koja se koriste danas i za oblikovanje i ekstrudirane pjene su ugljikovodici ili sve češće ugljični dioksid.

Problem zagađivanja ostaje s nama. Dok je potpuno istinito da je smeće posljedica neprihvatljivog ljudskog ponašanja, a ne svojstvo materijala kad se baci u smeće. Polistiren nije biorazgradiv tako da može ostati u okolišu dugi niz godina.

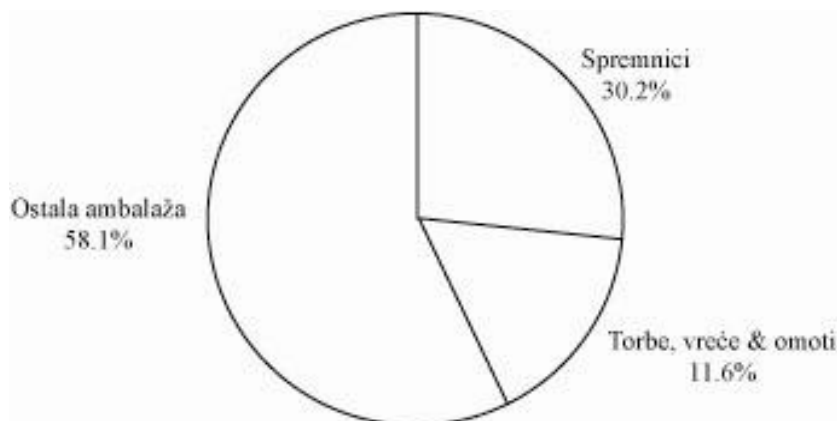


Slika 6: Primjena djevičanskog polistirena u SAD i Kanadi, 2000

### 3.3.5. POLIVINIL KLORID

Ambalaža je samo mali dio tržišta za polivinil klorid (PVC) koji je doživio opadanje udjela tržišta ambalaže tokom zadnjeg desetljeća. PVC pakiranje u SAD komunalnom krutom otpadu je pretežno u kategoriji „drugog otpada“, posebno o tipu ambalaže kao što su podlošci i blisteri. Primjena im je šarolika, uključujući i njihovu široku primjenu kod medicinskog pakiranja.

PVC ambalaža ide od relativno krutog i krtog spremnika do vrlo mekog, fleksibilnog filma koji se koristi za omote. Generalno PVC je visoko transparentan materijal s ponešto tendencije da požuti tokom vremena, posebno ako je izložen suncu. Transformira se lako, što ga čini izborom mnogih kod blister pakiranja.



Slika 7: PVC pakiranje u komunalnom krutom otpadu, SAD, 1999

PVC je pod napadom grupa za zaštitu okoliša. PVC sadrži klor i može dovesti do stvaranja kloriranih dioksina ako je zbrinut spaljivanjem. Dok dokazi pokazuju da prisutnost ili izostanak PVCa nije značajan u emisijama dioksina kod dobro kontroliranog spaljivanja, manje važni od uvjeta izgaranja, razlog za brigu je oko njegove prisutnosti u loše kontroliranim sustavima spaljivanja. PVC je također napadan zbog zabrinutosti povezane oko kancerogenosti njegovog vinil klorid monomera. Sve više, olovo i kadmij stabilizatori korišteni u nekim PVC smolama se ograničavaju ili zabranjuju, zbog zabrinutosti o toksičnim efektima ovih teških metala.

PET je izronio kao snažan konkurent PVC-u na tržištu boca i u termoformirajuće folije. PET nudi jednaku ili bolju transparentnost od PVC-a, nedavna smanjenja cijene PET-a su ga učinili visokim konkurentom. Dodatno, PET ne nosi negativnu okolišnu sliku poput PVCa.

U SAD-u malo je recikliranja PVC pakiranja. Recikliranje PVC boca je također problematično ako se miješaju sa PET bocama. PET je jako osjetljiv na degradaciju čak i od malih količina PVC-a. Sličnost PET i PVC boca znači ako se oboje sakupljaju i ručno sortiraju vrlo je vjerojatno da rezultira kontaminacijom do neke mjere. Vrlo učinkoviti automatizirani sistemi sortiranja su se razvili za odvajanje PET/PVC spremnika, ali to je relativno skupo i ne mogu si baš svi separacijski objekti priuštiti tako veliko ulaganje. Kontaminacija PET-a PVC-ovim komponentama pakiranja, kao što su zatvarači, etikete i slično može biti značajan problem. Sistemi separacije bazirane na gustoći ne mogu se učinkovito koristiti, da odvoje dvije smole pošto se njihove gustoće poklapaju.

### 3.3.6. OSTALA PLASTIKA

Raznolike plastike koriste se u puno manjim količinama. Ti materijali su generalno gledajući značajno skuplji, ali imaju specifične značajke koje ih čine važnim za određene tipove primjena.

Poliamid nadmašuje ove kad je uporaba visokih temperatura potrebna, kao naprimjer kod pakiranja smrznute hrane za „kuhanje u vrećici“. Omogućuje odličnu barijeru za miris i okus, umjereno prodiranje kisika i izvanrednu snagu i čvrstoću.

Etilen vinil alkohol (EVOH) i polivinil liden klorid (PVDC) su najčešći izbor kada je potrebna izvrsna barijera protiv prodiranja kisika. EVOH nudi bolju barijeru nego PVDC za kisik kada je suh, ali barijera se bitno smanjuje kod visoke vlage. EVOH se također lakše obrađuje nego PVDC. Oboje se najčešće koriste kao komponente u višeslojnoj strukturi.

Polikarbonat (PC) je transparentan, vrlo jak i tvrd. Taj se materijal odabire za boce s vodom (ponovno punjive, više put punjive boce) od 5 gal ali počinje osjećati konkurenciju od PET-a na ovom tržištu. Također mnogo se primjenjuje u medicinskom pakiranju. Polivinil acetat (PVA) i etilen vinil acetat (EVA) se naširoko koriste u formulacijama ljepila i koriste se u nekoj mjeri za pakiranje filmova. Poliakrilonitril (PAN) je kopolimerna forma koja se koristi u visoko barijernim spremnicima, posebno za industrijske i kućanske kemikalije.

Također se brojni drugi specijalizirani polimeri koriste u pakiranju. Recikliranje ovih materijala u biti je nepostojeće. Male količine mogu se uključiti u sistem reciklaže miješane plastike od kojih se proizvodi plastična građa. Relativno mala količina ovakvih plastika je dostupna za obnovu. Dodatna komplikacija je da često formiraju višeslojnu strukturu, što čini njihovu obnovu i reciklažu nepraktičnu za većinu slučajeva.

### 3.4. BIORAZGRADIVA PLASTIKA

Kada je kriza krutog otpada pogodila SAD 1980. godine plastika je često napadana kao poseban problem jer nije biorazgradiva. Smatralo se da je biorazgradnja rezultirala oporavkom vrijednih prostora za odlaganje smeća. Neke države su čak prosljedile zakon zahtijevajući da određeni tipovi plastike budu biorazgradivi.

Razgradivost je stoga postala marketinško sredstvo i brojni proizvođači su prodavali svoju robu u vrećicama za namirnice za koje su tvrdili da su razgradive. Neke od ovih struktura su bile fotorazgradive umjesto biorazgradive kapitalizirajući na nedostatku shvaćanja publike, na razlici između te dvije karakteristike. Druge su bile proizvedene od mješavine škroba inpolietilena niske gustoće, ponekad s dodanim fotooksidansom. Proizvođači su tvrdili da su ove škrobno-plastične mješavine biorazgradive. Tvrdili su da mikroorganizmi kad uklone oko 6% škrobi od mješavine, mogu napasti i konzumirati LDPE koji je ostao, pošto je sad znatno uvećana površina. Međutim, nema uvjerljivih dokaza koji to podupiru i neki nezavisni istraživači nisu našli dokaze značajne biorazgradivosti LDPE komponente.

Unutar nekoliko godina nagomilalo se dokaza da je biorazgradnja vrlo spor proces u dobro struktuiranom odlagalištu, dizajnirano da štiti od onečišćenja podzemnih voda zbog generacijskog kontaminiranja filtrata. Kombinacija nedostatka kisika i relativno suhih uvjeta dovode do spore aktivnosti mikroorganizama. Čak i vrlo biorazgradive supstance kao što je hrana, nađene su čak nakon 10 godina na odlagalištu i još uvijek su bile prepoznatljive. Došlo je do dva velika zbivanja. Prvo, razvijena je nova plastika koja je uistinu biorazgradiva. Drugo, korištenje kompostiranja za zbrinjavanje otpada je dramatično porasla. Kompostiranje je dizajnirano tako da poveća mikrobiološku aktivnost i stopu biorazgradnje. U većini kompostiranja, proces je uspio osigurati dovoljno zalihe kisika i vlage pa se temperatura može održati na optimalnoj razini. Postoji također anaerobni način kompostiranja dizajniran da dobije metan kao proizvod. Rezultat kompostiranja je humus koji se može koristiti za zgrtanje biljaka ili može biti primjenjen u polju. Prisutnost plastike koja se ne može biološki razgraditi je nepoželjna i može učiniti kompost neupotrebljivim ako je nivo kontaminacije visok. Stoga za tokove otpada koji će biti

kompostirani, korištenje biorazgradive plastike je doprinos. Mnogi općinski programi kompostiranja prihvaćaju samo otpad iz kućanstava. Međutim kompostiranje iz izvora stambenog odvajanja raste kao i kompostiranje hrane službi uslužnih djelatnosti različitih uključujući i otpad restorana.

Jedna od plastika nove generacije koja obećava najviše je plastika koja je bazirana na polilaktik kiselini (PLA). Cargill Down, zajednički podhvat od Dow Chemical i Cargill počeli su prodavati ove materijale pod imenom NatureWorks PLA sa primjenom ciljanom na filmove, termoformirane (termooblikovane) posude, premaz za papir i karton te boce. Kompletan niz proizvodnje po rasporedu treba početi 2002. Kao pozitivan dodatak kod odlaganja, Cargill Dow tvrdi da PLA koristi 20-50% manje fosilnih resursa nego konvencionalna plastika i emitira manje neto ugljičnog dioksida. Kao dodatak Cargill Dow i nekoliko drugih tvrtki proizvodi PLA u relativno malim količinama, mnogi ciljaju visoko vrijedno medicinsko tržište radije nego na ambalažu.

Polivinil alkohol (PVOH) je plastika biorazgradiva i topiva u vodi koja je dostupna već niz godina. Njena visoka cijena i topivost u vodi limitira njenu prikladnost za pakiranje, ali ima važnu ulogu u marketingu. Naprimjer, koristi se za pakiranje nekih poljoprivrednih

kemikalija, omogućujući da pakiranje stoji mirno u spremniku gdje se može miješati. Modificirani PVOH ima ograničenu topljivost.

Na prostoru odlaganja otpada, beneficije okoliša od biorazgradive plastike su ograničene na tokove otpada koji će biti kompostirani, predmeti koji su povezani sa problemom smeća i predmeti koji su skloni da dospiju u kanalizacijske sustave. Ako će se otpad odlagati na odlagalište ili ići na spaljivanja, biorazgradivost ne nudi stvarne prednosti.

### 3.5. IZVOR SMANJENJA

Jedan od značajnih načina kako smanjiti utjecaj proizvoda na okoliš je korištenje manje materijala za njegovu izradu. To se odmah preslikava na manje korištenje sirovih materijala i manje otpada na kraju životnog ciklusa pakiranja. Najčešće to znači manje korištenje energije kroz životni ciklus pakiranja. Budući da se to uvijek očituje u sniženom trošku (budući da manje materijala mora biti kupljeno) smanjivanje pakiranja ima dugu povijest u pakiranju. U prošlosti, pokretačka sila u ovom načinu smanjivanja izvora je smanjenje troška. U ambalaži novije vrijeme, dobrobiti okoliša su preuzele značajnu, ali često sporednu ulogu.

Godine 1977. kad su uvedene 2L PET boce, težile su 68g (uključujući HDPE baza). Godine 1999. redizajnirana boca težila je samo 49g, smanjenje od 27%. Sa oko 5,7 milijardi prodanih boca svake godine ukupna ušteda je približno 200 milijuna svake godine.

Procter & Gamble Corp. (P&G)<sup>(20)</sup> i njihov snabdjevač bocama, Continental PET Technologies, redizajnirali su PET boce P&G koje su koristile za biljno ulje. Novi dizajn je koristio 30% manje plastike nego prijašnji dizajn, dok je postigao istu jačinu i rezultirao smanjenjem od oko 2,5 milijuna pani plastike po godini. Kao dodatak pravokutni dizajn boce je omogućio da stanu u nosača kompaktnije nego stare cilindrične boce koje su rezultirale u eliminaciji od oko 1,3 milijuna pani kartonskih kutija po godini.

Kad smanjivanje izvora rezultira s manjom uporabom istog materijala i bez drugih bitnih promjena, gdje je očita korist okoliša. Međutim značajno smanjenje izvora je postignuto s promjenom materijala, stilom pakiranja i drugim raznolikim značajkama. S takvim promjenama, pristup analizom životnog ciklusa je stvarno točan način procjene sveukupnog utjecaja promjene na okoliš. Takve procjene su kompleksne i koštaju, nema univerzalnog

načina kombiniranja utjecaja na okoliš u jedan koristan rezultat ili skup rezultata za vrednovanje troškova i koristi okoliša od dva ili više alternativna sistema pakiranja. Ipak brojne studije su sugestirale, ako se značajno manje materijala koristi sveukupni učinci na okoliš biti će pozitivni.

Može se dobiti značajno smanjenje izvora prelaskom sa staklenih ili metalnih na plastična pakiranja i prelaskom s krutih na fleksibilna pakiranja (koja najčešće sadržavaju plastiku). Dok se takva redukcija najčešće mjeri u težini, postoji i tipična redukcija volumena korištenog materijala za pakiranje.

Kad je Clorox<sup>(21)</sup> prešao sa staklenih boca na plastične boce za umak za roštilj i dressing za salatu, nove PET boce su težile 85% manje nego stare staklene boce. Rezultat je bio smanjenje od gotovo 30 milijuna pani stakla godišnje. Uporaba kartonskih kutija se smanjila za 2 milijuna pani godišnje s obzirom da plastične boce zauzimaju manje mjesta. Naprimjer 18 oz staklena teglica za maslac od kikirikija teži 10,2 oz-a svaka. PET teglica istog kapaciteta teži samo 1,7 oz-a, redukcija od 83%.

Brzorastući tip pakiranja je samo stojeći tobolci koji su dizajnirani da uspravno stoje na policama i zamjene boce, limenke i kartone. Godine 1995. P&G su osvojili nagradu Flexible Packaging Association Green Glove Award za uspravno pakiranje za deterdžent koji koristi 80% manje ambalaže nego kartonska kutija koja je zamjenjena, kao i inkorporiranje 25% postpotrošačkog materijala. Kao dodatak redukciji u volumenu pakiranja ili njegeve težine, takva pakiranja mogu ponuditi prednosti koje su manje očite. Naprimjer, aluminijska folija uspravnog tobolaca za Whiskas hranu za mačke, koja je zamijenila limenku od čelika od 10 oza, pokazalo se da zahtijevaju 30% manje vremena nego čelične limenke zbog toga što tetrapak može biti brže i ravnomjernije podgrijan. To se očituje u manjoj potrošnji energije za proces i u manjoj potrošnji vode za hlađenje.

Drugi način da se postigne redukcija količine pakiranja koje zahtijeva odlaganje je prijelaz s jednokratnog na pakiranje koje se može iznova koristiti. Često kod pakiranja za distribuciju uključuje prijelaz s kartona ili drva na plastiku. Pakiranje koje se može koristiti više puta zahtijeva inicijalno korištenje više materijala nego pakiranja za jednokratnu upotrebu. Međutim, kada se količina dostavljenog proizvoda uključi kao faktor, neto rezultat može biti vrlo velika redukcija količine pakiranja korištene za jedinicu dostavljenog proizvoda.

### 3.6. RECIKLIRANJE

Pakiranja i sistemi pakiranja su dizajnirani ili modificirani, relativno male promjene ponekad čine razliku u tome hoće li pakiranje moći biti reciklirano na kraju svog životnog ciklusa ili ne. Prvo, u SAD-u većinom su samo plastične boce prihvaćene u programe prikupljanja za reciklažu koji su dostupni kupcima. Stoga ako pakiranje koje kupac kupi nije boca postoji mala vjerojatnost da će biti reciklirano. Nadalje velika većina programa za recikliranje sakuplja samo HDPE i PET boce.

Organizacije u zajednici razumljivo ne žele sakupljati materijale koje nemaju tržište. Iz aspekta okoliša, nema koristi od korištenja dodatnih resursa uključujući i energiju za odvajanje, sakupljanje i procesuiranje materijala ako na kraju idu na odlagalište. S druge strane potencijalni korisnici recikliranog materijala ne žele ulagati u razvijanje temeljnog znanja i promjene procesa potrebne ako neće imati pouzdan izvor recikliranog materijala koji je dostupan po razumnoj cijeni. U prošlosti je zakonodavstvo često bilo korišteno kao sistem brzog početka ili sa nalaganjem sakupljanja materijala za recikliranje, nalaganjem korištenja recikliranih materijala ili kreiranje financijskog poticaja za uspostavu sistema reciklaže i tržišta za reciklirane materijale.

Nije neobično da bude izmjena između reciklažnosti i izvora redukcije. Naprimjer, mljevena kava može se učinkovito upakirati u čelične limenke ili višeslojne vakumirane tobolce koji sadrže više slojeva plastike, uključujući metalni film. Čelik se može reciklirati na većini lokacija i ima relativno visoku stopu recikliranja, 58% u 2000. Godini. U SAD-u tobolac se u biti ne reciklira budući da ga virtualno svi programi ne prihvaćaju. Međutim, tobolac predstavlja značajnu redukciju u količini iskorištenog materijala kao i energije koju zahtjeva za distribuciju. Posebno za ovaj slučaj DuPont tvrdi da bi 90% stope za recikliranje boca bilo potrebno da odgovara redukciji u volumenu otpada koji se postigne korištenjem tobolaca.

Godine 1995. preporuke za dizajn plastičnih boca za recikliranje je bio pušten od Plastic Redesign Project, utemeljen od U.S. EPA i od države Wisconsin i New York-a koji je uključivao predstavnike industrije, vlade i reciklatora boca. Nadopunjena lista preporuka je objavljena krajem 1998. Među preporukama bilo je sljedeće:



- Ne pigmentirati prirodne HDPE boce kao što su naprimjer one za vodu i mlijeko, ne pigmentirati ili tonirati PET boce sa niti jednom bojom osim zelene
- Ne koristiti pigmentirane čepove na prirodnim HDPE bocama, napraviti da čepovi i mjere čepova HDPE boca budu kompatibilne s HDPE (osim aplikacija živih spojnica)
- Ne koristiti aluminijske čepove, ne koristiti aluminijske brtve osim ako ih kupac može kompletno otkloniti
- Koristiti samo u vodi topljivo ljepilo na etiketama, koristiti etikete koje imaju specifičnu težinu manju od 1 na PET bocama, ne koristiti metalizirane etikete na bocama sa specifičnom težinom većom od 1, koristiti PVC i PVDC etikete samo na PVC spremnicima
- Ne printati direktno na ne pigmentirane boce, osim kodiranja datuma
- Napraviti sve slojeve višeslojnih boca dovoljno kompatibilnima tako da se materijal može prodati u visoke vrijednosti i na tržištu
- Ne koristiti PVC boce za proizvode koji se pakiraju u boce kao što je PET koje izgledaju kao PVC

The Association of Postconsumer Plastic Recyclers (APR), U.S. udruga razmjene koja predstavlja tvrtke koje recikliraju plastiku, također objavljuju listu dizajnerskih smjernica za plastične boce. Specifičan komplet smjernica su prezentirane za PET, prirodan HDPE, pigmentiran HDPE, PP i PVC boce. Smjernice uključuju:

- Bez papirnatih privitaka bilo koje vrste, bez PVC privitaka bilo kakve vrste osim na PVC bocama, bez PET privitaka na PVC bocama
- Bez metalnih zatvarača, PP ili HDPE/EVA zatvarača i zatvaranje košuljicama preferirano na PET bocama, HDPE, LDPE ili PP zatvarači preferirani na HDPE, PP i PVC bocama

- Čahure i sigurnosne brtve trebale bi biti u potpunosti odvojive i s lakoćom uklonjive u sustavu konvencionalnog odvajanja, čahure koje se smanjuju su preferirane ako su čahure potrebne
- Ne pigmentirana ili zelena preferirana za PET, nepigmentirana preferirana za homopolimer HDPE, pigmentiranje preferirano za kopolimer HDPE, ne pigmentiranje preferirano za PP.

APR također upravlja Champions for Change programom koje tvrtke proizvode za kupce, tehnoloških tvrtki, dobavljača, konvertera i drugih da im testiraju novi sustav boca direktno sa komercijalnim „reciklatorima plastike“ s ciljem da:

- Pomognu omogućiti da novi materijali i dizajn budu kompatibilni sa postojećom infrastrukturom recikliranja plastike
- Pomognu promovirati tehnološki transfer tako da obnova plastičnih materijala ide u korak s novim dizajnima pakiranja
- Pomognu održati ekonomiju industrije koja snabdijeva vrijedne post konzumerske obnovljene materijale tržištima diljem svijeta

Kao što je spomenuto, PET boce za pivo su uvedene u SAD-u, ljudi koji recikliraju su izrazili zabrinutost na nekoliko osnova: o efektu koje bi te boce imale na PET sistem recikliranja. Postojeći procesi koji su postavljeni tako da obrađuju zelene i prozirne boce, a mnoge nove boce su bile žute boje, boje jantara. To je značilo u mnogim slučajevima, da bi procesi trebali biti modificirani za odvajanje dodatne boje ili bi postojeći proizvodni tok bio kontaminiran i s tim smanjenje vrijednosti. Ako bi jedan tok proizvodnje bio PET boje jantara, proizvođači su bili zabrinuti da ne bi bilo tržišta za taj materijal. Drugo, boce sadržavaju aluminijski čep. Mnoge boce bezalkoholnog pića se sakupljaju za recikliranje sa čepom, isto bi bilo i za pivske boce. Kada je sistem za recikliranje PET boca za bezalkoholno piće započet sve boce su imale aluminijske čepove. Visoko kvalitetan recikliran PET zahtjeva da kontaminacija aluminijem bude održana na ekstremno niskoj razini. Odvajanje aluminijske od PET-a ispostavilo se kao jako težak aspekt poslovanja sustava za reciklažu. Izmjena dizajna na PP čepove, iako nije napravljena sa ciljem da poboljša mogućnost reci-

kliranja, uvelike je olakšala recikliranje PET-a. Sada su se prerađivači suočili sa ponovnim upoznavanjem ovog viskoko problematičnog materijala. Nadalje, početni dizajn boce uključivao je metaliziranu etiketu, koji je bio prijatnija za visoku razinu kontaminacije aluminijem.

Kad je Heinz uveo PET boce kečapa tvrtka je posvetila posebnu pažnju kako bi osigurali da boce budu kompatibilne sa postojećim sustavom za recikliranje PET boca za bezalkoholno piće. Boca se proizvodi sa strukturom od pet slojeva (PET/EVOH/PET/EVOH/PET). EVOH je dužan pribaviti dovoljnu barijeru kisika za proizvod. U nedostatak vezivnog sloja između PET i EVOH uzrokuje odvajanje slojeva kada su boce polegnute i prane tokom recikliranja. EVOH materijal najčešće bude uklonjen tokom procesa pranja i ispiranja. Mali iznos koji ostane nije štetan osobinama PET-a.

U prosincu 2002., novi izvještaj Plastic Redesign Project je pregledao efekt inovacije novog plastičnog pakiranja na recikliranje plastičnih boca s posebnim fokusom na to hoće li trendovi u dizajnu boca dalje narušiti cijenu koja je plaćena lokalnim programima recikliranja za plastične boce zbog troška u rukovanju s novim strukturama. Spomenuto kao promjene dizajna koje su olakšale recikliranje plastike je eliminacija baznog čepa u 2L bocama bezalkoholnog pića, zamjena PET za PVC boce, zamjena EVOH za PVC košuljicama u zatvaračima za gazirana pića te razvoj LDPE sakupljajuće etikete da zamjene naljepljene etikete na bocama mlijeka. Istaknuta je velika briga za povećanom uporabom drugih boja osim zelene kod PET boca i porast PET boca koje ne sadrže PET komponente da povećaju značajke barijere. Oba razvoja povećavaju trošak procesuiranja prikupljenih plastičnih boca i također utječu na vrijednost obnovljenog materijala. Studije procijenjuju da posrednik prerađivač košta da ručno razdvaja druge boje od prozirnih i zelenih PET boca oko 6 centi po panu i ako je mehaničko odvajanje dostupno trošak bi bio oko 1,5 centi po panu. Vrijednost zelene PET pahuljice prosječno je 18.9% niža od prozirne PET pahuljice. Vrijednost novih boja naprimjer žuta za boce piva ili plava za boce vode, bila bi niža približno 1,1 cent po panu manje nego prozirna.

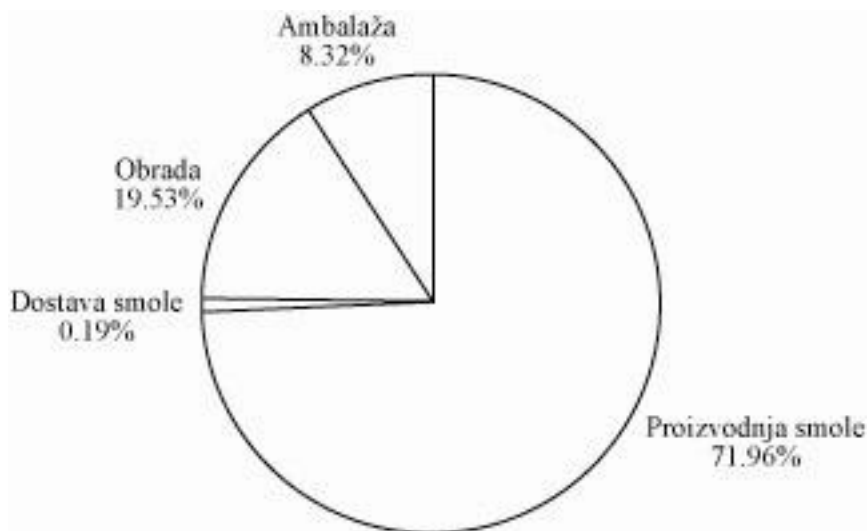
### 3.7. PROCJENE ENERGIJE I ZAŠTITE OKOLIŠA

Temeljna evaluacija utjecaja na okoliš alternativnih tipova sistema pakiranja zahtjeva procjenu životnog ciklusa LCA koji uzima u obzir sve utjecaje „od kolijevke do groba“. Među-

tim sve takve analize trebaju biti obuzdane sa nizom granica i izbor granica mogu učiniti razliku u zaključcima koji se izvuku. Što su sve obuhvatnije i detaljnije analize veći je i trošak. Nadalje, brojne pretpostavke su potrebne, posebno kada idemo od inventara životnog ciklusa koji dokumentira unose i učinak koja opisuje efekte tih unosa i učinaka (ulaznih i izlaznih čimbenika). Trud je usko vezan za vrijednosne prosudbe o odnosu ekvivalencije uvelike drukčijih tipova predmeta koji su listirani na inventaru. Čak i na popisu životnog ciklusa procjene će varirati sa podacima koji se koriste. Neke studije se odlučuju za korištenje samo javno dostupnih podataka i često su kritizirani na temelju nedavnih poboljšanja u procesima koji nisu priznati. Drugi koriste industrijske izvore za posljednje podatke da odraze ta poboljšanja i kritizirani su zato što podatci nisu dostupni javnom uvidu. U nekim Europskim zemljama Vladina politika zahtijeva uporabu modela LCA baziranog na računalu odobrenom od vlade, koji možda ne priskrbljuje sve bitne podatke i pretpostavke za nezavisnu/neovisnu procjenu. Stoga je upotreba LCA teoretski jedina u potpunosti opravdana metoda za procjenu okolišnih posljedica od strane odluka o pakiranju u praksi još uvijek treba značajan razvoj prije no što može postati koristan alat. Kao posljedica bilo je znatnog interesa u razvoju metode prečaca koji dok ne procjenjuje sve utjecaje na okoliš od strane alternativa pakiranja, može lakše biti uzet za rad za vođenje u donošenju ispravnih odluka za okoliš. Studija od strane Franklin Associates 1992. godine je ispitala energetske potrebe plastike i njihove alternative kod materijala za pakiranje. <sup>(3)</sup> Studija u The Netherlands 1992. godine procjenili su utjecaj polistirena, papira i porculanskih šalica za kavu na okoliš. Šalice su napravljene od 50:50 mješavine polistirena (HIPS – High Impact Polystyrene) visokog utjecaja na okoliš i polistirena za opću upotrebu, ekstrudirane i termoformirane. Transport granuliranog polistirena u objekte konverzije i šalica do trenutka njihove uporabe je također procijenjen. Utjecaj odlaganja je temeljen na 60% deponija i 40% paljenja.

The Association of Plastics Manufacturers in Europe, Udruženje proizvođača plastike (APME) je proizveo niz eko profiliranih izvještaja o raznovrsnim plastikama, uključujući materijale pakiranja. APME je prisvojio izraz eko profil od kada analiza ide samo do točke prodaje i ne pokriva odlaganje. Izvještaj ne uključuje utjecaje ni poboljšane dijelove procjene životnog ciklusa.

Uporaba energije je distribuirana kao što je pokazano na slici 9. Udio energije korištene u proizvodnji boca, 77.3% je korišteno u oblikovanju boca. Podsjetnik je korišten u u hlađenju vode, skladištenju, prijenosu, rukovanju smolom i uklanjanju ostataka na kori odljevka koji su ostali između rubova kalupa.



Slika 8: Distribuirana proizvodnja energije

Procjena životnog ciklusa raznih alternativnih sistema pakiranja jogurta objavljena je od strane Center for Sustainable Systems na Sveučilištu Michigan. Studija je procijenila dizajn životnog ciklusa na nekoliko alternativnih pakiranja za mlijeko.

Nekolicina kompjuterskih programa za procijenu proračuna životnog ciklusa su sada dostupne, prije svega u Europi. Neke vlade zahtijevaju njihovu uporabu, iako upotreba u reguliranju pakiranja je grubo kritizirana od strane organizacija kao što su European Organization for Packaging and the Environment. European tvrdi da je LCA vrijedan alat za pomoć u reduciranju sveukupnog opterećenja okoliša i da doprinosi razvoju održivog životnog ciklusa proizvoda. Međutim European misli da LCA sama po sebi nije alat koji donosi odluke i ne bi trebao biti upotrebljavan da diskriminira protiv određenih tipova pakiranja. European je posebno kritičan kod nedavnih događanja u Danskoj i Njemačkoj gdje se smatra upitnom upotreba procjene životnog ciklusa da se koristi da opravda nametanje regulatornih sankcija na pakiranje ili materijale pakiranja kojima je stopa manje povoljna.

Sve je veća kontroverza oko uporabe plastifikatora u materijalima plastičnih pakiranja i udruživanje tih spojeva, a posebno onih iz obitelji ftalata sa reproduktivnim anomalijama i rakom. Za pakiranje plastike ove brige utječu prvenstveno na PVC i PC. Godine 2000. Vladina komisija je zaključila da postoji ozbiljna briga da DEHP u vinil medicinskim uređajima može oštetiti reproduktivne organe kritično bolesnih i prerano rođene muške djece izložene tokom medicinskog tretmana, kao i briga o efektima od izloženosti DEHP-u trudne majke i drugo izlaganje DEHP-u tokom prvih nekoliko godina djetetova života. Moguće opasnosti od šest drugih ftalata koji se koriste u plastifikatorima u PVC-u su rangirane puno niže. PVC vrećice koje se koriste za krv, intravenozne tekućine, vječnu hranu i parenteralnu ishranu, zajedno sa cijevčicama za krv i kisik i respiratorne maske su među izvorima DEHP izlaganju na jedinici intenzivnog liječenja. Alternativni materijali su dostupni za većinu ovih primjena ali su često skuplje. Poliolefine, često bazirane na PP, polako zamjenjuju PVC u sistemu medicinskih vrećica uključujući i cijevčice u dijelovima Europe iako nisu česte u općoj upotrebi u SAD-u.

### 3.8. ZAKONODAVSTVO I REGULACIJE

Kao što je spomenuto, zakonodavstvo i regulacije su korištene da se smanji utjecaj pakiranja i proizvoda na okoliš, posebno njihov utjecaj na sustav odlaganja, povećavanjem recikliranja i uporabom recikliranog sadržaja, također omogućavanje poticaja za redukciju izvora. Plastično pakiranje je česta meta kod takvih regulacija. Pristup koji prevladava globalno je provedba filozofije da bi subjekt donošenja odluka o pakiranju trebao biti držan odgovornim za upravljanje otpadom pakiranja i trebao bi zahtijevati ciljane nivoe recikliranja. Ideja je različito zvana kao proizvođač plaća, proizvođačeva odgovornost ili produžetak odgovornosti proizvoda ili proizvođača (EPR). Njena prva veća manifestacija je bila u Njemačkoj.

Germany's Ordinance on Avoid of Packaging Waste (Njemačka Uredba o sprječavanju ambalažnog otpada) zahtijeva da proizvođači i distributeri uzmu natrag i recikliraju ili ponovno upotrijebe određeni postotak cjelokupnog materijala za pakiranje ili sudjeluju u osnovanim nacionalnim programima za upravljanje otpadom. Za distribuciju pakiranja, organizacije treće strane su postavljene za rukovanje sa uzetim natrag i recikliranjem iskorištenih pakiranja. Za pakiranja robe na malo, industrija je osnovala Duales System Deu-

tschland (DSD) da sakuplja, sortira i reciklira ambalaži iskorištenu od strane potrošača. Sudjelovanje u ovom sustavu se prepoznaje označavanjem pakiranja sa simbolom zelene točke (green dot).<sup>(3)</sup>

Tvrtke koje sudjeluju plaćaju naknadu Duales System koja varira prema količini i tipu materijala pakiranja. Godine 1994. cijena za plastiku je bila 2,95 njemačkih marki po kilogramu u odnosu na 1.50 za aluminiј, 0.40 za papir i karton te 0.15 za staklo. Također postoji naknada po komadu koja se dodaje na naplatu baziranu na težini.

Potrošači su ili stavljali ambalažu koja je imala zelenu točku u žute vrećice ili žute kante koje su se sakupljale na rubu nogostupa ili su unosili pakiranja na lokaciju za odlaganje u blizini njihova doma. Tvrtke koje ne sudjeluju u Green Dot sistemu po zakonu moraju uzeti natrag i reciklirati vlastita iskorištena pakiranja. Potrošači imaju pravo vratiti takvo pakiranje preprodavaču kad su kupili robu.

Tokom nekoliko godina nakon što je German Packaging Ordinance (njemačka uredba o ambalažnom otpadu) usvojen 1991. godine stručnjaci su predviđjeli da će sustav propasti. Međutim, sredinom 1990-ih ideja o odgovornosti proizvođača prisvojena je od cijele Europske Unije i nastavlja se širiti po svijetu. Partnerstvo European Green Dot organizacije, Pro Europe je uspostavljena da odobri pravo korištenja Green Dot u drugim zemljama s ciljem da spriječe trgovinske barijere i garantiraju slobodno kretanje dobara. U travnju 2001. godine Mađarska je postala dvanaesta Europska zemlja koja je prisvojila Green Dot kao oznaku financiranja za obnovu pakiranja i recikliranja. Oko 60 000 licenci bilježe 460 milijardi artikala pakiranja s Green Dot-om svake godine. Simbol je zaštićen kao zaštitni znak u 170 zemalja u svijetu, čineći ga najčešće korištenim zaštitnim znakom u svijetu. Negativna strana, cijena recikliranja maloprodajnog plastičnog pakiranja prijavljeno je da prelazi cijenu sirove plastike koja se koristi za njegovu proizvodnju.

Budući da je cijena sudjelovanja u Green Dot sistemu uvjetovana sa tipom i količinom materijala pakiranja koji se koristi za proizvod, tu je poticaj za tvrtke da smanje uporabu pakiranja. Naprimjer, Njemačka pekara prešla je sa 160 na 130 μm film i reducirala volumen pakiranja za oko 20%. Rezultat je bila ušteda okolišne naknade od oko 25%, i sveukupno uštedu od 100 000\$.

EU 1999. godine krenula je na usvajanje ono što nazivaju „osnovnim zahtjevima“ za pakiranje da uspostave standarde kako pakiranje mora ići ususret zahtjevima okoliša. Regulacije omogućuju da upakirani proizvodi mogu biti zabranjeni ako ometaju programe recikliranja, ako nisu lako obnovljivi ili ako mogu biti upakirani sa manje materijala bez ometanja izvedbe. Bilo je znatnih poteškoća u postizanju dogovora o tome koji će biti standardi pakiranja. Kanada je usvojila Nacional Packaging Protocol 1989. godine koji zahtijeva 50% redukcije ambalažnog otpada za odlaganje do 2000 godine.

U SAD-u najviše djelovanja na obnovi i recikliranju ambalaže se događa na državnoj razini. Deset država imaju programe koji nalažu depozit na određenim spremnicima bezalkoholnog pića, u većini slučajeva na gaziranim bezalkoholnim pićima i pivi. Maine i Kalifornija su proširile sistem depozita na dodatna pića, uključujući vodu u boci i voćne sokove. Sistem u Mainu pokriva sva pića osim mlijeka. U Kaliforniji je manje toga uključeno. Trebalo bi naglasiti da je sistem Kalifornije zapravo sistem povrat vrijednosti, umjesto sistem depozita. Distributeri plaćaju po spremniku pristojbu državnom fondu i potrošač može donijeti prazne spremnike u dizajnirane centre za otkup za vraćanje novca. U većini država odlaganja, potrošači se naplaćuju po odloženom spremniku, uz dodatak cijene artikla te može vratiti prazan spremnik kod bilo kojeg preprodavača koji rukuje s tom markom za povrat depozita. Dok se takvom sistemu žestoko protivi industrija bezalkoholnih pića i grupe preprodavača, pokazale su se vrlo učinkovite u postizanju vraćanja ciljanih spremnika za recikliranje. U većini depozit državama, stope otkupa su 90% i više. Kalifornija sa svojom nižom povratnom vrijednosti i manje prigodnim sistemom otkupa ima niže stope obnove. Ideja proširene odgovornosti proizvođača će tek imati održivi utjecaj na pakiranja kućanske potrošnje, iako utječe naravno na izvoz dobara tvrtki u zemlje s takvim regulacijama. Nekoliko država su počele predlagati ili donositi *EPR – Extended Product (or Producer) Responsibility*, Proširena odgovornost proizvođača (ili proizvođača) za problematične proizvode kao što su baterije. Mnoge države su zabranile određene tipove otpada od objekata odlaganja. Najčešći takav materijal je dvorišno smeće. Neke države zabranjuju odlaganje onog što je moguće reciklirati. Regulacije koje zahtijevaju reciklirani sadržaj ili dobrovoljne sporazume za minimalni reciklirani sadržaj su česte za novine.

Oregon zahtijeva uporabu 25% postkupčevog recikliranog materijala u spremnicima krute plastike osim ako je reciklažna stopa za plastične spremnike u državi najmanje 25%. Ima



izuzetaka za hranu i medicinsko pakiranje, izvor smanjenog spremnika i ponekih drugih. Tvrtke također mogu pristati odredbu stope recikliranja ako su svi spremnici određenog tipa ili marke reciklirani po stopi od 25%. Budući da je zakon stupio na snagu, stopa recikliranja RPC-a (Rigid Plastic Containers, Spremnici od krute plastike) u državama je bila i preko minimuma od 25%, tako da modifikacije pakiranja nisu bile potrebne.

#### **4. ZAKLJUČAK**

Ambalažni materijali i njihov otpad imaju mnogobrojne štetne utjecaje na okoliš. Neki od tih utjecaja su povezani s vađenjem sirovina od kojih se ambalaža proizvodi. Zatim su povezani sa samim procesom proizvodnje ambalaže, sakupljanjem ambalažnog otpada te naknadnim odlaganjem i zbrinjavanjem. Ambalaža tako može sadržavati neke opasne supstance kao što su PVC ili teški metali koji se mogu pretvoriti u rizik za okoliš.

Zadnjih desetljeća potrošnja i proizvodnja rastu vrlo brzo, a ambalažni otpad velike proizvodnje i potrošnje, koncentriran na relativno malom mjestu, nije moguće eliminirati bez specijalnih zahvata. Ekološko pitanje izazvano ambalažnim otpadom postaje sve ozbiljnije.

Ambalažna industrija je veliko područje koje troši ogromne količine prirodnih izvora (sirovina i energije) u cilju zadovoljenja gotovo nezasitnih zahtjeva postavljenih od svjetskih marketinških i distribucijskih sustava.

Metoda „procjene životnog ciklusa“ razvijena je prije nekoliko godina kako bi se uspostavili kriteriji koji određuju utjecaj pojedinog proizvoda na okoliš. Pomoću LCA metodologije moguće je uspostaviti i analizirati direktne i indirektne ekološke utjecaje operacija vezanih za proizvodnju, korištenje i odlaganje proizvoda.

Održivost je samo početak. Ne želimo se održati, želimo napredovati. Od iznimne je važnosti da transformiramo sistem komunikacije da smanjimo štetu koja se nanosi okolišu. Naginjemo prema pozitivnom potencijalu koji dizajneri mogu osloboditi u vlastitoj praksi, u poslovanjima klijenata i u dijelima ljudi koji primaju naše poruke.

Dizajneri su oni koji omogućuju. Zeleni dizajn nas inspirira da prigrlimo definiciju dizajna i koristimo za dobrobit svih nas. Živimo u kreativnom vremenu transformacije, s vrlo velikim problemima koji zahtjevaju rješenja. Moramo jasno razmisliti o promjenama koje želimo postići te osmisliti strategiju koja ispunjava taj potencijal. U svrhu dizajniranja za promjenu moramo promijeniti način na koji dizajniramo.

## **5. LITERATURA**

1. Brian Dougherty, Green Graphic Design, Allworth Press, New York, 2008. godina
2. Carlo Vezzoli, Ezio Manzini, Design for Environmental Sustainability, Springer-Verlag London Limited, 2008. godina
3. Anthony L. Andrady, Plastics and the Environment, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2003. godina

4. Jessica A. Knoblauch, Environmental Health News, Plastic-not-so-fantastic: How to versatile material harms the environment and human health, dostupno na: <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=plastic-not-so-fantastic>; 22.11.2011.
5. Marc Gunther, Hasbro targets greener packaging and supply chain, dostupno na: <http://www.greenbiz.com/blog/2011/12/08/hasbro-targets-greener-packaging-and-supply-chain>, 22.09.2011.
6. Mike Stones, Packages should go green to keep profit in the black, dostupno na: <http://www.foodproductiondaily.com/Packaging/Packagers-should-go-green-to-keep-profits-in-the-black>, 28.11.2011.
7. Lizzie Brooks, Negative environmental concerns with EPS plastic packaging, dostupno na: [http://www.ehow.com/list\\_7326024\\_negative-concerns-eps-plastic-packaging.html](http://www.ehow.com/list_7326024_negative-concerns-eps-plastic-packaging.html), 28.11.2011.
8. K. Gregg Elliott, What are the environmental problems of using plastic?, dostupno na: <http://www.livestrong.com/article/130251-environmental-problems-using-plastic/>, 28.11.2011.
9. Dr. Lauren Heine, Plastics and environment: Environmental issues and current controversies, dostupno na: [http://www.zerowaste.org/publications/06m\\_plastics\\_10\\_1\\_.pdf](http://www.zerowaste.org/publications/06m_plastics_10_1_.pdf), 29.11.2011.
10. Hassam, Types of plastic, dostupno na: <http://hassam.hubpages.com/hub/Types-Of-Plastic>, 02.12.2011.
11. Jourdan Rassas, What types of plastics can be recycled?, dostupno na: <http://earth911.com/news/2007/08/17/green-forum-plastic-recycling/>, 02.12.2011.
12. Ron Barnett, Biodegradable plastic made from plants, not oil, is emerging, dostupno na: [http://www.usatoday.com/money/industries/manufacturing/2008-12-25-biodegradable-plastic\\_N.htm](http://www.usatoday.com/money/industries/manufacturing/2008-12-25-biodegradable-plastic_N.htm), 02.12.2011.
13. Karsten Schischke, Marcel Hagelucken, Gregor Steffenhagen, An introduction to eco-design strategies-why, what and how?, dostupno na: [http://www.ecodesignarc.info/servlet/is/203/EN\\_An%20Introduction%20to%20EcoDesign%20Strategies.pdf?command=downloadContent&filename=EN\\_An%20Introduction%20to%20EcoDesign%20Strategies.pdf](http://www.ecodesignarc.info/servlet/is/203/EN_An%20Introduction%20to%20EcoDesign%20Strategies.pdf?command=downloadContent&filename=EN_An%20Introduction%20to%20EcoDesign%20Strategies.pdf), 15.11.2011.
14. Aleheid Fischer, Paper Plastic Eco-design by numbers, dostupno na: <http://researchmatters.asu.edu/stories/paper-plastic-eco-design-numbers-887>, 15.11.2011.

15. V.Ryan;Packaging-environmental issues, dostupno na: <http://www.technologystudent.com/despro2/enviro1.htm>, 18.11.2011.
- 16.<http://investing.businessweek.com/research/stocks/private/snapshot.asp?privcapId=115506296>, 12.11.2011.
- 17.<http://www.celerydesign.com/contact-us/>, 12.11.2011.
18. Arnold Tukker, Life cycle assessment as a tool in environmental impact assessment, Review 20 (2000), dostupno na: <http://media.leidenuniv.nl/legacy/chainet%20abs%20tuk2.pdf>, 06.11.2011.
19. <http://www.epa.gov/>, 25.11.2011.
20. [http://www.pg.com/en\\_US/company/index.shtml](http://www.pg.com/en_US/company/index.shtml), 26.11.2011.
21. <http://www.clorox.com/>, 2.12.2011.
22. J.C.Brezet, A.S.Bijma, J.Ehrenfeld, S.Silvester, The design of eco-efficient services, dostupno na: [http://www.score-network.org/files/806\\_1.pdf](http://www.score-network.org/files/806_1.pdf), 15.11.2011.
23. Teijin Human Chemistry, Human solutions, Evo footprint and eco-efficiency, dostupno na: <http://www.teijinaramid.com/sustainability/eco-footprint/>, 20.12.2011.
24. Rene van Berkel, Eco-efficiency in the Australia minerals processing sector, dostupno na: <http://www.ceecthefuture.org/downloads/vanberkel.pdf>, 10.12.2011.
25. Mary Ann Curran, Scientific Applications International Corporation (SAIC), Life cycle assessment: principles and practice, dostupno na: <http://www.epa.gov/nrmrl/lcaccess/pdfs/600r06060.pdf>, 10.12.2011.
26. Recycling Operators of New Zealand Inc (RONZ), HDPE plastic packaging, dostupno na: <http://www.plastics.org.nz/documents/ronz-hdpe-fact-sheet.pdf>, 22.12.2011.
27. Ilpo Penttinen, Tuula Pohjola, Helsinki University of Technology, Choice of a Strategy Tool for Eco-Efficiency, dostupno na: <https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:iWzbvOovNGUJ:www.crrconference.org/downloads/penttinenpohjola.pdf>, 19.01.2012.
28. John R. Ehrenfeld, Philosophy, Eco-efficiency: Theory, and Tools, dostupno na: <http://www.johnehrenfeld.com/Eco-efficiency%20JIE.pdf>, 23.01.2012.
29. Vreni Gurd, Which plastic water bottles don't leach chemicals?, dostupno na: [http://trusted.md/blog/vreni\\_gurd/2007/03/29/plastic\\_water\\_bottles#axzz1mfQmkl8v](http://trusted.md/blog/vreni_gurd/2007/03/29/plastic_water_bottles#axzz1mfQmkl8v), 25.01.2012.

30. Emma Seigel, Lisa Barlow, Biodegradable Plastics, dostupno na: [http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:qZJngvhyPJEJ:envs.colorado.edu/uploads/undergrad/Part\\_2.pdf+biodegradable+plastics&hl=hr&gl=hr&pid=bl&srcid=ADGEESjqKDnoDzrVW8nRikOKGBQnDlioydrc\\_trpxo9t1PAKoesPjkjVbX\\_nZRx9PX40e32YQbnTsyzcY7MVqK6gJaF1g\\_7ALkMj8jaC7ed0MPBeaMP0Y1jiAajmYix\\_b1XfZkuSu&sig=AHIEtbRfzeN1b4FQj29BEu0FodPeS7Cdjw](http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:qZJngvhyPJEJ:envs.colorado.edu/uploads/undergrad/Part_2.pdf+biodegradable+plastics&hl=hr&gl=hr&pid=bl&srcid=ADGEESjqKDnoDzrVW8nRikOKGBQnDlioydrc_trpxo9t1PAKoesPjkjVbX_nZRx9PX40e32YQbnTsyzcY7MVqK6gJaF1g_7ALkMj8jaC7ed0MPBeaMP0Y1jiAajmYix_b1XfZkuSu&sig=AHIEtbRfzeN1b4FQj29BEu0FodPeS7Cdjw), 26.01.2012.
31. Rebecca Scudder, What is biodegradable packaging and where is it used?, dostupno na: <http://www.brighthub.com/environment/green-living/articles/123818.aspx>, 26.01.2011.