

POLIMERI V BELI TEHNIKI POLYMER MATERIALS IN WHITE GOODS INDUSTRY

Vasilije Vasić

Razvoj PPA, Gorenje, d. d., Partizanska 12, 3503 Velenje, Slovenija
vaso.vasic@gorenje.si

Prejem rokopisa – received: 2007-10-04; sprejem za objavo – accepted for publication: 2008-06-16

Velik prispevek k tehnično-tehnološkemu razvoju izdelkov bele tehnike so prispevali prav polimerni materiali in njim pripadajoče tehnologije. Razvoj je opazen ne samo pri izboljšanju primarnih funkcionalnih lastnosti, temveč je tudi vse bolj uveljavljen okoljevarstveni vidik razvoja izdelka (t. i. "eco design"). Za izbrane primere so prikazane tehnična in ekonomska upravičenost rabe polimernih materialov in pripadajočih tehnologij ter specifičnost snovanja takšnih izdelkov. Prikazane so tudi nekatere usmeritve v sedanji rabi polimernih materialov in v bližnji prihodnosti ob uporabi nanotehnologije.

Ključne besede: polimerni materiali, bela tehnika, "eko-design", nanotehnologija

Significant contribution to technical and technological development of white goods products is due to polymers and related technologies. Development reflects not only the improvement of primary functional features, but also the ecology aspect of product design (eco-design) and pleasurable industrial design. The shown examples demonstrate the technical and economical feasibility of polymer application and related technologies as well as the design particularity of such products. The polymer application is growing and in the near future we could expect even bigger presence of nanotechnology.

Key words: polymer materials, white goods, eco design, nanotechnology

1 UVOD

Industrija bele tehnike je zrela industrijska panoga, ki sledi usmeritvam tehnološkega razvoja na različnih področjih in socio-ekonomskim zahtevam trga. Med najpomembnejša področja tehnološkega razvoja bele tehnike se uvrščata razvoj novih materialov in elektronika, s katerimi se dosegajo nove ali izboljšane funkcionalne lastnosti in ergonomsko vsečne oblike.

Med izdelke bele tehnike prištevamo velike in majhne gospodinjske aparate – npr. hladilnike, zamrzovalnike, pralne stroje, sušilnike perila, mešalnike itd. Zaradi velikih svetovnih kulturoloških in socio-ekonomskih razlik velja tudi različen način pri potrebah ter s tem tudi pri snovanju gospodinjskih aparatov.

Na evropskem trgu bele tehnike so najuspešnejši proizvajalci izdelkov bele tehnike iz Švedske, Nemčije in Italije ter iz nekaterih drugih dežel – npr. Španije, Turčije in Francije. Različna podjetja si na različne načine ustvarjajo konkurenčno prednost, ki temelji bodisi na tehnološki prednosti (superiornosti), vsečnosti izdelkov (industrijsko oblikovanje) ali pa na prepoznavnosti in ugledu lastne blagovne znamke.

Pri razvoju vsake naslednje generacije izdelkov bele tehnike prevladujejo ključne tržne usmeritve – povečana konkurenčnost na trgu, občutljivost cen, nenehne zahteve kupcev po povečani funkcionalnosti in vsečnosti ter ergonomija.

Osnovni razlogi za uvedbo polimernih materialov in zamenjavo kovinskih elementov so predvsem manjša masa polimerne izdelka, velika korozijska in okoljska odpornost ter velika fleksibilnost pri izdelkih zapletenih

oblik. Razen ekonomike in tehničnih razlogov je v ospredju vse bolj stroga okoljevarstvena zakonodaja (npr. WEEE, RoHS, IEC 60335), ki jo predpisujejo posamezne države ali pa posamezna svetovna (panožna ali strokovna) združenja (npr. CECED – Evropsko združenje proizvajalcev bele tehnike) – npr. obveznost za reciklažo lastnih izdelkov in okolju prijazna proizvodnja.

V podjetju Gorenje, d. d., namenjamo veliko pozornost razvoju polimernih materialov in pripadajočih tehnologij. V zadnjih letih se je opravilo kar nekaj raziskav na področju polimernih materialov in tehnologij, ter ocenil potencial uvedbe nanotehnologij v industriji bele tehnike.^{1,2,3,4} Preliminarne študije izvedljivosti uporabe so bile del razvojno-raziskovalnih aktivnosti v okviru tehnološke mreže Inteligentni polimerni materiali in tehnologije, kjer smo strokovno utemeljili in dokazali pomen investicije za modernizacijo razvoja polimernih produktov na primeru polimerne pralne kadi pralnega stroja.⁵

V prispevku bodo prikazane specifičnosti in praktične projektne izkušnje v Gorenje, d. d., pri razvoju plastične kadi za sodobne pralne stroje in antibakterijske zaščite pri hladilno-zamrzovalnih aparatih.

2 PREGLED UPORABE POLIMERNIH MATERIALOV IN PRIPADAJOČIH TEHNOLOGIJ V INDUSTRIJI BELE TEHNIKE

Polimerni materiali so multifunkcijski, saj lahko nasprotno od drugih materialov (npr. kovine) izkazujejo hkrati več dobrih, a med seboj fizikalno različnih lastnosti. Vzporedno z razvojem polimernih materialov in

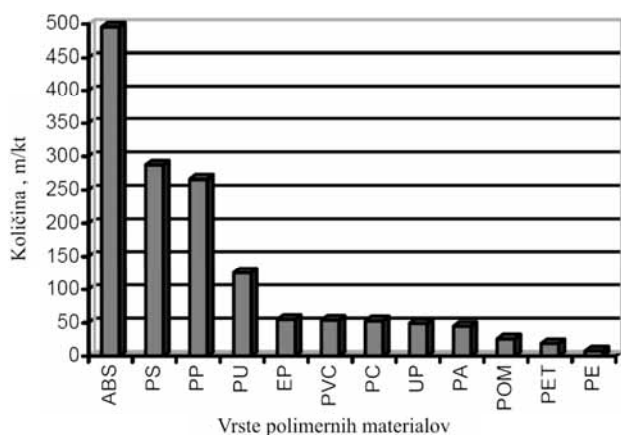
pridajajočih tehnologij se večja tudi masni delež polimernih materialov v izdelkih bele tehnike. Od leta 1960 pa do 2000 se je namreč utežni delež polimernih materialov v produktih bele tehnike povečal na 30%⁶.

Razloge za uporabo polimernih materialov v industriji bele tehnike in nadomeščanje kovinskih elementov lahko strnemo v naslednjih točkah:⁷

- doseganje novih in uporabniku prilagojenih specifičnih lastnosti izdelka (npr. dušenje vibracij, hrupa);
- izboljšanje sedanjih lastnosti izdelka, kar lahko pomeni zmanjšano porabo energije do 30 %;
- enostavno doseganje kompleksnih oblik izdelka s konvencionalnimi postopki predelave (npr. injekcijsko stiskanje);
- znatno zmanjšanje proizvodnih stroškov (tudi do 20 %);
- zmanjšanje nujnih investicij v proizvodno linijo (tudi do 50 %);
- odprava problemov s korozijo;
- povečanje možnosti reciklabilnosti izdelka in njegovih komponent ter
- nižja cena aparatov z uporabo polimernih materialov (vsaj 25 %).

V beli tehniki so prevladujoči polimeri plastomeri: PS, ABS in PP ter duromer PUR, kot je razvidno iz diagrama o porabi polimernih materialov v izdelkih bele tehnike (Slika 1⁸).

Vendar se danes polimerni materiali zelo redko uporabljajo v končnih izdelkih brez dodatka aditivov ali



Slika 1: Poraba polimernih materialov v industriji bele tehnike v Evropi v letu 2000

Figure 1: Consumption of polymer materials in white goods industry for year 2000

Tabela 1: Prikaz evolucije sesalnika za prah od iznajdbe do danes

Table 1: Evolution of vacuum cleaner from the invention to the present moment

Sesalnik <i>Pogon/Proizvajalec</i>	Leto	Prevladujoči material	Moč (W)	Masa (kg)	Cena
Ročni pogon	1900	les, jadvovina, usnje	50	10	£ 240 / \$ 380 / 304 €
Elektromotor/Cylinder	1950	lahko jeklo	300	6	£ 96 / \$ 150 / 120 €
Elektromotor/Cylinder	1985	brizgan ABS in PP	800	4	£ 60 / \$ 95 / 76 €
Elektromotor/Dyson	1995	PP, PC in ABS	1200	6,3	£ 193 / \$ 300 / 240 €

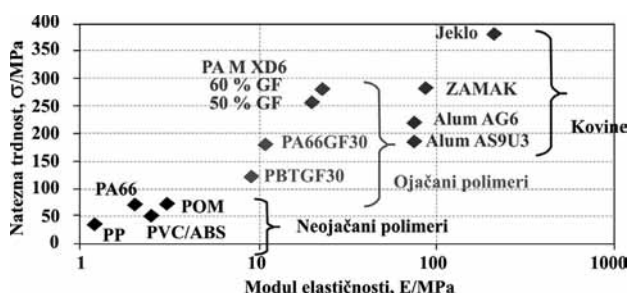
polnil, s katerimi skušamo izboljšati sedanje, zelene lastnosti končnega izdelka (npr. zmanjšanje skrčkov – dimenzijska stabilnost, udarna žilavost, togost, moč) in hkrati predelovalnost polimernega materiala. To sicer pogosto pomeni pozitiven finančni učinek, vendar pa moramo le najti kompromis med zelenimi lastnostmi in predelovalnostjo polimernega materiala.

Z dinamičnim razvojem aditivov in polnil so postali polimerni materiali v industriji bele tehnike še bolj konkurenčni kovinam, kar nam tudi prikazujejo lastnosti nekaterih materialov, podane na sliki 2.⁹

Zelo podoben primer koristnosti uporabe polimernih materialov v evoluciji izdelka bele tehnike se lahko pokaže pri sorodnem gospodinjskem aparatu, sesalnika za prah (Tabela 1,¹⁰ Slika 3¹⁰).

Za čas iznajdbe sesalnika se smatra leto 1908 in od takrat do danes se je njegova masa zmanjšala skoraj na pol, istočasno pa se je moč povečala za 40-krat. Uvedba polimernih materialov je omogočila razen všečnejše oblike tudi manj sestavnih delov. Današnje ohišje sesalnika je sestavljeno iz 4 delov, ki so združeni z enim samim veznim elementom, v primerjavi z ohišjem iz leta 1950 iz 11 delov in 8 veznimi elementi. Možne so tudi izboljšave materiala in njegove vrste (npr. kompozit ali nano-polnila), vendar niso tržno konkurenčna s sedanji tehničnimi rešitvami pri sesalnikih.¹⁰

Nasprotno od kovin velja za polimerne materiale, da imajo zelo dobre lastnosti dušenja in da so njihove materialne lastnosti časovno spremenljive ter zelo odvisne od vpliva temperature in/ali vlage. Prav zato je treba pri konstruiranju izdelkov iz polimernih materialov upoštevati fizikalni pojav lezenja (sprememba dimenzij) polimernega izdelka pod vplivom (konstantne) obremenitve ali relaksacije (sprememba obremenitve, npr. nosilnosti) pod vplivom (konstantne) deformacije.⁹



Slika 2: Primerjava natezne trdnosti in nateznih modulov za kovine in polimere

Figure 2: Strength and flexural modulus for different polymer materials and metals



Masa:	10 kg
Material:	les, jadvovina, usnje
Moč:	50 W
Cena:	304 €



Masa:	6,3 kg
Material:	polimer PP, PC in ABS
Moč:	1200 W
Cena:	240 €

Slika 3: Prvi ročni sesalnik za prah (1908) in sodobna izvedba (2005)
Figure 3: First vacuum cleaner (1908) and contemporary vacuum cleaner (2005)

Kot primer razvoja navajamo multifunkcionalni polimerni material za potrebe hladilno-zamrzovalne tehnike (MABS – BASF Terlur). Razen navadnih lastnosti material omogoča boljšo prozornost, odpornost proti razpokam, povzročeni s čistili in olji, visoko udarno žilavost in dobre mehanske lastnosti. Prav tako ima izboljšano zvočno izolativnost v primerjavi s sedanjim SAN materialom, in s tem se lahko bistveno prispeva k zmanjšanju hrupnosti hladilno-zamrzovalnega aparata.¹¹

V primerjavi z drugimi materiali, npr. kovinami, je toplotna prevodnost polimerov 100- do 1000-krat manjša, z nekaterimi polnili pa se prevodnost lahko poveča za 3- do 4-krat. Ta lastnost se izkaže za zelo uporabno pri hladilno-zamrzovalnih aparatih (izolacija) in pri pralnih strojih (plastična kad pralnega stroja). Vendar pa so prav zaradi dobre toplotne izolativnosti (slabe toplotne prevodnosti) polimerni materiali zelo zahtevni za predelavo (Op.a. Slaba toplotna prevodnost upočasnjuje cikel predelave zaradi potrebe po enakomernem ohlajanju produkta) in zato za lažjo predelavo potrebujejo dodatek aditivov ali polnil.¹²

Zato moramo za doseganje končnih funkcionalnih lastnosti upoštevati tudi značilnosti postopkov predelave. V industriji bele tehnike so najpogosteje zastopane enostavnejše oblike polimernih tehnologij:

- **injekcijsko stiskanje** – notranje komponente hladilno-zamrzovalnih aparatov (police- ABS) in pralni stroj (pralna kad – PP);
- **ekstrudiranje** – celice in protivrata hladilno-zamrzovalnih aparatov (PS);
- **toplotno preoblikovanje (vakuumiranje)** – celice in protivrata hladilno-zamrzovalnih aparatov (PS);
- **tehnologija formiranja poliuretanskih pen** – toplotna izolacija hladilno-zamrzovalnih aparatov.

Pri snovanju polimernih komponent v beli tehniki si med drugim pomagamo tudi z računalniškimi orodji za modeliranje predelovalnih procesov – npr. MoldFlow®, UGS NASTRAN, kjer skušamo predvideti vedenje polimernega materiala med predelovanjem in pri kasnejši rabi izdelka pri predvidenih pogojih delovanja.

3 VLOGA NAPREDNIH POLIMERNIH MATERIALOV PRI RAZVOJU INDUSTRIJSKIH IZDELKOV

Osnovni namen uvedbe naprednih materialov je doseči izboljšavo sedanjih in dodatnih funkcionalnosti izdelka, ki jih sicer z navadnimi materiali in postopki ne bi bilo mogoče doseči.

Pri navadnih polimernih mešanicah (blendih) in polimerih s polnili moramo namreč za doseganje želene multifunkcionalnosti narediti kompromis med izboljšavo želene lastnosti in drugimi lastnostmi materiala ter stroški in procesibilnostjo (predelovalnostjo). Omenjene omejitve brez težav premagujemo s polimeri na osnovi mikro- in nanokompozitov.

V nadaljevanju so predstavljeni trije zgledi sedanje in možne uporabe naprednih materialov v industriji bele tehnike, in sicer:

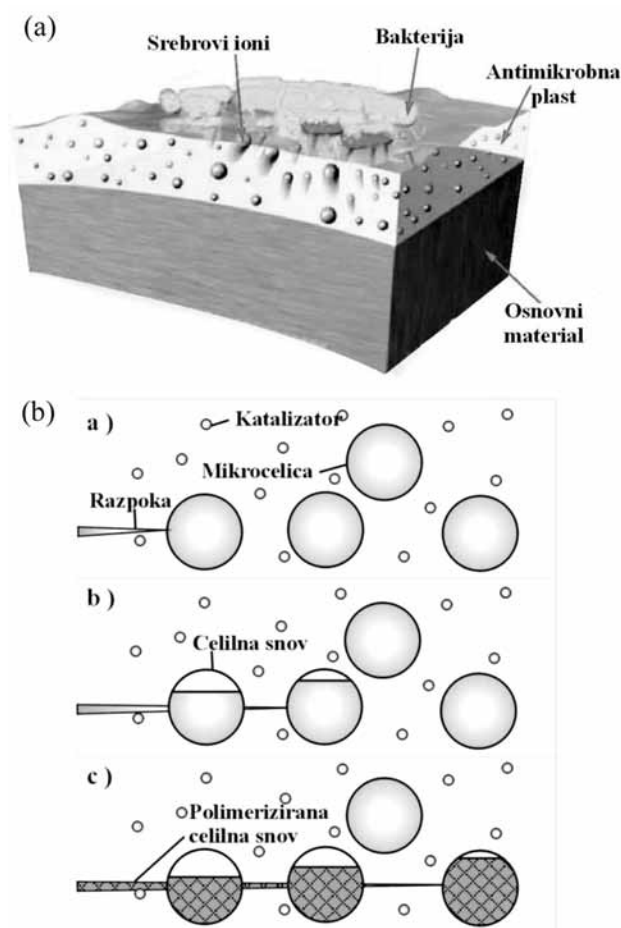
- preprečevanje prask na površini aparatov;
- antibakterijska/antimikrobna zaščita;
- odpravljanje razpok v materialu in
- uvajanje mikro- in nanopolnil v polimerne materiale.

Preprečevanje prask na površini aparatov je lahko zgled, značilen za avtomobilsko industrijo. Na avtomobilih se zaradi vse pogostejšega pranja v avtopralnicah uničuje lak, ker se na ščetkah avtopralnic nahajajo majhni delčki. Preprečevanje abrazije laka so se pri Mercedes Benz u lotili z uporabo nanodelcev pri novem laku. Za premaz uporabljajo nanokeramične polimerne kompozite, ki tvorijo zelo gosto mrežo v strukturi premaza. Le-ta preprečuje mikropрасke, ki sčasoma nastanejo in so pogosto posledica abrazije. Proizvajalci zagotavljajo, da nano-premaz omogoča trojno povečanje odpornosti proti praskam v primerjavi z navadnim premazom.^{1,2}

V svetu velja vse večja zdravstvena ozaveščenost kupcev in mednje spada tudi nevarnost okužb, ki so posledica človeku nevarnih mikroorganizmov. Znano je namreč, da so določeni tipi plastike ali s plastiko prevlečeni materiali zelo ugodni za rast mikroorganizmov. Kontaminacija se lahko pokaže v obliki vidne rasti

mikroorganizmov na površini materiala, razbarvanja ali smradu, v najslabšem primeru pa lahko celo pripelje do poslabšanja vizualnih in funkcionalnih lastnosti plastike. Med zadnje prištevamo moč in upogljivost, električno izolativnost in prozornost. Na Japonskem so se zaradi gostote populacije in specifične klime kar nekajkrat soočili z množičnimi zastrupitvami s hrano, ki je prihajala v stik s polimernimi izdelki.

Zaradi tega se je v industriji bele tehnike že pred leti pričela intenzivno uporabljati antibakterijska/antimikrobna zaščita, ki se navadno izvede s t. i. antimikrobno (antibakterijska) plastjo, naneseno na osnovni (nosilni) material (Slika 4a). Takšen pristop je možen tako pri polimernih materialih (npr. koekstruzija vrhnje plasti na nosilni (polimerni) material) ali pa pri drugih materialih (npr. kovinah, keramiki, lesu). Obstaja pestra ponudba antibakterijskih sredstev, ki so najpogosteje anorganskega izvora (srebrovi nanodelci) in se med seboj razlikujejo po stopnji delovanja, učinkovitosti glede na določen mikroorganizem, zahtevano stopnjo



Slika 4: Prikaz delovanja antibakterijske zaščite in odprave razpok v polimernem materialu: **a)** Antibakterijska površinska zaščita polimera, **b)** Princip celjenja razpoke v polimernem materialu

Figure 4: Demonstration of antimicrobial protection and crack healing in the polymer materials: **a)** antimicrobial surface of polymer materials, **b)** principle of crack healing in the polymer material

dodajanja, termično stabilnost in obstojnost proti spiranju.

Princip delovanja temelji na kovinskih ionih, ki so tako stabilizirani v vrhnji (koekstrudirani) površini, da se aktivirajo v stiku z drugim agentom, kot je npr. maščoba (Slika 4b). Kovinski ioni v vsakem primeru vzajemno delujejo s celičnimi membranami mikrobov, predvsem pa na osnovi delovanja encimov, in preprečujejo njihovo rast. Celice bakterij absorbirajo srebrove ione, ki preprečijo delitev RNA/DNA in tako zavirajo rast (t. i. biostatično delovanje).^{4,13}

Polimer, namenjen za strukturne elemente, je izpostavljen poškodbam v obliki razpok, ki se lahko razširijo globoko v strukturo, kar je zelo težko zaznati ter skoraj nemogoče popraviti. Razpoke povzročijo mehansko degradacijo, v elektronskih komponentah pa so vzrok za kasnejše funkcionalne napake. Nastanek (mikro)razpok je posledica termičnega in mehanskega staranja, kar je dolgoročen problem pri polimernih materialih. Rešitev omenjenega problema nam lahko ponudijo polimeri z vgrajenimi mikrokapsulami t. i. celilnega sredstva, ki se sprosti ob pojavu razpoke. Polimerizacija celilnega sredstva se sproži v stiku z vgrajenim katalizatorjem kateri obkroža robove razpoke (Slika 4b¹³). Na osnovi eksperimentalnih rezultatov nam ponujena tehnična rešitev lahko povrne po razpoki kar 75 % togosti materiala.

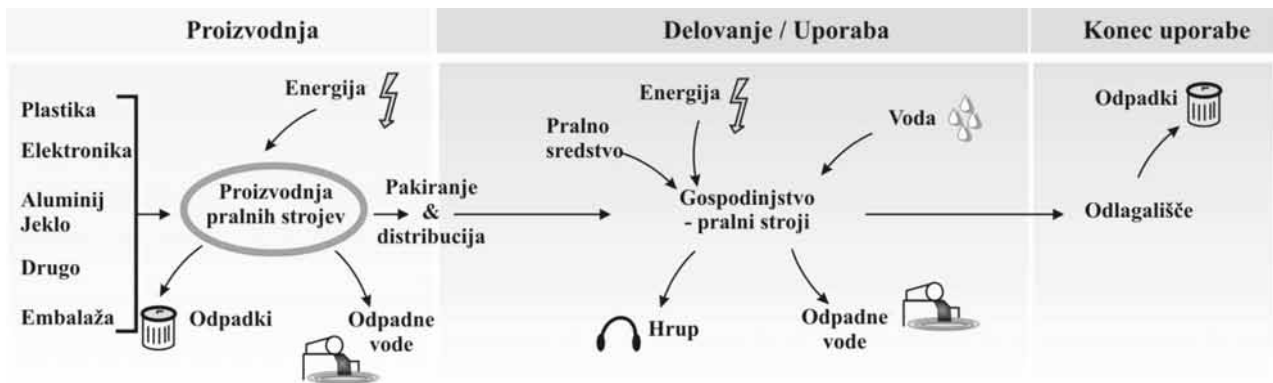
V redno industrijsko uporabo v beli tehniki so prišli tudi polimerni materiali z mikropolnili. Zgled takšnega materiala je mikropolnila v PP (Borealis-Borcom), ki je omogočil med 8 % in 24 % manj uporabljenega materiala ob istočasnem povečanju udarne žilavosti za 30 %.¹⁴

Zaradi zelo podobnih dimenzijskih sprememb (skrčkov) izdelka po obdelavi ob zamenjavi obstoječega materiala z mikrokopozitom ni potrebna draga sprememba orodja. Zelo važno pa je vedeti, da se zaradi zmanjšanja mase izdelka in na splošno manj uporabljenega materiala zmanjšajo logistični stroški. Za enako količino uporabljenega polipropilena z vsebnostjo talka (20 %) ali kalcijevega karbonata (CaCO_3 ; 40 %) se lahko dosežejo tudi do 15 % prihranki na materialu.¹⁴

Mikrokompoziti so dejansko osnova za razvoj nanostrukturnih materialov in nanokompozitov, ki kljub obetajočim napovedim še niso popolnoma zaživel v vsakdanji industrijski praksi in izdelkih bele tehnike.

4 EKOTEHNOLOŠKO SNOVANJE IZDELKA BELE TEHNIKE

Med prvine trajnostnega razvoja se uvršča način snovanja izdelka, ki upošteva vse faze razvoja – načrtovanje izdelka, proizvodnjo, uporabo in recikliranje. Takšen način snovanja se imenuje angleško Life Cycle Management (LCM) in obravnava celoten trajnostni cikel produkta kot celoto ter optimizira interakcijo med načrtovanjem izdelka, proizvodnjo ter aktivnostmi v in po eksploataciji (uporabi).



Slika 5: Primer trajnostne dobe gospodinjskega aparata – pralnega stroja
Figure 5: Appliance life cycle – washing machine

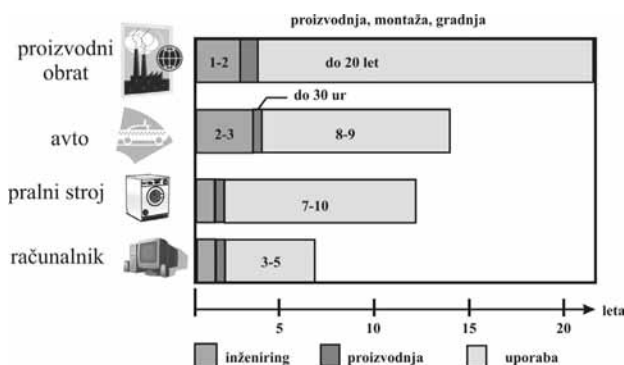
Osnovni cilj je racionalna raba razpoložljivih virov in maksimalna učinkovitost trajnostnega cikla, upravljanja s podatki o izdelku, tehnični podpori in seveda s celotnimi stroški (Slika 5^{15,16}).

V mnogih industrijskih državah, v številni Evropsko unijo, se je predlagalo ali celo že uveljavilo kar nekaj okoljevarstvenih zahtev za produkte, s katerimi želijo zmanjšati vpliv na okolje z različnimi ukrepi:

- eko-oznake ali okoljske deklaracije – s katerimi se označuje ta okoljsko ovrednoten izdelek in njegov možen vpliv na okolje;
- okoljsko ozaveščanje javnosti in nakup okoljsko prijaznejših izdelkov;
- razvrščanje izdelkov glede na njihov okoljski vpliv in na razpoložljive (naravne) vire ter
- obvezujoče recikliranje lastnih izdelkov po koncu uporabe (eksploatacije).

Za vsak izdelek veljajo različne faze trajnostnega cikla, ki jih lahko povzamemo kot inženiring in proizvodnjo na eni strani ter čas uporabe na drugi. Vsak proizvajalec mora zagotoviti zanesljiv in predvsem neškodljiv nastanek (proizvodnjo) in delovanje izdelka ter možnost kasnejše ponovne uporabe ali okolju prijazne razgraditve.

Za primer pralnega stroja in v primerjavi z ostalimi produkti je pokazan primer trajanja posameznih trajnostnih faz (Slika 6¹⁶).



Slika 6: Prikaz posameznih faz trajnostnega cikla za nekatere izdelke
Figure 6: Phases of life cycle of some typical products

Proizvajalci polimernih materialov in pripadajočih tehnologij v beli tehniki imajo zato s stališča omenjene okoljske regulative zelo točno predpisane mejne vrednosti za uporabo v sodobnem gospodinjskem aparatu (npr. toplotna izolativnost, reciklabilnost, hrupnost), ki so iz leta v leto vse bolj stroga in zahtevna.

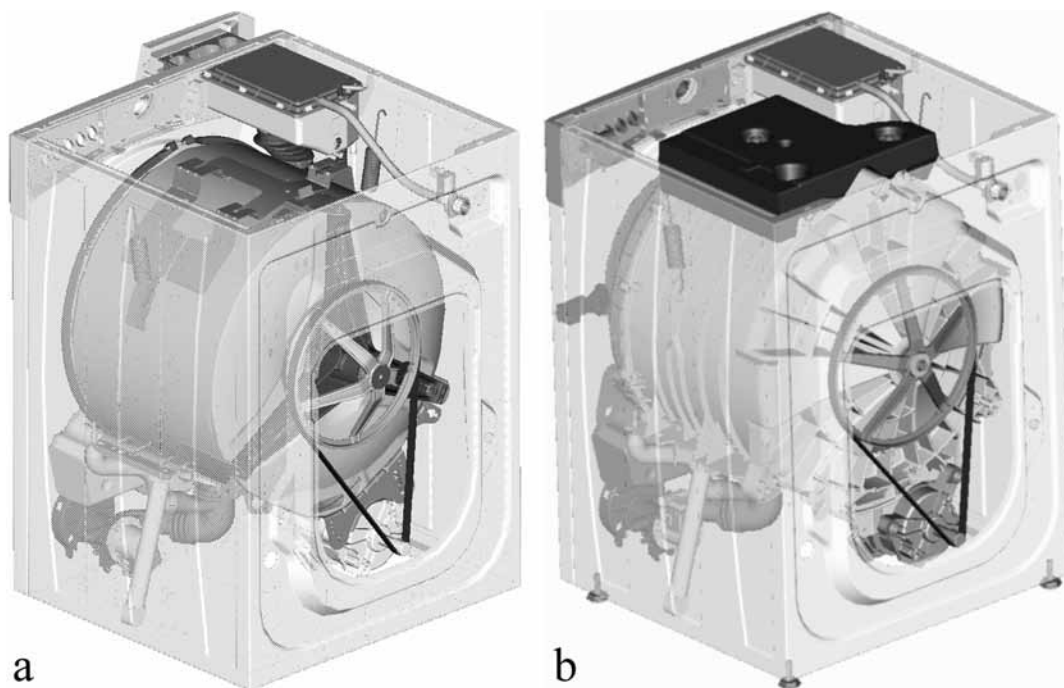
5 PRIMER IZ PRAKSE – RAZVOJ POLIMERNEGA MATERIALA ZA BELO TEHNIKO V GORENJU

V podjetju Gorenje, d. d., je že dolgo poznan in uveljavljen najzahtevnejši sistem okoljskega (ekološkega) menedžmenta po prvih standarda ISO 14001, WEEE direktive (2002/96/EC), RoHS-direktive (2002/95/EC). V letu 2003 se je sistem okoljskega menedžmenta poenotil in nadgradil s sistemom EMAS – Energy Management and Audit Scheme (EC/761/2001). Podjetje tako pri izbiri ne samo polimernih materialov, temveč vseh komponent upošteva Evropsko direktivo o okoljskem načrtovanju izdelkov, ki porabljajo energijo (EuP – Eco-design Requirements for Energy-Using Products).^{17,18}

Najbolj izrazita zgleda uporabe polimerne materiala v proizvodnem programu bele tehnike skupine Gorenje, d. d., sta plastična kad pralnega stroja (kompozit PP×40 CaCO₃) in antibakterijska zaščita hladilno zamrzovalnega aparata (PS).^{4,5}

Uporaba polimerne pralne kadi v proizvodnji ima pred podobno iz nerjaveče pločevine kar nekaj prednosti:^{5,18,20}

- manjše število sestavnih delov in s tem posledično tudi pralnega stroja;
- izboljšanje nekaterih funkcionalnih lastnosti pralnega stroja (npr. energijska učinkovitost, hrup, vibracije...);
- avtomatiziranost in poenostavljenost proizvodnega procesa, kar posledično pomeni hitro, ceneno in fleksibilno proizvodnjo z racionalnejšim številom delavcev;



Slika 7: Shematski prikaz sestave pralnega stroja s kovinsko in polimerno pralno kadjo; **a)** Pralni stroj s kovinsko kadjo, **b)** Pralni stroj s polimerno kadjo

Figure 7: Description of washing machine with metal and polymer tub; **a)** washing machine with metal tub, **b)** washing machine with polymer tub

- manjše število delavcev, potrebnih za sestavo pralne skupine in posledično večja produktivnost;
- zaradi nižjih stroškov proizvodnje in manj komponent pralnega stroja se s tem večja konkurenčnost podjetja na trgu.

Primerjava pralnega stroja s polimerno pralno kadjo in pralnim strojem s kovinsko kadjo nam nazorno prikazuje spodnja shema (Slika 7²⁰).

Pri pralnih strojih so nas predvsem zanimalo termo-mehanske lastnosti polimerne kadi na dinamične obremenitve (npr. vibracije, hladna in topla voda) in zagotavljanje lastnosti v trajnostni dobi izdelka (t. i. časovna odvisnost materialnih lastnosti). Zamenjava kovinske s polimerno kadjo je zahtevala precejšnje spremembe sestavnih komponent (tudi do 30 komponent¹⁸) in uvedbo novih programskih orodij za snovanje izdelka (MoldFlow[®]) ter upoštevanje zakonitosti mehanike polimerov in kompozitov.^{20,21}

Razvoj hladilno-zamrzovalnih aparatov se je usmeril v povečanje toplotne izolativnosti polimernih materialov ter hkrati v dušenje vibracij in hrupa celotnega sistema. Pri teh aparatih smo se srečali tudi s tržno zahtevo za povečanje stopnje zdravstvene in higienske zaščite uporabnikov, ki smo jo dosegli z antimikrobno (antibakterijsko) zaščito.^{4,22} Projekt je zajemal uvedbo izboljšane tehnološkega postopka (koekstruzije) in poznavanje zakonitosti delovanja aditivov ter postopkov preizkušanja učinka aditivov polimera.

Antimikrobna zaščita je bila uvedena pri veliki večini hladilno-zamrzovalnih aparatov, in s tem se je potrdila

skrb podjetja za končnega kupca gospodinjskih aparatov Gorenje.

Razen izboljšanja funkcionalnih lastnosti izdelka je uporaba polimernih materialov znatno povečala vsečnost izdelka in s tem t. i. emocionalno komponento, ki jo lahko dosegajo oblikovalci z drznimi oblikami in barvnimi odtenki.²³

6 SKLEPI

V beli tehniki imajo polimerni materiali in njim pripadajoče tehnologije velik pomen pri razvoju za okolje in uporabnika racionalnega izdelka. Razen znatne izboljšave ključnih funkcionalnih lastnosti (npr. energetska učinkovitost, zdravstvena zaščita, manjši čas pranja, manj vibracij in hrupa) so polimerni materiali izdelkom bele tehnike povečali vsečnost in ergonomičnost.

Zaradi velike vsebnosti polimernih komponent v industriji bele tehnike se je tudi bistveno spremenil koncept snovanja izdelkov, spodbudile pa so tudi aktivnosti na za to vejo industrije pomembnih raziskovalnih področjih v Sloveniji (npr. mehanika polimerov in kompozitov, brizganje polimerov, orodja za simulacijo). V bližnji prihodnosti tako lahko pričakujemo večjo vsebnost mikro- in nanopolnil v polimernih materialih oz. večjo vsebnost mikro- in nanokompozitov na osnovi polimernih materialov.

7 LITERATURA

- ¹ Heath, D., Vasić, V.: Advanced polymer and smart polymer materials in major domestic appliance design, Ljubljana: Institut "Jožef Stefan" – International Centre for Sustainable Development, 2004, 49
- ² Heath, D., Vasić, V.: Nanotehnologija, Gorenje, Informacijski bilten – GiB, Velenje – Gorenje, 1 (2004), 1–9
- ³ Vasić, V., Umek, P.: Potentials of nanomaterials and nanotechnology in the white goods industry, SLONANO 2004 / 3rd Slovenian workshop on nanoscience and nanotechnology, Ljubljana, 21–22 October, 2004. – Ljubljana: Institut "Jožef Stefan", 2004, 20
- ⁴ Vasić, V., Meža, M., Dovšak, T.: NGC 600 ABP – Uvajanje in analiza antibakterijske zaščite v hladilno zamrzovalnih aparatih nove generacije, project documentation, Velenje: Gorenje, 2005, 200
- ⁵ Vasić, V., Dimitrievski, I., Cvelbar, R., Emri, I.: Inteleigentni polimerni materiali in pripadajoče tehnologije, ocena tehnološkega potenciala Slovenije na področju okoljskih tehnologij in materialov, elaborat, Center za eksperimentalno mehaniko, Katedra za mehaniko polimerov in kompozitov, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, april 2003
- ⁶ Posch, W.: Plastics for improved major appliances, International Appliance Technology Conference 2005, 9
- ⁷ Hagan, R. S., Keelan, W. R.: Plastics – Key materials for innovation and productivity in major appliances, American Plastics Council, 1994, 21
- ⁸ Posch, W.: Borealis polypropylene – helping to shape the future of the white goods industry, International Appliance Manufacturing (2002), 184–187
- ⁹ Desai, K. C.: Structural plastics – better performance and low cost, International Appliance Conference, 2005
- ¹⁰ Ashby, M.: Material selection in material design, Butterworth-Heinemann, 2nd ed, 1999
- ¹¹ BASF – Terlur MABS: Transparent, stress cracking resistant and sound dampening material, 2005
- ¹² Van der Vegt, A. K.: From polymers to plastics, Delft University Press, 2002, 149
- ¹³ White, S. R., co: Autonomic healing of polymer composites, Nature, 409 (2001), 794–817
- ¹⁴ Gubo, R.: Slim down for best performance – Borcom Microcomposites: A new product generation to minimize weight and costs, International Appliance Manufacturing, (2005), 124–128
- ¹⁵ The European Eco-label: The European ecological label for washing machine – product fact sheet, Comission Decission 2000/45/EC, [ec.europa.eu/environment/ecolabel/pdf/infokit/washmach_en.pdf], 2
- ¹⁶ Westkämper, E., Alting, L., Arndt, G.: Life cycle management and assessment: approaches and visions towards sustainable manufacturing, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part B. Journal of engineering manufacture, 215 (2001) B, 599–626
- ¹⁷ Gorenje – Corporate Social Responsibility Report and EMAS – Environmental Statement, Velenje: Gorenje, 2006
- ¹⁸ Vasić, V., Vaupot, J.: Necessary energy regulations for achieving rational energy consumption – Gorenje case, Klimatizacija, grejanje i hlađenje / zbornik radova pisanih za 35. kongres o grejanju, hlađenju i klimatizaciji. – Beograd: Savez mašinskih in elektrotehničkih inženjera i tehničara Srbije (SMEITS), 2004, 120–129
- ¹⁹ Sovič, B.: Polimerna pralna kad prinaša številne prednosti, Pika na G, Velenje – Gorenje, 1 (2007), 20–21
- ²⁰ Vasić, V.: Vloga polimerov in pripadajočih tehnologij v industriji bele tehnike, TM IPMT Življenjski cikel polimernega produkta, Vseživljensko izobraževanje : življenjski cikel polimernega produkta, Ljubljana, 21 junij 2006, Gospodarska zbornica Slovenije
- ²¹ Fržovič, M.: Gorenje razvija materiale za pralne stroje in hladilnike, Finance 52 (2006), 2
- ²² Heath, D., Vasić, V.: Antimikrobna zaščita pri gospodinjskih aparatih. GiB, Velenje – Gorenje, 9 (2005), 12–22
- ²³ DuPont: Elegant design details, DuPont Engineering Design 1–2 (2005), 1–2

KRATICE

- ABS – Akrlonitril-butadien-stiren kopolimer
 ALUM – Aluminij
 CECED – Conseil Européen de la Construction d'appareils Domestiques – Združenje proizvajalcev aparatov bele tehnike
 EMAS – ECO – Management and Audit Scheme / Evropska uredba o orodju za sistematizirano ravnanje z okoljem
 EuP – Eco-design Requirements for Energy-Using Products
 GF – Glass Fibres – Steklena vlakna
 LCM – Life Cycle Management / Menadžment trajnostnega cikla produkta
 MABS – Metilmetakrilat-akrlonitril-butadien-stiren kopolimer
 PA – Poliamid
 POM – Polioksimetilen
 PS – Polistiren
 PUR – Poliuretan
 PVC – Polivinilklorid
 RNA/DNA – Ribonucleic acid / Deoxyribonucleic acid – Ribonukleinska kislina / Deoksinukleinska kislina
 RoHS – Restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment / Omejitev uporabe nevarnih materialov v električnih in elektronskih napravah
 SAN – Stiren-akrlonitril
 WEEE – Waste Electrical and Electronic Equipment Directive / Direktiva o odpadnem materialu električnih in elektronskih naprav
 ZAMAK – Cinkova zlitina (Zink – Aluminium – Magnesium – Kupfer), New_Jersey_Zinc_Company