

Uređuje:
Ana ŠVOB



Opasni kućni otpad

U nekoliko je prošlih brojeva *Polimera* tema ove rubrike bio opasni otpad i neki problemi u svezi s njime: spalionice, dioksini, pepeo i dr. Taj se otpad najčešće povezuje s industrijom, no on nastaje i u kućanstvu. Po definiciji je to dio kućnoga otpada koji je teško zbrinuti ili predstavlja opasnost za ljudsko zdravlje odnosno okoliš zbog svoje kemijske ili biološke prirode.¹ U angloskonoj se literaturi za njega rabi kratica HHW, prema *Household Hazardous Waste*, a naziva se i *Problematic waste*. (Ta se kratica ponegdje koristi u tekstu.) Često je u nazivima naglašeno da je to mali, ali problematičan dio otpada, pa se u Europi u raznim zemljama rabe nazivi *Problemstoffe*, *Problemabfälle*, *Klein gevaarlijk afval*, *Petits déchets des menages*, *Klein chemische afval* itd. Taj dio kućnoga otpada u Europskoj uniji iznosi oko 1 posto (tablica 1),² što nije mnogo, ali ipak može povećati opasna (*hazardous*) svojstva komunalnoga otpada (MSW - *municipal solid waste*) pri njegovu odlaganju, spaljivanju ili kompostiranju (i ovo je jedna od definicija toga otpada).

U Hrvatskoj taj otpad ima naziv *problematične tvari*, a u ukupnom je komunalnom (kućnom) otpadu njegov maseni udio 2 do 5 %, što je više nego li u EU. Kako je količina komunalnoga otpada u Hrvatskoj 1,2 milijuna tona, opasnoga kućnog otpada ima između 24 000 i 60 000 tona.

Postoje četiri glavne kategorije opasnoga kućnoga otpada:

- boje, premazi, otapala i slični proizvodi
- vrtno kemikalije i proizvodi za njegu kućnih ljubimaca
- proizvodi iz motornih vozila (motorna ulja, antifriz, sredstva za podmazivanje i laštenje, akumulatori i sl.)
- kemikalije i materijali koji se rabe u kućanstvu (sredstva za čišćenje i izbjeljivanje, medicinski i kozmetički otpad, omekšivači vode, fluorescentne cijevi, baterije, CFC i dr.).

Studija iz koje potječe tablica 1 o upravljanju kućnim opasnim otpadom u Europskoj uniji obuhvatila je 15, tada postojećih članica, te Mađarsku i Rumunjsku.² Teško je uspoređivati pojedine zemlje, jer ne postoje točne definicije, a ni nadzor toga otpada, pa razne

TABLICA 1. Ukupna količina opasnoga kućnog otpada, količina opasnoga kućnog otpada po stanovniku te udio opasnoga kućnog otpada u komunalnom otpadu po pojedinim zemljama Zapadne Europe

Država	Referentna godina	Količina HHW 1 000 t	Količina HHW kg/osoba/god.	Udjel HHW u MSW, %
Austrija	1998	23 - 26	2,8 - 3,2	0,8 - 0,9
Belgija	2000	46,3	3,8	1
Danska	2000	13,6	2,5	0,8
Finska	1999	27	5,3	1,1
Francuska	2000	260	4,5	1,2
Njemačka	1997	390	4,7	1
Grčka	1999	4,5	0,4	0,12
Irska	1998	6,8	1,8	0,5
Italija	1997	254	4,4	1
Luksemburg	2000	2,1	5,3	1
Nizozemska	2000	35,2	2,3	0,4
Portugal	1998	39	3,9	1,1
Španjolska	1997	143	3,6	1
Švedska	1999	38	4,3	1
Velika Britanija	1999	252	4,2	0,9
Ukupno	15 članica EU = 1,5 milijuna tona HHW/god.			
Mađarska	1998	17,2	1,7	0,7

zemlje primjenjuju različite načine za zbrinjavanje i postupanje s njim. To je bio razlog da se studija usredotočila na utvrđivanje opasnih kemikalija koje se rabe u kućanstvima. Utvrđeno je 14 opasnih tvari na koje treba ponajprije obratiti pozornost pri gospodarenju komunalnim otpadom. To su: arsen, olovo, kadmij, krom, bakar, nikal, živa, cink, poliklorirani bifenili (PCB), benzen, tetrakloretilen, trikloretilen, tetraklorometan i natrijev cijanid. Proizvodi iz kućanstava koji sadrže spomenute kemikalije su boje, pesticidi, drvo koje je pri zaštiti kemijski obrađeno s arsenom i fluorescentne svjetiljke.

Gospodarenje opasnim kućnim otpadom

Svakoga se dana u kućanstvu rabi sve više raznih tvari koje spadaju u opasni kućni otpad, a njegovo zbrinjavanje otežavaju činjenice da ga nastaje relativno malo, ali na mnogo mjesta.

U gospodarenju tim otpadom slijedi se poznato načelo 3R (*reduction, re-use, recycle*) koje se primjenjuje i u gospodarenju komunalnim otpadom, dakle nastoji ga se u prvome redu *smanjiti, ponovno uporabiti i oporabiti*, a tek zatim slijede (eventualno) kompostiranje, spaljivanje ili odlaganje.

Smanjenje nastanka HHW-a najbolje je za okoliš, a podrazumijeva primjenu (i proizvodnju) proizvoda s manje štetnim utjecajima. Poklanjanjem ostatka proizvoda (npr. boje) nekome ili organiziranjem zamjene takvih proizvoda na lokalnoj razini (u Velikoj Britaniji tzv. *Re-Paint* shema), može se donekle smanjiti bacanje nekih opasnih proizvoda u kućni otpad.

Razvrstavanje otpada, pa i opasnoga kućnog otpada, uvjet je za uporabu nekih njegovih sastojaka, što se u nekim slučajevima (otpadno ulje, boje, baterije) već provodi vrlo uspješno. Rabljeno motorno ulje koje odbacuju vozači ukoliko sami servisiraju svoja vozila, može znatno onečistiti okoliš, jer jedna litra ulja onečisti milijun litara vode. Ilustrativan je slučaj tankera Exxon Valdez koji je pri nasukavanju 1989. ispustio 11 milijuna galona nafte (oko 42 milijuna litara) kod Aljaske. No, američki vozači koji sami mijenjaju ulje ispuste u kanalizaciju toliku količinu u nekoliko tjedana (!), jer godišnje ispuste 180 milijuna galona (oko 680 milijuna litara).⁴ U Velikoj Britaniji se godišnje oko 20 000 tona otpadnoga ulja nepropisno ispusti, izvješćuje National HHW Forum.⁵ Primjerice, 1996. je prodano 49 700 tona motornoga ulja, no 40 % je nestalo. Od preostale je količine reciklirano 27 do 31 %. U Hrvatskoj je ovlaštenu obradivač rabljenih maziva tvrtka Ina Maziva Zagreb.

Boje, lakovi, premazi i slična sredstva često čine više od 75 % opasnoga kućnog otpada, a nekoć su ta sredstva sadržavala više opasnih tvari: olovo, krom, živu i kadmij. Tako je pri restauraciji mosta Benjamin Franklin između Philadelphiae i Camdena trebalo skinuti više od 20 (!) slojeva stare boje koja je sadržavala znatne količine olova, pri čemu je nastalo 3 000 tona opasnoga otpada. Zbrinut je tako da je pomiješan s cementnom prašinom, stavljen u betonske ćelije i deponiran.⁶ Danas su sredstva za ličenje temeljena na ulju ili na vodi. Prva sadrže zapaljiva otapala, pa njihovu uporabu treba izbjegavati u kućanstvu i rabiti ona temeljena na vodi.

Opasni kućni otpad može znatno onečistiti kompost koji se proizvodi od kućnoga i vrt-noga otpada, pa o tome treba voditi računa pri proizvodnji komposta u kućanstvima, ali i u središnjim, velikim kompostanama. Isto vrijedi za odlaganje kućnoga otpada na odlagališta, ukoliko iz njega nije uklonjen opasni otpad.

Spaljivanje se kućnoga otpada provodi kod visokih temperatura koje osiguravaju steriliziranje običnoga kućnog otpada. No, za neke sastojke takvoga otpada potrebne su izuzetno visoke temperature, kao što su one za spaljivanje kemijskoga otpada. Spaljivanje je jedini način obradbe otpada kojim se može hvatati i pročišćavati plinovite emisije,

što omogućuje obrađivanje i malih količina opasnoga kućnog otpada. Teški metali poput olova i kadmija koji se koncentriraju u pepelu ili kojemu drugom ostatku spaljivanja, moraju se naknadno obraditi na odgovarajući način. Plinovita se živa ne može uhvatiti, pa sav otpad koji ju sadrži treba izdvojiti prije spaljivanja.

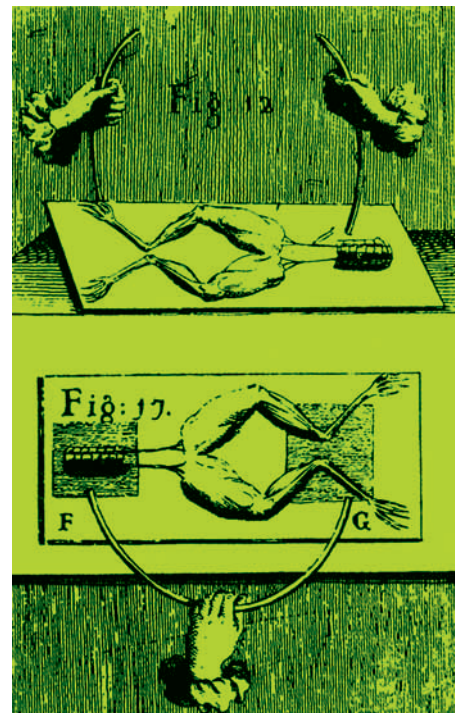
Glavnina se komunalnoga otpada u svijetu odlaže. Iako naizgled proturječno, to je možda najmanje štetan način za male količine opasnoga kućnog otpada, jer glavnina otpada djeluje poput upijajuće spužve koja ih zadržava. Međutim, ako se iz komunalnoga otpada izdvoje veće količine otpada, primjerice papira (oko 30 %) i organskoga dijela (20 do 30 %) da bi se odvojeno oporabili ili kompostirali, smanjen je kapacitet preostalog otpada za *upijanje* i smanjenje štetnoga utjecaja opasnih sastojaka. Na odlagalištu miješanoga otpada teško je predvidjeti koje sve kemijske reakcije mogu uslijediti pri razgradnji otpada i osigurati da ne dođe do istjecanja štetnih sastojaka u podzemne vode. Pritom poseban problem predstavlja živa. *Science News Online* izvjestio je o studiji koja je pokazala da živa u odlagalištima otpada (potječe iz termometara, fluorescentnih svjetiljaka, lateks ličila i baterija) postaje još toksičnija. Naime, bakterije iz odlagališta djeluju na nastajanje metil-žive, a to je jedan od najtoksičnijih živinih spojeva.⁷ Švedska Agencija za zaštitu okoliša namjerava potpuno izbaci živu do godine 2010. Sav otpad koji sadrži više od 1 % žive (procjenjuje se da ga ima više od 15 000 tona, odnosno 1 100 tona žive) namjerava pohraniti u duboke geološke pukotine. Preostaje im još oko 300 tona žive sadržane u 50 000 tona manje onečišćenoga otpada, kojega također treba zbrinuti.⁸ Sve se češće spominje i koristi pohranjivanje opasnoga otpada u podzemne pukotine ili napuštene rudnike. Tako je njemačka savezna država Sjeverna Rajna – Westfalija najavila pohranjivanje opasnoga otpada (oko 350 000 t/god. kroz 40 do 50 godina) u napuštenomu rudniku soli, što je, navodno, vrlo sigurno i bolje nego u rudnicima ugljena, a neusporedivo jeftinije od spaljivanja ili oporabe.⁹

Pesticidi predstavljaju poseban problem, jer malo država i u EU ima organizirano prikupljanje preostalih količina ili pak pesticida koji su u međuvremenu zabranjeni i zamijenjeni. Početkom ove godine povučen je u EU iz prodaje 81 takav proizvod, većinom sredstva protiv korova.¹⁰

Kako je već naglašeno, prikupljanje opasnoga kućnog otpada je složeno, jer ga nastaje malo, ali na mnogo mjesta. U tu svrhu postoji više načina:

- prikupljanje iz kućanstava na zahtjev
- prikupljanje u središnjim odlagalištima prema dogovorenomu rasporedu
- ustroj mjesta gdje kućanstva mogu ostaviti taj otpad (*drop-off points*).

Količina prikupljenoga opasnoga kućnog otpada kreće se u pojedinim zemljama EU-a od 1,3 do 3,5 kg po osobi godišnje, a u cijeloj se Uniji godišnje odvojeno prikupi oko 400 000 tona toga otpada (nisu ubrojene Austrija i Njemačka). U Hrvatskoj se opasni kućni otpad prikuplja u specijaliziranim trgovinama, reciklažnim dvorištima, putem mobilnih stanica i posebnih posuda, no prikupljene količine nisu poznate.



SLIKA 1. Ilustracija pokusa što ga je proveo Luigi Galvani sa žabljim kracima, iz njegova djela *De viribus Electricitatis* iz 1792.¹²

Cijena prikupljanja toga otpada je viša nego običnoga otpada za uporabu, i opet zbog male količine i nastanka na mnogo mjesta, kao i potrebe za posebno obrazovanim osobljem koje s njim rukuje i posebnom opremom za njegovo prikupljanje i skladištenje. I cijena obradbe toga otpada je visoka. Nedavno provedena studija u EU navodi različite cijene njegova prikupljanja, ovisno o načinu prikupljanja, pa se one kreću od 0,12 do 1,7 €/kg ali i od 1,7 do 10 €/kg kada se prikuplja od vrata do vrata. Cijene obradbe kreću se od 0,42 do 2,2 €/kg. Ukupna cijena gospodarenja kućnim opasnim otpadom (prikupljanje i obradba) u prosjeku iznosi 1 do 2 €/kg.²

Na kraju valja istaknuti da kućni opasni otpad sadrži tvari koje bi, da nastaju u industriji, bile predmetom strogoga nadzora. Nedopustivo je da se i te male količine

opasnoga otpada miješaju s ostalim inernim kućnim otpadom. Stoga taj dio otpada treba izdvajati, posebno odlagati i obrađivati. No isto tako je poželjno proizvoditi sredstva manje štetna za okoliš i okolinu.

Baterije i njihova uporaba¹¹

Baterija je pokretni izvor energije koji kemijsku energiju pretvara u električnu. Uz pronalazak baterije spominju se uvijek liječnik, anatom Galvani i znanstvenik Volta, rjeđe vojskovođa Napoleon koji je 1801. pozvao Voltu da mu predstavi svoj pronalazak, no, nikada gospođa Galvani. A ona je neposredno zaslužna za to otkriće. Naime, dok je ona čistila žabe s muževim skalpelom, on joj je pao na žablji krak koji je bio na pocinčanomu pladnju, a krak se, premda mrtav, pomaknuo. Ostalo je poznato! Bilo je to 1780. godine. Galvani je, doduše, krivo protumačio micanje žabe: mislio je (i to čitav život) da je pronašao životinjski elektricitet (slika 1). Ipak, po njemu se naziva galvanski članak, galvaniziranje, galvanoskop.¹²

Napoleonov poziv Volti svjedoči pak da je on imao dobar predosjećaj ne samo za vojne pothvate (i ujedinjenu Europu, na njegov način!), nego i za znanost. Jer, električna baterija je bila polazna točka za daljnja istraživanja na području elektriciteta.

Sve navedeno je povijest. Sadašnjost je da se bez baterija više ne može zamisliti funkcioniranje tranzistora, satova, alarma, foto grafskih aparata, računala, plinskih upaljača, igračka i brojnih drugih sprava. Baterije su nezamjenjive kad je nepredvidljivo snabdjevanje električnom energijom. Pa i obnovljivi izvori energije, kao vjetrene turbine i solarne jedinice, često koriste baterije za pohranu viška elektriciteta koji se može koristiti kada nema vjetra ili sunca.

Osnovni dio baterije je ćelija (ili niz spojenih ćelija) u kojoj (kojima) elektrode reagiraju s kemikalijama (elektrolitom) i proizvode elektricitet. (Sve je kemija!) Postoje primarne i sekundarne baterije. Prve su za jednokratnu uporabu, a najčešći tipovi su cink-ugljik i lužina-mangan, te male dugmaste baterije koje najčešće sadrže živin oksid, srebrni oksid ili cink-zrak. Sekundarne baterije se mogu ponovno puniti iz vanjskoga izvora elektriciteta, a najčešći tipovi su olovo-kiselina (vozila) i nikal-kadmij (mobilni telefoni, igračke, prenosna računala). Novi tipovi baterija (nikal-metalni hidrid i litijev ion) su skuplje, rabe se sve više, ali ne mogu dati struju višega napona.

Baterije ne smiju *ići* u komunalni otpad, ali one mogu *ići* na komunalni otpad, ustanovili se znanstvenici univerziteta u Bristolu. To su tzv. *microbial fuel cells* (MFC). Radi se o bakteriji *Escherichia coli* koja se nalazi u bateriji i proizvodi enzime koji se hrane ugljikohidratima iz otpada. Proizvodnja stoji

TABLICA 2. Tržište Ni-Cd baterija u Europi, 1999.¹¹

Primjena	Mjesto uporabe, vol.% Ukupno = 240 milijuna ćelija	Mjesto uporabe, mas.% Ukupno=10 500 tona
Pojedinačne ćelije	15	8
Sigurnosna rasvjeta	15	29
Bežični aparati	24	30
Celularni telefoni	1	0,5
Ostalo	10	5
Kućanstva	12	11
Igračke	2	3
Audio i video	21	14
Ukupno	100	100,5

manje od 10 funta, a niz ćelija spojenih u seriju može dati struju da žarulja od 40 W svijetli osam sati na 50 grama šećera.¹³

Potrošnja baterija sve više raste, jer raste i potrošnja proizvoda *na baterije*. Evo nekoliko primjera.

U Francuskoj je 1998. prodano 26 000 t primarnih baterija (osim 2 500 tona automobilskih baterija olovo-kiselina, tzv. akumulatora), što je bilo 720 milijuna baterija. Od toga je bilo više od 200 milijuna cink-ugljik baterija, više od 400 milijuna natrij-magnezij i oko 85 milijuna dugmastih baterija. Uz to je prodano i oko 2 000 tona ponovno punjenih baterija.

U Njemačkoj je 1997. prodano 38 000 t baterija.

U Japanu se smanjila prodaja Ni-Cd baterija jer su se pojavile nove vrste. U 1998. vratilo se na tržište 1,5 milijarda ponovno punjenih baterija.

U Velikoj Britaniji je 1997. prodano više od 600 milijuna baterija, a potrošnja baterija olovo-kiselina iznosi oko 10 milijuna godišnje, što je manje od 2 % ukupnoga broja prodanih baterija, ali više od 80 % ukupne težine baterija.

U Europi je 1999. ukupno tržište Ni-Cd baterija doseglo 240 milijuna ćelija, što je više od 10 000 tona (tablica 2).

Baterije su vrlo male, no posvuda korištene, pa treba spriječiti njihov ulazak u komunalni otpad jer mogu prouzročiti probleme u okolišu. Njihov je maseni udjel u komunalnom otpadu mali, primjerice u Velikoj Britaniji 0,1 do 0,2 %, no svake se godine oko 20 000 do 40 000 tona baterija nađe u otpadu. Danska je agencija za zaštitu okoliša izvjestila da su Ni-Cd baterije najveći izvor onečišćenja kadmijem u toj zemlji, čak 90 %.

Da baterije ne postanu izvor onečišćenja, treba spriječiti da dođu u okoliš, što znači da ih treba oporabiti. To zahtijeva njihovo prikupljanje, razvrstavanje, transport i procesiranje. Da bi uporaba baterija bila održiva, proces mora biti djelotvoran u dobivanju materijala koji se može ponovno uporabiti, ali mora biti i ekološki i ekonomski prihvatljiv.

Baterije se prikupljaju na razne načine, kao putem tzv. banaka baterija, vraćanjem starih baterija pri kupnji novih, prikupljanjem s ostalim opasnim kućnim otpadom i sl.

Glavna prednost uporabe baterija jest smanjenje primarne proizvodnje materijala i energije, kao i manje emisije žive, olova i kadmija iz odlagališta i spalionica otpada. Pokusi koje je provela EPBA pokazuju da se baterije opće namjene (lužina-mangan i cink-ugljik) bez dodatka žive, mogu uspješno oporabiti u metalnoj industriji. Oko 55 % težine baterija za opću namjenu je oporabljivo.

Niz specijaliziranih postrojenja oporabljuje baterije koristeći pirolizu. *Batrec* proces u Švicarskoj odstranjuje većinu metalnih sastojaka iz baterija, a da ne stvara toksične emisije. Stare se baterije zagrijevaju na 300 do 750 °C bez prisutnosti zraka, živa se isparava, kondenzira i hvata. Ostali se metalni sastojci pridobivaju u daljnjim stupnjevima procesa. Na taj se način može iskoristiti više od polovice starih baterija, pa se iz 1 000 kg starih baterija dobije:

- 390 kg smjese željeza (55 %), mangana (40 %) i nikla/bakra (5 %) - u čeličane
- 200 kg 99 %-tnoga cinka - u postrojenje za galvanizaciju
- 1,5 kg 99,995 %-tne žive - u industriju.

Taj postupak troši mnogo energije uz visoke proizvodne troškove, pa se u većini zemalja ne prikupljaju baterije opće namjene za uporabu. No, švicarski zakon još od 1991. zabranjuje odlaganje baterija i njihov izvoz, a od 1992. se na sve baterije plaća polog. Kupci su dužni vratiti, a trgovci primiti stare baterije, pa se na oko 10 000 sabirnih mjesta prikupi oko 60 % starih baterija, a cilj je 80 %.¹⁴

Baterije olovo-kiselina imaju visok stupanj uporabe, pa ih se u Velikoj Britaniji 1997. oporabio 95 000 tona ili 90 % prodanih. Baterije sa srebrenim oksidom mogu se ekonomski oporabiti, no to ovisi o cijeni toga metala na tržištu.

Europska je udruga za baterije (EPBA) razradila plan za uporabu svih tipova baterija i to u dva stupnja:

1. eliminirati živu iz baterija. Naime, cijena uporabe baterija s lužinom - manganom i živinim oksidom je 2 000 funta/t, a bez žive samo 125 funta/t. Sada su sve baterije opće namjene koje prodaje EPBA bez žive, ali na tržište dolaze i baterije s 0,025 % žive i ima ih oko 2 %. No, za uporabu baterija u me-

talnoj industriji uvjet je da ima manje od 5 dijelova žive na milijun;

2. prikupiti i oporabiti sve baterije.

Prije uporabe baterija treba ih razvrstati po kemizmu. Postoji već niz sustava za automatsko razvrstavanje, primjerice pomoću x-zraka, fotografiranja naljepnice i uporabe elektromagnetskoga sustava odabiranja, elektronskih senzora itd.

Kako ide uporaba? Različito. U Njemačkoj su se 1998. sve baterije odlagale, a 2002. se već više od 60 % recikliralo. U Tajvanu se 2000. potrošilo 11 000 tona baterija ili 500 milijuna komada, a oporabio se samo 6,2 %. Austrija ima vlastito postrojenje za uporabu baterija smješteno u pogonu za spaljivanje opasnoga otpada.

A Hrvatska? Baterije se prikupljaju u posebnim crvenim spremnicima ili reciklažnim dvorištima (gdje ih ima), kao i ostali opasni kućni otpad. Postojala je jedna spalionica opasnoga otpada (famozni Puto na zagrebačkom Jakuševcu) kapaciteta manjega od 10 000 tona, koja nakon požara 2002. više nije proradila. Prema mišljenju visokoga dužnosnika u gradskom Odboru za zaštitu

okoliša, spalionica nam ni ne treba, jer Hrvatska nema toliko opasnoga otpada! Čitatelje podsjećamo na podatak iz početka ovoga teksta: udjel opasnoga kućnoga otpada u komunalnom otpadu u Hrvatskoj iznosi 2 do 5 %, tj. između 24 000 i 60 000 tona.

LITERATURA

1. N. N.: *Household hazardous waste*, Information Sheet, Warmer Bull., (2001)76.
2. N. N.: *HHW management in Europe*, Warmer Bull., (2002)87,18.
3. Milanović, Z. et al.: *Otpad nije smeće*, Gospodarstvo i okoliš, Zagreb, 2002.
4. Warmer Bull. (1995)45, 24.
5. N. N.: *Household hazardous waste*, Information Sheet, Warmer Bull., (1996)50.
6. Warmer Bull., (2001)77, 16.
7. Warmer Bull., (2001)80, 3.
8. Ibid., 7.
9. VDI Nachrichten, (2000), 27.
10. Warmer Bull. (2003)92, 8.
11. N. N.: *Battery Recycling*, Information Sheet, Warmer Bull., (2000)70.
12. De Bono, E.: *Heureka! Kako su i kada nastali najvažniji izumi*, Mladost, Zagreb, 1978.
13. Warmer Bull., (2003)88, 3.
14. N. N.: *Battery recycling: an update*, Warmer Bull., (2003)91, 18.

ELSTEIN

Infracrvena keramička grijala






Nazovite nas!

Mi rješavamo Vaše probleme sušenja, zagrijavanja i aktiviranja

- Visok stupanj djelovanja
- Dugotrajno i pouzdano rješenje pri preradbi polimera toplim oblikovanjem (vakumiranjem) i pri postupcima reakcijske preradbe (kemijske reakcije)



Handel mit Industriegütern GmbH
 A-1195 Wien, Eisenbahnstraße 71, Austria
 Tel.: +43 1 3702233-16 Fax: +43 1 3703102
 E-mail: office@hig.at
 Website: http://www.hig.at