

# Z inovacijami od zibke do zibke

**Družba brez odpadkov** Združenje Cel.krog povezuje nove tehnologije z namenom optimalne izrabe primarne in odpadne biomase

Članice Evropske unije morajo do leta 2030 zmanjšati odlaganje odpadkov za 35 milijon ton na leto. Da bi dosegli ta cilj, je treba povečati recikliranje za 100 milijon ton na leto. Raziskovalci in gospodarstveniki iščejo inovativne načine, kako odpadke ponovno uporabiti in vpeljati inovativne materiale v proizvodne procese, hkrati pa izščejo poti, kako zmanjšati količino odpadkov.

**DR. KATJA MALOVRH REBEC, MAG. MATEJA MEŠL, ANJA LEŠEK, DR. JANEZ TURK, ZAVOD ZA GRADBENIŠTVO SLOVENIJE IN INŠTITUT ZA CELULOZO IN PAPIR**

Skupna svetovna količina evidentiranih trdnih odpadkov, nastalih leta 2007, je bila 3,2 milijarde ton, od tega smo jih milijardo ton reciklirali ali ponovno uporabili. Približno 0,7 milijarde ton je bilo sežganih, uplinjenih, kompostiranih ali uporabljenih kot agregati. Poldrugo milijardo ton ali 47 odstotkov vseh odpadkov je ostalo dolgotrajno odloženih, neuporabljenih. Količine odpadkov in načini ravnanja z njimi se po državah sicer močno razlikujejo, vendar na splošno lahko ugotovimo, da je še veliko priložnosti za zapiranje snovnih tokov.

## Metoda za izračun okoljskega odtisa

Model krožnega gospodarstva je ideal in izziv, h kateremu se vračamo in iščejo odgovore na vprašanja, kot na primer, kako zasnovati ponavljajočo se proizvodnjo in porabo, ki bi bila okoljsko smotrna in dovrsna. Kako zmanjšati količino odpadkov? Kako odpadke vrniti v proizvodnjo in izkoristiti njihove spregledane potencialne? Kako vrednotiti okoljske odtise pri krožnih procesih? Kako spodbuditi vpletene, da bi bili pozorni na okoljske odtise proizvodnih postopkov

- Združenje Cel.krog povezuje raziskovalce iz podjetij in institucij.
- Raziskujejo možnosti biomase kot obnovljivega surovinskega vira ter razvijajo nove materiale.
- Končni cilj je družba brez odpadkov in varovanje naravnih virov.

in končnih izdelkov? Kako zgraditi zaupanje in skupno odgovornost. da bi lahko surovine med proizvajalci bolje krožile? Kal razviti parametre, s katerimi bi pravično oziroma pravilno vrednotili okoljske odtise v celotnem življenjskem ciklu izdelkov?

Metode za vrednotenje okoljskih vplivov kažejo kompleksnost zastavljenih vprašanj. Vrednotimo jih z več kazalci, s katerimi poskušamo pravično in uravnoteženo zajeti v obravnavo skrb za stanje okolja in ohranjanje biotske raznovrstnosti, varovanje zdravja ljudi in naravnih virov, pa tudi varstvo kulturne dediščine in druge vidike. Izdelke, materiale in proizvodne postopke najpogosteje vrednotimo z metodo LCA (angl. *life-cycle assessment* ali ocena življenjskega cikla), ki je trenutno edina standardizirana po vsem svetu uveljavljena metoda za izračun okoljskih odtisov. Tak izračun proizvajalcem in raziskovalcem med drugim omogoča vpogled v spregledane potencialne okoljske izboljšave. Ker so postopki pogosto razdrobljeni, imajo prav razisko-

valci okoljskih vprašanj marsikdaj pregled nad verigo sodelujočih in lahko opozorijo na spregledane priložnosti.

## Ogljik ni edini krivec

Pri obravnavi okoljskih vprašanj v javnosti večkrat naletimo na nekoliko nerodno poenostavljen izraz »ogljčni odtis« proizvodov ali procesov v industriji. Ogljikove spojine, predvsem ogljikov dioksid in monoksid, so le eden od krivcev za globalno segrevanje, ki združuje prispevke več spojin, med drugim metana, ki ima bistveno večje učinke od ogljikovega dioksida, pa tudi dušikovega oksida in drugih spojin. Na splošno pa gre za spremljanje izpustov, za atere nas skrbi, da spreminjajo ravnesje ozračja na Zemlji. prav znanost ni enotna o vnanju Zemlje kot posledici učinka tople grede zaradi sproščanja toplogrednih plinov, spremembe vseeno vrednotimo in spremljamo ter vzporedno raziskujemo pomen človekovih posegov v naravno ravnovesje.

Segrevanje ozračja ni edini, niti najpomembnejši parameter, ki nas skrbi, ko se sprašujemo o dolgoročnih posledicah našega ravnanja za planet. LCA poleg potenciala globalnega segrevanja vrednoti še množico drugih odtisov, na primer potencial zakisovanja zemlje in voda, splošno poenostavljeno kot »kislilni dež«, potencial tanjšanja ozona, s katerim povežemo povečana tveganja zaradi UV-sevanja, potencial izrabe abiotskih virov (na primer mineralnih surovin) ter okoljske vidike rabe vode in energentov. Ključno pri tem je, da so rezultati takšne analize večparametrični. Ni redko, da z LCA

razkrijemo denimo, da proizvodnja izdelka, ki r res povzroči malo izpustov toplogrednih plinov v ozračje, hkrati močno onesnažuje vode ali tla oziroma ima visok neki drug okoljsko tveganje potencial.

## Cel.krog za izkoriščanje biomase

V duhu zapiranja snovnih tokov in krožnega gospodarstva smo se v okviru projekta Cel.krog znotraj slovenske strategije pametne specializacije povezali raziskovalci iz podjetij in raziskovalnih institucij. Kot horizontalna dejavnost LCA spremlja vse raziskave in razvoj novih izdelkov. Cel kot okrajšava za celulozo je temeljni gradnik vseh inovacij in skupna nota partnerjev, hkrati pa ime namiguje na zavezanost h krožnemu pristopu pri ravnanju s surovinami oziroma naravnimi viri.

Da bi napredovali pri inovacijah in raziskavah izkoriščanja biomase kot obnovljivega surovinskega vira ter pri razvoju novih materialov in proizvodov, je združilo moči več kot dvajset partnerjev: raziskovalne skupine z inštitutov in fakultet s področij materialov, kemijskega inženirstva, nanotehnologije, gradbeništva, lesarstva, energetike ter predstavniki kemijske, tekstilne, papirne, lesne, transportne in avtomobilske industrije. Skupni cilj partnerjev je optimalna izraba potenciala primarne in odpadne biomase s kaskadno rabo naravnih vlaken in drugih dragocenih spojin (na primer zelenih kemikalij) v sedanjih in novih verigah vrednosti.

## Primeri inovacij

Inovacije in raziskave zajemajo gojenje gliv na odpadnem papir-

niškem mulju za pridobivanje encimov z namenom nadomeščanja kemikalij v industrijskih procesih, na primer pri čiščenju in recikliranju papirja; nove postopke pridobivanja nanoceluloze iz različnih (odpadnih) virov biomase in njeno integracijo v različne proizvode, med drugim v papirniški in tekstilni industriji; razvoj razgradljive bioplastike za uporabo v polimerni, avtomobilski in drugi industriji; inovativne opečne izdelke z vgrajenim odpadnim muljem in pepelom ter rabo odpadnega mulja iz čistilnih naprav kot kuriva.

Alternativna uporaba blata iz komunalnih čistilnih naprav ima na primer velik potencial v gospodarstvu. Marsikje namreč blato, ki nastane, ko vodo prečistijo, delno odlagajo na odlagališča. Zanimivo pa je, da ima tak odpadki, čeprav vsebuje veliko vode, ob ustreznem sušenju precejšnjo kurilno vrednost in ga lahko izkoristimo kot vir energije. Ker je razvoj naravnani k temu, da se krožno gospodarstvo uveljavi že na lokalni ravni, kjer prevoz surovin skoraj ni potreben, z raziskavami v okviru projekta Cel.krog nastaja inovativna naprava za pridobivanje energije (»waste-to-energy«) iz odpadkov z veliko vsebnostjo vode, v kateri bodo odpadke sežigali v neposredni bližini komunalnih naprav. Krog bo sklenjen tako, da bodo toplota iz sežigalnice speljali v sušilnico in s tem zmanjšali rabo drugih virov za pripravo toplote.

Še en zanimiv primer, ki je predmet raziskav, je uporaba papirniškega in morskega mulja v proizvodnji opeke. Opekarska industrija porabi namreč večje količine glin, ki jo izkopavajo in

uporabljajo v opekarskih obratih. Veliki izrabi naravnih surovin se, kjer je le mogoče, poskušamo izogniti. Enako kakovost končnega proizvoda namreč lahko dosežemo z uporabo sekundarnih surovin oziroma »odpadkov« iz drugih industrijskih panog, pri čemer s pravilnim postopkom predelave njihove lastnosti tako približamo naravni surovini, da jo lahko popolnoma nadomestimo. Tako se papirna industrija in Luka Koper (ta s poglabljanjem vhodnih kanalov v pristanišče pridela zelo velike količine morskega mulja) znebata odpadka, ki ni le nekoristen, temveč zanje pomeni strošek in negativno vpliva na okolje, opekarska industrija pa dobi vhodno surovino in s tem zmanjša negativne vplive na okolje, saj uporablja manj glin z naravnih nahajališč. Poleg tega je v opekarski uporabi tudi pepel, ki nastaja pri sežigu papirniških odpadkov,

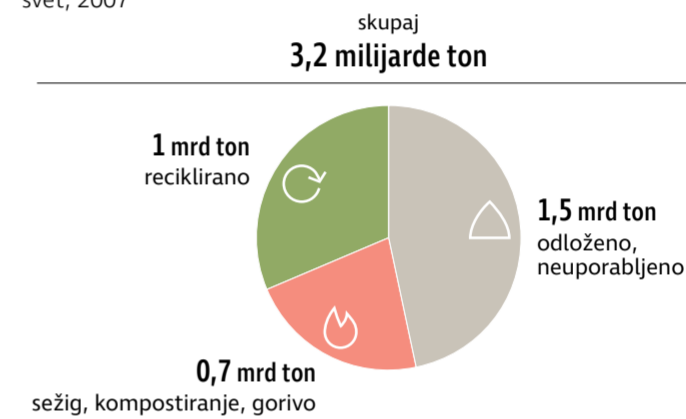
ker ima dobre lastnosti, potrebne za vezivo.

## Ključno sodelovanje med institucijami

Ko analizo LCA opravimo na izdelkih, kot so omenjeni, ki jih izdelujejo z inovativnimi, do okolja prijaznimi proizvodnimi postopki, in jih primerjamo s starimi, standardnimi metodami, opazimo, kako velikega napredka je sposobna znanost, če se povezuje v projektih, kakršen je Cel.krog. Z raziskavami se vse bolj bližamo konceptu »od zibke do zibke«, ki bo zamenjal ne najboljše koncept »od zibke do groba«. Temelj za izboljšave pa so zaupanje in kakovostno sodelovanje med institucijami in podjetji ter inovativni pristop v kombinaciji industrijskih izkušenj in širokega spektra znanja raziskovalcev, ki nas lahko privede do končnega cilja: družbe brez odpadkov in varovanja naravnih virov.

## Evidentirani trdni odpadki

svet, 2007



Vir: Cel.krog DELO



## EKSPERIMENT ITALIJANSKIH ZNANSTVENIKOV

# Na lovu za temno silo

Sredi meseca bodo na italijanskem nacionalnem inštitutu za jedrsko fiziko pri Rimu zagnali poskus, s katerim bodo iskali skrivnostno peto naravno silo. Možnosti za uspeh so morda res majhne, a če jim uspe, bo to gotovo eno največjih fizikalnih odkritij v zgodovini človeštva.

## MIHA PRIBOŠIČ

Znanstveniki poznajo štiri osnovne sile, elektromagnetno, močno in šibko jedrsko silo ter gravitacijo. Z njimi zadovoljivo opišejo pojave tako na kvantni kot na kozmični ravni, toda v resnici najboljše teorije, ki jih premorejo, pojasnijo le štiri odstotke vsega, kar nas obdaja. Preostali kozmos prežemata temna snov in še bolj skrivnostna temna energija, o katerih ne vemo ničesar, a sta ključni za razumevanje mehanizmov delovanja vesolja. Instrument, ki so ga poimenovali Padme (*positron annihilation into dark matter experiment*), kar

bi lahko prevedli v eksperiment pozitronskega izničenja v temno snov), bo zaznaval pojav ob trku antinovnih delcev pozitronov v desetinko milimetra debel diamantni disk. Običajno se pozitron po trku izniči v kombinaciji z elektronom, pri čemer se sprosti sunek energije v obliki dveh fotonov. Če so ugibanja o peti sili pravilna, pa bodo nekateri od trkov elektrona in pozitrona poleg enega fotona sprostil še temni foton – potencialni nosilec temne elektromagnetne sile. Tega detektorji ne bodo zaznali, toda znanstveniki ga bodo lahko posredno dokazali v obliki manjkajoče energije.

Standardni model, ki opisuje zakonitosti kvantnega sveta, pušča odprta vrata za obstoj temnega fotona. Ta naj bi imel v nasprotju s svojim svetlim bratom, ki je brez mase, do 50-krat večjo maso od elektrona. Če zares obstaja, bi bil temni foton lahko nekakšen portal, ki bi nam omogočil vpogled v temno vesolje. Ne bo odgrnil zavese,

toda omogočil bi nam, da pokukamo v neznano,« je slikovito opisal fizik Bryan McKinnon z univerze v Glasgowu, kjer prav tako iščejo ta skrivnostni delec. Da znanstveniki pri eksperimentu Padme niso osamljeni, sta nam potrdila tudi slovenska fizika Peter Križan in Miha Nemešček. »Na širšem področju fizike osnovnih delcev gre za skoraj namizni eksperiment, kakršnih je kar precej. Imajo specifičen in ponavadi omejen doseg za dobro definirano iskanje. Dobra stvar je, da so razmeroma poceni, poleg tega ne bi bilo prvič, da bi tako prišli do pomembnega odkritja. Seveda bi bilo zelo zanimivo in presenetljivo, če bi kaj našli, še posebej če bi bilo odkritje povezano z diskrepanco meritve anomalnega magnetnega momenta miona,« je svoje videnje poskusa opisal Nemešček z oddelka za teoretsko fiziko na IJS.

Križan, ki je član raziskovalne skupine pri detektorju Belle II v japonskem pospeševalniku KEK, je prav tako povedal, da je eksperimen-

mentov, pri katerih iščejo 'portal' v temni sektor, več, izvajajo jih tako v trkalniku v Cernu kot v Keku, pri vseh pa je princip enak: »Pri trkih navadnih delcev merijo procese, pri katerih so nastali delci temne snovi ali temni fotoni. O njihovi prisotnosti sklepajo iz tega, da na koncu ne zaznajo reakcijskih produktov oziroma manjka energija.«

Hubble je med »naključnim fotografiranjem«, kot pri Nasi pravijo posnetkom, ki nastanejo v sicer zelo redkih trenutkih, ko teleskop ne izvaja daleč vnaprej načrtovanih opazovanj, posnel skrivnostno meglico IRAS 05437+2502. Kljub na videz neznanosti količini snovi, ki jo vidimo, ko se ozremo v katerikoli del neba, je to le štiri odstotke vsega, kar sestavlja vesolje. Temna sila bi lahko bila ključ do spoznanja o preostalih 96 odstotkih.

FOTO HUBBLE/ESA, NASA