

Metoda ocene življenjskega ciklusa izdelka (1. del)

Life cycle assessment method – part 1

avtor: **Igor LIPUŠČEK**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina, Cesta VIII/34, 1000 Ljubljana

izvleček/Abstract

V prispevku so predstavljene teoretične osnove metode ocenjevanja življenjskih ciklusov izdelkov. V prvem delu so opisani konceptualni okvir, osnovne faze in terminologija ocenjevanja življenjskih ciklusov izdelkov. Predstavljena so tudi izhodišča za opredelitev področja raziskovanja, za izbiro funkcionalne enote in za določitev mej preučevanega sistema. V drugem delu pa so predstavljene glavne faze popisa življenjskega ciklusa izdelka, prikazane so kategorije obremenjevanja okolja in opredeljeni postopki za določitev ocene obremenjevanja okolja. Opisan je tudi postopek razlage rezultatov, dobljenih z metodo ocenjevanja življenjskih ciklusov izdelkov.

The paper presents a theoretical basis of the life cycle assessment method. In the first part the conceptual frame, basic phases and terminology of the life cycle assessment of products are described. The paper also presents the starting point for defining the field of research, for choosing the functional unit and for appointing the system boundaries. The second part of the article discusses the major steps of the life-cycle inventory. Categories of burdening the environment and procedures for estimating environmental burden are defined. The paper also contains the process of interpretation of the results achieved by

the product life cycle assessment method.

Ključne besede: metoda ocenjevanja življenjskih ciklusov izdelkov, funkcionalna enota, meje sistema, popis inputov in outputov, ocena obremenitve okolja

Key words: life cycle assessment method, LCA, functional unit, system boundary, life cycle inventory, estimation of environmental burden

1. Uvod

V zadnjem času se veliko govori o varovanju okolja, o čistejši proizvodnji, o okolju prijaznih izdelkih ipd. Z izbiro okolju prijaznejših izdelkov naj bi prispevali svoj delež k varovanju okolja. Vendar se tukaj pojavi osnovno vprašanje, kateri so tisti izdelki, ki okolje najmanj obremenjujejo. Okoljske primernosti izdelkov namreč ni lahko opredeliti, saj je ocena odvisna od gledišča ocenjevalca in od trenutne tehnično-tehnološke razvitosti. Pri ocenjevanju okoljske primernosti izdelka prevladuje mnenje, da gre za relativno primernost izdelka glede na druge sorodne izdelke in možnosti, kajti absolutne primernosti izdelka ni. Delne študije obremenjevanja okolja pri ocenjevanju okoljske primernosti izdelkov ne pomagajo veliko, saj obravnavajo le posamezen vidik obremenjevanja (npr. emisije v vodo ali zrak), izpuščajo pa druge vidike, ki so za trajnostni razvoj enako pomembni.

Metoda, s katero lahko ocenjujemo okoljsko primernost izdelkov z vseh vidikov obremenjevanja okolja, je metoda ocene življenjskega ciklusa izdelka – ŽCI (angl. Life Cycle Assessment – LCA; nem. Ökobilanz). To je metoda, s katero ovrednotimo obremenitve okolja, povezane s posameznim izdelkom ali storitvijo tako, da

ugotovimo porabo energije in materialov, vrste in količine odpadkov in emisij, sproščenih v okolje, ter možne posledice za okolje (Košir, 1999; Richter, 1995; Smith in sod., 1993). V oceno je vključen celoten življenjski cikel izdelka, vključno z načrtovanjem izdelka, pridobivanjem surovin, pridobivanjem potrebnih energijskih virov, proizvodnjo in distribucijo potrebne energije, proizvodnjo polizdelkov, potrebnih sestavnih delov in dodatkov, proizvodnjo končnih izdelkov in stranskih izdelkov, transportom med posameznimi proizvodnimi sistemi, transportom in distribucijo končnih izdelkov, pakiranjem, uporabo, vzdrževanjem, morebitnim recikliranjem in končnim odlaganjem na deponijo.

2. Predstavitev metode ocene življenjskega ciklusa izdelka

SETAC (A Society for Environmental Toxicology and Chemistry) definira oceno življenjskega ciklusa izdelka kot objektivno metodo za vrednotenje oz. določitev okoljskega bremena, povezanega z izdelkom, procesom ali aktivnostjo, ki poleg identificiranja in izmere porabljene energije, uporabljenih materialov iz okolja in odpadkov, sproščenih v okolje, ocenjuje tudi njihov vpliv na okolje. S to metodo lahko predlagamo in določimo možnosti za izboljšanje okolja.

Metodo ocene življenjskega ciklusa izdelkov opredeljuje tudi standard serije ISO 14000, kjer je sicer postavljen jasen konceptualni okvir ocenjevanja ŽCI, vendar metodološke rešitve še niso povsem dorečene (Radonjič, 2003). Metodologija ocene ŽCI je pri standardu ISO 14000 opredeljena s štirimi podstandardi; to so ISO 14040, 14041, 14042 in 14043, ki opredeljujejo štiri osnovne faze.

V prvi fazi, ki jo opredeljuje ISO 14040 "Ravnanje z okoljem - Ocenjevanje življenjskega cikla - Načela in okviri", standard zahteva natančno opredelitev predmeta analize in mej sistema, ugotovitev virov zbiranja podatkov in opredelitev referenčne funkcionalne enote. Na izbor podatkov in kasnejšo interpretacijo vplivajo tudi dinamika tehnološkega razvoja v obravnavanem sistemu, geografske omejitve in drugi dejavniki, ki vplivajo na kakovost podatkov. To mora biti v fazi opredeljevanja kakovosti podatkov natančno opredeljeno.

V naslednji fazi je treba izvesti popis vseh inputov v sistem in outputov iz sistema, kjer je treba analizirati vse snovne in energetske tokove preučevanega sistema. To fazo opredeljuje ISO 14041 "Ravnanje z okoljem - Ocenjevanje življenjskega cikla - Opredelitev cilja in obsega ter popis vplivov na okolje". V tej fazi so torej zbrani vsi kvantitativni podatki, ki so pri ocenjevanju ŽCI potrebni. Ta faza je podatkovno jedro metode ocenjevanja ŽCI.

V naslednji tretji fazi je treba podatke povezati s škodljivimi učinki na okolje. To področje naj bi urejal ISO 14042 "Ravnanje z okoljem - Ocenjevanje življenjskega cikla - Ovrednotenje vplivov na okolje", vendar ta faza še ni dorečena in se šele razvija. Za vrednotenje vplivov standard opredeljuje več korakov: klasifikacijo v tako imenovane kategorije učinkov (učinek tople grede, redčenje ozonske plasti, strupenost za živa bitja, eutrofikacija itn.); karakterizacijo s presojo relativnih škodljivih učinkov z uporabo fizikalno-kemijskih modelov; normalizacija in uravnoteženje s ponderiranjem učinkov glede na njihov delež (Radonjič, 2003). Vendar je tukaj treba poudariti, da kljub obstoječemu standardu, ta faza še ni razvita. Z obstoječo metodologijo lahko ocenimo količino vplivov določene

nega izdelka na posamezno kategorijo učinkov, ne moremo pa določiti enotne ocene obremenjevanja določenega izdelka, kajti ocene posameznih kategorij učinkov med seboj niso konsistentne. Za določene kategorije učinkov fizikalno-kemijski modeli še niso oblikovani, za te kategorije tudi ponderji učinkov niso določeni. Brez upoštevanja vseh vidikov obremenjevanja okolja, ki jih povzroča določeni izdelek (brez ovrednotenja vseh kategorij učinkov) pa ne moremo podati enotne ocene okoljskega obremenjevanja oz. okoljske primernosti izdelka. Ovrednotenje posameznih kategorij učinkov za ocenjevanje okoljske primernosti izdelkov ni zadostno, saj obravnava le posamezne vidike obremenjevanja, izpušča pa druge vidike, ki so pri obremenjevanju okolja lahko enako pomembni.

Četrta, zadnja faza, pa je predstavitev in razlaga postopkov in rezultatov analize. To fazo opredeljuje ISO 14043 "Ravnanje z okoljem - Ocenjevanje življenjskega cikla - Predstavitev rezultatov analize življenjskega cikla".

Pri ocenjevanju celotnega življenjskega ciklusa izdelka se poudarja predvsem dejstvo, da do obremenjevanja okolja ne prihaja samo med proizvodnjo izdelkov, ampak se obremenitve okolja pojavljajo na vseh stopnjah življenjskega ciklusa izdelka od pridobivanja surovin pa do odstranjevanja odsluženega izdelka (Weidema, 1993). Obremenitve okolja se pojavljajo kot izkoriščanje obnovljivih in neobnovljivih naravnih virov na eni strani in s tem povezano siromašenje naravnega okolja, na drugi strani pa se pri vseh procesih pojavljajo emisije odpadnih snovi, ki okolje obremenjujejo v obliki trdnih snovi, kot emisije v zrak ali vodo in kot energetske emisije.

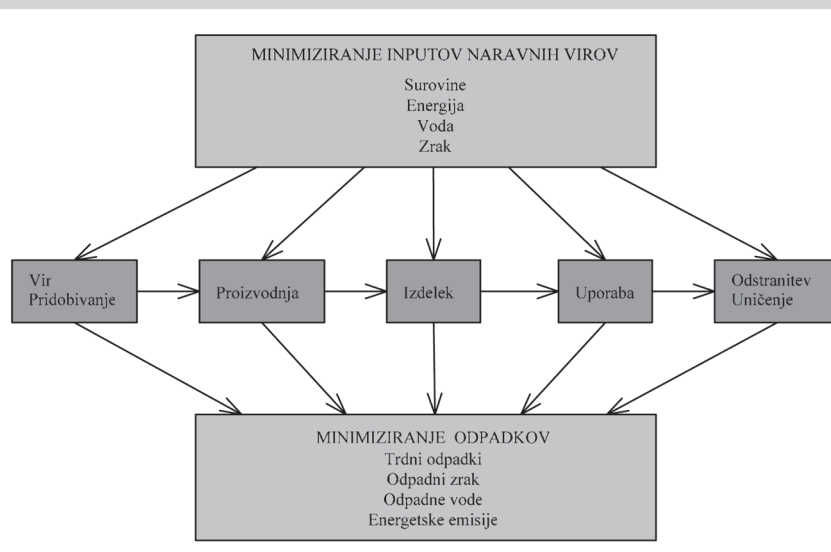
S preučevanjem življenjskih ciklusov izdelkov ugotavljamo količine inpu-

tov, ki v preučevani sistem vstopajo, in količine outputov, ki iz preučevanega sistema izstopajo. Vzporedno pa iščemo rešitve, ki pripomorejo k minimiziranju inputov ali outputov oz. se odločamo za tiste alternative, kjer je inputov in outputov čimmanj. Shematski prikaz filozofije ocenjevanja življenjskih ciklusov izdelkov je predstavljen na sliki 1. Pri ocenjevanju obremenjevanja okolja, ki ga povzroča določeni izdelek, prevladuje osnovno načelo "manj pomeni bolje". Okolju najbolj prijazen je torej tisti izdelek, ki med izdelki, namenjenimi isti funkciji, iz okolja porabi najmanj inputov in ki v okolje emitira najmanj škodljivih outputov.

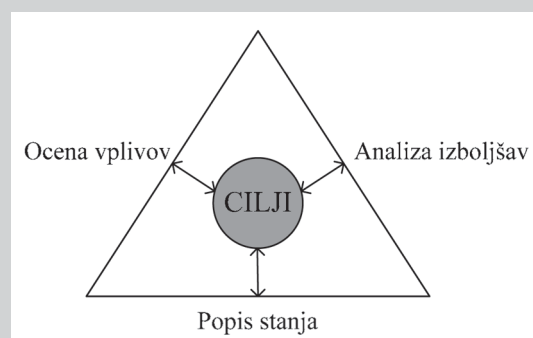
Z oceno ŽCI ocenjujemo predvsem vplive na okolje, ki se pojavljajo zaradi izkoriščanja surovinskih virov in sproščanja škodljivih emisij, s čimer se slabša kakovost okolja, kar neposredno vpliva na zemeljsko floro in favno in tudi neposredno ali posredno na človekovo zdravje in počutje. Ne ukvarjamo pa se z ekonomskimi posledicami ter socialnimi vidiki sprememb v preučevanih sistemih. Metoda je torej model, v katerega so zajeti različni parametri obremenjevanja okolja, zato je tudi njena natančnost omejena in odvisna od obsežnosti modela ter kakovosti podatkov, ki v model vstopajo.

Namen ocenjevanja ŽCI je izvedba popisa stanja in ugotovitev ter ocenitev obremenitev okolja, ki nastanejo zaradi izkoriščanja virov in sproščanja emisij, na osnovi teh ugotovitev pa predvideti možne izboljšave izdelka ali storitve v odnosu do okolja. SETAC-ova upodobitev ciljev ocenjevanja življenjskih ciklusov izdelkov je prikazana na sliki 2.

Do nedavnega je bila metoda ocenjevanja življenjskega ciklusa izdelkov prvenstveno uporabljana za "enostavne" izdelke s kratkimi življenjskimi dobami, kot je na primer embalaža, v



□ Slika 1. Shematski prikaz metode ocenjevanja življenjskega ciklusa izdelka (prirejeno po Meilu, 1995, str. 78)



□ Slika 2. Cilji ocenjevanja življenjskih ciklusov izdelkov (Sullivan, 2002, str. 343)

zadnjem času pa se preučevanje življenjskih ciklusov širi tudi na druge izdelke. Pri preučevanju zapletenejših izdelkov pa se pojavijo specifični metodološki problemi zaradi velikega števila komponent, ki sestavljajo izdelek, relativno dolgih življenjskih dob in zapletenosti učinkov na okolje, ki se pojavljajo pri pridobivanju, proizvodnji, rabi in odstranjevanju izrabljenih izdelkov in njihovih komponent.

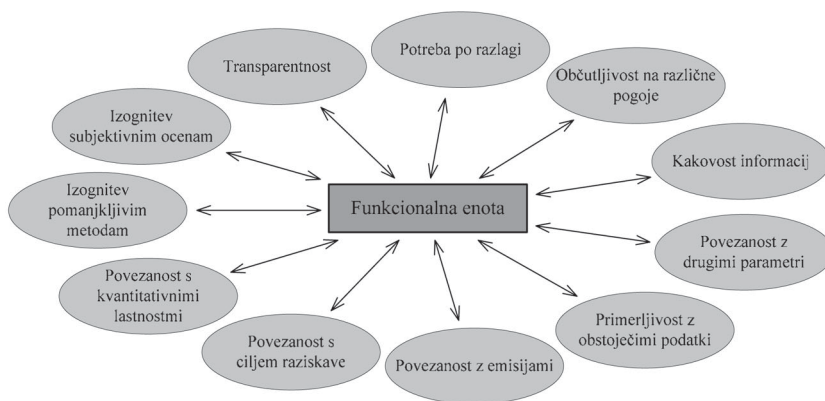
2.1. Terminologija ocenjevanja življenjskega ciklusa izdelka

Kot poročata Rosselot in Allen (1999) obstaja več različic terminologij ocenjevanja življenjskih ciklusov izdelkov. Najbolj uveljavljena in uporabljena je

terminologija mednarodne skupine SETAC (Society for Environmental Toxicology and Chemistry), ki oceno ŽCI razdeljuje na štiri pomembnejše korake:

- Prvi korak – opredelitev področja raziskovanja

V tem koraku so predstavljeni razlogi uporabe metode ocenjevanja ŽCI in opredeljeni najpomembnejši cilji raziskave. Definiran in opisan je izdelek, proces ali storitev, ki bo preučevana, izbrana je funkcionalna enota preučevanega izdelka, definirane in opisane so meje sistema.



□ Slika 3. Dejavniki, ki vplivajo na izbor funkcionalne enote (prirejeno po Finkbeinerju in sod., 1997, str. 640)

- Drugi korak – popis inputov in outputov
V tem koraku je treba popisati vse inpute in outpute, ki se pojavijo med celotnim življenjskim ciklusom izdelka. V tem koraku pridobimo največ informacij in podatkov o vplivih določenega izdelka na okolje, zato je navadno ta korak časovno najdalgotrajnejši.
- Tretji korak – ocena vplivov na okolje
V tem koraku je treba ovrednotiti (v prejšnjem koraku) zbrane podatke o količini inputov in outputov. Različne snovi namreč vplivajo na obremenjevanje okolja na različne načine in z različno intenzivnostjo obremenjevanja, zato moramo za posamezne emitirane snovi oceniti učinke na okolje in podatke o količinah inputov in outputov pretvoriti v enotno dimenzijo, ki predstavlja oceno obremenjevanja okolja.
- Četrty korak – razlaga rezultatov
Zadnji korak pri ocenjevanju življenjskih ciklusov izdelkov je interpretacija rezultatov, dobljenih v fazi ocenjevanja vplivov na okolje, in oblikovanje spiska predlogov izboljšav obstoječega

izdelka, ki bi izboljšale okoljsko kakovost preučevanega izdelka. Če je metoda ocene življenjskega ciklusa izdelkov uporabljena za primerjanje izdelkov, pa je v tem koraku treba predstaviti in podrobno utemeljiti okoljsko najbolj ustrezen izdelek.

Zaradi kompleksnosti in obširnosti predstavljenih korakov ocenjevanja življenjskih ciklusov izdelkov, so ti koraki podrobneje opisani in predstavljeni v naslednjih poglavjih.

3. Opredelitev področja raziskovanja življenjskega ciklusa izdelka

Pri uporabi metode ocenjevanja življenjskih ciklusov izdelkov je najprej treba jasno definirati problem in opisati ter podrobno definirati izdelke, procese ali storitve, ki bodo v določenem projektu preučevani. Nato je treba izbrati funkcionalno enoto in določiti meje preučevanega sistema.

3.1. Funkcionalna enota

Funkcionalna enota je referenčna enota, na katero so preračunani in normalizirani vsi inputi in outputi ter njihovi efekti na okolje (Fleischer in Schmidt,

1996, cit. po Finkbeiner in sod., 1997). Zelo pomembno je, da je funkcionalna enota pravilno določena posebno takrat, ko primerjamo različne izdelke. Krozer in Vis (1998) poudarjata, da mora biti funkcionalna enota izbrana na osnovi lastnosti, funkcij in učinkov preučevanih izdelkov. Določitev funkcionalne enote je torej potrebna za zagotovitev enakovrednosti med preučevanimi sistemi. Zaradi vsega naštetega je izbira funkcionalne enote zapleten postopek, ki ima neposredne vplive na rezultate raziskave, saj nepravilno izbrana funkcionalna enota ne predstavlja enakovrednosti med preučevanimi sistemi, kar pa lahko vodi do relevantnih napak (Finkbeiner in sod., 1997).

Pri primerjanju različnih izdelkov je treba določiti funkcionalno enoto, da zagotovimo primerljivo enoto pri izdelkih, katerih določene karakteristike se nekoliko razlikujejo. Razlike v karakteristikah izdelkov se lahko odražajo v dolžini življenjske dobe, v volumnu, v površini, v količini, v zadovoljitvi določenih potreb uporabnika itn. Funkcionalno enoto je treba izbrati tudi v primeru različne kakovosti vhodnih podatkov, v primeru občutljivosti na različne pogoje ocenjevanja, za zagotovitev transparentnosti, za zagotovitev primerljivosti z obstoječimi podatki itn. Dejavniki, ki vplivajo na izbiro funkcionalne enote, so prikazani na sliki 3.

Z metodo ocenjevanja ŽCI lahko primerjamo proizvode iz povsem različnih materialov, ki imajo, glede na vgrajeni material, različen čas uporabe, zato je izbira funkcionalne enote pomembna tudi za zagotovitev primerljivosti in enakovrednosti z vidika časovne dobe uporabe.

3.2. Meje preučevanega sistema

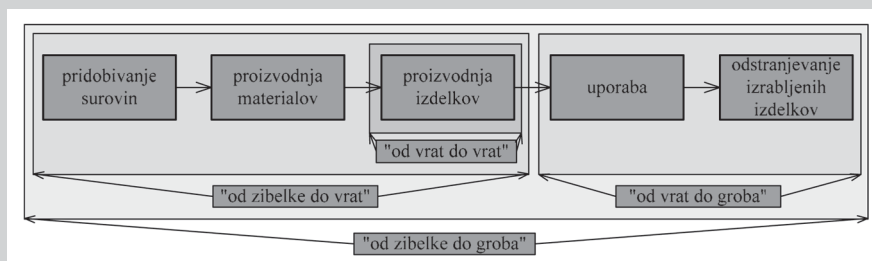
Pri preučevanju obremenjevanja okolja, ki ga povzroča določen izdelek, je zaradi primerljivosti in transparentnosti treba določiti in opisati meje sistema, ki bo preučevan. Življenjska pot izdelka je razdeljena na več faz. Navadno so te faze pridobivanje surovin, proizvodnja materialov, proizvodnja izdelkov, uporaba izdelkov in odstranjevanje izrabljenih izdelkov. Obremenjevanje okolja lahko torej preučujemo samo v določeni fazi življenjske poti izdelka, v določenem procesu znotraj posamezne faze, lahko preučujemo več faz skupaj ali pa preučujemo izdelek na celotni življenjski poti. Meje preučevanega sistema je treba določiti glede na željeno obsežnost raziskave ter na razpoložljiv čas in odobrena sredstva. Pri preširoko zastavljenih mejah je nevarnost, da postane analiza preobsežna, dolgotrajna in nepregledna, zaradi česar so rezultati lahko sporni. Preozko zastavljeni cilji pa večajo nevarnost, da iz analize izpustimo kate-rega od bistvenih procesov in vplivov. Najpogostejše preučevane faze življenjske poti izdelkov in meje preučevanih sistemov so prikazane na sliki 4.

S terminom "od vrat do vrat" (angleški izraz: *gate to gate*) je v strokovni literaturi opredeljen sistem, kjer preučujemo vplive na okolje samo med procesom izdelave izdelkov. S terminom "od zibelke do vrat" (angleški izraz: *cradle to gate*) je v literaturi opredeljen sistem, kjer so vplivi na okolje preučevani od pridobivanja materialov in surovin do odpreme končnih izdelkov iz podjetja. S terminom "od vrat do groba" (angleški izraz: *gate to grave*) je opredeljen sistem, kjer so vplivi na okolje preučevani od odpreme končnih izdelkov iz podjetja do uničenja in odstranjevanja izrabljenih izdelkov. S terminom "od zibelke do groba" (angleški izraz: *cradle to grave*) pa

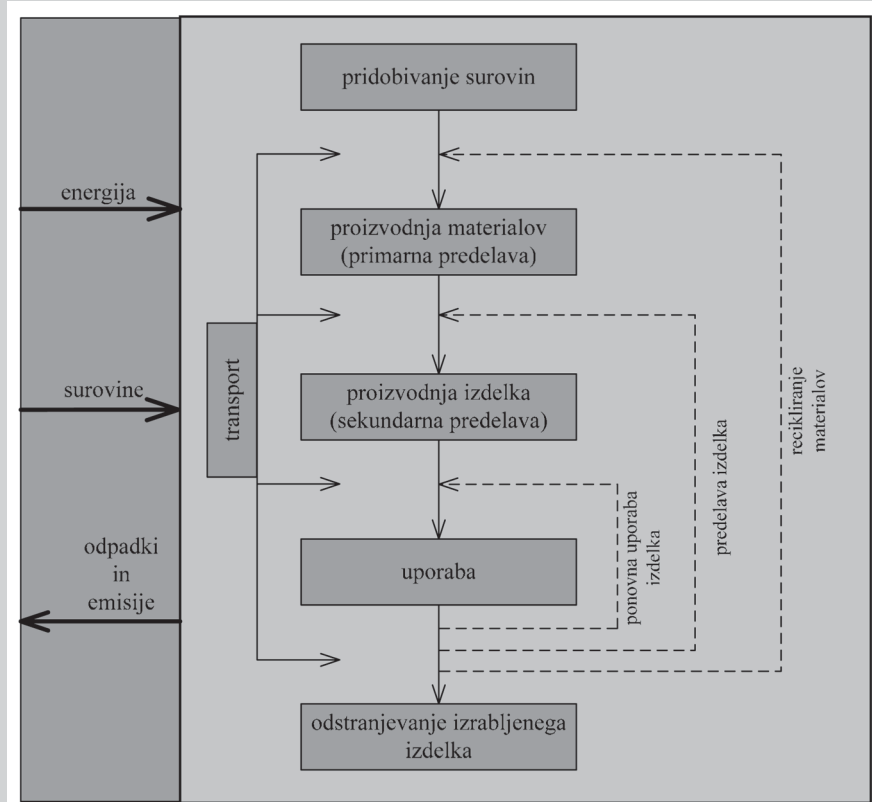
je opredeljen sistem, kjer so vplivi na okolje preučevani od pridobivanja materialov in surovin pa do uničenja in odstranjevanja izrabljenih izdelkov.

Pri ocenjevanju vplivov na okolje s terminom življenjski cikel izdelka opredeljujemo vse aktivnosti in stanja, ki se pojavljajo med celotno življenjsko potjo izdelka. Ta se začne s pridobivanjem (črpanjem, kopanjem, gojenjem, pridelavo) osnovnih surovin in materialov, ki so potrebni za proizvodnjo izdelkov, nadaljuje se z vrsto obdelovalnih in

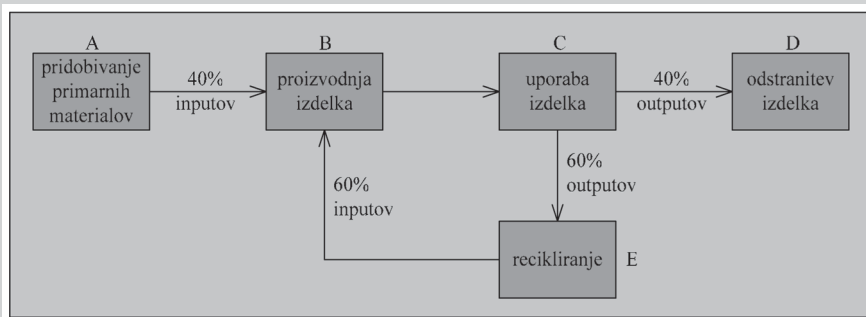
predelovalnih postopkov za njihovo proizvodnjo, z distribucijo do končnega uporabnika, z rabo izdelka in se konča z uničenjem in odstranitvijo izrabljenega izdelka. Izdelek se torej preučuje od "zibelke do groba". Pri tem je treba paziti, da ne pride do zamenjave s trženjskim pojmom, kjer življenjski cikel izdelka pomeni čas od izvedbe in uvedbe določenega tipa izdelka na tržišče pa do izločitve tega tipa izdelka s tržišča, ki obsega štiri stopnje: uvajanje, rast, zrelost in upadanje (Tratnik in Slovnik, 2003a;



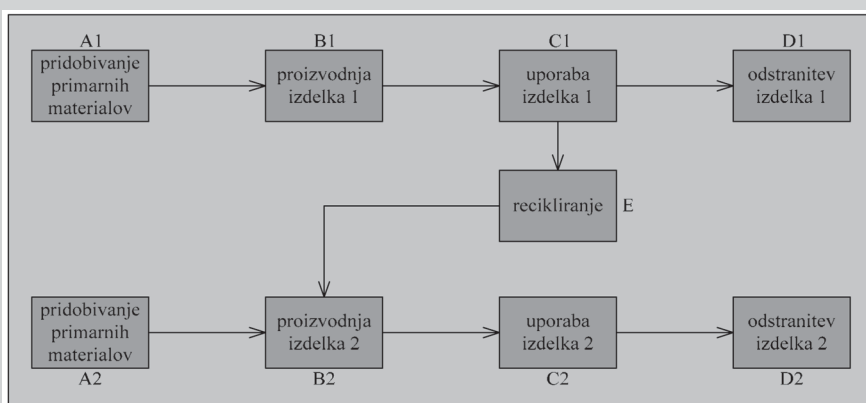
□ Slika 4. Meje nekaterih sistemov na življenjski poti izdelkov (povzeto po Betzu in sod., 2002, str. 9)



□ Slika 5. Shema življenjskega ciklusa izdelka (Allen, 2002, str. 6)



□ Slika 6. Zaprta zanka sistema recikliranja (Newel in Field, 1998, str. 32)



□ Slika 7. Odprta zanka sistema recikliranja (Newel in Field, 1998, str. 33)

2003b). Poenostavljen diagram, ki prikazuje glavne faze življenjskega ciklusa izdelka, je prikazan na sliki 5.

Kot je razvidno iz diagrama na sliki 5, se življenjski cikel izdelka prične s pridobivanjem surovin, ki bodo uporabljene za izdelek. V fazo pridobivanja surovin so pri lesnih materialih vključene aktivnosti gojenja gozdov ter sečnje in spravila lesa iz gozda, pri umetnih masah so vključene aktivnosti črpanja surove nafte, pri kovinah kopanje rude itn. V fazo proizvodnje materialov so vključene aktivnosti predelave surovin v osnovne materiale, kot je na primer predelava hlodovine v žagane elemente, iverne, furnirske ali vlaknene plošče ipd. V fazo proizvodnje izdelkov so zajete vse aktivnosti sekundarne predelave, kjer so posamezni materiali uporabljeni in vgrajeni v izdelek. V fazo uporabe izdelka so zajete

vse aktivnosti, povezane z uporabo in vzdrževanjem izdelka. Zadnja faza življenjskega ciklusa pa je uničenje in odstranjevanje izrabljenega izdelka iz uporabe na deponijo. Transport in distribucija pa se pojavlja med vsemi temi fazami. Kot je prikazano na sliki 5, odsluženi izdelek lahko odložimo na deponijo ali pa ga nadalje uporabimo kot surovino za druge izdelke. Nadaljnja uporaba oz. recikliranje v širšem pomenu besede se lahko kaže kot ponovna uporaba, predelava ali recikliranje.

Pri ponovni uporabi odsluženi izdelek ponovno uporabimo za isti namen - direktna ponovna uporaba ali drug namen - indirektna ponovna uporaba (Lee in sod., 2001). Pri ponovni uporabi navadno izdelek vrnemo proizvajalcu, ta ga po potrebi očisti in popravi ter ga ponovno uporabi kot nov izde-

lek. S ponovno uporabo izdelkov se navadno srečujemo pri embalažnih materialih. Če so materiali, ki jih določen izdelek vsebuje, nadalje uporabljani za izdelavo drugih izdelkov, govorimo o predelavi izdelkov. Če pa so materiali odsluženega izdelka predelani in uporabljeni kot surovine v procesu proizvodnje novih materialov, govorimo o recikliranju materialov. Shematski prikaz nadaljnje uporabe je predstavljen na sliki 5 s črtkanimi črtami, na desni strani diagrama.

Osnovni problem, ki se pojavi pri preučevanju obremenjevanja okolja med celotnim življenjskim ciklusom določenega izdelka, je, kako določiti meje med aktivnostmi, ki sodijo v življenjski cikel preučevanega izdelka in aktivnostmi, ki spadajo v življenjski cikel predelanih ali recikliranih izdelkov. Newel in Field (1998) razlagata, da obstajata dva sistema recikliranja, in sicer zaprta in odprta zanka recikliranja (angl. *closed-loop and open-loop recycling*). Pri zaprti zanki recikliranja, ki je prikazana na sliki 6, je dokaj enostavno postaviti meje in izračunati obremenitve okolja.

Če predpostavimo, da so A, B, C, D in E obremenitve okolja, izražene z določeno mersko enoto, in je delež recikliranja 60 %, potem je obremenitev okolja v celotnem življenjskem ciklusu izdelka enaka $0,4A + B + C + 0,4D + 0,6E$. Vendar se tako enostavni sistemi zelo redko pojavijo v realnih situacijah. Navadno se reciklirani materiali odsluženega izdelka nadalje uporabijo za proizvodnjo drugega izdelka, čemur pravimo odprta zanka recikliranja. Shematski prikaz odprte zanke recikliranja je prikazan na sliki 7. V tem primeru pripisovanje prednosti recikliranja ni več tako enostavno, saj se srečamo z osnovno dilemo ali recikliranje pripisati prvemu izdelku ali drugemu. Recikliranje bi lahko pri-

pisali prvemu izdelku, saj z recikliranjem preprečimo odlaganje izdelka na odpad, prav tako pa z uporabo recikliranih materialov preprečimo izkoriščanje in proizvodnjo primarnih materialov za potrebe drugega izdelka, torej recikliranje z enako pravico lahko pripišemo tudi drugemu izdelku.

Finnveden (1999) ugotavlja, da se v strokovni literaturi pojavlja več načinov razmejčitve posameznih življenjskih ciklusov, ki pa navadno temeljijo le na intuicijah posameznikov in ne na argumentih. Možnosti razmejčitve meja posameznih življenjskih ciklusov v odprti zanki sistema recikliranja so naslednje:

- Obremenitve okolja, ki se pojavljajo med procesom pridobivanja primarnih materialov za izdelek 1 ter med procesom proizvodnje, uporabe in odstranjevanjem nerekiclriranih materialov izdelka 1, dodelimo izdelku 1. Obremenitve okolja, ki se pojavljajo med procesom recikliranja ter pridobivanjem manjkajočih primarnih materialov za izdelek 2, proizvodnjo, uporabo in odstranjevanjem izdelka 2, dodelimo izdelku 2.
- Obremenitve okolja, ki se pojavljajo med procesom pridobivanja primarnih materialov za izdelek 1 ter med procesom proizvodnje, uporabe, recikliranjem in odstranjevanjem nerekiclriranih materialov izdelka 1, dodelimo izdelku 1. Obremenitve okolja, ki se pojavljajo med procesom pridobivanja manjkajočih primarnih materialov za izdelavo izdelka 2, proizvodnjo, uporabo in odstranjevanjem izdelka 2, dodelimo izdelku 2.
- Obremenitve okolja, ki se pojavljajo med procesom pridobivanja primarnih materialov za

izdelek 1 ter med procesom proizvodnje, uporabe, odstranjevanja nerekiclriranih materialov izdelka 1 ter 50 % obremenitev med procesom recikliranja, dodelimo izdelku 1. 50 % obremenitev med procesom recikliranja ter obremenitve pri pridobivanju manjkajočih primarnih materialov za izdelek 2, proizvodnji, uporabi in odstranjevanju izdelka 2, dodelimo izdelku 2.

- Obremenitve okolja, ki se pojavljajo med procesom proizvodnje in uporabe izdelka 1, in 50 % obremenitev med procesom pridobivanja primarnih materialov za izdelek 1 in 2, recikliranjem in odstranjevanjem materialov izdelka 1 in 2, dodelimo izdelku 1. Obremenitve okolja, ki se pojavljajo med procesom proizvodnje in uporabe izdelka 2, in 50 % obremenitev med procesom pridobivanja primarnih materialov za izdelek 1 in 2, recikliranjem in odstranjevanjem materialov izdelka 1 in 2, dodelimo izdelku 2.

Menim, da dodelitev recikliranja življenjskemu ciklusu samo enega izdelka ni zadostna in ne predstavlja realne situacije. Na primer dodelitev recikliranja samo življenjskemu ciklusu izdelka 2 bi pomenila preložitev vseh aktivnosti in bremen, povezanih z recikliranjem, na izdelek 2, s čimer bi se pri proizvodnji izdelka 2 pojavilo osnovno vprašanje, ali je sploh smiselno uporabiti reciklirane materiale ali bi bilo bolj smiselno uporabiti še neuporabljene primarne materiale. Izdelek 1 bi se pri taki razmejitvi življenjskih ciklusov znebil vseh aktivnosti, ki so povezane z recikliranjem izdelkov, kar bi v praksi pomenilo izključitev planiranja in preučevanja možnosti recikli-

ranja že v fazi načrtovanja in proizvodnje izdelka 1, s čimer je mogoče proces recikliranja poenostaviti. Druga možnost razmejčitve življenjskih ciklusov je dodelitev recikliranja samo izdelku 1. Ta možnost je po mojem mnenju boljša od predhodno opisane, saj spodbuja uporabo recikliranih materialov pri proizvodnji izdelka 2. Z dodelitvijo recikliranja izdelku 1 pa proizvajalca izdelka 1 prisilimo, da o recikliranju razmišlja že v fazi načrtovanja izdelka in načrtuje izdelek, ki ga bo možno čim enostavneje reciklirati. Vendar se tudi tukaj pojavi vprašanje, ali je proizvajalcu izdelka 1 smiselno prizadevati si za recikliranje izdelka ali pa je enostavneje predvideti odlaganje izrabljenih izdelkov na odpad. Menim, da je najbolj smotrna razdelitev življenjskih ciklusov izdelkov v odprti zanki recikliranja, da 50 % aktivnosti in obremenitev okolja med procesom recikliranja pripišemo izdelku 1 in 50 % izdelku 2, kot je predlagano pri tretji možnosti razmejčitve. Pri materialih oz. izdelkih, kot so nekateri embalažni izdelki, ki so v življenjski dobi večkrat ponovno uporabljeni, pa predlagam uporabo četrte možnosti razmejčitve.

V drugem delu prispevka bo predstavljen postopek zbiranja in popisovanja inputov in outputov, ki v preučevani sistem vstopajo oz. izstopajo – t.i. inventura inputov in outputov (angl. *Life Cycle Inventory* - LCI). Predstavljen bo postopek ocenjevanja vplivov, ki ga povzroča poraba snovi in energije iz okolja in sproščanje emisij v okolje in principi ocenjevanja obremenitev okolja. Predstavljeni bodo tudi elementi, ki morajo biti upoštevani pri razlagi dobljenih rezultatov. □

literatura

1. **Allen D.T. 2002.** Life Cycle Assessment: Lesson 1: Life Cycle Assessment Overview. 17 str. <http://www.utexas.edu/research/ceer/dfe/LCAoverview.PDF>
2. **Betz M., Coen D., Deimling S., Kreißig J. 2002.** Thermische Verwertung von Holzprodukten. Input-abhängige Modellierung der End-of-Life Prozesse von Holz. PE Europe GmbH: 119 str.
3. **EN ISO 14040.** Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework. 1997: 11 str.
4. **EN ISO 14040.** Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle interpretation. 2000: 18 str.
5. **EN ISO 14041.** Environmental management – Life cycle assessment – Goal and scope definition and inventory analysis. 1998: 21 str.
6. **EN ISO 14042.** Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle impact assessment. 2000: 15 str.
7. **Finkbeiner M., Koffmann E., Kreisel G. 1997.** The functional unit in the life cycle inventory analysis of degreasing processes in the metal-processing industry. Environmental Management, 21: 635-642
8. **Finnveden G., 1999.** Methodological aspects of life cycle assessment of integrated solid waste management systems. Resources, Conservation and Recycling, 26: 173-187
9. **Goedkoop M., Effting S., Collignon M. 2000.** The Eco-indicator 99: A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment. PRé Consultants B.V., Amersfoort, 22 str.
10. **Graedel T.E. 1998.** Streamlined life-cycle assessment. New Jersey, Prentice-Hall, inc. A division of Simon & Schuster Englewood Cliffs: 310 str.
11. **Guinee J.B., Gorree M., Heijungs R., Huppes G., Kleijn R., Koning A., Oers L., Wegener Sleswijk A., Suh S., Haes U. 2002.** Handbook on Life Cycle Assessment - Operational Guide to the ISO Standards. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers: 692 str.
12. **Košir B. 1999.** Ocena življenjskega kroga proizvodov v gozdarstvu. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 59: 89-120
13. **Krozer J., Vis J.C. 1998.** How to get LCA in the right direction? Journal of Cleaner Production, 6: 53-61
14. **Lah A. 2002.** Okoljski pojavi in pojmi : okoljsko izrazoslovje v slovenskem in tujih jezikih z vsebinskimi pojasnili. Zbirka Usklajeno in sonaravno, št. 8. Ljubljana, Svet za varstvo okolja Republike Slovenije: 208 str.
15. **Lee S.G., Lye S.W., Khoo M.K. 2001.** A Multi-Objective Methodology for Evaluating Product End-of-Life Options and Disassembly. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 18: 148-156
16. **Meil J.K. 1995.** Building materials in the context of sustainable development: an overview of forintek's research program and model. V: LCA – A Challenge for Forestry and Forest Product Industry, EFI Proceedings, 8: 75-88
17. **Newel S.A., Field F.R. 1998.** Explicit accounting methods for recycling in LCA. Resources, Conservation and Recycling, 22: 31-45
18. **Owens J.W. 1997.** Life Cycle Assessment: Constraints on Moving from Inventory to Impact Assessment. Journal of Industrial Ecology, 1, 1: 37-49
19. **Radonjić G. 2003.** Neznanka ali prevelik strošek? : Ekološke bilance proizvodov. Znanost, 45, 80: 18
20. **Richter K. 1995.** Life Cycle Analysis of Wood Products. V: LCA – A Challenge for Forestry and Forest Product Industry, EFI Proceedings, 8: 65-73
21. **Rosselot K., Allen D.T. 1999.** Life Cycle Concepts, Product Stewardship and Green Engineering. <http://www.utexas.edu/research/ceer/dfe/chap13.htm> (10. jul. 2002)
22. **Smith S. R., Murphy R. J., Dickinson D. J. 1993.** A Methodology for the Life-Cycle Assessment of Treated Timber Products. V: 2nd International symposium, Wood Preservation, Cannes-Mandelieu, 8-9 feb. France, CTBA, IRG: 22-38
23. **Stewart J.R., Collins M.W., Anderson R., Murphy W.R. 1999.** Life Cycle Assessment as a tool for environmental management. Clean Products and Processes, 1: 73-81
24. **Sullivan J. L. 2002.** Life Cycle Assessment: Discussion and Industrial Applications. V: Mechanical Life Cycle Handbook: Good Environmental Design and Manufacturing, Handal M. S. New York: 339-377
25. **Šalka J., Šulek R., Paluš H. 2003.** Close to nature forestry versus nature protection in the Slovak Republic from the policy point of view. Seminar on Close to Nature Forestry. Forest Research Institute, Zvolen, p. 14-20
26. **Tratnik M., Slovnik M. 2003a.** Metodologija za popis okoljskega stanja v slovenski lesni industriji (1. del). Les, 55, 7-8: 222-231
27. **Tratnik M., Slovnik M. 2003b.** Metodologija za popis okoljskega stanja v slovenski lesni industriji - 2. del. Les, 55, 9: 268-272
28. **Weidema B.P. 1993.** Environmental assessment of products : a textbook on life cycle assessment, 2nd ed. Helsinki, UETP-EEE, The Finnish Association of Graduate Engineers TEK: 114 str.
29. **White P.R., De Smet B., Owens J.W., Hindle P. 1995.** Environmental management in an international consumer good company. Resources, Conservation and Recycling, 14: 171-184

kratke vesti

Glissando: Tečaj z vgrajenim blažilnim sistemom

Lama je na sejmu ZOW ponudila Glissando - kompletno rešitev za mehko zapiranje vrat po zmerni ceni. Glissando – beseda je poznana glasbenikom kot mehko drseče note – omogoča mehko, nežno in kvalitetno zapiranje vrat. Glissandov dizajn je diskreten, ki samo poudari videz tečaja in ne zavzema dodatnega prostora v notranjosti sobe. Ena velikost ustreza vsem vratom, nastavljiva lastnost s četrtinskimi zasukom pa omogoča nastavljanje optimalne hitrosti zapiranja za vrata vseh dimenzij in tež. Glissando je moč dodati vsem Laminim 35 mm tečajem z preprostim natikom ali privitjem. □

Ustanovitelj Ikee ostaja skromen

Te dni smo lahko v slovenskem časniku Finance prebrali, da ustanovitelj proizvajalke pohištva Ikee in milijarder Ingvar Kamprad, ki po Forbesovi lestvici najbogatejših na svetu zaseda četrto mesto, vozi 15 let starega Volva in z letalom vedno leti v ekonomskem razredu, poroča Reuters. Nekateri menijo da je stiskač, vendar je šved ponosen na svoj način življenja, ki je v skladu s podjetjem. Ikea je največji prodajalec pohištva na drobno, z 202 trgovinami v 32 državah. □

Metoda ocene življenjskega ciklusa izdelka – 2. del

Life cycle assessment method – part 2

avtor: **Igor LIPUŠČEK**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina, Cesta VIII/34, 1000 Ljubljana

izvleček/Abstract

V prispevku so predstavljene teoretične osnove metode ocenjevanja življenjskih ciklusov izdelkov. V prvem delu so opisani konceptualni okvir, osnovne faze in terminologija ocenjevanja življenjskih ciklusov izdelkov. Predstavljena so tudi izhodišča za opredelitev področja raziskovanja, za izbiro funkcionalne enote in za določitev mej preučevanega sistema. V drugem delu pa so predstavljene glavne faze popisa življenjskega ciklusa izdelka, prikazane so kategorije obremenjevanja okolja in opredeljeni postopki za določitev ocene obremenjevanja okolja. Opisan je tudi postopek razlage rezultatov, dobljenih z metodo ocenjevanja življenjskih ciklusov izdelkov.

The paper presents a theoretical basis of the life cycle assessment method. In the first part the conceptual frame, basic phases and terminology of the life cycle assessment of products are described. The paper also presents the starting point for defining the field of research, for choosing the functional unit and for appointing the system boundaries. The second part of the article discusses the major steps of the life-cycle inventory. Categories of burdening the environment and procedures for estimating environmental burden are defined. The paper also contains the process of interpretation of the results achieved by

the product life cycle assessment method.

Ključne besede: metoda ocenjevanja življenjskih ciklusov izdelkov, funkcionalna enota, meje sistema, popis inputov in outputov, ocena obremenitve okolja

Key words: life cycle assessment method, LCA, functional unit, system boundary, life cycle inventory, estimation of environmental burden

Uvod

V prvem delu prispevka je bil predstavljen splošni del metode ocenjevanja življenjskih ciklusov izdelkov (ŽCI) in opisana terminologija ocenjevanja. Opisan je bil postopek izbire funkcionalne enote in določitev mej preučevanega sistema. V nadaljevanju pa bodo predstavljeni: popis inputov in outputov, postopek ocene obremenitve okolja in zahteve pri razlagi dobljenih rezultatov.

4. Popis inputov in outputov

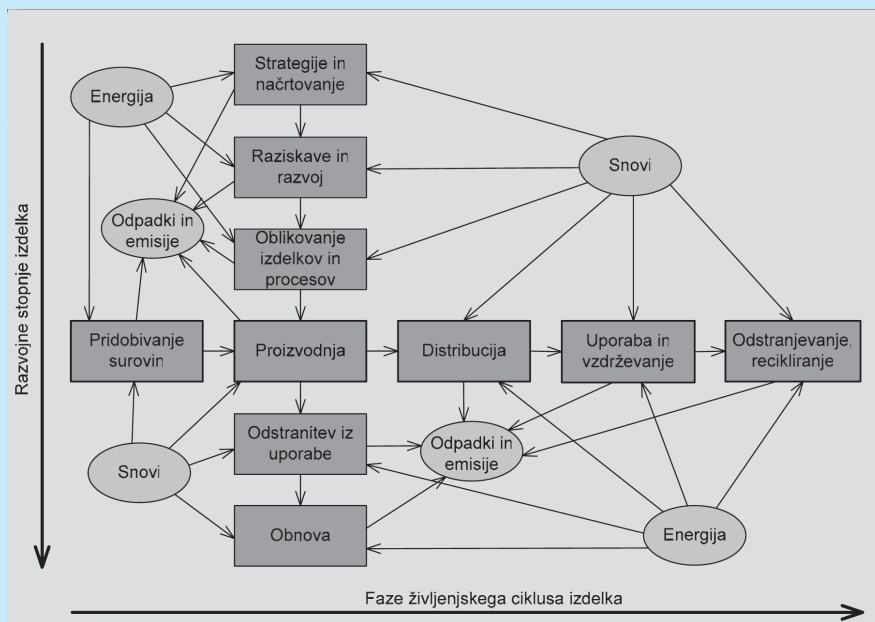
Ko je definiran problem, opredeljen namen in cilj raziskave, izbrana funkcionalna enota in so določene meje preučevanega sistema, je treba določiti postopek zbiranja ter zbrati in popisati vse inpute in outpute, ki v preučevani sistem vstopajo oz. izstopajo. Drugi korak pri metodi ocenjevanja ŽCI je zato imenovan popis stanja oz. inventura inputov in outputov (angl. Life-Cycle Inventory - LCI), ki se pojavljajo med celotnim ŽCI.

Kot navajata Rosselot in Allen (1999), je rezultat popisa stanja ŽCI spisek podatkov o osnovnih in energetskih tokovih, preračunanih na funkcionalno enoto. Snovni in energetski tokovi v življenjskem ciklusu izdelka so shematsko prikazani na sliki 8. S popisom teh tokov

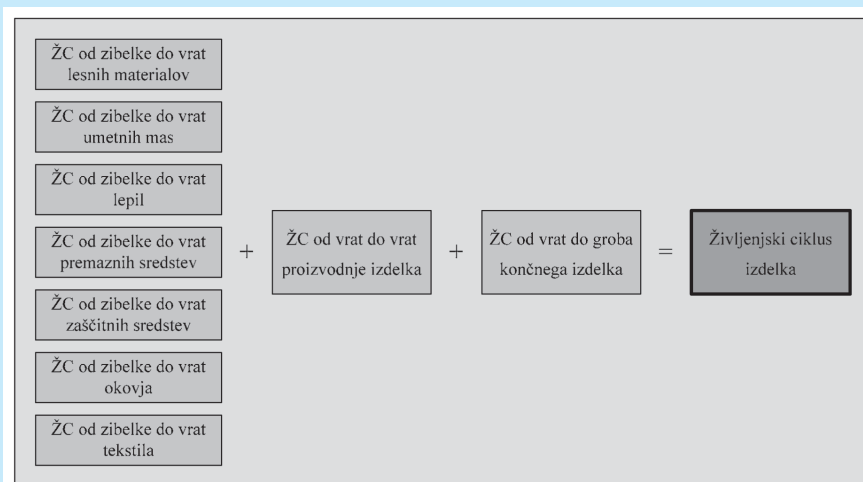
torej dobimo spisek podatkov, ki kvantificirajo inpute in outpute celotnega življenjskega ciklusa izdelka.

Natančno spremljanje snovnih in energetskih tokov skozi vse faze življenjskega ciklusa izdelka zahteva obširen popis stanja že za enostavne proizvode, izdelane samo iz ene surovine in proizvedene v enem ali dveh proizvodnih korakih. Pri popisu kompleksnejših izdelkov pa se spisek podatkov dodatno razširi za vsako vrsto uporabljene surovine in za vsak proizvodni korak. Popis kompleksnejših izdelkov je navadno še dodatno otežen, ker proizvodnja končnih izdelkov ne izhaja iz osnovnih surovin, ampak iz polizdelkov in materialov, proizvedenih v predhodnih proizvodnih procesih, ki so navadno slabo poznani ali celo nepoznani in varovani kot poslovna skrivnost proizvajalca teh materialov.

Pri preučevanju kompleksnejših izdelkov mora popis stanja zajemati popis vseh snovnih in energetskih tokov pri pridobivanju in proizvodnji surovin, ki so uporabljene pri proizvodnji končnega izdelka, zajemati mora popis stanja pri proizvodnji izdelka ter popise stanja distribucije, uporabe izdelka, ravnanja z odpadnimi izdelki in depeniranja neuporabnih sestavin. Pri preučevanju življenjskih ciklusov izdelkov iz lesa je tako treba preučiti življenjske cikle od zibelke do vrat za vse materiale, ki so uporabljeni pri proizvodnji končnega izdelka. Treba je torej preučiti življenjske cikle od zibelke do vrat za materiale, kot so: iverne plošče, vlaknene plošče, MDF plošče, furnirske plošče, furnir, masiven žagan les, laminati, folije in nalimki iz umetnih mas, premazna in zaščitna sredstva, lepila, okovje itn. Ko so življenjski ciklusi materialov, ki vstopajo v podjetje, kjer se izdeluje končni izdelek, popisani od zibelke do vrat, je treba popisati še vse snovne in energetske tokove, ki



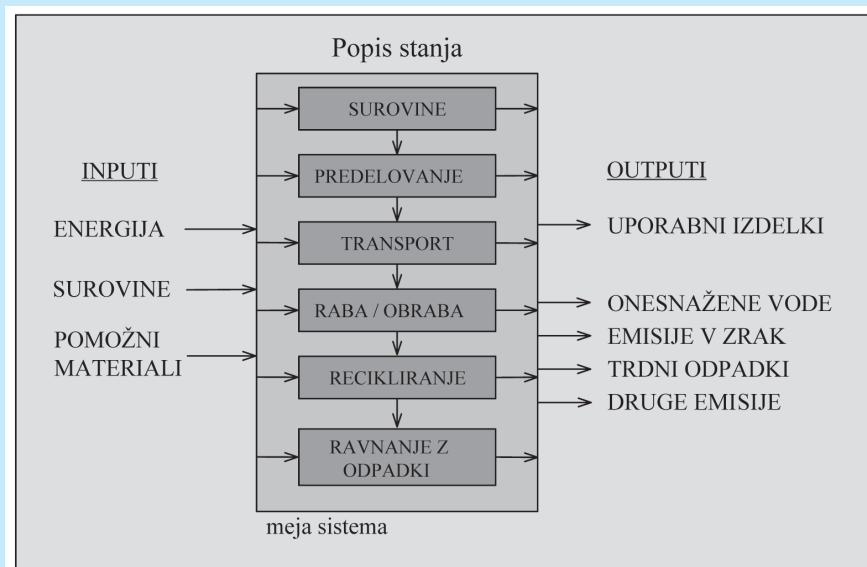
□ Slika 8. Shema snovnih in energetskih tokov v življenjskem ciklusu izdelka (Rosselot in Allen, 1999, str. 3)



□ Slika 9. Življenjski cikel končnega izdelka iz lesa

se pojavijo med procesom proizvodnje končnega izdelka, pri distribuciji, med uporabo in pri odstranjevanju oz. uničenju tega izdelka. Shematski prikaz življenjskega ciklusa kompleksnejšega končnega izdelka iz lesa je predstavljen na sliki 9. Popis življenjskih ciklusov kompleksnejših izdelkov se z upoštevanjem vseh vgrajenih komponent zelo razširi, s čimer se poveča obseg in zahtevnost dela, zmanjša pa se preglednost rezultatov.

Popis življenjskih ciklusov izdelkov je časovno najdaljša in najzahtevnejša faza ocenjevanja ŽCI, ki zahteva zbiranje zanesljivih in natančnih podatkov. Popis mora biti objektivni proces zbiranja podatkov o inputih in outputih v vseh fazah življenjskega ciklusa izdelka (White in sod., 1995). Obseg popisa stanja življenjskega ciklusa izdelka je neposredno povezan s ciljem raziskave, posredno pa vpliva tudi na končno oceno in razlago rezultatov ter



□ Slika 10. Popis stanja življenjskega ciklusa izdelka – teoretični model industrijskega procesa (Rosselot in Allen, 1999, str. 1)

seveda na predlog izboljšav izdelka. Teoretični model popisa industrijskega procesa je predstavljen na sliki 10.

Glavne faze popisa življenjskega ciklusa izdelka so prikazane na sliki 10 in so:

- Pridobivanje surovin in energije

Popis snovnih in energetskih tokov te faze vključuje analizo vseh aktivnosti, ki so potrebne za pridobivanje surovin in energije, vključuje pa tudi vse delo z njimi in Transporte od vira surovin in energije do mesta proizvodnje materialov. Konča se s prvo fazo proizvodnje materialov. Surovine oz. primarne surovine so pridobljene z aktivnostmi, kot so pridelovanje in žetev poljščin v kmetijstvu, gojenje gozdov in sečnja lesa v gozdarstvu, kopanje rudnin in mineralov v rudarstvu, črpanje fosilnih goriv, proizvodnja električne energije itn. Spisek podatkov popisa te faze mora vključevati podatke o porabi električne energije, plinskih, tekočih in trdnih goriv, o porabi snovi, kot so gnojila in pesticidi,

ki se uporabljajo na plantažah, ali prah in kemikalije, ki se uporabljajo v kamnolomih itn. Vključevati mora tudi podatke o emisijah v zrak, vodo in zemljo, podatke o spremembi videza krajine itn. Bolj detajlni popisi morajo vključevati tudi podatke o infrastrukturi in glavni opreми, kot so ceste, zgradbe, rudniki, stroji za obdelavo itn.

- Proizvodnja, predelovanje in oblikovanje

Ta faza vključuje predelavo surovin v materiale, polizdelke in končne izdelke. Začne se s skladiščenjem surovin oz. s prvo fazo proizvodnje materialov. Vključuje vse postopke skladiščenja in proizvodnje materialov, polizdelkov in končnih izdelkov, konča pa se z odpremo izdelkov iz skladišča končnih izdelkov. V to fazo so vključeni tudi vsi embalažni materiali, ki se uporabljajo za pakiranje in prevoz osnovnih materialov, polizdelkov in končnih izdelkov. Inputi te faze so vse vrste energije, ki je potrebna za predelavo surovin v končne

izdelke, orodja in pomožna sredstva, ki so potrebna za predelavo, maziva in pogonska sredstva, goriva, zrak in voda, ki nastopata kot prenosni ali hladilni medij itn. Outputi pa so poleg uporabnih izdelkov še stranski izdelki, odpadki, emisije v vodo in zrak, razna sevanja, obremenitve s hrupom itn., upoštevati pa je treba tudi obremenjenost delavcev na delavnih mestih. Vsi ti dejavniki morajo biti v popisu čim obširneje upoštevani. Zahtevnejše in bolj obširne študije morajo vsebovati tudi podatke o inputih in outputih pri proizvodnji delovnih strojev in orodij, ki se uporabljajo pri predelavi surovin v materiale in pri proizvodnji izdelkov.

- Distribucija in transport

V fazo distribucije in transporta so zajete vse aktivnosti prevoza izdelkov od mesta izdelave, preko grosističnih prodajaln in prodajaln na drobno, do mesta uporabe izdelka. Vključene so tudi aktivnosti reklamiranja in prodaje izdelkov ter aktivnosti sestave in montaže izdelkov. Spisek podatkov popisa te faze vsebuje podatke o porabi pogonskih sredstev pri transportu, podatke o porabi energije pri skladiščenju in prodaji izdelkov, preračun emisij in hrupa, ki nastaja pri transportu, itn. Zahtevnejše in bolj obširne študije vključujejo tudi analize inputov in outputov pri proizvodnji, vzdrževanju in odstranjevanju prevoznih sredstev, podatke o prometni infrastrukturi in njenem obremenjevanju okolja, podatke o parkirnih prostorih, prodajnih zgradbah itn.

- Raba, uporaba, vzdrževanje

Ta faza zajema vse aktivnosti od trenutka, ko končni izdelek prispe

do mesta uporabe, do trenutka, ko je izdelek iz uporabe odstranjen. V tej fazi se skupine izdelkov zelo razlikujejo. Določene skupine izdelkov, kot so prevozna sredstva, delovni stroji, čistilna sredstva ipd. večinoma negativno vplivajo na okolje prav med časom uporabe izdelka, pri drugih skupinah izdelkov, med katere sodi večina izdelkov iz lesa, pa med časom uporabe izdelkov ni večjih negativnih vplivov na okolje. Popis te faze mora vsebovati podatke o porabi energije med časom uporabe, podatke o emisijah pri vzdrževanju izdelkov, zelo pomemben je tudi podatek o dolžini življenjske dobe izdelka oz. o času uporabe izdelka. Pri stavbnem pohištvi je na primer treba ugotoviti energetske izgube, povezane z različno toplotno izolativnostjo, treba je ugotoviti motnje zaradi prepustnosti hrupa, prenosa vibracij ipd., pri zaščitenem lesu je treba ugotoviti izpiranje zaščitnih sredstev iz lesa itn. Treba je torej ugotoviti vse škodljive učinke na okolje, ki se pojavijo med časom uporabe izdelka.

● Recikliranje

Ko se izdelek izrabi in je odstranjen iz uporabe, ga lahko recikliramo ali pa deponiramo kot odpadek. Recikliranje v širšem pomenu zajema ponovno uporabo izdelkov, predelavo izdelkov ali recikliranje materialov. Pri popisu recikliranja je treba količine inputov in outputov preračunati in dodeliti izrabljenemu izdelku in novo nastalemu izdelku ali materialu po enemu izmed načinov, ki so opisani v poglavju, kjer so opisane meje preučevanega sistema.

● Ravnanje z odpadki

Odpadki se pojavljajo pri vseh fazah življenjskega ciklusa.

Ravnanje z odpadki vključuje vse mehanizme za ravnanje z odpadnimi snovmi in njihovo uničenje ali deponiranje. Večina odpadkov je kombinacija različnih materialov oz. snovi, kar še dodatno oteži njihovo razgradnjo in ravnanje z njimi. Pri popisu faze ravnanja z odpadki moramo torej preučiti vse snovne in energetske tokove pri ravnanju z odpadnim zrakom, čiščenju odpadnih voda in ločevanju, razgradnji, morebitnemu sežiganju in deponiranju trdnih odpadkov.

Inputi in outputi morajo biti pri popisu stanja ŽCI dodeljeni različnim segmentom okolja, kot so voda, zrak in zemlja. Kako te dodelitve izvršiti, je zelo kompleksno vprašanje, metode, ki so pri tem uporabljene, pa lahko vplivajo na celotno natančnost in uporabnost popisa življenjskega ciklusa.

Težave pri popisu ŽCI nastanejo tudi takrat, ko iste količine inputov, pridobljenih z različnimi postopki proizvodnje, pomenijo različne obremenitve okolja. Ta problem se pojavi že pri analizi vhodne električne energije, ki lahko izvira iz različnih virov, kot so na primer jedrske elektrarne, hidroelektrarne, termoelektrarne, električna energija, pridobljena iz biomase ali bioplina, itn. Input ene kWh električne energije torej lahko predstavlja različna bremena za okolje, glede na vir energije. Odjemniki električne energije iz elektroodvodov pa podatkov o viru energije nimajo. Podobno se dogaja tudi z drugimi viri energije in proizvodnjo nekaterih materialov in snovi.

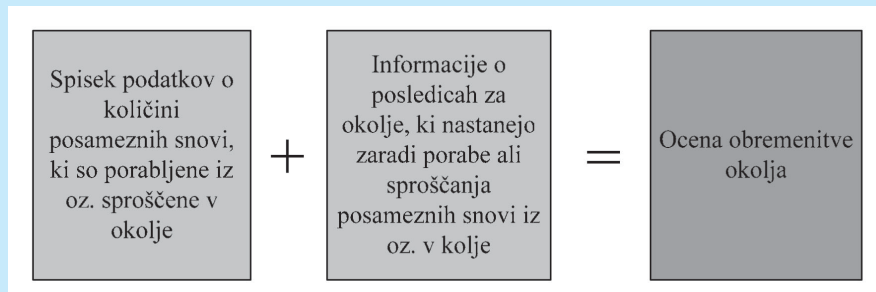
Rosselot in Allen (1999) navajata, da je izvedba podrobnega popisa ŽCI celo pri enostavnih izdelkih izjemno zapletena, če že ne nemogoča naloga. Pod-

robnega popisa življenjskega ciklusa izdelka, izdelanega iz več surovin in materialov, z več proizvodnimi procesi, pa zaradi vrste omejitev ni mogoče izvesti. Popis namreč postane izredno kompleksen, saj je treba upoštevati inpute in outpute vseh sestavnih elementov. Kot ugotavljajo Stewart in sod. (1999) v praksi ni mogoče spremljati oz. ugotoviti vseh tokov inputov in outputov na celotni poti nazaj do pridobivanja surovin iz okolja, zato je treba, zaradi časovnih, stroškovnih in praktičnih omejitev pa tudi zaradi preglednosti, podatke združevati in uporabljati obstoječe podatke ali primerjati in analizirati samo razlike med preučevanimi izdelki.

Rosselot in Allen (1999) ugotavljata, da so nekatere vrednosti, ki so zbrane med procesom popisa stanja ŽCI, objektivne količine, preračunane iz materialnih in energetskih bilanc, druge vrednosti pa temeljijo na subjektivnih ocenah in so odvisne od odločitev in domnev, podanih med procesom popisa.

S popisom in oblikovanim spiskom inputov in outputov še ne moremo podati ocene obremenjevanja okolja, ki ga povzroča določen izdelek oz. ne moremo določiti, kateri od primerjanih izdelkov je okoljsko ustrežnejši. Podatki o količinah inputov in outputov namreč še ne zagotavljajo dovolj informacij. Enake količine različnih porabljenih ali emitiranih snovi imajo namreč različne učinke na okolje, ki delujejo različno dolgo, na različni razdalji in v različnem obsegu.

Za določitev okoljsko ustrežnejšega izdelka je treba določiti relativno pomembnost emitiranih snovi, kar pa izvedemo v naslednjem koraku ocenjevanja življenjskih ciklusov izdelkov, to je z oceno vplivov na okolje, ki je opisana v naslednjem poglavju.



□ Slika 11. Ocenjevanje obremenitev okolja

5. Ocena vplivov na okolje

Kot je bilo poudarjeno že v prejšnjem poglavju, s popisom ŽCI in kvantificiranjem inputov in outputov še ne moremo podati ocene o obremenjevanju okolja ali ugotoviti, kateri od primerjanih izdelkov ima boljše okoljske karakteristike. Pri popisu dobljene kvantitativne podatke moramo oceniti glede na njihov relativni prispevek k raznim pomembnim okoljskim problemom, kot so globalno ogrevanje ozračja, krčenje ozonske plasti, tvorba fotokemičnega smoga, eutrofikacija, kancerogenost, kisanje ozračja, strupenost vode, uničenost življenjskega okolja, praznjenje neobnovljivih virov, motnje pri počutju, obremenjevanje s smradom, hrupom, raznimi sevanji itn. Treba je ugotoviti in oceniti tudi razsežnost posledic, ki se kažejo na globalni, mednarodni, nacionalni ali lokalni ravni. Treba je torej analizirati vplive inputov in outputov na okolje in jih normalizirati, da lahko podamo oceno obremenjevanja določenega izdelka in lahko določimo okoljsko najustreznejši izdelek.

Lah (2002) analizo vplivov na okolje opredeljuje z izrazom presoja vplivov na okolje, ki po njegovih besedah pomeni "presojo, sprejeto na podlagi poročila o vplivih načrtovanih posegov v naravo in človekovo okolje, ter ugotavljanje njihove sprejemljivosti glede na neposredne ali dolgoročne posledice za okolje – v tleh, vodovju, živi

naravi in rudninskih virih, tudi posledice za zdravje in počutje ljudi". Presoja vplivov na okolje pa opredeljuje takole: "metoda za temeljito preučitev / raziskavo obstoječih vplivov vseh različnih dejavnikov na naravo in okolje ter strokovna analiza / možnih vplivov in posledic za okolje pri načrtovanem posegu v naravo".

Sullivan (2002) opredeljuje oceno vplivov na okolje (angleški izraz: Life cycle impact assessment – LCIA) kot proces, kjer so obremenitvam okolja, ugotovljenih pri popisu stanja, kvantitativno ali kvalitativno pripisani oz. prišteti efekti na okolje ali človekovo zdravje.

Smith in sod. (1993) analizo vplivov na okolje med življenjskim ciklusom izdelka opredeljujejo kot tehničen, kvantitativen in/ali kvalitativen proces za razvrstitev in vrednotenje učinkov ekoloških bremen, zabeleženih pri popisu. Vrednoten element mora vključevati obsežno in večdimenzijsko razvrstitev ekološkega tehtanja človeškega in ekološkega zdravja, spremembe bivalnega prostora in onesnaževanja s hrupom, smradom in raznimi sevanji.

Spisek kvantitativnih podatkov o inputih in outputih je le del potrebnih informacij za oceno obremenjevanja okolja, drugi del potrebnih informacij pa so moč, tip in učinkovitost vpliva. Le-ta se kaže v obsegu posledic za okolje, ki nastanejo zaradi porabe ali sproščanja posamezne snovi iz okolja oz. vanj. šele združitev obeh teh infor-

macij da osnovo za realno oceno obremenitve okolja. Shematski prikaz je predstavljen na sliki 11. Rosselot in Allen (1999) navajata, da ni nujno, da je izdelek, ki ima največjo skupno maso emitiranih snovi, ugotovljeno pri popisu stanja, tudi okoljsko najbolj problematičen izdelek, lahko je celo okoljsko najustreznejši izdelek, če imajo sproščene emisije relativno blag vpliv na okolje.

V fazi ocenjevanja vplivov na okolje (angl. Impact Assessment ali Life-Cycle Impact Assessment) so podatki o količinah porabljenih in emitiranih snovi iz okolja oz. vanj, zbrani pri popisu stanja, kombinirani oz. dopolnjeni s podatki, potrebnimi za ocenitev vplivov na okolje.

Kot podpora pri upravljanju s sistemom ocenjevanja obremenjevanja okolja rabijo modeli. Iz preučevane literature lahko ugotovimo, da je bilo do sedaj razvito večje število shem za vrednotenje emisij v okolje. Te so bile razvite za potrebe državnih zakonodaj, ekoloških taks ipd., uporabljene pa bi lahko bile tudi za ocenjevanje življenjskih ciklusov izdelkov. Vendar se moramo zavedati, da različni sistemi zajemanja podatkov vodijo do različnih rezultatov. Z rangiranjem emisij samo glede na sproščene količine dobimo drugačne rezultate, kot z rangiranjem po moči efekta določene emisije po katerikoli shemi za vrednotenje vplivov. Hkrati pa tudi različne sheme za ovrednotenje vplivov vodijo do različnih rezultatov, kajti metode navadno temeljijo na različnih kriterijih. Nekateri, običajno uporabljeni faktorji temeljijo na podatkih iz raznih okoljskih regulacij, kjer je vsaka emisija, sproščena v zrak ali vodo, ovrednotena glede mejne koncentracije, ki jo predpisuje zakonodaja. Primer takega načina je metoda mejnih koncentracij (Critical Volumes), kjer so emisije, vrednotene

na osnovi uradnih dovoljenih koncentracij in združene za vsak okoljski segment (zrak, vodo in zemljo) posebej. Podobna je tudi metoda odstopanj od ciljne vrednosti (Distance to Target Method), ki je bila razvita na Nizozemskem in temelji na vrednotenju na osnovi ciljnih vrednosti iz emisijskih tokov, podanih v holandskem nacionalnem okoljskem planu. Drugi faktorji obremenjevanja pa temeljijo na oceni tveganja, ki je podana glede na predpostavke o tipu okolja, v katerega so emisije sproščene.

V začetku devetdesetih se je za ocenjevanje potencialov globalnega ogrevanja in tanjšanja ozonske plasti uveljavil koncept benchmarkinga. Benchmarking je razmerje med vplivi na okolje pri sproščanju določene kemične substance in vplivi sprostitev enake količine dobro poznane substance.

V teoretičnih študijah je bilo ugotovljeno, da je pri ocenjevanju obremenjevanja okolja treba upoštevati različne kategorije obremenjevanja, kot so globalno ogrevanje ozračja, krčenje ozonske plasti, tvorba fotokemičnega smoga, kancerogenost, vpliv na kisanje ozračja, strupenost za vodo, uničenje življenjskega okolja, poraba obnovljivih virov, motnje pri počutju itn. V ta namen so bile razvite sheme za označevanje vplivov po posameznih kategorijah vplivov, ki so zbrane v seriji standardov ISO 14000 (Guinée in sod., 2002; ISO 14040; ISO 14041; ISO 14042; ISO 14043).

Iz različnih virov literature (Guinée in sod., 2002; Rosselot in Allen, 1999; Smith in sod., 1993; Graedel, 1998) lahko povzamemo, da so najpomembnejše kategorije obremenjevanja okolja razdeljene na porabo snovi iz okolja, s čimer je povezano siromašenje surovinskih virov zemlje in spreminjanje stanja okolja, ter na sproščanje škodljivih snovi in sevanj v okolje, s čimer je pove-

zано človeško in ekološko zdravje.

Kategoriji obremenjevanja okolja pri porabi snovi iz okolja sta:

- poraba obnovljivih virov in
- poraba neobnovljivih virov.

Kategorije obremenjevanja okolja pri sproščanju škodljivih snovi in sevanj v okolje pa so:

- globalno ogrevanje ozračja,
- krčenje ozonske plasti,
- tvorba fotokemičnega smoga,
- eutrofikacija,
- kancerogenost,
- kisanje ozračja,
- strupenost za živa bitja,
- strupenost za okolje,
- uničenje življenjskega okolja,
- motnje pri počutju,
- smrad,
- hrup itn.

Popolno upoštevanje in ocenjevanje učinka porabe snovi iz okolja in emisij v okolje mora biti na bazi njihovega:

- a) učinka škodljivosti za ljudi, živali, rastline, ekosisteme ali druge elemente biosfere in atmosfere;
- b) trajanja učinka in dolžine življenjske dobe zmesi v okolju;
- c) težnje k premičnosti ali razpršitvi snovi v okolju;
- d) kopičenja, ki je tesno povezano s trajanjem učinka in povzroča visoke lokalne koncentracije (kopičenje v usedlinah in maščobnem tkivu živali);
- e) sinergetskega učinka z drugimi snovmi ali produkti, ki se tvorijo v okolju.

Smith in sod. (1993) pravijo, da morajo biti faktorji obremenjevanja okolja natančno razdeljeni na faktorje škodljivosti za okolje (točka a) in faktorje, ki povzročajo propad okolja (točke b-e).

Faktorji obremenjevanja okolja, podani v posameznih shemah, so večinoma določeni po principu benchmarkinga. Faktorji za ocenjevanje globalnega ogrevanja ozračja so zato podani v ekvivalentu 1 kg ogljikovega dioksida, faktorji za ocenjevanje vplivov na krčenje ozonske plasti so podani v ekvivalentu 1 kg CFC-11, faktorji za ocenjevanje strupenosti za ljudi so podani v ekvivalentu 1 kg 1,4-diklorobenzena itn. Faktorji za nekatere kategorije obremenjevanja okolja, kot so na primer motnje pri počutju, hrup, smrad itn., pa še niso določeni. Zaradi različnih primerjalnih substanc faktorji posameznih kategorij med seboj niso združljivi oz. primerljivi, zato ne moremo podati končne skupne ocene obremenjevanja okolja. Obremenitve okolja tako lahko preučujemo le z osredotočenjem na posamezno kategorijo obremenjevanja, kot je na primer preučevanje izdelkov glede globalnega ogrevanja ozračja in na tej osnovi razvrščanje izdelkov glede prispevka k spremembi globalne temperature ozračja. Ločeno je treba oceniti in razvrstiti izdelke glede na krčenje ozonske plasti, prispevek k tvorbi fotokemičnega smoga itn. Od primerjanih izdelkov lahko določimo okolju najprijaznejši izdelek le, če ima določen izdelek pri vseh kategorijah obremenjevanja najnižjo vrednost oz. najboljšo oceno, v nasprotnem primeru skupne ocene obremenitve okolja ne moremo podati.

Rosselot in Allen (1999) ugotavljata, da v primeru, ko je preučevana več kot ena kategorija vplivov, ni splošno sprejete metode za združevanje vrednosti, dobljenih pri vrednotenju različnih kategorij vplivov, ki bi te vrednosti združila v eno vrednost oz. enotno oceno obremenitve okolja.

Problem združevanja ocen posameznih kategorij se še dodatno zaplete, ker nekatere kategorije vplivov povzročajo

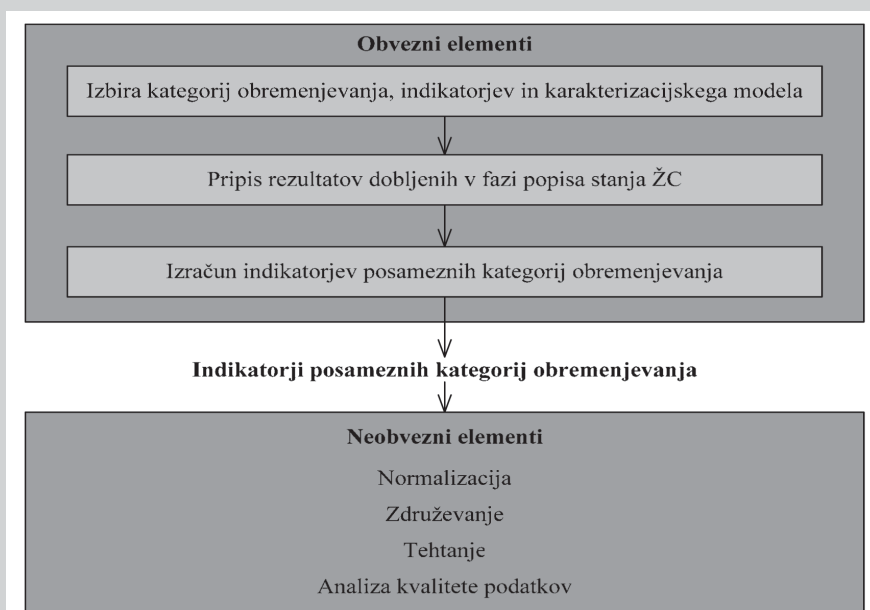
globalne, druge pa izrazito lokalne posledice. Lokalni vplivi na okolje pa lahko pri enakih količinah porabljenih ali emitiranih snovi iz okolja ali vanj povzročajo različne posledice. Na primer: emisije, ki povzročajo kisel dež, ne povzročajo velikih posledic na območjih, kjer je pH prsti bazičen, povzročajo pa velike posledice na območjih, kjer je pH prsti kisel. Enako bi lahko ugotovili za črpanje snovi iz narave, kjer na primer pri enaki količini posekanega lesa iz gozda ali iz nekega omejka ob kmetijski površini pomeni različno stopnjo siromašjenja

okolja in različno vpliva na biotsko pestrost krajine.

Vplivi porabe snovi iz sproščanja v okolje se torej lahko pojavljajo od lokalne pa do globalne ravni obremenjevanja okolja, hkrati pa je trajanje teh vplivov zelo različno. Vplivi na okolje lahko trajajo nekaj ur, več let, desetletij, ali celo več stoletij. Zato je treba tudi ta dejstva upoštevati pri ocenjevanju vplivov na okolje. Najpomembnejše kategorije obremenjevanja okolja in njihova prostorska razporeditev ter čas trajanja vplivov na okolje so predstavljeni v preglednici 1.

□ **Preglednica 1. Prostorska in časovna razporeditev trajanja vplivov najpomembnejših kategorij obremenjevanja okolja (povzeto po Owensu, 1997, str. 42)**

Kategorija obremenjevanja	Prostorska razporeditev vplivov	Čas trajanja vplivov
Globalno ogrevanje ozračja	Globalno	Desetletja/stoletja
Krčenje ozonske plasti	Globalno	Desetletja
Tvorba fotokemičnega smoga	Regionalno/lokalno	Ure/dnevi
Kancerogenost	Lokalno	Ure (akutno)–desetletja (kronično)
Kisanje ozračja	Kontinentalno/regionalno	Leta
Strupenost za vodne organizme	Regionalno	Leta
Strupenost za kopenske organizme	Lokalno	Ure (akutno)–desetletja (kronično)
Uničenje življenjskega okolja	Regionalno/lokalno	Leta/desetletja
Poraba neobnovljivih virov	Globalno	Desetletja/stoletja
Eutrofikacija	Regionalno/lokalno	Leta



□ **Slika 12. Elementi faze ocenjevanja vplivov na okolje (ISO 14042, str. 3)**

Pri vrednotenju obremenjevanja okolja, ki ga povzroča emisija določene snovi, je treba upoštevati tudi raznovrstnost vplivov, ki jih preučevana snov povzroča. Emisije nekaterih snovi namreč v okolju povzročajo vplive, ki so značilni samo za eno kategorijo obremenjevanja okolja, medtem ko emisije drugih snovi povzročajo vplive, ki so značilni za več kategorij obremenjevanja. Tako na primer emisije CO₂ v ozračje povzročajo le efekt tople grede, kar vpliva na globalno ogrevanje ozračja, medtem ko emisije NO_x v zrak povzročajo vplive, ki povzročajo kisanje ozračja, tvorbo fotokemičnega smoga, nutritifikacijo in povzročajo respiratorne vplive na živa bitja; emisije etana v zrak povzročajo globalno ogrevanje ozračja, emisije pa so tudi toksične za živa bitja itn. (Sullivan, 2002; Goedkoop in sod., 2000).

Za vrednotenje in ocenjevanje obremenjevanja okolja različni avtorji uporabljajo različne načine ocenjevanja, ki temeljijo na različnih predpostavkah, uporabljajo različne faktorje škodljivosti in različne metode združevanja ocen. Na osnovi različnih metodologij je tako nastalo več metod za ocenjevanje obremenitev okolja. Najpomembnejše so EPS metoda, Eco-indicator 95 in Eco-indicator 99, Economic input-output method, Threshold inventory interpretation method in podobne (Sullivan, 2002), ki pa med seboj niso primerljive.

Standard SIST EN ISO 14042, ki opredeljuje ocenjevanje vplivov na okolje, razdeljuje postopek ocenjevanja na dva dela, in sicer na obvezne elemente in neobvezne oz. izbirne elemente ocenjevanja. Shema procesa ocenjevanja je predstavljena na sliki 12.

Med obvezne elemente ocenjevanja, prikazanih na sliki 12, sodijo izbira kategorij obremenjevanja, ki bodo preučevane, izbira indikatorjev, ki so dolo-

čeni za posamezne kategorije, in izbira karakterizacijskega modela. Temu sledi pripis rezultatov, dobljenih v fazi popisa stanja in izračun indikatorja celotne kategorije obremenjevanja. Z izvedbo obveznih elementov ocenjevanja dobimo rezultate (indikatorje) obremenjevanja okolja, ločene po posameznih kategorijah obremenjevanja okolja. Nadaljnji postopki pa so slabo definirani in precej nejasni, zato niso obvezni.

Med neobvezne elemente ocenjevanja vplivov na okolje sodijo normalizacija, združevanje, tehtanje in analiza kvalitete podatkov. Namen normalizacije rezultatov posameznih kategorij obremenjevanja naj bi bil zagotovitev boljšega razumevanja relativne velikosti izračunanih indikatorjev (rezultatov) posameznih kategorij obremenjevanja. Z normalizacijo indikatorje posameznih kategorij obremenjevanja delimo z izbrano referenčno vrednostjo. Referenčna vrednost so lahko skupne emisije ali poraba virov preučevanega območja, ki je lahko globalno, regionalno, nacionalno ali lokalno območje; lahko so skupne emisije ali poraba virov, preračunane na prebivalca ali podobno merilo; ali pa vrednost alternativnega izdelka.

Za združevanje ocen ISO 14042 predlaga dve možni proceduri razvrščanje kategorij obremenjevanja na nominalni osnovi (glede karakteristik, kot so emisije in viri ali globalna, regionalna in lokalna prostorska skala) ali rangiranje kategorij obremenjevanja v določeni hierarhiji (visoka, srednja in nizka prioriteta). Tukaj se je treba zavedati, da imajo posamezniki, organizacije ali družbe različne preference, ki navadno pripeljejo do različnih rezultatov združevanja. Pojavi se tudi problem, kje in kako postaviti meje med posameznimi stopnjami prioritete (Rosselot in Allen, 1999).

S tehtanjem ISO 14042 opredeljuje proces pretvorbe indikatorjev posameznih kategorij obremenjevanja v enotno oceno z uporabo numeričnih faktorjev. Standard ne opredeljuje načina določanja in izbire numeričnih faktorjev, komentira le dejstvo, da imajo navadno posamezniki, organizacije ali družbe različne preference pri oblikovanju faktorjev, kar privede do različnih rezultatov ocenjevanja.

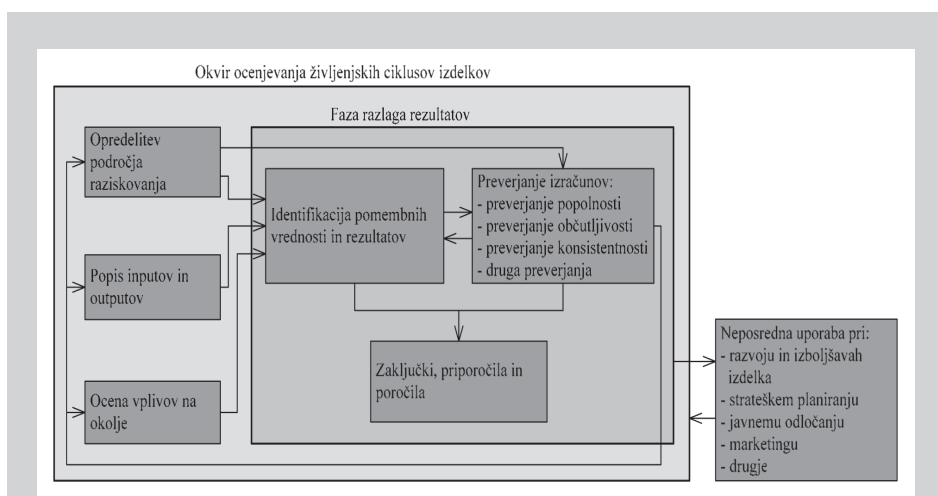
Zaradi vsega naštetega lahko ugotovimo, da za vrednotenje rezultatov, dobljenih v fazi označevanja vplivov na okolje, ni splošno sprejete metode. To je faza, pri kateri se zaradi subjektivnosti ocen večina raziskovalcev ustavi. Za izračun enotne ocene vplivov na okolje ni splošno sprejete metode, ki bi jo lahko uporabili za združevanje vrednosti, dobljenih pri vrednotenju različnih kategorij vplivov.

Smith in sod. (1993) menijo, da so prioritetni faktorji za emisije normirani na vstopne snovi v doslednih načinih edini stroškovno učinkovit način obdelave podatkov v večini primerov. Vendar mora biti v tem primeru vključen detajlni opis vseh uporabljenih predpostavk in prikazan postopek izračuna prioritetnih faktorjev.

6. Razlaga rezultatov pri metodi ocenjevanja življenjskih ciklusov izdelkov

Pri uporabi metode ocenjevanja življenjskih ciklusov izdelkov se v praksi srečamo s številnimi praktičnimi omejitvami, četudi se zdi osnovni princip metode relativno enostaven. Zaradi primerljivosti rezultatov je treba predstaviti vse omejitve in uporabljene predpostavke ter prikazati vse postopke združevanja podatkov in načine ocenjevanja. Opisati je treba omejitve, ki so bile sprejete pri oblikovanju mej preučevanega sistema, pri času preučevanja določenega vpliva, pri obsežnosti raziskave itn.

Namen razlage rezultatov pri popisu ŽCI je zagotovitev objektivne analize rezultatov, predstavitev sklepov, razlage omejitev, zagotovitev priporočil, ki temeljijo na izsledkih raziskave ŽCI, in predstavitev rezultatov na transparenten način (ISO 14043). Namen razlage rezultatov je tudi zagotovitev enostavno razumljive, korektne in konsistentne predstavitve rezultatov. Osnovna značilnost razlage rezultatov popisa ŽCI je uporaba sistematičnih postopkov za identifikacijo, označevanje, preverjanje, izračun in predstavitev sklepov raziska-



□ Slika 13. Povezava elementov razlage rezultatov z drugimi fazami ocenjevanja ŽCI (povzeto po ISO 14043, str. 4)

ve z namenom zagotovitve zahtev, podanih v ciljih in namenih raziskave.

Standard SIST EN ISO 14043 deli fazo razlage rezultatov na tri elemente, ki so predstavljeni na sliki 13. Ti elementi so:

- identifikacija pomembnih vrednosti in rezultatov, dobljenih pri popisu stanja ŽCI ali pri ocenjevanju vplivov,
- preverjanje izračunov, ki vsebuje preverjanje popolnosti, občutljivosti in konsistentnosti,
- predstavitev sklepov, priporočil in poročil.

Na sliki 13 je predstavljena medsebojna povezanost elementov razlage rezultatov in povezanost teh elementov z drugimi fazami ocenjevanja ŽCI.

Pri razlaganju rezultatov je treba posebno pozornost posvetiti konsistentnosti predpostavk, uporabljenim metodam merjenja, uporabljenim modelom in kakovosti podatkov. Pri ocenjevanju življenjskih ciklusov različnih izdelkov namreč lahko pride do razlik, kot so (SIST EN ISO 14043):

- razlike v viru podatkov (podatki za izdelek A so povzeti iz literature, podatki za izdelek B pa so direktno izmerjeni),
- razlike v kakovosti podatkov (podatki o inputih in outputih so pri izdelku A podani za vsako snov posebej, medtem ko so za izdelek B podane samo količine skupnih emisij),
- razlike v natančnosti podatkov (proizvodni proces izdelka A je zelo natančno prikazan, dosegljiv pa je tudi natančen opis procesa, medtem ko je proces izdelka B predstavljen le kot sistem črne škatle),
- razlike v tehnološki opremljenosti (podatki za izdelek A so izmerjeni

z zelo natančno merilno tehnologijo, medtem ko so podatki za izdelek B izmerjeni s starejšo, manj natančno tehnologijo),

- razlike v starosti podatkov (podatki za izdelek A so bili izmerjeni pred petimi leti, podatki za izdelek B pa so bili pravkar zbrani),
- razlike v geografskem pokritju (podatki za izdelek A so zbrani na področju širšega Evropskega prostora, podatki za izdelek B pa so zbrani na ožjem področju npr. Nemčije, kjer je okoljska zakonodaja zelo stroga),
- razlike v zajemanju sestavnih delov (pri izdelku A so izključeni sestavni deli, ki predstavljajo manj kot 1 % končne mase izdelka, pri izdelku B pa so vključeni vsi sestavni deli) itn.

Vse razlike med izdelki v kakovosti podatkov, uporabljenih predpostavkah, metodah, modelih itn. morajo biti pri razlaganju, predstavljanju in interpretiranju rezultatov natančno opisane, kajti le na ta način zagotovimo transparentnost in primerljivost podatkov.

Zadnji korak razlage rezultatov je objektivna interpretacija dobljenih rezultatov in oblikovanje spiska predlogov za izboljšave preučevanega izdelka, s katerimi bi izboljšali okoljsko kakovost izdelka. V primeru, ko je metoda ocene ŽCI uporabljena za primerjanje različnih izdelkov, pa je treba predstaviti tudi vse prednosti in slabosti preučevanih izdelkov ter podrobno komentirati in utemeljiti razloge za izbor oz. določitev okoljsko najustrežnejšega izdelka.

7. SKLEP

Z opisano metodologijo lahko podjetja sistematično spremljajo in primerjalno vrednotijo okoljske značilnosti svojih izdelkov med njihovo celotno življenj-

sko potjo in si s tem zagotovijo instrument za okoljsko optimizacijo izdelkov in postopkov za njihovo izdelavo. Poznavanje in vključevanje ocenjevanja življenjskih ciklusov izdelkov bo v prihodnosti postalo vse pomembnejši in nujni sestavni del upravljanja z okoljem v podjetjih ter s tem povezanim razvojem, proizvodnjo in trženjem izdelkov.

V industrijsko razvitih državah je industrija že zaznala koristi, ki jih prinaša ocenjevanje življenjskih ciklusov izdelkov z vidika obremenjevanja okolja, zato večina pobud za izdelavo analiz življenjskih ciklusov izdelkov prihaja prav iz industrijskih podjetij, ki na ta način želijo dokazati, da so njihovi izdelki okolju prijaznejši kot konkurenčni. Na tem področju tudi slovenska industrija ne bi smela zaostajati za razvitimi deželami, še posebej ne lesna, saj dosedanje študije dokazujejo številne prednosti lesnih izdelkov v primerjavi z izdelki iz drugih materialov. □

literatura

1. Allen D.T. 2002. Life Cycle Assessment Lesson 1: Life Cycle Assessment Overview. 17 str. <http://www.utexas.edu/research/ceer/dfe/LCAoverview.PDF>
2. Betz M., Coen D., Deimling S., Kreißig J. 2002. Thermische Verwertung von Holzprodukten. Inputabhängige Modellierung der End-of-Life Prozesse von Holz. PE Europe GmbH: 119 str.
3. EN ISO 14040. Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework. 1997: 11 str.
4. EN ISO 14040. Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle interpretation. 2000: 18 str.
5. EN ISO 14041. Environmental management – Life cycle assessment – Goal and scope definition and inventory analysis. 1998: 21 str.
6. EN ISO 14042. Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle impact assessment. 2000: 15 str.
7. Finkbeiner M., Koffmann E., Kreisel G. 1997. The functional unit in the life cycle inventory analysis of degreasing processes in the metal-processing industry. Environmental Management, 21: 635-642
8. Finnveden G., 1999. Methodological aspects of life cycle assessment of integrated solid waste management systems. Resources, Conservation and Recycling, 26: 173-187
9. Goedkoop M., Effting S., Collignon M. 2000. The Eco-indicator 99: A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment. PRé Consultants B.V., Amersfoort, 22 str.
10. Graedel T.E. 1998. Streamlined life-cycle assessment. New Jersey, Prentice-Hall, inc. A division of Simon & Schuster Englewood Cliffs: 310 str.
11. Guinée J.B., Gorree M., Heijungs R., Huppes G., Kleijn R., Koning A., Oers L., Wegener Sleeswijk A., Suh S., Haes U. 2002. Handbook on Life Cycle Assessment - Operational Guide to the ISO Standards. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers: 692 str.
12. Košir B. 1999. Ocena življenjskega kroga proizvodov v gozdarstvu. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 59: 89-120
13. Krozer J., Vis J.C. 1998. How to get LCA in the right direction? Journal of Cleaner Production, 6: 53-61
14. Lah A. 2002. Okoljski pojavi in pojmi: okoljsko izrazoslovje v slovenskem in tujih jezikih z vsebinskimi pojasnili. Zbirka Usklajeno in sonaravno, št. 8. Ljubljana, Svet za varstvo okolja Republike Slovenije: 208 str.
15. Lee S.G., Lye S.W., Khoo M.K. 2001. A Multi-Objective Methodology for Evaluating Product End-of-Life Options and Disassembly. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 18: 148-156
16. Meil J. K. 1995. Building materials in the context of sustainable development: an overview of forintek's research program and model. V: LCA – A Challenge for Forestry and Forest Product Industry, EFI Proceedings, 8: 75-88
17. Newel S.A., Field F.R. 1998. Explicit accounting methods for recycling in LCA. Resources, Conservation and Recycling, 22: 31-45
18. Owens J.W. 1997. Life Cycle Assessment: Constraints on Moving from Inventory to Impact Assessment. Journal of Industrial Ecology, 1, 1: 37-49
19. Radonjić G. 2003. Neznanka ali prevelik strošek? Ekološke bilance proizvodov. Znanost, 45, 80: 18
20. Richter K. 1995. Life Cycle Analysis of Wood Products V: LCA – A Challenge for Forestry and Forest Product Industry, EFI Proceedings, 8: 65-73
21. Rosselot K., Allen D.T. 1999. Life Cycle Concepts, Product Stewardship and Green Engineering. <http://www.utexas.edu/research/ceer/dfe/chap13.htm> (10. jul. 2002)
22. Smith S. R., Murphy R. J., Dickinson D. J. 1993. 1. Smith S. R., Murphy R. J., Dickinson D. J. 1993. A Methodology for the Life-Cycle Assessment of Treated Timber Products. V: 2nd International symposium, Wood Preservation, Cannes/Mandelieu, 8-9 feb., France, CTBA, IRG: 22-38
23. Stewart J.R., Collins M.W., Anderson R., Murphy W.R. 1999. Life Cycle Assessment as a tool for environmental management. Clean Products and Processes, 1: 73-81
24. Sullivan J. L. 2002. Life Cycle Assessment: Discussion and Industrial Applications. V: Mechanical Life Cycle Handbook: Good Environmental Design and Manufacturing. Handal M. S. New York: 339-377
25. Šálka J., Šulek R., Paluš H. 2003. Close to nature forestry versus nature protection in the Slovak Republic from the policy point of view. Seminar on Close to Nature Forestry. Forest Research Institute, Zvolen, p. 14-20
26. Tratnik M., Slovnik M. 2003a. Metodologija za popis okoljskega stanja v slovenski lesni industriji (1. del). Les, 55, 7-8: 222-231
27. Tratnik M., Slovnik M. 2003b. Metodologija za popis okoljskega stanja v slovenski lesni industriji - 2. del. Les, 55, 9: 268-272
28. Weidema B.P. 1993. Environmental assessment of products: a textbook on life cycle assessment, 2nd ed. Helsinki, UETP-EEE, The Finnish Association of Graduate Engineers TEK: 114 str.
29. White P.R., De Smet B., Owens J.W., Hindle P. 1995. Environmental management in an international consumer good company. Resources, Conservation and Recycling, 14: 171-184

kratke vesti

Sekundno lepilo Loctite Super Attak

Prvak na trgu sekundnih lepil

Med sekundnimi lepili pomeni v Sloveniji vodilno blagovno znamko Loctite Super Attak. Prvak je svojo ponudbo v letu 2006 dopolnil z izboljšano formulo, s čimer je Super Attak postal še za 50 odstotkov močnejši. Izboljšani izdelek je prepoznaven po novi embalaži in znaku »Hanging man«. Oseba, ki je z lepilom Super Attak s podplati čevljev prilepljena na strop, na duhovit način prikazuje visoko moč lepljenja. Da tako visoka lepilna moč izdelka niso le prazne besede, pa je družba Henkel Slovenija d.o.o. dokazala s simpatičnim promocijskima dogodkoma, ki sta med prazniki potekala v mariborskem Europarku.

Obiskovalci Europarka so se lahko na lastne oči prepričali, da to, kar je videno v reklamnem oglasu za sekundno lepilo Super Attak, ki se v tem času predvaja na televizijskih ekranih, resnično drži. Na dogodkih, ki jih je povezovala moderatorica Tatjana Dolanc, so lahko prostovoljci preizkusili izjemno moč lepila tako, da so se pustili s posebnimi čevlji in varnostnimi pasovi z glavo navzdol prilepti na posebno jekleno konstrukcijo, na kateri so nato viseli približno 30 sekund. Prostovoljcev oba dneva ni manjkalo, za svoj pogum pa so prejeli tudi praktične nagrade, kot so lepilo Super Attak, majice, obeske za ključke, nogavice ter druge manjše nagrade.

Sekundno lepilo Loctite Super Attak le v nekaj sekundah zlepi najrazličnejše materiale, kot so les, kovina, steklo, plastika, guma, papir in drugo. To, kar zlepi, nato tudi učinkuje za vselej!

Več o izdelkih v družini Loctite si lahko preberete na www.henkel.si. □