

UPORABA ORODIJ EKODIZAJNA V PRAKSI: ŠTUDIJSKI PRIMER PVC OKEN

MATJAŽ DENAC,¹ TINKARA OŠLOVNIK²

¹ Univerza v Mariboru, Ekonomsko-poslovna fakulteta, Maribor, Slovenija
matjaz.denac@um.si

² Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Maribor, Slovenija
tinkara.oslovnik@um.si

Pri okoljskem upravljanju podjetij se menedžerji srečujejo z več izzivi, med drugim tudi z razvojem okolju primernejših proizvodov. Uporaba načel okoljskega oblikovanja oz. ekodizajna je lahko zahtevno opravilo in predstavlja velik korak k preprečevanju obremenitev okolja pri viru ter s tem prispeva k bolj trajnostni družbi. Za ekodizajniranje proizvodov je na voljo več orodij, ki so različno zahtevna in lahko osvetlijo različne vidike načrtovanja proizvodov. Najbolj celovita orodja ekodizajniranja upoštevajo okoljske obremenitve v vsaki fazi okoljskega življenjskega cikla proizvodov. Ta študija prikazuje primer sistematičnega pristopa k vpeljavi ekodizajna v gradbenem sektorju in je namenjena vsem, ki se ukvarjajo z razvojem izdelkov ali se za ekodizajn zanimajo. Zasnovana je tako, da za razumevanje koncepta ekodizajna ni potrebno predhodno znanje o splošnih postopkih oblikovanja in s tem povezanih tržnih vidikih. Prikazana je uporaba izbranih metod ekodizajniranja proizvodov v podjetju, ki je proizvajalec PVC stavbnega pohištva. Na primeru steklenih oken s PVC okvirjem je bralec voden skozi faze ekodizajniranja proizvoda na način, ki omogoča uporabo istih orodij za okoljsko optimizacijo tudi drugih proizvodov s področja gradbeništva.

DOI
[https://doi.org/
10.18690/um.epf.8.2024.1](https://doi.org/10.18690/um.epf.8.2024.1)

ISBN
978-961-286-956-4

Ključne besede:
proizvodi,
ekodizajn,
trajnostni razvoj,
okoljski življenjski cikel,
gradbeništvo



Univerzitetna založba
Univerze v Mariboru

DOI
[https://doi.org/
10.18690/um.epf.8.2024.1](https://doi.org/10.18690/um.epf.8.2024.1)

ISBN
978-961-286-956-4

Keywords:
products,
eco-design,
sustainable development,
environmental life cycle,
construction engineering,

THE IMPLEMENTATION OF ECO-DESIGN TOOLS IN PRACTICE: A CASE STUDY OF PVC WINDOWS

MATJAZ DENAC,¹ TINKARA OŠLOVNIK²

¹ University of Maribor, Faculty of Economics and Business, Maribor, Slovenia
matjaz.denac@um.si

² University of Maribor, Faculty of Chemistry and Chemical Engineering, Maribor, Slovenia
tinkara.oslovnik@um.si

Managers face many challenges in the environmental management of their companies, including the development of greener products. Applying eco-design principles is a big step towards preventing environmental problems at source and, hence towards a more sustainable society. There are several tools available for the eco-design of products, which vary in complexity and can shed light on different aspects of product design. The most comprehensive eco-design tools consider the environmental impacts generated at each stage of the life cycle of products. This study demonstrates a systematic approach to introducing eco-design in the construction sector for professionals and stakeholders interested in greener product development. No prior knowledge of general design processes and related market aspects is required to understand the eco-design concept presented. The application of selected product eco-design methods is demonstrated in a PVC furniture manufacturing company. Using PVC windows as an example, this guide walks the reader through the stages of product eco-design, showing how the same environmental optimization tools can be applied to other building products.



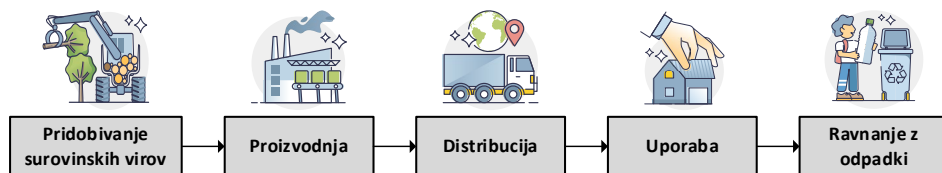
University of Maribor Press

1 Pregled literature

Mnoge organizacije in podjetja še vedno zelo ozko dojemajo svoj vpliv na okolje (Ammenbergh in Sundin, 2005), saj se pri tem pogosto omejujejo le na neposredno povzročene vplive zaradi porabe materialov in energije v proizvodnih procesih. Zanimarjajo pa posredne vplive, ki izhajajo iz vrednostne verige in drugih faz okoljskega življenjskega cikla proizvodov. Takšen pristop ne upošteva širšega konteksta okoljskih in družbenih vplivov, ki jih povzroča podjetje. Prispevek posrednih vplivov ni zanemarljiv, saj v industrijskih panogah, kot so tekstilna (McKinsey, 2020), živilska (FAO, 2019) in gradbeništvo (World Economic Forum, 2016), ti pogosto prispevajo več kot neposredni vplivi, zato je nujno, da jih podjetja začnejo spremljati in ocenjevati širše. Danes je eden glavnih trendov v industrializiranih državah tako imenovano razmišljanje o okoljskem življenjskem ciklu (angl. *lifecycle thinking*), ki usmerja pozornost s proizvodnje še na druge okoljske in družbene vidike v življenjskem ciklu proizvodov (UNEP, 2006). Ta pristop, ki se uveljavlja predvsem v razvitih državah, kamor sodijo države Evropske unije, Japonska in ZDA, temelji na razumevanju, da je trajnostnost proizvoda povezana z vsemi fazami njegovega okoljskega življenjskega cikla, ter na načelih preprečevanja onesnaževanja (angl. *pollution prevention*), pri čemer se vplivi na okolje zmanjšujejo pri viru z vzpostavljanjem krožnih tokov materialov in energije (European Commission, 2014).

Vsi proizvodi in storitve povzročajo vplive na okolje, ki izvirajo iz posameznih faz življenjskega cikla proizvoda. Pri razmišljanju o obremenjevanju okolja tako postane pomembno ne le zmanjšanje vpliva med proizvodnjo, temveč zmanjšanje vplivov skozi celoten življenjski cikel proizvoda. Kljub temu da se vse bolj uveljavlja t. i. koncept krožnega gospodarstva, ki si prizadeva ohraniti vrednost materialov in uporabo izdelkov čim dlje v obtoku in tako zmanjšati količino odpadkov in porabe primarnih virov (European Commission, 2015), pa to še ni zagotovilo, da bo s krožnimi tokovi obremenjevanje okolja manjše. Zaradi navedenega je potrebno pri vrednotenju vplivov proizvodov na okolje enakovredno obravnavati vse faze okoljskega življenjskega cikla proizvoda in v vsaki izmed njih iskati možnosti za okoljske izboljšave.

Življenjski cikel proizvoda vključuje faze od pridobivanja surovin, proizvodnje, distribucije in uporabe do ravnanja z odpadki in ga v splošnem lahko razdelimo na pet faz (slika 1).



Slika 1: Faze življenjskega cikla proizvoda.

Prva faza življenjskega cikla predstavlja **pridobivanje surovinskih virov**, kot so rudnine, minerali in nafta. Ta faza je še posebej problematična v sektorjih, kot so rudarstvo (UNEP, 2019), naftna industrija (Greenpeace, 2016) in gozdarstvo (FAO, 2020), kjer pridobivanje surovin povzroča uničenje naravnih ekosistemov in onesnaženje okolja. Okoljske obremenitve v tej fazi življenjskega cikla je mogoče zmanjšati z uporabo sekundarnih surovin. Faza pridobivanja surovin vključuje tudi prevoze surovin od izvora do predelovalnega ali proizvodnega obrata, pri čemer se uporablja različne načine prevoza (npr. ladijski, cestni, železniški, zračni) in različne vrste prevoznih sredstev (npr. kombi, avto, čezoceanska ladja s kontejnerji, tovorno letalo). **Faza proizvodnje** vključuje predelavo surovin v materiale, polproizvode in končne proizvode, pri čemer pride do porabe energije, vode ter drugih virov v proizvodnih procesih, nastajajo pa razni stranski proizvodi, trdni odpadki, emisije v vodo in zrak, obremenitve s hrupom itn. V fazo proizvodnje so vključeni tudi podatki o vrsti in količini embalaže, ki je potrebna za pakiranje oz. varen prevoz proizvoda do kupcev. **Faza distribucije** zajema vse aktivnosti prevoza proizvodov od mesta izdelave materialov, kemikalij, polproizvodov in končnega proizvoda. Popis podatkov te faze vsebuje podatke o rabi goriv za transport, rabi energije v internem transportu v podjetju in podatke o emisijah. Četrta faza predstavlja **uporabo proizvoda** in z njo povezanih procesov. Pri 'aktivnih' proizvodih (npr. likalnik) gre za porabo energije in vode, ki sta potrebni za delovanje proizvoda, pri 'pasivnih' proizvodih (npr. lepila, barve) pa za nastanek emisij. V fazo uporabe sta vključena tudi vgradnja proizvoda (če je to potrebno) in njegovo vzdrževanje. **Ravnanje z odpadki** predstavlja zadnjo fazo življenjskega cikla in vključuje recikliranje, ponovno uporabo, predelavo odpadkov, odlaganje na odlagališčih ali sežig proizvoda, ko ta postane odpadek.

Vplivi na okolje v vseh fazah življenjskega cikla so lahko kratkoročni ali dolgoročni in se lahko pojavljajo na lokalni, regionalni ali globalni ravni. Pomembno je poudariti, da so lahko okoljski vplivi kumulativni učinki, ki se kopičijo skozi čas, kar pomeni, da so lahko posledice vidne šele čez desetletja, tudi če so začetni vplivi sprva videti zanemarljivi. Prav zato je celostno okoljsko načrtovanje ključno pri zmanjševanju dolgoročnih okoljskih tveganj. Vključevanje okoljskih vidikov v načrtovanje in razvoj izdelkov je zelo koristno za podjetja saj lahko to privede do nižjih stroškov, spodbujanja inovacij, novih poslovnih priložnosti, izboljšanja kakovosti izdelkov, boljše javne podobe in izboljšanja konkurenčnosti na trgu (Porter in van der Linde, 1995).

Po letu 1990 je bilo razvitih veliko število kvalitativnih in kvantitativnih metod in orodij za oceno vplivov na okolje, med katere sodijo izračun okoljskega odtisa (angl. *ecological footprint*), analiza materialnih tokov (angl. *material flow analysis*), ocena življenjskega cikla (angl. *life cycle assessment*) in okoljska zasnova izdelkov (angl. *Eco-design*) (Loiseau et al., 2012).

Ekodizajn temelji na vključevanju okoljskih vidikov v načrtovanje in razvoj izdelkov z namenom zmanjšanja škodljivih vplivov na okolje v celotnem življenjskem ciklu izdelka (ISO/TR, 2002). Pri tem ne gre le za skladnost z zakonodajo, temveč tudi za strateško prednost, saj lahko trajnostni izdelki privabijo bolj ozaveščene potrošnike, povečajo zaupanje v blagovno znamko in izboljšajo sodelovanje z dobavitelji. Pregled literature je pokazal, da se je izraz okoljsko primerno oblikovanje (skupaj s trajnostnim oblikovanjem) uveljavil za izražanje izboljšanja okoljske učinkovitosti stavb (Zabalza et al., 2013). Osrednji cilji ekodizajna predstavljajo zmanjšanje porabe primarnih virov, optimizacijo proizvodnje in distribucije, podaljšanje življenjske dobe proizvoda, uporabo manj nevarnih materialov, večjo uporabo recikliranih materialov in/ali lažje in učinkovitejše ravnanje z odpadki z okoljskega in gospodarskega vidika (Brezet in van Hemel, 1997). To pomeni, da potencial gospodarskih in okoljskih prednosti ekodizajna presega domet proizvajalca in povezuje zasnovo proizvoda s širšo mrežo, ki vključuje pridobivanje surovin, proizvodnjo, prevoz, uporabo in odstranjevanje, s prizadevanji za zmanjšanje vplivov v vseh teh fazah. Ekodizajn tako omogoča ustvarjanje sinergij med ekonomskimi in okoljskimi cilji, kar postaja vse bolj pomembno v kontekstu krožnega gospodarstva. Podjetja, ki sprejemajo to filozofijo, ne le zmanjšujejo svoje okoljske odtise, ampak si tudi zagotavljajo konkurenčno prednost na trgih, kjer so

potrošniki in vlagatelji vse bolj osredotočeni na trajnostnost. Ker je večina okoljskih obremenitev izdelka določena že v fazi zasnove, ta faza predstavlja ključni korak pri izboljšanju okoljske učinkovitosti izdelka (Brezet in van Hemel, 1997). Raziskave kažejo, da se že v fazi oblikovanja določi do 80 % okoljskega vpliva izdelka (European Commission, 2022). To pomeni, da je mogoče pričakovane vplive izdelka na okolje učinkovito nadzorovati že v zgodnjih fazah razvoja. Ustrezna izbira materialov, procesov in oblikovalskih rešitev lahko zmanjša ne samo okoljski odtis izdelka, ampak tudi stroške in izboljša uporabniško izkušnjo. Zato ekodizajn temelji na preventivnem pristopu: če se okoljski vidiki upoštevajo v najzgodnejših fazah razvoja izdelka, je večja verjetnost, da bodo celotni okoljski vplivi izdelka bistveno zmanjšani (Denac et al., 2018).

Za vpeljavo ekodizajna so na voljo tako kvantitativna kot tudi kvalitativna orodja. Kvantitativna orodja (npr. LCA) omogočajo ocenjevanje okoljske učinkovitosti izdelka v celotnem življenjskem ciklu z visoko stopnjo podrobnosti, zaradi česar so te ocene običajno precej zapletene. Zaradi težnje po dostopnejših in enostavnejših orodjih (z vidika razumevanja) so nastala tudi kvalitativna orodja. Orodja za vpeljavo ekodizajna so: (1) ocena življenjskega cikla (LCA), (2) integrirana orodja za računalniško podprto načrtovanje (angl. *Computer Aided Design*, CAD), (3) orodja za izdelavo diagramov, (4) kontrolni sezname in smernice in (5) pristopi oblikovanja za X (angl. *Designed for X*). Cilj prvih dveh, in sicer LCA in CAD orodij, je kvantificirati okoljsko učinkovitost izdelka ali storitve v celotnem življenjskem ciklu. Orodja za izdelavo diagramov poskušajo doseči isti cilj kot LCA in CAD z bolj kvalitativnimi ocenami. Te uporabnikom omogočajo, da ocenijo okoljsko trajnostnost izdelka na podlagi nepopolnih informacij o izdelku. Kontrolni sezname in smernice vodijo oblikovalce pri izbiri najboljše oblikovalske rešitve z upoštevanjem značilnosti izdelka (npr. material, ki ga je treba uporabiti za zmanjšanje vpliva ob koncu življenjske dobe). Pristopi oblikovanja za X pa omogočajo oblikovalcem, da optimizirajo posebne zahteve za izdelek, pri čemer se osredotočijo na določen cilj oblikovanja (npr. oblikovanje za razstavljivost, pri katerem je razstavljanje izdelka optimizirano, da se izboljša njegovo vzdrževanje). Orodja za izdelavo diagramov ter kontrolni seznam in smernice predstavljajo učinkovita orodja za uvedbo okoljskih vidikov v oddelke za načrtovanje v podjetjih, ne pa tudi dejanskih ocen vplivov na okolje (Rossi et al., 2016).

Gradbeništvo je eden izmed sektorjev, kjer ima ekodizajn izjemno pomembno vlogo. Zaradi svoje velike porabe surovin, energije in ustvarjanja odpadkov ima gradbeni sektor močan vpliv na okolje, vendar tudi velike priložnosti za izboljšanje. Vgradnja trajnostnih materialov, zmanjšanje porabe energije v zgradbah ter zmanjšanje odpadkov pri gradnji so ključni ukrepi, ki jih omogoča vpeljava ekodizajna v tem sektorju. Evropska komisija je že leta 2014 v sporočilu z naslovom *Priložnosti za učinkovito rabo virov v gradbenem sektorju* (angl. *On resource efficiency opportunities in the building sector*) prepoznala potrebo po enotnem pristopu znotraj EU pri presoji okoljskih značilnosti stavb in začela z izvajanjem koncepta okoljskega življenjskega cikla na področju gradbeništva (Rebernik et al., 2018). V tej smeri se Evropska unija zavzema za razvoj trajnostnih gradbenih materialov, boljše energetske učinkovitost stavb ter zmanjšanje gradbenih odpadkov, ki predstavljajo pomemben delež vsega nastalega odpada v Evropi. Čeprav imajo zgradbe dolgo življenjsko dobo, se problem pojavi ob koncu njihove uporabe, ko nastane velika količina gradbenih in rušilnih odpadkov. Z uvajanjem ekodizajna v gradbeni sektor lahko zmanjšamo količino odpadkov ter uporabimo bolj trajnostne materiale, ki jih je lažje reciklirati ali ponovno uporabiti, s čimer zmanjšamo okoljski odtis tega sektorja.

Za potrebe izvajanja ekodizajna v gradbenem sektorju je bil v sklopu projekta EDECON (angl. *EcoDesign for the CONstruction industry*) pripravljen priročnik za svetovanje na področju ekodizajna, v katerem so podrobneje predstavljena štiri preprosta orodja ekodizajna: (1) presoja ozaveščenosti o vplivih na okolje (angl. *environmental impacts awareness mapping tool*), (2) presoja vplivov v življenjskem ciklu (angl. *the MET (Materials, Energy, and Toxicity) matrix*), (3) kontrolni sezname ekodizajna (angl. *eco-design checklists*) in (4) kolo strategij ekodizajna (angl. *eco-design strategy wheel*). V nadaljevanju bo predstavljena uporaba teh štirih orodij za vpeljavo ekodizajna na praktičnem primeru podjetja, ki se ukvarja z izdelavo oken iz PVC (polivinilklorida).

2 Študija primera

2.1 Učni izidi

Učni izid 1: Bralec bo spoznal pomen celostnega pristopa pri načrtovanju proizvodov.

Učni izid 2: Na podlagi poznavanja življenjskega cikla proizvoda bo lahko opisal posamezne faze življenjskega cikla proizvoda in predvidel okoljska tveganja.

Učni izid 3: Bralec bo spoznal ključne dejavnike, ki jih je potrebno upoštevati v praksi, da bo vpeljava ekodizajna uspešna.

Učni izid 4: Bralec bo spoznal, kako zanesljive so ocene vplivov na okolje s predstavljenimi metodami, in bo lahko presodil, v katerih primerih je njihova uporaba upravičena ter kdaj je potrebno poseči po zahtevnejših orodjih.

Učni izid 5: Bralec bo razumel, na kakšen način se lahko podjetje loti uvajanja ekodizajna v svoje poslovanje.

2.2 Opis podjetja

Študijski primer obravnava slovensko podjetje, katerega glavna dejavnost obsega proizvodnjo, prodajo in vgradnjo PVC in aluminijastega (AL) stavbnega pohištva. Po definiciji EU gre za srednje veliko podjetje, ki je na slovenskem trgu prisotno več kot 60 let, pojavlja pa se tudi na avstrijskem in italijanskem trgu. Delež celotnega izvoza znaša 15 %. Podjetje deluje samostojno in ni del skupine povezanih podjetij. V podjetju je zaposlenih 130 oseb, letni obseg prihodkov se giblje okrog 12 mio EUR.

Njihovi proizvodi so PVC okna in balkonska vrata, vhodna vrata, zimski vrtovi in posebne izvedbe stavbnega pohištva (poševni, polkrožni izdelki, vrata za izhod v sili ...). Podobna ponudba v manjšem obsegu je tudi v AL programu, kjer imajo še proizvodnjo požarnih vrat. Proizvajajo še nad- in predokenske rolete ter komarnike. Prodajajo tudi gradbene proizvode, ki so trgovsko blago, in sicer so to razna kovinska vrata, garažna in industrijska vrata, hkrati pa nudijo tudi storitev vgradnje.

2.3 Opis proizvoda

Okna kot primer stavbnega pohištva morajo zadostiti mnogim potrebam: omogočati morajo vsakršno konstrukcijo in enostavno vzdrževanje, biti morajo tehnično dovršena, zagotavljati morajo dobro zvočno in toplotno izolacijo, biti trajna, cenovno ugodna in okolju prijazna. Takšna so okna, ki jih izdelujejo danes.

Okna nove generacije so iz večkomornih profilov in v kombinaciji s troslojno zasteklitvijo dosegajo odlične vrednosti toplotne prehodnosti, približno $0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$. Če pa v profil vstavimo termično izolacijo in okna zasteklimo s troslojnim, s kriptonom polnjenim steklom z dvojnimi emisijskimi nanosom, koeficient toplotne prehodnosti oken še zmanjšamo, na približno $0,67 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ozki in elegantni profili omogočajo maksimalen dotok svetlobe v prostor, zaradi izboljšane statike pa je možna izdelava oken velikih dimenzij. Oblika oken je moderna in hkrati večna. Ne le, da so okna nove generacije energijsko varčna, imajo tudi nižji izpust CO_2 , po demontaži pa jih je mogoče popolnoma reciklirati.

Vgradnja takih oken ni več klasična; potrebna je RAL montaža. Osnova RAL montaže je, da je notranja stran oken paronepropustna. Pri tem mora biti spoj med oknom in zidom zatesnjen tako, da ustreza visokim zahtevam. Tesnjenje je izvedeno v treh korakih: na zunanji strani tesnimo s predkomprimiranim tesnilnim trakom, na sredini je poliuretanska pena, na notranji strani pa tesnimo s tesnilnim trakom. Na zunanji strani tako izolacijski material prevzame vlogo tesnila za zrak in vlago, saj na tem območju ne sme priti do vdiranja vlage v tesnilo in tudi ne do zastajanja meteorskih voda ob konstrukciji.

Podjetje izdeluje PVC okna iz kakovostnih petkomornih in šestkomornih PVC profilov nemškega proizvajalca, ki zagotavljajo dobro toplotno in odlično zvočno izolacijo. Izdelujejo okna po meri, v skladu z naročnikovimi željami, v različnih oblikah in velikostih, izbirati pa je mogoče med številnimi barvnimi odtenki. Primer PVC okna prikazuje slika 2.



Slika 2: Primer PVC oken

Vir: osebni arhiv.

2.4 Namen in cilj raziskave

Podjetje želi povečati delež prodaje na tujih trgih. Prepričani so, da bodo pri tem uspešni, če bodo izboljšali ponudbo okolju prijaznih in energetsko učinkovitih produktov. Z uporabo orodij ekodizajna želijo prepoznati možnosti za izboljšanje proizvodov. Ker je orodij za razvoj okolju primernejših proizvodov veliko, zaposleni v podjetju pa za uporabo le-teh niso specializirani, so bili v okviru evropskega projekta EDECON vključeni v izvedbo izobraževanja in individualnega svetovanja s področja ekodizajna. Na svetovanju so bili prisotni direktor družbe, vodja razvoja in konstrukcije, vodja projektov, tehnični vodja in zunanji okoljski strokovnjak. Možnosti okoljske optimizacije proizvoda so bile preučene na primeru steklenega okna s PVC okvirjem. Pri tem so se osredotočili na dva cilja: na že izvedene aktivnosti v okviru ekodizajna in na aktivnosti, ki jih je še mogoče realizirati v prihodnje. V študiji primera bodo predstavljeni rezultati in izkušnje o implementaciji ekodizajna v proučevanem podjetju, primerjalno s povprečnimi rezultati vzorca 46 malih in srednjih podjetij s področja gradbeništva (Rebernik et al., 2018).

2.5 Pridobivanje podatkov

Podatki za ekodizajniranje proizvoda so bili pridobljeni na podlagi osebne komunikacije s predstavniki podjetja, pri čemer se je po ogledu proizvodnje obdelalo izbrani primer proizvoda in razmislilo o okoljskih vplivih, ki so s tem povezani. Skupaj so definirali tudi ukrepe, s katerimi je mogoče doseči manjše okoljske obremenitve.

Podatki za oceno potencialnih okoljskih izboljšav so bili pridobljeni v okviru internega izobraževanja o ekodizajnu na osnovi strukturiranega intervjuja v skupnem trajanju 2,5 ure. Izvedena je bila diskusija, v kateri je gostujoči strokovnjak vodil sogovornike skozi vprašalnike in kontrolne seznane, pri tem pa komentiral pomembnejše vidike ekodizajna. Sogovorniki so bili predstavniki različnih oddelkov in vodstvo podjetja, pri čemer so bili prepoznani kot najustreznejši sogovorniki predstavniki vodstva podjetja. Ti imajo izvršilno moč in lahko uvedejo potrebne spremembe v podjetju.

V intervjujih zbrani podatki so bili obdelani s pomočjo opisne statistike. Posameznim odgovorom so bile določene povprečne vrednosti, frekvence in izračunani deleži odgovorov, izraženi v odstotkih.

2.6 Uporabljena metodološka orodja

Za razvoj okolju primernejših proizvodov je na voljo veliko različnih orodij. V raziskavi so uporabljena naslednja kvalitativna in kvantitativna orodja: (1) orodje za presojo ozaveščenosti o vplivih na okolje, (2) matrika za presojo vplivov v življenjskem ciklu, (3) kontrolni seznam ekodizajna in (4) kolo strategij ekodizajna.

2.6.1 Presoja ozaveščenosti o vplivih na okolje

V okviru presoje ozaveščenosti o vplivih na okolje so bili predstavniki sodelujočih podjetij pozvani, naj podajo lastno oceno o vplivih izbranega proizvoda na okolje v celotnem življenjskem ciklu. Pri tem je bilo izpostavljenih več vidikov, in sicer vplivi v povezavi z materiali, energijo, vodo, odpadki, onesnaženostjo in vpliv na družbo. Stopnja ozaveščenosti je bila ocenjena z vrednostmi od 0 do 100, pri čemer pomeni 0 – neozaveščenost, 25 – osnovno, 50 – srednje, 75 – visoko in 100 – najvišjo stopnjo ozaveščenosti. Pridobljeni odgovori so bili statistično obdelani, rezultati pa so grafično prikazani na polarnih diagramih z več osmi (pajkov diagram na sliki 6a).

2.6.2 Presoja vplivov v življenjskem ciklu proizvoda z uporabo MET matrike

Življenjski cikel gradbenih in z gradbeništvom povezanih proizvodov je pri MET matriki razdeljen na sedem faz življenjskega cikla (pridobivanje virov, transport, proizvodnja, embalaranje, distribucija, uporaba, ravnanje z odpadki), znotraj katerih je izpostavljenih šest ključnih dejavnikov (materiali, energija, voda, odpadki, onesnaženost, družbeno področje), ki jih je potrebno razumeti in presoditi njihov prispevek k obremenitvi okolja. Dejavnik, povezan z **materiali**, je zelo širok in vključuje vse materiale, kot tudi pomožne materiale/komponente v proizvodih, ki so proizvedene s strani tretjih oseb. Pri tem se pojavlja izziv izbire materialov, ki so hkrati trajnostni in ekonomsko dostopni. Proizvodnja, predelava in transport posameznega materiala so lahko zahtevnejši in bolj obremenilni kot samo pridobivanje, saj so lahko materiali neobnovljivi in postajajo redki. Drugi dejavnik

predstavlja **energijo**, pridobljeno pri zgorevanju fosilnih goriv, vključujoč premog, naftne derivate in plin. To zgorevanje povzroča nastajanje emisij ogljikovega dioksida (CO₂) in ostalih toplogrednih plinov, kot je metan (CH₄), kar vpliva na podnebne spremembe. Evropski vodni viri so zaradi nenehne rasti prebivalstva, spremembe rabe zemljišč, povečanih zahtev industrije in kmetijstva vedno bolj ogroženi. Učinkovita raba **vode** in varčevanje s to dragoceno, potrebno in pogosto omejeno dobrino vodi k nižjim stroškom in posredno zmanjšuje emisije ogljikovih spojin, povezanih z distribucijo in čiščenjem odpadnih voda. Četrti dejavnik so **odpadki**, ki vključujejo ves odpadni material, proizveden v življenjskem ciklu proizvoda, od surovin, proizvodnega procesa, kot tudi transportne embalaže pri distribuciji, in samega končnega proizvoda ob koncu življenjskega cikla. Odpadki predstavljajo strošek, hkrati pa lahko predstavljajo sekundarno surovino za proizvodnjo drugih izdelkov. Peti dejavnik je **onesnaženost**, kjer emisije v zraku, vodah in tleh povzročajo lokalno onesnaženje v obliki znižanja kakovosti zraka, tal ali povzročajo degradacijo vodotokov. Znotraj EU so emisije strogo urejene, vendar se izvajanje uredb znatno razlikuje po vsem svetu. Šesti dejavnik je **družba** kot razmislek malim in srednje velikim podjetjem, kako so obravnavani delavci v dobavni verigi (Charter et al., 2013).

MET matrika za presojo vplivov v življenjskem ciklu predstavlja strukturiran način za preučevanje vplivov proizvoda ali storitve v vsaki fazi življenjskega cikla. Posamezne faze življenjskega cikla so v matriki prikazane kot stolpci, ključni okoljski dejavniki, povezani s proizvodi, pa so prikazani kot vrstice (slika 3). Matrika se izpolnjuje po posameznih poljih za vsak dejavnik z upoštevanjem naslednjih vprašanj: Ali je ta dejavnik pomemben in uporaben za moj proizvod v tej fazi življenjskega cikla? V primeru negativnega odgovora se v polje zapiše NR (ni relevantno), v nasprotnem primeru si zastavimo dodatno vprašanje: Ali ta dejavnik povzroča škodljive okoljske vplive na tej stopnji življenjskega cikla? V primeru odgovora NE opišemo vpliv in navedemo, da je manjšega pomena, ozadje polja pa označimo npr. z oranžno barvo. V primeru odgovora DA opišemo vpliv in navedemo, da je vpliv ključen, ozadje polja pa obarvamo zeleno. Matrika pokaže, na kaj se je potrebno osredotočiti pri načrtovanju (zeleni polji), in služi razumevanju vplivov, povezanih s konkretnimi proizvodi ali storitvami. Uporabiti jo je mogoče za določitev ključnih vplivov ali ključnih točk (angl. *hotspots*) kot podlago za pripravo strategije načrtovanja.



	Pridobivanje surovinskih virov		Proizvodnja		Distribucija	Uporaba	Ravnanje z odpadki
	Pridobivanje virov	Transport	Proizvodnja	Embaliranje	Distribucija	Uporaba	Ravnanje z odpadki
Materiali							
Energija							
Voda							
Odpadki							
Onesnaženost							
Družbeno področje							

Slika 3: Matrika za presojo vplivov v življenjskem ciklu

Vir: povzeto po (Charter et al., 2013).

2.6.3 Kontrolni seznam ekodizajna

Kontrolni seznam ekodizajna predstavlja sklop vprašanj, ki nudijo podporo pri analizi vplivov proizvodov na okolje. Kontrolni seznam ekodizajna so uporabljeni z namenom ugotavljanja okoljskih vplivov v celotnem življenjskem ciklu proizvodov in s tem prepoznavanja možnosti za okoljske izboljšave proizvodov. V raziskavi so s kontrolnimi seznam ekodizajna analizirana ključna področja načrtovanja proizvodov: (1) načrtovanje za pridobivanje materiala, (2) načrtovanje proizvodnje, (3) načrtovanje transporta in distribucije, (4) načrtovanje uporabe, vključno z vgradnjo in vzdrževanjem in (5) načrtovanje ravnanja z odpadki.

Za vsako fazo življenjskega cikla je bilo predlaganih več možnosti izboljšav. Podjetja tako med 37 predlogi ukrepov (tabela 1) ocenjujejo, ali je posamezne ukrepe mogoče izvesti oz. ali so jih že izvedli. Za proizvode iz drugih gospodarskih panog je potrebno ustrezno prilagoditi vprašalnik. Odgovore, pridobljene s kontrolnimi seznam, je potrebno statistično obdelati, določiti frekvence in izračunati deleže posameznih odgovorov.

Tabela 1: Primer praznega kontrolnega seznama

Področje načrtovanja	Možnost izboljšanja načrtovanja
Načrtovanje za pridobivanje materiala 	Zmanjšajte težo in volumen proizvoda. Povečajte uporabo recikiranega materiala, da bi nadomestili nov material. Povečajte uporabo obnovljivih materialov (npr. FSC za les). Povečajte vgradnjo rabljenih komponent. Zmanjšajte uporabo redkih materialov – npr. bakra, ki postaja relativno redek material. Eliminirajte nevarne substance – substance, ki so v uredbi REACH 1907/2006 identificirane kot zelo nevarne substance (SVHC). Izberite materiale, pridobljene iz rastlin ali živali, pri katerih je bilo pri vzreji uporabljeno malo umetnih gnojil. Določite materiale, ki so proizvedeni s procesi, ki ne sproščajo ali sproščajo nizke koncentracije hlapnih organskih spojin. Uporabite materiale z nižjo porabo energije in vode.
Načrtovanje za proizvodnjo 	Zmanjšajte porabe energije. Zmanjšajte porabe vode. Zmanjšajte količino odpadkov, ki nastane med proizvodnjo. Uporabite interno obnovljene ali reciklirane materiale, ki so nastali pri proizvodnji. Med proizvodnjo zmanjšajte emisije v zrak, vodo in tla. Zmanjšajte število delov.
Načrtovanje za transport in distribucijo 	Zmanjšajte velikost in težo proizvoda. Optimizirajte obliko in volumen za čim večjo gostoto pakiranja. Optimizirajte transport glede porabe goriv in emisij. Optimizirajte pakiranje glede na uredbe. Zmanjšajte težo in velikost embalaže. Zmanjšajte porabljeno energijo in vodo za pakiranje. Uporabite embalažo, ki med proizvodnjo sprošča nizke koncentracije hlapnih organskih spojin. Povečajte uporabo recikliranih materialov za embalažo. Eliminirajte nevarne substance v embalaži.

Področje načrtovanja	Možnost izboljšanja načrtovanja
Načrtovanje za uporabo (vključno z instalacijo in vzdrževanjem) 	Zmanjšajte energijo med uporabo. Zmanjšajte porabo vode med uporabo. Optimizirajte količino in lastnosti potrošnega materiala. Podaljšajte življenjsko dobo proizvoda z načrtovanjem za obstojnost in zanesljivost. Podaljšajte življenjsko dobo proizvoda z načrtovanjem za lažje vzdrževanje. Zmanjšajte emisije v zrak, vodo in tla med uporabo. Eliminirajte potencialno nevarne substance, ki se lahko sproščajo med uporabo.
Načrtovanje ravnanja z odpadki 	Omejite uporabo substanc, ki so uvrščene med nevarne (Direktiva RoHS 2011/65/EU) – samo za električne proizvode. Povečajte enostavnost ponovne uporabe, demontaže in recikliranja. Izogibajte se načrtovanju, ki slabo vpliva na ponovno uporabo ali recikliranje, npr. mešanica materialov. Zmanjšajte količino končnih odpadkov. Zmanjšajte porabljeno energijo med demontažo in recikliranjem. Zmanjšajte porabljeno vodo med demontažo in recikliranjem.

Vir: povzeto po (Charter et al., 2013).

2.6.4 Kolo strategij ekodizajna

Kolo strategij ekodizajna je bilo uporabljeno za presojo možnosti okoljskih izboljšav proizvodov, ki bodo v največji meri zmanjšale vplive proizvodov na okolje. Za konstruiranje kolesa strategij so uporabljeni rezultati iz kontrolnega seznama ekodizajna. Rezultati so združeni po posameznih fazah življenjskega cikla, tako za trenutno stanje kot za potencial za izboljšanje.

Študijski primer vpeljuje ekodizajna v podjetje, ki proizvaja PVC okna, je narejen z namenom, da bralcu na konkretnem primeru pokaže koncept ekodizajna, njegovo uporabno vrednost za podjetje ter interpretacijo pridobljenih rezultatov.



Slika 4: Faze življenjskega cikla oken s pripadajočimi procesi in emisijami

Vir: povzeto po (Salazar, 2007).

Za boljše razumevanje vseh procesov, povezanih s proizvodnjo oken, ni zadosten le opis procesa proizvodnje, ampak je na proizvod potrebno pogledati celostno, kar nam omogoča življenjski cikel proizvoda. Slika 4 prikazuje življenjski cikel oken ne glede na uporabljene materiale in predstavlja generični opis življenjskega cikla okna. Faza pridobivanja virov je sestavljena iz sečnje lesa, rudarjenja boksita in železovih rud, ki se uporabljajo pri izdelavi komponent za okvirje, in pridobivanja mineralov, ki se navezuje na proizvodnjo stekla. Faza proizvodnje je razdeljena na proizvodnjo polizdelkov in sekundarno montažo. V proizvodnji polizdelkov gre za procese mletja, sušenja, čiščenja in taljenja surovin ter izdelavo stekla in jekla (osnovnih

komponent pri izdelavi oken). Ti polizdelki pa se v sekundarni proizvodnji obdelajo (npr. rezanje, upogibanje) in montirajo v končni proizvod, t. j. okno. Faza distribucije predstavlja prevoz in montažo oken v stavbe, medtem ko faza uporabe zajema toplotne izgube in morebitne menjave posameznih sestavnih delov (npr. izolacija, tesnila). Ravnanje z odpadki zajema odlaganje, recikliranje ali sežig odpadkov. Za vse faze življenjskega cikla je pomembno, da se upošteva poraba energije, materialov ter nastanek trdnih odpadkov in emisij.

Po določitvi procesov znotraj življenjskega cikla PVC okna je podjetje skupaj z zunanjim svetovalcem izpolnilo matriko za presojo vplivov v življenjskem ciklu. Rezultati, pridobljeni z strukturiranim intervjujem, so prikazani na sliki 5. Izkazalo se je, da ima znotraj celotnega življenjskega cikla ključen vpliv sedem procesov (na sliki 5 obarvano zeleno), in sicer: (1) potencialno zmanjšanje zalog neobnovljivih virov, (2) energija za proizvodnjo in ekstruzijo, (3) upogibanje in varjenje PVC okvirjev, (4) rezanje stekla, (5) življenjska doba proizvoda ter (6) količina odpadkov, ki nastanejo med samo proizvodnjo oken (PVC, steklo), in (7) reciklaža ali obnova oken, ko ta postanejo odpadek. Manjši pomen podjetje pripisuje procesom v povezavi s transportom surovin do vrat podjetja, njihovi teži, porabi vode in nastanku emisij med proizvodnjo stekla in jeklenih delov ter ravnanju s prašnimi delci po žaganju in njihovem potencialu za ponovno uporabo, kar je na sliki 5 označeno oranžno.

Po izpolnitvi matrike za presojo vplivov v življenjskem ciklu je podjetje izpolnilo kontrolni seznam (tabela 2), rezultati pa so bili statistično obdelani z določitvijo frekvenc in z izračunom deležev posameznih odgovorov glede na skupno število predlogov izboljšav znotraj vsake faze življenjskega cikla in prikazani s pomočjo kolesa strategij ekodizajna.



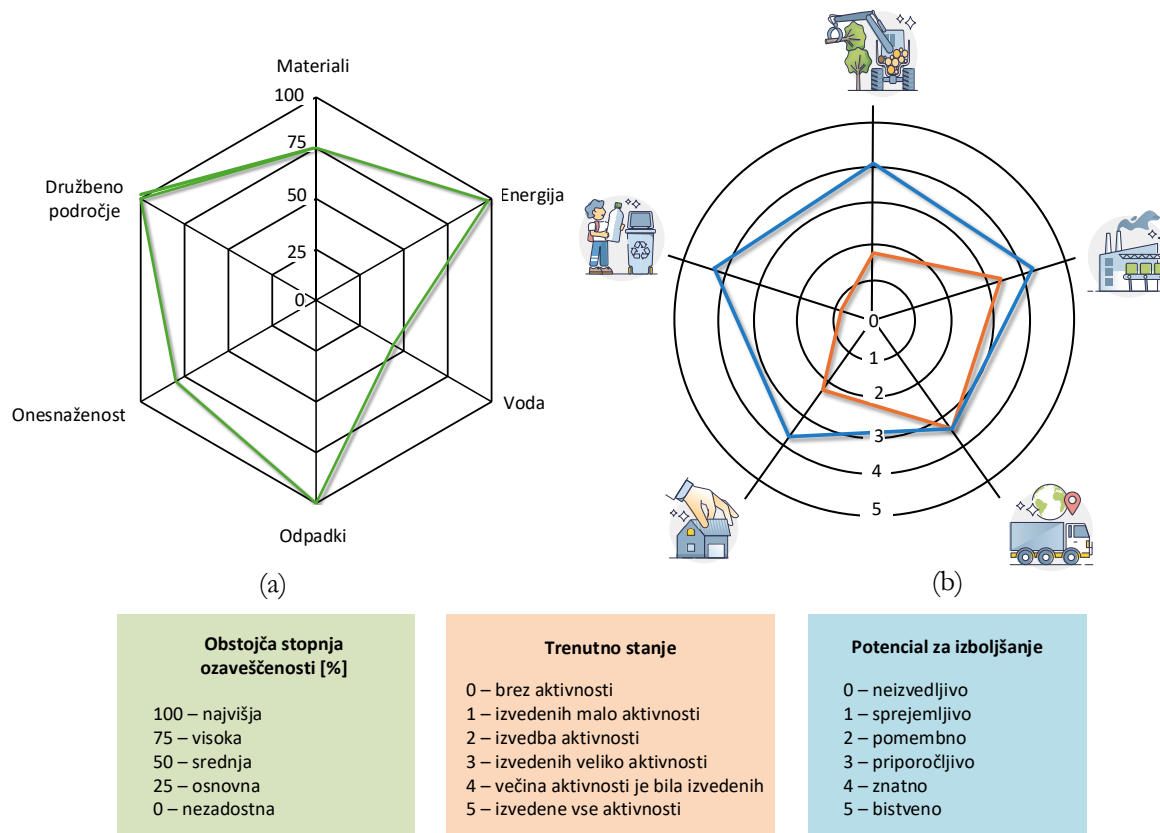
	Pridobivanje surovinskih virov		Proizvodnja		Distribucija	Uporaba	Ravnanje z odpadki
	Pridobivanje virov	Transport	Proizvodnja	Embaliranje	Distribucija	Uporaba	Ravnanje z odpadki
Materiali	Potencialno zmanjšanje zalog neobnovljivih virov	NR	Teža materialov v proizvodnji	NR	NR	NR	Ravnanje z odpadki/ uporaba odrezkov od žaganja
Energija	Potrebna energija za proizvodnjo (PVC, jeklo steklo, tesnila) in ekstruzijo (PVC, tesnila)	Razdalje pri transportu	Upogibanje/ varjenje PVC okvirjev in rezanje stekla	NR	Učinkovita distribucija do uporabnikov	Učinkovitost oken, življenska doba proizvoda	NR
Voda	Porabljena voda za proizvodnjo (steklo, jekleni deli)	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Odpadki	Odpadki pri proizvodnji (steklo, jekleni deli)	Odpadki med prevozom	Odpadki (PVC, steklo) in drugi potrošni materiali	Možnosti za zmanjševanje količine embalaže	Odpadki med prevozom	NR	Reciklaža in obnova
Onesnaženost	Emisije pri proizvodnji (steklo, jekleni deli)	NR	Prašni delci pri žaganju	NR	NR	NR	Obremenjevanje zraka pri sežigu PVC
Družbeno področje	NR	NR	NR	NR	NR	Učinkovitost oken (toplotne izgube, pregrevanje, dnevna svetloba, prezračevanje)	NR

Slika 5: Izpolnjena matrika za presojo vplivov v življenjskem ciklu PVC okna.

Tabela 2: Izpolnjen kontrolni seznam ekodizajna za primer oken

Področje načrtovanja	Možnost izboljšanja načrtovanja	Odgovor
Načrtovanje za pridobivanje materiala  Že izvedeno = 33 % Je izvedljivo = 44 % Ni izvedljivo = 23 %	Zmanjšajte težo in volumen proizvoda. Povečajte uporabo recikiranega materiala, da bi nadomestili nov material. Povečajte uporabo obnovljivih materialov (npr. FSC za les). Povečajte vgradnjo rabljenih komponent. Zmanjšajte uporabo redkih materialov – npr. bakra. Eliminirajte nevarne substance – substance, ki so v uredbi REACH 1907/2006 identificirane kot zelo nevarne substance. (SVHC) Izberite materiale pridobljene iz rastlin ali živali, pri katerih je bilo pri vzreji uporabljeno malo umetnih gnojil. Določite materiale, ki so proizvedeni s procesi, ki ne sproščajo ali sproščajo nizke koncentracije hlapnih organskih spojin. Uporabite materiale z nižjo porabo energije in vode.	Že izvedeno Že izvedeno Je izvedljivo Že izvedeno Ni izvedljivo Je izvedljivo Ni izvedljivo Je izvedljivo Je izvedljivo
Načrtovanje za proizvodnjo  Že izvedeno = 66 % Je izvedljivo = 17 % Ni izvedljivo = 17 %	Zmanjšajte porabe energije. Zmanjšajte porabe vode. Zmanjšajte količino odpadkov, ki nastane med proizvodnjo. Uporabite interno obnovljene ali reciklirane materiale, ki so nastali pri proizvodnji. Med proizvodnjo zmanjšajte emisije v zrak, vodo in tla. Zmanjšajte število delov.	Je izvedljivo Ni izvedljivo Že izvedeno Že izvedeno Že izvedeno Že izvedeno Že izvedeno
Načrtovanje za uporabo (vključno z instalacijo in vzdrževanjem)  Že izvedeno = 44 % Je izvedljivo = 28 % Ni izvedljivo = 28 %	Optimizirajte obliko in volumen za čim večjo gostoto pakiranja. Optimizirajte transport glede porabe goriv in emisij. Optimizirajte pakiranje glede na uredbe. Zmanjšajte težo in velikost embalaže. Zmanjšajte porabljeno energijo in vodo za pakiranje. Uporabite embalažo, ki med proizvodnjo sprošča nizke koncentracije hlapnih organskih spojin. Povečajte uporabo recikliranih materialov za embalažo. Eliminirajte nevarne substance v embalaži.	Že izvedeno Že izvedeno Že izvedeno Že izvedeno Ni izvedljivo Ni izvedljivo Že izvedeno Ni izvedljivo

Področje načrtovanja	Možnost izboljšanja načrtovanja	Odgovor
Načrtovanje ravnanja z odpadki	Omejite uporabo substanc, ki so uvrščene med nevarne (Direktiva RoHS 2011/65/EU) – samo za električne proizvode.	Je izvedljivo
 Že izvedeno = 17 % Je izvedljivo = 66 % Ni izvedljivo = 17 %	Povečajte enostavnost ponovne uporabe, demontaže in recikliranja.	Je izvedljivo
	Izogibajte se načrtovanju, ki slabo vpliva na ponovno uporabo ali recikliranje, npr. mešanica materialov.	Je izvedljivo
	Zmanjšajte količino končnih odpadkov.	Že izvedeno
	Zmanjšajte porabljeno energijo med demontažo in recikliranjem.	Je izvedljivo
	Zmanjšajte porabljeno vodo med demontažo in recikliranjem.	Ni izvedljivo

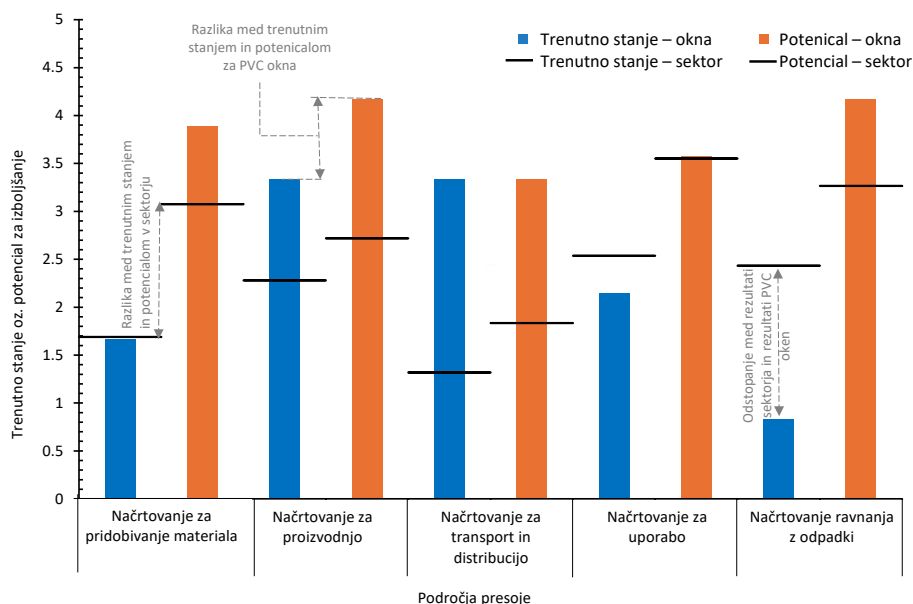


Slika 6: Rezultati presoje ozaveščenosti o okoljskih vplivih za PVC okna (a) in rezultati kolesa strategij ekodizajna (b).

Slika 6 prikazuje rezultate presoje vplivov v življenjskem ciklu PVC okna (slika 6b) in jih primerja z rezultati presoje ozaveščenosti o okoljskih vplivih znotraj podjetja pred izvedbo strukturiranega intervjuja (slika 6a). S primerjavo rezultatov na sliki 6 vidimo, da podjetje ni tako okoljsko ozaveščeno, kot so njegovi predstavniki mislili na začetku študije. Do takšnih razlik prihaja, saj podjetja zaradi nepoznavanja področja z vidika celostne obravnave proizvoda gledajo zelo ozko, le znotraj njihove proizvodnje. Pri tem spregledajo oz. ne upoštevajo vseh vplivov na okolje, ki so povzročeni, preden surovine in polizdelki prispejo v njihov obrat, in vplivov, ki nastanejo med uporabo in po njej. Kolo strategij ekodizajna pripisuje največji potencial za izboljšanje ravnanju z odpadki, najmanjši oz. ničelni potencial za izboljšanje pa distribuciji in transportu. Čeprav so na začetku predstavniki podjetja mislili, da je stopnja ozaveščenosti v povezavi z materiali in energijo visoka oz. najvišja, se je izkazalo, da ima podjetje na področju strategij pridobivanja virov znaten potencial za izboljšanje.

Rezultati kolesa strategij za primer PVC oken, razčlenjeni po posameznih področjih načrtovanja, so primerjani s povprečnimi vrednostmi za celoten vzorec 46 podjetij. Enak postopek je bil uporabljen za že izvedene ukrepe, kakor tudi za potencialne ukrepe, ki bi jih bilo možno izvesti v prihodnje (slika 7).

Pri primerjavi trenutnega stanja podjetja z rezultati v sektorju se kaže, da podjetje izstopa nad povprečjem pri načrtovanju proizvodnje in transporta, kar pomeni, da ima dobro razvite strategije za učinkovito uporabo virov in optimizacijo logističnih procesov. Vendar pa na področju načrtovanja uporabe proizvodov in ravnanja z odpadki podjetje zaostaja za povprečjem v sektorju, kar nakazuje na pomanjkljivosti pri obvladovanju okoljskih vplivov v poznejših fazah življenjskega cikla proizvoda. Ko primerjamo potenciale za izboljšanje, ugotavljamo, da se podjetje pri načrtovanju uporabe nahaja v povprečju sektorja, kar pomeni, da obstajajo določene možnosti za izboljšave. Po drugi strani pa so priložnosti za izboljšanje v fazah načrtovanja proizvodnje, distribucije in ravnanja z odpadki nadpovprečne. To kaže, da lahko podjetje še naprej izboljšuje svoje procese v teh fazah, kar bo prispevalo k večji učinkovitosti in trajnosti.



Slika 7: Rezultati kolesa strategij za primer PVC oken, razčlenjeni po posameznih področjih načrtovanja, primerjani s povprečnimi vrednostmi za celoten vzorec podjetij gradbenega sektorja, povzetih po Rebernik et al., 2018.

Višje vrednosti na y-osi predstavljajo boljše začetno stanje oz. večji potencial za izboljšanje.

3 Vprašanja za razpravo

1. Naštejte faze življenjskega cikla in na primeru pokažite, kateri procesi spadajo v posamezno fazo.
2. Na podlagi primera iz vprašanja 1 ocenite, kateri so najpomembnejši dejavniki obremenjevanja okolja.
3. Kdo so ključni akterji v podjetju, za katere je priporočljivo, da sodelujejo pri vpeljavi ekodizajna?
4. Kako si lahko podjetje pomaga z rezultati kolesa strategij ekodizajna? V čem se kaže uporabna vrednost izbrane metode?
5. Zakaj prihaja do odstopanj med stopnjo ozaveščenosti in trenutnim stanjem v podjetju?
6. Katera strategija je najslabše uporabljena v prikazanem primeru (glej sliko 6b)?

7. Ali lahko s pomočjo koncepta ekodizajna ocenimo dejanski vpliv posameznega proizvoda na okolje? Odgovor argumentirajte in pojasnite, kako bi to pravilno izvedli.
8. Na podlagi rezultatov na sliki 6b predlagajte ukrepe, ki jih mora sprejeti podjetje za optimalno izrabo potenciala izboljšav. Katera strategija predvideva največje izboljšanje okoljske ustreznosti?
9. V strokovni in znanstveni literaturi poiščite, na kakšen način merimo vplive na okolje in v kakšnih merskih enotah jih izražamo. Poiščite tri primere kazalnikov s pripadajočimi merskimi enotami.
10. V strokovni in znanstveni literaturi poiščite, katera orodja za presojo vplivov na okolje, ki v študijskem primeru niso bila obravnavana, so še na voljo. Predstavite prednosti in slabosti uporabe enega takega orodja.

4 Zaključki

Eden glavnih trendov v industrializiranih državah je razmišljanje o okoljskem življenjskem ciklu, ki omogoča celostno obravnavo okoljskih vplivov in usmerja pozornost s proizvodnje na druge faze v življenjskem ciklu proizvodov. Trenutno je na razpolago veliko metod za oceno okoljskih vplivov, ki omogočajo različno poglobljene kvantitativne in kvalitativne analize. Ena izmed teh metod je tudi ekodizajn. Ta se zavzema za razvoj novih, okolju primernejših proizvodov ali za okoljsko optimizacijo obstoječih proizvodov. Izkazalo se je, da je vplive na okolje potrebno zmanjševati že pri samem viru, z vzpostavljanjem krožnih tokov materialov in energije, vendar ni zagotovila, da bo s krožnimi tokovi obremenjevanje okolja res manjše, zato se pri ekodizajniranju proizvodov uporablja več orodij, ki lahko osvetlijo različne vidike načrtovanja proizvodov. V študijskem primeru je bila prikazana uporaba izbranih metod ekodizajniranja za steklena okna s PVC okvirjem. Prikazane metode so dokaj enostavne za uporabo, ne zagotavljajo pa objektivne ocene okoljskih obremenitev. Za resno načrtovanje proizvodov je potrebno poseči po zahtevnejših orodjih, ki temeljijo na analizi okoljskega življenjskega cikla z metodo LCA.

Viri in literatura

Ammenberg, J., Sudin, E. (2005). Products in environmental management systems: Drivers, barriers and experiences. *Journal of Cleaner Production*, 13(4), 405–415.

- Brezet, H., Hemel, C. van, Instituut, R. (1997). *Ecodesign: A Promising Approach to Sustainable Production and Consumption*, 1st ed.; United Nations Environment Programme, Industry and Environment, Cleaner Production, Pariz, Francija.
- Charter, M., Keiller, S., Clements, V., Denac, M. (2013). *Eco-design: Okoljsko primerna zasnova v gradbeni industriji*. Priročnik za mala in srednje velika podjetja. Mariborska razvojna agencija, Maribor, Slovenija.
- Denac, M., Obrecht, M., Radonjič, G. (2018). Current and potential ecodesign integration in small and medium enterprises: Construction and related industries. *Business Strategy and the Environment*, 27(7), 825–837.
- European Commission (2014).. *Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe*. COM 398 final. Brussels: European Commission.
- European Commission (2015).. *Construction and demolition waste—European Commission*. Dostopno na: https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/construction-and-demolition-waste_en (pridobljeno 20. 09. 2024).
- European Commission (2022). *On making sustainable products the norm*. COM 140 final. Brussels: European Commission.
- FAO (2019). *The State of Food and Agriculture 2019. Moving forward on food loss and waste reduction*. FAO, Rim, Italija.
- FAO (2020). *Global Forest Resources Assessment 2020 – Key findings*. FAO, Rim, Italija.
- Greenpeace (2024). *The silent crisis of air pollution*. Greenpeace International. 2024. Dostopno na: <https://www.greenpeace.org/international/story/69277/the-silent-crisis-of-air-pollution/> (pridobljeno 20. 09. 2024).
- ISO/TR. 2002 *ISO/TR 14062 – Environmental management systems – Integrating environmental aspects into product design and development*. International Standardization Organization.
- Loiseau, E., Junqua, G., Roux, P., Bellon-Maurel, V. (2012). Environmental assessment of a territory: An overview of existing tools and methods. *Journal of Environmental Management*, 112, 213–225.
- McKinsley (2020). *How the fashion industry can reduce its carbon footprint*. Dostopno na: <https://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights/fashion-on-climate> (pridobljeno 20. 09. 2024).
- Porter, M. E., van der Linde, C. (1995). *Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship*. *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 97–118.
- Rebernik, M., Širec, K., Denac, M., Močnik, D. (2018). *Slovenska podjetja in krožno gospodarstvo: Slovenski podjetniški observatorij 2017*. Univerzitetna založba Univerze v Mariboru, Maribor, Slovenija.
- Rossi, M., Germani, M., Zamagni, A. (2016). Review of ecodesign methods and tools. Barriers and strategies for an effective implementation in industrial companies. *Journal of Cleaner Production*, 129, 361–373.
- Salazar, J. (2007) *Life cycle assessment case study of North American residential windows*. Master of Science – MSc, University of British Columbia, Vancouver.
- UNEP (2006). *UNEP Guide to Life Cycle management – A bridge to sustainable products*. United Nations Environment Programme.
- United Nations Environment Programme, & International Resource Panel. (2020). *Mineral Resource Governance in the 21st Century: Gearing Extractive Industries towards Sustainable Development*.
- World Economic Forum. (2016). *Shaping the Future of Construction: A Breakthrough in Mindset and Technology*. Dostopno na: <https://www.weforum.org/publications/shaping-the-future-of-construction-a-breakthrough-in-mindset-and-technology/> (pridobljeno 20. 09. 2024).
- Zabalza, I., Scarpellini, S., Aranda, A., Llera, E., Jáñez, A. (2013). Use of LCA as a Tool for Building Ecodesign. A Case Study of a Low Energy Building in Spain. *Energies*, 6(8), Article 8.

Fotogradivo

Vse grafike, uporabljene v študijskem primeru so last podjetja VectorMine – stock.adobe.com, pridobljene na podlagi licenčne pogodbe med Univerzo v Mariboru in Adobe.



Didaktična uporaba: Študija primera je uporabna pri predmetih s področja okoljskega upravljanja in razvoja izdelkov, kjer študenti spoznajo ključne izzive ekodizajna ter njegovo vlogo pri zmanjševanju okoljskih obremenitev v celotnem življenjskem ciklu proizvodov. Posebej je relevantna za vsebine, ki se obravnavajo pri predmetih EPF, kot so *Ekologija proizvodov* in *Okoljski management* na univerzitetnem študijskem programu ter *Tehnološko in eko-inoviranje* na magistrskem študijskem programu.