

Diana Gregor Svetec, Gregor Franken, Klementina Možina

# Papir in grafični izdelki iz invazivk

## POVZETEK

Tujerodne invazivne rastline ogrožajo avtohtone rastlinske vrste in biotsko raznovrstnost. V okviru projekta APPLAUSE se iščejo rešitve za izdelavo uporabnih izdelkov iz teh rastlin. Iz japonskega dresnika, zlate rozge in robinije so se pridobila vlakna za izdelavo papirja. V prispevku so podane nekatere lastnosti visokogramskega papirja izdelanega iz omenjenih treh invazivk. Visokogramski papir iz japonskega dresnika je bil uporabljen za oblikovanje tiskovine in embalaže. V prispevku so prikazane knjižne kazalke in darilna embalaža oblikovane po načelih ekološkega oblikovanja.

**Ključne besede:** papir, tiskovina, embalaža, ekološko oblikovanje, japonski dresnik.

## 1. Uvod

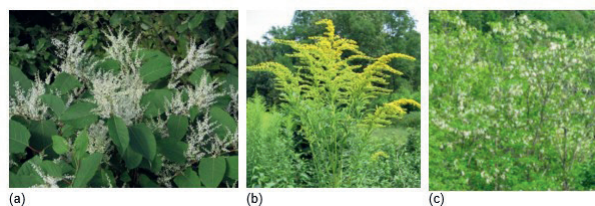
Trajnostni razvoj postaja ena izmed temeljnih postavk pri načrtovanju izdelkov. Ekološko načrtovanje pomeni vključevanje okoljskih vidikov v oblikovanje in razvoj izdelkov ter storitev z namenom zmanjševanja okoljskih vplivov skozi njihov celotni življenjski cikel (1). Pri tem je potreben razmislek o izboljšanju učinkovitosti izdelka, poudarek je na varstvu okolja in uporabnosti izdelka, manjši rabi energije in materialov na enoto izdelka, uporabi varnih in neškodljivih snovi pri zasnovi izdelka, načrtovanju za reciklažo (snovno, razgradnjo) in možnostih ponovne uporabe ter vračanju izdelkov v kroženje (1–3). Pri oblikovanju izdelkov s krajšo življensko dobo je še posebej pomembna učinkovita raba materialov, uporaba materialov iz obnovljivih virov, oblikovanje za reciklažo in ponovno uporabo (1, 4). Pri ekološkem oblikovanju grafičnih izdelkov pa je pomembno tudi, da so grafični izdelki oblikovani z dobrim izkoristkom površine, brez nepotrebne uporabe dodatnih barv in da zagotavljajo dobro čitljivost simbolov, tipografije in barv (5).

V projektu APPLAUSE (Alien PLLAnt SpEcies - od škodljivih do uporabnih tujerodnih rastlin z aktivnim vključevanjem prebivalcev) se obravnava možnost izrabe invazivnih tujerodnih rastlin kot surovine za različne izdelke (6). Veliko število rastlin predstavlja potencialne vire vlaken za izdelavo papirja: slame, trave, trstje, različna stebelna, listna in semenska vlakna iz enoletnih in večletnih rastlin. Izmed enoletnih rastlin se največ uporabljajo slame žitaric in vlaknati ostanki sladkornega trsa (7). Tudi invazivne rastlinske vrste so lahko bolj ali manj bogat vir celuloznih vlaken. V projektu se preverja možnost uporabe treh invazivnih rastlin: japonskega dresnika, zlate rozge in robinije, kot surovine za proizvodnjo papirja in grafičnih izdelkov.

Japonski dresnik prikazan na sliki 1a, je od dva do tri metre visok grm, trajnica z razraslimi podzemnimi koreniki, ki lahko segajo več metrov globoko in široko. Steblo, ki

spominja na steblo bambusa je votlo in kolenčasto členjeno, listi so na dnu široko ovalni in veliki od 5–15 cm (8, 9). Raste na obrežjih rek, ruderalnih rastiščih, vzdolž železniških nasipov, na gozdnih robovih, gozdnih jasah, robovih cest in železnic. Navadno tvori zelo goste sestoje, v katerih drugih rastlin skorajda ni. Zlata rozga je zelena trajnica, visoka do 2 m. Listi so premenjalno razvrščeni, sedeči ali kratkopecljati. Rumeni cvetovi so združeni v drobne koške, ki so nameščeni v razvejenih ovršnih socvetjih (slika 1b). Je okrasna rastlina, ki se širi na gozdne jase, gozdne robove, redko košene travnike, ob vodah in ruderalnih mestih (10). Robinija je do 25 m visoko listopadno drevo (slika 1c) z vzdolžno razpokanim sivkastorjavim lubjem. Listi so lihopernati, jajčasti, kratkopecljati. Cvetovi so beli, dišeči, združeni v viseče grozde. Robinija raste na gozdnih robovih, posekah, nasipih, obrežjih in v bližini naselij. Neredko je tudi gojena kot okrasna in medonosna rastlina (11).

V prispevku so prikazane nekatere lastnosti visokogramskih papirjev izdelanih iz invazivk in predstavljeni tiskovina in embalaža, oblikovani iz visokogramskega papirja izdelanega iz japonskega dresnika.



Slika 1: Tuje invazivne rastline: japonski dresnik (a), zlata rozga (b) in robinija (c)

## 2. EKSPERIMENTALNI DEL

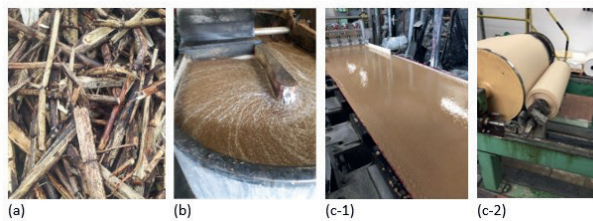
Visokogramski papir je bil izdelan iz mešanice lesnih vlaken in vlaken invazivke (japonski dresnik, zlata rozga, robinija), v razmerju 35–40 % vlaken določene invazivke, 36–38 % vlaken listavcev, 26–28 % vlaken iglavcev. Vlakna so bila pridobljena iz stebela rastline (slika 2a) po sulfatnem postopku. Na sliki 2b je prikazana priprava vlakninske snovi v holandcu, na sliki 2c pa deli papirnega stroja: natok s sitom in navijanje. Papir je bil izdelan na pilotnem papirnem stroju na Inštitutu za celulozo in papir (slika 2c). V nadaljevanju so papirji označeni glede na vrsto vlaken invazivke: visok-

Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška Fakulteta, OTGO, Snežniška 5, Ljubljana

E-Mails: diana.gregor@ntf.uni-lj.si; gregor.franken@ntf.uni-lj.si, klementina.mozina@ntf.uni-lj.si

ogramski papir iz japonskega dresnika (VP iz JD), visokogramski papir iz zlate rozge (VP iz ZR) in visokogramski papir iz robinije (VP iz R).

Papirjem so bile določene osnovne lastnosti: gramatura (po



Slika 2: Razrezana stebela japonskega dresnika (a), priprava vlaken (b) in izdelava papirja na papirnem stroju (c-1 in c-2)

standardu ISO 536), debelina in gostota (po standardu ISO 534), CIELAB barvne koordinate  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ter natezne lastnosti (po standardu ISO 1924-2).

Za izris grafičnih izdelkov je bil uporabljen program za grafično oblikovanje Adobe Illustrator, in Engview Package and Display Designer. Izrez je potekal na rezalniku ESKO Kongsberg X20 starter.

### 3. REZULTATI IN RAZPRAVA

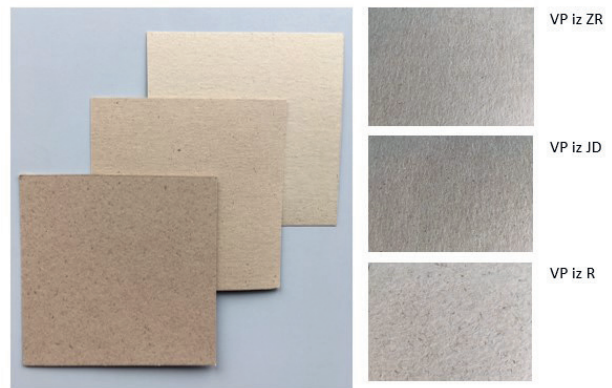
#### 3.1 LASTNOSTI VISOKOGRAMSKIH PAPIRJEV

V preglednici 1 so predstavljene nekatere osnovne lastnosti papirja. Vsi trije vzorci visokogramskih papirjev so voluminozni. Nizka gostota visokogramskega papirja je povezana z nizko vsebnostjo polnil (pod 3 %) in širokim razponom dolžine vlaken, in s tem povezano slabšo orientiranostjo in povezanostjo v sloju papirja. Relativno visoko standardno odstopanje kaže na to, da so visokogramski papirji manj homogeni, z višjim nihanjem debeline in gostote, kot je to pri papirjih izdelanih iz lesnih vlaken. Visokogramski papir iz robinije ima najvišjo gramaturo in debelino, obenem pa najnižjo gostoto, je najbolj voluminozen. Papir iz zlate rozge ima najnižjo gramaturo in je najtanjši, medtem ko ima papir iz japonskega dresnika najvišjo gostoto.

Nizka vrednost svetlosti in pozitivne vrednosti  $a^*$  in  $b^*$  barvnih koordinat kažejo na naravno rumeno barvo visokogramskega papirja, kar je razvidno tudi iz posnetka površine papirja.

Preglednica 1: Osnovne lastnosti in barvnometrične vrednosti visokogramskih papirjev: srednja vrednost s standardnim odstopanjem

	VP iz JD	VP iz ZR	VP iz R
Gramatura [ $\text{g}/\text{m}^2$ ]	232 ± 6,32	195 ± 3,63	245 ± 3,81
Debelina [mm]	0,357 ± 0,014	0,319 ± 0,007	0,448 ± 0,007
Gostota [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]	650 ± 12,78	610 ± 7,58	548 ± 10,83
$L^*$ [°]	71,40	75,30	68,88
$a^*$ [°]	4,34	2,29	5,00
$b^*$ [°]	17,91	16,87	16,65



Slika 3: Visokogramski papirji iz invazivk in izgled površine

Preglednica 2: Natezne lastnosti visokogramskih papirjev v vzdolžni (MD) in prečni (CD) smeri teka vlaken: srednja vrednost s standardnim odstopanjem

	VP iz JD	VP iz ZR	VP iz R
Pretržna sila [N]			
– MD	155,6 ± 4,54	125,5 ± 9,23	117,7 ± 10,08
– CD	88,4 ± 3,01	71,9 ± 2,67	67,4 ± 1,79
Natezna trdnost [MPa]			
– MD	29,1 ± 0,85	26,2 ± 1,93	17,5 ± 1,50
– CD	16,5 ± 0,56	15,0 ± 0,56	10,0 ± 0,27
Natezni indeks [Nm/g]			
– MD	44,7	42,9	32,0
– CD	25,4	24,9	18,3
Pretržni raztezek [%]			
– MD	1,64 ± 0,08	1,51 ± 0,15	1,29 ± 1,37
– CD	5,79 ± 0,53	3,56 ± 0,43	3,52 ± 0,25
Pretržno delo [J]			
– MD	0,29 ± 0,02	0,21 ± 0,04	0,11 ± 0,04
– CD	0,70 ± 0,09	0,35 ± 0,05	0,31 ± 0,03
Modul elastičnosti [GPa]			
– MD	3,55 ± 0,13	3,39 ± 0,21	2,74 ± 0,16
– CD	1,48 ± 0,07	1,59 ± 0,08	1,01 ± 0,07

Rezultati meritev nateznih lastnosti so pokazali, da ima visokogramski papir izdelan iz japonskega dresnika najboljše natezne lastnosti. Papir ima najvišjo natezno silo, pretržno trdnost, pretržni indeks, pretržno delo in modul elastičnosti, tako v vzdolžni kot prečni smeri teka vlaken. Ta papir ima tudi najvišjo gostoto. Najslabše mehanske lastnosti izkazuje najbolj voluminozen papir, to je visokogramski papir izdelan iz robinije.

#### 3.2 OBLIKOVANJE GRAFIČNIH IZDELKOV

Visokogramski papir, izdelan iz japonskega dresnika je bil na podlagi najboljših nateznih lastnosti izbran za izdelavo promocijskih grafičnih izdelkov. Pri predmetu Načrtovanje ekološke embalaže na študijskih smereh Grafične in interaktivne komunikacije ter Grafična in medijska tehnika so študentke oblikovale knjižne kazalke in embalažo za nakit.

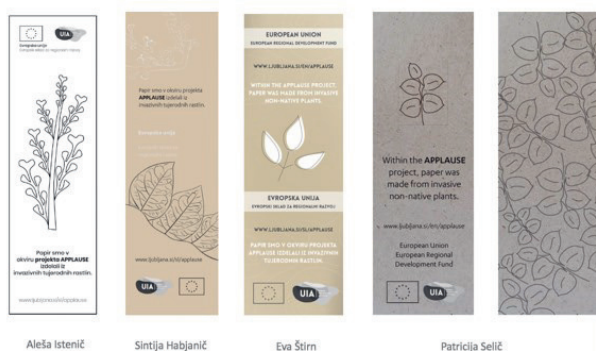
### 3.2.1 KNJIŽNE KAZALKE

Knjižna kazalka je enostavna tiskovina, ki ima poleg osnovne uporabne oz. označevalne lastnosti tudi pomembno promocijsko vlogo.

Pri oblikovanju knjižnih kazalk je bilo potrebno upoštevati naslednje zahteve:

- knjižna kazalka vsebuje kratko besedilo in logotipe financerjev projekta;
- besedilo samo v slovenskem jeziku, samo v angleškem jeziku in dvojezično besedilo;
- vse jezikovne različice v enobarvnem tisku ali v štiribarvnem tisku (ofsetni tisk);
- potrebno je dodati grafični element, ki tiskan v dodatni (drugi ali peti) barvi s tiskarsko barvo na osnovi barvila iz korenine japonskega dresnika in v tehniki sitotiska;

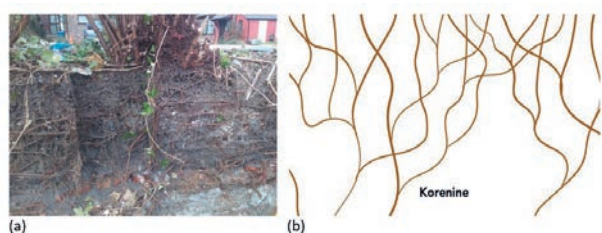
Idejne zasnove grafičnih rešitev so temeljile na značilnostih same rastline, tj. listih, cvetovih ali koreninah japonskega dresnika. Študentke so izbrale grafične elemente, definirale barvo in vrsto pisave. Podlaga za večino grafičnih elementov so bili listi ali cvetovi japonskega dresnika (slika 4). Študentke so večinoma izbrale enojezične, enobarvne rešitve (črna) z dodano drugo barvo (japonski dresnik) v določenem grafičnem elementu.



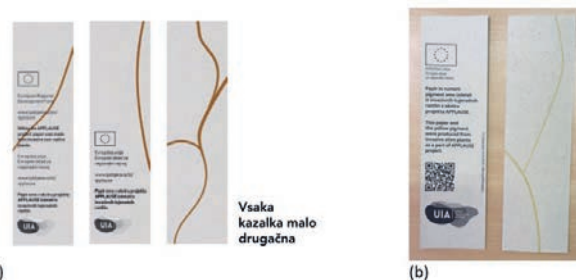
Slika 4: Nekateri grafični zasnove kazalk

Izbrana oblikovna rešitev je delo Janje Cerar. Izhajala je iz korenin japonskega dresnika, ki se hitro razraščajo (slika 5a). Oblikovala je neponovljiv vzorec grafične dekoracije, kateri je bil odtisnjen s tiskarsko barvo (slika 5b), ki vsebuje barvilo japonskega dresnika. Dvojezično besedilo, logotipa (EU in UIA) so bili natisnjeni v črni barvi, da so bili kontrast ter s tem vidnost in čitljivost podatkov čim boljši (slika 6).

Ta oblikovna ideja knjižnih kazalk je izredno ekološka. Hkrati z oblikovno rešitvijo ilustracij korenin so knjižne kazalke dobile inovativno rešitev neponovljivega in s tem samo unikatnost knjižnih kazalk.



Slika 5: Razraščanost korenin japonskega dresnika (a) in ilustracija/grafična dekoracija knjižnih kazalk (b).



Slika 6: Izbrana rešitev pred dopolitvijo (a) in končna rešitev (b)

### 3.2.2 EMBALAŽA ZA NAKIT

Emabalaža za nakit, v našem primeru za broške, je komercialna darilna embalaža. Broške so različnih oblik in velikosti, dve sta simetrični, pravokotne in okrogle oblike, ena pa je asimetrična.

Pri oblikovanju embalaže za nakit, tj. broške, je bilo potrebno upoštevati naslednje:

- kot prodajna embalaža v Plečnikovi hiši mora zagotavljati enostavno embaliranje;
- vsebovati mora motive, ki spominjajo na arhitekta Jožeta Plečnika;
- strošek izdelave ne sme bistveno vplivati na prodajno ceno broške;
- kot darilna embalaža mora biti opazna, obenem pa ekološka.

Oblikovske rešitve v velikosti, obliki in odpiranju embalaže so študentke našle v liku arhitekta Jožeta Plečnika (slika 7), njegovih arhitekturnih delih, kot je piramida (slika 8) in grafičnem oblikovanju ornamentov (sliki 9 in 10) ter v njegovem domu, muzeju Plečnikova hiša. Študentke so našle navdihnih v vrtu, zimskem vrtu in arhitektovi študijski sobi v okroglem stolpu, predmetih na mizi in v predalih, kot so svinčniki ter cigaretna škatla (slika 11).



Slika 7: Ilustracija na podlagi fotografije portreta arhitekta in embalaža v obliki blazinice (Patricija Pevec in Kristina Sojer)



Slika 8: Embalaža v obliki piramide s Plečnikovim ornamentom (Aleša Istenič in Eva Štirn)





Slika 9: Darilna embalaža s Plečnikovim ornamentom (Janja Cerar in Patricija Selič)



Slika 10: Darilna embalaža s Plečnikovim ornamentom petelina (Patricija Pevec in Kristina Sojer)



Slika 11: Embalaža v obliki cigaretna škatlice z začetka 20. stoletja s Plečnikovim ornamentom (Jasmina Ajdini)

#### 4 ZAKLJUČEK

Tujerodne invazivne rastline so lahko vir vlaken za izdelavo visokogramskega papirja iz katerega se lahko oblikujejo unikatni grafični izdelki. Prednost je uporaba ekološkega materiala, ki je reciklabilen in biorazgradljiv. Nastanejo lahko unikatne tiskovine in darilna embalaža, pri čemer pa je potrebno upoštevati lastnosti materiala in izdelke oblikovati v skladu s smernicami ekološkega oblikovanja.

#### ZAHVALA

Projekt APPLAUSE (UIA02-228) sofinancira Evropski sklad za regionalni razvoj.



#### LITERATURA

1. Birkeland, J. Design for sustainability. London, Earthscan, 2002.
2. Radonjič, G. Oblikovanje in razvoj okolju primernejše embalaže. Maribor, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, 2013.
3. González-García, S.; Sanye-Mengual, E.; Llorach-Masana, P.; Feijoo, G.; Gabarrell, X.; Rieradevall, J.; Moreira, M.T. Sustainable Design of Packaging Materials. V Environmental Footprints of Packaging. (Ed. Senthilkannan Muthu, S.) Singapore, Springer, 2016.
4. McDonough, W.; Braungart, M. Cradle to cradle : re-making the way we make things. London, Vintage, 2009.
5. Možina K. Tipografsko ekološko oblikovanje. V Razvoj embalaže v krožnem gospodarstvu : priročnik. (Ed. Volfand, J.; Ambrož, G.) Celje, Fit media, 2019, 81–85.
6. Projekt APPLAUSE. Mestna občina Ljubljana. 2017 <https://www.ljubljana.si/sl/moja-ljubljana/applause/> (pridobljeno dne 20. 10. 2018).
7. Biermann, C.J. Handbook of pulping and papermaking. San Diego, Academic Press, 1996.
8. Japonski dresnik (Fallopia Japonica). Ministrstvo za okolje in prostor RS. 2018 [http://www.mop.gov.si/si/delovna\\_podrocja/narava/invazivne\\_tujerodne\\_vrste\\_rastlin\\_in\\_zivali/rastline\\_invazivne\\_tujerodne\\_vrste\\_japonski\\_dresnik\\_fallopia\\_japonica/japonski\\_dresnik\\_fallopia\\_japonica/](http://www.mop.gov.si/si/delovna_podrocja/narava/invazivne_tujerodne_vrste_rastlin_in_zivali/rastline_invazivne_tujerodne_vrste_japonski_dresnik_fallopia_japonica/japonski_dresnik_fallopia_japonica/) (pridobljeno dne 20. 10. 2018).
9. How to Identify Japanese Knotweed, Knotweed Identification Card & Pictures. Phlorum Limited. 2018, <https://www.phlorum.com/services/japanese-knotweed/domestic-knotweed-removal/> (pridobljeno 19. 10. 2018).
10. Kanadska in orjaška zlata rozga. MOL, Ljubljana, 2018, <https://www.ljubljana.si/sl/moja-ljubljana/varstvo-okolja/invazivne-tujerodne-vrste/invazivne-tujerodne-rastline/orjaska-in-kanadska-zlata-rozga/> (pridobljeno 10. 11. 2019).
11. Strgulc Krajšek, S.; Bačič, T., Jogan, N. Invazivne tujerodne rastline v Mestni občini Ljubljana, MOL, Ljubljana, 2016.