

Primjena tehnika kreativnog razmišljanja u istraživanju bio-inoviranih poliesterskih materijala

Ivana Čorak, mag. ing. techn. text.
Izv. prof. dr. sc. Ivana Salopek Čubrić, dipl. ing.
Izv. prof. dr. sc. Anita Tarbuk, dipl. ing.
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
Zagreb, Hrvatska
e-mail: ivana.salopek@tff.unizg.hr
Prispjelo 29.6.2019.

UDK 677.494.674:16:331.041
Stručni rad

Pojam kreativnost odnosi se na sposobnost pojedinca za stvaranjem novih ideja ili novih poveznica između već postojećih ideja te rješavanjem postojećih problema na drugačiji, inovativniji način. S obzirom da kreativnost nije nužno urođena osobina pojedinca, nego se može poboljšati učenjem, vježbanjem i stvaranjem kreativnog okruženja, razvijen je niz formalnih tehnika za poticanje kreativnog razmišljanja. U radu su izdvojene i opisane tehnike kreativnog razmišljanja koje su prilagođene za korištenje u znanstvenim istraživanjima u području tehničkih znanosti, i to: oluja mozgova, BPR 20, zapisivanje misli, 635, Delfi, SCAMPER i Šest šešira za razmišljanje. Potom su iste primijenjene na znanstveno istraživanje bio-inoviranog poliesterskog materijala, čiji je cilj modificirati poliesterski materijal ekološki prihvatljivim postupkom koji će u konačnici biti ekonomski isplativ.

Ključne riječi: kreativnost, tehnike kreativnog razmišljanja, tekstil, istraživanje, bio-inovirani materijali

1. Uvod

Socijalne ili transverzalne vještine definirane su kao dinamična kombinacija kognitivnih i metakognitivnih vještina, međuljudskih, intelektualnih i praktičnih vještina. One pomažu ljudima da se prilagode i da se ponašaju pozitivno kako bi se mogli učinkovito nositi s izazovima svog profesionalnog i svakodnevnog života. Niz je definicija socijalnih ili transverzalnih vještina, od kojih valja izdvojiti sljedeće [1]:

- osobine koje omogućuju pojedincu učinkovito i skladno komuniciranje s drugim ljudima,
- sposobnost ljudi da međusobno komuniciraju i rade zajedno,

- poželjne kvalitete za određene oblike zaposlenja koji ne ovise o stečenom znanju: uključuju zdrav razum, sposobnost ophođenja s ljudima i pozitivan fleksibilan stav, te
- „komuniciranje, upravljanje sukobom, ljudski odnosi, prezentacije, pregovaranje i druge sposobnosti, definirane u smislu očekivanih rezultata, a ne kao specifična metoda ili tehnika.

Sve veći broj organizacija i projekata bavi se razvojem metodologije procjenjivanja i ocjenjivanja tih vještina jer su one prepoznate kao važne kompetencije pri zapošljavanju novih kandidata. Stoga, potrebno je uložiti

napore kako bi se takve vještine te njihovo vrednovanje i potvrda uključili u redovno obrazovanje [2].

Kao dio svog Strateškog okvira za europsku suradnju u području obrazovanja i usavršavanja (Strategic Framework for European Cooperation in Education and Training), Europska komisija je objavila dokument koji govori o ulaganju u vještine. Vizija tog dokumenta, kao i dokumenta povezanih s tom tematikom, je da će „u budućnosti, kreativnost, sposobnost lateralnog razmišljanja, prilagodljivost i druge transverzalne vještine biti cijenjene više od specifičnih skupina znanja koje se tradicionalno poučavaju u školama“ [3].

Briga o socijalnim vještinama i vrednovanju vještina u SAD-u je na zavidnom nivou. Međutim, i u većem broju država unutar europskog okvira također je preporučena procjena određenih vještina poput komunikacije, sposobnosti za rješavanjem problema i kreativnosti. S obzirom da kreativnost nije isključivo urođena osobina pojedinca, nego se može poboljšati učenjem, vježbanjem i stvaranjem kreativnog okruženja, razvijeno je preko 100 formalnih tehnika generiranja ideja na područjima kao što su psihologija, poslovanje i inženjersvo [2, 4-7].

Mogućnost pronalaska izuma, stvaranja i inoviranja u razvoju svakog proizvoda zahtjeva od svakog inženjera osobni pristup u rješavanju problema. Od svakog se inženjera očekuje da prepozna, potvrdi i riješi problem samostalno ili u suradnji s kolegama kroz timski rad. Štoviše, očekuje se da u svom djelovanju pokaže originalnost, sposobnost kritičkog promišljanja, kreativnost i inovativnost. Stoga bi svaki inženjer trebao imati razvijenu kreativnost za postizanje napretka unutar svoje domene rada kako bi mogao iznaći rješenja kojima će poboljšati postojeće proizvode, a sve za dobrobit čovječanstva [5, 8-10].

Riječ kreativnost ima svoje korijene u latinskom izrazu *creō* što znači „stvoriti, napraviti“, a odnosi se na sposobnost generiranja ideja ili rješenja problema koja su originalna (odnosno nova) i korisna (odnosno učinkovita). Liu [9] navodi da je kreativnost sposobnost da se premoste tradicionalne ideje, pravila, obrasci i odnosi, kao i sposobnost stvaranja novih smislenih ideja, oblika, metoda i tumačenja. Dakle, kreativnost je sposobnost formuliranja, reorganiziranja i ponovnog testiranja hipoteze kako bi se riješio potpuno novi problem. Kreativna rješenja su ona koja su nova (svježa, neobična, jedinstvena, iznenađujuća, revolucionarna...), učinkovita (vrijedna, važna, značajna, potrebna, logična, prikladna, funkcionalna, korisna...) i potpuna (organizirana, formirana, elegantna,

značajna, jasna, kompleksna...), [6, 9, 11, 12, 13].

Kreativni proces obuhvaća neke vještine kognitivnog mišljenja, kao što su divergentno i konvergentno mišljenje, pronalaženje problema, rješavanje problema, asocijativno i analogno mišljenje. Kreativnost je visoko povezana s divergentnim razmišljanjem koje ima za cilj stvaranje različitih novih i originalnih ideja. Divergentno razmišljanje sastoji se od četiri dimenzije: tečnost (sposobnost stvaranja količina ideja), fleksibilnost (sposobnost konstruiranja različitih kategorija ideja), originalnost (sposobnost generiranja izvornih ideja) i razrađenost (sposobnost proširivanja ideja). Isto tako, kognitivne vještine, poput sposobnosti interpretacije, analize, procjene, zaključivanja, objašnjenja i samoregulacije, važne su za kritičko mišljenje [10, 14-17].

2. Tehnike kreativnog razmišljanja

Kreativni proces koji počinje od problema ili pitanja sastoji se od četiri faze [6, 9]:

1. Faza: Priprema (definiranje, formuliranje ili redefiniranje problema ili pitanja);
2. Faza: Generiranje (generiranje ideja pomoću npr. oluje mozгова);
3. Faza: Inkubacija (period odmora ili opuštanja) i
4. Faza: Vrednovanje (podrazumijeva analizu, grupiranje i vrednovanje svih predloženih rješenja i ideja te planiranje akcija koje su potrebne, npr. izrada dijagrama toka).

U nastavku su izdvojene i opisane tehnike koje su prilagođenije za korištenje u znanstvenim istraživanjima u području tehničkih znanosti, i to: oluja mozгова, BPR 20 (engl. Business Process Reengineering 20), zapisivanje misli i 635, Delfi, SCAMPER i Šest šešira za razmišljanje.

2.1. Tehnika Oluja mozгова

Oluju mozгова (engl. Brainstorming) osmislio je Alex Osborn. Teh-

nika je relativno jednostavna i praktična što ju čini optimalnom za primjenu u rješavanju širokih, ali i vrlo uskih stručnih problema. Smatra se da je oluja mozгова najčešće korištena tehnika za razvoj kreativnog razmišljanja. Primjenom ove tehnike se pomoću pitanja pokušava doći do ideje [8]. Svrha oluje mozгова je stvoriti okolinu u kojoj grupa kao cjelina donosi odluke. Na taj način smanjuje se dominantnost pojedinca u procesu odlučivanja i povećava sudjelovanje grupe. Oluja mozгова ohrabruje sudionike da iznose svoje ideje koje se zatim mogu razvrstati, kombinirati, oplemeniti, proširiti te odrediti kao prioritet [18]. Kod primjene ove tehnike, potrebno je definirati vodeća pitanja kao žarišta za sesije oluje mozгова. Pitanja mogu biti koncipirana tako da poboljšaju razumijevanje tematike o kojoj se raspravlja, npr. [19]:

- „Koji koraci su nejasni u ovoj izvedbi?“
 - „Što sam pretpostavio, a da nisam konkretno naveo?“
 - „Što još treba znati kako bi se dosta razumio princip funkcioniranja ovog uređaja?“
- Pitanja također mogu biti upotrijebljena kako bi potaknula razmišljanje i raspravu o primjenama i proširenjima materijala [19]:
- „Kako možeš mjeriti ovu količinu?“
 - „Koje moguće primjene bi mogle biti od rezultata koje smo upravo dobili?“
 - „Zamislite što više stvari koje bi ovdje mogle poći po zlu i što biste mogli učiniti da ih ispravite (ili spriječite).“

Oluja mozгова započinje na način da voditelj objasni problem. Zatim grupa verbalno razmjenjuje ideje sljedeći sljedeća pravila [5]: kritiziranje nije dopušteno, „divlje ideje“ su dobrodošle, potiče se nadogradnja međusobnih ideja i traži se velika količina ideja.

Za oluju mozгова predloženi su sljedeći koraci [18, 20]:

- definirati konkretni problem i usuglasiti se oko njega,

- sastaviti grupu ljudi za rješavanje problema te prikupiti sve potrebne podatke,
- pojednostaviti problem ukoliko je to moguće,
- generirati što više ideja za rješavanje problema,
- ne kritizirati druge dok iznose svoje ideje,
- spojiti dobre ideje u jednu ukoliko je to moguće i
- objektivno odlučiti koja ideja je najpogodnija za rješavanje problema.

Za procjenu ideja moguće je koristiti kontrolni popis u sklopu kojega su pitanja poput niže navedenih [21]:

- Ispunjava li ciljeve?
- Rješava li problem?
- Uvodi li nove probleme?
- Hoće li se uklopiti u trenutne sustave?
- Može li prilagoditi rast?

Korištenjem ove tehnike potiče se kreativnost, ali ne dolazi se uvijek do inovativnih rješenja. Optimalno trajanje oluje mozгова iznosi 20-45 minuta [18].

Kao prednost oluje mozгова navodi se sljedeće [18]:

- brzo i jednostavno dobivanje novih ideja i rješenja,
- smanjeni troškovi za korištenje tehnike,
- široka primjena u gotovo svim područjima,
- potiče aktivno sudjelovanje i stvarna mogućnost zaraze ideja,
- razvija kreativnost, spontanost, samopouzdanje putem odgođenog postupka ocjenjivanja te
- razvija sposobnost timskog rada.

Nedostatak ove tehnike je mogućnost da jedna osoba konstantno iznosi svoje ideje pri čemu ostali potiskuju svoje. U tom se slučaju uglavnom raspravlja o prvoj izrečenoj ideji, dok ostale ideje možda neće biti niti izrečene [8].

Osim klasične oluje mozгова, moguće je koristiti i obrnutu oluju mozгова (engl. Invers brainstorming). Kako i sam naziv kaže, kod te tehnike se ne polazi od pitanja kako bi se došlo do ideje, nego se od ideje ide k pitanji-

Tab.1 BPR 20 skupina pitanja

Skupina pitanja	Primjer pitanja
Što?	Što je učinjeno? Što je postignuto? Zašto je to potrebno? Što se još može učiniti? Što se još treba učiniti?
Gdje?	Gdje je to učinjeno? Zašto ondje? Gdje je još moglo biti učinjeno? Gdje bi to još trebalo učiniti?
Kada?	Kada je to učinjeno? Zašto tada? Kada se još moglo učiniti? Kada se još trebalo učiniti?
Tko?	Tko to radi? Zašto ta osoba/grupa? Tko još može to učiniti? Tko još bi to trebao učiniti?
Kako?	Kako je to učinjeno? Zašto na taj način? Kako se još može učiniti? Kako još bi se trebalo učiniti?

ma. Tehnika se koristi u evaluaciji i kritici prijedloga dobivenih olujom mozгова. Jedna od varijacija oluje mozгова je i solo-oluja, odnosno individualna oluja mozгова. Nekoliko istraživanja pokazalo je da individualna oluja mozгова može proizvesti kreativnije ideje od grupne oluje mozгова, no postoji veća mogućnost da se ideja ne razvije u potpunosti zbog nedostatka šireg iskustva koje čine članovi grupe [8].

2.2. Tehnika BPR 20

Tehnika BPR 20 ili Reinženjering poslovnih procesa: 20 pitanja (engl. BPR 20, Business process re-engineering) koristi se kao alat za analizu problema. Definiran je kao temeljni redizajn poslovnih procesa kako bi se postigla dramatična poboljšanja u kritičnim područjima kao što su trošak, kvaliteta, usluga i brzina. Time se stvaraju promjene unutar organizacija, pomažući im da opstanu u konkurentnijem, za klijenta orijentiranom komercijalnom okruženju današnjice [22-26].

Kod primjene ove tehnike, tim se sastoji od malog broja stručnjaka koji moraju biti usmjereni na prepoznavanje brojnih mogućnosti i osmišljavanje novih radnih koraka ili procesa. Potrebno je definirati proces unutar sustava koji se proučava, a zatim ga ispitati na niže navedeni način. Najperspektivnije ideje nastale olujom mozгова mogu se dodatno analizirati BPR 20 tehnikom [22-26]. BPR 20 tehnika sastoji se od pet skupina pitanja (Što?, Gdje?, Kada?, Tko? i Kako?). Važno je da je „Što“ skupina

pitanja postavljena prva, a „Kako“ skupina pitanja posljednja, što potiče sudionike da se fokusiraju na samu tehniku [21, 27]. Primjeri pitanja prikazani su u tab.1.

2.3. Tehnika Zapisivanje misli i 635

Zapisivanje misli (engl. Brainwriting) je grupna tehnika, iako sudionici ideje bilježe individualno. Slična je oluji mozгова, ali se ne primjenjuje za rješavanje uskih problema. Njenom primjenom nastoji se prikupiti što veći broj ideja pa čak i više nego pomoću oluje mozгова. Ideje se ne iznose verbalno, nego ih svatko pojedinačno zapisuje. Stoga, ovu tehniku karakterizira sljedeće [5, 8]:

- u kratkom vremenu dobije se najveći mogući broj ideja,
- nastale ideje se postepeno sužuju i specificiraju,
- pogodna je za ljude koji ne vole javno izricati svoje prijedloge,
- primjenjuje se u grupama od 4 do 7 osoba,
- zahtijeva heterogenost grupe jer se time postiže kreativnija atmosfera i
- pisana komunikacija se po potrebi dopunjuje usmenom komunikacijom.

Potrebno je napomenuti da velika stručnost, znanje i iskustvo sudionika kod primjene ove tehnike ne doprinose produkciji svježih ideja. Isto tako, agresivne i dominantne osobe koje su sklone nametati svoje mišljenje drugima sputavaju kreativnost što je prednost tehnike zapisivanja misli jer se ideje ne iznose verbalno [8].

Provedba ove tehnike izvodi se kroz sljedeće faze [8, 20]:

- Faza 1: Jasno definiranje problema;
- Faza 2: Dijeljenja kartica sudionicima na kojima će zapisati svoju ideju. Potom karticu prosljeđuju na svoju desnu stranu;
- Faza 3: Zapisivanje nove ideje na karticu (tzv. kruženje kartice);
- Faza 4: Slaganje svih ideja na ploču te izbacivanja identičnih ideja. Ukoliko je potrebno, izvršiti redefiniciju problema i
- Faza 5: Vrednovanje i procjena ideja.

Kod primjene ove tehnike, sudionici zapisuju moguća rješenja problema na papir koji se kružno kreće od jednog do drugog sudionika unutar grupe. Sudionici zasebno odlučuju žele li svojim novim prijedlozima razraditi i modificirati neku od navedenih ideja ili će dodati nova rješenja. Cilj tehnike zapisivanja misli, kao i oluje mozгова, je kvantiteta, odnosno što veći broj generiranih ideja. U ovoj tehnici izbjegava se iznošenje ideja na glas kako bi sudionici bili što kreativniji. Pravila pisanja moraju biti poznata svim sudionicima. Neka od važnijih pravila su tišina dok se pišu ideje, mogućnost korištenja ključnih riječi, jasno pisanje iskaza, pisanje kratkih ideja [8, 18].

Varijanta tehnike zapisivanja misli je tehnika 635. Njen cilj je zapisivanje 3 ideje svakih 5 minuta u 6 rundi što rezultira sa 108 ideja u pola sata [5, 8, 18]. Redefinicija problema je potrebna ukoliko sudionici prilikom zapisivanja svojih ideja „odlutaju od cilja“. Bez obzira na to, ukoliko se problem sagleda iz šire perspektive, moguće je i takvom idejom doći do konačnog rješenja početnog problema. Vrednovanje i procjena ideja može se izvršiti bodovanjem određenog broja prijedloga te stvaranjem liste prioriteta zbrajanjem ukupnih bodova [8]. Prema literaturi, prednosti tehnike zapisivanja misli su sljedeće [18]:

- tehnika daje manje komunikativnim sudionicima priliku da se izraze,

- slično kao i kod oluje mozгова, temeljena je kao građenje „ideje na ideju“,
- potiče solidarnost unutar grupe i konkurentnost/natjecanje između grupa kombinirajući individualni rad s timom,
- razvija timski rad i više mentalne procese i
- relativno je jednostavna tehnika i ne zahtjeva složenu pripremu.

Važno je napomenuti da kvaliteta primjene tehnike, a samim time i njenih ishoda, ovisi o tome kako dobro je napisano ili formulirano pitanje [18]. Kao prednosti tehnike zapisivanja misli navodi se sljedeće [18]:

- sam čin pisanja ideja potiče ljude da ih ponovno promisle te da ih jasnije i potpunije izraze,
- pomaže sudionicima ukoliko je prethodna oluja mozгова monopolizirana od strane jednog ili dva dominantna člana,
- zapisivanje ideja svima pruža jednako vrijeme za misliti i pisati te eliminira pritisak prema grupnoj sukladnosti,
- povoljno je ako se grupa previše „socijalizira“,
- tehnika pruža vrlo snažnu orijentaciju na zadatak koje neke grupe trebaju kako bi ostale usredotočene,
- korisna je ukoliko je postojeći konflikt unutar grupe ili ukoliko je tema o kojoj se raspravlja kontroverzna,
- tehnika može biti korisna u napetim, visoko nabijenim situacijama i
- u usporedbi s olujom mozгова, ova je tehnika usmjerena ka manjem, ali potpuno razvijenom broju ideja.

U ovoj tehnici vrijedi pravilo „prvo piši, potom govori“ [8].

2.4. Tehnika Delfi

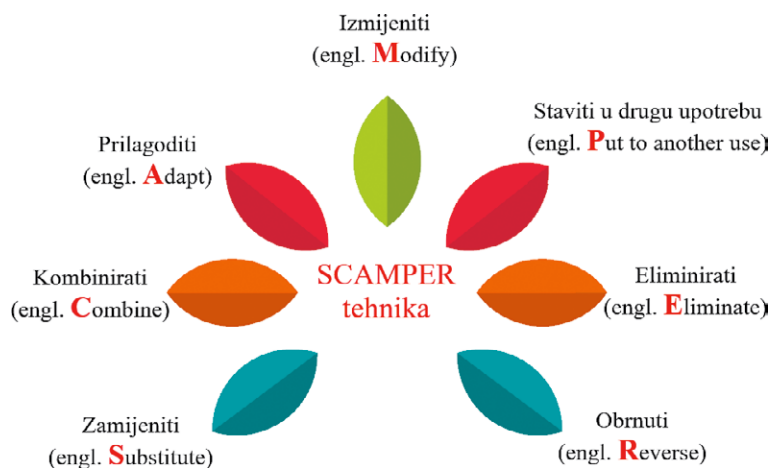
Tehnika Delfi je grupna tehnika predviđanja i prognoziranja koja se koristi za poticanje i primjenu kreativnog razmišljanja. Tehniku je razvila RAND korporacija 1950. godine kako bi se uklonili mnogi negativni

učinci povezani s uporabom interaktivnih skupina za donošenje odluka (posebno dugoročnog predviđanja). Definirana je kao tehnika višestruke ponovne ankete koja omogućava anonimno sustavno preciziranje stručnog mišljenja s ciljem postizanja kombiniranog ili konsenzualnog stava [8, 28-33]. Glavna svrha tehnike je postizanje najpouzdanijeg konsenzusa skupine stručnjaka kroz niz intenzivnih upitnika u kombinaciji s kontroliranim povratnim informacijama. Dobivanjem konsenzusa skupine stručnjaka koji koriste taj postupak, istraživači mogu prepoznati i odrediti prioritete te razviti okvir za njihovo prepoznavanje [31, 34, 35].

Ova tehnika ima brojne prednosti [31, 32, 35-38]:

- moguć je angažman različitog broja sudionika u stručnom panelu, koji varira od 5 do 1685. Smjernicama je sugerirano da se broj sudionika razlikuje ovisno o opsegu problema i dostupnim resursima. Stručnjaci moraju imati određena znanja, percepciju i volju za sudjelovanjem u panelu,
 - kontrolirane anonimne povratne informacije s manje pritiska na članove panela,
 - razvoj konsenzusa te
 - relativno jednostavan i troškovno prihvatljiv pristup velikom broju stručnjaka koji mogu biti geografski udaljeni.
- Nedostaci ove tehnike su [32, 37, 38]:
- složenost i zahtjevnost procesa koji ovisi o samodisciplini i odgovornosti sudionika,
 - tehnika zahtjeva određeno vrijeme i predanost ispitanika,
 - nema garancije za postizanje pravog konsenzusa (tzv. manipulirani konsenzus).

Među raznim značajkama ove tehnike, četiri značajke su obično nepromijenjene, uključujući anonimnost, iteraciju, kontroliranu povratnu informaciju i statistički-grupni odgovor. Anonimnost osigurava prevladavanje prepreka razmišljanja grupe (dominantnost članova s visokim samopouzdanjem, strah od izražavanja vlastitog mišljenja). Tehnika se sastoji od



Sl.1 Tehnika SCAMPER

Tab.2 Ilustrativni primjeri pitanja za korištenje u tehnici SCAMPER

Termin	Primjer pitanja
Zamijeniti	Tko još? Što još osim toga? Drugi sastojak? Drugi materijal? Drugi postupak? Drugi izvor energije? Drugo mjesto? Drugi pristup? Drugi ton glasa?
Kombinirati	Smjesa? Legura? Asortiman? Kombinirati jedinice? Kombinirati svrhe? Kombinirati žalbe? Kombinirati ideje?
Prilagoditi	Postoje li novi načini da se to iskoristi onako kako jest? Ostale uporabe, ako su modificirane?
Izmijeniti	Novi zaokret? Promijeniti značenje, boju, pokret, zvuk, miris, formu, oblik? Ostale promjene
Staviti u drugu uporabu	Izmijeniti komponente? Drugi uzorak? Drugi izgled? Drugi slijed? Prijenos/promjena uzroka i posljedice? Promijeniti tempo? Promijeniti raspored?
Eliminirati	Što oduzeti? Manje? Kondenzirati? Niže? Kraće? Svjetlije? Izostaviti? Pojednostaviti? Razdvojiti? Podcijeniti?
Obrnuti	Promijeniti pozitivno i negativno? Što je sa suprotnostima? Da se okrene unazad? Naopako? Obrnute uloge?

tri faze: pripremne (odrediti predmet i svrhu istraživanja, formirati skupinu panelista), provedbene (krugovi provedbe, uglavnom dva do tri kruga) i završne faze (obrada podataka, postizanje konsenzusa, priprema izvještaja). Stručnjaci u području interesa koje se istražuje odgovaraju na već unaprijed određena pitanja te se na osnovu njihovih odgovora izračunavaju „prosječni odgovori“. Definitivna predviđanja izrađuju se nakon nekoliko serija obrađenih odgovora u kojima pojedinci čija mišljenja uvelike odstupaju od većine trebaju obrazložiti svoja ekstremna mišljenja. Tada im se pruža još jedna prilika da preispitaju ili revidiraju svoje ranije mišljenje ili procjenu. Ne može se očekivati da će se konačni odgovori podudarati, ali se to neslaganje pone-

kad može umanjiti primjenom opravdanih ispravka u konačnim odgovorima. Tehnikom Delfi moguće je pomoću konsenzusa „pretpostaviti događanja, definirati pojmove, pretpostaviti tijek nekog procesa i izraditi smjernice djelovanja“ [8, 28, 30, 32-34, 37-40].

Različiti modaliteti Delfi istraživanja su [32, 38]:

- Klasična Delfi tehnika (anonimnost sudionika i iskaza, iteracija, kontrolirane anonimne povratne informacije, statistička skupina odgovora, konsenzus),
- Politika Delfi (divergentni, kreativni odgovori, selektivna anonimnost, ekstremna mišljenja, mogućnost izostanka konsenzusa) te
- Odluka Delfi (odlučivanje o društvenim kretanjima i pojavnosti-

ma, „ad-hoc“ donošenje odluka, mali broj sudionika).

Tehnika ima vrlo široku primjenu te se koristi za prognoze razvoja tehnologije, ekonomska predviđanja, donošenje odluka i planiranje, rješavanje pitanja javne politike, politike obrazovanja, utjecaja novih tehnologija na društvo i drugo [8, 29, 31, 32, 35, 37].

2.5. Tehnika SCAMPER

Alex Osborn i Bob Eberle utemeljili su tehniku SCAMPER koja obuhvaća sedam tehnika za transformiranje usluge, procesa ili predmeta u nešto novo [16]. Kao temelj za razvoj ove tehnike, korištena je oluja mozgova. Naziv tehnike je temeljen na prvim slovima engleskih riječi termina koji čine njenu osnovu, kao što je prikazano na sl.1 [15, 16, 41-43].

Mogućnosti definiranja pitanja u sklopu ove tehnike prikazani su u tab.2 [11, 13-17, 19, 20, 42-44].

2.6. Šest šešira za razmišljanje

Pristup koji pomaže u izbjegavanju sukoba i koji usmjerava našu kritičku analizu je pristup Šest razmišljajućih šešira (engl. Six thinking hats) koji je osmislio Edward de Bono 80-ih godina prošlog stoljeća [21, 45, 46]. Pomoću ove tehnike, grupa može procijeniti ideju te argumentirati prednosti i nedostatke. Šest različitih šešira, svaki druge boje, odgovaraju različitim načinima razmišljanja. Razdvajanje različitih mišljenja smatra se prikladnijim nego primjena nekoliko mišljenja istovremeno. Kada sudionici nose jedan od šešira, to znači da izabiru određeni način razmišljanja koji je simboliziran bojom šešira. Promjenom šešira, usvajaju novi način razmišljanja. Svaki od 6 figurativnih šešira predstavlja različitu svrhu ili stil razmišljanja. Figurativno noseći i mijenjajući šešire tijekom procesa kritičkog razmišljanja, sudionici mogu postati usredotočeniji i više uključeni [10, 45-48]. Možnosti definiranja pitanja u sklopu ove tehnike prikazani su u tab.3 [10, 21, 45-49].

Tab.3 Ilustrativni primjeri pitanja za korištenje u tehnici Šest šešira za razmišljanje

Boja šešira	Značenje	Primjer pitanja
Bijeli šešir	Neutralan je i naglašava prikupljanje informacija.	Što se zna o predmetu koji nas zanima? Kada se to dogodilo? Koja je njegova učestalost? Koliko je ljudi sudjelovalo u tome? Zašto se to dogodilo?
Crveni šešir	Usmjeren je na izražavanje stavova, osjećaja i intuicije.	Što vam se sviđa? Što ne volite? Kako se osjećate? Kako se osjećate kad razmišljate o činjenici koja vas se tiče? Kakvi su vaši osjećaji prema osobama uključenim u činjenice?
Crni šešir	Osobe koje ga nose pozivaju se da budu što opreznije, pažljivije i iznose razumno dokumentirane kritike o pitanju koje ih se tiče. Tako se približavaju opasnostima, preprekama, potencijalnim problemima i nedostacima koji postoje.	Koji su nedostaci činjenice koja nas se tiče? Koji je rizik koji će se pojaviti? Hoće li uspjeti? Koji problemi će nastati? Može li to negativno utjecati na nekoga ili nešto?
Žuti šešir	Karakteriziraju ga pozitivne i konstruktivne misli usredotočene na pozitivnu ocjenu razmatranog pitanja. Istražuje vrijednost i koristi proizašle iz problema.	Koje su prednosti činjenice koja nas se tiče? Tko bi imao koristi od ovoga? U kojim se područjima mogu utvrditi pozitivni rezultati? Kako će se postići naši ciljevi?
Zeleni šešir	Predstavlja inovativne ideje vezane uz neku temu i alternativne načine djelovanja.	Koliko različitih načina postoji za postizanje cilja? Koje nove informacije ili nove ideje preporučujete? Postoje li alternative? Kako se problem može riješiti?
Plavi šešir	Koristi se na početku iskustvene radionice za predstavljanje pitanja za raspravu i redosljeda korištenja šešira. Zahtijeva disciplinu te zaustavlja sukobe. Nakon završetka tehnike, poziva se da pročita rezultate i iznese potrebne zaključke.	O kojoj temi razgovaramo? Što nas zanima? Koji su aspekti ove teme? Postoje li alternativni načini rješavanja ovog problema? Što se nadamo postići? Što želimo postići? Koji je redosljed šešira koji će se koristiti? Na kraju plavi šešir rezimira: Što je postignuto? Koji su zaključci? Koji su sljedeći koraci?

Razmišljanje o crnom šeširu ne bi se trebalo koristiti za pokrivanje negativnih osjećaja jer njih predstavlja crveni šešir. U slučaju novih ideja, žuti šešir uvijek treba koristiti prije crnog šešira [10]. Ova tehnika naglašava paralelni proces razmišljanja i najbolje se koristi u učenju u okruženjima u kojima su potrebni produktivnost tima, komunikacija, rješavanje problema i kritičko i kreativno razmišljanje [10].

3. Tehnike kreativnog razmišljanja u istraživanju bio-inoviranih poliesterskih materijala

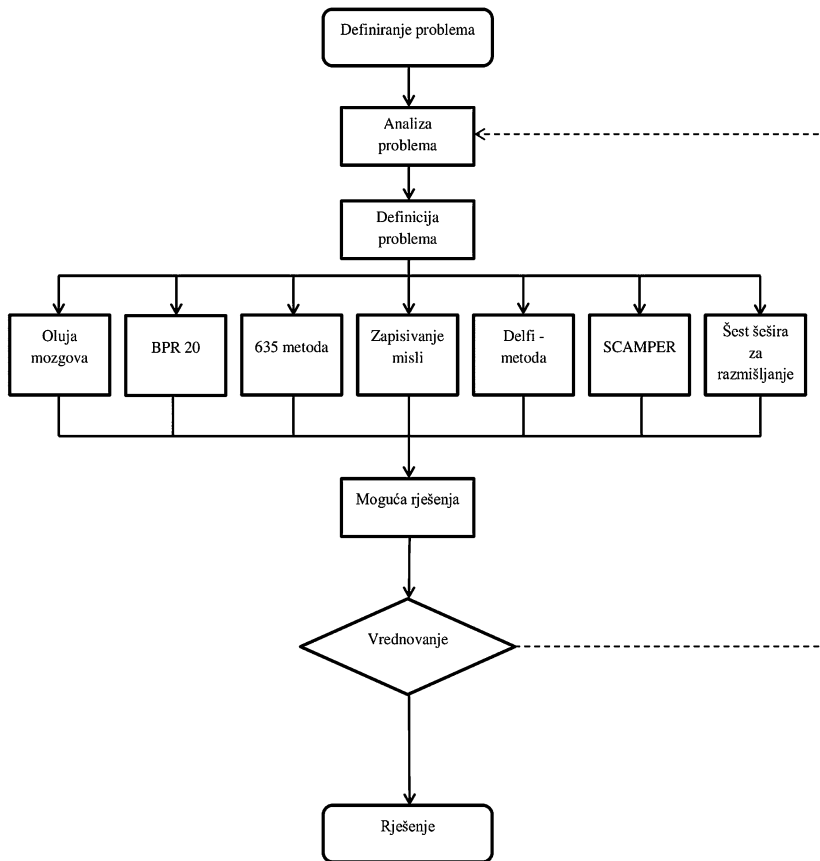
U ovom je poglavlju opisana mogućnost primjene opisanih tehnika kreativnog razmišljanja u znanstvenom istraživanju bio-inoviranih poliesterskih materijala. Dosad su u navedenom području istraživanja konvencionalne obrade poliesterskih materijala izvođene kemijskim postupcima poput alkalne hidrolize i aminolize. Za cilj budućeg istraživanja postavlja

se modificirati poliesterski materijal ekološki prihvatljivim postupkom koji će u konačnici biti ekonomski isplativ. U svrhu ekološki i ekonomski prihvatljivog modificiranja površine poliestera potrebno je učiniti je hidrofilnijom, bez značajnijeg oštećenja vlakna i smanjenja mehaničkih svojstava materijala, uz uvjet da primijenjena sredstva ne budu invazivna prema okolišu.

S obzirom na opseg istraživanja, potrebno je uključiti više osoba kako bi se prikupile sve potrebne informacije za daljnji rad. Radi toga, skupne tehnike se čine kao najidealnije za pronalaženje inovativnih ideja i rješenja. Kako bi se mogle provesti spomenute skupne tehnike, potrebno je oformiti skupinu ljudi s kojima će se ostvariti suradnja. Potrebno je težiti generiranju kreativnih ideja za područje navedenog istraživanja te je potrebno oformiti tim kojeg čine stručnjaci raznih znanstvenih profila. U tim je potrebno svrstati osobe poput: mentora/mentorice osobe koja provodi istraživanje jer ima prethod-

no stečena iskustva u tom području, stručnog suradnika koji je dobro upoznat s laboratorijskim instrumentima koji će se koristiti za vrijeme istraživanja, voditelja/voditeljicu odjela tvrtke koja vrši trenutne obrade poliesterskih materijala za široku primjenu jer ima uvid u aktualne obrade te aktivnog istraživača s drugog sveučilišta koji radi srodna istraživanja na poliesteru. Ukoliko su članovi tima dislocirani, potrebno je koristiti internet kao suvremeni alat koji omogućuje nesmetanu komunikaciju i skupni rad na istraživanju. Na sl.2 prikazan je dijagram toka za istraživanje bio-inoviranih poliesterskih materijala.

Prva tehnika koja se može koristiti je solo-olujna, odnosno individualna olujna mozgovna pomoću koje se može pronaći literatura vezana uz pojedine pojmove na prethodno navedenu temu istraživanja. Pojmovi koji se mogu koristiti su poliesterski materijali, hidroliza poliestera, ekološka obrada poliesterskog materijala, enzimi. Nakon pretražene literature se



Sl.2 Dijagram toka za istraživanja bio-inoviranih poliesterskih materijala

unutar formirane grupe stručnjaka olujom mozgovu generiraju ideje koje mogu usmjeriti istraživača kojim putem pokrenuti istraživanje. Pri tome je poželjno koristiti predložene korake za tu tehniku [18, 20, 21, 27], počevši od generiranja što više ideja za rješavanje problema. Postavljena teza oluje mozgovu može biti „Koja sredstva upotrijebiti kako bi se dobio hidrofilni poliesterski materijal, a da obrada bude ekološki povoljna?“. S obzirom na literaturu pronađenu solo-olujom, pretpostavka je da bi se odabralo korištenje enzima. Poznato je da enzimi djeluju na modifikaciju površine materijala te je pretpostavka da će ideje biti usmjerene na određivanje prikladne vrste enzima koja bi se upotrijebila kako bi se zadržala poželjna mehanička svojstva materijala, a da pri tome ima dovoljan broj -COOH skupina na površini kako bi se postigla željena hidrofilnost. Ukoliko se generira više dobrih ideja, poželjno ih je spojiti u jednu ako je to moguće. Vodeće pitanje je potrebno

postaviti samo ako je evidentno da je došlo do nerazumijevanja teme, ali s obzirom da se tim sastoji od grupe stručnjaka u tom području, mala je vjerojatnost za to.

Obrnutom olujom mozgovu mogu se evaluirati ideje dobivene olujom mozgovu te ih procijeniti prema kontrolnom popisu koji je prethodno naveden u opisu tehnike. Ukoliko u tom trenutku voditelj grupe smatra da se ima dovoljno teza za početak rada, potrebno je pokrenuti istraživanje.

Nakon određenih dobivenih rezultata, BPR 20 tehnikom mogu se analizirati do tada dobiveni rezultati (ili riješiti potencijalno nastali problem). Nastavak istraživanja može se temeljiti na tehnikama 635 i SCAMPER koje bi generirale nove ideje za daljnje istraživanje. Ispravan način korištenja SCAMPER tehnike obuhvatio bi sljedeća promišljanja:

- Zamijeniti nešto?
 - Što se još može upotrijebiti za postizanje hidrofilne površine bez oštećenja materijala?

- Postoje li druga sredstva s kojima bih dobila ista ili bolja svojstva od trenutno dobivenih?
- Kombinirati s nečim drugim?
 - Mogu li kombinirati više enzima istovremeno za postizanje boljeg učinka?
 - Mogu li se dodati akceleratori reakcije, primjerice kationski tenzidi?
- Prilagoditi nešto tome?
 - Postoje li novi načini da se postigne hidrofilna površina poliesterskog materijala?
 - Može li se dobiveni materijal upotrijebiti u različite svrhe?
- Izmijeniti?
 - Mogu li se lipaza, kutinaza, esteraza upotrijebiti za modifikaciju površine poliesterskog materijala?
- Povećati?
 - Ukoliko se kombinira više različitih enzima, kojeg od njih je potrebno više dodati?
 - Treba li povećati duljinu trajanja obrade kako bi se postigla veća hidrofilnost?
 - Ukoliko se smanji koncentracija enzima, treba li povećati količinu akceleratora?
 - Hoće li dulje vrijeme obrade negativno utjecati na mehanička svojstva materijala?
- Preurediti?
 - Kakav će biti utjecaj na materijal ukoliko se istovremeno odvija modifikiranje materijala enzimima s više različitih akceleratora?
- Umanjiti?
 - Hoće li se značajno utjecati na dobivene rezultate ukoliko se skрати vrijeme obrade enzima?
 - Hoće li se postići željena svojstva poliesterskog materijala ukoliko se snizi temperatura obrade na sobnu temperaturu?
- Obrnuti?
 - Što će se dogoditi ukoliko se materijal prvo obradi na visokoj temperaturi, a nakon toga se na njega dodaju enzimi?

Potom se tehnikom Šest šešira za razmišljanje mogu analizirati svi dobiveni rezultati u dosadašnjem istraživanju. S obzirom da svaka boja šešira sama po sebi predstavlja određeno značenje (npr. žuti šešir predstavlja optimizam, pozitivnost, prednosti), pitanje/teza je praktički sama po sebi već unaprijed određena: „Obucite sada žuti šešir i pogledajte koje dobre stvari mogu proizaći iz ove ideje“. Stoga se pitanja sama po sebi ne moraju postavljati. Međutim, ukoliko članovi tima budu željeli konkretna pitanja na koja bi primijenili značenje boje svakoga šešira, odgovori se mogu dobiti postavljanjem pitanja kako je niže navedeno:

- Bijeli šešir - Ima li dovoljno podataka da se završi istraživanje?
- Crveni šešir – Jesu li članovi tima zadovoljni dobivenim rezultatima? Osjećaju li da mogu bolje?
- Crni šešir – Je li sve napravljeno u skladu sa zakonom? Jesu li korištena sredstva koja ne ugrožavaju okoliš?
- Žuti šešir – Koje su prednosti u odnosu na konvencionalnu metodu? Koja očekivanja su ispunjena?
- Zeleni šešir – Postoje li nove ideje za daljnje istraživanje koje bi doprinjele poboljšanju dobivenih svojstava?
- Plavi šešir – Što je sljedeći korak koji se može učiniti uzevši u obzir dobivene rezultate?

Primjena ove tehnike dala bi dobre smjernice za daljnja istraživanja te ukazala na eventualne nedostatke u dosadašnjem istraživanju koji bi se mogli izbjeći u budućnosti. Generiranjem svih ideja dobivenih primjenom različitih tehnika kreativnog razmišljanja obogaćuje se razumijevanje istraživačkog problema i stvara dodana vrijednost istraživanja.

4. Zaključak

Tehnike kreativnog razmišljanja su istovremeno i potpora i poticaj razvoju čovjekove kreativnosti sa svrhom pronalaženja alternativnog pristupa

rješavanju problema i oblikovanja novih ideja. Iz prikaza tehnika kreativnog razmišljanja danog u ovom radu, razvidno je da iste zahtijevaju manji tim stručnjaka, često su relativno jednostavne za primjenu, a u kratkom vremenskom razdoblju mogu generirati zavidan broj raznovrsnih ideja i potencijalnih rješenja. Primjena ovih tehnika u istraživačkom radu možda neće nužno i isključivo dovesti do značajnog preokreta u području istraživačkog djelovanja. No, iz prikazanog primjera primjene tehnika kreativnog razmišljanja na istraživanje bio-inoviranih poliestera, sasvim je razvidno da će doprinijeti konciznijem pristupu istraživanju te preispitivanju prvotno predloženih metoda i postupaka u različitim fazama istraživanja, što će rezultirati kvalitetnijim istraživanjem i značajnijim znanstvenim dosezima. Važno je naglasiti da je iznimno važno poznavanje različitih tehnika kreativnog razmišljanja kako bi se odabrale i primijenile optimalne za pojedinu vrstu istraživanja i tako doprinijelo stvaranju novog pogleda na predmetni problem (razmišljanje izvan okvira) te potencijalnom formiranju sasvim nove vizije mogućeg rješenja.

Zahvala



Rad doktorandice Ivane Čorak sufinanciran je iz „Projekta razvoja karijera mladih istraživača – izobrazba novih doktora znanosti“ Hrvatske zaklade za znanost (HRZZ-DOK-2018-09-4254) Mišljenja, nalazi i zaključci ili preporuke navedene u ovom materijalu isključiva su odgovornost autora i ne odražavaju nužno stajališta Hrvatske zaklade za znanost.

5. Literatura

- [1] Salopek Čubrić, I., G. Čubrić: Creativity, Communication and Collaboration: Grading with Open Badges, MIPRO 2016/CE, 869-874

- [2] Salopek Čubrić, I., G. Čubrić: Kreativnost i tehnologija: Osvrt na primjenu digitalnih bedževa, 9. znanstveno-stručno savjetovanje Tekstilna znanost i gospodarstvo, 25. siječnja 2016., Zagreb, Hrvatska
- [3] Europska komisija: European policy cooperation (ET 2020 framework)
- [4] Salopek Čubrić, I., G. Čubrić: Recognizing, Assessing and Grading Skills: Application Case in Fashion and Design, The Higher Education Conference 2016 – The scholarship of learning, teaching & organizing, 13.-15.07.2016, Amsterdam
- [5] Linsey J. S. et al.: An experimental study of group idea generation techniques: Understanding the roles of idea representation and viewing methods, *Journal of Mechanical Design*, 133 (2011) 3, 031008 (15 pages), <https://doi.org/10.1115/1.4003498>
- [6] Barbarić M.: Obrazovanje inženjera za kreativno i inventivno djelovanje, *Doktorski studij na FSB: Uvod u znanstveno istraživački rad, esej*, 2015./2016., https://www.fsb.unizg.hr/brodogradnja/UZIR-2016-Essay-Marina_Barbaric.pdf
- [7] Hsiao, H.-S. et al.: Development of children's creativity and manual skills within digital game-based learning environment, *Journal of Computer Assisted Learning*, 30 (2014), 377-395
- [8] Ranogajec, V.: Brainstorming, brainwriting and Delphi-method, *Doktorski studij na FSB: Uvod u znanstveno istraživački rad, esej*, 2014./2015., <https://www.fsb.unizg.hr/brodogradnja/UZIR-Essay-Ranogajec-Vanja.pdf>
- [9] Liu Z.E., D.J. Schönwetter: Teaching creativity in engineering, *Int. J. Engng Ed.*, 20, (2004) 5, 801-808
- [10] Szyarto C.A.: The Six Thinking Hats: A Constructivist's Technique to Facilitate the Transfer and Application of Critical and Creative Thinking, *Book Chapter, Chapter 7, CreateSpace, City University of Seattle, School of Management*, 2011, 83-99
- [11] Mishra, P. et al.: A new approach to defining and measuring creativity: Rethinking technology & cre-

- ativity in the 21st century, *Tech-Trends* 57 (2013) 5, 10-13
- [12] Henriksen D. et al.: Infusing Creativity and Technology in 21st Century Education: A Systemic View for Change, *Educational Technology & Society*, 19 (2016) 3, 27-37
- [13] Ritter S.M., N. Mostert: Enhancement of creative thinking skills using a cognitive-based creativity training, *J. Cogn. Enhanc.* 1 (2017), 243-253
- [14] Özyaprak M., M.Z. Leana-Taşçılar: The effectiveness of self-regulated learning on teaching SCAMPER technique of creativity, *Turkish Journal of Giftedness and Education*, 9 (2019) 1, 16-31
- [15] Islim O.F., S. Karataş: Using the Scamper technique in an Ict course to enhance creative problem solving skills: An experimental study, *Turkish Online Journal of Educational Technology*, December 2016, 1291-1296
- [16] Idek M.: Measuring the application of SCAMPER technique in facilitating creative and critical thinking in composing short stories and poems, *Malaysian Journal of Higher Order Thinking Skills in Education*, Edition 2/2016
- [17] Eragamreddy N.: Teaching Creative Thinking Skills, *IJ-ELTS: International Journal of English Language & Translation Studies*, 1 (2013) 2, ISSN: 2308-5460
- [18] Litcanu M. et al.: Brain-writing vs. brainstorming case study for power engineering education, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 191 (2015), 387-390
- [19] Felder R.M.: Creativity in engineering education, *Chemical Engineering Education*, 22 (1988) 3, 120-125
- [20] Vukšić M.: Tehnike kreativnog razmišljanja, *Doktorski studij na FSB: Uvod u znanstveno istraživački rad, esej*, 2017./2018., <https://www.fsb.unizg.hr/brodogradnja/2018-UZIR-Vuksic.pdf>
- [21] Brown D., J. Kusiak: Creative thinking techniques, *IRM Training – White Paper*, 2005-2007
- [22] Ozcelik Y.: Do business process reengineering projects payoff? Evidence from the United States, *International Journal of Project Management*, 28 (2010), 7-13
- [23] Dennis A. R. et al.: Breaking the rules: success and failure in groupware-supported business process reengineering, *Decision Support Systems* 36 (2003), 31-47
- [24] Motwani J. et al.: Business process reengineering, A theoretical framework and an integrated model, *International Journal of Operations & Production Management*, 18 (1998) 9/10, 964-977
- [25] O’Neill P., A.S. Sohal: Business Process Reengineering, A review of recent literature, *Technovation* 19 (1999), 571-581
- [26] Hussein B., A. Dayekh: Business Process Reengineering (BPR) Key Success Factors, *International Journal of Applied Management Sciences and Engineering*, 1 (2014) 1, 58-66
- [27] Brown D., J. Kusiak: Problem analysis techniques, *IRM Training – White Paper*, 2002-2007
- [28] Goodman C.M.: The Delphi technique: a critique, *Journal of Advanced Nursing*, 12 (1987), 729-734
- [29] Ono R., D.J. Wedemeyer: Assessing the validity of the Delphi technique, *Futures*, 26 (1994) 3, 289-304
- [30] Rowe G., G. Wright: The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis, *International Journal of Forecasting* 15 (1999), 353-375
- [31] Nworie J.: Using the Delphi Technique in Educational Technology Research, *TechTrends* 55 (2011) 5, 24-30
- [32] Yousuf M.I.: Using Experts’ Opinions Through Delphi Technique, *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 12 (2007) 4, 1-8, <https://doi.org/10.7275/trph-t210>
- [33] Hsu C.-C., B.A. Sandford: The Delphi Technique: Making Sense of Consensus, *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 12 (2007) 10, 1-8; <https://doi.org/10.7275/pdz9-th90>
- [34] Habibi A. et al.: Delphi Technique Theoretical Framework in Qualitative Research, *The International Journal of Engineering And Science (IJES)*, 3 (2014) 4, 8-13, ISSN: 2319-1813
- [35] Powell C.: Methodological issues in nursing research, *The Delphi technique: myths and realities*, *Journal of Advanced Nursing*, 41 (2003) 4, 376-382
- [36] Bowles N.: The Delphi technique, *Nursing Standard*, 13 (1999), 32-36
- [37] Thangaratnam S., C. WE Redman: The Delphi technique, *EDUCATION, The Obstetrician & Gynaecologist* 7 (2005), 120-1255
- [38] Visković I.: Mogućnosti primjene Delfi metode u pedagoškim istraživanjima, *Napredak* 157 (2016.) 1-2, 187-204
- [39] Dalkey N., O. Helmer: An experimental application of the delphi method to the use of experts, *Management Science* 9 (1963) 3, 458-467
- [40] Riggs W.E.: The Delphi Technique, *An Experimental Evaluation*, *Technological Forecasting and Social Change* 23 (1983), 89-94
- [41] Eberle B.: SCAMPER: Creative games and activities for imagination development. Waco, TX: Prufrock Press (2008), ISBN-13: 978-1593633462
- [42] Moreno D.P. et al.: Creativity in transactional design problems: Non-intuitive findings of an expert study using SCAMPER, *International Design Conference – Design 2014*, Dubrovnik – Croatia, May 19-22, 2014
- [43] Gündoğan A.: SCAMPER: Improving creative imagination of young children, *Creativity studies* 12 (2019) 2, 315-326, ISSN 2345-0479
- [44] Hijazi M. M.-K.: SCAMPER Technique to promote creative thinking and learning the compound attack in fencing, *Assiut Journal of Sport Science and Arts „AJSSA“*, 2016. 15-31
- [45] Kaya MF.: The Effect of Six Thinking Hats on Student Success in Teaching Subjects Related to Sustainable Development in Geography Classes, *Educational Sciences: Theory & Practice* 13 (2013) 2, 1134-1139
- [46] Kivunja C.: Using De Bono’s Six Thinking Hats Model to Teach Critical Thinking and Problem Solving Skills Essential for Success in the 21st Century Economy, *Creative Education* 6 (2015), 380-391

- [47] Papakitsos E.C. et al.: Utilizing the method of De Bono Six Thinking Hats for making educational decisions, *Educational Journal of the University of Patras UNESCO Chair*, 4 (2017) 1, 60-70
- [48] Hani U. et al.: The Effect of Six Thinking Hats and Critical Thinking on Speaking Achievement, *Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR)*, 82 (2017), 85-88
- [49] Carl W.J., III: Six Thinking Hats: Argumentativeness and Response to Thinking Model, A paper presented at the annual conference of Southern States Communication Association, March 1996, Memphis, TN

SUMMARY

Application of creative thinking techniques in the research of bio-innovated polyester materials

I. Čorak, I. Salopek Čubrić, A. Tarbuk

The term creativity refers to the ability to formulate, reorganize, and retest a hypothesis to solve a whole new problem. Since creativity is not necessarily an innate trait of an individual, but can be improved by learning, practicing, and creating a creative environment, a number of formal techniques have been developed to encourage creative thinking. The paper singles out and describes creative thinking techniques that are adapted for use in scientific research in the field of technical sciences, namely: Brainstorming, BPR 20, Thought Brainwriting, 635, Delphi, SCAMPER and Six Thinking Hats. The same then applies to scientific research into bio-innovative polyester material, the aim of which is to modify the polyester material through an environmentally friendly process that will eventually be economically profitable.

Keywords: creativity, creative thinking techniques, textile, research, bio-innovated materials

University of Zagreb

Faculty of Textile Technology

Zagreb, Croatia

e-mail: ivana.salopek@tft.unizg.hr

Received June 29, 2019

Anwendung kreativer Denktechniken bei der Erforschung bio-innovierter Polyestermaterialien

Der Begriff Kreativität bezieht sich auf die Fähigkeit, eine Hypothese zu formulieren, neu zu organisieren und erneut zu testen, um ein ganz neues Problem zu lösen. Da Kreativität nicht unbedingt eine angeborene Eigenschaft eines Individuums ist, sondern durch Lernen, Üben und die Schaffung eines kreativen Umfelds verbessert werden kann, wurde eine Reihe formaler Techniken entwickelt, um kreatives Denken zu fördern. In der Arbeit werden kreative Denktechniken herausgegriffen und beschrieben, die für den Einsatz in der wissenschaftlichen Forschung auf dem Gebiet der technischen Wissenschaften geeignet sind, nämlich Brainstorming, BPR 20, Brainwriting, 635, Delphi, SCAMPER und Six Thinking Hats. Dasselbe gilt dann für die wissenschaftliche Erforschung von bio-innovativem Polyestermaterial, dessen Ziel es ist, das Polyestermaterial durch einen umweltfreundlichen Prozess zu modifizieren, der letztendlich wirtschaftlich rentabel sein wird.