

## Utjecaj novih trendova organizacije proizvodnje na industriju tekstila i odjeće

Prof. dr. sc. **Gojko Nikolić**  
Sveučilište u Zagrebu Sjever  
Tekstilno-tehnološki fakultet  
Zagreb, Hrvatska  
e-mail: [gojko.nikolic@tff.unizg.hr](mailto:gojko.nikolic@tff.unizg.hr)  
Prispjelo 20. 1. 2020.

UDK (677+687):658.564  
Stručni rad

*Od 2011. godine na organizaciju procesa industrijske proizvodnje utječe koncept „Industrije 4.0“, a potom i „Kružno gospodarstvo“. Ti zahtjevi koje nameće tržište i zaštita okoliša nisu kod svih jednako primjenjivi niti ih je moguće implementirati u nekim primjerenim rokovima. Posebno je to teško ostvarivo za industriju odjeće, jednom zbog problema primijene automatizacije na manipulaciju tekstilnim materijalom, a drugi put zbog zahtjeva promjene osnovnog materijala koji se lako reciklira, a još više zbog zahtjeva promjene ponašanja u odnosu na odjevne predmete. U članku se opisuju specifični problemi industrije odjeće kod implementacije oba koncepta.*

**Ključne riječi:** industrija odjeće 4.0, automatizacija šivanja, kružno gospodarstvo, razgradivi materijali za odjeću, iznajmljivanje odjeće

### 1. Uvod

U posljednjih desetak godina pojavila su se dva zahtjevna trenda koja značajno utječu na industrijsku proizvodnju. To je primjena koncepta „Industrija 4.0 (5.0)“, te „Kružno gospodarstvo“. Opće je mišljenje da je primjena oba trenda neophodna, jednog zbog održivosti na tržištu, a drugog zbog zaštite okoliša i prirodnih resursa. Oba koncepta zahtijevaju vrlo složene zahvate, a implementacija je izrazito složena za svaki industrijski subjekt. Često se ti procesi u razmišljanjima i pristupu implementaciji pojednostavnjuju, tako se koncept industrije 4.0 poistovjećuje samo s digitalizacijom, a kružno gospodarstvo s obavezama industrije za zaštitom okoliša. Ni jedno ni drugo pojednostavnjenje

nije točno, iako su ti procesi uključeni, ali pojednostavnjuju sliku potrebnih zahvata. Ovakvu modifikaciju procesa proizvodnje prije svega nameće tržište i dostignuti razvoj tehnike. Ove trendove pa i zahtjeve posebno potiče EU davanjem smjernice i okvirnih rokova za implementaciju. Ti su zadaci izuzetno složeni za sve vrste proizvodnje, a ponekad su i operativno nerješivi, posebno je komplicirana njihova primjena u industriji tekstila i odjeće.

### 2. Digitalizacija

Digitalizacija procesa proizvodnje započela je još u drugoj polovici prošlog stoljeća, te je primijenjena za upravljanje poslovnim procesima mnogih tvrtki. Rutinska, repe-

titivna radna mjesta su najviše automatizirana. Razvojem umjetne inteligencije (AI), automatizacija se širi i na druga područja rada koja nisu rutinska. Primjena umjetne inteligencije u gospodarstvu pojačava se minijaturizacijom računala, povećanjem računalne snage, korištenjem oblaka za spremišta informacija. Primjeni automatizacije sve više doprinosi i kontinuirani dostup (pristup) i postojanje podataka od Internet stvari (Internet of Things - IoT) [1].

U industriji odjeće automatizacija procesa rada provedena je tamo gdje je bilo moguće i isplativo. Digitalizacijom su riješeni problemi poslova administriranja u širem smislu, od komercijale i knjigovodstva, tehničke dokumentacije, lansiranje i obrade radnih naloga, do isporuke. Mnoge radne opera-

cije su automatizirane osim onih kod kojih su se tekstilni dijelovi morali premješati prostorno, ili su zahvati bili slične vrste, poput npr. šivanja.

### 3. Industrija odjeće 4.0

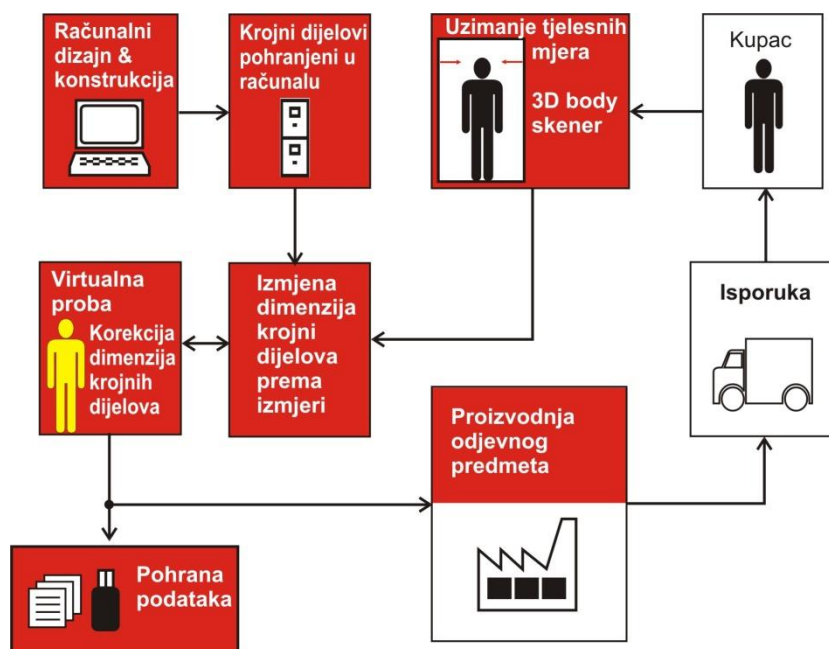
Koncept industrije 4.0 podrazumijeva maksimalnu fleksibilnost suvremenih računalno vođenih, proizvodnih strojeva (CPS) koji industrijski na proizvodnim linijama mogu izrađivati „unikatne“ proizvode prema zahtjevu i potrebi svakog pojedinačnog kupca. U industriji odjeće vrlo su složena tehnička rješenja takvih proizvodnih linija i još uvijek nisu tehnički operativno riješena. Zbog specifičnosti tih rješenja cjelokupni koncept industrije 4.0 za tu vrstu industrije naziva se i industrijom odjeće 4.0 [2].

U proizvodnji odjeće danas je primijenjena automatizacija korištenjem računala i odgovarajućih softverskih programa u raznim procesima rada, 3D skener tijela za uzimanje tjelesnih mjera bez dodira, strojeva za iskrojavanje i sl. uređaja (sl.1).

Još nije prikladno riješen problem spajanja krojnih dijelova šivanjem, zbog tekstilnog materijala koji se nepredvidivo „ponaša“, što je neprikladno za automatizaciju. Izraci od krutih materijala, poput metala, kartona, plastike i sl. jednostavno se hvataju, prostorno prenose i orijentiraju, te je automatizacija za njih primjenjiva. S tekstilnim materijalima teško je rukovati jer su fleksibilni i iskrivljuju se, što je posebno izraženo kod procesa šivanja.

Intenzivno se traže najprihvatljivija rješenja tog problema i postoji više pravaca u kojima su ona usmjerena:

- Prvo rješenje dovođenjem tekstila u kruto stanje, zamišljeno je da se realizira na dva načina. Kod prvog tekstilni izraci se lagano navlažuju i zamrzavaju



Sl.1 Načelni prikaz postojećeg stupnja automatizacije u industriji odjeće (crveno označeni dijelovi tehnološkog procesa su automatizirani)

na -5 °C (patentirano rješenje profesora s TTF-a iz 2003. - Patent PK20031024). Cijeli proces automatske izrade odjevnog predmeta odvija se u tunnelskim komorama s temperaturom od -5 °C. Drugo rješenje uključuje premazivanje polimernim premazom koji se skrućuje, a nakon prestanka potrebe za krutim izratkom, taj se sloj jednostavno odstranjuje (rješenje tvrtke SoftWear Automation s robotom Sewbot iz 2012.), o čemu je detaljnije pisano u časopisu Tekstil [2].

- Drugo rješenje za koje se misli da bi moglo riješiti taj problem je razvoj umjetne inteligencije, koja bi percipirala okolinu i upravljala rukama robota poput čovjeka koji obavlja operaciju šivanja ili sličnih radnih operacija.
- Treće rješenje proizlazi iz korjenite promjene dosadašnjeg načina spajanja krojnih tekstilni dijelova šivanjem, jer se pretpostavlja da će doći do novih tehnoloških postupaka spajanja, a možda i drugih vrsta materijala za odjeću. Moguć je pronalazak novih biorazgradivih materijala, a koji zadovo-

ljavaju zahtjeve koji se postavljaju na svakodnevno nosive odjevne predmete.

Sve to ukazuje da još praktički nije riješena automatizacija jedne od bitnih operacija industrijske proizvodnje odjeće što je sigurno preduvjet ukupne primjene koncepta industrije 4.0 u ovu industriju.

Ozbiljniju „prijetnju“ mogu predstavljati i strojevi za pletenje cijele odjeće, koji su već u upotrebi i kod kojih se isključuje potreba za šivanjem [1].

Velika očekivanja su postojala u primjeni aditivne proizvodnje (3D i 4D) za odjeću, ali su se sadašnja rješenja svela na izradu složenih unikatnih, ekskluzivnih, odjevnih predmeta koja nisu za široku upotrebu [3, 4].

### 4. Nezaposlenost zbog primjene automatizacije

Primjena visokog stupnja automatizacije u industriji izaziva strah od mogućih gubitaka broja radnih mjesta, odnosno nezaposlenosti. Često se u vezi buduće nezaposlenosti citira rad Carla B. Freya i Michala A. Osbornea iz 2013. godine koji su, koristeći određenu

metodologiju istraživanja, ustanovili da će u sljedećim godinama u SAD 47 % zanimanja biti pod velikim rizikom da budu automatizirano [5].

World Economic Forum je 2018. najavio da će u razdoblju od 2018. do 2022., 75 mil. radnih mjesta biti automatizirano, ali da će se istovremeno otvoriti novih 133 mil. radnih mjesta prilagođenih novoj podjeli rada [1]. Iako automatizacija značajnije zamjenjuje nekvalificirana, rutinska radna mjesta, ipak to nije svugdje jednako zastupljeno. To ovisi o nizu čimbenika poput vrste radnih mjesta, finalnom proizvodu, financijskoj snazi tvrtke te gospodarskoj klimi i državnim poticajima. Nova radna mjesta zahtijevati će nova znanja i vještine.

U drugoj polovici prošlog stoljeća industrija odjeće, kao i neke druge industrije, „premještena“ su u nerazvijene zemlje zbog jeftine radne snage. Budući da su ti poslovi radno intenzivni, radi stjecanja većeg profita utjecalo je na tu seobu na istok, prije svega u Aziju. Istraživan je utjecaj automatizacije na gubitak radnih mjesta u odjevnoj industriji čiji je finalni proizvod radno intenzivan. Procjene ukazuju da učešće rada u toj industriji iznosi oko 60 %. Jedno od zadnjih istraživanja (2020.) provedeno je u industriji odjeće Južne Afrike koja je među nekoliko zemalja u razvoju primijenila automatizaciju u svojoj industriji. Istraživanja su pokazala da je ukupni utjecaj automatizacije na nezaposlenost zanemariv i predviđa se da će i dalje biti takav. U nekim slučajevima, povećana automatizacija povećala je zaposlenost jer je porastom produktivnosti došlo do snižavanja cijena, a time i povećanja narudžbi [1, 6]. Zbog primjene sve sofisticiranije automatizacije za proizvodnju više neće biti nužna jeftina radna snaga, već kapital koji se investira u nove proizvodne linije i digitalizaciju. Industrija koja je nekada

odlazila prema nerazvijenim zemljama, s jeftinom radnom snagom, doživljava povratak – reshoring. Ta industrija se vraća natrag u razvijene zemlje iz kojih je otišla [1]. Više je razloga tome. Smanjuje se razlika u plaćama između nerazvijenih i razvijenih država, radna mjesta se sve više automatiziraju. Izrađuju se sve sofisticiraniji i trajniji proizvodi. Cijene troškova prijevoza također su značajna stavka u ukupnoj cijeni. Potreban kapital lakše osigurava bogatiji zapad. Više nema potrebe da ta industrija bude u zemljama s jeftinom radnom snagom. Iako je ta logika prisutna za mnoge, do sada radom intenzivne proizvodnje, za industriju odjeće još nije krenuo postupak reshoringa jer je još uvijek rentabilnija izrada odjeće u nerazvijenim zemljama, odnosno zemljama s manjom cijenom rada. Procjene implementacije koncepta industrije 4.0 ukazuju da će se ostvariti između 2035. i 2065. godine. To se ne odnosi i na industriju odjeće zbog navedenih razloga. Osim toga specifičnost proizvodnje odjeće je česta promjena finalnog proizvoda zbog mode, što utječe na veličinu narudžbi i njenu dugotrajniju održivost [1].

## 5. Kružno gospodarstvo

Drugi trend koji zahvaća industriju definiran je pojmom kružnog gospodarstva. To je za sada najzahtjevniji proces koji bi se trebao ostvariti u određenom prihvatljivom roku. Cilj je kroz promjenu ciklusa proizvodnje zaštititi prirodne resurse zemlje i spriječiti daljnje onečišćenja i devastaciju prirode. Na današnjem razvoju čovječanstva, proces proizvodnje linearnim načelom: uzmi, preradi, koristi i odbaci ugrožava prirodu. Po analizama znanstvenika dosegao se trenutak kada takav odnos prema prirodi može ozbiljno utjecati na kvalitetu života ljudi, a u nekim slučajevima

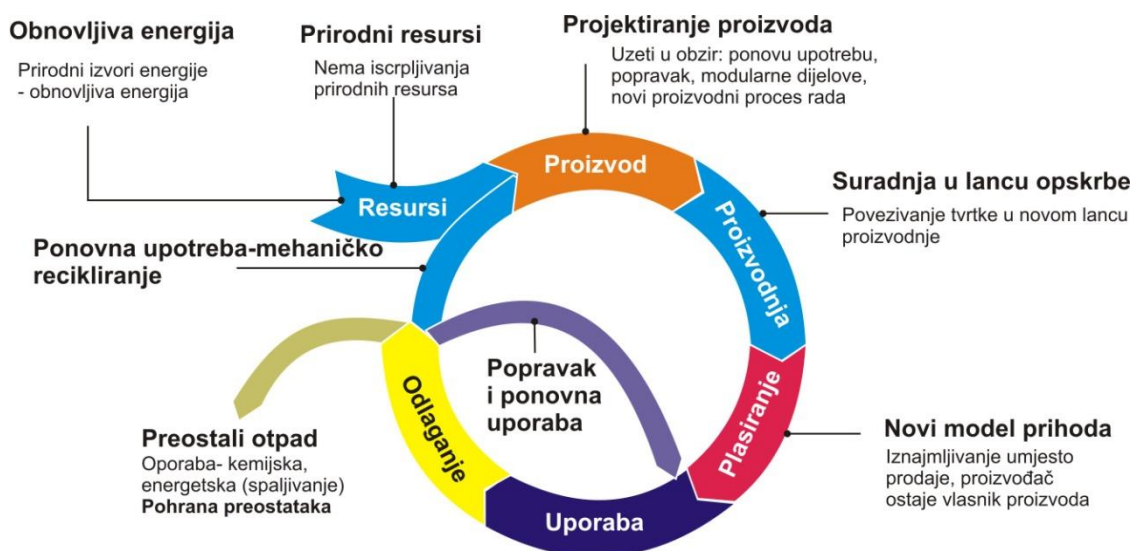
i opstanak u ovakvom obliku na zemlji. Sve je nužno podrediti zaštiti prirodnih resursa, jer sadašnja situacija ljudske nebrige prijeti takvim promjenama koji bi mogle biti kobne za čovječanstvo. Ključni elementi kružnog gospodarstva su: iskorištenje prirodnih obnovljivih izvora energije (sunce, vjetar, voda), te oporaba. Ona obuhvaća mehaničko i kemijsko recikliranje te kompostiranje. Dio oporabe namijenjen je pretvaranju otpada u energiju izgaranjem, bez zagađivanja prirode bilo zemljišta, zraka ili rijeka, jezera i mora. To zahtjeva drugačije osmišljavanje proizvoda i procesa proizvodnje, ali i nove modele ostvarivanja prihoda, pri čem je zaštita prirode najvažniji cilj [7].

Sva rješenja i načela rada mogu se naći u prirodi gdje sve ima svoj ciklus od nastanka (rađanja), rada (života), uništenja (umiranja) i potom oporabe za novi život. U prirodi nema otpada koji se ne iskorištava. Čovjek jedini u svojim postupcima remeti taj prirodni sklad [7].

Cilj kružne ekonomije je izgradnja održivog društva temeljenog na recikliranim i obnovljivim resursima, kako bi se mogao oblikovati model koji više ne smatra resurse beskonačnim. Ovaj novi model gospodarskog razvoja usredotočen je na proizvodnju dobara i usluga uzimajući u obzir ekološke i socijalne troškove [8].

To je neophodnost djelovanja i transformacije, a mnogi nisu ni svjesni što znači i koliko mijenja ne samo proizvodne procese, već svakodnevni život i navike ljudi. Zahtijevati će projektiranje drugačijih proizvoda, korištenjem drugih vrsta materijala. Promjene će nastati i u vrstama usluga i u ponašanju ljudi.

Prema uzoru iz prirode smatra se da bi naši sustavi trebali raditi poput organizama, obrađujući „hranjive“ tvari koje se mogu vratiti u ciklus - bilo biološki ili tehnički –



Sl.2 Koncept kružnog gospodarstva

stoga se obično koristi pojam „zatvorene petlje“ ili „kružnog ciklusa“ [8].

Odstupanje od linearnih oblika proizvodnje najčešće dovodi do razvoja novih temeljnih kompetencija duž lanca vrijednosti i u konačnici procesa koje smanjuju troškove, poboljšavaju učinkovitost, udovoljavaju naprednim društvenim vrijednostima i očekivanjima „osvijestjenih“ potrošača [8].

Četiri engleske riječi koje počinju s R (nazvan koncept 4R) opisuju suštinu koncepta kružnog gospodarstva. To su: *Repair* - popraviti, *Reuse* - ponovo upotrijebiti, *Remanufacture* - preraditi i ponovo proizvesti, te *Recycle* – reciklirati. Ovome su naknadno, dodani pojmovi označeni s XR koje se odnose na promišljanje kupaca i njihovu promjenu ponašanja [7].

Kružno gospodarstvo je najzahtjevniji i najneizvjesniji, ali ujedno i najneophodniji korak koje čovječanstvo mora napraviti.

Ono utječe i na profit koji je pokretač u većini društava i na što su ljudi najosjetljiviji. Utječe na ponašanje ljudi, njihov odnos prema stvarima i prirodi. Moraju promijeniti svoje navike i ponašanje koje se odnosi na smanjenja upotrebe proizvoda (*Reduce*), te ponovnu njihovu uporabu (*Reuse*);

moraju prestati bacati proizvode, već ih trebaju popraviti i ponovo koristiti (*Repair*) ili prenamijeniti proizvod za neku drugu uporabu (*Repurpose*); nepotreban proizvod trebaju pokloniti nekome kome je potreban (*Regift*), i niz sličnih zahtjeva koji ukazuju na promjenu postojećeg ponašanja [7].

Od gospodarskih subjekata traži se ušteda energije i korištenje obnovljivih izvora te uporaba novih materijala koji se mogu ponovo koristiti ili reciklirati. Rekonstrukcija proizvoda biti će nužna ne samo zbog novih materijala već i zbog izrade te, gdje je to moguće, zbog jednostavnijeg popravka i ponovnog korištenja pojedinih dijelova. Uvelo bi se pravo potrošača da može vratiti proizvod nakon isteka garancije. Sve se više govori o novom modelu poslovanja koji proizlazi iz ostvarivanja prihoda iznajmljivanjem (npr. elektronike, odjeće, namještaja, prijevoza), kod kojeg proizvođač ostaje trajni vlasnik proizvoda. Time se mijenja odnos proizvođača prema kvaliteti proizvoda, otvara se mogućnost ponovnog korištenje rezervnih dijelova i na kraju smanjuje otpad [7, 8].

Navedeni zahvati ne smanjuju, već povećavaju zaposlenost. Otvoriti će se jedno radno mjesto za svakih 10.000 t otpada koje se spaljuje, 36

radnih mjesta ako se taj otpad mehanički reciklira, a 296 ako se ponovo iskorištava. Ta nova radna mjesta nazivaju se Green Jobs i Environmental Jobs. Procjenjuje se da bi se u EU do 2030. otvorilo 700 000 novih radnih mjesta. Uz to bi se potrošačima osigurali kvalitetniji i dugotrajniji proizvodi [7]. Proizvodni sektor EU-a mogao bi ostvariti neto uštedu na troškovima materijala u iznosu do 630 mlrd. USD godišnje do 2025. [8].

Digitalizacija i digitalne tehnologije (npr. internet stvari, umjetna inteligencija, umrežavanje i sl.) smatraju se ključnim pokretačem za implementaciju kružnog gospodarstva. Digitalne tehnička rješenja omogućuju učinkovito rješavanje zadataka kružnog gospodarstva [8].

## 6. Aktivnosti Europske unije po pitanju kružnog gospodarstva

Europska unija donosila je niz dokumenata vezanih za problematiku kružnog gospodarstva. Dokument „Manifest za Europu koja učinkovito koristi resurse“ donesen je 2012., a 2014. uspostavljen je „Program bez otpada“ za Europu u sklopu kružnog

gospodarstva. Dokumentima se naglašava važnost „sustavne promjene u korištenju i oporavku resursa u gospodarstvu“ u osiguravanju budućih radnih mjesta i konkurentnosti. Navedeni su potencijalni putovi kružnog gospodarstva u inovacijama i ulaganjima, koji povećavaju mogućnosti za nove poslovne modele i postavljanje jasnih ciljeva. Naglasili su da kružno gospodarstvo ima važnu ulogu u gospodarskom rastu europskih zemalja. EU je 2020. objavila „Akcijски plan“ za kružno gospodarstvo koji je usmjeren na industrije koje intenzivno koriste resurse, na smanjenju otpada i nultu ispuštanju CO<sub>2</sub> u atmosferu, te standardizaciju održivih proizvoda u Europi. Europski parlament je predao svoje prijedloge „Akcijskog plana“ Komisiji za provedbu kružnog gospodarstva (CEAP). Posebno su istakli 5 glavnih područja na koje treba obratiti pozornost. To su proizvodnja i nastali otpad baterija, građevinskog materijala, plastike i tekstila [8].

U sklopu aktivnosti u vezi kružnog gospodarstva jedan od zahtjeva Europskog parlamenta je da do 2030. godine sva plastična ambalaža bude prikladna za recikliranje. Takav zahtjev bilo je nužno postaviti jer od 25 mil. t plastičnog otpada koja nastaje godišnje u EU samo se 30 % prikuplja i reciklira. Plastični proizvodi su postali sastavni dio života i bez njih nije moguće zamisliti svakodnevni život, ali nužno se brinuti o nastalom otpadu [7].

## 7. Kružno gospodarstvo u industriji tekstila i odjeće

### 7.1. Otpad u proizvodnji tekstila i odjeće

Prema nekim parametrima, industrija tekstila je treći najvećih zagađivača okoliša. Parametri koji se gledaju su u prvom redu korište-

nje velikih količina vode u proizvodnji tekstila, a potom otpuštanje vlakna (posebno problematična su vlakanca od sintetičkih tekstilnih proizvoda) kod pranja u ispusne vode iz kojih ona dospijevaju u rijeke, jezera i mora. Dodatno, oko 75 % proizvedene odjeće završava na otpadu jer se najčešće koristi samo kratko vrijeme, nakon čega se uglavnom šalje na odlagalište ili spaljuje [9].

U procesima proizvodnje tekstilna industrija rabi, osim prirodnih vlakana koja se dobivaju uzgojem (npr. pamuka), više od 65 % umjetnih vlakana (od različitih organskih polimera, često polimera koja pripadaju skupini plastike, npr. polistera).

Tekstilna industrija u procesu rada godišnje potroši 93 mlrd. m<sup>3</sup> vode (uključujući proizvodnju pamuka), koju poslije toga treba pročistiti [9].

Više od 500 mlrd. USD godišnje se gubi zbog nedovoljnog iskorištenja odjeće i recikliranja. Ukupne emisije stakleničkih plinova iz proizvodnje tekstila (oko 1,2 mlrd. t/god), veće su od emisija ukupno svih međunarodnih letova i pomorskog prometa [9]. Pranjem proizvoda od sintetičke tkanine nastaje pola mil. t mikroplastike, koja završava u moru. To je 35 % primarne mikroplastike ispuštene u okoliš (Izvor EEA-2019.; EPRS-2017.), koja prehrambenim lancem preko morskih organizama može doći i u tijelo čovjeka [7].

### 7.2. Primjena kružnog gospodarstva na industriju tekstila i odjeće

Vjerojatno je industrija tekstila i odjeće najizrazitiji primjer na kojem se mogu uočiti i predvidjeti promjene. U toj industriji su promjene i zahtjevi kružnog gospodarstva najuočljiviji, možda i najteže ostvarivi.

Tekstil i odjeća dio su svakodnevnog života i važna grana u ekonomiji. Teško je zamisliti svi-

jet bez tekstila i odjeće. Odjeću nose gotovo svi, a za mnoge je važan izraz individualnosti [9].

Linearni sustav proizvodnje ostavlja mnogo neiskorištenih ekonomskih mogućnosti, vrši pritisak na resurse, zagađuje i degradira prirodni okoliš i njegove ekosustave. Teško je kvantificirati ekonomskim veličinama ove negativne utjecaje. Tekstilna industrija je važan faktor u globalnoj ekonomiji, posebno jer zapošljava stotine milijuna ljudi širom svijeta. Primjenom načela kružnog gospodarstva u tekstilnoj i industriji odjeće zamišljeno je da tekstil i odjeća ne završavaju kao otpad [9].

Implementirajući načela kružnog gospodarstva, tekstilna industrija se može transformirati u održivo poslovanje s dodatnim mogućnostima. Pruža potrebne argumente za promjene, kako financijske tako i ekološke. Izvješće „Nova ekonomija tekstila“ iz 2017. godine, navodi četiri ključna zahtjeva nužna za uspostavljanje kružnog gospodarstva u industriji tekstila i odjeće:

1. Postupni prestanak rabljenja štetnih tvari i ispuštanja mikrovlakana, odnosno mikroplastike,
2. Promjena načina dizajniranja, prodaje i uporabe tekstila i odjeće,
3. Značajno povećanje prikupljanja tekstila i odjeće te njeno recikliranje i prerada,
4. Učinkovito iskorištenje resursa i prelazak na obnovljive izvore [8, 9].

Odjeća predstavlja više od 60 % ukupnog korištenog tekstila. U posljednjih 15 godina proizvodnja odjeće približno se udvostručila (sl.3). Razlog tome se nalazi ne samo u povećanom broju ljudi na zemlji, već i rastu populacije srednje klase s većim platežnim mogućnostima. Time je povećana prodaja po stanovniku. Također brzi rast je djelomično i posljedica pojave „brze mode“, bržeg uvođenja novih stilova, povećanog



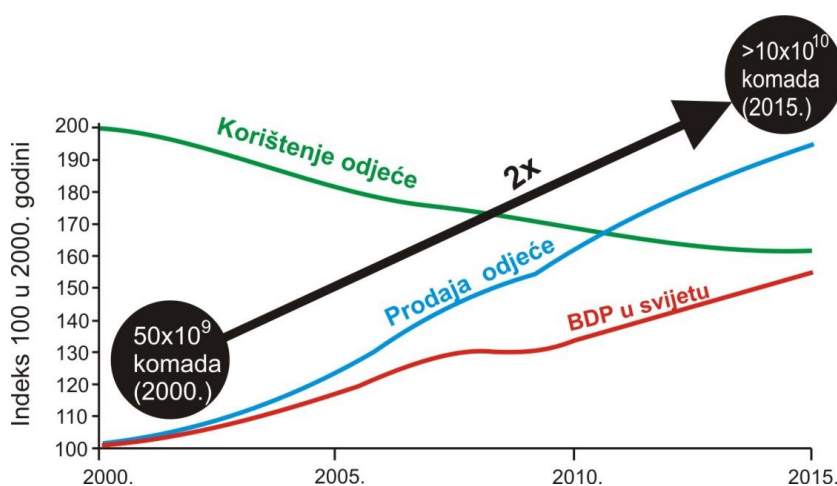
broja kolekcija koje se nude godišnje i nižih cijena [9].

Sadašnji sustav proizvodnje i rabljenja odjeće izuzetno je veliki izvor zagađenja okoline. Jedan od razloga je i premalo iskorištenje odnosno nošenje odjeće. Prosječan broj nošenja odjevnog predmeta prije nego što se prestane koristiti smanjio se za 36 % u odnosu prije 15 godina (sl.3), naravno podaci su različiti za različite zemlje. One čije stanovništvo ima niske prihode imaju relativno visoku stopu iskorištenja odjeće, u odnosu na druge. U SAD-u odjeća se npr. nosi samo oko četvrtine svjetskog prosjeka. Neke procjene navode da se odjeća odbacuje već nakon sedam do deset nošenja. Kina je primjer kako utjecaj rasta standarda utječe na korištenje odjeće. Kod njih se smanjilo korištenje za 70 % tijekom posljednjih 15 godina. Gledano vrijednosno, bacanje odjeće koju bi mogli i dalje nositi, svake godine predstavlja gubitak od 460 mlrd. USD. Uobičajeno je da većina ljudi posjeduju više odjeće nego što im je potrebno. To je također jedna od promjena koja se očekuje.

Manje od 1 % materijala koji se koristi za proizvodnju odjeće reciklira se u novu odjeću, što je gubitak vrijedan oko 100 mlrd. USD svake godine. Značajni gubici nastaju odlaganjem odjeće i tekstila za kućanstvo na odlagališta. U procesu proizvodnje odjeće samo je 13 % od ukupnog unosa materijala recikliranog od rabljene odjeće (sl.4) [9].

Linearni sustav gospodarenja u tekstilnoj industriji koristi velike količine resursa i ima negativni utjecaj na okoliš. Procjenjuje se da se godišnje tijekom pranja ispušta oko pola mil. t plastičnih mikročestica koja završe u moru, rijekama ili jezerima. Uglavnom su to mikročestice vlakana poliestera, poliamida i akrila [9].

Većina recikliranja je „kaskadna“ a označava izradu proizvoda nižih vrijednosti, poput izolacijskog



Sl.3 Rast prodaje i pad korištenje odjeće od 2000. do 2015. - prosječan broj nošenja odjevnog predmeta prije prestanka korištenja [9, 10]

materijala, krpa za brisanje i punjenju madraca. Ako bi se rast proizvodnje nastavio prema očekivanjima, ukupna količina odjeće za tržište bila bi 2050. oko 160 mil. t. Bez poduzimanja navedenih mjera negativni učinci bi bili katastrofalni po okoliš [9].

### 7.3. Koristi od primjene načela kružne ekonomije u industriji tekstila i odjeće

Primjenom koncepta kružnog gospodarstva u industriji tekstila i odjeće tijekom i nakon uporabe, proizvodi ponovno ulaze u proces proizvodnje, jer ne završavaju kao otpad. To bi stanovništvu omogućilo pristup visokokvalitetnoj i financijski pristupačnoj odjeći.

Dodatno bi se omogućilo korištenje obnovljivih izvora uz kontrolu

odnosno smanjenje zagađenja okoliša [9].

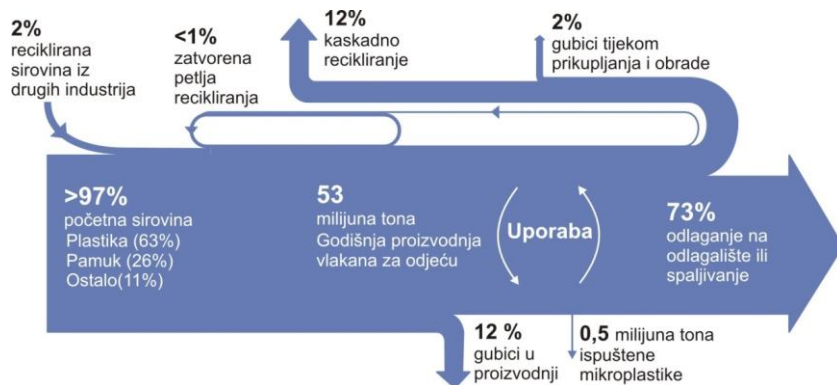
Koncept kružnog gospodarstva u procesu gospodarenja tekstila i odjeće oslanja se, kako je već bilo navedeno, na četiri ključna zadatka:

*Postupni prestanak korištenja opasnih tvari i smanjenje ispuštanja mikroplastike u okoliš*

To znači uporabe u procesima proizvodnje drugih bezopasnih tvari za ljude i okoliš. Sprečavanje ispuštanja mikročestica vlakana, posebno iz skupine plastičnih materijala, ostvarilo bi se korištenjem novih materijala i proizvodnih procesa [9].

*Promjena načina dizajniranja odjeće, prodaje i korištenja*

Odjeća i tekstil ima sve kraći vijek trajanja odnosno uporabe. Potreb-



Sl.4 Prikaz raznih gubitaka, te recikliranje odjeće za istu ili sličnu primjenu, kao i za druge aplikacije nižih vrijednosti (načinjeno prema podacima iz lit. [9])

no je povećanje upotrebnog vijeka odnosno tzv. životnog ciklusa tekstila i odjeće. To jedan od većih problema industrije odjeće. Prijedlog za rješenje tog problema je pokretanje iznajmljivanja odjeće. To posebno podržavaju SAD i EU. Usluge iznajmljivanja nude svakodnevnu modnu odjeću, odjeću za bebe i odjeću za trudnice. Nude se fiksne mjesečne pretplate za iznajmljivanje. Vjerojatno će različite modne kuće biti protiv ovog trenda iznajmljivanja jer će se smanjiti potražnja odnosno zaustaviti pretjerana potrošnja [8].

Iznajmljivanjem bi se mogao povećati prosječan broj nošenja odjeće, što bi, kako je već navedeno, najizravnije utjecalo na smanjenje količine otpada i onečišćenja. Dizajniranje i proizvodnja odjeće više kvalitete i povećanje njene pristupačnosti, putem novih poslovnih modela, pomoglo bi preusmjeriti percepciju odjeće s predmeta za jednokratnu upotrebu na trajni proizvod. Odjevni predmeti mogli bi se na taj način češće nositi, a model iznajmljivanja može pružiti privlačnu poslovnu priliku. Postoje kupci koji žele česte promjene odjeće. Njima ovakav model, zasnovan na pretplati za iznajmljivanje, može omogućiti češću nabavu novog modela odjeće. Takva odjeća zbog novog načina iznajmljivanjem sigurno bi bila kvalitetnija, izdržljivija i dugotrajnija [9].

*Radikalno poboljšanje mogućnosti recikliranja transformiranjem dizajna odjeće, prikupljanjem i ponovnom obradom*

Povećavanje recikliranja je prilika da se ostvari dio vrijednosti materijala izgubljenog zbog otpada, te da se smanje negativni učinci njihovog zbrinjavanja. Za poboljšanje i olakšanje postupka recikliranja tekstila i odjeće nužna je promjena vrste materijala, izbjegavanje upotrebe teško obnovljivih mješavina i kompozita te obrada koje nisu nužne za određenu vrstu tekstilnih i odjevnih proizvoda. Na

taj način bi se pojednostavili postupci recikliranja i učinili ih ekonomski isplativijim. Postavljanjem ciljeva korištenja više recikliranog materijala značajno bi ubrzalo prihvaćanje recikliranja odjeće. Nužno je stvoriti i stimulirati održivi sustav prikupljanja tekstila i odjeće [9].

*Učinkovito iskorištenje resursa i prijelaz na obnovljive izvore*

Primjenom koncepta kružnog gospodarstva značajno bi se smanjila potreba za izvornim ulaznim sirovinama zbog veće iskorištenosti odjeće i povećane reciklaže. Izvorni materijal vjerojatno će uvijek biti potreban. Prelazak industrije tekstila i odjeće na koncept određen modelom kružnog gospodarstva zahtijeva promjene na razini sustava. To je sasvim nov sustav i ne može se ostvariti samo postupnim poboljšanjima. Traži se promišljen i sveobuhvatni pristup za prevladavanje složenih, sustavnih problema. Promjena sustava podrazumijeva prelazak s postojećeg linearnog na novi. Promjenu sustava, treba graditi s različitim akterima, osim industrije treba uključiti vladu, regionalnu vlast i širu javnost.

Svaki pojedinačni gospodarski subjekt je specifičan i potrebne su inovacijska sustavna rješenja i novi industrijski standardi. Tražene velike promjene mogu se postići samo koordiniranim aktivnostima svih pojedinih subjekata [9].

#### **7.4. Doprinos obrazovnih i istraživačkih institucija primjeni kružnog gospodarstva u tekstilnoj i odjevnoj industriji**

Načela kružnog gospodarstva trebaju biti sastavni dio nastavnih programa u obrazovnom sustavu. Učenici i studenti moraju usvojiti takve vještine rada i razmišljanja kako bi postali aktivni oblikovatelji procesa naznačenih kružnim gospodarstvom. Posebno je to zahtjevno za nove procese rada u

industriji tekstila i odjeće. Instituti i sveučilišta trebaju aktivno sudjelovati u pronalaženju najboljeg načina za primjenu načela kružnog gospodarstva u toj industriji. Potrebno je pronaći uspješne ekonomske modele primjene i ostvarenja boljih financijskih rezultata. Presudna je uspješna suradnja između obrazovnih subjekata, instituta, poduzeća i drugih organizacija za rješavanje specifičnih operativnih problema u implementaciji kao i za dokazivanje izvedivosti kroz pilot projekte [9].

## **8. Zaključno razmatranje**

Ovim radom sažeto su izneseni koncepti trendova koja su nužan preduvjet uspješnosti industrije tekstila i odjeće - primjena koncepta „Industrija 4.0 (5.0)“, te „Kružno gospodarstvo“.

Oba koncepta zahtijevaju vrlo složene zahvate, a implementacija je izrazito složena za svaki industrijski subjekt. Promjene procesa proizvodnje prema ovim trendovima prije svega nameće tržište i dostignuti razvoj tehnike, a EU davanjem smjernica i okvirnih rokova za njihovu implementaciju. U rješavanju često složenih zahtjeva proizvodnje prema smjericama EU važna je uspješna suradnja obrazovnih subjekata, instituta, poduzeća i drugih organizacija za razne vrste proizvodnje i pronalaženja uspješnih ekonomski modela primjene.

Uz industriju kao glavnog aktera ove transformacije poslovanja i proizvodnje, nužno je uključivanje vlade, regionalnih vlasti, struke i šire javnosti.

## **Literatura:**

- [1] Parschau C., J. Haugels: Is automation stealing manufacturing jobs? Evidence from South Africa's apparel industry, dostupno na <https://www.sciencedirect.co>

- m/science/article/pii/S0016718520301871
- [2] Nikolić G., D. Rogale: Industrija 4.0 - pravac razvoja tekstilne i odjevne industrije, Tekstil 66 (2017.) 3-4, 65-73
- [3] Gojanović D., G. Nikolić: 3D printeri - osvrt na tiskanje odjeće, obuće i modnih dodataka, Tekstil 64 (2015.) 5-6, 179-189
- [4] Nikolić G.: Na pragu nove tehnologije 4D tiskanja, Tekstil 67 (2018.) 9-10, 279-284
- [5] Nikolić G.: Na pragu robotske revolucije, OPEN InfoTrend (2015) 200, 66-69
- [6] Dizikes P.: Robots help some companies, even while some workers struggle, study finds, dostupno na <https://www.weforum.org/agenda/2020/05/robots-workers-industries-employment>, 22.5.2020.
- [7] Nikolić G.: Kružno gospodarstvo traži drugačiji način razmišljanja i promjenu navika, ZG-magazin, Ljudi i mišljenja, dostupno na <https://zg-magazin.com.hr/kruzno-gospodarstvo-trazi-drugaciji-nacin-razmisljanja-i-promjenu-navika/>
- [8] Circular economy, Wikipedia en., dostupno na [https://en.wikipedia.org/wiki/Circular\\_economy](https://en.wikipedia.org/wiki/Circular_economy)
- [9] Morlet A. i sur.: A new Textiles Economy: Redesigning Fashion's Future, Zaklada Ellen MacArthur, dostupno na [https://www.comunicarseweb.com/sites/default/files/a-new-textiles-economy\\_summary-of-findings.pdf](https://www.comunicarseweb.com/sites/default/files/a-new-textiles-economy_summary-of-findings.pdf), objavljeno 2017.
- [10] Euromonitor International Apparel & Footwear 2016 Edition (trendovi opsežne prodaje 2005.-2015.); Svjetska banka, Svjetski pokazatelji razvoja - GD (2017)

## SUMMARY

### The impact of the new trends in production organization on the textile and clothing industry

G. Nikolić

Since 2011, the organisation of the industrial production process has been influenced by the concept of "Industry 4.0" and later the "circular economy". These market and environmental requirements do not apply equally to everyone, nor can they be implemented within certain deadlines. This is particularly difficult for the garment sector, on the one hand because of the problem of automation in the manipulation of textile material, and on the other hand because of the requirement for a change in the basic material that is easily recycled and, in particular, the change in behaviour in relation to garments. The paper describes specific problems faced by the garment industry in implementing both concepts.

**Keywords:** clothing industry 4.0, sewing automation, circular economy, degradable materials for clothing, clothing rental

University of Zagreb

Faculty of Textile Technology

Zagreb, Croatia

e-mail: [gojko.nikolic@tff.unizg.hr](mailto:gojko.nikolic@tff.unizg.hr)

Received January 20, 2020

### Die Auswirkungen der neuen Trends in der Produktionsorganisation auf die Textil- und Bekleidungsindustrie

Seit 2011 wird die Organisation des industriellen Produktionsprozesses durch das Konzept der "Industrie 4.0" und später der "Kreislaufwirtschaft" beeinflusst. Diese Anforderungen des Marktes und des Umweltschutzes gelten nicht für alle gleichermaßen, und sie können auch nicht innerhalb bestimmter Fristen umgesetzt werden. Dies ist besonders schwierig für die Bekleidungsbranche, einerseits wegen des Problems der Automatisierung bei der Manipulation von Textilmaterial und andererseits wegen der Anforderung einer Änderung des grundlegenden Materials, das leicht recycelt wird, und insbesondere der Veränderung der Verhaltensweise in Bezug auf Kleidungsstücke. Der Artikel beschreibt spezifische Probleme der Bekleidungsindustrie bei der Umsetzung beider Konzepte.