

INFORMACIONI SISTEMI U MALIM I SREDNJIM PREDUZEĆIMA TEKSTILNE I ODEVNE INDUSTRIJE

Dragan Dimitrijević^{1*}, Živoslav Adamović¹

¹ Univerzitet Union Nikola Tesla, Beograd, Fakultet primenjenih nauka, Niš

* e-mail: dragandimitrijevicnis@gmail.com

Review paper

UDC: 677:004:005.93

DOI: 10.5937/tekstind2203016D



Apstrakt: Nesigurnost tržišta i finansijska nestabilnost u eri globalne konkurencije, nameću kompanijama ubrzan rad i povećanje produktivnosti i efikasnosti poslovanja uz kontinuirano smanjenje troškova i kvalitativnu efikasnost, kao osnove jačanja konkurentnosti i održivog razvoja svih, pa i MSP – malih i srednjih preduzeća tekstilne i odevne industrije. Različiti inovativni sadržaji i adekvatna tehnološka rešenja, kao i reinženjering poslovnih/proizvodnih procesa, uz masovnu i adekvatnu implementaciju tehničko-tehnoloških inovacija koje se baziraju na informaciono komunikacionim tehnologijama - IKT i fleksibilnoj automatizaciji, odnosno na direktnoj i efikasnoj implementaciji sektorski definisanih informacionih sistema, predstavljaju takođe moguće elemente funkcionalne konkurentnosti i održivog razvoja. Inače, promene okruženja i načina poslovanja preduzeća nalažu bolje razumevanje i integrisanje podataka, kao i njihovu efikasniju eksploataciju u funkcionisanju i razvoju preduzeća, što nameće potrebu permanentnog generisanja, adaptacije i razvoja kvalitetnih i efikasnih informacionih sistema. Kao rezultat takvih zahteva, neminovni su odgovori industrijske proizvodnje kroz implementaciju tehničko-tehnoloških inovacija, pri čemu su kvalitetna i efikasna infrastruktura IKT, koherencija inovativnih tehnologija i fleksibilne proizvodnje, kao i kompatibilnost i komplementarnost proizvodnih i poslovnih informacionih sistema, neophodni elementi i pokazatelji efikasnosti i kvaliteta. Implementacija, efikasna eksploatacija, kao i razvoj raznih poslovnih i proizvodnih informacionih sistema, očigledno ima svoje benefite, prezentovane kroz efikasnije, kvalitetnije i brže poslovanje, ali i nedostatke, jer je očigledno uslovljena stohastičkim zakonima globalnog tržišta, varijabilnim ljudskim faktorom ili nedostatkom kvalitetnog visokoobrazovanog stručnog kadra, zahtevima za visokim početnim ulaganjima, ali i specifičnostima tekstilne/odevne industrije i MSP, kao i inkompatibilnošću implementiranih proizvodnih i poslovnih sistema.

Ključne reči: informacioni sistemi, IKT, tekstilna i odevna industrija.

INFORMATION SYSTEMS IN SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES OF THE TEXTILE AND CLOTHING INDUSTRY

Abstract: Market uncertainty and financial instability in the era of global competition force companies to work faster and increase productivity and business efficiency with continuous cost reduction and qualitative efficiency, which serves as a basis for strengthening the competitiveness and sustainable development of all, including SMEs - small and medium-sized enterprises of the textile and clothing industry. Various innovative contents and adequate technological solutions, as well as reengineering of business/production processes, with massive and adequate implementation of technical-technological innovations based on information and communication technologies - ICT and flexible automation, i.e. on the direct and efficient implementation sector defined information systems,

also represent possible elements of functional competitiveness and sustainable development. Otherwise, changes in the environment and ways of doing business of companies require a better understanding and integration of data, as well as their more efficient exploitation in the functioning and development of the company, which imposes the need for permanent generation, adaptation and development of quality and efficient information systems. As a result of such requirements, the responses of industrial production through the implementation of technical-technological innovations are inevitable, whereby quality and efficient ICT infrastructure, coherence of innovative technologies and flexible production, as well as compatibility and complementarity of production and business information systems, are necessary elements and indicators of efficiency and quality. The implementation, efficient exploitation, as well as the development of various business and production information systems, obviously has its benefits, presented through more efficient, better quality and faster operations, but also disadvantages, because it is obviously conditioned by the stochastic laws of the global market, the variable human factor or the lack of high-quality, highly educated professionals staff, requirements for high initial investments, but also the specifics of the textile/clothing industry and SMEs, as well as the incompatibility of the implemented production and business systems.

Keywords: information systems, ICT, textile and clothing industry.

1. UVOD

Svaki poslovni/proizvodni sistem ima neku vrstu informacionog sistema koji sadrži informacije neophodne različitim korisnicima unutar poslovnog sistema ili drugim subjektima u njegovom okruženju, a informacioni zahtevi koje postavljaju korisnici mogu biti ispunjeni u različitom stepenu, što zavisi od nivoa razvijenosti informacionog sistema. Takođe, svaka uspešna poslovna/proizvodna organizacija mora da poseduje sisteme podrške koji treba da doprinesu skladnom i optimalnom funkcionisanju, kao npr. informacioni sistemi za obradu podataka (DP – *Data Processing*), upravljački informacioni sistemi (MIS – *Management Information Systems*), informacioni sistemi za podršku odlučivanju (DSS – *Decision Support Systems*), ekspertni sistemi (ES – *Expert Systems*), itd. Očigledno je da se uspešno poslovanje danas ogleda u elementima kvalitetnog i efikasnog funkcionisanja aktuelnih komponenti poslovnih/proizvodnih sistema, kao što su brzina, efikasnost i optimizacija sa jedne i globalizacija i jačanje konkurentnosti sa druge strane [1, 2, 3]. Međutim, problemi se javljaju i nastaju u samom začetku ideje o implementaciji modernih i efikasnih informacionih sistema u finansijski inače slabim MSP tekstilne i odevne industrije, jer se oni ne smatraju investicijom, već nepotrebnim troškom i luksuzom, koji se u državama u razvoju još uvek može nadoknaditi neprimerenom eksploatacijom jeftine radne snage [3]. Potrebno je naglasiti da se implementacija informacionih sistema u poslovnim/proizvodnim procesima bazira na eksploataciji infrastrukture informacionih tehnologija, što predstavlja veoma važan faktor - resurs u poslovnim/proizvodnom procesu strateškog globalnog pozicioniranja preduzeća [4, 5]. Tako egzi-

stencija slabih i neadekvatnih tehničko-tehnoloških baza, a pre svega IKT tehnologija, kao osnova za rad i funkcionisanje kvalitetnih i efikasnih informacionih sistema, uz dodatne razloge nekomplementarnosti i inkompatibilnosti implementiranih informacionih sistema, kao i nedostatka kvalifikovanih ljudskih resursa [6] koji bi se operativno bavili određenim segmentima poslovanja, nije moguća, jer se naknadni problemi iz navedenih razloga uočavaju u kasnijim - eksploatacionim fazama poslovnih/proizvodnih procesa, dok bi verovatno rešenje problema bilo u sistemski instaliranim bazama, implementaciji adekvatnih i kompatibilnih informaciono-komunikacionih tehnologija i sistema, kao i kontrolisanoj globalizaciji poslovnog ambijenta i tržišta.

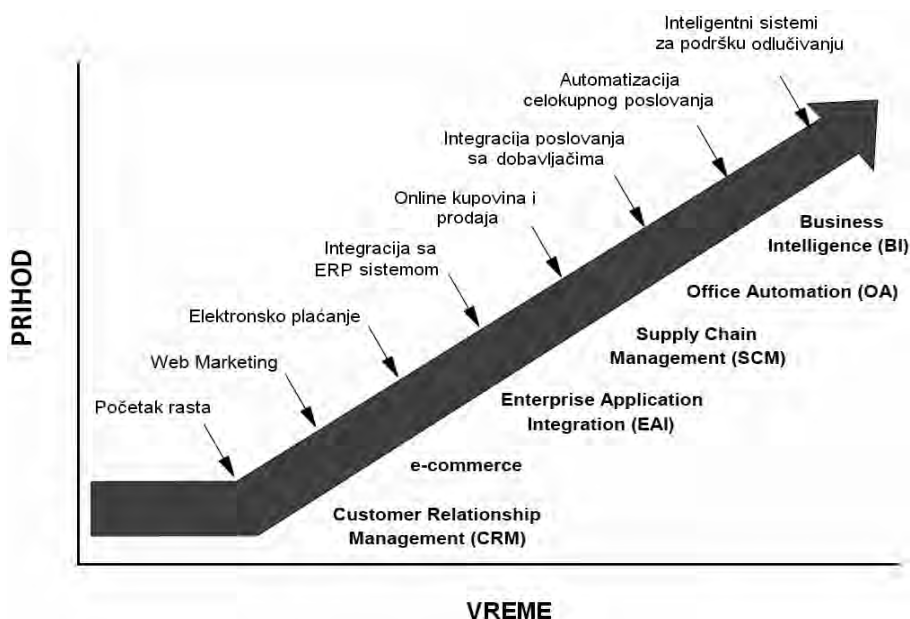
2. IKT i elektronsko poslovanje

Tokom Industrijskog doba, povećanje produktivnosti je vršeno tzv. podelom rada, odnosno usitnjavanjem radnog procesa na komponentne poslove i specijalizacijom radnika za obavljanje svakog od tih poslova, dok se nasuprot tome, danas povećanje produktivnosti postiže povezivanjem operatera-radnika raličitih struka, tako da oni mogu deliti iste podatke - informacije u cilju ostvarenja zajedničkog rezultata. Sa druge strane, računarske mreže su nekada u velikim poslovnim/proizvodnim sistemima, koji su tradicionalno dislocirani (u oblasti distribucije, organizacije, resursa, itd.), služile prvenstveno za prenos podataka između tih delova preduzeća, dok se danas, kada nove tehnologije ukidaju prostorna ograničenja, infrastruktura IKT ili interneta, koriste pre svega u koordinaciji i sinhronizaciji aktivnosti u poslovnim/proizvodnim procesima. Da bi se od implementiranih informacionih

sistema mogli očekivati određeni benefiti za MSP, neophodno je obezbediti preduslove za njihov rad i opstanak, a jedan od preduslova efikasnog implementiranja i eksploatacije informacionih sistema je postojanost i efikasno funkcionisanje IKT, što je baza efikasnog funkcionisanja preduzeća i veoma važan faktor (resurs) u procesu strateškog pozicioniranja preduzeća [3, 7]. IKT inače označavaju širok spektar alata, tehnika, procesa i procedura, koji omogućava realizaciju poslovnih/proizvodnih aktivnosti, a koriste se i prilikom kreiranja, skladištenja i distribucije podataka i informacija, kao i prilikom kreiranja znanja – *knowledge*, pri čemu su osnovne komponente IKT: kompjuteri (hardver, softver – programi, informacije), komunikacija (hardver, softver – programi, informacije) i sposobnosti – *know-how* (ljudi, aplikacije i procedure). Podatak da je infrastruktura sistema elektronskog poslovanja zasnovana na IKT ili internet tehnologijama (*web, cloud computing, internet of things, big data, ubiquitous computing, itd.*), ukazuje na mogućnosti brzih i efikasnih promena proizvodnih/poslovnih procesa i brzo i efikasno generisanje i razvoj novih proizvodnih/poslovnih modela. Na slici br.1 [8] je prikazan dijagram odnosa direktne zavisnosti zarada - prihoda preduzeća u odnosu na razvoj - implementaciju IKT tehnologija:

Sa druge strane, *Electronic Business* - EB - elektronsko poslovanje predstavlja vođenje poslova na internetu, što ne podrazumeva samo kupovinu i prodaju, već i brigu o klijentima i poslovnim partnerima, kao i *online* organizaciji poslovanja u sopstvenoj firmi ili organizaciji prema klijentima. Treba naglasiti da elektronsko poslovanje nije promena nastala implemen-

tacijom novih tehnologija za načine primene ili izvršenja procesa, već novi način razmišljanja i poslovanja, pa se samim tim pri prelasku na elektronsko poslovanje, postojeći proizvodni/poslovni procesi moraju prilagoditi novim poslovnim modelima i formama elektronskog poslovanja, tj. potrebno je izvršiti reinženjering proizvodnih/poslovnih procesa - *Business Process Reengineering*. U stvari, brzina, globalizacija, unapređenje produktivnosti, novi klijenti i deoba znanja među organizacijama i institucijama u cilju ostvarivanja konkurentne prednosti, jesu termini koji određuju elektronsko poslovanje, pa se može reći da *e-business* predstavlja skup poslovnih aktivnosti (*optimizacija poslovnih procesa* - proizvodnja, marketing, veleprodaja, distribucija, prodaja, naplata, isporuka, dopuna zaliha; *unapređenje odnosa sa javnošću* - klijentima, zaposlenima, dobavljačima, distributerima; *unapređenje ostalih poslovnih servisa podrške* - banke, računovodstvene agencije, zakonodavstvo i vladine agencije), koje se odvijaju posredstvom IKT, a posebno interneta i omogućava preduzećima da povežu interne i eksterne procese, kao i da na efikasniji način realizuju procese sa dobavljačima i poslovnim partnerima. Kako elektronsko poslovanje predstavlja suštinsku promenu, sa jasno definisanim i vidljivim prednostima za sve učesnike u poslovnim/proizvodnim procesima (preduzeća, kupci, stejkholderi, društvo, itd.), tako je, s obzirom na globalizaciju poslovanja i uslove u poslovnom okruženju [6], očigledno da implementacija elektronskog poslovanja nije dovoljna za sticanje konkurentne prednosti, već je neophodno razvijati nove, inovativne poslovne strategije i mode-



Slika 1: Uticaj primene IKT na efikasno poslovanje [8]

le, koji će masovno implementirati, ali i maksimalno eksploatirati mogućnosti IKT tehnologija, odnosno razvijati i implementirati efikasne i kompatibilne informacione sisteme. Tako se može reći da kvalitetna i efikasna implementacija IKT i ostalih elemenata savremenih tehnologija i tzv. elektronsko poslovanje danas, u potpunosti određuju način na koji preduzeća realizuju svoje poslovanje, pri čemu se u takvim novim načinima poslovanja jasno mogu uočiti aktuelni elementi globalizacije, fleksibilnosti, mobilnosti i interakcije, kao i nedvosmisleni zahtevi za masovnim implementacijama tzv. elektronskog načina poslovanja. Sa druge strane, potražnja roba širokog spektra, u malim količinama i sa kontinuirano visokim kvalitetom je posebno izražen princip tekstilne i odevne industrije, koji se poklapa sa tendencijama globalnog trenda potreba za inovativnim, dizajnerski efektivnim i tehničko-tehnološki kvalitetnim proizvodima, što podrazumeva neophodnu koherenciju inovativnih proizvodnih tehnologija i fleksibilne proizvodnje, sa prioritarnim osloncem na masovnu implementaciju IKT kroz procese efikasne automatizacije i implementacije informacionih sistema, kao i neminovnu kompatibilnost i komplementarnost proizvodnih i poslovnih sistema sa tzv. elektronskim poslovanjem [9, 10, 11, 12, 13].

3. FPS - FLEKSIBILNI PROIZVODNI SISTEMI

Radi što boljeg razumevanja uloge i funkcija poslovnih informacionih sistema, kao i njihov odnos sa proizvodnim sistemima i opšti značaj implementacije za preduzeće, neophodno je izvršiti eksplikaciju fleksibilnih proizvodnih sistema – FPS. FPS predstavljaju visoko automatizovane grupne tehnologije mašinskih elementa koje sačinjavaju grupe i procesi radnih mesta - uglavnom mašine sa kompjutersko-numeričkim upravljanjem, spojene sa automatskim manipulisanjem materijala i skladišnog prostora, uz kontrolu upravljačkim informacionim sistemima, dok ponekad, u takvim visoko automatizovanim sistemima, u obradnici i informacioni tok mogu takođe biti uključeni i skladišta materijala, merne mašine i automatsko upravljanje alatom [10, 14]. Velika prednost kompjuterski upravljanih mašina jeste u tome što se mogu programirati za rad na različitim delovima u smislu konfiguracije, dok se sama implementacija programa detaljno ispisanog za svaku operaciju, vrlo jednostavno instalira u mašinu i isto tako menja, pri čemu je neophodno zadovoljiti neke kriterijumi fleksibilnosti proizvodnih sistema, ukoliko bi se težilo radu u grupnom modu, sa težnjom obrade istog elementa na više mašina u više jedinica (tipičan primer preduzeća tekstilne i odevne

industrije). Deo šireg sistema računarske podrške u proizvodnji i poslovanju uopšte je računarsko upravljanje procesom fleksibilne proizvodnje, odnosno to su Informacioni upravljački sistemi koji obezbeđuju korisnicima ažurne informacije o svim neophodnim, ali često varijabilnim elementima proizvodnje i poslovanja kao što su: proizvodnja i stanje zaliha, potrebe za repromaterijalom i rezervnim delovima, finansijski podaci, ispravnost opreme i sl., a na osnovu kojih korisnik planira optimalni rad proizvodnih i poslovnih sistema opšte, uz zadovoljenje određenih prioriteta, ali i maksimalnu eksploataciju procesnih sredstava [2, 15]. Sve to ukazuje da računarska podrška efikasnih proizvodnih sistema očigledno podrazumeva i implementaciju drugih - adekvatnih, adaptibilnih i efikasnih poslovnih informacionih sistema sa integrisanom bazom podataka. To u stvari znači da završni nivo efikasne implementacije FPS uključuje i računarsku podršku u neproizvodnim delovima poslovnog sistema, kao što su razvojno-projektantski, kadrovski, komercijalni, knjigovodstveni i drugi poslovi, jer raspolaganje ažurnim podacima iz ovih domena bitno utiče na poslovanje ukupnog sistema, a neposredno i na planiranje proizvodnje, što je završni nivo upravljanja i realizacije CIM sistema. Sve navedeno ukazuje da hijerarhijska struktura upravljanja FMS omogućava modularnost softvera, odnosno ukazuje na činjenicu da je realizacija fleksibilnosti računarskih sistema realna pri distribuiranoj realizaciji upravljačkih sistema po funkcionalnim podsistemima, pri čemu se izvršni programi čuvaju na jednom mestu (integrisana baza podataka) i po potrebi dostavljaju podsistemima [13, 14, 16].

4. INFORMACIONI SISTEMI

Očigledno je da lokalna tržišta prestaju da postoje i da proces globalizacije drastično menja poziciju preduzeća, pa moderno poslovanje danas zahteva inicijalno i ubrzano prilagođavanje trendovima aktuelne svetske ekonomije izmenjenog profila, inicirano efektima globalizacije i prodorom i kontinuiranim implementacijama novih tehnologija, koje su korenito promenile način organizacije poslovanja i procese tržišnog privređivanja [4]. Globalna konkurencija, finansijska nestabilnost i nesigurnost tržišta danas nameću ubrzan rad i kontinuirano smanjenje troškova, odnosno povećanje produktivnosti i efikasnosti poslovanja i jačanja održive konkurentnosti, pri čemu se Izlaz iz takve situacije traži pre svega u različitim inovativnim sadržajima i adekvatnim tehnološkim rešenjima kroz reinženjering poslovnih/proizvodnih procesa, ali uz masovnu i adekvatnu implementaciju IKT, odnosno direktnu implementaciju adekvatnih i efikasnih, sek-

torskih informacionih (kompjuterskih – programskih) sistema (CAD, CAM, CAPP, SCM, ERP, itd.) [5]. Stalne promene okruženja i načina poslovanja preduzeća nalažu bolje razumevanje i integrisanje podataka, kao i njihovu efikasniju eksploataciju u funkcionisanju preduzeća, što nameće potrebu permanentnog generisanja, razvijanja i adaptacije kvalitetnih i efikasnih informacionih sistema potrebama uspešnog poslovanja.

U novim geopolitičkim uslovima globalnog distribuiranog tržišta, savremeni proizvodni/poslovni sistemi se sve više suočavaju sa promenama, izazvanim pre svega kontinuiranim generisanjem i implementacijama tehničko-tehnoloških inovacija, ali i kontinuiranim novim zahtevima tržišta i kupaca, što znači da preduzeća koja žele da unaprede svoju konkurentsku prednost na tržištu, moraju fleksibilno i proaktivno funkcionisati u okvirima dinamičkog geopolitičkog okruženja, odnosno moraju brzo i adekvatno reagovali na promene, generišući visoko kvalitetne i jeftine proizvode. U stvari, poslovni/proizvodni sistemi takvih preduzeća moraju da dostignu održivu konkurentnost u svim poslovnim/proizvodnim aktivnostima, da integrišu ljudske i tehničke resurse i da kontinuirano razvijaju inovativne procese i proizvode, kao i da budu fleksibilni sa lako i brzo promenljivim procesnim sistemima, sposobnim za brzu reakciju na promenljive zahteve tržišta. U praksi se može uočiti da u informativnim lancima vrlo često nedostaje povratna sprega u smislu informacija iz proizvodnje, kao i informacija krajnjih korisnika - potrošača, koji bi u suštini trebalo da određuju i diriguju potrebe i interesovanja za određene proizvode, što je posebno bitno za sve, a posebno za oblast tekstilne i odevne industrije. Sa druge strane, u takvim procesima ciljnog usmeravanja poslovanja preduzeća, mora se naravno preduzeti čitav niz plan-sko-kontrolnih aktivnosti, sa adekvatnim sistemima komunikacije sa okruženjem, što podrazumeva i zahteva egzistiranje efikasnih i adekvatnih informacionih upravljačkih i organizacionih sistema, najpre na nivou preduzeća, a zatim i šire. Treba naglasiti da je implementacija elemenata neophodnih za moderno i efikasno poslovanje (IKT, informacioni proizvodni ili poslovni sistemi, tehničko-tehnološke inovacije, JIT, QRS, itd.), najmanje zastupljena u oblasti tekstilne i odevne industrije, uz napomenu da se radi o finansijski tradicionalno zanemarenom i slabom industrijskom sektoru, kao i uz napomenu o činjenici o specifičnostima tekstilne i odevne industrije i MSP, ali i nedostatku kvalitetnih ljudskih resursa i nezainteresovanosti država za ovaj segment privrede [2, 9, 12, 17, 18]. Naravno, uz svu sličnost i povezanost, očigledna je diferencijacija pojmova proizvodni i poslovni procesi, a time i adekvatni

informacioni sistemi, ali je takođe očigledna njihova koherentnost i sveobuhvatnost, kao i uzročno-posledična komplementarnost sistema koji mogu biti deo i proizvodnih i poslovnih procesa. Bez obzira što takvi sistemi u modernim poslovnim/proizvodnim procesima ne moraju biti uslovno povezani, odnosno mogu funkcionisati zasebno – individualno, što su i najčešći slučajevi prakse, činjenica je da su kompatibilnost i koherentnost takvih sistema vrlo često neminovni, kao neophodne karakteristike i nosioci kvalitetnijeg, efikasnijeg i uspešnijeg funkcionisanja poslovnih/proizvodnih procesa preduzeća, a samim tim i karakteristike efikasnijeg i uspešnijeg funkcionisanja privrede neke države opšte. Sa druge strane, treba istaći činjenicu da kontinuirano unapređenje IKT tehnologija kontinuirano povećava količinu podataka – informacija o preduzećima, na šta utiče i stepen organizovanosti i urednosti preduzeća, kao i implementacija savremenih softverskih alata, što zahteva formiranje skladišta specifičnih analitičkih baza podataka, a samim tim povećava potrebu za internim i eksternim informacijama, radi donošenja adekvatnih i pravovremenih odluka važnih za efikasno i optimalno funkcionisanje preduzeća. Sveobuhvatnu inkluziju novih tehnologija, upravljanje totalnim kvalitetom i procesima reinženjeringa uz integraciju tokova informacija i materijala, ili kontinuiranu i efikasnu fleksibilnu proizvodnju sveobuhvatnom automatizacijom proizvodnih procesa kroz implementaciju raznih proizvodnih/poslovnih informacionih sistema, može omogućiti CIM koncepcija sa svojim holističkim i metodološkim pristupom aktivnostima preduzeća, gde su pored tehničko-tehnoloških podjednako važni i ekonomski, sociološki i aspekti ljudskih resursa [9, 12, 19].

4.1. Poslovni informacioni sistemi

S obzirom na sistem poslovanja i definisane poslovne politike, svaki poslovni sistem utvrđuje svoju organizacionu strukturu i prema njoj projektuje i generiše svoj informacioni sistem, deleći ga na specifične podsisteme, pa tako postoje podele prema nivou odlučivanja (informacioni sistemi za operativne odluke, taktičke odluke i za strategijske odluke), prema tehničkoj osnovi na kojoj su zasnovani informacioni sistemi, kao i prema sistemu procesa obrade koji se primenjuje (serijska - *Batch Processing*, „*off-line*” ili „*on-line*” obrada). Moderni i efikasni poslovni sistemi moraju biti baza i podrška menadžerskom odlučivanju, što podrazumeva interaktivne i na računarima zasnovane informacione sisteme, koji koriste sofisticirane modele analiza podataka, kao i modele odlučivanja i specijalizovanim bazama podataka, sa svrhom održavanja procesa menadžerskog odlučivanja [10].

Dobijanje kvalitetnih informacija prema potrebama menadžera, omogućuju stepen organizovanosti i sredenosti preduzeća, nivo implementacije savremenih softverskih alata, kao i analitičke baze podataka - *Data Warehouse*. Mada sektor tekstilne i odevne industrije ne može biti zadovoljan obimom implementacije, neki od najpoznatijih i najčešće eksploatisanih poslovnih informacionih sistema u ovom sektoru su:

Enterprise Resource Planning Systems

Moderno poslovanje u uslovima savremenog tržišnog poslovanja podrazumeva implementaciju adekvatnih i efikasnih elemenata IKT tehnologija i sistema, odnosno najboljih softverskih rešenja kao imperativ za unapređenje poslovanja. Takvi su na primer savremeni ERP - *Enterprise Resource Planning System* softveri, koji pod jednim interfejsom kroz razne aplikacije objedinjuju veći broj specijalizovanih informacionih sistema, uz razvijanje novih funkcionalnosti u smislu integracije preduzeća u okruženje e-poslovanja. ERP sistem ili sistem za planiranje resursa preduzeća predstavlja inače sistem koji omogućuje integraciju informacionih sistema funkcionalnih celina pomoću zajedničke baze podataka. U stvari, može se reći da ERP sistem predstavlja softverski paket koji integriše operacije poslovnog sistema na osnovu neophodnih informacija za identifikovanje i planiranje svih resursa neophodnih za ispunjenje narudžbine kupaca, a preduzećima omogućava: automatizaciju i integraciju većine poslovnih procesa, generisanje i raspolaganje zajedničkim podacima, kao i pristupanje informacijama u realnom vremenu, pa tako najčešći moduli u ERP paketu mogu biti: lanci snabdevanja - *Supply Chain Management*, moduli za upravljanje odnosima sa klijentima - *Customer Relationship Management*, elektronsko poslovanje - *E-Business*, upravljanje uslugama - *Service Management*, upravljanje proizvodnjom ili finansijama, marketing, prodaja, itd.[20].

Kako implementacija efikasnih informacionih tehnologija (npr. *Web* komponente), zajedno sa novim softverskim rešenjima i inovativnim modulima (*CRM*, *SCM*, itd.), omogućava generisanje modernih konglomerata efikasnog poslovanja, tako je očigledno da se ERP sistemi u stvari baziraju na informacionim tehnologijama koje automatizuju i integrišu veći deo poslovanja, od planiranja i proizvodnje, preko nabavki i distribucije, pa sve do marketinga, upravljanja ljudskim resursima ili neophodnih finansijskih operacija [20, 21]. To znači da korisnici ne moraju da poznaju rad ili pretražuju informacije u više sistema, već je to omogućeno pomoću ERP- ove centralne baze podataka čime se smanjuje i uloženi logistički napor, a sa druge strane i ako ERP softveri često predstavljaju veliku in-

vesticiju, očigledno je da mogu da objedine mnoge fragmentirane sisteme i tako poboljšaju efikasnost poslovanja [22].

Supply Chain Management

Možda jedan od najčešće primenljivanih informacionih sistema opšte, kao i u sektoru tekstilne i odevne industrije je sistem upravljanja lancem snabdevanja - *Supply Chain Management* - *SCM*, koji je inače i jedan od modula ERP sistema, a odnosi se na aktivnosti preduzeća koje imaju za cilj ostvarivanje efikasne koordinacije učesnika u procesima nabavke i prodaje, odnosno *SCM* podrazumeva tok sirovina, informacija, usluga i novca od dobavljača sirovina, preko fabrika i skladišta do krajnjeg potrošača [17]. Kako se uspeh poslovnih sistema zasniva na sposobnosti da upravljaju tokovima materijala, informacija i novca, tako proizilazi da se kao rešenje i prevazilaženje ovog problema ogleda pre svega u mogućim kvalitetnim i efikasnim upravljanjima lancima snabdevanja. Potreba za neprekidnim poboljšavanjem odnosa između poslovnih partnera i razmene u lancu snabdevanja je dovela do razvoja i implementacije raznih koncepata za upravljanje lancima snabdevanja, pa su tako razvijeni *SCM* koncepti kao što su: brzi odgovor QR, upravljanje zalihama od strane prodavca ili isnabdevača - *VMI*, *SMI*, popunjavanje zaliha *CRP*, itd. Svi koncepti su specifični na svoj način i daju dobre rezultate u različitim oblastima privrede i uslovima poslovanja, pa je za moguću implementaciju neophodno mišljenje stručnjaka, kao i pozitivna mišljenja aktuelnih korisnika. Međutim, vrlo često se dešava da su pojedini moduli dali dobre rezultate u istom preduzeću, ali u različitim internim uslovima (u različitim momentima implementacije ili za različite proizvode), što dodatno otežava izbor pri eventualnim implementacijama, pa tako tekstilna i odevna industrija sa svim svojim specifičnostima predstavlja posebne slučajeve, a za konačna rešenja problema su najbolje stručne analize studije slučaja. Ipak, kako su neki od ciljeva upravljanja ovakvim sistemima isporuka pravog proizvoda, na pravo mesto, u pravo vreme, pod pravim uslovima i sa pravom cenom, tako se najčešće biraju karakteristike adaptivnih koncepata koje su direktno vidljive i konstantne (kao što su vidljivost i dostupnost informacija u realnom vremenu), a koje pružaju mogućnost da se poslovanje više povezanih preduzeća brzo i efikasno prilagodi uslovima okruženja, bez ugrožavanja operacionih i finansijskih efikasnosti, uz povezivanje važnih operacija (proizvodnja, snabdevanje, planiranje, distribucija, maloprodaja, logistika, itd.) [23]. Dok su stari lanci snabdevanja bili fokusirani na dostupnost, kretanje i cenu fizičkih sredstava, današnji lanci se odnose

pre svega na upravljanje informacijama – podacima, uslugama i proizvodima, jer danas, savremeni lanac snabdevanja prikuplja 50 puta više podataka nego do samo pre par godina (na žalost analizira se i eksploatiše tek nešto manje od četvrtine). Takođe, kako tradicionalni pristupi ne mogu da omoguće efikasno i optimalno upravljanje kompleksnim lancima snabdevanja, tako je uz učešće komercijalnih mreža i sa jačanjem analitičkih sposobnosti, odnosno zahvaljujući internetu i drugim dostignućima IKT tehnologija, promenjen koncept upravljanja lancima snabdevanja, koji se danas zasnivaju na ideji deljenja i razmene informacija između učesnika u lancu.

4.2. Analiza

Veoma izraženi suprotstavljeni zahtevi globalnog tržišta, ukazuju na neophodnost projektovanja i izrade proizvoda koji imaju najniže troškove u što kraćem vremenu, pri čemu su kvalitet i svi ostali atributi maksimalno prilagođeni tim izmenjenim zahtevima tržišta. Očigledno je da globalizacija nameće učešće u globalnim lancima vrednosti, što je u datom trenutku razvoja neophodno, iz razloga nemogućnosti konzistentnog industrijskog rasta, bez međunarodne konkurentnosti kritične mase industrijskih kompanija. Sa druge strane, u eri nove paradigme informacionog društva, može se reći da su informacione tehnologije korazvojne prirode i u neprestanoj interakciji sa pojedincima, organizacijama, kompanijama i društvom uopšte, budući da su njihov razvoj i funkcionalnost nastali u tim interakcijama. Danas su veliki sistemi (proizvodni, trgovinski, marketinški, itd.), najvećim delom već prihvatili nove načine poslovanja (*e-busines*, *e-commerce*, *e-marketing*, itd.), jer bez takvog načina rada i poslovanja je očigledno nemoguć opstanak na globalnom tržištu, dok je pitanje prihvatanja i implementacije u MSP mnogo manje i još uvek u razvoju. Sa aspekta globalnih trendova ali i specifičnosti MSP, očigledno je da će i MSP vremenom morati da prihvate nove načine poslovanja, uz neophodne analize, istraživanja i studije slučajeva, kako bi se utvrdili najefikasniji i najoptimalniji načini usvajanja i implementacije takvih trendova [1, 4, 5]. U praksi se može uočiti da efikasno funkcionisanje proizvodnih sistema ne dovodi do efikasnog funkcionisanja poslovnih sistema i obrnuto, što može da ukazuje na loša tehničko/tehnološka rešenja ili lošu koordinaciju implementacije takvih sistema, ali i na moguću lošu poslovnu procenu (proizvođača, poslovnih partnera, marketinga, logistike, snabdevanja, itd.). Očigledno da novi načini poslovanja nameću potrebu za poslovnim/proizvodnim sistemima koji poseduju visok stepen automatizacije svih aktivnosti, počevši od projektovanja pa do izrade proizvoda, odnosno od

planiranja do marketinga i prodaje. Kao rezultat ovakvih zahteva je odgovor industrijske proizvodnje kroz uvođenje novih tehnologija u procese projektovanja i neposredne proizvodnje, a posebno kroz uvođenje novih tehnologija koje se baziraju na fleksibilnoj automatizaciji i primeni IKT, kao i kroz implementacije inovativnih rešenja u oblasti nabavke, marketinga, prodaje, itd. Zato je u novim načinima organizacije poslovanja neophodno korišćenje invarijantnih mogućnosti IKT tehnologija i sistema, kao što su: CAD-CAM – sistemi za kompjutersku konstrukciju i proizvodnju, CRM – sistemi za odnose sa klijentima, APS – sistemi za planiranje, PDM – sistemi za upravljanje podacima, TMS – sistemi za upravljanje transportnom, itd., naravno potpuno kompatibilnih sa *JustInTime* i *QuickResponseSystem* načinima poslovanja. To znači da su za kvalitetan rad i efikasno poslovanje neophodni efikasna i optimalna implementiranja tehničko-tehnoloških sredstava, kao i organizacione inovacije, što podrazumeva kombinaciju i konzistentnost tradicionalnog i novokreiranog digitalno transformisanog industrijskog sektora, uz održavanje zaposlenosti i kreiranje konzistentnih vrednosti [5, 11, 15]. Posmatrano lokalno, npr. na nacionalnom nivou (npr. Srbija), neophodno je da sektorski neutralna industrijska politika, bude sinhronizovana sa strategijom pametne specijalizacije, koja identifikuje proiritetne sektore i daje podlogu za kreiranje vertikalnih sektorskih politika. Na taj način uspešna i efikasna industrijska politika targetira tradicionalne industrijske sektore koji mogu da unaprede komparativnu prednost, digitalno transformisane tradicionalne sektore, sve učesnike koji su sposobni da podignu stepen dodate vrednosti proizvoda i usluga, kao i novokreirane industrijske sektore koji kreiraju održivu konkurentsku prednost na bazi disruptivnih inovacija [24]. Treba napomenuti da se u praksi često preduzećima nameću određeni procesi, umesto da se IS prilagode procesima - potrebama i specifičnostima različitih korisnika, što dovodi do potrebe za generisanjem univerzalne i sveobuhvatne baze podataka, kao i za fleksibilnim softverskim rešenjima, koja moraju biti u skladu sa specifičnostima svakog preduzeća ili proizvoda. Potrebno je takođe naglasiti da se koncepti o informacionim sistemima baziraju uglavnom na ideji automatizacije dela poslovnog sistema i kasnijeg objedinjavanja tih podataka, pa se zbog takvog načina sagledavanja, konzistentnost između podataka ostvaruje u zakasnelom periodu, jer nema istovremenog ažuriranja podataka svih podsistema koji se projektuju, što sve za posledicu ima generisanje vrlo složenih informacionih sistema koji se sporo razvijaju i implementiraju, teško održavaju i ne ostvaruju onaj cilj koji se od njih očekuje.

Kako tradicionalni IKT sektor često nije više u mogućnosti da isprati razvoj novih tehnologija i organizacionih i poslovnih promena, tako je očigledno da bi uvođenje raznih informacionih sistema bilo dobro rešenje, jer takvi sistemi kroz svoje integrativne funkcije uglavnom obuhvataju celeokupno poslovanje kompanije i lako se adaptiraju u varijabilnom okruženju. Tako na primer, uvođenjem ERP sistema, odnosno ERP softvera, njegovom kastomizacijom i standardizacijom, te implementacijom dodatnih modula (CRM, SCM, BI, BPPI), kompanije formiraju dobro poslovno okruženje za svoje poslovanje i mogućnost da svoje resurse usmere ka realizaciji inovacionih projekata [18]. Treba naglasiti da korelacioni odnosi između informacionih tehnologija i informacionih sistema ukazuju na neophodnu kompatibilnost, kao i važnost postojanja integrisane baze podataka, ali i na smanjenje uloženog logističkog napora, jer korisnici ERP sistema često ne moraju da poznaju rad ili pretražuju informacije u više sistema, već je to omogućeno raznim integrisanim aplikacijama ERP sistema, i ERP- ovom centralnom bazom podataka. Na žalost, danas je nivo automatizacije proizvodnih/poslovnih procesa tradicionalnih industrija (npr. tekstilna i odevna industrija) na prilično niskom nivou - tek 20-ak procenata privrednih društava (uglavnom velikih i srednjih), koristi ERP sisteme, pri čemu treba naglasiti da kompanije koje teže automatizaciji, odnosno uvođenju nova tehnološka rešenja i forme IKT, polaze najpre od ovih aspekata. Naravno, potpuna informaciona integracija preduzeća može biti ostvarena jedino putem zajedničke baze podataka za ceo poslovni sistem, koja bi predstavljala veliki izvor podataka za lakšu komunikaciju između obuhvaćenih poslovnih subjekata, kao i za veliki broj analiza potrebnih menadžmentu za pravilno donošenje poslovnih odluka. Dobre strategije i organizaciona kultura, kao i implementacija ERP sistema mogu drastično da smanje ulaganja u IKT sektor, a sa druge strane mogu da poboljšaju organizaciju zaposlenih ili upravljanje poslovnim procesima za inovaciju proizvoda u smeru radikalnih inovacija usluga i inkrementalnih inovacija proizvoda [9]. Prilikom uvođenja ERP sistema treba obratiti pažnju da se eksterna očekivanja korisnika ne moraju poklapati sa očekivanjima kompanija. Tako na primer uspeh procesa uvođenja i efikasnosti ERP sistema zavisi od trenutka u kome se generiše visokokvalitetni softver u skladu sa specifičnim zahtevima korisnika i simultano gradi opšti standard, pri čemu konstruisanje takvog samo-razvojnog lanca sa povratnom vezom zavisi od mogućnosti stvaranja visoko-kvalitetnog proizvoda i kapaciteta, koji korišćenjem sofisticiranih filtera asimiliraju globalno najbolju praksu, što je posebno in-

teresantno za preduzeća tekstilne i odevne industrije [21, 22]. Sve to pokazuje dobru stranu ERP sistema - da on nije statički sistem, već se stalno prilagođava i menja u skladu sa promenama na tržištu, a pre svega u skladu sa promenama potreba potrošača i dobavljača, ali i konkurenata, pa se može zaključiti da ERP sistemi prvenstveno predstavljaju podršku upravljanju resursima ka identifikaciji snaga preduzeća i prevazilaženju prepreka, te minimiziranju rizika, odnosno ka uspešnom poslovanju. Na kraju treba naglasiti da se uz ERP sisteme otvaraju i mogućnosti generisanja adekvatnih proizvodnih/poslovnih strategija poslovanja i pokretanje inovativnih procesa i projektno orijentisanih organizacija, bez čega savremeni poslovni sistemi ne mogu da opstanu na globalnom tržištu.

Informacioni sistem lanaca snabdevanja je u praksi može biti različitih proizvođača i različitih sadržaja, i kao i svi poslovni informacioni sistemi u direktnim korelacionim odnosima sa stepenom implementacije i nivoom kvaliteta IKT. Suština masovnosti implementacije SCM-a leži u činjenici globalizacije tržišta, jer i vlasnici MSP uviđaju da je skoro nemoguće opstati na tržištu bez implemeniranja ovakvih informativnih lanaca, odnosno da lanci snabdevanja predstavljaju kritične poslovne procese koji su ključni za uspešno korisničko iskustvo, jer sa visokim učinkom omogućuju poslovnu efikasnost i odziv, tako da kupci dobijaju ono što žele, ali na način koji doprinosi održivosti lanaca snabdevanja i istovremeno je profitabilan za preduzeće. Optimizacija lanaca snabdevanja danas koristi tehnologiju za pružanje superiornog upravljanja izuzecima, što je ključni element da preduzeća imaju bolju vidljivost i mogućnost donošenja odluka u realnom vremenu, odnosno da postanu (ili ostanu) konkurentna. Kao glavni problemi upravljanja lancima snabdevanja mogu se apostrofirati nedostaci komunikacije u službama zaduženim za rad i održavanje, ali i nedostaci komunikacije sa spoljašnjim partnerima u lancu snabdevanja (uključujući kupce i dobavljače), zatim nedostaci kompatibilnosti između poslovnih ciljeva i IKT strategije i loših softverskih mogućnosti, kao i nedostatak kvalifikovanog osoblja za analize lanca snabdevanja, jer je analiza podataka jedan od načina da se ovaj proces dodatno poboljša [12, 23]. Analiza podataka inače omogućava donošenje kvalitetnih i efikasnih odluka na osnovu rezimea relevantnih i pouzdanih podataka, uz često korišćenje vizuelizacije u obliku grafikona, dijagrama i drugih sredstava prezentacije, te na taj način može pomoći preduzeću u donošenju adekvatnih, kvalitetnijih, bržih i efikasnijih odluka i tako zaštititi svoju poslovnu reputaciju i dugoročnu održivost. Nekada se analiza lanca snabdevanja svodila uglavnom na deo statističke analize i prikaz

merljivih indikatora učinka za planiranje i predviđanje potražnje, dok se danas odnosi na najefikasnije načine eksploatacije velikih količina podataka, generisanih u mrežama lanaca snabdevanja [17]. Kako analitika lanaca snabdevanja postaje vrlo komplikovana, paralelno se razvijao širok spektar softvera za optimizaciju performansi lanaca snabdevanja – od pružanja pravovremenih i tačnih informacija o lancu snabdevanja, do praćenja prodaje, što ukazuje da savremeni sistemi upravljanja lancem snabdevanja imaju zadatak da u proizvodnom ciklusu minimiziraju troškove, gubitke i vreme.

5. ZAKLJUČAK

Za tekstilnu i odevnu industriju danas se može reći da skoro ne postoji optimalan proizvodni sistem za sve njene slučajeve, jer su mogućnosti i konfiguracija automatizovanih proizvodnih sistema za male i srednje serije prilično složene i komplikovane, pa se ekonomski optimum može postići samo specijalnim rešenjima prilagođenim konkretnim zahtevima, što se može sagledavati samo kroz visoko stručne analize studije slučajeve. U stvari, razumevanje situacione kompleksnosti i obezbeđivanje rešenja za realne probleme su neophodni za dizajn savremenih poslovnih procesa MSP tekstilne i odevne industrije, što podrazumeva sveobuhvatnu i masovnu podršku IKT i adekvatnih informacionih sistema. I ako su IKT i informacioni proizvodni i poslovni sistemi duboko zauzeli svoje pozicije u modernom, efikasnom i optimalnom poslovanju, činjenica je da u oblasti MSP tekstilne i odevne industrije još uvek nisu eksploatisani u dovoljnoj meri. Dodatni problem implementacije bilo kakvih inovativnih procesa ili sistema u ovom privrednom sektoru su uvek specifičnosti MSP, tekstilne i odevne industrije i država u razvoju, čemu se moraju pridodati i problemi neusaglašenosti i raznovrsnosti postojećih IKT, odnosno inkompatibilnosti i nekomplementarnosti samih informacionih sistema, kao i konstantan problem nedostatka kompetentnih ljudskih resursa. Može se reći da su za optimalno poslovanje i održivi efikasan razvoj MSP u specifičnom okruženju neophodni: jaka kompatibilna mreža ili kvalitetna baza IKT tehnologija, komplementarnost i koherencija IKT tehnologija i poslovnih informacionih sistema, kao i obimna integrisana baza podataka. Inače, potpuna informaciona integracija preduzeća može biti ostvarena jedino putem zajedničke baze podataka (podaci, informacije, procedure, itd.) za ceo poslovni sistem, a predstavljala bi izvor podataka za veliki broj analiza potrebnih menadžmentu za pravilno donošenje poslovnih odluka, uz unifikaciju parametara za jednostavnu analizu, sintezu i konsolidaciju podataka iz različitih dimenzija

poslovnih perspektiva. Treba naglasiti da se uspeh poslovnih sistema zasniva na sposobnosti da upravljaju tokovima materijala, informacija i novca, pa proizilazi da se rešenje za prevazilaženje ovog problema ogleda pre svega u mogućim kvalitetnim i efikasnim upravljanjima lancima snabdevanja, koji predstavljaju kritične poslovne procese koji su ključni za uspešno korisničko iskustvo, jer sa visokim učinkom omogućuju poslovnu efikasnost i odziv, ali na način koji doprinosi održivosti lanaca snabdevanja i istovremeno je profitabilan za preduzeće. Kako se danas živi u sve složenijoj globalnoj mreži, zahtevi kupaca su evoluirali, a pitanja održivosti su vrlo kritična, tako moderni lanci snabdevanja zahtevaju odgovore u realnom vremenu, pri čemu su tehnologije u nastajanju (veštačka inteligencija, *cloud*, *blockchain* ili *internet of things*), stvorile drugačiji poslovni pejzaž, a samim tim i drugačiju poslovnu arhitekturu.

Literatura

- [1] Adler U. (2004). Structural change: The dominant feature in the economic development of the German textile and clothing industries, *Journal of Fashion Marketing and Management, International Journal*, 8(3), 300-319.
- [2] Soldat D., Matotek M. (2014). Optimizacija lanca snabdevanja implementacijom savremenih informaciono komunikacionih tehnologija, *Tehnika i menadžment*, 64(6), pp. 1067-1071.
- [3] Dimitrijević D. (2021). Teze za nove strategije rada i razvoja tekstilne / odevne industrije 2, *Tekstilna industrija*, 59(1), 36-46.
- [4] Knight G. (2000). Entrepreneurship and Marketing Strategy: The SME Under Globalization. *Journal of International Marketing*, 8(2), 12-32
- [5] Hildegunn K. N. (2004). The Global Textile and Clothing Industry post the Agreement on Textiles and Clothing, Printed by the WTO Secretariat, Geneva, Switzerland
- [6] Kato M., Okamuro H., Honjo Y. (2015). Does Founders' Human Capital Matter for Innovation? Evidence from Japanese Start-ups, *Journal of Small Business Management*, 53(1), pp. 114-128
- [7] Istook C.L. (2002). Enabling mass customization: computer-driven alteration methods, *International Journal of Clothing Science and Technology*, 14(1), 61-76
- [8] <https://sr.m.wikipedia.org> › sr-el

- [9] Dimitrijević D., Paunjoric P., Adamovic Ž., Janjic Z., Nikolic D., Janjic N. (2016). Flexible Application of CAD / CAM Systems and Optimization of the Production Process as Factors of Strengthening the Competitiveness of Small and Medium-Sized Enterprises of Apparel Industry in Developing Countries (Part 1), *Journal of the Balkan Tribological Association*, 22(4-I), 3733-3747.
- [10] Dhevina D. (2018). Analisis Dan Pemodelan Proses Bisnis Pemenuhan Pesanan UMKM XYZ. *Undergraduate thesis*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [11] Hearle J.W.S. (2006). Engineering Design of Textiles, *Indian Journal of Fibre and Textile Resarch*, 31(1), 125-133.
- [12] Dimitrijević D., Spaić O., Urošević S., Adamović Ž., Đurić Ž. (2018). Korelacija specifičnih performansi MSP odevne industrije država u razvoju i implementacija IKT tehnologija, *Tekstilna industrija*, 56(1), 35-42.
- [13] Mičić, I., Mičić, I., & Mičić, M. (2019). Strategija razvoja globalnih informaciono-tehnoloških mogućnosti poslovanja u kompaniji "Benetton", *Tekstilna industrija*, 67(2), 54-59.
- [14] Regodić D., Tošić P., Jovanović S. (2009). Fleksibilni proizvodni sistemi, *Inženjerski menadžment*, 166-179
- [15] Brzaković R., Marjanović Z. (2009). Računarski sistemi za upravljanje proizvodnjom, *XXXIII savetovanje proizvodnog mašinstva Srbije, Beograd, 16-17.06. 2009, pp. 249-252*
- [16] Regodic D., Cvetkovic D. (2011), *Automatizacija, proizvodni sistemi i računarski integrisana proizvodnja*, Univerzitet Singidunum Beograd
- [17] Mitrović V., Mitrović I. (2019). Savremeni koncept upravljanja lancima snabdevanja upotrebom IKT, *Ekonomski signali*, 14(2), 081-096.
- [18] Milašinović, M., Špiler, M., Knežević, S., & Mitrović, A. (2022). Analiza efikasnosti tekstilnih preduzeća u Srbiji. *Tekstilna industrija*, 70(1), 4-11.
- [19] Dobrosavljević, A. (2019). Upravljanje kreativnim i radno-intenzivnim poslovnim procesima odevne industrije. *Tekstilna industrija*, 67(4), 58-66
- [20] Ash C. G., Burn J. M. (2003). A strategic framework for the management of ERP enabled ebusiness change, *European Journal of Operations Research*, 146, 233-240.
- [21] Garg P., Garg A. (2013). An empirical study on critical failure factors for enterprise resource planning implementation in Indian retail sector, *Business Process Management Journal*, 19(3), 496-514.
- [22] Stošić B., Išljamović S. (2009). Mogućnosti primene ERP sistema u upravljanju inovacionim projektima, *VII Skup privrednika i naučnika, Beograd, 05.-06. Novembar*, 35-43.
- [23] Bošković J. (2013). Upravljanje lancima snabdevanja Supply chain management, *FQ2013 Festival kvaliteta, Beograd, A117-A127*.
- [24] "Службени гласник РС", broj 35. (2020). Osnovi industrijske politike Republike Srbije 2020-2030.

Primljeno/Received on: 18.08.2022.

Revidirano/ Revised on: 30.08.2022.

Prihvaćeno/Accepted on: 01.09.2022.

© 2021 Authors. Published by Union of Textile Engineers and Technicians of Serbia. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International license (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)