

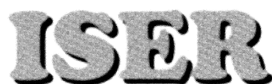
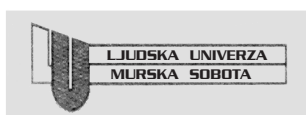
2017 < ŠTEVILKA 2 < APR. MAJ. JUN. < LETNIK XXV < ISSN 1318-1882



02 UPORABNA INFORMATIKA

Izpitni centri ECDL

ECDL (European Computer Driving License), ki ga v Sloveniji imenujemo evropsko računalniško spričevalo, je standardni program usposabljanja uporabnikov, ki da zaposlenim potrebno znanje za delo s standardnimi računalniškimi programi na informatiziranem delovnem mestu, delodajalcem pa pomeni dokazilo o usposobljenosti. V Evropi je za uvajanje, usposabljanje in nadzor izvajanja ECDL pooblaščen ustanova ECDL Foundation, v Sloveniji pa je kot član CEPIS (Council of European Professional Informatics) to pravico pridobilo Slovensko društvo INFORMATIKA. V državah Evropske unije so pri uvajanju ECDL močno angažirane srednje in visoke šole, aktivni pa so tudi različni vladni resorji. Posebno pomembno je, da velja spričevalo v 148 državah, ki so vključene v program ECDL. Doslej je bilo v svetu izdanih že več kot 11,6 milijona indeksov, v Sloveniji več kot 17.000, in podeljenih več kot 11.000 spričeval. Za izpitne centre v Sloveniji je usposobljenih osem organizacij, katerih logotipe objavljamo.



U P O R A B N A I N F O R M A T I K A

2017 ŠTEVILKA 2 APR/MAJ/JUN LETNIK XXV ISSN 1318-1882

Znanstveni prispevki

- Jerko Oršič, Tanja Tajnik, Bojan Rosi, Borut Jereb
Merjenje trajnostne uspešnosti pri izvajalcih logističnih storitev 79
- Tomaž Sallubier, Borut Rusjan
Proces validacije računalniško podprtih sistemov: primer farmacevtske industrije 93

Strokovni prispevki

- Magdalena Rejec, Matjaž Roblek
Večparametrski odločitveni model za razvrščanje naročil v proizvodnjo 110

Pogledi v zgodovino

- Niko Schlamberger, Janez Grad
Štirideset let Slovenskega društva Informatika 124

Informacije

- Iz Islovarja 131

Ustanovitelj in izdajatelj

Slovensko društvo INFORMATIKA
Litostrojska cesta 54, 1000 Ljubljana

Predstavniki

Niko Schlamberger

Odgovorni urednik

Jurij Jaklič

Uredniški odbor

Marko Bajec, Vesna Bosilj Vukšič, Sjaak Brinkkemper, Gregor Hauc, Jurij Jaklič, Andrej Kovačič, Jan von Knop, Jan Mendling, Miodrag Popović, Katarina Puc, Vladislav Rajkovič, Ivan Rozman, Pedro Simões Coelho, John Taylor, Mirko Vintar, Tatjana Welzer Družovec

Recenzenti

Alenka Baggia, Marko Bajec, Marko Bohanec, Renato Burazer, Janez Demšar, Dejan Dinevski, Saša Divjak, Nadja Dobnik, Jure Erjavec, Aleksandar Gavrič, Miro Gradišar, Aleš Groznik, Tanja Grublješič, Mojca Indihar Štemberger, Jurij Jaklič, Mirjana Kljajič Borštnar, Monika Klun, Andrej Kovačič, Nives Kreuh, Marjan Krisper, Robert Leskovar, Luka Pavlič, Aleš Popovič, Uroš Rajkovič, Vladislav Rajkovič, Živa Rant, Andrej Robida, Niko Schlamberger, Marina Trkman, Peter Trkman, Tomaž Turk, Mirko Vintar, Borut Werber, Boštjan Žvanut

Tehnična urednica

Mira Turk Škraba

Lektoriranje

Mira Turk Škraba (slov.)
Marvelingua (angl.)

Oblikovanje

KOFEIN DIZAJN, d. o. o.

Prelom in tisk

Boex DTP, d. o. o., Ljubljana

Naklada

600 izvodov

Naslov uredništva

Slovensko društvo INFORMATIKA
Uredništvo revije Uporabna informatika
Litostrojska cesta 54, 1000 Ljubljana
www.uporabna-informatika.si

Revija izhaja četrtletno. Cena posamezne številke je 20,00 EUR. Letna naročnina za podjetja 85,00 EUR, za vsak nadaljnji izvod 60,00 EUR, za posameznike 35,00 EUR, za študente in seniorje 15,00 EUR. V ceno je vključen DDV.

Revija Uporabna informatika je od številke 4/VII vključena v mednarodno bazo INSPEC.

Revija Uporabna informatika je pod zaporedno številko 666 vpisana v razvid medijev, ki ga vodi Ministrstvo za kulturo RS.

Revija Uporabna informatika je vključena v Digitalno knjižnico Slovenije (dLib.si).

© Slovensko društvo INFORMATIKA

Vabilo avtorjem

V reviji Uporabna informatika objavljamo kakovostne izvirne članke domačih in tujih avtorjev z najširšega področja informatike v poslovanju podjetij, javni upravi in zasebnem življenju na znanstveni, strokovni in informativni ravni; še posebno spodbujamo objavo interdisciplinarnih člankov. Zato vabimo avtorje, da prispevke, ki ustrezajo omenjenim usmeritvam, pošljejo uredništvu revije po elektronski pošti na naslov ui@drustvo-informatika.si.

Avtorje prosimo, da pri pripravi prispevka upoštevajo navodila, objavljena v nadaljevanju ter na naslovu <http://www.uporabna-informatika.si>.

Za kakovost prispevkov skrbi mednarodni uredniški odbor. Članki so anonimno recenzirani, o objavi pa na podlagi recenzij samostojno odloča uredniški odbor. Recenzenti lahko zahtevajo, da avtorji besedilo spremenijo v skladu s priporočili in da popravljeni članek ponovno prejmejo v pregled. Uredništvo pa lahko še pred recenzijo zavrne objavo prispevka, če njegova vsebina ne ustreza vsebinski usmeritvi revije ali če članek ne ustreza kriterijem za objavo v reviji.

Pred objavo članka mora avtor podpisati izjavo o avtorstvu, s katero potrjuje originalnost članka in dovoljuje prenos materialnih avtorskih pravic. Nenaročenih prispevkov ne vračamo in ne honoriramo. Avtorji prejmejo enoletno naročnino na revijo Uporabna informatika, ki vključuje avtorski izvod revije in še nadaljnje tri zaporedne številke.

S svojim prispevkom v reviji Uporabna informatika boste prispevali k širjenju znanja na področju informatike. Želimo si čim več prispevkov z raznoliko in zanimivo tematiko in se jih že vnaprej veselimo.

Uredništvo revije

Navodila avtorjem člankov

Članke objavljamo praviloma v slovenščini, članke tujih avtorjev pa v angleščini. Besedilo naj bo jezikovno skrbno pripravljeno. Priporočamo zmernost pri uporabi tujk in – kjer je mogoče – njihovo zamenjavo s slovenskimi izrazi. V pomoč pri iskanju slovenskih ustreznih priporočamo uporabo spletnega terminološkega slovarja Slovenskega društva Informatika Islovar (www.islovar.org).

Znanstveni članek naj obsega največ 40.000 znakov, strokovni članki do 30.000 znakov, obvestila in poročila pa do 8.000 znakov.

Članek naj bo praviloma predložen v urejevalniku besedil Word (*.doc ali *.docx) v enojnem razmaku, brez posebnih znakov ali poudarjenih črk. Za ločilom na koncu stavka napravite samo en prazen prostor, pri odstavkih ne uporabljajte zamika.

Naslovu članka naj sledi za vsakega avtorja polno ime, ustanova, v kateri je zaposlen, naslov in elektronski naslov. Sledi naj povzetek v slovenščini v obsegu 8 do 10 vrstic in seznam od 5 do 8 ključnih besed, ki najbolje opredeljujejo vsebinski okvir članka. Pred povzetkom v angleščini naj bo še angleški prevod naslova, prav tako pa naj bodo dodane ključne besede v angleščini. Obratno velja v primeru predložitve članka v angleščini. Razdelki naj bodo naslovljeni in oštevilčeni z arabskimi številkami.

Slike in tabele vključite v besedilo. Opremite jih z naslovom in oštevilčite z arabskimi številkami. Vsako sliko in tabelo razložite tudi v besedilu članka. Če v članku uporabljate slike ali tabele drugih avtorjev, navedite vir pod sliko oz. tabelo. Revijo tiskamo v črno-beli tehniki, zato barvne slike ali fotografije kot original niso primerne. Slik zaslonov ne objavljamo, razen če so nujno potrebne za razumevanje besedila. Slike, grafikoni, organizacijske sheme ipd. naj imajo belo podlago. Enačbe oštevilčite v oklepajih desno od enačbe.

V besedilu se sklicujte na navedeno literaturo skladno s pravili sistema APA navajanja bibliografskih referenc, najpogosteje torej v obliki (Novak & Kovač, 2008, str. 235). Na koncu članka navedite samo v članku uporabljeno literaturo in vire v enotnem seznamu po abecednem redu avtorjev, prav tako v skladu s pravili APA. Več o sistemu APA, katerega uporabo omogoča tudi urejevalnik besedil Word 2007, najdete na strani <http://owl.english.purdue.edu/owl/resource/560/01/>.

Članku dodajte kratek življenjepis vsakega avtorja v obsegu do 8 vrstic, v katerem poudarite predvsem strokovne dosežke.

Merjenje trajnostne uspešnosti pri izvajalcih logističnih storitev

Jerko Oršič, Mentek Logonet, d. o. o.

Tanja Tajnik, VLS Computers, d. o. o.

Bojan Rosi, Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko

Borut Jereb, Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko

jerko.orsic@mentek.si; tanjatajnik@gmail.com; bojan.rosi@um.si; borut.jereb@um.si

Izvleček

Distribucija blaga v oskrbovalnih verigah temelji na izvajalcih logističnih storitev, ki s svojim delovanjem predvsem na področju transporta in skladiščenja povzročajo velike obremenitve za okolje in vplivajo na druga trajnostna področja. Pridobivanje informacij o trajnostnem delovanju je zaradi različnih konceptov poročanja in pomanjkanja ustreznih enotnih meril zelo oteženo. Razvili smo model 3PL GIF, ki omogoča na podlagi izbranih kazalnikov objektivno poročanje o uspešnosti trajnostnega delovanja in primerjavo med zelo različnimi izvajalci logističnih storitev. Izvedli smo raziskavo med pomembnimi slovenskimi logističnimi podjetji na podlagi modela 3PL GIF, ki zajema trajnostna področja ekologije, družbe in ekonomije. Raziskava je pokazala, da so vsa podjetja zelo zainteresirana za trajnostno delovanje, vendar rezultati kažejo opazne razlike med njimi. Ugotovili smo, da nekatera podjetja za posamezna področja nimajo razvitega merjenja in se z njimi ne ukvarjajo, medtem ko druga uspešno pokrivajo ves nabor trajnostnega delovanja. Raziskava je bila omejena na področje Slovenije, v drugih državah bi bili izidi lahko drugačni. V raziskavi ugotavljamo, da pridobljeni podatki na podlagi modela 3PL GIF omogočajo primerjave o trajnostnem delovanju med različnimi podjetji in dajejo uporabne informacije za sama logistična podjetja, organizatorje oskrbovalnih verig, naročnike logističnih storitev in vso zainteresirano javnost. Model 3PL GIF prinaša nov pristop merjenja napredka na trajnostnem področju pri distribuciji izdelkov, saj vključuje v kazalnike uporabo standardov za merjenje kakovosti in ciklični sistem stalnih izboljšav PDCA. Po drugi strani omogoča vsakemu podjetju, da meri, izboljšuje in poroča o svojem delovanju na trajnostnem področju kot napredovanje proti ciljem, ki si jih določi samo. S tem omogočamo objektivno primerjavo napredovanja pri trajnostnem razvoju med različnimi podjetji na področju distribucije blaga.

Ključne besede: izvajalci logističnih storitev, trajnostni razvoj, merjenje uspešnosti, distribucija blaga, indeks 3PL GIF, oskrbovalne verige.

Abstract

Sustainable performance measurement for logistics services providers

Distribution of goods in a supply chain is based on logistics service providers, which cause strains on the environment and affect other segments of sustainability with their operations, primarily in the segment of transport and storage. Collecting data on sustainable operations for the purpose of comparison of such companies is complicated due to grossly different concepts of reporting and the lack of appropriate uniform criteria. We have developed the 3PL GIF model which enables objective reporting on the performance of sustainable operations and the comparison between significantly different logistics service providers based on selected indicators. Furthermore, we conducted a study of significant Slovenian logistics companies based on the 3PL GIF model, which includes the sustainability segments of ecology, society and economy. Our study has shown that all of the companies are more than interested in sustainable operations. However, findings indicate substantial differences between these companies. We have determined that some of them do not possess a developed monitoring system for certain segments and do not concern themselves with said segments while other companies successfully cover the full range of sustainable operations. The study was restricted to the territory of Slovenia, meaning that the results could be different in other countries. We have found that the data collected on the basis of the 3PL GIF model allows for the comparison of sustainable operation between substantially different companies and provides vital information for logistics companies, supply chain managers, clients of logistics providers as well as the entire interested public. The 3PL GIF model represents a new approach for measuring progress in sustainability for the distribution of goods and includes indicators for the use of quality measurement standards and the PDCA cycle system for continued improvements. On the other hand, it also allows companies to measure, improve, and report on their operations in the segment of sustainability as progress towards the defined goals. This enables an objective comparison of progress in sustainable development between significantly different companies in the segment of distribution of goods.

Keywords: logistics service providers, sustainable development, measuring progress, distribution of goods, 3PL GIF index, supply chains.

1 UVOD

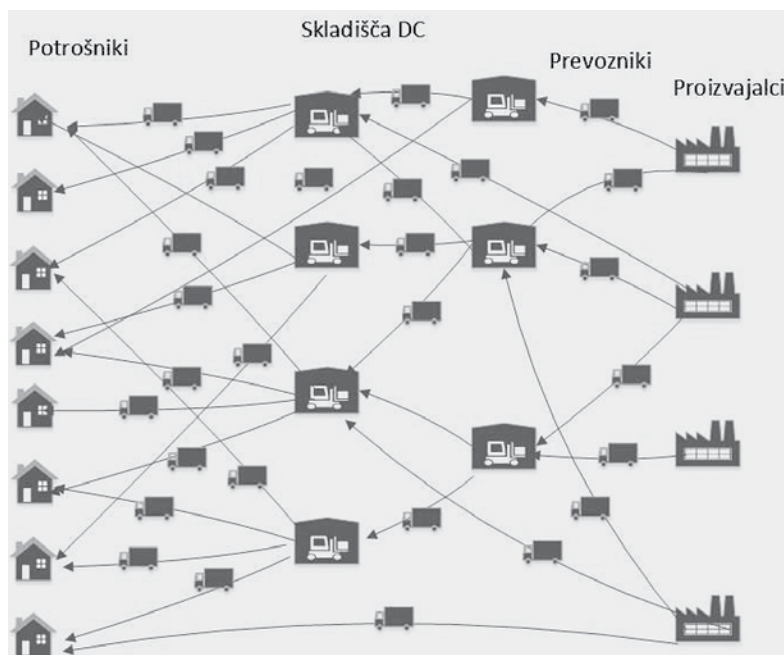
Večina podjetij distribucijo svojih izdelkov izvaja prek oskrbovalnih verig. Oskrbovalne verige lahko smatramo kot poslovna omrežja, ki povezujejo različna podjetja z medsebojnimi povezavami za prejeme in izdaje blaga, storitev in informacij. Princip uspešnih oskrbovalnih verig temelji na učinkovitem menedžmentu toka blaga in storitev za doseg pričakovanih kupcev, na informacijah, ki krmilijo delovanje, na logistični infrastrukturi, ki predstavlja materialna in organizacijska sredstva, potrebna za logistične operacije, in na osebju, ki je potrebno za izvajanje logističnih storitev (Jereb idr., 2016). Poleg tega pri logističnih storitvah sodelujejo različna podjetja, ki lahko skrbijo za različne naročnike svojih storitev (zunanji izvajalci logistike – 3PL) ali pa so interno vezana na določena podjetja ali omrežja.

Zavest o odgovornosti do okolja in zmanjševanju porabe virov ter odgovornost do celotne družbe povzročata, da se tudi pri izvajanju logističnih storitev vedno bolj posvečajo trajnostnemu razvoju kot opisuje Executive Order #13423 (2007): »Trajnostni razvoj ustvarja in vzdržuje pogoje, pri katerih ljudje in narava obstajajo v učinkoviti harmoniji, da omogočajo izpolnjevanje družbenih, gospodarskih in drugih zahtev sedanjih in prihodnjih generacij.«

Poleg ekonomsko učinkovitega menedžmenta postajajo za uspešne oskrbovalne verige vedno bolj pomembni trajnostni vidiki izvajanja, saj želimo imeti boljši transport, učinkovito skladiščenje in izvedbo vse drugih dejavnosti tako, da ne obremenjujejo okolja in so prijazni tudi do drugih trajnostnih področij.

Zaradi zavedanja o pomembnosti uspešnega trajnostnega delovanja, ostrejšje zakonodaje na okoljskem področju, vedno večje občutljivosti na družbenem področju in pridobivanja pomembnih konkurenčnih prednosti se tudi logistična podjetja trudijo bolj transparentno in trajnostno delovati (Langley Jr., 2010). Tako že veliko podjetij poroča o načinu svojega delovanja, vendar vsako na svoj način z izborom zelo različnih kriterijev in podatkov.

Pri logističnih dejavnostih transporta in skladiščenja lahko sodeluje veliko različnih izvajalcev po velikosti, opremljenosti in zmožnosti za ustrezen prikaz svojega delovanja. Hkrati se oskrbovalne verige zelo hitro spreminjajo, vključujejo se razna podjetja in njihovi podizvajalci, pri katerih velikokrat nimamo nobenih informacij o njihovem trajnostnem delovanju.



Slika 1: Poslovno omrežje pri distribuciji blaga (Oršič idr., 2016)

Pri takem poslovnem omrežju s stalnim spreminjanjem udeležencev in zelo različno strukturo logističnih podjetij so izredno pomembne informacije o

trajnostnih naporih sodelujočih podjetij in kakovosti izvajanja logističnih procesov. Zanima nas, kako so pri tem obremenili okolje in povzročili druge

trajnostne posledice. Poleg tega zainteresirane javnosti želijo vedeti, kako varno je delo pri transportu in skladiščenju, kako se ravna z zaposlenimi, so ti ustrezno izobraženi in plačani, saj želimo izbrati boljši transport, učinkovitejše skladiščenje in procese izvajanja različnih podjetij primerjati med seboj.

Struktura podjetij, ki izvajajo logistične storitve, je izredno raznolika – od sistemov, ki pokrivajo celotne oskrbovalne verige, do majhnih transportnih podjetij. Zaradi zavedanja o pomembnosti trajnostnega delovanja že sedaj izvajalci poročajo o načinu izvajanja svojih storitev, vendar vsak na svoj način in samo z omejenim številom podatkov iz različno izbranih področij ter nejasno metodologijo pridobivanja podatkov. Pridobivanje informacij o trajnostnem delovanju teh podjetij in primerjava med njimi je zaradi zelo različnih konceptov poročanja in pomanjkanja ustreznih enotnih meril zelo otežkočeno.

2 MERJENJE USPEŠNOSTI TRAJNOSTNEGA DELOVANJA PRI DISTRIBUCIJI BLAGA

Pri izboru kazalnikov za model 3PL GIF smo se oprli na različne obstoječe načine merjenja trajnosti in izbrali tiste, ki se najbolj nanašajo na logistično delovanje pri oskrbovalnih verigah.

Za oblikovanje sistema merjenja uspešnosti s stalnimi izboljšavami v PDCA (Plan-Do-Check-Act), štirifaznem ponavljajočem se cikličnem sistemu stalnih izboljšav po smernicah ISO 14031, so predvidene tri vrste kazalnikov uspešnosti po modelu PSR (pritisk–stanje–reakcija), in sicer kazalniki uspešnosti menedžmenta, operativni kazalniki in kazalniki okoljskega stanja.

Primeri kazalnikov uspešnosti menedžmenta (MPI – Management Performance Indicator), ki podajajo informacije o uspešnosti izvajanja uprave glede izboljševanja okoljskega menedžmenta, so proračun, predviden za okoljski menedžment, število okoljskih incidentov na leto in odstotek doseženih okoljskih ciljev glede na planirane.

Primeri operativnih kazalnikov uspešnosti (OPI – Operational Performance Indicator), ki podajajo informacije na operativni ravni podjetja, so energija, porabljena na enoto izdelka, povprečna poraba goriva celotne flote na sto kilometrov, poraba vode na enoto izdelka.

Primeri kazalnikov okoljskega stanja (ECI – Environmental Condition Indicator), ki poročajo o lokalnem in globalnem stanju okolja zaradi naših aktivno-

sti, so škodljive koncentracije trdnih delcev v zraku na kubični meter, pogostnost fotokemičnega smoga na leto, upadanje nivoja podtalnice v metrih.

World bank (Serageldin, 1996) je leta 1995 okviru modela PSR dodala poleg ekonomskih in ekoloških tudi družbene kriterije: »Trajnostno je pustiti prihodnjim generacijam vsaj toliko priložnosti, kot smo jih imeli sami, če že ne več,« in na podlagi ekonomije okolja in družbe dodala trikotni okvir oz. okoljski trajnostni razvoj (ESD – Environmentally Sustainable Development).

Walmart je izdelal oceno trajnosti svojih dobaviteljev na podlagi vprašalnika na področjih (Walmart, 2009):

- energije in podnebje: z namenom zmanjševanja stroškov za energijo in zmanjšanje emisij zraka;
- učinkovito ravnanje z materiali: z namenom zmanjšanja odpadkov in povečanja kakovosti;
- naravni viri: z namenom odgovorno pridobljenih surovin in visoke kakovosti;
- ljudje in skupnost: odgovorna in etična proizvodnja.

V konceptu merjenja trajnosti logističnih podjetij sta bili predlagani dve dimenziji, in sicer dimenzija koncept, pri kateri se meri izpuste CO₂, strategijo trajnostne politike, porabo, certifikate za okoljsko izvajanje podizvajalcev in sodelovanje z znanostjo, ter dimenzija ukrepi, ki se nanaša na področja vznege parka, nepremičnin, varovanja virov, izvajanja ukrepov na družbenih področjih v okviru podjetja in zunaj njega, transporta, intralogistike in pakiranja (Nehm, 2011).

Kot navajata Vachon in Klassen (2006), ima zaradi pomembnosti trajnostnega izvajanja vedno večji pomen logistika, ki deluje po principih trajnostnega razvoja, pri čemer je pozornost usmerjena predvsem k trajnostnemu in zelenemu načinu menedžmenta oskrbovalnih verig.

Elkington je vpeljal splošno priznani trojni obračun (Triple Bottom Line) za ekonomsko uspešnost, izboljševanje in merjenje okoljske uspešnosti ter skrb za družbeno okolje na primeru podjetja Shell UK (Elkington, 1999). Merjenje uspešnosti oskrbovalne verige na nivojih strategije, taktike in izvedbe je opisal Gunasekaran (2004). Zaradi večjih zahtev po uspešnosti so stalne izboljšave na področju menedžmenta oskrbovalnih verig postale nuja (Sharma idr., 2008). Zeleni in trajnostni menedžment oskrbovalnih verig (GSCM) zahteva

drugačen pristop pri strategiji in odločitvah na podlagi znanja in kompetenc na trajnostnem področju. GSCM je strategija, ki integrira okoljsko razmišljanje v celoten SCM (Srivastava, 2007). Predlog za nov okvir SCM na podlagi teorije odvisnosti od virov, stroškov transakcij, populacijske ekologije in virov, ki so na voljo podjetju, je prisoten od leta 2008 (Rogers, 2008). Zanimiv meritveni model s petimi skupinami GSCM je opisal Zhu (2008).

Pri večini oskrbovalnih verig sodelujejo na področju transporta in skladiščenja zelo različni izvajalci logističnih storitev. Če želimo meriti trajnostno uspešnost oskrbe, moramo zajeti vse izvajalce, tako da jih lahko primerjamo med seboj. Za doseganje okoljske uspešnosti je izjemno pomembna delitev medsebojne odgovornosti podjetij. To dosežemo tako, da vsi udeleženci prevzamejo standard ISO 14000 (Hervani, Helms in Sarkis, 2005). V Evropi je prisotna težnja, da se vsa podjetja, ki sodelujejo kot ponudniki izvajanja logističnih storitev, povezujejo s kupci, ki so vse bolj trajnostno naravnani. Trenutna praksa je, da pogodbe z večjimi kupci vsebujejo zajetne vprašalnike o trajnostnih zahtevah, spremljanje izvedbe teh zahtev pa je nedorečeno in kot takšno problematično (Böhringer in Jochem, 2007). V raziskavi 3PL podjetij v Italiji so bili analizirani faktorji, ki spodbujajo ali zavirajo vpeljevanje trajnostnih zahtev za logistična podjetja (Evangelista, 2014). V analizi 72 različnih znanstvenih člankov o okoljski trajnostni logistiki so ugotovili, da članki niso osredinjeni na pobude trajnostnega delovanja med zunanjimi podjetji in da obstaja velik primanjkljaj raziskovanja in objav s tega področja (Marchet in Melacini, 2014).

Iz analize navedenih virov ter lastnih izkušenj smo za kazalnike izbrali najbolj relevantne na področjih ekologije, družbe in ekonomije, ki so vezani na uporabo standardov in merjenja izvedbe ter vsebujejo principe PDCA.

3 MODEL 3PL GIF ZA MERJENJE USPEŠNOSTI TRAJNOSTNEGA DELOVANJA

Model smo poimenovali po najbolj razširjenem in zato tudi zahtevnem primeru, ko logistične storitve izvajajo zunanji izvajalci, ki imajo z naročnikom samo pogodbeni odnos. Tako 3PL GIF pomeni Third Party Logistics Green Inovative Framework – Zeleni inovativni okvir zunanjih izvajalcev logističnih storitev. Zeleni inovativni okvir 3PL GIF predstavlja lo-

gično strukturo, ki opisuje in zaznava celotno okoljsko ravnanje pri logističnih podjetjih. Temelji na treh splošno priznanih trajnostnih področjih, na katerih merimo trajnostno delovanje, in sicer na okoljskem, družbenem in ekonomskem.

Sam koncept je zasnovan tako, da podjetja opozarja prek kazalnikov na standarde, po katerih bi morali izvajati logistične dejavnosti, jih meriti in jih ciklično stalno izboljševati. Glede na to, da podjetje samo ocenjuje uspešnost, smo posamezne kazalnike povsod povezali z uporabo mednarodnih standardov, ki jih preverjajo zunanji certificiranimi ocenjevalci in zato pričakujemo ustrezno relevantnost podatkov. Če podjetje ne uporablja standardnih sistemov za merjenje kakovosti, je to pomemben podatek, ki kaže na to, da podjetje nima ustrezne trajnostne politike.

Za vsako področje – okolje, družbo in ekonomijo – imamo izbrano skupino kazalnikov, ki na najbolj splošen in preprost način prikazuje uspešnost trajnostnega delovanja logističnega podjetja. Kazalnik je opazovana vrednost, ki reprezentativno predstavlja preučevani pojav (EEA, 2003). V splošnem kazalniki ovrednotijo informacije z združevanjem več različnih podatkov. Kazalnik poenostavi informacije, ki lahko pomagajo pri razkrivanju kompleksnih pojavov in temeljijo na podatkih različnih spremenljivk, ki jih opazujemo v določenem časovnem obdobju. Kazalniki morajo biti postavljeni na podlagi temeljne znanstvene zahteve izpolnjevanja treh bistvenih korakov, ki so normalizacija, utežitev in združevanje (Böhringer in Jochem, 2007). Za primerjavo posameznih spremenljivk so možne različne tehnologije, ki omogočajo združitve v kazalnik (Welsch, 2005). Na merjenju oddaljenosti od cilja temelji normalizacija (Krajnc, 2005). Na tem principu temeljijo tudi kazalniki, ki smo jih definirali pri našem delu.

3.1 Struktura modela 3PL GIF

Kako pridemo od podatkov do ugotavljanja o napredovanju pri doseganju trajnostnega razvoja, kaže podatkovna piramida, v kateri se vidi celotna informacijska struktura od podatkov do kazalnikov, združenih v indeks, ki kaže oddaljenost do cilja (Zegras, 2006). Kazalniki nam pomagajo razumeti, kakšno je naše trenutno stanje, kam se gibljemo in kako daleč smo od zastavljenega cilja. Izbor kazalnikov temelji na pravilih, in sicer morajo biti relevantni, vzročno povezani, ocenjevati se morajo ra-

zumljivo in preprosto. Način pridobivanja podatkov za kazalnike mora biti stalen, zanesljiv in z majhnimi stroški (Hsu, 2013; Warhurst, 2002).

Izbrali smo kazalnike, ki po našem mnenju najbolj odražajo izvajanje trajnostne politike podjetja. Večinoma so podatki za kazalnike v podjetjih že pripravljene, saj temeljijo na pridobljenih podatkih, ki jih zahtevajo pri izvajanju standardov. Kazalniki se običajno merijo na določeno enoto, npr. SKU, da omogočamo primerjavo podatkov glede na različne obsege delovanja.

3.1.1 Kazalniki uporabe okoljskih standardov

Kazalniki uporabe okoljskih standardov kažejo, ali podjetje uporablja standarde, ki zagotavljajo, da se izvaja zastavljena okoljska politika. Uspešnost uporabe okoljskih standardov pri logističnih dejavnostih, kot je ISO 14000 ipd., kaže, kako zavzeto izvaja podjetje planiranje, izvajanje in merjenje na okoljskem področju. Hkrati uporablja že vgrajeni sistem PDCA, ki omogoča stalno napredovanje in poročanje o okoljskem delovanju pri logističnih storitvah.

Kazalniki merjenja onesnaževanja kažejo na skrb podjetja, da meri onesnaževanje okolja pri svojih dejavnostih. Merimo onesnaževanja s trdnim odpadom, onesnaževanje zraka in vode, kar je marsikje tudi zakonsko predpisano. Spremljamo tudi učinkovitost pri zmanjševanju porabe energije. Navajamo izbrane kazalnike:

- zmanjšanje emisij v zrak pri logističnih dejavnostih;
- zmanjšanje onesnaževanja in porabe vode;
- zmanjšanje porabe energije;
- zmanjšanje trdnega odpada pri logistiki.

Kazalnik recikliranja prikazuje skrb podjetja za odpadne snovi, pri čemer merimo, kakšno je povečanje obsega recikliranja pri logističnih dejavnostih.

Kazalnik ekoloških incidentov nakazuje, da se podjetje zaveda problematike ekoloških incidentov, da spremlja stanje ekoloških incidentov in jih z ukrepi želi zmanjšati.

3.1.2 Kazalniki na področju družbene uspešnosti podjetja

Ti kazalniki so usmerjeni na osebje, ki izvaja logistične storitve. Posebno pri skladiščenju in transportu so ljudje ključni faktor za uspešno izvajanje logističnih procesov.

Kazalniki socialne varnosti opozarjajo na izboljšanje socialne varnosti zaposlenih, trajnost zaposlit-

ve, povečanje plač, ugodnosti za zaposlene, doseganje ali preseganje ILO standardov.

Izboljšanje kvalitete okolja, v katerem delavci delajo, je kazalnik, ki kaže, kako podjetje izvaja politiko izboljševanja delovnega okolja, da zaposleni niso izpostavljeni škodljivim vplivom, imajo ustrezne razmere na delovnem mestu, skrbijo za postavitev uspešnih delovnih ekip ipd.

Kazalnik izboljševanju delovnih pogojev prikazuje skrb podjetja, da skrbi za svoje delavce z ustreznimi urniki dela, poskrbi, da zaposleni niso pod prehudimi obremenitvami, da imajo čas za prehrano in počitek ipd.

Kazalniki varnosti pri delu kažejo na izboljševanje varnosti v logistiki z izvajanjem varnostne politike podjetja, merjenjem in stalnimi izboljšavami. Varnost pri delu se začne s preventivo. Kazalnik povečanja preventivnih ukrepov kaže na izvajanje različnih preventivnih ukrepov na področju varnosti pri izvedbi logistike in meri učinkovitost izvedenih ukrepov. Zmanjševanje nesreč pri uporabi delovnih sredstev je kazalnik, s katerim merimo uspešnost pri zmanjševanju nesreč pri logističnih dejavnostih.

Kazalnik izobraževanja opozarja na povečanje izobraževanja na zaposlenega, saj je prav zaradi hitro spremljive tehnologije in uvajanja informatike izobraževanje zaposlenih pogoj za uspešno delo.

3.1.3 Kazalniki na področju ekonomske uspešnosti podjetja

Izbrali smo tri skupine kazalnikov, ki so vezani na poslovanje na logističnem področju.

Kazalniki splošne ekonomske uspešnosti kažejo, ali podjetje deluje uspešno in zagotavlja nujna sredstva za delovanje na področju logistike.

Kazalnik povečanje tržnega deleža na segmentu logistike prikazuje, kako je podjetje uspešno pri osvajanju logističnega trga oziroma pri povečanju obsega svojega delovanja.

Kazalnik povečanja neto prihodkov na segmentu logistike prikazuje ekonomsko uspešnost na logističnem področju.

Kazalnik, ki kaže povečanje sredstev za zagotavljanje zelene produkcije na logističnem področju, prikazuje, koliko sredstev je namenjenih za investicije v trajnostne izboljšave. Evidentno je, da le z investicijami lahko dosežemo zelene cilje pri trajnostnem razvoju, npr. zmanjšanje porabe energije dosežemo z vložki v bolj varčne porabnike, z vlaganjem v menjava energentov, v alternativne vire.

Kazalniki ekonomske uspešnosti izvajanja logističnih storitev. Vitka logistika ima enake cilje, kot jih ima vitka proizvodnja, in sicer izboljšanje kakovosti, produktivnosti in učinkovitosti izvajanja logističnih procesov z aktivnim sodelovanjem vseh zaposlenih. Zato smo postavili kazalnik, ki kaže, ali podjetje uporablja principe vitke logistike in ali beležijo zmanjšanje stroškov zaradi izvajanja vitke logistike.

Splošno priznani kazalnik za ekonomsko učinkovit proces pri logistiki meri stroške na posamezno transportno enoto SKU (Stock Keeping Unit).

Kazalnik za izboljšanje ekonomske učinkovitosti transporta prikazuje, kakšne ekonomske učinke so dosegli pri izboljšavah notranjega ali zunanjega transporta na prevoženi kilometer.

Z uspešnim trajnostnim razvojem se morajo poznati učinki tudi pri zmanjšanju stroškov za energijo, odpadne vode in odpadke, kar spremljamo z ustreznim kazalnikom.

Kazalnik politike ravnanja pri poslih kaže na kredibilnost podjetja in zavezanost po poštenem poslovnem delovanju. Povzemamo ga po vplivnem Dow Jonesov trajnostnem indeksu, ki ga označuje kot pomembno ekonomsko tveganje, kot navaja Knoepfel (2001). Tako merimo incidente, ki bi npr. lahko pomenili podkupovanje ali druge neprimerne ali celo kaznive oblike poslovanja in s tem predstavljajo resno ekonomsko tveganje. Kazalnik kaže na obstoj kodeksa ravnanja v podjetju in merjenje izvajanja kodeksa pri poslovanju.

4 POSTAVITEV INDEKSA TRAJNOSTNE NARAVNANOSTI PODJETJA

Opisane kazalnike združimo v indeks 3PL GIF, ki opisuje trajnostno naravnost posameznega podjetja – deležnika v oskrbovalni verigi.

Za normalizirane in primerljive vrednosti najprej definiramo območje, v katerem merimo rezultate. S tem dobimo spodnjo in zgornjo mejo vrednosti, kamor lahko umestimo aktualni dobljeni rezultat.

Z željo po stalnem napredku poskušamo vsaj minimalno izboljšati najboljši predhodno doseženi rezultat. Ciljna vrednost je vrednost, ki si jo zastavimo kot predvideni rezultat pri našem delovanju. Aktualna vrednost je vrednost, ki jo dosežemo pri merjenju delovanja. Trend prikazuje, koliko smo napredovali od prejšnjega stanja. Območje je največji razpon med največjo in najmanjšo vrednostjo med vsemi rezultati vključno z aktualno vrednostjo.

$$Vrednost\ kazalnika = \frac{Območje - (Ciljna\ vrednost - aktualna\ vrednost)}{Območje} \times 100$$

Po taki normalizaciji rezultatov je vrednost kazalnika posameznega področja vedno med 0 in 100 in rezultat prikazuje napredek ali nazadovanje do zastavljenega cilja. Ker vedno pričakujemo določen napredek pri trajnostnem razvoju, ne pričakujemo, da bi kdo želel ciljno vrednost postaviti nižje od predhodnega stanja. Območje ne sme imeti vrednosti nič. V primeru, ko podjetje ne predvidi nobenega napredka in tudi ne izmeri nobenega napredka, se postavi vrednost kazalnika napredovanja na nič. Take situacije preprečimo pri vnosu v aplikacijo za vnos podatkov.

Primer: Ciljna vrednost je vrednost, ki jo želimo doseči: želimo zmanjšati porabo energije za 4 %. Aktualna vrednost je vrednost, ki smo jo dosegli: zmanjšali smo porabo za 3 %. Razdalja je absolutna vrednost med ciljno in aktualno vrednostjo in predstavlja 1 %. Območje je razlika med največjo vrednostjo med ciljno ali aktualno vrednostjo in razdaljo in je 3 %. Kazalnik ima tako vrednost $(3 - 1) / 3 * 100 = 67$.

4.1 Uteži posameznih kazalnikov

Uteži predstavljajo pomembnost posameznega kazalnika glede na druge in jih v našem primeru vse enako ocenimo (od 0 do 100). Na nivoju posameznega področja okolja, družbe in ekonomije imamo lahko različno število kazalnikov. Ker je vsako področje enako pomembno, je tudi vsak kazalnik za posamezno področje toliko vreden, da maksimalna vsota vseh kazalnikov doseže 100 točk. Primer: Če je na področju osem kazalnikov, je vsak največ vreden 12,5 točke, če je sedem kazalnikov, je vsak vreden 14,29 točke. V primeru zgornjega kazalnika za zmanjšanje porabe energije, pri katerem je na področju ekologije osem kazalnikov, je kazalnik za celotno področje ekologije vreden $67 * 14,29 / 100 = 9,57$ točke.

5 REZULTATI IN DISKUSIJA

Raziskovanje je potekalo v prvi polovici leta 2016 in se je nanašalo na podatke iz leta 2014. Raziskovali smo v logističnih podjetjih z metodami intervjuja in vprašalnika. Z vprašalnikom smo ocenili kazalnike v posameznem podjetju. Izbrali smo podjetja, ki ustrezajo oznakam, da so transportno podjetje, distribucijski center 3PL in distribucijski trgovinski center.

Preučili smo šest podjetij, ki so zaradi poslovne diskretnosti preimenovana v podjetja A, B, C, D, E, F. Gre za večja slovenska podjetja, ki se ukvarjajo z logistiko distribucije blaga in pokrivajo zračni, kopenski in morski transport.

V prvem delu vprašalnika smo pridobili podatke o podjetju, področju delovanja, številu zaposlenih in podobno ter podatke o osebi, ki je odgovorna za izpolnjevanje vprašalnika, njeni poziciji v podjetju in odnosu do uprave podjetja. Tako smo preverili, da so podatki kredibilni in jim lahko zaupamo. Ker se večina kazalnikov nanaša na uporabo različnih standardov oz. njihovih pomembnih elementov, bi lahko ocenili, ki smo jih dobili, preverili pri pregledih izvajanja različnih standardov. Za vsak kazalnik je treba najprej izvedeti, ali ga merijo in imajo podatke, tako da dobimo eksplicitni odgovor in ne samo prazno polje.

Vsi rezultati kazalnikov se najprej normirajo v okviru območij, kot je prikazano v enačbi za pridobi-

tev vrednosti kazalnika. Kasneje se njihova vrednot uteži s faktorjem števila kazalnikov v posameznem poglavju, tako da je končna vrednost za posamezno področje vedno med 0 in 100.

5.1 Pomembnost doseganja ekonomskih rezultatov v podjetju

Z vprašalnikom preizkusimo, kako podjetja sama ocenjujejo pomembnost trajnostnih področij. Pri visoki oceni o pomembnosti trajnosti pričakujemo, da podjetje tudi prikazuje uspešnost pri trajnostnem delovanju.

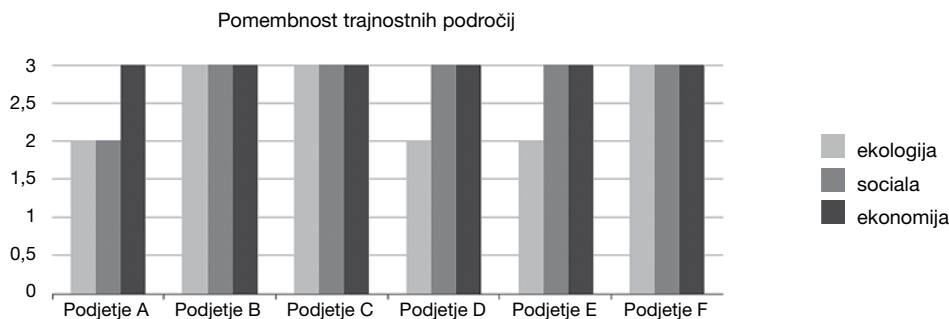
Pomembnost posameznega stebra smo ocenili z vrednostmi: 1 = manj pomembno, 2 = pomembno, 3 = zelo pomembno; če odgovora ni, je vrednost 0. V vseh preučevanih podjetjih se zavedajo pomembnosti vseh treh stebrov, kot so ekonomija, družba in ekologija. Pomembnost za ekološki steber je najmanjša, vendar ne odstopa veliko od drugih dveh stebrov.

Tabela 1: Ocena pomembnosti področij ekologije, ekonomije in družbe, ki je bila izmerjena v posameznih podjetjih

| Oznaka | Podjetje v oskrbovalni verigi | Podjetje zunanjih logističnih storitev | Pomembnost trajnostnih področij (od 0 do 3; 0 = brez odgovora; 1 = najmanj; 3 = največ) | | |
|--------|-------------------------------|--|---|--------|-----------|
| | | | Ekonomija | Družba | Ekologija |
| A | × | | 3 | 2 | 2 |
| B | × | | 3 | 3 | 3 |
| C | | × | 3 | 3 | 3 |
| D | × | | 3 | 3 | 2 |
| E | | × | 3 | 3 | 2 |
| F | | × | 3 | 3 | 3 |

Vsa podjetja se zavedajo, da je treba meriti in spremljati delovanje na vseh treh področjih trajnostnega delovanja, tako je povprečna vrednost pri ekonomiji maksimalna 3, pri družbi malo nižja 2,8 in ekologi-

ji 2,5. Pomembnost trajnostnega izvajanja je za vsa podjetja ne glede na njihov način delovanja izredno visoka.



Slika 2: Ocena pomembnosti področij ekologije, ekonomije in družbe, kot jo vidijo posamezna podjetja

Vsa podjetja največjo pomembnost pripisujejo ekonomskemu področju, samo eno podjetje za stopnjo manj družbenemu in dve podjetji za stopnjo manj ekološkemu področju. Torej se vsa podjetja močno zavedajo pomembnosti trajnostnega delovanja, kar je nad pričakovanji pred raziskavo.

5.2 Ekologija

Slika 3 in tabela 2 prikazujeta kazalnike na okoljskem področju in njihove vrednosti po posameznih podjetjih. Večina podjetij uporablja okoljske standarde in meri zmanjšanje izpustov. Vidimo, da so najslabše

razmere pri kazalniku ekoloških incidentov in zmanjšanju trdnega odpada, pri katerih so potrebne izboljšave.

Zelo visoka je uspešnost vseh podjetij pri uporabi okoljskih standardov ISO 14000, kar je zelo spodbudno, pri čemer pa dve podjetji ne merita okoljskega izvajanja in ne poročata o njem. Večina podjetij se trudi pri zmanjšanju izpustov, onesnaževanja in porabe vode, zmanjšanju porabe energije in povečanem obsegu recikliranja. Slabše je pri zmanjševanju trdnega odpada, preseneča pa odnos do okoljskih incidentov, ki ga v večini podjetij ne obravnavajo.

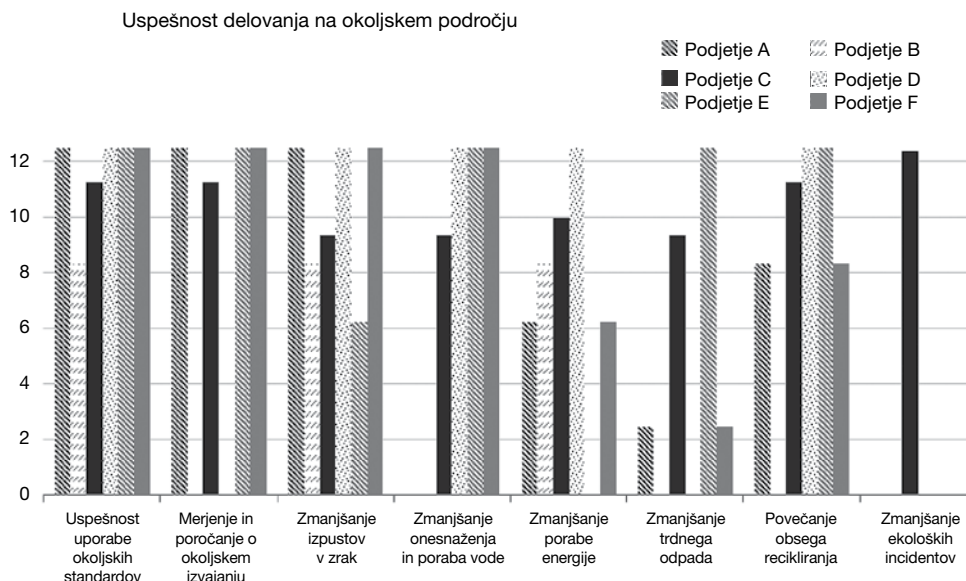
Tabela 2: **Vrednosti kazalnikov na okoljskem področju pri posameznih podjetjih**

| Okoljski kazalnik / podjetje | Podjetje A | Podjetje B | Podjetje C | Podjetje D | Podjetje E | Podjetje F |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Uspešnost uporabe okoljskih standardov | 12,50 | 8,33 | 11,25 | 12,50 | 12,50 | 12,50 |
| Merjenje in poročanje o okoljskem izvajanju | 12,50 | NA | 11,25 | NA | 12,50 | 12,50 |
| Zmanjšanje izpustov v zrak | 12,50 | 8,33 | 9,38 | 12,50 | 6,25 | 12,50 |
| Zmanjšanje onesnaževanja in porabe vode | 0,00 | NA | 9,38 | 12,50 | 12,5 | 12,50 |
| Zmanjšanje porabe energije | 6,25 | 8,33 | 10,00 | 12,50 | NA | 6,25 |
| Zmanjšanje trdnega odpada | 2,50 | NA | 9,38 | NA | 12,5 | 2,50 |
| Povečanje obsega recikliranja | 8,33 | NA | 11,25 | 12,50 | 12,5 | 8,33 |
| Zmanjšanje ekoloških incidentov | 0,00 | NA | 12,38 | NA | NA | NA |

Podjetje A je na ekološkem področju uspešno pri večini kazalnikov, ne spremljajo pa onesnaževanja in porabe vode ter ekoloških incidentov. Podjetje B je sicer transportno podjetje, a posveča pomembnost samo trem okoljskim kazalnikom, in sicer uspešnosti uporabe okoljskih standardov pri logističnih dejavnostih, zmanjšanju izpustov v zrak in zmanjšanju porabe energije. Podjetje D je prav tako transportno podjetje, a so dosežene vrednosti njegovih okoljskih kazalnikov večje v primerjavi s podjetjem B, predvsem v primeru recikliranja in porabe vode.

Podjetja, ki izvajajo zunanje logistične usluge, so podjetja C, E in F. Podjetje C je izrazit zunanji izva-

jalec in ima zelo visoke rezultate na okoljskem področju, z izjemo zmanjšanja trdnega odpada, in ne obravnava ekoloških incidentov. Podjetje E ima prav tako visoke rezultate pri okoljskih kazalnikih, malo nižji rezultat je zaznan pri zmanjšanju izpustov v zrak, ne posvečajo pa pozornosti zmanjševanju porabe energije in zmanjševanju ekoloških incidentov. Podjetje F je najbolj uspešno pri doseganju okoljskih ciljev v primerjavi z drugimi podjetji, kljub temu pa ne posvečajo pozornosti ekološkemu incidentom. Na grafu (slika 3) prikazujemo kazalnike po posameznih podjetjih. Kjer ni prikazane vrednosti, kazalnika ne merijo.



Slika 3: **Kazalniki na okoljskem področju pri posameznih podjetjih**

5.3 Družba

Rezultati prikazujejo, da večina podjetij ne meri vseh kazalnikov. Kjer jih merijo, so ti dovolj uspešni in kažejo na zavzetost podjetij pri izboljšavah družbenega področja. Rezultati vrednosti kazalnikov na družbenem področju so prikazani v tabeli 3

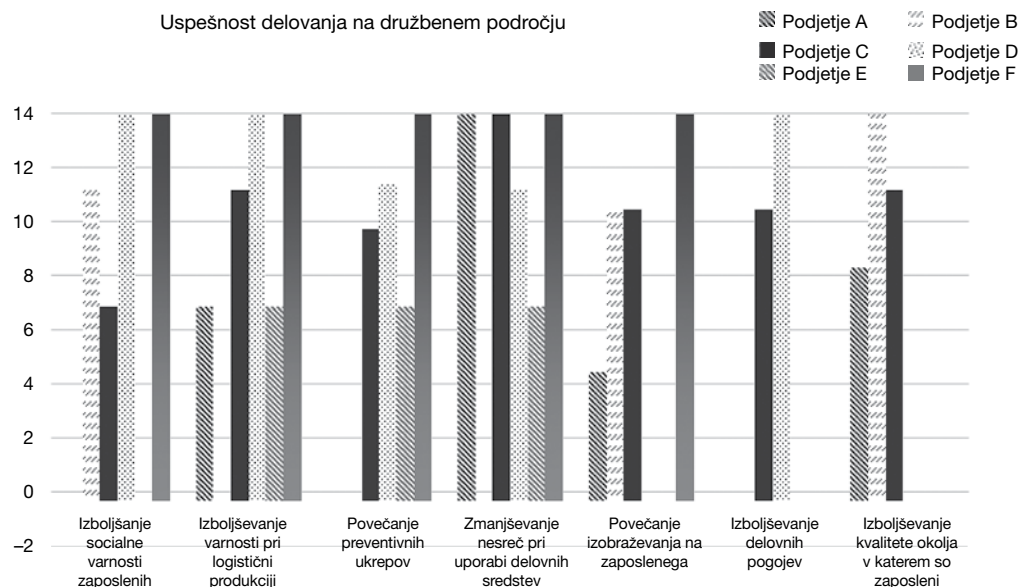
in sliki 4. Gre za kazalnike socialne varnosti, varnosti pri delu ter izobraževanja in delovnih pogojev. Presenetljivo je, da nekatera podjetja ne posvečajo pozornosti izboljševanju delovnih pogojev in okolja, v katerem delajo zaposleni.

Tabela 3: **Vrednosti kazalnikov na družbenem področju pri posameznih podjetjih**

| Družbeni kazalnik / podjetje | Podjetje A | Podjetje B | Podjetje C | Podjetje D | Podjetje E | Podjetje F |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Izboljšanje socialne varnosti zaposlenih | NA | 11,43 | 7,14 | 14,29 | NA | 14,29 |
| Izboljševanje varnosti pri logistični produkciji | 7,14 | NA | 11,43 | 14,29 | 7,14 | 14,29 |
| Povečanje preventivnih ukrepov | NA | NA | 10,00 | 11,69 | 7,14 | 14,29 |
| Zmanjševanje nesreč pri uporabi delovnih sredstev | 14,29 | NA | 14,29 | 11,43 | 7,14 | 14,29 |
| Povečanje izobraževanja na zaposlenega | 4,76 | 10,71 | 10,71 | NA | NA | 14,29 |
| Izboljševanje delovnih pogojev | NA | NA | 10,71 | 14,29 | NA | NA |
| Izboljševanje kvalitete okolja v katerem so zaposleni | 8,57 | 14,29 | 11,43 | NA | NA | NA |

Transportna podjetja so A, B in D. Podjetje A ne posveča pozornosti izboljšanju socialne varnosti, povečanju preventivnih ukrepov in izboljševanju delovnih pogojev oz. teh kazalnikov ne spremlja. Podjetje B ne meri kazalnikov izboljšanja delovnih pogojev in povečevanja preventivnih ukrepov. Kazalniki za področja, ki jih merijo, so visoki. Pri podjetju D so kazalniki zelo visoki, ne merijo pa napredka pri izobraževanju in izboljševanju kakovosti delovnega okolja. Pri pod-

jetjih, ki izvajajo zunanje logistične usluge, lahko pri podjetju C opazimo pozitivno skrb pri vseh kazalnikih. Pri podjetju E so kazalniki, ki kažejo na uspešnost področij, predvsem varnosti, zelo visoki, a mnogo kazalnikov ne merijo, čeprav bi jih morali. Pri podjetju F so rezultati meritev zelo visoki, ne merijo pa delovnih pogojev in kakovosti okolja zaposlenih. Na grafu (slika 4) prikazujemo kazalnike po posameznih podjetjih. Kjer ni prikazane vrednosti, kazalnika ne merijo.



Slika 4: **Kazalniki na družbenem področju pri posameznih podjetjih**

5.4 Ekonomija

Na ekonomskem področju so izbrana podjetja glede kazalnikov uspešna, vendar je veliko področij, na katerih kazalnikov ne merijo. Nobeno izmed podjetij ne meri kazalnika poslovnega ravnanja po kodeksu oziroma etičnega ravnanja, kar med drugim priporoča Dow Jones (Knoephel, 2001). Splošna eko-

nomska uspešnost vsebuje povečanje tržnega deleža, neto prihodkov in sredstev za zeleno izvajanje ter uspešnost izvajanja logistike: zmanjšanje stroškov zaradi vitke logistike, zmanjšanje stroškov na enoto SKU, zmanjšanje stroškov za energijo, odpadke in spremljanje izvajanja po kodeksu ravnanja (tabela 4 in slika 5).

Tabela 4: **Vrednosti kazalnikov na ekonomskem področju pri posameznih podjetjih**

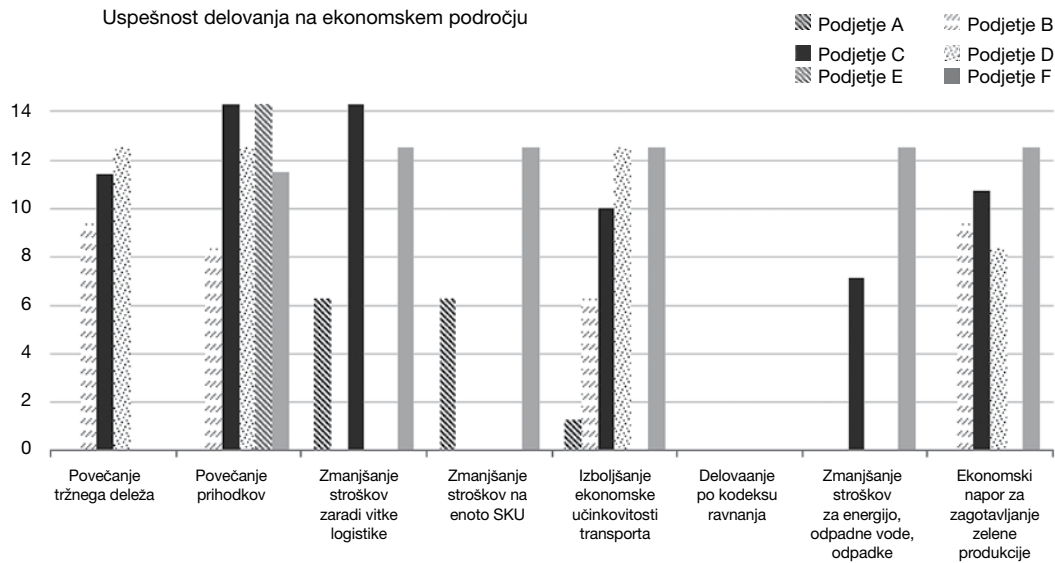
| Okoljski kazalnik / Podjetje | Podjetje A | Podjetje B | Podjetje C | Podjetje D | Podjetje E | Podjetje F |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Povečanje tržnega deleža | NA | 9,38 | 11,43 | 12,50 | 0,00 | NA |
| Povečanje prihodkov | NA | 8,33 | 14,29 | 12,50 | 14,29 | 11,46 |
| Zmanjšanje stroškov zaradi vitke logistike | 6,25 | NA | 14,29 | NA | NA | 12,50 |
| Zmanjšanje stroškov na enoto SKU | 6,25 | NA | NA | NA | NA | 12,50 |
| Izboljšanje ekonomske učinkovitost transporta | 1,25 | 6,25 | 10,00 | 12,50 | NA | 12,50 |
| Delovanje po kodeksu ravnanja | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| Zmanjšanje stroškov za energijo, odpadne vode, odpadke | NA | NA | 7,14 | NA | NA | 12,50 |
| Ekonomski napor za zagotavljanje zelene produkcije | NA | 9,38 | 10,71 | 8,33 | NA | 12,50 |

Pri kazalnikih smo poleg splošne ekonomske uspešnosti podjetja poudarili tudi ekonomsko uspešnost trajnostnega in vitkega ravnanja, merili povečanje investiranja v zeleno logistiko ter ravnanje pri poslovanju. Podatki kažejo, da nekatera podjetja vsaj na logističnem področju ne merijo neposredne ekonomske uspešnosti, predvsem iz skupine podje-

tij, ki so povezana v stalne distribucijske verige, kljub temu da je za njih to zelo pomembno. Tako tudi ne merijo tržnega deleža ali povečanja prihodkov na tem segmentu. Podjetja slabše merijo ekonomsko učinkovitost na logistično enoto in prihranke zaradi vitkega izvajanja. Večina meri in izboljšuje ekonomsko učinkovitost pri transportu.

Nobeno podjetje ne meri incidentov, ki nastanejo zaradi spornega, nepravilnega ravnanja, ki ni po kodeksu ravnanja, niti nima izvedenega merjenja in predvidenega načina za njihovo zmanjševanje. Večina podjetij nima zastavljenih ciljev za zmanjšanje

stroškov za energijo, odpadne vode in odpadke. Opazili pa smo, da povečujejo investicije v trajnostno delovanje in dosegajo predvidene cilje. Na grafu (slika 5) prikazujemo kazalnike po posameznih podjetjih. Kjer ni prikazane vrednosti, kazalnika ne merijo.



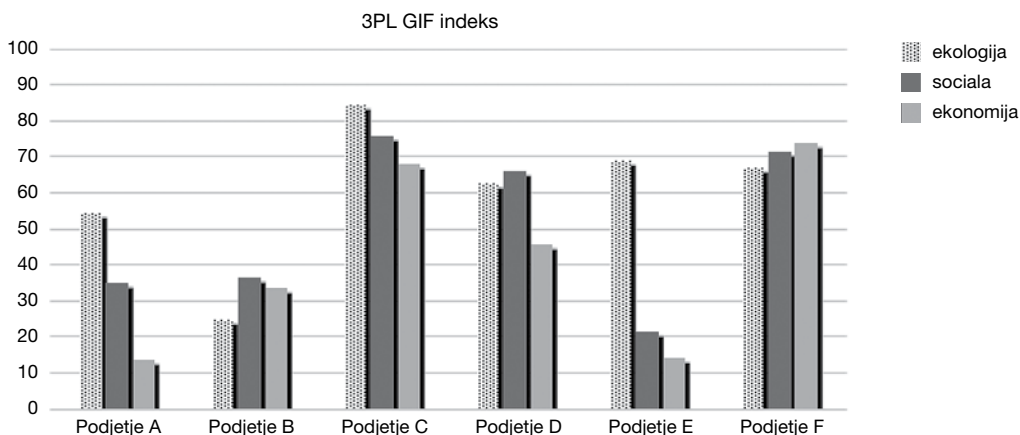
Slika 5: Kazalniki na ekonomskem področju pri posameznih podjetjih

5.5 Indeks 3PL GIF

Indeks je kvantitativno združevanje številnih kazalnikov, ki lahko zagotovijo poenostavljen, skladen in večdimenzionalni pogled na sistem (Mayer, 2008). Indeks 3PL GIF je zasnovan na treh vrednostih, za vsako trajnostno področje posebej. V indeksu 3PL GIF so združeni kazalniki na ravni podjetja za vsako področje ekologije, družbe in ekonomije posebej. Skupni indeks predstavlja učinkovito predstavitev delovanja podjetij in omogoča lažjo primerjavo med njimi. In-

deks dobimo tako, da seštejemo vse vrednosti kazalnikov na določenem področju. Za podjetje A dobimo za vsoto vrednosti kazalnikov na ekološkem področju $12,5 + 12,5 + 12,5 + 0 + 6,25 + 2,5 + 8,33 + 0 = 54,58$.

Skupni primerjalni graf (slika 6) prikazuje primerjavo med podjetji in njihovo uspešnost na ekološkem, družbenem in ekonomskem področju. Indeks razločno prikazuje razlike med raziskovanimi podjetji in opozarja na področja, na katerih je treba kaj spremeniti.



Slika 6: Indeks 3PL GIF, ki prikazuje raznolikost podjetij na ekonomskem, družbenem in ekološkem področju

Razliko med deklarativnim in resničnim izvajanjem pri raziskovanih podjetjih kaže primerjava z grafom, kako pomembna so trajnostna področja za podjetja, kar so podjetja poročala na začetku vprašalnika (slika 2). Podjetja so deklarativno jasna pri pomembnosti okoljskega delovanja, saj je od 18 ocen kar 14 maksimalnih. Ko to primerjamo z rezultati, ki jih prikazuje indeks 3PL GIF, je pri nekaterih podjetjih videti pomembna odstopanja, ki opozarjajo, da bi morala ta podjetja vložiti dodatne napore v trajnostni razvoj.

5.6 Praktična uporabnost modela

Model 3PL GIF prikazuje uspešnost delovanja zelo različnih logističnih podjetij – od globalnih velikih do majhnih lokalnih družinskih podjetij, ki imajo enak cilj biti uspešnejša pri svojem delovanju. Celotna struktura modela služi za izboljšavo vseh logističnih dejavnosti po načelih cikličnih izboljšav, vitke logistike in stalnega napredovanja na trajnostnem področju. 3PL GIF omogoča vsakemu podjetju in celotni oskrbovalni verigi informacije o uspešnosti izvajanja logističnih storitev in njihovem napredovanju pri najpomembnejših trajnostnih elementih. Hkrati ponujamo orodje, s katerim lahko podjetja na operativnem področju izboljšujejo uspešnost delovanja in svoje poročanje. Model upošteva naraščajoči trend transparentnosti in vidnosti pri delovanju logističnih podjetij in je orodje za hitro primerjavo med podjetji.

Subjekte, ki jih zanimajo podatki iz 3PL GIF, lahko razdelimo na štiri skupine:

1. naročniki, ki najemajo logistične storitve pri zunanjih izvajalcih,
2. upravljavce oskrbnih verig, ki lahko izbirajo boljše izvajalce tudi na trajnostnem področju,
3. menedžerji posameznih 3PL logističnih podjetij, ki želijo doseči uspešnejše delovanje,
4. končni potrošniki blaga, da lahko preverijo, s kakšnimi podjetji je določen izdelek potoval skozi oskrbovalno verigo in kako so obremenili okolje z logističnimi storitvami.

Zmožnost prikazovanja podatkov v 3PL GIF je v današnjem konkurenčnem okolju lahko tudi bistvena prednost za logistična podjetja in celotno oskrbovalno verigo.

6 SKLEP

Model je z raziskavo podjetij pokazal takojšno uporabnost za primerljivo ocenjevanje trajnostnega izvajanja s podatki, ki že obstajajo, kar do sedaj ni

bilo mogoče. Raziskava je pokazala, da proučevana podjetja izkazujejo veliko skrb na področju okoljske, družbene in ekonomske politike, vendar nekatera prikazujejo več na deklarativni ravni kot pri sami izvedbi. Z modelom smo pridobili orodje, s katerim lahko na dovolj preprosto primerjamo izvajalce logističnih storitev med seboj glede uspešnosti na trajnostnem področju. V študiji smo za vsako področje med drugim ugotovili, da obstajajo podjetja brez evidence in ciljev o zmanjšanju ekoloških incidentov, nekatera ne izboljšujejo delovnih pogojev in okolja, v katerem delajo zaposleni, in ne upoštevajo kodeksa ravnanja pri svojem poslovanju. Na drugi strani nas preseneča velika zavezanost za trajnejše delovanje in tudi njihova uspešnost na posameznih področjih.

S tem indeksom lahko sklepamo o načinu sedanjega izvajanja logističnih storitev v določeni oskrbovalni verigi in vidimo njihove pomanjkljivosti. Model lahko uporabljajo vsa podjetja, ki so povezana v oskrbovalne verige distribucije blaga, tako da celoten rezultat vseh podjetij kaže skupni napor celotne oskrbovalne verige. S tem se lahko tudi različne oskrbovalne verige primerjajo med seboj. Čeprav se podjetja ocenjujejo sama, je zaradi načina izbora kazalnikov mogoče marsikatero oceno preveriti, saj so vezana na mednarodne standarde kakovosti izvajanja. Velika je verjetnost, da neuspešna podjetja ne bodo želela posredovati podatkov, vendar tudi taka informacija pove, da izvajalec ne skrbi za trajnostni razvoj.

Model omogoča, da podjetja izboljšujejo svoje delovanje, ga stalno merijo in primerjajo s konkurenco. Model tudi pomaga pri menedžmentu oskrbovalnih verig za ugotavljanje najšibkejših členov na področjih, ki niso na ustrezni ravni. 3PL GIF omogoča informiranje vse javnosti – proizvajalcev, naročnikov storitev, izvajalcev in potrošnikov, na kakšen način in kako trajnostno uspešno so se izvajale logistične storitve. Predvidevamo, da bo model pripomogel k lažjemu izboru logističnih izvajalcev, transparentnemu obveščanju o logistični izvedbi in bolj trajnostnemu izvajanju logističnih storitev.

Smer razvoja kaže, da bo v prihodnosti treba upoštevati trajnostne kazalnike, ki bodo izvajalce oskrbovalnih verig uvrščali na določeno stopnjo kakovosti, kar bo vplivalo na njihovo zaželenost med vsemi deležniki. Izvajalci se že zavedajo pomembnosti trajnostnega delovanja in model 3PL GIF je primerna in dolgoročno zanimiva rešitev pri merjenju

okoljske uspešnosti pri transportu, skladiščenju in celotni distribuciji blaga in storitev.

7 VIRI IN LITERATURA

- [1] Beamon, B. M. (1999). Measuring supply chain performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(3), 275–292.
- [2] Böhringer, C. in Jochem, P. (2007). *Measuring the Immeasurable: A Survey of Sustainability Indices*. Pridobljeno iz Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW) Mannheim: <ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp06073.pdf>.
- [3] EEA European Environment Agency. (2003). *Environmental Indicators: Typology and Use in Reporting*. EEA. Copenhagen, 20.
- [4] Elkington, J. (1999). Triple bottom-line reporting: Looking for balance. *Australian CPA* 69 (2), 18–21.
- [5] Evangelista, P. S. (2014). Green supply chains initiatives in transport and logistics service industry: an exploratory case study analysis. *Research in Transportation Business & Management*, Vol. 12, 63–72.
- [6] Executive Order #13423. (2007). *Executive Order #13423, January 24, 2007, Section 9 (k)*. Federal Register.
- [7] Gunasekaran, A. P. (2004). A framework for supply chain performance measurement. *International Journal of Production Economics* Vol. 87(3), 333–347.
- [8] Hervani, A., Helms, M. M., in Sarkis, J. (2005). Performance measurement for green supply chain management. *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 12(4), 330–353.
- [9] Hsu, A. L. (2013). *Measuring Progress: A Practical Guide From the Developers of the Environmental Performance Index (EPI)*. New Haven: Yale Center for Environmental Law & Policy.
- [10] Jereb, B., Cvahte E, T., Rosi, B. (2016). Governance of investments in logistics. V: Kramberger, T. (ur.), Potočan, V. (ur.), Ipavec, V. M. (ur.). Sustainable logistics and strategic transportation planning (Advances in logistics, operations, and management science book series (Print), ISSN 2327–350X). Hershey: IGI Global, 236–247.
- [11] Knoepfel, I. (2001). Dow Jones Sustainability Group Index: A Global Benchmark for Corporate Sustainability. *Corporate Environmental Strategy*, Vol. 8 (1) Elsevier Science Inc.
- [12] Krajnc, D., in P. G. (2005). A model for integrated assessment of sustainable development. *Resources, Conservation and Recycling* 43, 189–208.
- [13] Langley, C. John, Jr. in Capgemini. (2010). 15th annual study 2010 Third Party Logistics.
- [14] Marchet, G., in M. M. (2014). Environmental sustainability in logistics and freight transportation. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 25 (6), 775–811.
- [15] Mayer, A. (2008). Strengths and weaknesses of common sustainability indices for multidimensional systems. *Environment International* 34, 277–291.
- [16] Oršič, J. in Jereb, B. in Rosi, B. (2016). Sledenje trajnostne uspešnosti v oskrbovalnih verigah IJU 2016 – 8. konferenca Informatika v javni upravi, 2016.
- [17] Nehm, A., in M. S. (2011). *Nachhaltigkeitsindex für Logistikdienstleister*. Nürnberg: Frauenhofer.
- [18] Rogers, C. R. (2008). A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 38 (5), 360–387.
- [19] Serageldin, I. 1. (1996). Sustainability and the wealth of nations : first steps in an ongoing journey. Washington DC: World Bank.
- [20] Sharma, M. K., Bhagwat, R., in Dangayach. (2008). Performance measurement of information systems in small and medium sized enterprises: A strategic perspective. *Production Planning & Control*. *Production Planning & Control*, 19(1), 12–24.
- [21] Srivastava, S. (2007). Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review. *International Journal of Management Reviews*, 9(1), 53–80.
- [22] Vachon, S., in Klassen, R. (2006). Extending green practices across the supply chain – *International Journal of Operations* 26(7), 795–821.
- [23] Walmart. (2009). *Wal-Mart's Sustainability Journey*. Pridobljeno s <https://www.sustainabilityconsortium.org/wp-content/uploads/wal-marts-sustainability-journey.pdf>.
- [24] Warhurst, A. (2002). *Sustainability indicators and sustainability performance Management Report to the Project: Mining, Minerals and Sustainable Development*. Pridobljeno iz International Institute for Environment and Development (IIED). Warwick, England: <http://pubs.iied.org/pdfs/G01026.pdf?>.
- [25] Welsch, H. (2005). Constructing meaningful sustainability indices. V A. L. C. Böhringer, *Applied Research in Environmental Economics*.
- [26] Zegras, C. (2006). Sustainable Transport Indicators and Assessment Technologies. *Biannual Conference and Exhibit of the Clean Air Initiative for Latin American Cities*. São Paulo, Brazil.
- [27] Zhu, Q. S. (2008). Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices implementation. *International Journal of Production Economics*, Vol. 111(2), 261–273.

Jerko Oršič bo v kratkem doktoriral na Fakulteti za logistiko Univerze v Mariboru. Sodeloval je kot sistemski inženir in vodja programerjev pri različnih informacijskih razvojnih projektih. Od leta 2004 kot direktor Mentek Logonet, d. o. o. proučuje različne pristope pri razvoju informacijskih sistemov, avtomatizaciji procesov in tehnologij na področju logistike. Vodil je različne razvojne projekte na področju logistike, npr. za Luko Koper, BSH, projekt za postavitev logističnega centra Tobačna z razvojem novega sistema za linijsko hitro komisioniranje. Sodeluje pri razvoju in inovativnih rešitvah pri logistični informacijski podpori za BTC, d. d., ki je eden najbolj uspešnih logističnih centrov v Sloveniji in opravlja logistične storitve za več kot trideset tujih in domačih podjetij. Trenutno se ukvarja z razvojem matematičnih modelov za optimizacijo in planiranje transporta.

■

Tanja Tajnik je leta 2012 doktorirala na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani, in sicer s področja bioloških in biotehnoloških znanosti. V doktorski disertaciji je obravnavala tehnologijo CCS (zajemanje in skladiščenje CO₂) ter energetske učinkovitost in trajnostni razvoj. Kasneje je delovala na Agenciji za okolje ARSO, kjer je pripravila Nacionalni plan RS za upravljanje s sušo. Pod okriljem Global Water Partnership je preučevala vodno problematiko držav Evropske unije, danes pa se s projekti na področju informatike in okolja ukvarja v podjetju VLS Computers, d. o. o.

■

Bojan Rosi, je dekan Fakultete za logistiko Univerze v Mariboru. Hkrati je avtor in recenzent številnih člankov, učbenikov, knjig in drugih publikacij. Pred zaposlitvijo na Univerzi v Mariboru je bil dvajset let zaposlen na Slovenskih železnicah in pet let v organih v sestavi Ministrstva za promet kot svetovalec Vlade RS. Je član številnih strokovnih mednarodnih in domačih združenj ter predstojnik Centra za razvoj kakovosti v logistiki na Fakulteti za logistiko Univerze v Mariboru.

■

Borut Jereb je predavatelj na Fakulteti za logistiko Univerze v Mariboru. Leta 1991 je uspešno zagovarjal doktorat s področja računalniških znanosti na Univerzi v Ljubljani. Od leta 1991 do leta 1992 je kot vabljeni profesor raziskoval in poučeval na Oregon State University. Po povratku v Slovenijo si je skoraj dve desetletji kot svetovalec in kot vodja v podjetjih ter v javnem sektorju pridobival praktične izkušnje na področju optimizacije poslovanja. V zadnjem času se ukvarja predvsem z upravljanjem tveganj, informacijsko varnostjo, standardizacijo in zakonodajo ter trajnostno logistiko.

Proces validacije računalniško podprtih sistemov: primer farmacevtske industrije

Tomaž Sallubier, Ljubljana

Borut Rusjan, Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta, Kardeljeva ploščad 17, 1000 Ljubljana
tsallu@gmail.com; borut.rusjan@ef.uni-lj.si

Izvleček

Članek določa in prikazuje proces validacije računalniško podprtega sistema na praktičnem primeru v farmacevtski industriji. S pomočjo procesnih diagramov so predstavljene faze planiranja, specificiranja, izgradnje/razvoja, verifikacije in poročil, ki predstavljajo pet aktivnosti projektne faze/validacije računalniško podprtega sistema. Glavni namen validacije računalniških sistemov sta njihov ustrezen razvoj in delovanje, na področju farmacevtske industrije pa je računalniško podprte sisteme treba validirati skladno z zahtevami regulatornih organov. Kot temeljno izhodišče smo uporabili metodologijo V-modela pristopa k validaciji. S primerom procesa poteka validacije računalniško podprtega proizvodnega sistema v farmacevtski industriji zagotavljamo temeljitejšo razumevanje same izvedbe validacije v praksi, s poudarkom na upoštevanju regulatornih zahtev farmacevtske industrije.

Gljučne besede: računalniško podprti sistemi, validacija, V-model, farmacevtska industrija, življenjski cikel.

Abstract

Process of computer system validation: Example from the pharmaceutical industry

This paper identifies and illustrates the process of computer system validation on a practical example in the pharmaceutical industry. Planning, Specification, Development/Building, Verification and Report represent the key five activities of the project/validation phase of computer-assisted system and are presented via the process diagrams. The basic purpose of computer system validation is to assure the appropriate computer system development and operation. In the pharmaceutical industry, a computer system should be validated in accordance with regulatory requirements. As a starting point, we employed the V-model approach towards validation. Based on the example of computer-assisted production system validation process in the pharmaceutical industry, we have made possible the profound insight of the execution of computer system validation in practice, with an emphasis on meeting the regulatory requirements of the pharmaceutical industry.

Keywords: computerized systems, validation, V-model, pharmaceutical industry, life cycle.

1 UVOD

Validacija je dokumentiran postopek preizkušanja in potrjevanja, da vsi procesi, materiali, oprema in sistemi v vseh fazah (razvoj, proizvodnja, kontrola, distribucija) dosegajo predpisane in zelene rezultate (Velkovich Remec, 2007; Silva, 2013, str. 6). Pojem validacije je širok in zajema tako rekoč vse ravni v združbi, v članku pa se bomo posvetili področju validacije računalniško podprtih sistemov.

V današnjem svetu, ko operiramo z elektronskimi zapisi, je možnosti za spreminjanje ali kopiranje vsebin elektronskih zapisov, ne da bi to bilo mogoče dokazati, izjemno veliko. Že sama funkcija kopiranja namreč ne pušča nobenih vidnih sledi. Kot

navaja European Compliance Academy (2011a, str. 8), tudi v primeru uporabe računalniško podprtih sistemov regulatorni organi želijo zagotoviti integriteto podatkov s pomočjo zanesljivih sistemov, ki odkrijejo in prikažejo napake. Da bi zagotovili integriteto podatkov, regulatorni organi zahtevajo validacijo računalniško podprtih sistemov skladno s svojimi zahtevami.

Vodilna regulatorna organa v svetu, ki postavljata minimalne pogoje in omejitve tako v splošnem kot tudi na področju računalniško podprtih sistemov v farmacevtski industriji, sta ameriška organizacija Food and Drug Administration (v nadaljevanju

FDA) in Evropska agencija za zdravila (angl. European Medicines Agency, v nadaljevanju EMA) (European Commission, 2013; U. S. Food and Drug Administration, 2013, 2013a).

Regulativa je po eni strani zelo splošna, po drugi pa precej jasno navaja, kaj od združbe zahteva. Kot navaja Velkovich Remec (2007), zakonodaji ZDA in EU zahtevata validacijo vseh kritičnih postopkov, procesov in sistemov ter izobraženost vseh posameznikov v procesu. Regulatorni organi podajajo tudi številna priporočila za izvajanje validacij posameznih sistemov. Poznamo več vrst validacij, ena od njih je validacija računalniško podprtih sistemov, druge pa so, kot navaja Pharmacists Pharma Journal (2010), validacija čiščenj, validacija procesov in validacija analitskih metod. Na področju validacije računalniško podprtih sistemov v farmacevtski industriji je skozi čas nastal stroki dobro poznani priročnik International Society for Pharmaceutical Engineering – ISPE GAMP5 (2008), ki regulatorne zahteve na področju validacije računalniško podprtih sistemov dobro interpretira in zagotavlja pomoč pri postavitvi sistema kakovosti za validacijo računalniških sistemov.

V farmacevtski industriji in drugih reguliranih organizacijah uporabljajo veliko število različnih tipov računalniško podprtih sistemov, ki variirajo od preprostih samostojnih sistemov do velikih, zelo kompleksnih sistemov (PIC/S 2007, str. 8), zato je računalniško podprte sisteme zaradi lažjega obvladovanja smiselno razdeliti na računalniško podprte proizvodne sisteme in računalniško podprte laboratorijske sisteme.

1.2 Računalniško podprti proizvodni sistemi

To so sistemi, ki s svojim delovanjem (nadzorom, krmiljenjem) podpirajo proizvodnjo, npr. naprave, kot so granulirna naprava, tabletirka, oblagalna naprava, tehtnice, ki imajo lastno krmiljenje, ter računalniški sistem za nadzor proizvodnih procesov in zbiranje podatkov (angl. Supervisory Control and Data Acquisition, v nadaljevanju SCADA). Med računalniško podprte proizvodne sisteme spadajo tudi sistemi za obvladovanje pogojev okolja (angl. Heating, Ventilation, Air Conditioning, sistem za ogrevanje, prežračevanje in klimatizacijo, v nadaljevanju HVAC) in alarmiranja (angl. Alarm Monitoring System, v nadaljevanju AMS). V to kategorijo uvrščamo proizvodne informacijske sisteme in računalniško podprte sisteme za avtomatizacijo procesov.

1.3 Računalniško podprti laboratorijski sistemi

Med računalniško podprte laboratorijske sisteme uvrščamo podatkovne sisteme, sisteme, ki so v omrežju in povezani z drugimi sistemi in/ali laboratorijskimi instrumenti, računalniško krmiljene instrumente in merilne naprave, ki so krmiljene z mikroprocesorjem ali krmilnikom in/ali procesirajo in hranijo elektronske zapise ali izvajajo manipulacije s podatki. Med računalniško podprte laboratorijske sisteme spadajo na primer naprave za podporo laboratorijskih analiz, recimo sistem za visoko ločljivo tekočinsko kromatografijo (angl. High-Performance Liquid Chromatography), sistem za ultra ločljivo tekočinsko kromatografijo (angl. Ultra-Performance Liquid Chromatography), sistem za plinsko kromatografijo (angl. Gas Chromatography) ipd.

Namen članka je določiti in prikazati proces poteka validacije računalniško podprtega sistema na praktičnem primeru. S primerom procesa poteka validacije računalniško podprtega proizvodnega sistema v farmacevtski industriji zagotavljamo temeljito razumevanje same izvedbe validacije v praksi ter povezave le-te z regulatornimi zahtevami. Kot osnovno izhodišče smo uporabili metodologijo V-modela pristopa k validaciji, ki je na področju validacij računalniško podprtih sistemov v farmacevtski industriji najbolj razširjen.

Osnovno raziskovalno vprašanje članka je, kako izvesti validacijo računalniško podprtega sistema ob upoštevanju regulatornih zahtev farmacevtske industrije. Proučujemo torej, kateri so osnovni elementi procesa poteka validacije računalniško podprtega sistema, s katerimi zadovoljimo zahteve evropske in ameriške zakonske ureditve farmacevtske industrije. V teoretičnem delu s pomočjo metode deskripcije prikažemo splošni V-model validacije. V praktičnem delu uporabimo metodo akcijskega raziskovanja v povezavi s študijo primera. Z njo na konkretnem primeru testiramo uporabo splošnega V-modela in določimo podprocese za vse faze procesa poteka validacije računalniško podprtega sistema, pri čemer zaradi panožne narave podjetja upoštevamo regulatorne zahteve.

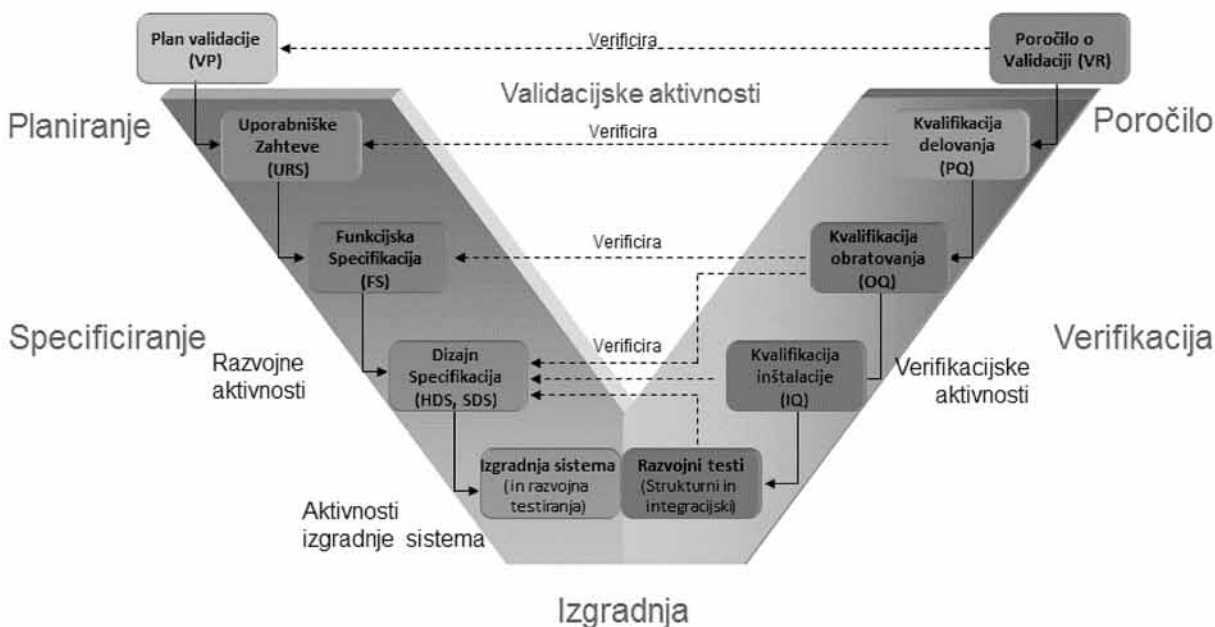
2 V-MODEL VALIDACIJE RAČUNALNIŠKO PODPRTIH SISTEMOV

V literaturi lahko najdemo različne modele oz. pristope k validaciji računalniško podprtih sistemov (V-model, model 4Q Lifecycle, spiralni model, zaporedni oz. slapovni (angl. waterfall) model ipd.), po-

drobneje pa bomo predstavili le V-model validacije, ker je kot model validacije računalniško podprtih sistemov najbolj razširjen in poznan.

Prve zametke V-modela, kot ga poznamo danes, so razvili v Nemčiji pod imenom V-Modell (prva različica je bila predstavljena avgusta 1992) in od leta 2005 predstavlja uradno metodologijo projektnega vodenja za informacijske sisteme nemške vlade pod imenom V-Modell XT (Industrieanlagen-Betriebsge-

sellschaft – IABG, 2006). V-model (slika 1) predstavlja življenjski cikel razvoja in validacije računalniško podprtega sistema in/ali IT aplikacije. Najlažje ga je razumeti, če je prikazan grafično in presekan na levi in desni del, pri čemer so predstavljene načrtovalne aktivnosti na levi in verifikacijske aktivnosti na desni strani. V-model povzema ključne korake in sekvence, ki morajo biti izvedeni ob gradnji in validaciji sistema, ki ga razvijamo.



Slika 1: **Grafični prikaz V-modela**

(Prirejeno po International Society for Pharmaceutical Engineering – ISPE, GAMP 5: A Risk-based Approach to Compliant Gxp Computerized Systems, 2008, str. 27–37)

Pri sami validaciji računalniških sistemov in IT aplikacij V-model uporabljamo predvsem za namen minimizacije tveganj (na kakovost) računalniško podprtega sistema oz. IT aplikacije ter za izboljšanje kakovosti. Kot navaja International Society for Pharmaceutical Engineering – ISPE (2008, str. 27–37) ključne točke V-modela (slika 1) predstavljajo štiri faze življenjskega cikla znotraj projekta (validacije računalniško podprtega sistema):

- Planiranje
 - Faza planiranja naj zajema krovno oceno tveganja sistema (angl. High Level Risk Assessment, v nadaljevanju HLRA), kompleksnost računalniško podprtega sistema z vidika izgradnje in komponent sistema ter rezultate oz. oceno presoje dobavitelja (v primeru, da nam

računalniški sistem razvija zunanji dobavitelj ali integrator).

- V tej fazi se kreirajo uporabniške zahteve (angl. User Requirement Specification, v nadaljevanju URS). URS so temeljni dokument za validacijo računalniško podprtega sistema (Stein, 2006, str. 79–81, in Culin, 2011, str. 32–33). V URS se definirajo zahteve uporabnikov računalniško podprtega sistema, pri čemer je treba poleg procesnih upoštevati tudi tehnične in regulatorne vidike računalniško podprtega sistema.
- Validacijo računalniško podprtega sistema planiramo na podlagi dokumenta plan validacije (angl. Validation Plan, v nadaljevanju VP), ki ga potrdijo ključne osebe ter ekspert zagotavljanja kakovosti. V VP definiramo obseg računalniško

podprtega sistema, razvojno metodologijo sistema, planirane validacijske aktivnosti in testiranja, prav tako predpišemo splošne postopke, ki so pomembni za delovanje sistema.

- **Specificiranje in izgradnja**
 - Dizajn in specifikacije sistema najpogosteje izdelava dobavitelj in morajo temeljiti na podanih URS. Pomembno je, da naročnik oz. uporabnik ter vsi, ki so sodelovali pri pisanju URS za računalniški sistem, temeljito pregledajo, ali so specifikacije dizajna, ki so lahko razdeljene na funkcijsko specifikacijo (angl. Functional Specification, v nadaljevanju FS), programsko dizajn specifikacijo (angl. Software Design Specification, v nadaljevanju SDS) in strojno dizajn specifikacijo (angl. Hardware Design Specification, v nadaljevanju HDS), pravilne in skladne z URS. Izvedemo kvalifikacijo načrtovanja (angl. Design Qualification, v nadaljevanju DQ), ki pomeni, da pregledamo FS, SDS in HDS, in sicer ali so zajete in pravilno interpretirane URS.
 - Tako lahko pričakujemo, da bo sistem imel vse zahtevane funkcionalnosti in da bo deloval kot specificiran v dizajn dokumentih FS, HDS, SDS. FS je dokument, ki definira, kaj bo sistem delal in katere funkcije lahko izvaja, HDS definira arhitekturo strojne opreme, na primer krmilnike, osebne računalnike, proizvodno opremo, povezave med posameznimi elementi, SDS pa definira tehnične funkcije, ki opisujejo funkcionalnosti, zapisane v FS, na primer blok diagrame, diagrame stanj, logične tabele, strukturo podatkovne baze, standarde kodiranja, verzijo programske opreme ipd. Ko je dizajn dokumentacija potrdi uporabnik oz. naročnik, dobavitelj začne z izgradnjo sistema skladno s specifikacijami.
- **Verifikacija**
 - Z verifikacijo sistema potrdimo, da je sistem zgrajen skladno s specifikacijami in da so doseženi vsi postavljeni kriteriji. To dosežemo s pomočjo naslednjih vrst testiranja:
 - kvalifikacija namestitve (angl. Installation Qualification, v nadaljevanju IQ), s katero testiramo dizajn dokumentacijo programske SDS in strojne opreme HDS. Namen IQ je pokazati, da sta strojna in programska oprema nameščeni skladno s specifikacijami proizvajalca ali dobavitelja;

- kvalifikacija obratovanja (angl. Operational Qualification, v nadaljevanju OQ), s katero testiramo vso dizajn dokumentacijo, vključno s FS, saj večji del testiramo funkcionalnosti računalniško podprtega sistema;
- kvalifikacija delovanja (angl. Performance Qualification, v nadaljevanju PQ), s katero (v večini primerov na produkcijskem okolju) testiramo URS oz. končni uporabnik izvaja serijo testov, ali računalniški sistem ustreza njegovim zahtevam (ki jih je podal v URS).

– Poznamo več vrst/tipov testnih specifikacij – pozitivne teste, negativne teste, testiranje ponovljivosti, performančne teste, strukturne teste ipd.

- **Poročilo**
 - Ko so glede na osnovni VP vse validacijske aktivnosti opravljene in če ni bilo odstopanj pri izvedbi testiranj oziroma so bile v sklopu testiranj vse pomanjkljivosti odpravljene, to potrdimo s poročilom o validaciji (angl. Validation Report, v nadaljevanju VR), s katerim sistem spustimo v produkcijsko/operativno rabo.

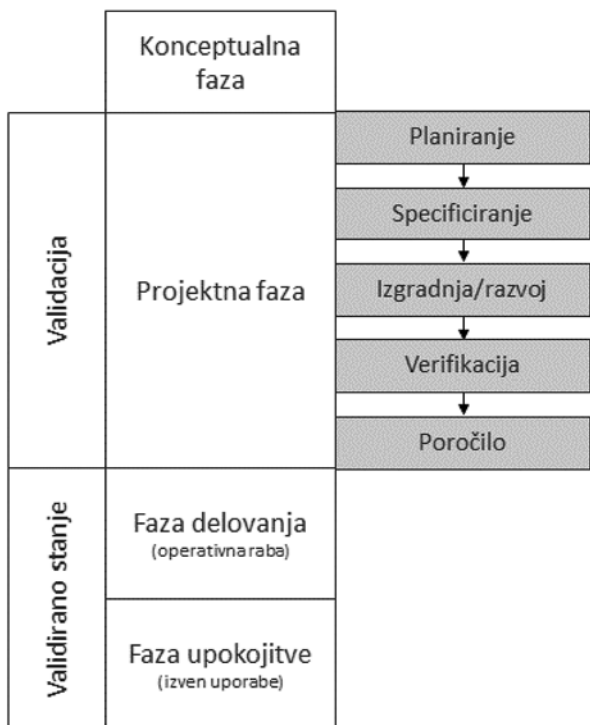
3 ŽIVLJENJSKI CIKEL RAČUNALNIŠKO PODPRTEGA SISTEMA S PRIMEROM VALIDACIJE

3.1 Življenjski cikel računalniško podprtega sistema

K življenjskemu ciklu pri validaciji računalniških sistemov lahko pristopimo na tri različne načine, ki se medsebojno razlikujejo po obsegu oz. se nadgrajujejo (Remén, 2005, str. 24). Kot navaja Remén (2005, str. 24) tako ločimo življenjski cikel razvoja računalniško podprtega sistema, življenjski cikel implementacije računalniško podprtega sistema in celotni življenjski cikel računalniško podprtega sistema. Da zagotovimo regulatorno skladnost in da računalniški sistem deluje znotraj zahtevanih specifikacij, moramo upoštevati življenjski cikel računalniško podprtega sistema (PIC/S, 2007, str. 7), ki nam zagotavlja razumevanje zahtev, ki jih imamo glede računalniško podprtega sistema, ter sistematičnost pri razvojnih aktivnostih, implementaciji, uporabi in upokojitvi računalniško podprtega sistema.

Slika 2 prikazuje koncept življenjskega cikla računalniško podprtega sistema kot celote, sestav-

ljene iz štirih faz, kakor so navedene v priročniku GAMP5 (International Society for Pharmaceutical Engineering – ISPE, 2008, str. 26), in poglavitnih pet aktivnosti projektne faze/validacije računalniško podprtega sistema – planiranje, specificiranje, izgradnja/razvoj, verifikacija in poročilo.



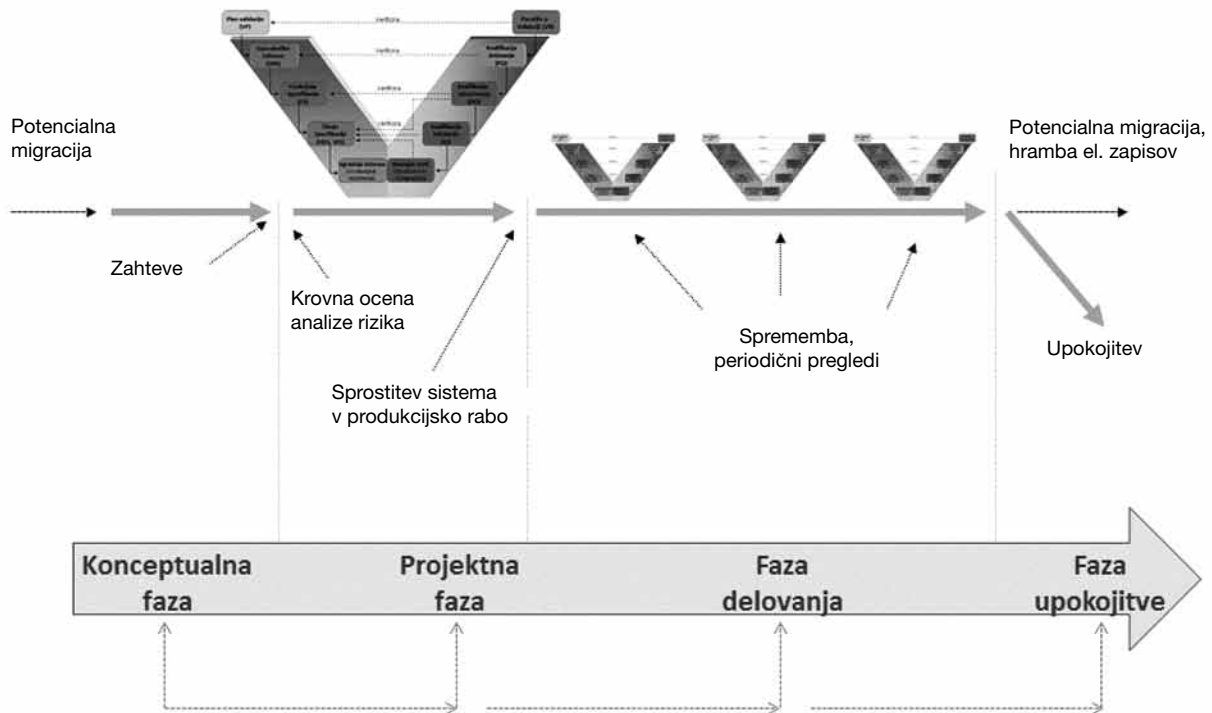
Slika 2: **Prikaz modela celotnega življenjskega cikla računalniško podprtega sistema**

Podrobnejši pregled življenjskega cikla računalniško podprtega sistema v enakih fazah kot slika 2 prikazuje tudi slika 3. Široka puščica na sliki 3 prikazuje časovnico faz (konceptualna faza, projektna faza, faza delovanja, faza upokojitve), zgornji del slike (nad puščico) pa potek aktivnosti na računalniško podprtem sistemu.

Projektna faza je podvržena celotni validaciji računalniško podprtega sistema, pri čemer sledimo celotnemu V-modelu, kot je to razvidno s slike 3. Ko se projektna faza konča, računalniški sistem preide v fazo delovanja, kar pomeni operativno rabo računalniško podprtega sistema. Ko je sistem enkrat v redni uporabi, lahko pride do zahtev uporabnika, da se računalniški sistem nadgradi, lahko pa pride tudi do spremembe procesa ali kakšne druge spremembe na računalniško podprtem sistemu. Če gre za spremembe, ki ne vplivajo bistveno na delovanje računalniško podprtega sistema, nam ni treba ponovno skozi ves proces validacije, temveč izvedemo validacijo le za tisto, kar je na računalniško podprtem sistemu spremenjeno – to na sliki 3 prikazujejo manjši V-modeli (nad fazo delovanja).

Sčasoma, ko računalniško podprt sistem več ne more služiti v polnem obsegu ali se ga iz kakršnih koli drugih razlogov odstrani iz operativne rabe, preidemo v fazo upokojitve, v kateri je treba sistem upokojiti skladno s predpisanimi splošnimi postopki. Ob upokojitvi računalniško podprtega sistema je treba največjo pozornost nameniti hrambi GxP relevantnih elektronskih zapisov (podatkov) na računalniško podprtem sistemu, da ostanejo dostopni pooblaščenim osebam in v celoti berljivi še nadaljnjih nekaj let po upokojitvi računalniško podprtega sistema (običajno je ta doba deset let po upokojitvi). V primeru, da upokojeni računalniški sistem nadomestimo z novim, lahko izvedemo migracijo podatkov v nov sistem in s tem zagotovimo dostopnost podatkov, obenem pa s tem dejanjem (migracijo) preidemo, kot prikazuje slika 3, v konceptualno fazo novega računalniško podprtega sistema, ki ga je treba validirati.

Podrobneje bomo pojasnili projektno fazo, saj je ta ključnega pomena, če želimo uspešno validirati računalniški sistem.



Slika 3: **Faze življenjskega cikla – podrobnejši pogled**
 (Prirejeno po International Society for Pharmaceutical Engineering – ISPE, GAMP 5: A Risk-based Approach to Compliant Gxp Computerized Systems, 2008, str. 26–37)

3.2 Primer procesa validacije

Farmacevtske in druge združbe, ki delujejo v regulirani panogi, imajo na področju validacij (validacije čiščenj prostorov/opreme, validacije računalniško podprtih sistemov, validacije procesov itn.) zaposlene strokovnjake, ki so eksperti na področju delovanja (validacij), ki ga pokrivajo. To so eksperti za zagotavljanje kakovosti (angl. Quality Assurance manager, v nadaljevanju QA menedžer) in strokovnjaki, ki poleg obvladovanja osnovnih principov validacij delujejo tudi na področju elektronskih zapisov in podpisov (angl. eCompliance manager, v nadaljevanju eCompliance menedžer). Vlogi QA in eCompliance sta običajno združeni.

Validacijo računalniško podprtih sistemov je smiselno opredeliti kot projekt (projektna faza), kot to prikazujeta sliki 2 in 3, saj se validacija računalniško podprtega sistema konča, ko ta preide v fazo delovanja (operativno rabo). Za lažjo ponazoritev validacije računalniško podprtega sistema na konkretnem primeru podajamo ključne informacije o njem. Tehnolog v proizvodnji farmacevtskega podjetja želi ročno vodeni proizvodni proces nadzorovati in krmiliti

računalniško. V proizvodnem procesu mora tehnolog kontinuirano paziti in nastavljaliti kritične procesne parametre, kot so denimo temperatura, hitrost in čas mešanja v proizvodnem procesu, da parametri ne gredo iz specificiranih meja. Tehnolog izvaja korake v sekvenci skladno z navodili v proizvodnem poročilu. Tehnolog je v tem primeru uporabnik, ki začne s pisanjem URS za računalniško podprti sistem. V našem primeru je to SCADA, saj nadzira in krmili proizvodni proces. Poenostavljeno rečeno, tehnolog v našem primeru torej potrebuje funkcionalnosti sistema SCADA, da mu na zaslonu prikazuje vse informacije, ki jih potrebuje za nemoteno delo, da lahko pogleda podatke o procesu za določen čas za nazaj v obliki grafa (x os: čas, y os: vrednosti kritičnih parametrov, npr. temperatura, hitrost mešanja, čas mešanja), pomembna pa je tudi možnost reguliranja temperature in hitrosti mešanja. Smiselno bi bilo imeti na sistemu SCADA shranjeno še recepturo, ki bi samodejno šla skozi sekvence (zaporedje) korakov in izvajala funkcije temperiranja, mešanja ipd., skratka vse, kar je potrebno za izvajanje proizvodnega procesa, popolnoma samodejno. Torej je zahteva uporabni-

ka tudi to, da lahko proizvodni proces preko sistema SCADA vodi ročno ali pa da celoten proizvodni proces vodi SCADA samodejno, tehnolog pa le občasno preverja stanje in posreduje po potrebi. Temu rečemo avtomatski režim delovanja sistema SCADA. Proučitev regulatornih zahtev in strokovne literature (U. S. Food and Drug Administration, 2002, str. 1–34; U. S. Food and Drug Administration, 2003, str. 1–9; U. S. Food and Drug Administration, 2004, str. 7–8; U. S. Food and Drug Administration, 2006, str. 3–24; U. S. Food and Drug Administration, 2013; U. S. Food and Drug Administration, 2013a; European Commission, 2011, str. 2–9; European Commission, 2011a, str. 2–5; European Commission, 2013; European Commission, 2013a; European Compliance Academy, 2011a, str. 2–12; European Compliance Academy, 2011b, str. 3–46; European Compliance Academy, 2011c, str. 3–31; International Society for Pharmaceutical Engineering – ISPE, 2008, str. 65–79; PIC/S, 2007, str. 1–50; Huber, 2012) nas pripelje do sestave procesa poteka

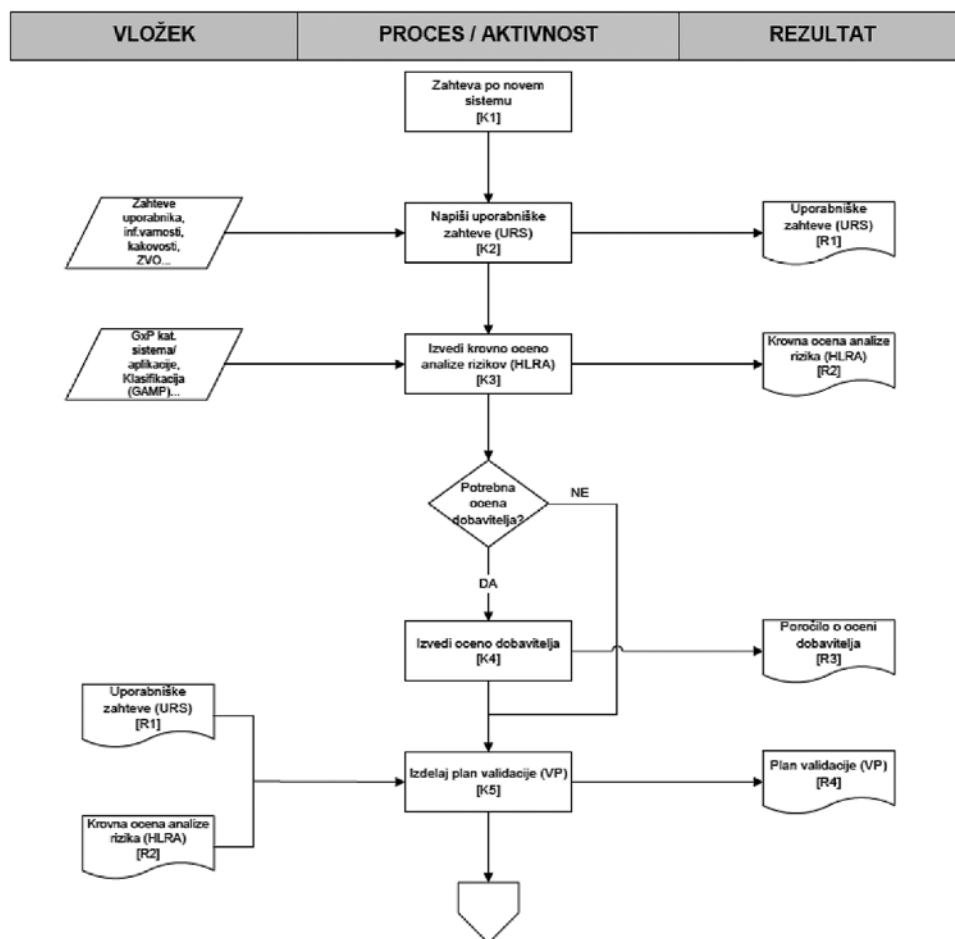
projektne faze oz. validacije računalniško podprtega sistema, kot je opisano v nadaljevanju. Možne so seveda variacije, vendar veliko manevrskega prostora glede pristopa vseeno ni.

S procesnimi diagrami bomo predstavili primer poteka validacije proizvodnega računalniško podprtega sistema SCADA skozi faze planiranja, specifikiranja, izgradnje/razvoja, verifikacije ter poročil. Predstavljeni proces poteka projektne faze oz. validacije računalniško podprtega sistema je odraz lastnega sklepanja na podlagi preučenih in analiziranih regulatornih zahtev.

3.3 Proces poteka projektne faze/validacije računalniško podprtega sistema

3.3.1 Planiranje

Slika 4 s pomočjo procesnega diagrama prikazuje, kako potekajo prve aktivnosti ob uvedbi novega računalniško podprtega sistema.



Slika 4: **Procesni diagram – planiranje**

V nadaljevanju podajamo podrobnejši opis posameznih korakov v procesu.

IK1) Zahteva po novem sistemu

Uporabnik v proizvodnji razmišlja o novem računalniško podprtem sistemu, ki bi mu podajal koristne informacije iz proizvodnega procesa in s katerim bi upravljal ter nadzoroval proizvodni proces. Uporabnik torej razmišlja o sistemu SCADA.

IK2) Napiši uporabniške zahteve (URS)

Uporabnik prenese svoje zamisli o računalniško podprtem sistemu, v našem primeru sistemu SCADA, na papir. Vsaka zahteva ima svoj edinstveni identifikator (npr. URS-01 ipd.), ki nam v nadaljnjih korakih validacije služi za sledljivost zahtev, da pri razvoju računalniško podprtega sistema ne izpustimo katere izmed funkcionalnosti, ki jo želimo imeti v sistemu, hkrati pa s tem lažje preverimo, ali so bile testirane vse funkcionalnosti računalniško podprtega sistema.

Ker tehnolog, ki je kot uporabnik sistema SCADA ekspert na področju vodenja proizvodnega procesa, običajno nima dovolj znanja o regulativi na področju računalniških sistemov, tukaj vstopi menedžer za kakovost (angl. Quality Assurance, v nadaljevanju QA) na področju računalniških sistemov. V našem primeru menedžer za kakovost na področju računalniških sistemov doda zahteve za obvladovanje integritete podatkov (onemogočen izbris podatkov, omejen dostop do podatkov, uporabniški nivoji dostopov ipd.), potrebne so tudi zahteve po alarmiranju, ne smemo pozabiti na verzioniranje in hrambo receptur na računalniško podprtem sistemu, omogočena mora biti tudi zgodovina dogodkov, ki nam pove, kdo je delal na sistemu SCADA, kaj je delal, kdaj je delal in,

ob določenih pogojih, zakaj je opravil določen korak. Dodatno sledijo predpisi obvladovanja dostopov do sistema SCADA, periodični pregledi sistema SCADA, obvladovanje odstopanj od dobre proizvodne prakse, obvladovanje sprememb na računalniško podprtem sistemu itd. Svoj delež prispevajo še odgovorna oseba ZVO, odgovorna oseba za informacijsko varnost (angl. Information Security Officer, v nadaljevanju ISEC) itd. Tako nastane dokument URS [R1]. Vsi podpisniki dokumenta URS so avtorji dokumenta.

V tabeli 1 navajamo primer URS dokumenta s tremi zelo preprostimi zahtevami po funkcionalnosti računalniško podprtega sistema, v katerem v prvem stolpcu definiramo edinstveni identifikator zahteve zaradi zagotavljanja sledljivosti, v drugem stolpcu navedemo zahtevo za računalniško podprti sistem in v tretjem stolpcu kritičnost zahteve v smislu potreb po tej zahtevi. Lahko denimo rečemo, da je zahteva obvezna, pomembna ali zelena.

IK3) Izvedi krovno oceno analize tveganj (HLRA)

S HLRA izvedemo prvotno klasifikacijo računalniško podprtega sistema – GxP relevantnost računalniško podprtega sistema in kategorizacijo računalniško podprtega sistema/aplikacije. Računalniške sisteme za lažji pristop k validaciji uvrstimo v eno izmed kategorij GAMP, ki za računalniške sisteme v farmacevtski industriji predstavljajo standard (International Society for Pharmaceutical Engineering – ISPE, 2008, str. 128–132; Tedstonea, 2012; McDowall, 2010, str. 22–31). Kar se tiče same kategorizacije sistema SCADA, smo ga v našem primeru (za nadzor in krmljenje proizvodnje) umestili v kategorijo GAMP4, to pa zato, ker gre za konfigurabilni računalniški sistem. Gre torej za računalniški sistem, ki ga lokalni

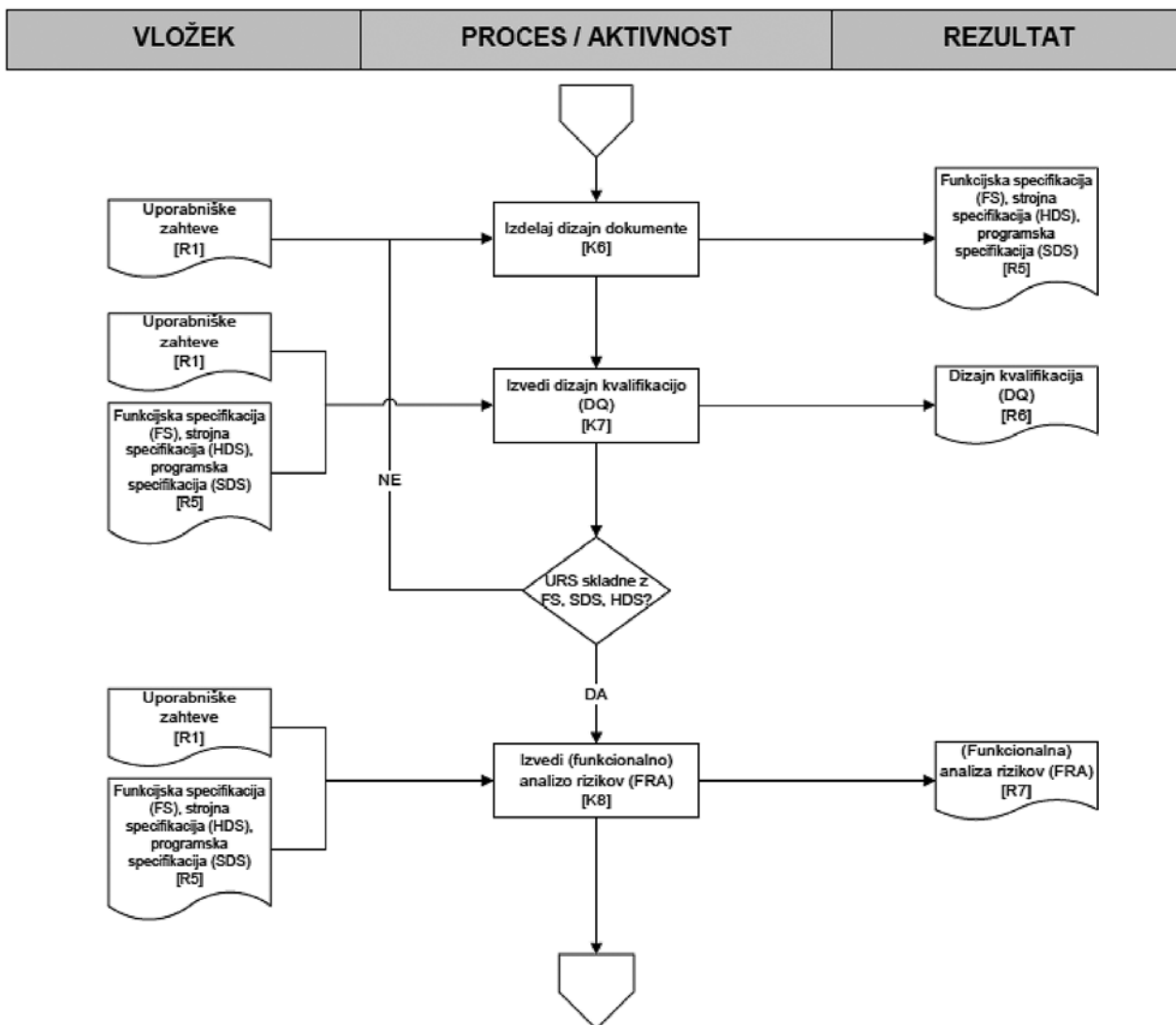
Tabela 1: **Primer URS – funkcionalnosti v dokumentu URS**

| URS ID | Zahteva | Kritičnost |
|----------|---|-------------------------|
| URS-x-01 | ... | Obvezno/pomembno/želeno |
| ... | ... | ... |
| URS-F-49 | Zaslonski prikaz nadzornega sistema mora prikazovati celoten proizvodni proces v eni sliki na zaslonu s procesnimi vrednostmi. | Obvezno |
| URS-F-50 | Nadzorni sistem mora na zaslonem prikazu prikazovati, kdo je v nadzorni sistem prijavljen, ter datum in čas. | Obvezno |
| URS-F-51 | Nadzorni sistem mora vnesti vse procesne parametre v graf s časom na osi x in vrednostmi parametrov na osi y ter omogočati realnočasovni prikaz teh parametrov. | Obvezno |
| ... | ... | ... |
| URS-x-n | Uporabniška zahteva – n | Obvezno/pomembno/želeno |

integrator oz. dobavitelj priredi potrebam podjetja na podlagi že obstoječe aplikacijske platforme iFix. Prav tako v HLRA determiniramo, ali je računalniški sistem 21 CFR Part11 (FDA, 2013b) relevanten (vprašamo se torej, ali bo sistem hranil elektronske zapise ali bomo uporabljali elektronske podpise). V našem primeru bo računalniški sistem hranil procesne podatke, ki so klasificirani kot GxP relevantni, zato sistem zapade pod regulativo 21 CFR Part11. Elektronskih podpisov ne bomo uporabljali. Ovređnotimo tudi vpliv na ISEC, vpliv na ZVO ter vplive na občutljive osebne podatke. Na podlagi rezultata HLRA [R2] se odločimo, katere validacijske aktivnosti računalniško podprtega sistema so potrebne, da sistem ustrezno validiramo.

[K4] Izvedi oceno dobavitelja

Ker se URS [R1] pošljejo v našem primeru več integratorjem oz. dobaviteljem nadzornih računalniških sistemov, je treba pred izbiro dobavitelja izvesti presojo tega z namenom, da ocenimo, ali je sposoben razvijati računalniške sisteme skladno s standardi farmacevtske industrije in internimi standardi podjetja. Presoja se zabeleži v dokument Poročilo o očni dobavitelja [R3]. V primeru, da smo v preteklosti (denimo zadnjih pet let) dobavitelja oz. integratorja že presojali in je dobil ustrezno oceno, izvedba presoje ob validaciji novega računalniško podprtega sistema/aplikacije ni potrebna. V tem primeru presojo izvedemo le, če je pri dobavitelju prišlo do večjih organizacijskih sprememb.



Slika 5: **Procesni diagram – specificiranje**

[K5] Izdelaj plan validacije (VP)

VP [R4] je dokument, ki opisuje način in principe validacije računalniško podprtega sistema. Podlaga za izdelavo VP so URS [R1] ter HLRA [R2]. Upoštevamo tudi poročilo o oceni dobavitelja [R3]. VP na visoki ravni opisuje, katere aktivnosti se planirajo za izvedbo ustreznega validiranja računalniško podprtega sistema, katere interne predpise oz. splošne postopke je treba posodobiti, katera izobraževanja je treba opraviti in kdo se mora izobraziti, kateri dokumenti bodo med postopkom validacije računalniško podprtega sistema kreirani, kdo bo njihov avtor, kdo jih bo pregledal in kdo (katera vloga oz. funkcija v podjetju) potrdil.

3.3.2 Specificiranje

Ko je podlaga novega računalniško podprtega sistema definirana in sta izdelana HLRA in VP, se lotimo izdelave funkcionalnosti in specifikacij računalniško podprtega sistema na podlagi danih URS. Slika 5 podrobneje prikazuje ključne korake za izvedbo.

V nadaljevanju podajamo podrobnejši opis posameznih korakov v procesu.

[K6] Izdelaj dizajn dokumente

URS [R1] so podlaga za izdelavo FS, SDS in HDS. Dizajn dokumentacijo izdelata dobavitelj računalniško podprtega sistema; če gre za interni razvoj, pa jo izdelata podjetje samo. V našem primeru gre za nadzorno-krmilni sistem SCADA, ki ga za nas razvija zunanji dobavitelj, zato nam on posreduje ta sklop dokumentacije v pregled.

Dobavitelj v svojih dizajn dokumentih opiše, kako si predstavlja in razume URS, ki jih je dobil od naročnika, hkrati pa je smiselno, da navede referenco na edinstveni identifikator URS, kot prikazuje tabela

2. Le tako je na pregleden način mogoče zagotoviti, da bo dobavitelj izdelal računalniški sistem skladno z URS. Prikaz je podan v FS, saj pri URS v tabeli 2 govorimo o funkcionalnosti sistema.

Ob pregledovanju FS vsa neskladja s podanimi URS zapišemo in celoto formaliziramo v DQ. Če ob pregledu ni ugotovljenih neskladnosti, je to kljub temu potrebno dokumentirati in formalizirati v DQ.

[K7] Izvedi kvalifikacijo načrtovanja (DQ)

V našem primeru sistema SCADA smo na tej točki od dobavitelja prejeli v pregled dizajn dokumentacijo, torej FS, SDS in HDS [R5]. Ker je v našem interesu, da dobimo tak računalniški sistem, kot smo ga definirali v URS [R1], je v tej fazi potreben pregled, ali dizajn dokumentacija, ki nam jo je posredoval dobavitelj, dejansko zajema vse naše zahteve iz URS. Dobavitelj bo namreč računalniški sistem izgradil natanko tako, kot je to definiral v FS, SDS in HDS. Po opravljeni primerjavi med URS in FS, SDS ter HDS odgovorni nosilci podpišejo zapisnik, ki je nastal ob pregledu in ki ga formalno imenujemo kvalifikacija načrtovanja – DQ [R6]. V primeru, da so bila v DQ ugotovljena odstopanja glede na URS, mora dobavitelj posodobiti dizajn dokumentacijo tako, da bo zajemala vse URS, ali pa uporabnik omeji svoje zahteve glede računalniško podprtega sistema in izdelata nove URS.

Pomembno je poudariti, da se na računalniških sistemih v farmacevtski industriji lahko omejijo le tiste funkcionalnosti računalniško podprtega sistema, ki nimajo vpliva na regulatorne zahteve, nikakor pa ne moremo omejiti zahtev, ki nam jih posredno predpisujejo regulatorni organi, saj v tem primeru že v izhodišču validiramo računalniški sistem, ki ni skladen s predpisano regulativo.

Tabela 2: **Primer FS – funkcionalnosti sistema v dokumentu FS**

| FS ID | Opis funkcionalnosti | Referenca na URS |
|----------|---|----------------------|
| FS-xx-01 | ... | URS-x-01 |
| ... | ... | ... |
| FS-EP-01 | Zaslonski prikaz nadzornega sistema vsebuje vse standardne elemente, prikaze in vmesnike za pregled in upravljanje proizvodnega procesa s celotnim tehnološkim postopkom, s prikazanimi vsemi potrebnimi parametri, vključno s časovno značko in identifikacijo prijavljenega uporabnika. | URS-F-49 URS-F-50 |
| FS-HI-01 | Prikaz zajetih podatkov v obliki grafa (histografija) je del aplikacije iFix, ki poleg drugih funkcionalnosti omogoča tudi realnočasovni prikaz vseh definiranih parametrov. | URS-F-51 |
| ... | ... | ... |
| FS-xx-n | ... | URS-x-n |

[K8] Izvedi (funkcionalno) analizo tveganj (FRA)

Po potrjenih FS, SDS in HDS [R5] vzamemo še URS [R1] in na podlagi te dokumentacije izdelamo FRA [R7], v kateri ocenimo vsako izmed URS glede na GxP kritičnost posamezne funkcionalnosti računalniško podprtega sistema (v našem primeru sistema SCADA), ocenimo možna tveganja, ki se nam ob napaki ali nedelovanju vsake posamezne funkcionalnosti lahko pripetijo, ocenimo, v kakšni frekvenci lahko do teh dogodkov pride, ocenimo kritičnost teh dogodkov z vidika vpliva na kakovost izdelka, ogroženosti pacientov, varnosti pri delu ipd. ter ocenimo možnosti, da odkrijemo nepravilno delovanje ali napako. Na podlagi rezultatov ocen kritičnosti vsake funkcionalnosti na računalniško podprtem sistemu se odločimo, kakšen način testiranja bomo za vsako funkcionalnost izbrali. Testi so lahko preprosti

ali kompleksni, vsako odločitev pa je ob vsaki funkcionalnosti treba obrazložiti in pojasniti, čemu smo izbrali določen način testiranja določene funkcionalnosti računalniško podprtega sistema.

Sledita torej vrednotenje in opis tveganj v primeru, da računalniško podprti sistem ne bi deloval skladno s funkcionalnostmi, navedenimi v FS (v našem primeru). Kjer so tveganja velika, v fazi verifikacije računalniško podprtega sistema izvedemo ustrezna IQ, OQ ter PQ testiranja.

Primer analize tveganj je razviden iz tabele 3, v kateri ocenimo GxP kritičnost funkcionalnosti računalniško podprtega sistema (DA/NE), posledice napak oz. odstopanj, možnost nastanka napake ali odstopanja ter možnost neodkritja napake oz. odstopanja (V – visok vpliv, možnost, S – srednji vpliv, možnost, N – nizek vpliv, možnost).

Tabela 3: **Primer FRA**

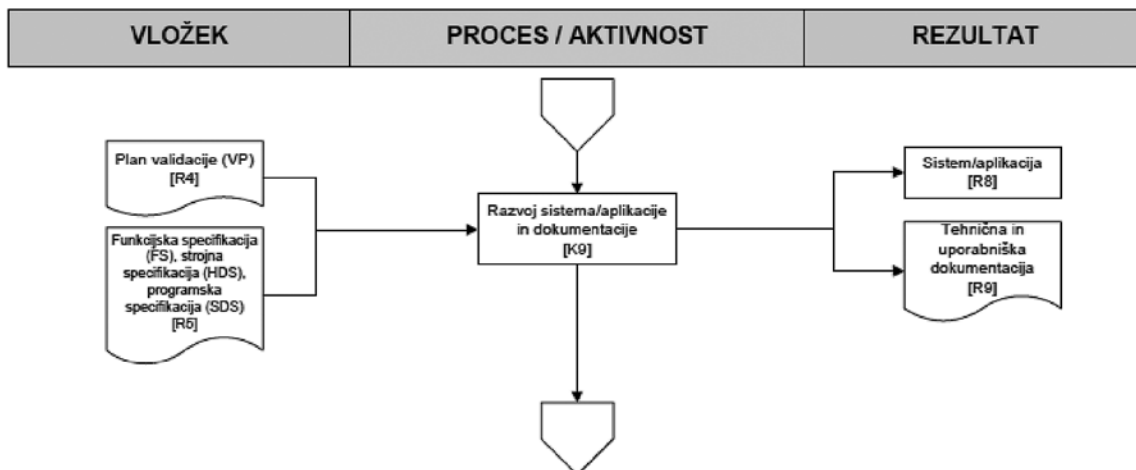
| FS ID | Scenarij tveganja/podrobnosti morebitne napake oz. odstopanja | GxP kritičnost funkcionalnosti | Vpliv/posledice napake/odstopa | Možnost nastanka napake/odstopa | Možnost neodkritja napake/odstopa | Opomba | Način testiranja |
|----------|--|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--------|------------------|
| FS-EP-01 | Neustrezno vodenje proizvodnega procesa; neustrezen izdelek | DA | V | N | N | / | OQ test |
| FS-HI-01 | Ni procesnih podatkov za pregled; ni možnosti pregledovanja procesnih podatkov; neskladnost z regulativami; raziskava odstopanj od dobre proizvodne prakse ni možna; izdelek ne more na trg. | DA | V | N | N | / | OQ test |

3.3.3 Izgradnja/razvoj

Slika 6 prikazuje vložke, potrebne za izgradnjo računalniško podprtega sistema, prav tako pa rezultat, ki sledi – razvit računalniško podprt sistem ter

pripadajoča tehnična in uporabniška dokumentacija.

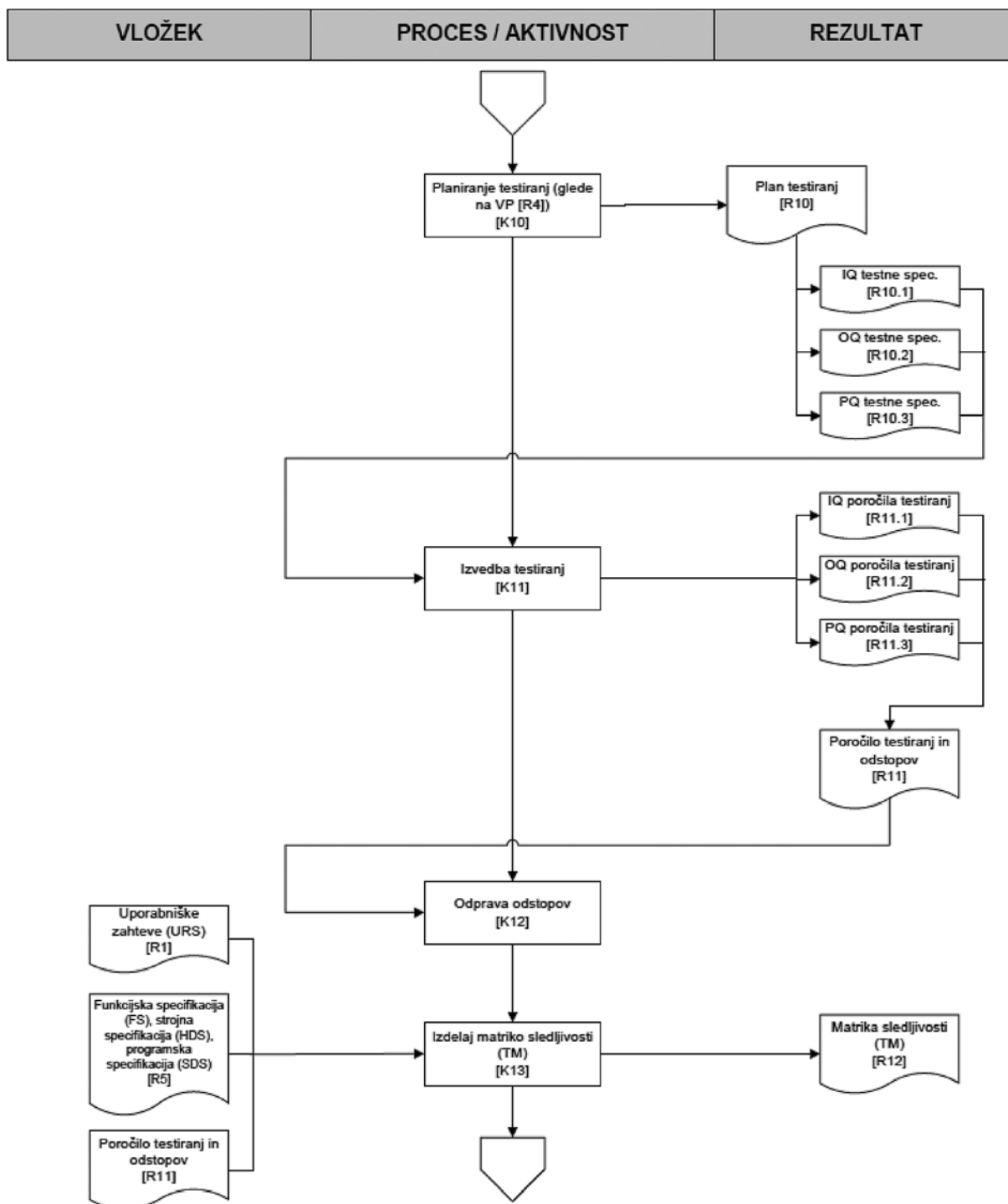
V nadaljevanju podajamo podrobnejši opis posameznih korakov v procesu.

Slika 6: **Procesni diagram – izgradnja/razvoj**

[K9] Razvoj sistema/aplikacije in dokumentacije

V tej fazi začnemo z izgradnjo računalniško podprtega sistema (v našem primeru sistema SCADA). Pri razvoju je treba upoštevati temeljna načela razvoja, opredeljena v VP [R4], glavno dokumentacijo za razvoj pa predstavljajo FS, SDS in HDS [R5]. Rezultat

je računalniško podprt sistem, skladen z URS, prav tako pa je v našem primeru dobavitelj dolžan izdelati tudi tehnično in uporabniško dokumentacijo [R9], s katero se morajo pred uporabo računalniško podprtega sistema vsi uporabniki seznaniti in ustrezno izobraziti.



Slika 7: **Procesni diagram – verifikacija**

3.3.4 Verifikacija

V sklopu verifikacije preverimo, ali računalniško podprti sistem deluje skladno s pričakovanji uporabnika. Kot je razvidno s slike 7, to preverimo z IQ, OQ in PQ testi.

V nadaljevanju podajamo podrobnejši opis posameznih korakov v procesu.

IK101 Planiranje testiranj (glede na VP [R41])

Ko imamo računalniško podprti sistem razvit (v našem primeru je to sistem SCADA), mora prestati še testiranja, s katerimi dokazujemo, da sistem deluje brezhibno in skladno s specifikacijami. Obseg in metodologijo validacije računalniško podprtega sistema predpisuje VP, plan testiranj [R10] pa podrobneje opisuje, katere IQ, OQ in PQ teste je treba opraviti na računalniško podprtem sistemu. Ko imamo izdelan in odobren plan testiranj, napišemo IQ [R10.1], OQ [R10.2] in PQ [R10.3] testne specifikacije, v katerih definiramo, kaj testiramo, kako opravimo testiranje in kakšen je pričakovani rezultat.

IK111 Izvedba testiranj

Teste izvajamo skladno s planom testiranj [R10] na predodobrene testne specifikacije IQ [R10.1], OQ [R10.2] in PQ [R10.3], ki temeljijo na rezultatih iz FRA. Namestitev računalniško podprtega sistema testiramo z IQ testom, ki je dokumentirana verifikacija, da je računalniško podprti sistem nameščen skladno s predodobrenimi specifikacijami (International Society for Pharmaceutical Engineering – ISPE, 2008, str. 209; International Society for Pharmaceutical Engineering – ISPE, 2014); OQ testom, ki je dokumentirana

verifikacija, da računalniški podprti sistem deluje skladno s predodobrenimi specifikacijami v vseh navedenih območjih delovanja (International Society for Pharmaceutical Engineering – ISPE, 2008, str. 334; International Society for Pharmaceutical Engineering – ISPE, 2014a); in PQ testom, ki je dokumentirana verifikacija, da je sistem sposoben delovati in/ali kontrolirati (v našem primeru proizvodne) procese med delovanjem v produkcijskem okolju skladno s predodobrenimi specifikacijami (International Society for Pharmaceutical Engineering – ISPE, 2008, str. 284; International Society for Pharmaceutical Engineering – ISPE, 2014b). Izpolnjene testne specifikacije, ki jih dobimo po izvedenih testiranjih, se imenujejo poročila o testiranjih. Tako dobimo tri sklope – IQ testna poročila [R11.1], OQ testna poročila [R11.2] in PQ testna poročila [R11.3]. Če se je med testiranjem v testnih korakih pojavila napaka in testiranje ni bilo uspešno ali je bilo uspešno le delno, to dokumentiramo kot odstopanje. Tako odstopi kot tudi ustrezna poročila o testiranjih so popisani v zbirniku testov, ki ga imenujemo poročilo testiranj in odstopov [R11].

Če si ogledamo nadaljevanje našega primera, je iz tabele 4 razvidno, da je obe funkcionalnosti računalniško podprtega sistema treba testirati z OQ testom. Sama testna specifikacija mora biti pred začetkom izvajanja testa odobrena, testne korake po odobritvi testne specifikacije izvajamo na kopiji odobrene testne specifikacije. Pričakovani rezultat, ustreznost in datum ter podpis vpišemo ročno v za to predvidena polja sočasno ob izvedbi testa. V tabeli 7 prikazujemo primer OQ testne specifikacije obravnavanega primera, besedilo, ki ga vnašamo ročno, je označen s sivo barvo.

Tabela 4: **Primer OQ testa**

| Ime testa: OQ-1_test zaslonskega prikaza | | | | Predpogoj za izvedbo: Odobrena FS in FRA | | | |
|--|----------------------|----------|---|---|---|----------|--------------------------------|
| Korak | Ref. URS | Ref. FS | Opis testa za izvedbo | Pričakovani rezultat | Dejanski rezultat, referenca na prilogo | Ustreza? | Datum in podpis |
| 1 | URS-F-49 URS-F-50 | FS-EP-01 | Zaženi in se prijavi v aplikacijo iFix. Preveri, ali je na zaslonu nadzornega sistema prikazan celoten proizvodni proces, vključno s procesnimi vrednostmi, datumom in uro ter prijavljenim uporabnikom. | Na zaslonu je viden celotni proizvodni proces, vključno s procesnimi vrednostmi, datumom in uro ter prijavljenim uporabnikom. | Skladen s pričakovanim | DA | 30. 4. 2014 Janez Novak |

| Ime testa: OQ-2_test parametrov in zgodovine | | | | Predpogoj za izvedbo: Odobrena FS in FRA | | | |
|---|----------|----------|---|---|----------------------------------|----|----------------------------|
| 1 | URS-F-51 | FS-HI-01 | V iFix odpri »zgodovino«. Preveri, ali nadzorni sistem realnočasovno vnaša vse procesne parametre v graf. | Nadzorni sistem vnaša vse procesne parametre v graf. | Skladen s pričakovanim Priloga 1 | DA | 30. 4. 2014 Janez Novak |
| 2 | URS-F-51 | FS-HI-01 | V iFix odpri »zgodovino«. Preveri, ali ima graf na osi x čas in vrednosti parametrov na osi y. | Graf prikazuje vrednosti parametrov na osi y, čas na osi x. | Skladen s pričakovanim | DA | 30. 4. 2014 Janez Novak |

IK121 Odprava odstopov

V primeru, da imamo po izvedenih testiranjih računalniško podprtega sistema v poročilu testiranja [R11] evidentirane odstopne, jih moramo odpraviti. Način odprave odstopanj je odvisen od same napake oz. odstopa na sistemu. Morebiti je treba v teh primerih popraviti tudi sam dizajn računalniško podprtega sistema. Odstop je uspešno odpravljen, ko je ponovni test, v katerem je prišlo do odstopa, uspešno opravljen.

IK131 Izdelaj matriko sledljivosti (TM)

Kar smo od dobavitelja računalniško podprtega sistema zahtevali v URS [R1] in to, kar smo dejansko dobili, je v FS, SDS in HDS [R5], morebitna odstopanja pa smo prav tako pregledali in to dokumentirali v DQ [R6]. Vendar to ni dovolj. Zagotoviti je namreč treba še sledljivost, pri čemer je na pregleden način razvidno, ali so vse URS popisane v dizajn dokumentih (to preverimo že v DQ) ter v katerih testih

(IQ, OQ, PQ) smo te zahteve testirali. Za začetek izdelave TM [R12] torej ni treba čakati na verifikacijo računalniško podprtega sistema, temveč jo lahko začnemo sproti izdelovati že prej (med kvalifikacijo načrtovanja – DQ). S tem zagotovimo prvi del sledljivosti, in sicer med URS ter FS, SDS in HDS. Drugi del pa zagotovimo po IQ, OQ in PQ testiranjih, pri katerih dizajn dokumentacijo povežemo s testnimi poročili. Kot že omenjeno, vsako uporabniško zahtevo označimo z edinstvenim identifikatorjem, da potem lahko zagotavljamo sledljivost dizajn dokumentov in testov. Če ugotovimo, da smo izpustili testiranje katere izmed funkcionalnosti računalniško podprtega sistema, moramo to dokumentirati in retrospektivno izvesti testiranje.

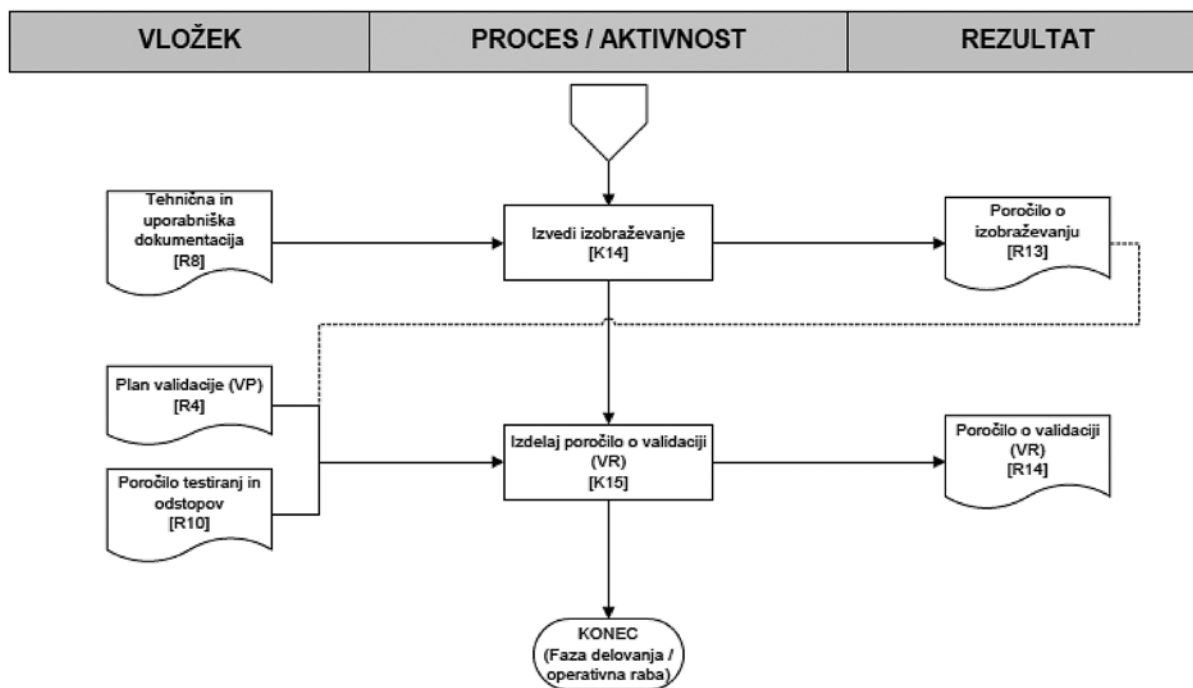
Ko končamo testiranje, lahko v celoti sestavimo TM, s katero preverimo in zagotavljamo, da so bile vse v URS zahtevane funkcionalnosti bile ustrezno upošteevane in testirane skladno z rezultati FRA. TM za naš primer je prikazana v tabeli 5.

Tabela 5: **Primer TM**

| URS | FS | SDS | HDS | IQ | OQ | PQ | Komentar |
|----------|----------|-----|-----|----|---|----|----------|
| URS-F-49 | FS-EP-01 | / | / | / | OQ-1_test zaslonskega prikaza – korak 1 | / | Ustreza |
| URS-F-50 | FS-EP-01 | / | / | / | OQ-1_test zaslonskega prikaza – korak 1 | / | Ustreza |
| URS-F-51 | FS-HI-01 | / | / | / | OQ-2_test parametrov in zgodovine – koraka 1, 2 | / | Ustreza |

3.3.5 Poročilo

Slika 8 prikazuje zadnje aktivnosti, ki so potrebne pred sprostitvijo računalniško podprtega sistema v produkcijsko in operativno rabo.

Slika 8: **Procesni diagram – poročilo**

V nadaljevanju podajamo podrobnejši opis posameznih korakov v procesu.

[K14] Izvedi izobraževanja

Preden gre sistem v produkcijo in operativno rabo, moramo poskrbeti, da so vsi (bodoči) uporabniki računalniško podprtega sistema izobraženi o tehnični in uporabniški dokumentaciji računalniško podprtega sistema. Prav tako je uporabnike treba izobraziti o navodilih oz. postopkih podjetja, ki opisujejo proces in potek dela in jih računalniško podprti sistem krmili. Izobraževanje uporabnikov dokumentiramo v poročilo o izobraževanju [R13], kot priloga poročilu je lahko priložen tudi test preverjanja.

[K15] Izdelaj poročilo o validaciji (VR)

Ko so vse aktivnosti, predvidene v VP [R4], ustrezno opravljene, to popišemo v VR [R14]. Potrjeni VR pomeni, da je računalniško podprti sistem (v našem primeru sistem SCADA) uspešno validiran in lahko gre v redno operativno rabo brez omejitev. Zadnji datum odobritve na VR pomeni datum validacije računalniško podprtega sistema.

4 SKLEP

Članek določi splošni proces validacije računalniško podprtega sistema ter ga prikaže in pojasni na praktičnem primeru v farmacevtski industriji. S pomočjo procesnih diagramov je predstavljen praktični primer poteka validacije proizvodnega računalniško podprtega sistema SCADA skozi faze planiranja, specifikiranja, izgradnje/razvoja, verifikacije ter poročil. S fazo poročila se projekt validacije računalniško podprtega sistema konča in začne se faza delovanja, kar pomeni operativno rabo računalniško podprtega sistema.

Prikazani proces validacije temelji na uporabi metodologije V-modela pristopa k validaciji. Članek tako potrjuje, da je V-model primerna podlaga za izdelavo procesa poteka izvedbe validacije računalniško podprtih sistemov v farmacevtski industriji. Izkušnje te visoko regulirane panoge pa za zagotavljanje osnovnega namena validacij lahko smotrno uporabimo tudi v drugih manj reguliranih dejavnostih, v katerih je zagotavljanje integritete podatkov ključna zahteva delovanja računalniško podprtih sistemov.

Članek prispeva k razumevanju interpretacije regulatornih zahtev na področju validacije računalniško podprtih sistemov v farmacevtski industriji. Za farmacevtsko industrijo je namreč pomembno, da se vsi dobavitelji in integratorji računalniško podprtih sistemov, ki sodelujejo s farmacevtskimi združbami na nivoju GxP relevantnih računalniških podprtih sistemov, zavedajo, da množica predpisov posledično velja tudi zanje in da morajo biti sposobni dokazovati, da delujejo skladno z regulatornimi zahtevami, dodatno pa tudi s predpisi in internimi standardi farmacevtske združbe, s katero sodelujejo. Farmacevtske združbe so namreč dolžne izvajati presoje dobaviteljev in integratorjev, s katerimi sodelujejo, in te presoje na področju računalniško podprtih sistemov postajajo vse strožje, sodelovanje med združbama se tako lahko hitro znajde na negotovih tleh.

Glavna omejitev članka izhaja iz same metode študije enega samega primera, ki omogoča raziskavo določenega področja, problema, situacije v globino in v povezavi z določenim kontekstom, ki ga v našem primeru določa regulatorni okvir. Za potrditev prikazanega splošnega procesa validacije so tako potrebne nadaljnje študije primerov v enakem kontekstu farmacevtske industrije, smiselne pa so tudi nadaljnje raziskave primernosti prikazanega procesa, oziroma potrebe po njegovi prilagoditvi, poenostavitvi v drugačnem kontekstu manj reguliranih dejavnosti.

5 LITERATURA IN VIRI

- [1] Culin, R. V. (2011). New Approach to System Validation. *Applied Clinical Trials*, 20(2), 32–37.
- [2] European Commission (2013a). *EU Legislation – Eudralex*. Najdeno 2. marca 2017 na http://ec.europa.eu/health/documents/eudralex/index_en.htm.
- [3] European Commission. (2011). *EudraLex – Volume 4 Good Manufacturing Practice Medicinal Products for Human and Veterinary Use, Chapter 4: Documentation*. Najdeno 2. marca 2017 na http://ec.europa.eu/health/files/eudralex/vol-4/chapter4_01-2011_en.pdf.
- [4] European Commission. (2011a). *EudraLex – Volume 4 Good Manufacturing Practice Medicinal Products for Human and Veterinary Use, Annex 11: Computerized Systems*. Najdeno 2. marca 2017 na http://ec.europa.eu/health/files/eudralex/vol-4/annex11_01-2011_en.pdf.
- [5] European Commission. (2013). *EudraLex – Volume 4 Good manufacturing practice (GMP) Guidelines*. Najdeno 2. marca 2017 na <http://ec.europa.eu/health/documents/eudralex/vol-4/>.
- [6] European Compliance Academy (2011a). *Introduction to Requirements. ECA Education Course – Computer Validation The GAMP5 Approach*. Vienna, Austria: Concept Heidelberg GmbH.
- [7] European Compliance Academy (2011b). *Validation Planning. ECA Education Course – Computer Validation The GAMP5 Approach*. Concept Heidelberg GmbH.
- [8] European Compliance Academy (2011c). *Specifications, Design Review & Traceability. ECA Education Course – Computer Validation The GAMP5 Approach*. Vienna, Austria: Concept Heidelberg GmbH.
- [9] Huber, L. (2012). *Computer System Validation – Tutorial*. Najdeno 2. marca 2017 na <http://www.labcompliance.com/tutorial/csv/>.
- [10] Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft – IABG. (2006). *Willkommen auf den V-Modell-Seiten der IABG*. Najdeno 18. januarja 2014 na http://v-modell.iabg.de/index.php?option=com_content&task=view&id=10&Itemid=1.
- [11] International Society for Pharmaceutical Engineering – ISPE. (2008). *GAMP 5: A Risk-based Approach to Compliant GxP Computerized Systems*. Tampa, Florida: International Society for Pharmaceutical Engineering.
- [12] International Society for Pharmaceutical Engineering – ISPE. (2014). *ISPE Glossary of Pharmaceutical and Biotechnology Terminology*. Najdeno 2. marca 2017 na <http://www.ispe.org/glossary?term=Installation+Qualification+%28IQ%29>.
- [13] International Society for Pharmaceutical Engineering – ISPE. (2014a). *ISPE Glossary of Pharmaceutical and Biotechnology Terminology*. Najdeno 2. marca 2017 na <http://www.ispe.org/glossary?term=Operational+Qualification+%28OQ%29>.
- [14] International Society for Pharmaceutical Engineering – ISPE. (2014b). *ISPE Glossary of Pharmaceutical and Biotechnology Terminology*. Najdeno 2. marca 2017 na <http://www.ispe.org/glossary?term=Performance+Qualification+%28PQ%29>.
- [15] McDowall, R. D. (2010). Understanding and interpreting the GAMP5 life cycle models for software. *Spectroscopy*, 25(4), 22–31.
- [16] Pharmacists Pharma Journal (2010). *Validation in Pharmaceutical Industry Types of Pharma Validation*. *Pharmacists Pharma Journal*. Najdeno 2. marca 2017 na <http://www.pharmacistspharmajournal.org/2010/03/validation-in-pharmaceutical.html#U2dNoKJrVLN>.
- [17] PIC/S (2007). *Pharmaceutical Inspection Co-Operation Scheme Guidance – Good Practices For Computerised Systems In Regulated Gxp Environments*. Najdeno 23. decembra 2013 na http://www.picscheme.org/pdf/27_pi-011-3-recommendation-on-computerised-systems.pdf.
- [18] Remén, J. (2005). *Lifecycle approach to Computer Systems Validation. Computer Systems and Software Validation – Proceedings Book*. Duluth, MN: Institute of Validation Technology.
- [19] Silva, E. J. (2013). *Computer System Validation*. Najdeno 2. marca 2017 na <http://www.slideshare.net/ericjsilva/computer-system-validation-17173238#>.
- [20] Stein, T. R. (2006). *The Computer System Risk Management and Validation Life Cycle*. Chico, CA: Paton Press.
- [21] Tedstone, B. (2012). *Computer Systems Validation. Computer Systems Validation and Quality Assurance blog*. Najdeno 2. marca 2017 na <http://computersystemsvalidation.blogspot.com/2012/11/GAMP-Software-Category.html>.

- [22] U. S. Food and Drug Administration – FDA (2002). *General Principles of Software Validation; Final Guidance for Industry and FDA Staff*. U. S. Department Of Health and Human Services Food and Drug Administration. Najdeno 2. marca 2017 na <http://www.fda.gov/downloads/MedicalDevices/Device-RegulationandGuidance/GuidanceDocuments/ucm085371.pdf>.
- [23] U. S. Food and Drug Administration – FDA (2003). *Guidance for Industry Part 11, Electronic Records; Electronic signatures – Scope and Application*. U. S. Department of Health and Human Services. Najdeno 2. marca 2017 na <http://www.fda.gov/downloads/RegulatoryInformation/Guidances/ucm125125.pdf>.
- [24] U. S. Food and Drug Administration – FDA (2004). *Pharmaceutical cGMP's for The 21St Century, A Risk Based Approach, Final Report*. U. S. Department Of Health and Human Services Food and Drug Administration. Najdeno 2. marca 2017 na <http://www.fda.gov/downloads/Drugs/DevelopmentApproval-Process/Manufacturing/QuestionsandAnsweronCurrentGoodManufacturingPracticescGMPforDrugs/UCM176374.pdf>.
- [25] U. S. Food and Drug Administration – FDA (2006). *Guidance for Industry, Quality Systems Approach to Pharmaceutical CGMP Regulations*. Najdeno 2. marca 2017 na <http://www.fda.gov/downloads/Drugs/.../Guidances/UCM070337.pdf>.
- [26] U. S. Food and Drug Administration – FDA (2013). *CFR – Code of Federal Regulations Title 21, Volume 4 – Part 211 Current Good Manufacturing Practice for Finished Pharmaceuticals*. Najdeno 2. marca 2017 na <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/cfrsearch.cfm?cfrpart=211>.
- [27] U. S. Food and Drug Administration – FDA (2013a). *CFR – Code of Federal Regulations Title 21, Volume 4 – Part 11 Electronic Records; Electronic Signatures*. Najdeno 2. marca 2017 na <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/cfrsearch.cfm?cfrpart=11>.
- [28] Velkoverh Remec, B. (2007). Validacije v farmacevtski industriji. Najdeno 2. marca 2017 na <http://www.scribd.com/doc/23022819/VALIDACIJE>.

■

Tomaž Sallubier je leta 2014 magistriral na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani, pred tem pa diplomiral na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru ter na višji strokovni šoli na področjih organizacije in menedžmenta ter informacijskih tehnologij. Kot ekspert upravljanja kakovosti na področju računalniških sistemov je zaposlen v večjem farmacevtskem podjetju, v katerem je odgovoren za postavljanje sistema kakovosti na področju IT-sistemov, validacije IT-sistemov, izobraževanja ter izvedbo internih in zunanjih presoj dobaviteljev. Deluje tudi na živilsko-prehrabnem področju kot pooblaščen oseba za kakovost za klavnico ter obrat predelave mesnih izdelkov; uspešno je izdelal sistem kakovosti, vključno s HACCP, sedaj pa to stanje vzdržuje in sodeluje z nadzornimi organi Uprave RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (UVHVVR).

■

Borut Rusjan je kot redni profesor zaposlen na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani, kjer je nosilec in izvajalec predmetov Management proizvodnih in storitvenih procesov (dodiplomski študij), Proizvodni management in Management poslovne odličnosti (podiplomski študij). Raziskovalno se ukvarja s problematiko strategije izdelavne poslovne funkcije ter uporabe sodobnih proizvodnih in poslovnih konceptov: poslovna odličnost, obvladovanje celovite kakovosti, prenova poslovnih procesov. Je avtor ali soavtor 33 izvirnih znanstvenih člankov, objavljenih v slovenskih in tujih znanstvenih revijah. Je član uredniškega odbora revije Quality Management Journal in član sveta delovne skupine za spremljanje in vrednotenje Strategije razvoja javne uprave 2015–2020.

Večparametrski odločitveni model za razvrščanje naročil v proizvodnjo

Magdalena Rejec, Filc, d. d., Trata 48, 4220 Škofja Loka

Matjaž Roblek, Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, Kidričeva 55a, 4000 Kranj

magdalena.rejec@filc.si; matjaz.roblek@um.si

Izvleček

Podjetja in organizacije so v današnjem času izpostavljeni hitrim spremembam na trgu in krepitvi konkurence. Pravilno načrtovanje proizvodnje in optimalno razvrščanje naročil bistveno vplivata na uspešnost poslovanja podjetja. Dobro načrtovan proizvodni proces močno vpliva na produktivnost, hkrati pa zagotavlja pravočasne dobave kupcem. Planiranje proizvodnje ob podpori naprednih informacijskih tehnologij je eden ključnih dejavnikov konkurenčne prednosti podjetja, saj z njim zagotavljamo kratke pretočne čase, nižje zaloge, kakovostne izdelke in ustrezne dobavne roke. Cilj je bil določiti model planiranja – razvrščanja naročil v proizvodnjo, ki bo zagotavljal optimalni proizvodni proces z ozirom na kriterije, ki ga definirajo in omejujejo. Rezultat dela je večparametrski odločitveni model za razvrščanje naročil v proizvodnjo, ki vključuje bistvene kriterije, ki vplivajo na razvrščanje naročil v proizvodnjo za predstavljeni tip procesne proizvodnje. Uporaba modela se odraža v boljših proizvodnih rezultatih ter znižanju zalog surovin. Model je integriran v informacijski sistem Navison, v modul Planner One.

Ključne besede: proizvodni proces, planiranje proizvodnje, operativno planiranje, razvrščanje, večkriterijsko modeliranje.

Abstract

Multi-parameter decision model for the classification of orders in production

Today, companies and organizations are subject to quick market changes and increasing competition. Proper planning of production and optimal classification of sales orders substantially impact business performance, particularly in cases where production planning is performed on the basis of clients' sales orders. A well-planned production process significantly influences productivity and also ensures the timely supply. Proper planning of production supported by information technologies is one of the key factors enabling the competitive advantage of a company because it guarantees short flow times, reduced stocks, quality products and suitable delivery periods. The aim of the research was to define a model for scheduling orders in production which would deliver the optimum production process with respect to the defining and restricting criteria. It was our intent to investigate whether the application of available advanced solutions could upgrade the system for the preparation of daily plans by means of a multi-parameter model for scheduling of production orders to achieve better production results and decrease stocks of raw materials. The result of the efforts is a multi-parameter model for the scheduling of production orders which includes essential parameters that influence the classification of production orders in production for the specific type of process production. The model is integrated into the company's information system and has already been applied in practice.

Keywords: production process, production planning, operational production planning, scheduling, multi-criteria modelling.

1 UVOD

Izhodišče je bilo trenutno stanje procesa planiranja proizvodnje netkanega tekstila v podjetju ter predpostavka, da lahko z uporabo podatkov, ki so nam na voljo, in implementacijo novih informacijskih rešitev izboljšamo ta proces. Planiranje proizvodnje je proces, ki ni omejen zgolj na proizvodnjo, temveč se povezuje z ostalimi oddelki in službami podjetja.

Služba priprave tesno sodeluje s proizvodnjo (priprava dnevnih planov – razporejanje naročil kupcev ter izdelava polizdelkov, priprava dokumentacije – DN, spremljanje surovin in pomožnih materialov), komercialo (skrb za terminsko

izvedbo naročil) ter nabavo (zagotavljanje zadostne količine surovin in pomožnih materialov za proizvodnjo – spremljanje in naročanje). Proizvodnja netkanega tekstila je kontinuiran linijski proces, v katerem vse menjave surovin zahtevajo veliko časa ter se ob tem proizvajajo neustrezni izdelki, zato je optimalno zaporedje nalog še posebno pomembno.

V literaturi sta planiranje in terminiranje oziroma razvrščanje ločena. Planiranje je povezano z odločitvami, preden se proizvodnja začne, terminiranje pa je povezano z odločitvami, ko proizvodnja teče

(Fransoo, Waefler, Wilson, 2010). Služba priprave proizvodnje, v kateri se izvaja terminiranje, je informacijsko slabo podprta. Informacijski sistem podjetja zajema vse funkcije poslovanja z osnovnimi plani (letni in mesečni plani), dnevne plane proizvodnje pa pripravljajo v datotekah Excel, podatke, pridobljene iz informacijskega sistema, vanje vnašajo ročno. Vpetost službe priprave v celoten proces od trenutka pridobitve naročila do odpreme kupcu je zelo pomembna in ima veliko vlogo pri optimizaciji in zmanjševanju stroškov procesa. Tega se zavedamo, zato želimo z uvajanjem inovativnih rešitev planiranja prispevati k uspešnemu poslovanju podjetja.

Postavili smo si cilj razviti večparametrski odločitveni model za razvrščanje naročil v proizvodnjo v modulu Planner One, ki bo v pomoč pri umeščanju naročil v proizvodne plane z vidika optimizacije proizvodnega procesa.

V prispevku smo najprej predstavili teoretična izhodišča za planiranje in razvrščanje proizvodnje, sledi analiza proizvodnih kazalnikov pred uvedbo uporabe novega modela planiranja in po njej, v sklepnem delu pa so predstavljeni rezultati in izhodišče za nadaljnji razvoj modela.

2 PLANIRANJE PROIZVODNJE IN ORGANIZACIJA PLANIRANJA V PROIZVODNEM PODJETJU

Danes si ne moremo predstavljati podjetja brez planov. Učinkovito planiranje pomeni pogoj za preživetje in rast podjetja ter konkurenčno prednost na trgu. Pravilno napovedovanje dogajanja v prihodnosti podjetju pomaga, da predvidi dogodke, ki niso običajni, in se nanje lahko pripravi in pravilno odzove.

Opredelitve planiranja različnih avtorjev so zelo podobne, navajamo tiste, ki najbolje opredelijo planiranje ali proces planiranja v proizvodnem podjetju.

Vila (1994) navaja, da je vsako planiranje namenjeno prihodnosti, ne glede na to, za kakšen časovni okvir gre – nekaj dni, tednov ali let.

Planiranje proizvodnje je postopek, ki poteka v proizvodni dejavnosti in katerega vključevanje zagotavlja, da je dovolj surovin, osebja in drugih elementov nabavljenih in pripravljenih za ustvarjanje končnih izdelkov v skladu s planom. Podjetja se ukvarjajo s planiranjem proizvodnje z namenom povečati dobičkonosnost podjetja, hkrati pa stremijo k ohranjanju zadovoljnega potrošnika (Bansal, Vashitha, Batr, 2015).

Planiranje proizvodnje pomeni določanje proizvodnih ciljev in ocenitev virov, potrebnih za doseg te ciljev (Kumar, Suresh, 2008). To zajema pripravo podrobnega plana za ekonomično, učinkovito in pravočasno doseganje proizvodnih ciljev, ki predvideva vsak korak v proizvodnem procesu.

Časovno ločimo (Slack, Chambers, Johnston, 2010):

- dolgoročno oz. strateško planiranje – na zelo dolg rok vodje planirajo, kaj nameravajo proizvajati, kakšna sredstva potrebujejo in katere cilje želijo doseči;
- srednjeročno oz. taktično planiranje – bolj podrobno od dolgoročnega, usmerjeno v prihodnost, da oceni skupno povpraševanje, ki ga bo treba proizvesti;
- kratkoročno planiranje oz. planiranje posameznih aktivnosti – potrebe in viri so bili definirani, možne so še manjše spremembe.

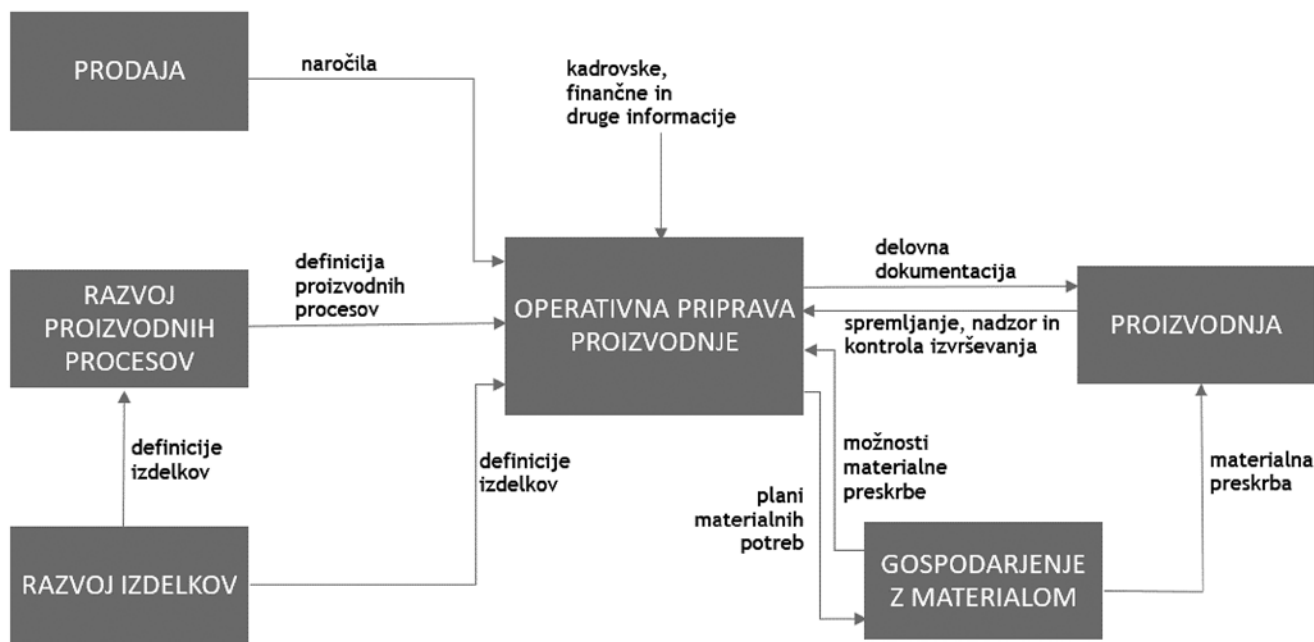
Planiranje proizvodnje je torej urejanje in podajanje informacij o želenem proizvodnem programu v določenem časovnem obdobju. V podjetjih, ki izdelujejo izdelke po naročilu, plan proizvodnje običajno izdelujemo na podlagi plana prodaje, ta pa je izdelan na podlagi izkušenj iz preteklosti in predvidevanja povpraševanja. Je proces, ki vpliva na poslovanje celotnega podjetja in je usmerjen v uravnoteženo izkoriščanje virov, tako sredstev za delo kot kapacitet.

Velikost podjetja običajno narekuje tudi organiziranost izvajanja procesov, zato planiranje proizvodnje v manjših in srednjih podjetjih pogosto izvaja le služba operativne priprave proizvodnje, ki na ravni strateškega planiranja pomaga vodstvu podjetja z informacijami, potrebnimi za oblikovanje in sprejem dolgoročnih ciljev.

Glavne naloge operativne priprave proizvodnje so predvsem (Ljubič, 2000):

- usklajevanje vseh informacij, ki so potrebne za nemoten potek dela v proizvodnji,
- časovna opredelitev procesa proizvodnje,
- priprava potrebnih materialnih sredstev za proizvodnjo,
- lansiranje (proženje) proizvodnje in razdeljevanje dela,
- kontroliranje poteka dela in
- zaključevanje proizvodnje.

Delo operativne priprave proizvodnje se prepleta z večino drugih procesov, ki potekajo v podjetju, zato mora imeti zadostno informacijsko podporo in povezave, kar prikazuje slika 1.



Slika 1: Glavne informacijske povezave operativne priprave proizvodnje z drugimi procesi v podjetju (Ljubič, 2000)

3 PROIZVODNI PROCESI

S proizvodnimi procesi se je ukvarjalo in se še ukvarja veliko avtorjev, saj je proizvodni proces tisti, katerega potek je transformacija vhodov (materialov, surovin, polizdelkov) v izhode (polizdelke ali izdelke, namenjene kupcu) z namenom povečanja vrednosti vhodnega materiala (Groover, 2010). Je proces, v katerem finančna vrednost izhoda presega finančno vrednost vhodov, torej ga lahko zelo hitro tudi ovrednotimo. Cilj proizvodnega procesa je, da v določenem času iz vhodov ustvarimo maksimalno možno količino izhodov ustrezne kakovosti.

Na način planiranja in razvrščanja naročil odločilno vplivajo glavne lastnosti proizvodnje:

- organizacija in usmeritev proizvodnje,
- organizacija proizvodnih obratov,
- razmestitev opreme ter tip proizvodnje.

Ena izmed razdelitev proizvodnje je glede na število ponovitev izdelave izdelkov iste vrste v enem proizvodnem ciklusu delitev na:

- intermitentne (prekinjene) proizvodne procese: enkratne proizvodne procese (individualna, posamična proizvodnja) ali ponavljajoče intermitentne proizvodne procese (serijska proizvodnja),
- kontinuirane (neprekinjene) proizvodne procese (tekoča – masovna proizvodnja).

Proizvodni procesi se razlikujejo tudi po načinu dela in kompleksnosti ter zahtevnosti proizvodnih postopkov, zato jih lahko v grobem razdelimo na:

- proizvodne procese s kosovno (diskretno) proizvodnjo,
- proizvodne procese s procesno proizvodnjo, ki pa je lahko zvezna (kontinuirana), semišaržna ali šaržna proizvodnja.

Organizacija dela v kosovni ali diskretni proizvodnji je zaporedje dogodkov oziroma operacij z nekaj povratnimi zankami ali brez njih. Proizvodnja je sestavljena iz številnih faz, v katerih izdelek najpogosteje sestavljajo iz množice materialov in polizdelkov. Primeri kosovne proizvodnje so avtomobilska, lesna industrija, proizvodnja bele tehnike idr. Zanj je značilna mehanska obdelava materialov z rezanjem, vrtnjem, upogibanjem, sestavljanjem ipd. (Groover, 2010).

V procesni proizvodnji izdelki nastajajo v zveznih procesih. Primer so kemična, farmacevtska industrija, rafinerije, cementarne, papirna in tekstilna industrija. Obdelava materiala v procesni proizvodnji poteka zvezno v obliki kemijskih ali mehanskih pretvorb. Glavna značilnost procesne proizvodnje je kontinuiran prehod surovin in materialov prek specializiranih proizvodnih linij do končnega izdelka.

Tovrstna proizvodnja je večinoma usmerjena bolj dolgoročno kot kosovna. Vsi zagoni in ustavitveni postopki so časovno in materialno potratni, zato je zaporedje izdelkov zelo pomembno (Zorzut, 2009).

Šaržna proizvodnja je kombinacija kosovne in procesne proizvodnje, v kateri zaporedne šarže iz-

delka (kosovni princip) izdelujejo po principu procesne proizvodnje, kar pomeni, da je zaradi kombinacije dveh tehnologij tudi najbolj zahtevna (Groover, 2010).

V tabeli 1 so predstavljene razlike med procesno in kosovno proizvodnjo z vidika razvrščanja opravil.

Tabela 1: **Značilnosti procesne in kosovne proizvodnje z vidika razvrščanja proizvodnje (Hauptman in Jovan, 2003, str. 32)**

| | Procesna proizvodnja | Kosovna proizvodnja |
|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| Tip izdelka | Standarden | Prilagojen (kupcu) |
| Nabor izdelkov | Majhen | Velik |
| Alternativni izdelki | Po recepturah | Po kosovnicah |
| Način proizvodnje | Na zalogo | Po naročilu |
| Količina izdelkov | Visoka | Nizka |
| Kakovost surovin in izdelkov | Pogosto spremenljiva | Enakomerna |
| Vmesni in stranski izdelki | Da | Ne |
| Reciklaža surovin ali izdelkov | Pogosto | Ne |
| Proizvodna linija | Fiksna | Spremenljiva z alternativnimi potmi |
| Fleksibilnost linije | Nizka | Visoka |
| Izplen, izmet | Pogosto nedoločljiv | Določljiv |
| Poraba energije | Pogosto visoka | Nizka |
| Ekološke zahteve | Da | Ne |

4 TERMINIRANJE ALI RAZPOREJANJE NAROČIL V PROIZVODNI PLAN

Problem razporejanja naročil v proizvodnjo se je pojavil na začetku 20. stoletja hkrati z razvojem naročniške proizvodnje (Jain, Meeran, 1998).

Razporejanje je proces dodelitve nalog razpoložljivim resursom na učinkovit in organiziran način. Te naloge običajno zahtevajo razpoložljivost različnih sredstev, ki so običajno omejena tako številčno kakor tudi po času, ko so na razpolago. Pogosto se za naloge zahteva tudi, da so opravljene znotraj določenih časovnih okvirov in da si sledijo v ustreznem zaporedju. Vsa ta dinamika kaže, da je razporejanje kompleksen proces (Rajasekaran, Reif, 2007).

Časovna omejenost kapacitet, količinske omejitve pri surovinah in specifične zahteve proizvodnih navodil opredeljujejo razporejanje kot zelo kompleksen proces. Zaradi tega se je v industrijski dobi razvila panoga, ki raziskuje postopke razporejanja nalog ob prisotnosti omejitev, ki jih srečujemo v praksi, imenovana teorija razvrščanja (angl. Scheduling theory).

Teorija razvrščanja raziskuje različne postopke izdelave ustreznih in učinkovitih razvrstitev z

upoštevanjem omejitev iz prakse. Uporablja matematična orodja, za kar potrebuje matematične modele, ki praktične primere prenesejo v teorijo. Pri tovrstnem delu se pojavljajo težave, ker v praksi enostavnih primerov tako rekoč ni, splošni model, s katerim bi lahko opisali vso raznolikost problemov razvrščanja, pa ne obstaja. Kompleksni in precizni modeli, ki bi natančno opisali proizvodne procese, so za uporabo prezahtevni in dolgotrajni (povzeto po Dojčinović, 2009).

V teoriji in praksi so bila razvita številna pravila razvrščanja, ki zadostijo različnim kriterijem in zahtevam po učinkovitosti, kljub temu pa ostaja še precej prostora za izboljšave tehnik. Za dobro tehniko razporejanja se šteje tista, s katero v razumnem času pridemo blizu optimalni rešitvi (Caseu, Laburthe, 1995).

V procesu razporejanja in prerazporejanja naročil v proizvodnjo so ključnega pomena ažurni podatki. Podatke o proizvodni liniji, številu delavcev, novih naročilih, odpovedih naročil itd. potrebujemo v realnem času. Znano je, da je sprotno ažuriranje podatkov mogoče v avtomatiziranih procesih. V procesih,

v katerih nastopa veliko ljudi, pa je zagotavljanje sprotnih informacij velika težava. Ažuriranje podatkov zahteva veliko časa, če ni ažuriranju namenjena sodobna informacijska podpora (Ljubič, 2000).

Strokovnjaki, kot Stawowy idr. (Stawowy, Duda, Osyczka, Jankovski, 2007) ter Derigs in Jenal (Derigs, Jenal, 2005), so ugotovili, da je nemogoče razviti univerzalni sistem planiranja, ki bi pokrival široko paleto različnih industrijskih praks. Vsako podjetje si mora priskrbeti ali zgraditi sistem razporejanja naročil v proizvodnjo glede na zahteve in potrebe procesov. Veliko število dejavnikov, ki vplivajo na proces razporejanja tako rekoč izključuje popolnoma avtomatizirane načine razporejanja. Kljub temu pa je na voljo mnogo različnih informacijskih tehnologij, ki jih je treba le pravilno izbrati in prilagoditi.

5 PROIZVODNI PROCES IN PLANIRANJE PROIZVODNJE NA LINIJAH ZA NETKANI TEKSTIL

Proizvodni procesi v obravnavanem podjetju potekajo na visokotehnoloških linijah za izdelavo netkanega tekstila ter na linijah za laminiranje, ki pa niso predmet raziskave.

Linijo za netkani tekstil sestavlja zaporedje medsebojno popolnoma usklajenih strojev, ki lahko delujejo kot celota ali jih deluje le nekaj, odvisno od načina predelave surovine, ki jo izdelek zahteva. Linije za netkani tekstil imajo 7-dnevni 24-urni delavnik, torej obratujejo brez prekinitve. Plan proizvodnje za posamezno linijo je določen z barvnimi cikli, ki običajno trajajo dva do tri tedne, nespremenljiv pa je za 24 ur naprej, kar je pogojeno s pripravo surovin za izdelavo. Znotraj določenega barvnega ciklusa vrstni red delovnih nalogov narekujejo: barvna občutljivost (izdelava ob začetku – neobčutljivi izdelki, izdelava po vsaj enem do dveh dneh barvnega ciklusa – občutljivi izdelki in izdelava ob koncu barvnega ciklusa – zelo občutljivi izdelki), surovinska sestava izdelkov, gramatura ter širina izdelkov.

Spremembe plana proizvodnje se lahko dogajajo tudi večkrat dnevno, ko prodaja izda naročila kupcev in planerji umeščajo nova naročila v proizvodne plane. Če so zagotovljene surovine in kapacitete, običajno ni težav z razporejanjem naročil v plan, in planer lahko potrdi zeleni datum odpreme, kar pomeni, da bodo izdelki v skladišču najmanj en delovni dan prej, da bo zagotovljen nemoten potek priprave in izdaje iz skladišča. V primeru, da ni ustrezne su-

rovine v zadostni količini in ni predvidenega datuma dobave v roku, ki zagotavlja pravočasno izvedbo naročila, planer z nabavno službo preveri najhitrejši možni datum dobave surovine, nato naročilo umesti v plan in obvesti prodajo o novem datumu.

Proces planiranja in razporejanja naročil v dnevne plane linij v podjetju je utečen, dovolj podprt z informacijami, nima pa ustrezne informacijske podpore.

Delovne naloge kreirajo v informacijskem sistemu Navision, v katerem so tudi podatki o zalogah surovin in polizdelkov, podatke za razvrščanje naročil v plan pa ročno vnašajo v Excelove tabele – vizualizacije proizvodnih planov. Datume izdelave v informacijskem sistemu ažurirajo ročno, preračunavanje potrebnih surovin za delovni teden izvajajo v Excelovih tabelah.

Planiranje in razvrščanje naročil trenutno temelji le na izkušnjah planerjev, obstajajo pravila, ki so napisana, vendar jih obstoječi sistem planiranja ne upošteva, zato se pri delu lahko pojavljajo napake, ko planer pri delu spregleda določen kriterij, ki je zelo pomemben, predvsem občutljivost izdelka. S tem se lahko zgodi, da proizvedemo nekvalitetne izdelke, proizvodnjo pa moramo ponoviti.

Posebna težava so zeleni datumi dobav kupcem, planerji običajno na zahtevo komercialne določena naročila umestijo v plan ne glede na ustreznost takratne proizvodnje, saj se učinki pokažejo običajno šele po izdelavi kvartalnih poročil, s katerimi spremljajo kazalnike proizvodnih procesov.

Šibka točka priprave dnevnih oziroma terminskih podrobnih planov proizvodnje je nezadostna informacijska podpora v trenutnem informacijskem sistemu, ker zahteva še ogromno ročnega računanja in spremljanja.

5.1 Analiza izvedbe planiranja in proizvodnega procesa na linijah za netkani tekstil

Spremljanje kazalnikov učinkovitosti proizvodnje je del rednega spremljanja rezultatov proizvodnje na kvartalni in letni ravni. Odstopanja, ki jih izkažejo rezultati, analizirajo in pripravijo ukrepe za izboljšave.

Spremljanje kazalnikov proizvodnje ni namenjeno zgolj izboljšavi proizvodnega procesa, ampak je pokazatelj ustreznega razvrščanja delovnih nalogov v dnevne plane linij. Napake in slabosti planiranja se izkažejo pri izrabi razpoložljivega časa za proizvodnjo in količini izdelanega tehnološkega odpada.

Analiza stanja temelji predvsem na kazalnikih učinkovitosti proizvodnje (pPI), ki so spremljani kvartalno, polletno in letno. Ključni kazalniki na področju proizvodnje so:

- OEE – skupna učinkovitost strojev (linij),
- produktivnost proizvodnih linij (kg/h),
- hitrost proizvodnih linij (m/min),
- poraba časa glede na planirani čas proizvodnje (%),
- izkoristek proizvodnih linij (%),
- poraba surovin glede na planirano količino (%),
- tehnološki odpad (kg/m² izdelanega izdelka),
- kakovost izdelanih izdelkov (6 kategorij).

Glavni kazalnik je OEE – skupna učinkovitost strojev (linij). Definiran je kot produkt razpoložljivosti (R), zmogljivosti (Z) in kakovosti (K):

$$OEE = R \times Z \times K \quad (1)$$

Razpoložljivost definiramo kot razmerje med časom delovanja in planiranim časom proizvodnje, izraženo v odstotkih:

$$R = \frac{\text{čas delovanja}}{\text{planirani čas proizvodnje}} \quad (2)$$

Čas delovanja je čas delovanja linije brez vzorčenja in nenačrtovanih zastojev zaradi okvar, menjav, čiščenja, čakanja na material ipd.

Planirani čas proizvodnje je čas proizvodnje brez vzorčenj in načrtovanih zaustavitvev linije.

Kazalnik razpoložljivost je dober pokazatelj ustreznosti razporejanja delovnih nalogov v plan proizvodnje, saj vsak dodatni zastoj zaradi menjave artikla ali dodatno čiščenje pomeni krajši čas delovanja in s tem poslabšanje kazalnika razpoložljivost.

Zmogljivost oz. uspešnost delovanja je definirana kot razmerje med idealnim časom cikla, pomnoženim z izdelano količino (output), in med časom delovanja linije, izraženo v odstotkih:

$$Z = \frac{\text{idealni čas cikla} \times \text{Output}}{\text{čas delovanja}} \quad (3)$$

Idealni čas cikla je planirani čas za izdelavo 1.000 m² izdelka (definirata ga planirana hitrost linije [m/min] in delovna širina [m]).

Output je celotna izdelana količina, izražena v m².

Čas delovanja je čas delovanja linije brez vzorčenja in nenačrtovanih zastojev zaradi okvar, menjav, čiščenja, čakanja na material ipd.

Kakovost je razmerje med količino kvalitetnih izdelkov ter celotno izdelano količino:

$$K = \frac{\text{Output} - \text{izmet}}{\text{Output}} \quad (4)$$

Output je celotna izdelana količina, izražena v kg (izdelana količina + tehnološki odpad [kg]).

Izmet je izdelana neustrezna količina (tehnološki odpad), izražena v kg.

Količina izdelanega izmeta je v kombinaciji z razpoložljivostjo tudi pokazatelj neustreznega razvrščanja delovnih nalogov v plan. Menjave artiklov povzročijo tudi izdelavo neustreznega izdelka, kar povzroči poslabšanje kazalnika kakovost.

OEE – skupna učinkovitost strojev (linij) je torej:

$$OEE = R \times Z \times K = \frac{\text{čas delovanja}}{\text{planirani čas proizvodnje}} \times \frac{\text{idealni čas cikla} \times \text{Output}}{\text{čas delovanja}} \times \frac{\text{Output} - \text{izmet}}{\text{Output}} \quad (5)$$

Običajno imajo stroji OEE med 45 in 65 %, cilj pa je od 85 do 95 %.

5.2 Analiza visokoproduktivne linije za netkani tekstil

OEE linije je bil v četrtem kvartalu leta 2015 za 8,47 % nižji kot v istem kvartalu leta 2014. Bistveni vpliv na znižanje OEE ima predvsem nižja razpoložljivost za 4,67 %, bilo je evidentiranih več nepredvidenih ustavitvev delovanja linije (predvsem čiščenje in dodatne menjave artikla), kar je posledica krajših delovnih nalogov in razporejanja v plan po načelu datuma dobave običajno brez združevanja po surovinski sestavi izdelkov. Nižje je tudi doseganje kvalitete, za 4,65 % manj izdelanih kvalitetnih izdelkov (1. kvaliteta) v primerjavi s celotno izdelano količino, kar je prav tako posledica povečanja števila menjav in čiščenja.

Tabela 2: OEE linije 7 v četrtem kvartalu 2014 in 2015

| | 4. kvartal 2014 | 4. kvartal 2015 | |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|---------|
| OEE | 78,63 % | 69,67 % | -8,96 % |
| Razpoložljivost | 88,45 % | 83,78 % | -3,57 % |
| Uspešnost delovanja | 98,44 % | 97,55 % | -0,89 % |
| Razpoložljivost | 88,45 % | 83,78 % | -4,57 % |
| Načrtovani čas proizvodnje | 1.970,75 | 1.839,00 | |
| Zaustavitve | 227,72 | 298,32 | |
| Čas delovanja | 1.743,03 | 1.540,68 | |
| Uspešnost delovanja | 98,44 % | 97,55 % | -0,89 % |
| Output x idealni čas cikla | 1.715,80 | 1.502,96 | |
| Čas delovanja | 1.743,03 | 1.540,68 | |
| Kakovost | 90,31 % | 85,25 % | -5,06 % |
| Σ 1. kvaliteta [kg] | 548.799,40 | 451.070,45 | |
| Σ Izdelana količina + izmet [kg] | 607.670,10 | 529.108,05 | |

Pri analizi plana proizvodnje smo ugotovili, da je bilo v četrtem kvartalu leta 2015 povprečno več menjav izdelka v času »bele« proizvodnje kot v istem kvartalu predhodnega leta (povečanje za 2,5 menjave na ciklus), vzrok je bil pri zahtevah komercialne po čim krajših dobavnih rokih ter prezasedenosti proizvodne linije. Zaradi kratkih dobavnih rokov so bile

količine na delovnih nalogih manjše in smo zaradi tega planirali več menjav surovin in več menjav obdelav, to pomeni, da je bil čas delovanja linij krajši, saj je bilo potrebnih več nastavitvev. Posledica so bili preseženi planirani časi za izdelavo, torej slabši izkoristek planiranega časa za proizvodnjo. Krajši so bili tudi časi izdelave med menjavami.

Tabela 3: Linija 7 – povprečni čas med menjavami in število menjav v četrtem kvartalu 2014 in 2015

| 4. kvartal 2014 | | | | | 4. kvartal 2015 | | | | |
|-----------------|--------------|-------------|---------------------------------------|-----------|-----------------|--------------|--------------|---------------------------------------|-----------|
| Št.dni | Od | Do | Povp. čas do menjave sur. sestave [h] | Št.menjav | Št.dni | Od | Do | Povp. čas do menjave sur. sestave [h] | Št.menjav |
| 9 | 01. 10. 2014 | 09.10. 2014 | 15,52 | 12 | 19 | 01. 10. 2015 | 19. 10. 2015 | 13,19 | 32 |
| 20 | 19. 10. 2014 | 07.11. 2014 | 17,84 | 25 | 18 | 31. 10. 2015 | 17. 11. 2015 | 14,26 | 28 |
| 18 | 20. 11. 2014 | 07.12. 2014 | 16,31 | 22 | 11 | 28. 11. 2015 | 08. 12. 2015 | 16,65 | 13 |
| 14 | 17. 12. 2014 | 30.12. 2014 | 18,59 | 11 | 8 | 20. 12. 2015 | 27. 12. 2015 | 19,49 | 7 |
| Povprečje: | | | 17,07 | 17,5 | | | | 15,90 | 20 |

Tehnološki odpad na liniji se je v letu 2015 povečal predvsem na račun dodatnih menjav artiklov in zaradi tega večje količine izdelanega politlaka – neustreznega izdelka. Politlak (komercialno ime) je sicer izdelek, ki nastaja v procesu menjave surovine, menjave obdelave, spremembe gramature oz. dokler linija ni nastavljena na ustrezne parametre tako, da izdelek dosega zahtevane karakteristike. Običajno to

pomeni 100 do 150 tekočih metrov izdelka, ki ni primeren za kupca, torej je tehnološki odpad.

Produktivnost linije, ki jo merimo v povprečni količini izdelka, ki ga izdelamo na uro obratovanja (čas delovanja + zaustavitve), in je izražena v kg/h, je bila v letu 2015 nižja od produktivnosti v letu 2014 ter nižja od planirane produktivnosti za leto 2015.

Tabela 4: **Produktivnost linije 7 – leti 2014 in 2015**

| | LINIJA 7 | | | | |
|------------------|---------------|------------|------------|------------|--------|
| | Produkt. kg/h | | | | |
| | 1. kvartal | 2. kvartal | 3. kvartal | 4. kvartal | Leto |
| Realizacija 2014 | 283,76 | 287,30 | 297,02 | 281,77 | 287,51 |
| Plan 2015 | 282,35 | 299,38 | 299,38 | 299,37 | 299,45 |
| Realizacija 2015 | 257,64 | 264,71 | 268,73 | 262,64 | 263,59 |
| % na plan 2015 | 91,25 | 88,42 | 89,76 | 87,73 | 88,03 |
| % na real. 2014 | 90,79 | 92,14 | 90,48 | 93,21 | 91,68 |

Nižja produktivnost linije je vsekakor posledica večjega števila zaustavitev ter nižje kvalitete izdelanih izdelkov.

6 PLANIRANJE PROIZVODNJE PO PRENOVI

Na podlagi analize, ki je pokazala slabšanje kazalnikov tako pri planiranju kot pri izvedbi proizvodnih procesov, smo se odločili, da je treba postaviti večparametrski odločitveni model za razvrščanje naročil v proizvodnjo, ki bo večinoma univerzalen za planiranje dela linij za netkani tekstil v podjetju.

Pregledali smo parametre, ki vplivajo na razvrščanje naročil v dnevne plane, jih razvrstili po pomembnosti in postavili model, ki pomaga planerju pri razvrstitvi nalogov v plan. Preverili smo zanesljivost in dosegljivost nabora parametrov v informacijskem sistemu in dodali povezave, kjer so manjkale.

6.1 Večparametrski odločitveni model za razvrščanje naročil

Parametre, ki vplivajo na razvrščanje v plane proizvodnje, smo opredelili in razvrstili po prioriteti preverjanja v procesu razvrščanja delovnih nalogov v dnevne plane linij:

- barvna občutljivost izdelkov,
- barva izdelkov,
- surovinska sestava izdelkov,
- obdelava glede na tehnološki proces – temperatura stroja za zagljavanje in termofiksirnega stroja,
- gramatura in širina izdelkov.

Odločitev, kateri parametri so najpomembnejši, ni preprosta, saj običajno kombinacija več parametrov skupaj določa, kam v planu umestimo izdelek. Glede na izkušnje iz reklamacij kupcev pa je kljub vsemu

najpomembnejši kriterij barvna občutljivost izdelkov, ki določa, da barvno najbolj občutljivih izdelkov ne smemo izdelovati takoj po menjavi barvnega ciklusa.

Prvi pogoj za pravilno razvrščanje je kvaliteta in pravilnost podatkov, ki so vpisani v informacijski sistem: pravilni podatki o artiklih, pravilno definirane proizvodne kosovnice ter proizvodni postopki. Delovni nalogi morajo biti urejeni, na delovnem nalogu so lahko samo izdelki z enako barvo, surovinsko sestavo, gramaturo in tehničnimi karakteristikami.

Najzgodnejši datum planiranja določimo na proizvodni kapaciteti izdelek – liniji – in je odvisen od barvnih ciklusov, ki so določeni za vsako kapaciteto posebej. Običajno je najprej 30 dni pred zelenim datumom odpreme, saj s tem ustvarimo navidezen mesečni ciklus izdelave izdelkov z enakimi parametri, kar običajno zadostuje kupčevim potrebam.

Čiščenje linije je obvezno pred belo in črno proizvodnjo, s tem določimo tudi začetek določene barve glede na barvo politlaka, ki ga izdelamo kot prvi delovni nalog po prekinitvi. Novi sistem omogoča, da v koledar določene linije ročno postavimo obdobja, ko se na liniji izvaja čiščenje – planirane zaustavitve, temu pa sledijo delovni nalogi za politlak z določeno barvo, s tem ustvarimo podlago za avtomatsko razvrščanje naročil.

Predpisano zaporedje obdelav je omejitvev, ki jo je treba upoštevati zaradi učinkovitejše izvedbe proizvodnega procesa z ozirom na temperature stroja za zagljavanje in termofiksirnega stroja, v katerem poteka toplotna obdelava materiala. Obdelave imajo različne številčne oznake glede na število in način obdelav tekom proizvodnega procesa.

Tabela 5: **Seznam obdelav – na katerih strojih poteka določena obdelava**

| Oznaka obdelave | Igelni stroji | Termofiksirni stroj | Stroj za zaglajevanje | Način zaglajevanja |
|-----------------|---------------|---------------------|-----------------------|--------------------|
| 11 | DA | – | – | |
| 20 | DA | DA | – | |
| 23 | DA | DA | DA | Dvostransko |
| 24 | DA | – | DA | Dvostransko |
| 26 | DA | DA | DA | Enostransko |
| 28 | DA | – | DA | Enostransko |

Obdelave si lahko sledijo v zaporedju 26 ⇒ 11 ali 20 ⇒ 23 ⇒ 24 ⇒ 11 ali 20 ⇒ 28 ali obrnjeno, izdelava se vedno začne s skupino, v kateri ni občutljivih izdelkov. Izdelki z obdelavama 11 in 20 se vključijo v plan med prej naštetimi obdelavami glede na njihovo barvno občutljivost. Takšne prekinitve so potrebne, ker je treba stroj za zaglajevanje ohlajati med dvema

različnima obdelavama, da se lahko material za naslednjo obdelavo pravilno vpelje skozi valje strojev, temperature na površini valjev se namreč gibljejo med 170 in 240 °C.

Stopnja občutljivosti definira, ali se bo izdelek izdeloval na začetku, v sredini ali ob koncu barvnega ciklusa, prioriteta 1 pomeni umeščanje na začetek.

Tabela 6: **Seznam stopenj občutljivosti**

| Stopnja občutljivosti | Opis | Stopnja prioritete |
|-----------------------|--|--------------------|
| 30/02-01 | Neobčutljivost – delati po ročnem čiščenju | 1 |
| 30/02-02 | Posamezna barvna vlakna – delati po ročnem čiščenju in politlaku za čiščenje | 2 |
| 30/02-03 | Občutljiv – delati po 1–2 dneh ustrezne barvne proizvodnje | 3 |
| 30/02-04 | Občutljiv – delati na koncu ustrezne barvne proizvodnje | 4 |

Osnovni algoritem za potek razvrščanja naročil:

- združevanje glede na barvo izdelkov z ozirom na najzgodnejši datum začetka izdelave glede na želeni datum dobave;
- združevanje znotraj barve po surovinski sestavi izdelkov;
- prerezporejanje glede na občutljivost izdelkov v posamezni surovinski sestavi; prednost pri umestitvi v plan imajo skupine, ki ne vsebujejo občutljivih ali zelo občutljivih izdelkov;
- združevanje po gramaturi znotraj surovinske sestave;
- združevanje po obdelavi znotraj enake gramature.

Tako pripravljenemu zaporedju delovnih nalogov sledi razvrščanje sklopov – enaka barva, surovinska sestava, gramatura, obdelava ter občutljivost izdelkov z ozirom na predpisano zaporedje obdelav, ki si lahko sledijo tudi v obrnjenem vrstnem redu.

Sklop iste surovinske sestave in z barvno neobčutljivimi izdelki se umesti v plan takoj po prekinitvi

za čiščenje in delovnem nalogu za politlak. Sledijo ostali sklopi surovinskih sestav in obdelav do najobčutljivejših izdelkov.

To pravilo velja predvsem za delovne naloge v bolj oddaljenem planskem obdobju, ko je sicer plan linije še nedefiniran. Dnevno pa prihajajo naročila za izdelavo v krajšem časovnem obdobju, ki jih je treba umeščati v že delno zapolnjeni plan proizvodnje.

Planiranje po algoritmu se izvaja v modulu Planner One Š, poslužimo se lahko avtomatskega razvrščanja in ročnih popravkov.

6.2 Modul Planner One ©

Planner One © Production Scheduler je modul, ki je namenjen za razvrščanje opravil različnim uporabnikom. Je preprost za uporabo in ga lahko uporabniki prilagodijo svojim potrebam, je integriran v sistem ERP Navision.

Omogoča prikaz opravil v realnem času, ker povzema realne podatke iz baze ERP, s tem daje podporo

odločanju pri pravilnem razvrščanju naročil. Omogoča prikaze opozoril ozkih grl kapacitet in manka surovin za izdelavo naročil ter prekoračitve zelenih rokov izdelave – zamude. S pomočjo algoritma lahko izvajamo avtomatsko razvrščanje ali ga uporabimo kot orodje za ročno razvrščanje naročil v proizvodne plane.

Za pregled časovnega zaporeda naročil je običajno v uporabi gantogram, ki omogoča vpogled v proizvodne plane več linij hkrati, s tem lahko sledimo tudi opraviлом z več delovnimi operacijami na različnih linijah ali napravah (delovni nalogi z več operacijami).

Po avtomatski razvrstitvi in morebitnih ročnih popravkih planov planer objavi plane proizvodnje za svoj sektor. S tem se v Navision zapišejo datumi začetka in konca izdelave delovnega naloga. Ažurirani datumi izdelave v Navision določajo tudi datume potreb po materialih, s tem planerji in nabavni referenti pridobijo realne podatke o zalogah in potrebah v določenem časovnem obdobju na določenih lokacijah podjetja.

Delovni nalogi, za katerih izdelavo ni dovolj kate-
tere izmed zahtevanih surovin, dobijo v zaporedju obvestilo. Planer lahko tako v vsakem trenutku preveri, ali so zaloge zadostne, oziroma takoj sporoči v nabavo, da manjkajo materiali ali surovine. Referent v nabavi lahko dnevno izpisuje planirane potrebe, dobave in zaloge surovin in materialov ter preverja ustreznost trajanja zalog.

Novo funkcionalnosti sistema, ki smo jih zagotovili z uvajanjem novega načina planiranja v prakso, so:

- samodejno razvrščanje v plan glede na večparametrski odločitveni model za razvrščanje nalogov v plan, opcija so tudi ročni popravki plana;
- z objavo plana je zagotovljeno ažuriranje datumov začetka in konca izdelave ter datuma za naročanje surovin v informacijskem sistemu Navision;
- omogočeno je spremljanje potreb po surovinah in materialih vsak trenutek – za določeno časovno obdobje (dan, teden, mesec, kvartal) ločeno po lokacijah podjetja ali skupno za vso proizvodnjo;
- omogočeno je samodejno ažuriranje potreb po surovinah in materialih ter časovnih normativov – potreb po kapacitetah ob spremembah naročil in delovnih nalogov;
- opozarjanje na morebitne manke surovin in pomožnih materialov takoj ob umeščanju novih

nalogov v plan linij, s tem so zagotovljene hitrejša reakcija in komunikacija z nabavno službo;

- opozarjanje na zamude pri že planiranih delovnih nalogih v primeru dodajanja nujnih naročil oz. delovnih nalogov v plane linij, referenti in komercialisti dobijo hitreje odgovore na željene datume odprem;
- omogočeno je spremljanje in sprotno ažuriranje porabe časa, evidentiranje zastojev, zaradi tega so omogočena opozorila o prekoračitvi željenih datumov odprem;
- zmanjšujejo se možnosti za napake planerjev glede zagotavljanja zadostne količine surovin ali kapacitet;
- zmanjšujejo se napake planerjev glede urejenosti dokumentacije – delovni nalogi se samodejno razvrščajo v plane linij, ki so predpisani s proizvodnim postopkom.

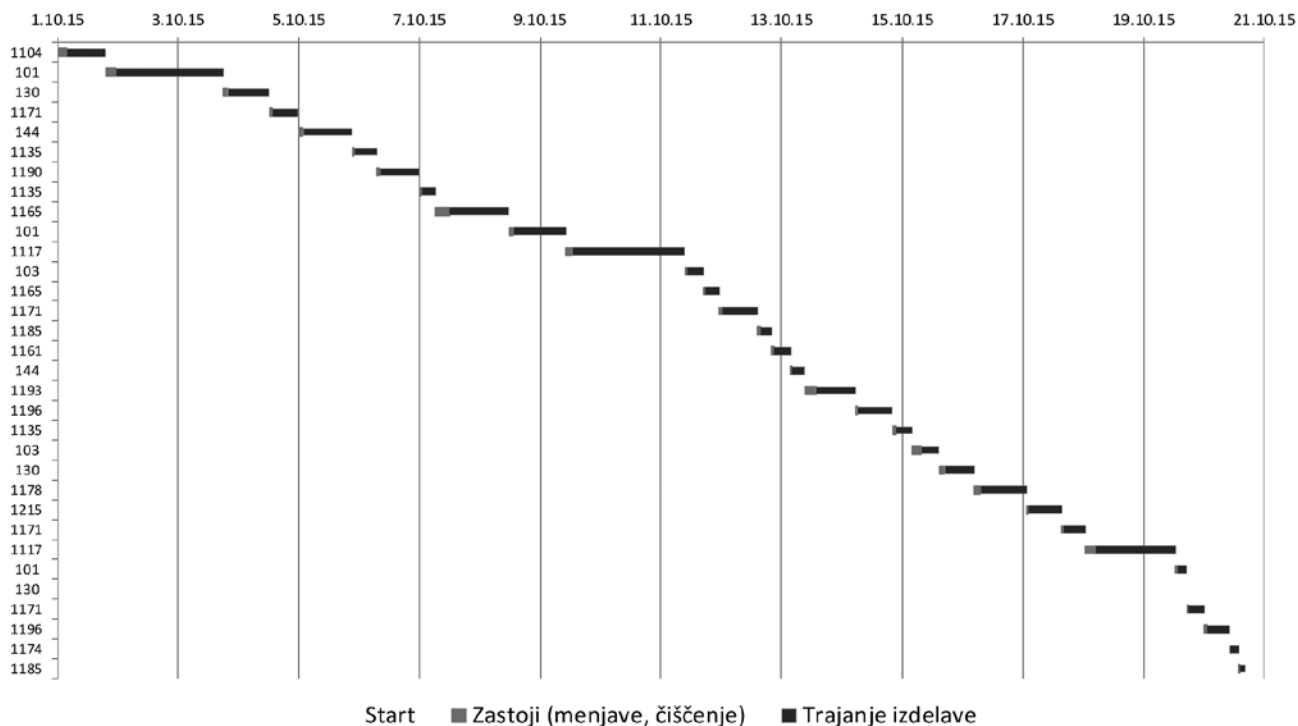
Delo planerjev z uporabo novega sistema poteka hitreje, odločanje o umeščanju naročil v plane je bolj natančno, dostopnost do informacij večja.

7 OCENA UČINKOV NOVEGA NAČINA RAZVRŠČANJA

Za oceno učinkovitosti in ustreznosti parametrov za razvrščanje smo pripravili primerjavo med dejanskim potekom proizvodnje in simulacijo plana proizvodnje za beli cikel na liniji v mesecih oktober in november 2015, v katerih smo ob spremljanju kazalnikov zaznali največja odstopanja pri porabi časa in izdelavi tehnološkega odpada.

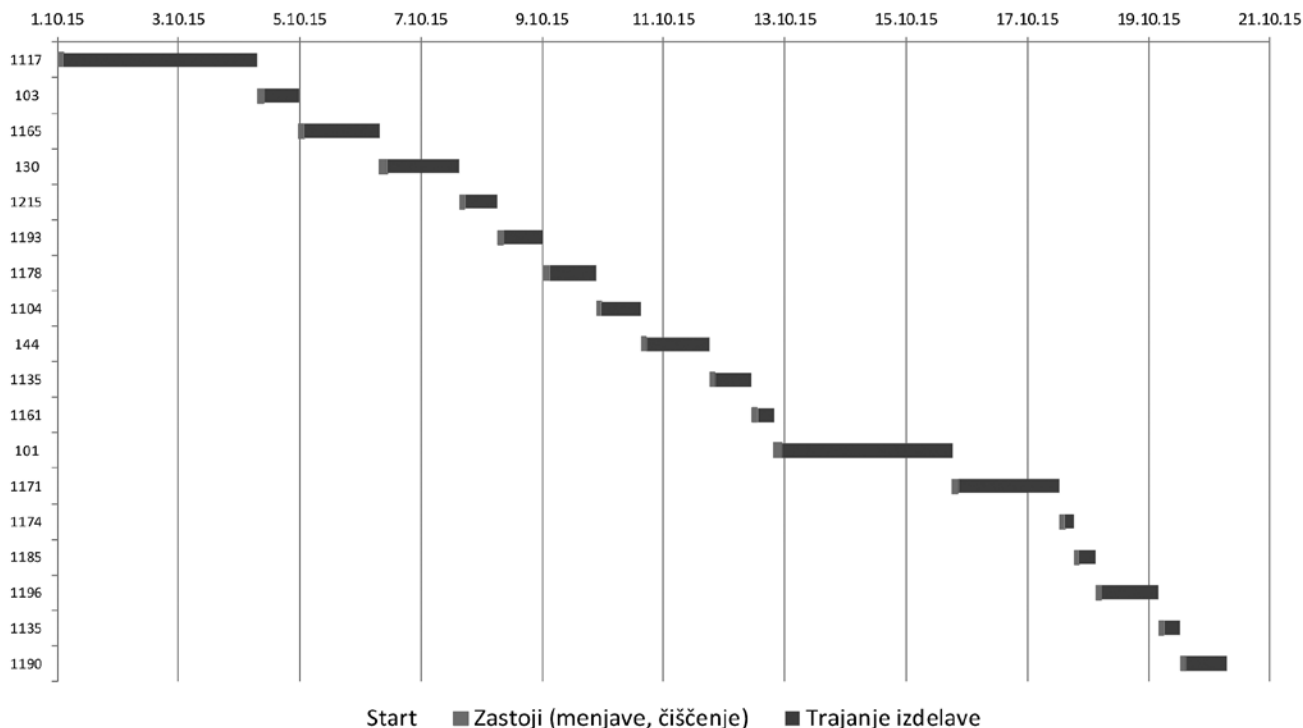
Iz dejansko izvedene proizvodnje smo pripravili posnetek stanja. Delovne naloge smo razvrstili tako, kot so se dejansko izvajali. Upoštevali smo čase izdelave ter neplanirane zaustavitve zaradi čiščenja in menjave artiklov. Neplanirane zaustavitve zaradi okvar, čakanja na material ali drugih vzrokov nismo upoštevali, ker se lahko zgodijo kadar koli in niso odvisni od menjav artiklov v proizvodnem planu.

Analizirali smo število menjav surovinske sestave ali obdelave, izračunali smo čas med menjavami surovinske sestave ali obdelave ter pripravili diagram poteka proizvodnje. Nato smo podatke o izdelanih delovnih nalogih razvrstili s pomočjo algoritma in parametrov, ki jih uporabljamo v modulu Planner One © za razvrščanje naročil v proizvodne plane. Ponovno smo analizirali število menjav, čas med menjavami ter pripravili simulirani plan proizvodnje. Na podlagi pridobljenih rezultatov smo ocenili učinke na letni ravni za linijo.



Slika 2: Prikaz dejanske razvrstitve naročil v proizvodni plan glede na zeleni datum dobave kupcu – oktober 2015

Na sliki 3 je predstavljeno zaporedje dejanske izdelave delovnih nalogov v oktobru 2015, ki so bili v plan razvrščeni predvsem po prioriteta datuma dobave kupcu zaradi prezasedenosti linije.



Slika 3: Prikaz razvrstitve naročil v proizvodnjo glede na predstavljeni model parametrov za razvrščanje naročil v plane – oktober 2015

Slika 4 predstavlja simulacijo razvrstitve delovnih nalogov v proizvodnjo glede na model, ki je bil predhodno predstavljen in ga uporablja Planner One ©, podatki za simulacijo pa so navedeni v prilogi 4. Iz slike je razvidno, da se nekatere menjave surovin pojavijo večkrat, surovinska sestava 1171 se pojavi štirikrat, surovinske sestave 130, 101 in 135 trikrat, šest drugih surovinskih sestav pa je bilo v planu dva-

krat. To pomeni izgubo časa za proizvodnjo, ob vsaki menjavi je potreben določen čas za nastavitve ter nastanek dodatnega tehnološkega odpada.

Po simulaciji s pomočjo novega modela za razvrščanje smo v plan proizvodnje vsako surovinsko sestavo uvrstili enkrat, saj je časovno obdobje le 20 delovnih dni.

Tabela 7: **Primerjava časov izdelave in števila menjav – izvedeno in planirano po modelu**

| Bela proizvodnja 4. kvartal 2015 na liniji 7 | | Realno izvedena proizvodnja | | | Plan proizvodnje, pripravljen glede na model za razvrščanje naročil v proizvodne plane | | | | | | |
|--|--------------|---------------------------------------|------------|------------------------------|--|------------|------------------------------|--|--------------------------|--|-------|
| Od | Do | Povp. čas do menjave sur. sestave [h] | Št. menjav | Čas, potreben za menjave [h] | Povp. čas do menjave sur. sestave [h] | Št. menjav | Čas, potreben za menjave [h] | Podaljšanje časa proizvodnje med menjavami [h] | Zmanjšanje št. menjav za | Zmanjša časa, potrebenega za menjave [h] | |
| 01. 10. 2015 | 19. 10. 2015 | 13,19 | 32 | 50,24 | 23,54 | 18 | 40,50 | 10,35 | 14 | 9,74 | |
| 31. 10. 2015 | 17. 11. 2015 | 14,26 | 28 | 68,03 | 22,18 | 18 | 38,50 | 7,92 | 10 | 29,53 | |
| 28. 11. 2015 | 08. 12. 2015 | 16,65 | 13 | 36,75 | 21,65 | 10 | 20,75 | 5,00 | 3 | 16 | |
| | | | | 155,02 | | | | | 99,75 | 27 | 55,27 |

Število menjav po optimizaciji plana proizvodnje se je zmanjšalo za 27, čas, potreben za menjave, pa se je skrajšal za 55,27 ure (tabela 7).

Za spremljanje uspešnosti planiranja v prihodnje smo uvedli nov kazalnik – količina porabljenega časa za menjave na dan.

Izračun kazalnika porabljenega časa za menjave za redno izvedeno proizvodnjo: 155,02 ure / 48 dni = 3,23 ure/dan.

Izračun kazalnika porabljenega časa za menjave za optimirani plan proizvodnje s pomočjo modela za razvrščanje naročil v proizvodnjo: 99,75 ure / 48 dni = 2,08 ure/dan.

Zmanjšanje porabljenega časa za menjave znaša kar 35 odstotkov dejansko porabljenega časa za menjave v obravnavanih ciklih bele proizvodnje na liniji 7 v četrtem kvartalu leta 2015.

Linija je imela v letu 2015 planiran čas obratovanja 306,5 dneva.

Z obstoječim načinom planiranja bi za menjave surovinskih sestav porabili 306,5 dneva x 3,23 ure/dan = 990 ur.

S pomočjo novega modela pa bi porabili 306,5 dneva x 2,08 ure/dan = 637,5 ure za menjave surovinskih sestav.

Razpoložljivost časa za proizvodnjo bi se torej povečala za 352,5 ure oziroma 14,7 dneva.

Tabela 8: **Primerjava tehnološkega odpada v kg – izvedeno in planirano po modelu**

| Bela proizvodnja 4. kvartal 2015 na liniji 7 | | Realno izvedena proizvodnja | Stimulacija po modelu | |
|--|--------------|-------------------------------|-------------------------------------|--------------|
| Od | Do | Tehnološki odpad izdelan [kg] | Tehnološki odpad po simulaciji [kg] | Razlika [kg] |
| 01. 10. 2015 | 19. 10. 2015 | 8.366,00 | 6.343,00 | -2.023,00 |
| 31. 10. 2015 | 17. 11. 2015 | 8.115,20 | 5.124,60 | -2.990,60 |
| 28. 11. 2015 | 08. 12. 2015 | 3.264,00 | 1.966,00 | -1.298,00 |
| | | 19.745,20 | 13.433,60 | -6.311,60 |

Preverili smo tudi količino izdelanega tehnološkega odpada, ki nastaja ob menjavah izdelkov v redni proizvodnji in po simulaciji.

Tabela 9: Primerjava tehnološkega odpada v kg – izvedeno in planirano po modelu v testnem obdobju in izračun za leto 2015

| | Testno obdobje, razpoložljivost linije 2015 [št. dni] | Tehnološki odpad izdelan [kg] | Povprečna količina odpada [kg/dan] |
|-----------------------------|---|-------------------------------|------------------------------------|
| Realno izvedena proizvodnja | 48 306,5 | 19.745,20 128.629,00 | 411,36 419,67 |
| Simulacija po modelu | 48 306,5 | 13.433,60 85.779,13 | 279,87 279,87 |
| Razlika | | -42.849,87 | |

Uvedli smo še en kazalnik, ki nam prikaže količino nastalega tehnološkega odpada v kg na dan.

Izračun kazalnika količine nastalega tehnološkega odpada za redno izvedeno proizvodnjo:

$$19.745,2 \text{ kg} / 48 \text{ dni} = 411,36 \text{ kg/dan.}$$

Izračun kazalnika količine nastalega tehnološkega odpada za optimirani plan proizvodnje s pomočjo modela za razvrščanje naročil v proizvodnjo:

$$13.433,6 \text{ kg} / 48 \text{ dni} = 279,87 \text{ kg/dan.}$$

Linija je imela v letu 2015 planiran čas obratovanja 306,5 dneva. Z obstoječim načinom planiranja bi za menjave surovinskih sestav proizvedli 306,5 dneva \times 411,36 kg/dan = 126.081,8 kg tehnološkega odpada, dejansko smo ga proizvedli še celo 1.500 kg več.

S pomočjo novega modela bi proizvedli 306,5 dneva \times 279,87 kg/dan = 85.779,1 kg tehnološkega odpada.

Proizvedena količina tehnološkega odpada bi se zmanjšala za 42.850 kg, kar pomeni 33,3 odstotka dejansko proizvedenega tehnološkega odpada v letu 2015 na liniji.

Ugotovitve simulacije smo strnili v nekaj sklepov, ki so predstavljeni v sklepnem delu prispevka.

8 SKLEP

Primerjava dejanskega in idealiziranega plana (tabela 7) kaže, da je v idealiziranem planu manjše število menjav artiklov, število menjav bi bilo v treh ciklikih (48 dni) manjše za 27, čas, potreben za menjave, pa bi bil krajši za 55,27 ure (več kot dva delovna dneva), kar je bistvenega pomena predvsem v času prezasedenosti kapacitet.

Z optimizacijo proizvodnega procesa glede časov nastavitvev in čiščenja linije lahko bistveno zmanjšamo tudi tehnološki odpad, ki nastaja ob vsaki menjavi artiklov. V četrtem kvartalu 2015 (tabela 8) je bilo v 48 dneh izdelanega tehnološkega odpada 19.745 kg, po planu, ki bi bil izdelan s pomočjo novega modela pa bi izdelali 13.434 kg tehnološkega odpada oziroma 32 odstotkov manj, na letni ravni (tabela 9) pa to pomeni zmanjšanje za cca. 43.000 kg, to je 43 t vlaken (surovine) in pomeni precejšnje prihranke.

Ugotovili smo, da je smiselno spremljanje kazalnikov količina porabljenega časa za menjave na dan in količina nastalega tehnološkega odpada v kg na dan. Oba kazalnika nam kažeta, kako uspešno smo planirali proizvodnjo. Potrdila se nam je predpostavka, da lahko s pomočjo kriterijev pripravimo tak model za razvrščanje naročil, ki bo vplival na izrabo časa proizvodnje in na količino tehnološkega odpada.

Izboljšave načina planiranja se bodo pokazale predvsem pri boljši izkoriščenosti časa in surovin, kar predvidevamo, da bo tudi s stroškovnega stališča največ doprineslo k uspešnosti poslovanja podjetja.

Stalne spremembe procesov poslovanja podjetja so v današnjem času postale nujnost. Področje planiranja je v podjetjih na poslovni ravni dobro, na operacijski ravni pa se srečujemo z najrazličnejšimi težavami. Večina podjetij zaradi svoje specifičnosti ne najde pravilne metode ali orodja za razvrščanje naročil v proizvodne plane, zato običajno razvrščanje izvajajo ročno. Vpliv planiranja na poslovanje podjetja malokrat preverjajo.

Podjetja, ki se srečajo s tovrstnimi težavami, se tega sicer zavedajo, a le redka zmorejo dovolj poguma za spremembe, ki so povezane tako z organizacijo dela kot z informatizacijo procesa. Sodobna orodja za razvrščanje so vpeta v informacijske sisteme podjetij, kar jim zagotavlja ustrezno količino in ažurnost podatkov. Uporaba teh orodij je lahko za podjetja spodbuda, da začnejo z izgradnjo in uporabo svojega modela za razvrščanje naročil v proizvodne plane, ki temelji na uporabi različnih, zanje pomembnih kriterijev za planiranje.

Prenovljeni proces planiranja z uporabo modula Planner One je dobro izhodišče za nadaljnje izboljšave in posodobitve, ki bodo odziv na spremembe trga in okolja, v katerem deluje podjetje. Med uporabo se bodo pokazale potrebe po dodatnih izboljšavah modela za razvrščanje naročil v proizvodne plane, bodisi zaradi dejavnikov, ki jih v nalogi nismo pred-

videli, bodisi zaradi dejavnikov, ki bodo nastali po prenovi planiranja (novi izdelki, novi načini obdelave tekom proizvodnih procesov), vendar je podlaga za izboljšave pripravljena.

Uporaba novega modela z orodjem Planner One je pomembna izkušnja tako za zaposlene v podjetju kot za zunanje sodelavce, ki so pomagali pri izgradnji informacijske podpore. Model je zasnovan tako, da ga je mogoče prenesti tudi v druge panoge, v katerih je tip proizvodnje procesni in izdelava šaržna, npr. v papirno, lesno, kemično industrijo. Algoritem je univerzalen in ga je mogoče uporabiti tudi v drugih programskih orodjih, ki so namenjena terminiranju proizvodnje.

9 LITERATURA

- [1] Bansal, S., Vashiath, Y., Batra, U. (2015). Production Planning. *International Journal of Research & Development Organisation*. Volume 1. Issue 5, 53–57.
- [2] Caseu, Y., Laburthe, F. (1995). Disjunctive scheduling with task intervals. Paris: Technical report, LIES, Ecole Normale Supérieure de Paris.
- [3] Derigs, U., Jenal, O. (2005). A GA-based decision support system for professional course scheduling at Ford Service Organisation. *Journal OR Spectrum*, 147–162.
- [4] Dojčinovič, A. (2009). Razporejanje proizvodnje z metodo iskanja s tabuji. Diplomsko delo. Kranj: Fakulteta za organizacijske vede.
- [5] Fransoo, J. C., Waefler, T., Wilson, J. R. (2010). Behavioral Operations in Planning and Scheduling. Berlin: Springer Science & Business Media.
- [6] Groover, M. P. (2010). *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- [7] Jain, A. S., Meeran, S. (1998). A state of the review of job-shop scheduling techniques, Technical report. Department of Applied Physics, Electronic and Mechanical Engineering. Dundee, Scotland: University of Dundee. Pridobljeno 27. 2. 2016 na ftp://ftp.dca.fee.unicamp.br/pub/docs/vonzuben/ia707_1s04/textos/jain98stateart.pdf.
- [8] Kumar A. S., Suresh, N. (2008). *Production and Operations Management*. New Delhi: New Age International Publishers.
- [9] Ljubič, T. (2000). Planiranje in vodenje proizvodnje. Kranj: Moderna organizacija.
- [10] Pučko, D. (1991). *Strateško poslovanje in planiranje v podjetju*. Radovljica: Didakta.
- [11] Rajasekaran, S., Reif, J. H. (2007). *Handbook of parallel computing: models, algorithms and applications*. CRC Press. Pridobljeno 21. 1. 2016 na <http://bioserver.cpgci.ct.utfr.edu.br/disciplinas/eecp/arquivos/Rajasekaran2008.pdf>.
- [12] Stawowy, A., Duda, J., Osyczka, A., Jankowski, R. (2007). Web-based Capable to Promise system, *Information technologies in economics and innovative management*. Kraków: AGH University of Science and Technology Press, 42–56.
- [13] Vila, A., (1994). *Organizacija in organiziranje*. Kranj: Moderna organizacija.
- [14] Wiendahl, H. P. (1987). *Belastungsorientierte Fertigungssteuerung: Grundlagen, Verfahrensaufbau, Realisierung*. München, Wien : Hanser.
- [15] Zorzut, S., (2009) *Vodenje proizvodnje v procesni industriji z upoštevanjem ključnih kazalnikov učinkovitosti*. Doktorska disertacija. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko.
- [16] Planner One, End user Training Production Scheduler - User Guideline, navodila za uporabnike. Pridobljeno 21. 1. 2016 na <https://onedrive.live.com/view.aspx?cid=4f8ae77da6bcd75&page=view&resid=4f8ae77da6bcd75!5784&parId=4f8ae77da6bcd75!6239&authkey=!AJRK1I6K3rjDfks&app=PowerPoint>.

Magdalena Rejec je zaposlena v podjetju Filc, d. d., kot vodja priprave dela. Končuje podiplomski študij menedžmenta delovnih procesov na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru.

Matjaž Roblek je zaposlen na Fakulteti za organizacijske vede Univerze v Mariboru kot visokošolski učitelj. Habilitiran je v naziv docent za področje inženiringa poslovnih in delovnih sistemov. Pedagoško delo opravlja pri predmetih poslovni in proizvodni informacijski sistemi, menedžment oskrbovalne verige ter planiranje in vodenje proizvodnje. V sodelovanju z gospodarstvom ima končanih več kot šestdeset raziskovalnih in aplikativnih projektov s področja prenove in informativnosti poslovnih procesov. Je avtor ali soavtor več kot sto znanstvenih, strokovnih in drugih publikacij.

Štirideset let Slovenskega društva Informatika

Niko Schlamberger, Janez Grad, Slovensko društvo Informatika
niko.schlamberger@gmail.com; janez.grad@siol.com

Izvleček

Prispevek podaja pregled zgodovine Slovenskega društva Informatika. V začetku opisuje ustanovitev društva, nadaljuje z opisom njegovih dejavnosti, nakazuje njegov nadaljnji razvoj in končuje z osebnim pogledom.

Ključne besede: Slovensko društvo Informatika, zgodovina, pregled.

Abstract

40th Anniversary of the Slovenian Society Informatika

The paper is an overview of history of the Slovenian Society Informatika. It begins with an outline of the origins of the society, then continues with a description of activities, indication of possible future developments and concludes with a personal opinion.

Keywords: Slovenian Society Informatika, history, overview.

1 UVOD

Osmega julija 2016 je minilo štirideset let, odkar je bilo ustanovljeno Slovensko društvo Informatika. Častitljivi jubilej je slovesno zaznamovalo 15. decembra 2016 z dogodkom (slika 1), na katerega so bili povabljeni vsi člani društva in predstavniki organizacij, s katerimi društvo trajno uspešno sodeluje. Štirideset let obstoja društva je priložnost, da se spomnimo njegovih začetkov, ocenimo dosežke in pogledamo

tudi naprej. Ta prispevek nima namena in ambicije podati izčrpno zgodovino štiridesetih let obstoja in delovanja društva, upati pa je, da bo spodbudil še koga, da bi kaj napisal in objavil ter s tem prispeval svoj kamenček v mozaik, ki ga bomo lahko poimenovali zgodovina Slovenskega društva Informatika. Zato je predvsem osebni pogled nekoga, ki je večino svoje strokovne poti posvetil informatiki, društvu

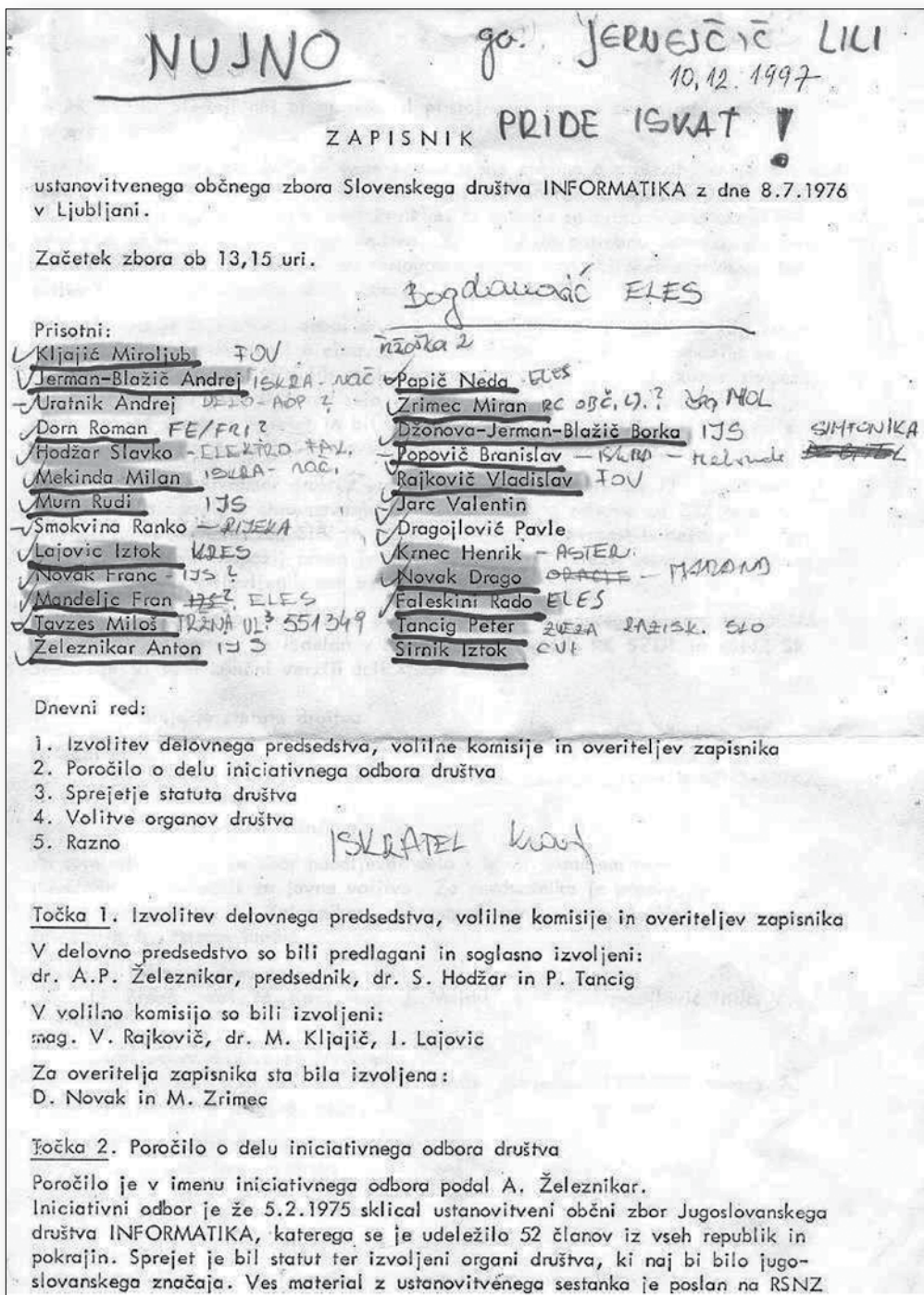


Slika 1: Slavnostna večerja ob 40-letnici društva

pa precejšen del svojega časa in moči. Temu primer-
na je tudi struktura prispevka: pogled nazaj, ocena
dosežkov ter kako naprej in kam.

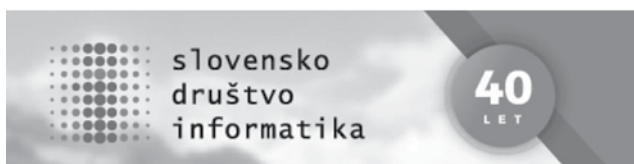
Ustanovitev društva sega v čas, ko so bili raču-
nalniki naprave, katerih maso so merili v tonah,
porabo električne energije v kilovatih, zmogljivost

pomnilnikov pa v kilobajtih. Predstava o njihovi
uporabnosti je bila pretežno omejena na znanstvene,
statistične in poslovne, tipično računovodske obde-
lave podatkov, pri čemer je bila sposobnost izvajanja
velikega števila preprostih računskih operacij očitna
uporabna prednost.



Slika 2: Prva stran zapisnika ustanovnega občnega zbora

Na zapisniku ustanovnega občnega zbora (slika 2), za katerega smo lahko veseli, da je sploh preživel, so dopisane različne delovne opombe, pomembno pa je, da se je ohranil seznam 25 ustanovnih članov društva. Ob tem naj zapišem, da so bili vsi deležni priznanja, tako da so bili sprejeti v častno članstvo, poleg njih pa še profesor dr. Silvin Leskovar, ki je bil najbolj zaslužen za to, da je bil svetovni kongres IFIP v Ljubljani. Iz zapisnika je mogoče razbrati, da je bil prednik društva Jugoslovansko društvo Informatika, ki pa verjetno ni uresničevalo pričakovanj slovenskega dela članstva. To in najbrž še marsikaj drugega je bilo razlog, da se je skupina mladih inženirjev, zbranih okoli dr. Antona P. Železnikarja,



Slika 3: Pasica za 40-letnico Slovenskega društva INFORMATIKA

odločila ustanoviti slovensko društvo. Da so privzeli ime informatika, je bilo za tisti čas naravnost vizionarska odločitev, ki je mejila na znanstveno fantastiko. O informacijski družbi se takrat še ni govorilo in komaj kdo je slutil, kako bo tehnološki razvoj pripomogel do stanja, kakršno je sedaj in ki bi ga lahko označili z vsenavzočnostjo informacijske tehnologije.

2 PRETEKLOST

Ustanovni občni zbor je potekal v prostorih Instituta Jožef Stefan dne 8. julija 1976 in ta datum velja kot datum ustanovitve društva. Za predsednika je bil izvoljen prof. dr. Anton P. Železnikar. O ozadju bi lahko kaj več povedali in napisali – in upam, da tudi bodo – ustanovni člani društva. Nekaj malega, kar sem povzel iz pogovorov in razpoložljivih zapisov, prispevam sam. Odnos tedanje politike do informatike in do ambicij ustanoviti slovensko društvo za informatiko je razmeroma slabo poznan in še slabše opisan. Dokaj verjetno pa je, da politika ustanovitvi društva ni nasprotovala že iz razloga, da je bilo mogoče finančno podpreti izdajanje revije le pravni osebi. V smislu civilne družbe, kakor jo pojmuje danes, pa društvo kot nevladna organizacija ni bilo vidno. Spodbuda za ustanovitev takega društva je bil

tudi svetovni računalniški kongres, ki ga je v Ljubljani leta 1971 organiziral International Federation for Information Processing (IFIP), kar je v času, ko so bili lahko vsi svetovni dogodki le v prestolnici tedanje države, mejilo skoraj na čudež.

Čas od ustanovitve do leta 1990 bi lahko opredelili kot prvo obdobje delovanja društva.¹ Članstvo je bilo maloštevilno in splošna percepcija je bila, da je to skupina zanesenjakov z Instituta Jožef Stefan. Ta skupina pa je imela kaj pokazati že tedaj. Leta 1977 je začelo društvo, dejansko pa skupina okoli tedanjega predsednika, izdajati znanstveno revijo Informatica, ki izhaja kvartalno in neprekinjeno ves čas izdajanja. V tistem času je bila organizirana tudi konferenca Informatica na Bledu. Kot predsednik je prof. dr. Antonu Železnikarju sledil mag. Milan Mekinda. Dejavnost društva je segala že tudi na druga področja, na katerih se je začela uveljavljati računalniška obdelava podatkov. Ustanovljena je bila dokumentalistična sekcija in društvo je organiziralo konferenco DOKSIS, na kateri so obravnavali pretežno to vsebino. Ta sekcija se je kasneje osamosvojila kot društvo informatikov, dokumentalistov, arhivistov in mikrofilmarjev media.doc in prireja to konferenco še sedaj. V tem času društvo ni bilo vidno niti vplivno, čeprav so imeli člani bogate strokovne in znanstvene stike s kolegi v tedanji republiki in državi in tudi mednarodno. Vidni dosežki so bili izdajanje revije Informatica, prirejanje konference Informatica, konferenca DOKSIS in ustanovitev sekcije za internet, ki pa se je tudi razmeroma kmalu odcepila od društva in se preoblikovala v društvo.²

Po mag. Mekindi je bil izvoljen za predsednika društva Tomaž Banovec, tedaj direktor Zavoda za statistiko. Na tem položaju je imel dosti širši pogled na delovanje društev sploh,³ vpogled v stanje informatike v svetu in seveda še toliko bolj v domačem okolju, kot nekdanji direktor Centra za družbeni sistem informiranja in informatiko pa seveda tudi bistveno boljše stike s tedanjo politiko. Zato je imel tudi vizijo, v katero smer naj se razvija društvo. Glavna misel je bila, da bi društvo postalo bolj vidno in vplivno, to pa bi dosegli na več načinov. Predvsem je bila želja, da bi pridobili za člane več strokovnjakov informati-

¹ Časovna razdelitev je posledica osebnega pogleda in izkušenj; lahko bi bila tudi drugačna.

² Ob nedavni medijski pozornosti ob dvajsetletnici interneta v Sloveniji je bila ta informacija dosledno zamočšana.

³ T. Banovec je bil predsednik Planinske zveze Slovenije.

kov, seveda pa tudi vseh, ki bi se želeli udeležiti v informatiki na kakršen koli način. Nadaljnja možnost bi bila ustanavljanje regijskih podružnic, kar je v statutu predvideno tako, da društvo izpolnjuje namen ustanovitve tudi v sekcijah, ki so lahko vsebinske ali regionalne. Predlagana je bila tudi možnost neke vrste civilne strokovne povezave v obliki zbornice, lahko pa bi ustanovili še akademijo. Vse našete smeri razvoja se iz različnih razlogov niso uresničile. Vseeno pa si je društvo vztrajno prizadevalo za povečanje števila članstva in večjo vidnost. Začelo je izdajati revijo *Uporabna informatika*, ki je bila prva strokovna revija za računalništvo in informatiko in je tudi še sedaj edina. V ta čas spada tudi odločitev o organiziranju nacionalne konference za informatiko. Pobudnik je bil dr. Mirko Vintar in dilem je bilo kar nekaj, glavni protiargument pa je bil, ali Slovenija res potrebuje še eno konferenco. Dr. Vintar je predlagal tudi naziv dogodka: Dnevi slovenske informatike. Izvršni odbor je predlog sprejel in tako se je leta 1993 rodila konferenca Dnevi slovenske informatike (DSI), ki jo je društvo organiziralo sprva v sodelovanju s tedanjim Združenjem za računalništvo in informatiko pri Gospodarski zbornici Slovenije, kasneje pa samostojno. Konferenca se je obdržala vse do danes. Še en pomemben in viden dosežek je bilo posvetovanje Informacijske storitve za lokalne skupnosti (ISLS) leta 1995 v Portorožu. Sodelovali so Statistični zavod RS, Ministrstvo za notranje zadeve, Služba vlade za lokalno samoupravo, Geodetska uprava Republike Slovenije, Center vlade za informatiko, Zveza geodetov Slovenije in Statistično društvo Slovenije. Po dokumentu s tega posvetovanja je društvo pripravilo izhodišča ministru za lokalno samoupravo za sodelovanje v tujini, člani društva pa so sodelovali tudi na posvetovanjih o informatiki v državnem svetu in državnem zboru. Dosežek iz tega časa je prevod Bangemannovega poročila, ki ga je društvo želelo predstaviti vsem političnim strankam, saj je bilo tedaj že očitno, da informacijska družba postaja realnost in vlak, ki ga Slovenija ne sme zamuditi. V tem času sta bili ustanovljeni tudi sekcija za zgodovino in sekcija za operacijske raziskave ter vzpostavljena organizacija mednarodnega bienalnega znanstvenega simpozija o operacijskih raziskavah (SOR).

Po nekajletnem premoru je društvo v devetdesetih letih prejšnjega stoletja postalo zopet dejavno na področju operacijskih raziskav. Proučevana problemska področja so se razširila v skladu s širjenjem

uporabe informacijske tehnologije in metodologij na tako rekoč vsa področja družbenih dejavnosti. Pokazala se je potreba po razpršenem (specializiranem) proučevanju posameznih problemskih področij oziroma dejavnosti. V ta namen je društvo oblikovalo sekcije, ki bi obravnavale vsaka svoje ožje področje človekove dejavnosti in ustvarjalnosti.

Na pobudo dr. Janeza Barleta, prof. dr. Janeza Grada in prof. ddr. Viljema Rupnika z Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani je bila leta 1992 ustanovljena sekcija za operacijske raziskave, krajše sekcija za OR, ki je imela za cilj proučevati probleme podjetij oziroma panoge, ki jih je mogoče obravnavati ter reševati kvantitativno in tudi kvalitativno, kot so npr. teorija proizvodnje, zalog, transporta, distribucije, marketinga, lokacije financiranja idr. (Barle, J., Grad, J., 1993). Delo v sekciji za OR poteka predvsem v oblikah: 1) individualnega ali skupinskega raziskovalnega in razvojnega dela članov sekcije, 2) periodične organizacije in izvedbe mednarodnih strokovnih srečanj – simpozijev, na katerih udeleženci poročajo o rezultatih svojega dela, 3) izdajanja strokovnih monografij svojih članov in 4) mednarodnega sodelovanja s sorodnimi organizacijami v tujini.

Prvi simpozij iz operacijskih raziskav (SOR '93) je potekal leta 1993 v slovenskem jeziku, na naslednjih, poimenovanih »International Symposium on Operational Research – SOR 'leto«, ki so organizirani vsako drugo leto, pa je uradni jezik angleščina. Poleg vsakokratnega programskega in organizacijskega odbora sta glavna odgovorna organizatorja simpozijev in izdajanja njihovih zbornikov prof. dr. Lidija Zadnik Stirn z Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani in dr. Samo Drobne s Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani.

3 SEDANJOST

Naslednje obdobje pokriva čas od leta 1990 do 2016. V tem času je društvo prenovilo statut, nadaljevalo obstoječe dejavnosti in začelo nove. Prirejalo je Dneve slovenske informatike, izdajalo reviji *Informatico* in *Uporabna informatika* ter ustanovilo nove sekcije: sekcijo za raziskovanje informacijskih sistemov, sekcijo za jezik in sekcijo seniorjev. Ena od stalnic delovanja izvršnega odbora je bilo prizadevanje za vpliv in prepoznavnost. Število članov je v tem obdobju že preseglo tristo in želja je bila izkoristiti intelektualni potencial tega telesa. Dva tovrstna poizkusa sta bila relativno uspešna. Društvo je izdalo *Modro knjigo*

s podnaslovom Slovenija kot informacijska družba, v kateri je več avtorjev podalo predstavo, v katero smer naj se razvija Slovenija in kako. Drugi poizkus je bil ustanovitev foruma za informacijsko družbo. Tak forum je imelo v tistem času kar nekaj evropskih držav, in Sloveniji kot državi, ki je bila na poti v članstvo Evropske unije, bi bil lahko tak forum v tem procesu v pomoč, zlasti še če upoštevamo osebne stike, ki so jih imeli člani društva mednarodno. Forum je bil celo ustanovljen v sodelovanju z Združenjem raziskovalcev Slovenije, napisan je bil tudi statut (Pravila), vendar je ostalo zgolj pri ustanovitvi.

Ko je potekel predsedniški mandat Tomažu Banovcu, sem bil za predsednika izvoljen avtor tega zapisa. Ena od izhodiščnih ugotovitev, ki so vplivale na dolgoročne usmeritve društva, je bila, da društvo mednarodno ni opaženo in aktivno. Izvršni odbor je sklenil, naj se društvo včlani v sorodne mednarodne organizacije. Poleg nadaljevanja uveljavljenih dejavnosti je bilo torej treba najti stike z ustreznimi združenji in pripraviti potrebne dokumente, ki so bili pogoj za članstvo. Prvo mednarodno združenje, v katerega je bilo društvo sprejeto, je bil IFIP, ki ima sedež na Dunaju. Ob tem ko je bilo društvo sprejeto v IFIP, je imenovalo predstavnike v vse tedanje tehnične odbore IFIP. Temu je sledilo članstvo v evropskem združenju Council of European Professional Informatics Societies (CEPIS) s sedežem v Bruslju. Kot član tega združenja je društvo moglo pridobiti licenco za uporabniško računalniški certifikat ECDL (European Computer Driving Licence) in tako postalo tudi član ECDL Foundation, ki ima sedež v Dublinu. Nekaj let za tem se je društvo včlanilo še v dve mednarodni organizaciji, ki združujeta asociacije s področja operacijskih raziskav. To sta International Federation of Operations Research Societies (IFORS) in Association of European Operation Research Societies (EURO). Poleg tega je dalo društvo pobudo za ustanovitev regionalnega združenja Information Technology Standing Regional Committee (IT STAR), katerega ustanovni član je bilo skupaj z društvi avstrijskih, italijanskih in madžarskih informatikov. V vseh teh asociacijah so bili člani in predstavniki aktivni in opaženi, izvoljeni so bili tudi v njihove izvršilne organe, in sicer za podpredsednika IFIP za dva mandata, za predsednika CEPIS ter koordinatorja IT STAR, kot uredniki publikacij IFORS in EURO ter člani upravnih odborov teh organizacij.

V tem obdobju so bile ustanovljene še tri sekci-

je, ki jih navajam po kronološkem vrstnem redu ustanovitve: sekcija za raziskovanje informacijskih sistemov, sekcija za jezik in sekcija za seniorje. Prva po ustanovitvi ni izkazala večje aktivnosti, za tretjo – presenetljivo – potencialno članstvo ni kazalo velikega zanimanja, utrdila se je le sekcija za jezik. Glavni motiv za ustanovitev in za njene aktivnosti je bila ugotovitev, da ne more biti strokovne odličnosti brez odličnega strokovnega jezika. Vidni dosežek te sekcije je internetni terminološki slovar informatike Islovar, ki je javno dostopen in se uveljavlja kot referenčna baza strokovnih izrazov. Seveda so se nadaljevale uveljavljene aktivnosti, to je izdajanje publikacij – obeh revij in zbornikov konferenc, širše pa je tudi sodelovanje z gospodarskimi družbami iz dejavnosti informatike. Društvo ima domače strani in pridobilo je status društva, ki deluje v javnem interesu. Začelo je prirejati posvete o različnih aktualnih temah s področja informatike, tako na primer o investicijah, izvorni kodi, registru nepremičnin, varnosti na internetu idr. V sodelovanju z Ministrstvom za javno upravo je organiziralo že osem konferenc Informatika v javni upravi. Pomembno je bilo prizadevanje za dvig strokovne etike informatikov. Za ta namen je društvo sprejelo kodeks etike in organiziralo sedem etičnih forumov. Sprejelo je pravilnik o priznanjih in imenovalo komisijo za priznanja. Od leta 1994 je bilo javno podeljenih 64 priznanj fizičnim in pravnim osebam. Sprejelo je pravilnik o nagradi za informacijskotehnološki dosežek leta, imenovani eNagrada, ki ga tako kot priznanje društva javno podelimo na slovesnosti ob začetku konference Dnevi slovenske informatike. Za sistematično izvajanje programov certificiranja uporabnikov z izpiti ECDL je sprejelo pravilnik o izvajanju programov ECDL.

Če bi povzeli dogajanje in dosežke tega obdobja, bi lahko ugotovili, da se je društvo notranje utrdilo, postalo vidno znotraj države, še bolj mednarodno, moderniziralo je svoje poslovanje, glede na intelektualni potencial v obsegu blizu štiristo članov in upošteva dejstvo, da priznana deluje v nacionalnem interesu, pa premalo vplivno.

4 PRIHODNOST

Za določitev prihodnjih usmeritev delovanja moramo predvsem kritično in realno oceniti izhodišče, to je preteklost in sedanjost. Povzetek prvega obdobja bi bil, da je bilo društvo ustanovljeno in da je začelo delovati, za javni in zasebni sektor je bilo skoraj

nevidno. Drugo obdobje zaznamujejo različne aktivnosti, ki so povezane z informatiko, večja je vidnost, vendar pa je vpliv na strateške načrte informatike v nacionalnem merilu skromen. Nenavadno je namreč, da je bilo društvo bolj prepoznavno in priznано v mednarodnem okolju kot doma.

Intelektualni potencial društva je bil in je še vedno premalo izkoriščen. Pri tem se misli predvsem na to, da bi lahko kot društvo s priznanim statusom društva, ki deluje v javnem interesu, bistveno več prispevalo predvsem k strategijam in razvojnim vprašanjem slovenske informatike. Seveda bo nadaljevalo z vsemi aktivnostmi, ki jih izvaja, želeli pa bi, da bi ga kot pomembnega akterja prepoznali tudi vplivniki, ki lahko določajo razvojne trende, torej zlasti država, gospodarska združenja in velike gospodarske družbe v dejavnosti informatike.

Kam se torej usmeriti v prihodnje? Konkretnosti so razmeroma očitne: izdajanje publikacij, organiziranje dogodkov samostojno ali v sodelovanju z zainteresiranimi organizacijami, več ugodnosti za članstvo, delovanje za dvig digitalnih kompetenc, sodelovanje z osebami zasebnega in javnega prava, ki imajo podobne usmeritve in ki bi v povezavi z društvom laže uresničile svoje cilje. Še vedno je aktualno prizadevati si, da bi se v društvo včlanili vsi, ki so zaposleni v dejavnosti informatike, kakor so opredeljene v standardni klasifikaciji dejavnosti. S tem bi dosegli, da bi se razvijalci spoštovali poleg poklicnih, temveč tudi etične norme. Ni namreč vse, kar je tehnično izvedljivo in pravno dopustno, tudi etično sprejemljivo. S številnejšim članstvom bi postalo društvo tudi bolj vplivno v pozitivnem pomenu besede. Prav bi bilo, da bi imelo ob oblikovanju predpisov za področje informatike besedo tudi društvo. Nadaljnja možnost je vzpostaviti formalno inštitucijo za informatiko v obliki zbornice ali akademije, kar je bilo predlagano že pred časom. V državi je kar nekaj društev za informatiko v posameznih dejavnostih, tako v medicini in energetiki, omenjena je bila dokumentalistika, gotovo jih je še kaj. Vse te organizacije

bi lahko združili podobno, kakor so to opravili na Hrvaškem ali v Srbiji. V slogi je moč.

5 NAMESTO SKLEPA

Ob prebiranju pričujoče kratke zgodovine Slovenskega društva Informatika moram ugotoviti, da lahko društvo predstavi pomembne dosežke ob tem, da nima zagotovljenih zunanjih virov financiranja in da ves čas svojega obstoja ni imelo niti enega zaposlenega. Vsi uspehi so rezultat prizadevanja in ambicij članov, katerih glavni cilj je dosežek. Štirideset let je bilo tako, vendar se svet spreminja, in ni nujno, še manj gotovo, da bo lahko društvo s tako izvajalsko paradigmo uspešno tudi prihodnjih štirideset let. Velja namreč, da za uspešnost društva ni dovolj predsednik ali izvršni odbor ali članstvo, temveč so potrebni predsednik *in* izvršni odbor *in* članstvo. Lahko bi ponovil za J. F. Kennedyjem: Ne sprašuj, kaj lahko stori za tebe društvo, vprašaj se, kaj lahko storiš za društvo ti. Če bomo to sporočilo hoteli razumeti in se po njem tudi ravnati, nas za prihodnost društva ne more skrbeti.

6 VIRI

- [1] Tomaž Banovec, zasebna komunikacija.
- [2] Lidija Zadnik Stirn, zasebna komunikacija.
- [3] Niko Schlamberger, Osebni zapiski.
- [4] Letna poročila o delu društva (www.drustvo-informatika.si).
- [5] Zapisniki sestankov izvršnega odbora društva (www.drustvo-informatika.si).
- [6] Niko Schlamberger, Kratka zgodovina Slovenskega društva INFORMATIKA, neobjavljeno, predstavitev na konferenci IS 2016.
- [7] Schlamberger, N. idr. (2016). A contribution to the history of computing and informatics in West Balkan countries. *Uporabna informatika*, letnik XXIV, št. 4, str. 191–199.
- [8] Barle, J., Grad, J. (1993). Sekcija za operacijske raziskave. SOR'93, Zbornik del, Slovensko društvo Informatika, Ljubljana, 25.–27. november 1993. UDK: 519.8(08).
- [9] Rupnik, V. (1993). Ob 30. obletnici operacijskih raziskav v Sloveniji. SOR'93, Zbornik del, Slovensko društvo Informatika, Ljubljana, 25.–27. november 1993. UDK: 519.8(08).

■

Niko Schlamberger je diplomiral na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani. Delovne izkušnje obsegajo delo v industriji, pretežno pa v računalništvu in informatiki: programiranje, sistemsko analizo in razvijanje računalniških rešitev, predavanja, izvajanje usposabljanja na področju informatike, svetovanje, vodenje projektov, organiziranje in izvedba nacionalnih ter mednarodnih konferenc in mednarodno sodelovanje. Bil je na vodstvenih in vodilnih delovnih mestih v državni upravi. Je predsednik Slovenskega društva Informatika, bil je podpredsednik svetovne zveze IFIP in predsednik evropskega združenja CEPIS. Je avtor številnih strokovnih in znanstvenih člankov.

■

Janez Grad je leta 1958 diplomiral iz matematike na Naravoslovni fakulteti Univerze v Ljubljani, leta 1968 je magistriral iz matematične fizike na Univerzi v Birminghamu, leta 1973 pa doktoriral iz matematičnih znanosti na Vseučilišču v Zagrebu. Po letu 1957 je bil strokovni sodelavec na Institutu Jožef Stefan, vodja Republiškega računskega centra in predstojnik Računalniškega centra Univerze v Ljubljani. Od leta 1973 do leta 1999 je sodeloval kot učitelj za informatiko na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani, nato pa je do upokojitve leta 2007 poučeval informatiko na Fakulteti za upravo Univerze v Ljubljani. Strokovno se je izpopolnjeval na Zveznem zavodu za statistiko v Beogradu, Institutu für Strahlen und Kernphysik v Bonnu, Univerzi v Birminghamu, kot gostujoči profesor pa je delal na Univerzi v Indiani, School of Business, Bloomington, ZDA. Ukvarjal se je s programiranjem na računalniku in z numerično matematiko – reševanjem problema lastnih vrednosti in vektorjev matrik; v zadnjih letih pred upokojitvijo pa se je ukvarjal predvsem z reševanjem problemov s področja operacijskega raziskovanja in s področja baz podatkov. Je soavtor šestnajstih monografij, učbenikov in knjig, 119 člankov in referatov v strokovnih revijah ter zbornikih strokovnih srečanj doma in v tujini ter 38 poročil raziskovalnih nalog in projektov. Opravi je več recenzij člankov za domače in tuje revije, bil je član številnih domačih in tujih strokovnih združenj in zvez ter član uredniških odborov več domačih in tujih strokovnih revij. Slovensko društvo Informatika mu je leta 1995 podelilo priznanje za življenjsko delo na področju razvoja in uveljavitve informatike v Sloveniji. Bil je mentor pri dvanajstih doktorskih disertacijah, več deset magisterijih in univerzitetnih diplomah na ekonomski fakulteti. Univerza v Ljubljani mu je za njegovo delo podelila zlato plaketo in naziv zaslužni profesor; na 17. mednarodni multikonferenci Informacijska družba so mu podelili nagrado Donald Michie and Alan Turing za življenjsko delo.

Iz Islovarja

Islovar je spletni terminološki slovar informatike, ki ga ureja jezikovna sekcija Slovenskega društva Informatika. Islovar najdete na naslovu <http://www.islovar.org>. Tokrat objavljamo izbor izrazov, ki smo jih urejali v zadnjem času. Vabimo vas, da v Islovar v forumu prispevate svoje pripombe, predloge ali nove izraze.

enôtni identifikátor víra -ega -ja -a m (*angl. URL, uniform resource identifier*)
standardna sestavljena oznaka za lociranje internetnega vira z naslovnimi sistemi, npr. URL, URN; sin. enotni označevalnik vira; prim. enotni naslov vira

enôtni naslôv víra -ega -a -- m (*angl. URL, uniform resource locator*)

1. naslovni sistem za določanje lokacije elektronskega vira v računalniškem omrežju, sestavljen iz navedbe protokola in identifikatorja servisa; sin. enolični krajevnik vira; prim. enotni identifikator vira
2. naslov elektronskega vira v tem sistemu; sin. enolični krajevnik vira; prim. enotni identifikator vira

informacijski vír -ega -a m (*angl. information source, information resource*)

dokument, publikacija, podatkovna zbirka, kjer lahko uporabnik dobi informacijo; prim. vir

iskánje v snópu -a -- -- s (*angl. beam search*)

posplošitev požrešnega algoritma, ki v vsakem koraku ohranja več najbolj perspektivnih hipotez

mnóžičenje -a s (*angl. crowdsourcing*)

zunanje izvajanje z vključitvijo množice izvajalcev, javnosti

napotílني enôtni naslôv víra -ega -ega -a -- m (*angl. referral URL*)

enotni naslov vira prej obiskane spletne strani

omréžje vsák z vsákim -a -- -- -- s (*angl. peer to peer networking, P2P networking*)

omrežna arhitektura, kjer so naprave, računalniki med seboj enakovredni, nastopajo kot strežniki in kot odjemalci hkrati; sin. omrežje P2P

omréžni vrstník -ega -a m (*angl. network peer*)

entiteta v omrežju, ki se enakovredno povezuje z drugimi

pogójno nakljúčna pólja -- -ih - s mn (*angl. conditional random fields, CRF*)

statistične metode, ki se uporabljajo pri prepoznavanju vzorcev in pri strojnem učenju

požréšni algorítem -ega -tma m (*angl. greedy search, greedy algorithm*)

iskalni algoritem, ki v vsakem koraku izbere lokalno optimalno pot

prikriti márkovski modél -ega -ega -a m (*angl. hidden Markov model*)

stohastični model, ki se lahko opiše z dvema naključnima procesoma; sin. skriti model Markova

računálniško razmíšljanje -ega -a s (*angl. computational thinking, CT*)

miselni procesi, ki omogočajo oblikovanje problema in izražanje njegove rešitve tako, da jo računalnik lahko učinkovito izvede

razločevánje referénc -a -- s

postopek iskanja vseh izrazov, ki se nanašajo na isto entiteto v besedilu

vír -a m (*angl. 1. source; 2. resource, source of information*)

1. dokument, publikacija, oseba, od koder informacija izvira; sin. vir informacije; prim. informacijski vir
2. kar sistem potrebuje, uporablja za svoje delovanje, npr. človeški viri

vír podatkov -a -- m (*angl. data source*)

1. kar hrani podatke do uporabe, npr. datoteka, podatkovna zbirka; sin. podatkovni vir
2. naprava, ki pri prenosu podatkov skrbi za njihovo oddajanje; sin. podatkovni vir

vzajemno povezovanje -ega -a s (*angl. network peering*)

dogovorjeno povezovanje internetnih omrežij enakovrednih ponudnikov

zunánje izvájanje -ega -a s (*angl. outsourcing*)

pogodbeno izvajanje opravil pri zunanjih, praviloma stroškovno ugodnejših izvajalcih; prim. množičenje

zunánje izvájanje v obláku -ega -a -- -- s (*angl. cloud sourcing*)

uporaba oblaka za storitve zunanjega izvajanja

Izbor pripravlja in ureja Katarina Puc s sodelavci

Znanstveni prispevki

Jerko Oršič, Tanja Tajnik, Bojan Rosi, Borut Jereb
MERJENJE TRAJNOSTNE USPEŠNOSTI PRI IZVAJALCIH
LOGISTIČNIH STORITEV

Tomaž Sallubier, Borut Rusjan
PROCES VALIDACIJE RAČUNALNIŠKO PODPRTIH SISTEMOV:
PRIMER FARMACEVTSKE INDUSTRIJE

Strokovni prispevki

Magdalena Rejec, Matjaž Roblek
VEČPARAMETRSKI ODLOČITVENI MODEL ZA RAZVRŠČANJE
NAROČIL V PROIZVODNJO

Pogledi v zgodovino

Niko Schlamberger, Janez Grad
ŠTIRIDESET LET SLOVENSKEGA DRUŠTVA INFORMATIKA

Informacije

IZ ISLOVARJA

ISSN 1318-1882



9 771318 188001

Pristopna izjava

za članstvo v Slovenskem društvu INFORMATIKA

Pravne osebe izpolnijo samo drugi del razpredelnice

| | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Ime in priimek | |
| Datum rojstva | |
| Stopnja izobrazbe | srednja, višja, visoka |
| Naziv | prof., doc., spec., mag., dr. |
| Domači naslov | |
| Poštna št. in kraj | |
| Ulica in hišna številka | |
| Telefon (stacionarni/mobilni) | |

Zanimajo me naslednja področja/sekcije*

- jezik
- informacijski sistemi
- operacijske raziskave
- seniorji
- zgodovina informatike
- poslovna informatika
- poslovne storitve
- informacijske storitve
- komunikacije in omrežja
- softver
- hardver
- upravná informatika
- geoinformatika
- izobraževanje

Zaposlitev člana oz. člana - pravna oseba

| | |
|---------------------------|--|
| Podjetje, organizacija | |
| Kontaktna oseba | |
| Davčna številka | |
| Poštna št. in kraj | |
| Ulica in hišna številka** | |
| Telefon | |
| Faks | |
| E-pošta | |

podpis

kraj, datum

Pošto društva želim prejemati na domači naslov / v službo.

Članarina znaša: 18,00 € - redna

7,20 € - za dodiplomske študente in seniorje (ob predložitvi dokazila o statusu)

120,00 € - za pravne osebe

Članarino, ki vključuje glasilo društva – revijo **Uporabna informatika**, bom poravnal sam / jo bo poravnal delodajalec.

DDV je vključen v članarino.



Naročilnica

 na revijo UPORABNA INFORMATIKA

Naročnina znaša: 35,00 € za fizične osebe

85,00 € za pravne osebe – prvi izvod

60,00 € za pravne osebe – vsak naslednji izvod

15,00 € za študente in seniorje (ob predložitvi dokazila o statusu)

DDV je vključen v naročnino.

ime in priimek ali naziv pravne osebe in ime kontaktne osebe

davčna številka, transakcijski račun

naslov plačnika

naslov, na katerega želite prejemati revijo (če je drugačen od naslova plačnika)

telefon/telefaks

elektronska pošta

Podpis

Datum