

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.

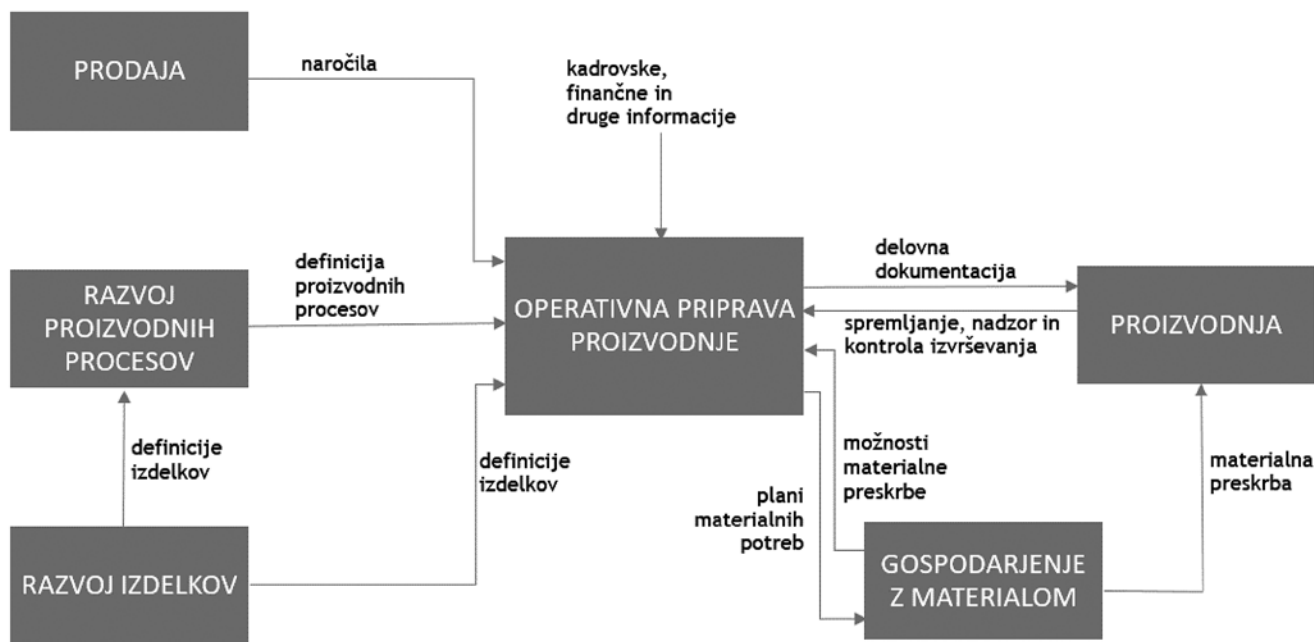
Planiranje proizvodnje je torej urejanje in podajanje informacij o želenem proizvodnem programu v določenem časovnem obdobju. V podjetjih, ki izdelujejo izdelke po naročilu, plan proizvodnje običajno izdelujemo na podlagi plana prodaje, ta pa je izdelan na podlagi izkušenj iz preteklosti in predvidevanja 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 – temperaturo stroja za zagljajevanje 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 temperaturo stroja za zagljajevanje 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 odpreme;
- omogočeno je spremljanje in sprotno ažuriranje porabe časa, evidentiranje zastojev, zaradi tega so omogočena opozorila o prekoračitvi željenih datumov odpreme;
- 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.

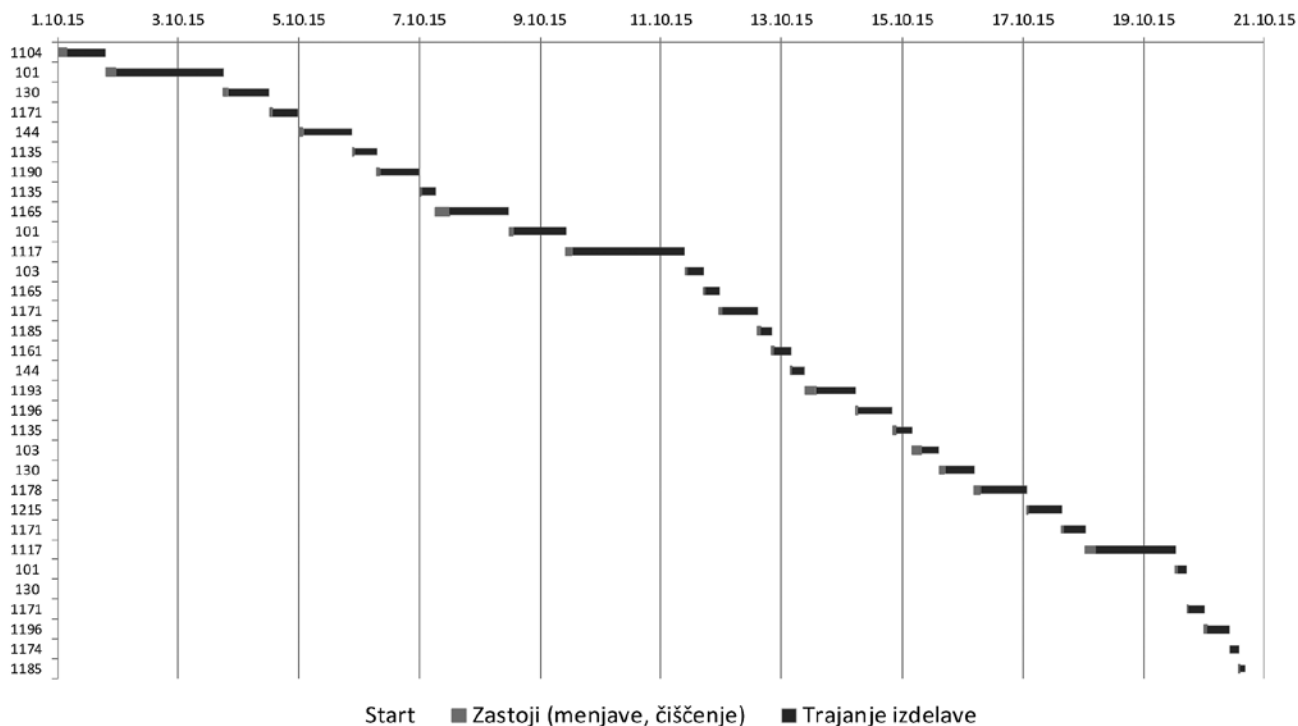
Delo planerjev z uporabo novega sistema poteka hitreje, odločanje o umeščanju naročil v plane je bolj natančno, dostopnost do informacij večja.

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.

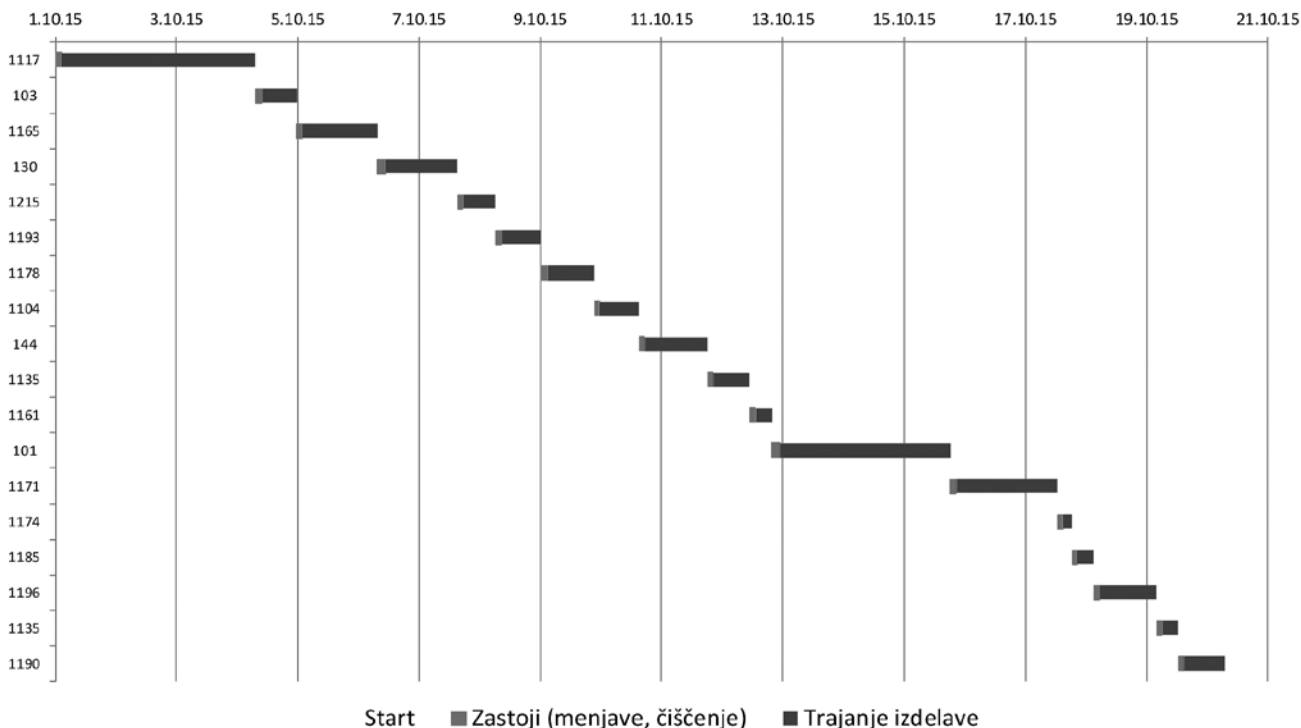
Iz dejansko izvedene proizvodnje smo pripravili posnetek stanja. Delovne naloge smo razvrstili tako, kot so se dejansko izvajali. Upoštevali smo čase izdelave ter neplanirane zaustavitve zaradi čiščenja in menjave artiklov. Neplanirane zaustavitve zaradi okvar, čakanja na material ali drugih vzrokov 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 prioriteti 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 ciklikih 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 nastavitve 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 informatiziranosti poslovnih procesov. Je avtor ali soavtor več kot sto znanstvenih, strokovnih in drugih publikacij.