

**MODEL UPRAVLJANJA PROIZVODNIM PROCESOM U
REMONTNO-PROIZVODNIM SISTEMIMA NA BAZI LEAN
KONCEPTA**

**MODEL OF PRODUCTION MANAGEMENT IN OVERHAUL-
PRODUCTION SYSTEMS BASED ON LEAN CONCEPT**

**Dr Bogdan Marić, docent
Dr Slaviša Moljević, docent
Univerzitet u Istočnom Sarajevu,
Mašinski fakultet
Istočno Sarajevo**

**Dr Dragan Rajković
Grupa Zastava Vozila
Kragujevac**

REZIME

U radu je prezentovan model upravljanja proizvodnim procesom u remontno-proizvodnim sistemima na bazi kvantitativno i kvalitativno identifikovanih alata lean koncepta u smislu optimalno izabranog njihovog broja i postupaka relevantnih za postizanje povišenog nivoa fleksibilnosti upravljanja proizvodnim procesom u remontno-proizvodnim sistemima. Karakteristika ovog modela je opšta pozicija kompetitivnosti remontno-proizvodnih sistema na tržištu, koja se mjeri efektivnošću i efikasnošću svojih procesa rada.

Ključne riječi: upravljanje, remontno-proizvodni sistem, proizvodni proces, lean alati.

SUMMARY

This paper shows a model of production process management in overhaul-production systems based on identified quantitative and qualitative lean concept tools, in sense of optimum selected number of tools and processes relevant to achievement of high level flexibility of production management in overhaul-production systems which results in general position of overhaul-production systems competition on the market, which is measured with effectiveness and efficiency of its operating processes.

Key words: management, overhaul-production system, production process, lean tools.

1. UVOD

Osnovne tendencije razvoja savremene organizacije i tehnologije remonta tehničkih sistema vezane su sa daljim razvojem upravljanja proizvodnim procesom opravke tehničkih sistema kao najznačajnijim zadatkom u razvojnoj politici remontno-proizvodnog sistema. Upravljanje proizvodnim procesom određuje buduća ponašanja remontno-proizvodnog sistema, pri čemu se otklanjaju nepovoljna spoljna i unutrašnja dejstva na proizvodni proces opravke tehničkih sistema. Pri tom se obezbjeđuje ostvarivanje optimalnih proizvodnih rezultata, a to je remont tehničkih sistema određenog kvaliteta u predviđenim rokovima, pri uslovu optimalnog korištenja kapaciteta i ukupnih troškova remonta.

Da bi se efikasno upravljalo proizvodnim procesom, uspostavljaju se određeni modeli koji zavise ne samo od tipa nego i od vrste proizvodnje. Zato naučno istraživačke ustanove, ili istraživači samostalno, razvijaju sopstvene modele za upravljanje proizvodnim procesom, a zatim ih prilagođavaju konkretnim slučajevima.

Polazeći od osnovnih ciljeva upravljanja:

- smanjenje trajanja ciklusa remonta,
- minimiziranje troškova obrtnih sredstava,
- smanjenje troškova remonta,
- optimalno korištenje kapaciteta, itd.,

dolazi se do osnovnih podsistema modela upravljanja koji obuhvataju: upravljanje proizvodnim procesom, upravljanje kvalitetom, upravljanje zalihama i upravljanje troškovima.

Osnovni podsistem obuhvata upravljanje proizvodnim procesom. Ovim podsistemom obuhvaćen je najveći broj ostalih podsistema, čije se upravljačke akcije i zadaci odvijaju preko realizacije podsistema operativnog upravljanja proizvodnim procesom. Pored toga, upravljanje proizvodnim procesom je najvažniji i najsloženiji dio ukupnog, odnosno integralnog upravljačkog procesa u remontno-proizvodnom sistemu, koji se bavi upravljanjem proizvodnim procesom opravke tehničkih sistema kao kompleksnim zadatkom.

2. TEORIJSKA RAZMATRANJA U USPOSTAVLJANJU MODELA

Predmetno istraživanje se bazira na lean konceptu iz sljedećih razloga:

Prvo, riječ je njegovom porijeklu. Lean koncept je, kao što je poznato, japanski koncept nastao u kompaniji TOYOTA koja je izuzetno reprezentativan primjer uspješne japanske kompanije. Put kompanije TOYOTA od Drugog svjetskog rata do danas reprezentuje svu specifičnost japanskih kompanija.

Drugo, lean koncept predstavlja sistemski prilaz u organizaciji proizvodnih i industrijskih sistema, odnosno to je metod harmonijskog usklađivanja dejstva ljudi, organizacije i tehnika, odnosno sredstava rada.

Treće, lean koncept je moćan set alata koji može stvoriti superiorne organizaciono-menadžmentske a time i finansijske rezultate.

Četvrto, to je proces sistemskog pristupa prema postepenom, mirnom i neprekidnom poboljšanju procesa u cilju eliminisanja gubitaka u preduzeću.

Peto, lean koncept tretira meke tehnologije organizacije i uglavnom zavisi od ljudi, njihove vještine, dosljednosti u izvršavanju zadataka i njihove motivisanosti.

Šesto, lean preduzeće je u suštini humano preduzeće.

Da bi se cjelokupan lean koncept mogao implementirati, postoji niz alata i metoda, prikazanih na slici 1, koji moraju biti provedeni unutar preduzeća.

Krajnji ishod lean koncepta je oblikovanje fleksibilnih, odnosno lean proizvodnih sistema koji mogu u najkraćem vremenu da odgovore na zahtjev svakog pojedinačnog kupca a da pri tom ne dođe do zastoja u proizvodnji i nagomilavanja nezavršenih proizvoda.

S obzirom na rezultate koje je postigla japanska privreda primjenom lean koncepta, smatra se da vizija lean koncepta u našim uslovima treba da bude prihvaćena u grubom obliku, a da cilj bude iznalaženje uslova da se uoče faktori koji dovode do uspjeha.

Taiichi Ohno, glavni projektant Toyota proizvodnog sistema, isticao je da ništa nije savršeno, ali da se mora odnekuda početi kako bi se vremenom usavršili procesi i dostiglo željeno stanje sistema, te da je neophodno početi istraživanje od same proizvodnje, jer teorijsko znanje nam ne može obezbijediti uvid u pravo stanje sistema.

ALATI I METODE U POSTUPCIMA OBLIKOVANJA LEAN KONCEPTA			
JIT	SMED	TPM	TQM
Raspored opreme	Kontinuirani tokovi	Nagara sistem	KAIZEN
5 S	Standardizacija rada	Mjesta skladištenja	Vizuelni sistemi
Grafička predstavljanja i analize procesa rada (VSM)			
Radni timovi / visokomotivisani radnici / 5 zašto / orijentacija na kupce			

Slika 1. Alati i metode u oblikovanju lean koncepta

Zbog toga postoji poseban interes da se u ovom predmetnom radu obrazloži model upravljanja proizvodnim procesom opravke tehničkih sistema u remonto-proizvodnim sistemima na bazi lean koncepta. Prilaz se zasniva na iznalaženju optimalne varijante postupaka upravljanja procesima rada u smislu obezbjeđenja izlaza (*outputa*) tehničkih sistema u remontu u predviđenim rokovima pri uslovu optimalnog korištenja kapaciteta i ukupnih troškova remonta. Osnovni dio tog modela čine operativno planiranje (terminski planovi), planiranje kapaciteta i kontrola rada u remonto-proizvodnom

sistemu. Dakle, preko ova tri podsistema remonto-proizvodni sistem ostvaruje tzv. kontrolu proizvodnog procesa, odnosno na ovaj način se u skraćenom obliku operativno upravlja proizvodnim procesom opravke tehničkih sistema u remonto-proizvodnim sistemima. O takvom modelu upravljanja govori se u ovom predmetnom radu.

Predloženi model zasniva se na trima bitnim osobinama:

Prvo, model pokreće proizvodni proces na zahtjev kupca (PULL sistem, koji govori da kupac pokreće cjelokupnu aktivnost);

Drugo, to je model „pravovremene“ proizvodnje (JIT). Kod pravovremene proizvodnje se proizvode, odnosno regenerišu samo neophodni dijelovi u određenim količinama i za određeno vrijeme, dok su zalihe u toku svedene na minimum;

Treće, ovaj model poklanja pažnju čovjeku, to jest radnom potencijalu kojem se omogućava da potpuno izrazi svoje radne i stvaralačke sposobnosti, kao i aktivno učešće u proizvodnom procesu.

Uz navedene osobine model se zasniva se i na alatima lean koncepta, ali nisu ograničeni na:

- Just-In-Time (JIT) pristupu,
- Nagara sistemu,
- kontinuiranom poboljšanju, odnosno KAIZEN-u,

i na Microsoft Project softverskim alatima.

Detaljan opis primjene navedenih alata lean koncepta u uspostavljanju modela obrađen je u literaturi [2], a ovdje ćemo se zadržati samo na osnovama.

2.1 Metode i postupci JIT-a:

U predmetnom radu JIT je tretiran kao faktor koji posmatra skraćivanje vremena u procesima rada primjenom određenih metoda, alata i tehnika, odnosno kao skup metoda i postupaka kojima je cilj projektovanje proizvodnog procesa na način da može vremenski puno preciznije odgovoriti na zahtjeve za isporukom.

U te metode i postupke spadaju, ali nisu ograničeni na:

JIT terminiranje. JIT terminiranjem se usklađuje proizvodnja, odnosno regeneracija dijelova sa montažom tehničkog sistema u remontu.

Osnovne postavke na kojima se bazira JIT terminiranje su:

- opravka, odnosno proizvodnja dijelova i sklopova je u funkciji izvršenja plana remonta tehničkog sistema proizašlog iz zahtjeva kupca (*PULL princip*);
- lokalno terminiranje (*decentralizovano planiranje i upravljanje proizvodnim procesom*);

- uprošćeno komuniciranje (*bepapirno terminiranje i upravljanje - Electronic Data Interchange, EDI*);
- naglašenost proizvodnje prema zahtjevima kupca i njene jednostavnosti.

Dijagramska metoda prioriteta (PDM).

Koristi se za terminiranje, naročito kod primjene softverskih alata za mrežno planiranje zbog mogućnosti da prikaže terminske planove na pogodan način i predstavi složene odnose prioriteta na način kao što je prikazano na slici 2.

Pravila prioriteta. Ova pravila služe da se u toku proizvodnog procesa odredi prvenstvo poslova u redu čekanja pred određenim radnim mjestom, odnosno pravilima prioriteta vodimo poslove u proizvodnom procesu, tako da ostvarimo željene rokove njihovog završetka.

Upravljanje kapacitetom radnog mjesta.

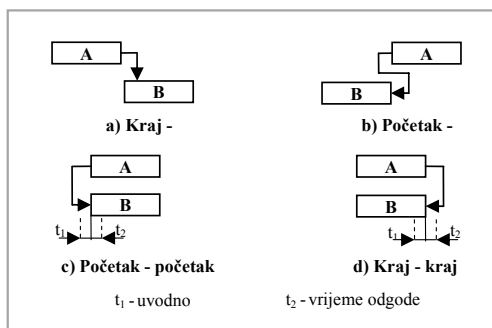
U lean proizvodnom sistemu ima za cilj da odredi efektivni kapacitet u funkciji realnog vremena, odnosno da definiše raspoloživo vrijeme u kome je svaki tehnološki sistem i svaki radnik dostupan za izvršenje posla uzimajući u obzir određene aktivnosti koje se u lean predezeću provode svakodnevno i na sedmičnim osnovama, kao što su totalno produktivno održavanje, KAIZEN sastanci i sastanci u vezi sa bezbjednošću, na način kao što je prikazano na slici 3.

Input-Output kontrola. Koristi se za regulaciju inputa u odnosu na outpute i raspoložive kapacitete. Znači, input-output pravilom će se kontrolisati puštanje poslova u radionicu da ne bi bila preopterećena.

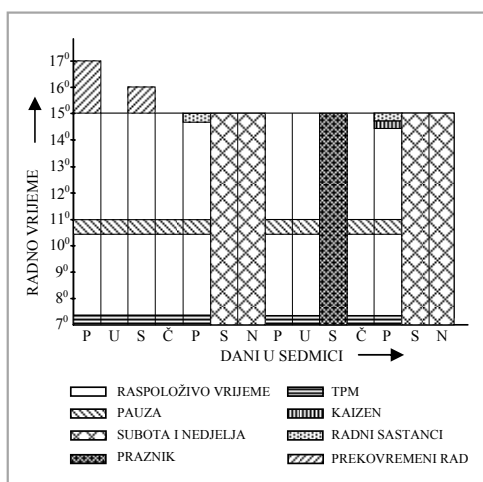
JIT u E-poslovanju. Omogućava JIT razmjenu informacija što povećava efikasnost logističkih procesa i usluga. E-poslovanje otvara vrata novoj poslovnoj paradigmi - isporučiti proizvod „upravo na vrijeme“ i obezbjeđuje JIT protok informacija, podataka i „signala“ koje šalju korisnici. Pristup JIT nema isključivu primjenu na proces proizvodnje, već se kao „lean mišljenje“ implementira i u sve druge vrste procesa.

2.2 NAGARA sistem

Problemi planiranja, upravljanja i optimalnog korištenja raspoloživih ljudskih potencijala pri realizaciji proizvodnih zadataka zaslužuju posebnu pažnju, jer se u njima traže izvori racionalnog poslovanja. S obzirom na to da se ljudi tretiraju kao učesnici u proizvodnom procesu, sve više se poklanja pažnja efektivnom i efikasnom njihovom korištenju. Prilaz se zasniva na primjeni alata lean koncepta - Nagara sistema, koji kod ljudskih potencijala zahtijeva veću interdisciplinarnost pojedinaca, tj. raznovrsnost poslova u interesu cjelokupne a ne samo radne efikasnosti. Tako se edukovanim radnicima dodjeljuje opsluživanje više radnih mjesta ili mašina radi smanjenja broja radnika u proizvodnom procesu, uravnoteženja



Slika 2. Odnosi prioriteta u PDM-u



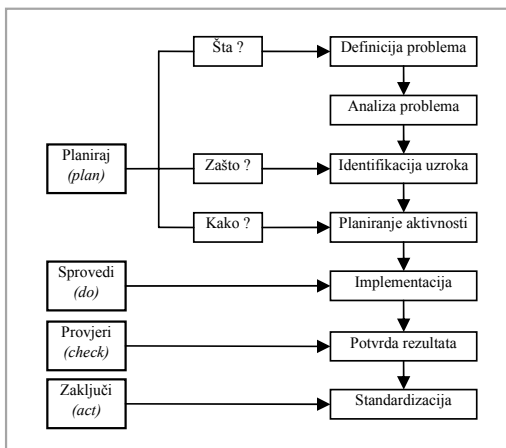
Slika 3. Struktura radnog vremena [2]

raspodjele rada i ekonomičnijeg proizvodnog procesa. To će uveliko uticati na efektivnost i efikasnost svakog proizvodnog sistema.

2.3 KAIZEN

KAIZEN je kontinuirano unapređenje procesa u cilju eliminisanja gubitaka u preduzeću. Svoje temelje zasniva na učenjima Edvardsa Deminga i njegovog kruga kvaliteta sa četiri osnovne aktivnosti koje treba sprovesti; planiraj (*plan*), sprovedi (*do*), provjeri (*check*) i zaključi (*act*), kao što je prezentovano na slici 4.

KAIZEN ne cilja na fundamentalna unapređenja procesa, jer je njih veoma teško postići, nego na mala ali konstantna unapređenja. Mala konstantna unapređenju u dužem vremenskom periodu, postižu velike uštede i značajna poboljšanja u svim procesima u preduzeću.



Slika 4. Redoslijed aktivnosti u kaizen događaju

3. FUNKCIONISANJE MODELA

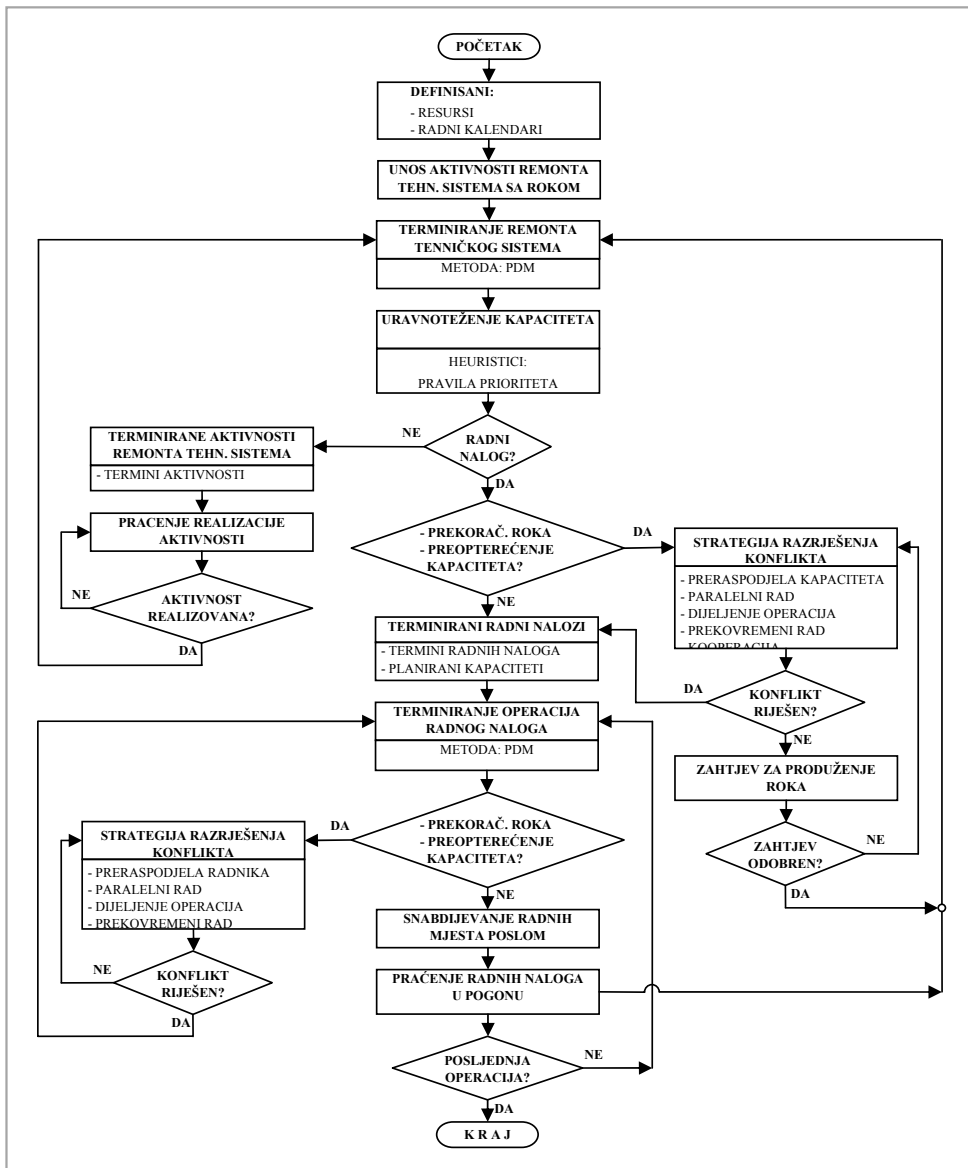
Algoritam modela koji se predlaže i opisuje proces upravljanja proizvodnim procesom u remontno-proizvodnim sistemima prikazan je na slici 5.

Njegove funkcije uključuju upravljanje proizvodnim procesom pomoću radnih naloga i praćenje svih faza rada proizvodnog procesa. Iz strukture sistema proizlazi da je potrebno, kao uslov za funkcionisanje sistema, prilikom projektovanja sistema formirati bazu podataka u kojoj se nalaze:

- radna mjesta dobijena tehnološkim oblikovanjem proizvodnog procesa opravke tehničkih sistema,
- radni potencijal sa definisanom raznovrsnošću poslova pojedinaca,
- radni kalendar svakog radnog mjesta i svakog radnika ponaosob,
- „bazni“ radni nalozi strukturirani u „bazni“ plan remonta određenog tipa tehničkog sistema.

Proces planiranja počinje kada prodaja dostavi naloga za rad, bilo da je riječ o remontu tehničkog sistema ili izradi rezervnog dijela operativnoj pripremi, sačinjenog prema zahtjevu kupca. Operativna priprema na osnovu naloga za rad i zahtjeva kupca, prvenstveno u pogledu roka isporuke, lansira „bazne“ radne naloge u pogon, gdje se na osnovu njih vrši rastavljanje tehničkog sistema i tehnološki pregled, odnosno defektacija. Nakon izvršenog tehnološkog pregleda formiraju se radni nalozi za opravku tehničkog sistema u remontu. Tako definisani radni nalozi predstavljaju podlogu za planiranje i terminiranje remonta tehničkog sistema, koji predstavlja jedinstveni problem terminiranja projekta, budući da su terminski planovi remonta tehničkog sistema jedinstveni znatno se razlikuju od problema terminiranja proizvodnje koja se ponavlja, odnosno serijske proizvodnje.

Znači, potrebno je planirati remont u cjelini, kako putem radnih naloga, tako i pojedinačnim aktivnostima sve do kompletnog završetka tehničkog sistema u remontu. Kako se na slici 5. vidi, terminiranje se izvodi dijagramskom metodom prioriteta, a uravnoteženje kapaciteta njegovim pravilima.



Slika 5. Algoritam funkcionisanja modela [2]

Terminiranje se sastoji iz proračunavanja proizvodnog ciklusa svakog radnog naloga i obezbjeđenje kapaciteta po pojedinim radnim mjestima. U slučaju da su kapaciteti preopterećeni ili rokovi realizacije prekoračeni, primjenjuje se jedna od strategija za razrješenje konflikta, bilo preraspodjelom kapaciteta, paralelnim radom, dijeljenjem operacija, prekovremenim radom ili kooperacijom.

Ukoliko se konflikt ne može riješiti, traži se produženje roka.

Rješenjem konflikta dobijamo terminirane radne naloge i planirane kapacitete.

U slučaju da su izlazi iz plana remonta aktivnosti koje se realizuju u drugim poslovnim funkcijama preduzeća, operativna priprema vrši njihovu koordinaciju i praćenje realizacije da bi se realizovale u planiranim rokovima.

Upravljanje proizvodnim procesom u remontno-proizvodnom sistemu pomoću radnih naloga usmjereno je na organizovano upravljanje zadacima tako što se prepoznaju detalji, dok globalna slika plana remonta tehničkog sistema ostaje očuvana.

Uzimajući u obzir specifične podatke o nalogu, kao što su podaci o količini i terminima isporuke, zadatak upravljanja radnim nalogima je dobijanje podloga za terminiranje proizvodnog procesa, planiranje kapaciteta i praćenje realizacije radnih naloga koje provodi radionička priprema proizvodnje.

Osnovni zadatak radioničke pripreme je upravljanje proizvodnim procesom u pogonu, odnosno radionici. Njeni zadaci odvijaju se kroz dvije faze. U prvoj fazi rada vrši se terminiranje radnih naloga, tj. određivanje planiranih termina početaka i završetaka svih operacija lansiranih radnih naloga, odnosno lokalno terminiranje. Na osnovu tako dobijenih terminskih planova u drugoj fazi rada vrši se pravovremeno snabdijevanje radnih mjesta poslom, a sastoji se od pripreme poslova, njihovog prenošenja na radna mjesta, te praćenja i regulisanja proizvodnog procesa.

U slučaju da su kapaciteti preopterećeni ili rokovi realizacije prekoračeni, primjenjuje se jedna od strategija za razrješenje konflikta, bilo preraspodjelom kapaciteta, paralelnim radom, dijeljenjem operacija ili prekovremenim radom.

Aktivnosti i realizaciju radnih naloga treba nadzirati prema vremenu i stepenu izvršenja u skladu s planom realizacije remonta. Kad između stvarnih rezultata i plana postoje vidljive razlike, treba preduzeti korektivne akcije koje mogu uključivati i reviziju plana, realokaciju kapaciteta ili druge promjene u planu remonta. Nakon korektivnih akcija plan remonta bi trebao ponovo postati ostvariv.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA PROCESA RADA PRIMJENOM LEAN ALATA

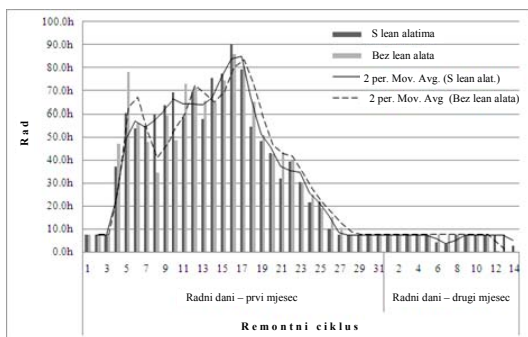
Primjenjujući osavremenjen prilaz u oblikovanju predloženog modela u predmetnom radu su prikazani rezultati istraživanja uticaja alata lean koncepta: Nagara sistema, Just-In-Time-a i Layout-a na raspodjelu rada i trajanje remontnog ciklusa u procesu opravke turbomlaznih motora „VIPER“, simulacijom procesa rada uz podršku Microsoft Project softverskih alata.

Rezultati eksperimentalnih istraživanja uticaja lean alata na raspodjelu rada u remontnom ciklusu prikazani su na slici 6.

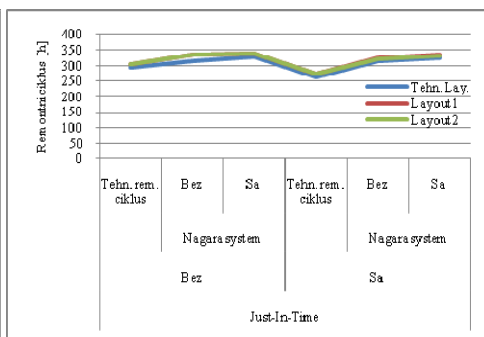
Iz dijagrama se vidi da je došlo do uravnoteženja raspodjele rada između petog i trinaestog radnog dana, što navodi na zaključak da se implementacijom lean alata može doći do remontno-proizvodnog sistema čije će uravnoteženje procesa rada opravke turbomlaznih motora biti prihvatljivo. Može se konstatovati da je došlo do skraćivanja trajanja remontnog ciklusa turbomlaznog motora „VIPER“ sa dosadašnjih 60 do 90 radnih dana na 43 do 47 ili 28,3 do 47,8%, uz smanjenje broja radnika za 51,5% [2]. Posebno se ovo odnosi na mogućnost izbora radnog potencijala kvalifikovanih i obučanih radnika u izvršavanju ključnih procesa rada, čime se izbjegava entropija sistema koja se stvara zbog prisustva nesposobnih radnika, a odbijaju ili prolongiraju izvršavanje poslova zbog stalnih traženja pomoći prilikom dijagnostikovanja stanja.

Rezultati eksperimentalnih istraživanja uticaja lean alata u na dužinu remontnog ciklusa prikazani su na slici 7.

Iz dijagrama se vidi da najveći uticaj na trajanje remontnog ciklusa ima alat lean koncepta - Just-In-Time. Iza njega slijedi Nagara sistem. Uočava se da Layout prostorne strukture značajno ne utiče na trajanje remontnog ciklusa. S druge strane, Layout značajno uređuje tokove predmeta rada, uređujući ih u progresivne i nepovratne tokove [2]. Međutim, dalja poboljšanja moraju se usmjeriti na Just-In-Time i Nagara sistem. Oni su veoma značajni u budućem radu remontno-proizvodnog sistema, posebno Nagara sistem.



Slika 6. Dijagram raspodjele rada [2]



Slika 7. Grafički prikaz uticaja lean alata [2]

5. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Na osnovu navedenih činjenica teorijskih i eksperimentalnih istraživanja moguće je zaključiti:

- Japanska proizvodna filozofija i njen lean koncept ima moćan set alata, metoda i principa koji, kada se usvoje, mogu stvoriti superiorne organizaciono-menadžmentske a time i finansijske rezultate. Njegovi principi implementacije moraju se primjenjivati u cijelom industrijskom sistemu da bi se dobili značajniji efekti u remontno-proizvodnim sistemima.
- Na osnovu literaturnih istraživanja i onih koja su provedena u realnim industrijskim sistemima [1,2], može se konstatovati da primjena ovog koncepta omogućava povišenu efektivnost i efikasnost i zahtijeva brže prilagođavanje okruženju.
- Primjenom predloženog modela stvoreni su uslovi za implementaciju alata lean koncepta: Nagara sistema u upravljanju interdisciplinarnim radnim potencijalom u realnom vremenu i Just-In-Time (JIT) u upravljanju vremenom ciklusa opravke tehničkih sistema.
- Konačno, treba naglasiti da model obezbjeđuje potreban i blagovremen broj informacija da se pravovremeno, čak preventivno može djelovati u pripremi poslova za dodjelu na radno mjesto, odnosno stvoreni su uslovi da se obezbijedi „zatvoreno“ radno mjesto. Obezbuđenje takvog radnog mjesta i njegovo snabdjevanje dokumentacijom, materijalom i pronalaženje i podešavanje alata za narednu operaciju i otpremanje dijelova za sljedeću operaciju prelazi u obavezu radioničke pripreme.

Razvijanjem modela upravljanja proizvodnim procesom u određenom području realno su stvorene pretpostavke za dalja istraživanja koja će obuhvatati analizu primjene alata lean koncepta i u druge oblasti poslovanja remontno-proizvodnog sistema. Ovo je potrebno iz razloga što se lean koncept formira za svaki proizvodni sistem posebno i ima svoje specifičnosti u vezi s tehnologijom, prostorom i ljudima.

6. LITERATURA

- [1] Božičković, R.: Lean koncept u efektivnim proizvodnim sistemima, doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2005.
- [2] Marić, B.: Model upravljanja proizvodnim procesom u remontno-proizvodnim sistemima na bazi lean koncepta, doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Istočno Sarajevo, 2010.
- [3] Roger G. Schroeder: Upravljanje proizvodnjom – Odlučivanje u funkciji proizvodnje, MATE, Zagreb, 1999.