



Rad po pozivu

MOGUĆNOST PRIMJENE INTELIGENTNOG AGENT BAZIRANOG SISTEMA U DRVNOJ INDUSTRIJI

Prof.dr Aleksandar Vujovic¹

Prof.dr Zdravko Krivokapić²,

Prof.dr Jelena Jovanovic³,

Gordan Kijanović

Rezime: Primjena inteligentnih sistema u proizvodnji predstavlja neminovnost u cilju obezbjeđenja konkurentnosti na globalnom tržištu i ostvarivanja visokog nivoa fleksibilnosti proizvodnih sistema za potrebe stalnog prilagođavanja promjenama. Kao jedan od često primjenjivanih oblika inteligentnih sistema su agent bazirani sistemi čijom se primjenom obezbjeđuju značajne uštede u materijalu i vremenu kroz optimizaciju aktivnosti u jednom proizvodnom sistemu. Kao preduslov uspješne primjene ovih sistema se smatra kvalitetno sprovedena faza snimka i analize polaznog stanja i definisanje mogućnosti za primjenu inteligentnih sistema. Težnja autora ovoga rada je upravo da ukažu na značaj primjene agent baziranih sistema i mogućnost njihove primjene u drвноj industriji.

Ključne reči: agent, inteligentni sistemi, drvna industrija, konkurentnost

JEL Klasifikacija: L73, C63, O32

¹ Prof.dr Aleksandar Vujović, Mašinski fakultet Podgorica, Crna Gora, aleksv@ac.me

² Prof.dr Zdravko Krivokapić, Mašinski fakultet Podgorica, Crna Gora, zdravkok@ac.me

³ Prof.dr Jelena Jovanović, Mašinski fakultet, Podgorica, Crna Gora, sjelena@t-com.me

1. UVODNA RAZMATRANJA

Proces globalizacije zahvata sve sfere društvenog života i stvara sasvim nove uslove proizvodnje i socio ekonomskih kretanja. Stvaraju se nova mjerila uspjeha i značajno uvećavaju zahtjevi potrošača kako sa aspekta kvaliteta tako i sa aspekta dizajna i izmjenjivosti. Takvi uslovi organizacijama nameću obavezu stalnog prilagođavanja i razvoja svojih kapaciteta kroz njegovanje pristupa koji su orijentisani ka znanju, kvalitetu, kompetentnosti i kontinuitetu.

Ranije faze u razvoju proizvodnje su bile okarakterisane sa ogromnim serijama koje su davale mogućnost organizacijama da svoje proizvodne kapacitete kako u tehnici i tehnologiji, tako i u razvoju znanja projektuju na duži period i obezbijede održivi razvoj. Međutim, danas su uslovi sasvim drugačiji i proizvodnja i svi faktori koji na nju utiču se mijenjaju i moraju se stalno prilagođavati novim uslovima i zahtjevima tržišta. Zato se i razvija sasvim nova oblast inteligentnih sistema koji pojedinačnom primjenom ili u kombinaciji mogu da obezbijede visog nivo fleksibilnosti i prilagodljivosti jednog proizvodnog procesa. Neki od primjera inteligentnih sistema i/ili pristupa su:

- Agent bazirani sistemi,
- Lean koncepcija,
- Genetski algoritmi,
- Sistemi bazirani na socio-biološkim i matematičkim zakonitostima,
- Inteligentni menadžment sistemi,
- Roboti i slično.

Za inteligentne sisteme se kaže i da su ti sistemi koji mogu da rade samostalno ili sa velikim stepenom samostalnosti u jednoj izmjenjivoj i nepredvidivoj okolini sa minimalnim stepenom supervizije i kontakta od strane čovjeka. Bazično se inteligentne mašine mogu definisati kao hijerarhijske strukture sa prvenstvenim ciljem razvoja inteligencije, a nakon toga i preciznosti. One se razlikuju od drugih hijerarhijskih struktura i moraju imati opšti kontrolni mehanizam koji im omogućava ostvarivanje osobina po kojima se razlikuju kao na primjer uporedo korišćenje raspoložive memorije, prilagođavanje okolini i samo-organizacija, fleksibilnost shodno promjenama zahtjeva korisnika i ostalo. Najveći napor u procesu projektovanja i izrade inteligentnih sistema se upravo polažu na imitiranje ljudske logike, odnosa i težnje ka istraživanju. Sledeći redovi ovoga rada ukazuju na razvoj i specifičnosti inteligentnih sistema sa posebnim osvrtom na primjenu agent baziranih sistema sa ciljem da se istakne njihov značaj i mogućnost primjene na konkretnim uslovima proizvodnje predmeta od drveta.

2. INTELIGENTNI AGENT BAZIRANI SISTEMI, RAZVOJ I SPECIFIČNOSTI

Razvoj inteligentnih sistema i počeci bavljenja ovom tematikom bi mogli da se traže u dalekoj istoriji. Međutim, u literaturi se najčešće kao ozbiljniji nagovještaj razvoja inteligentnih sistema navodi 1937. godina i Turingove aktivnosti opisane u radu "On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem" u kojem govori o inteligentnoj mašini koja može da "misli" kao što to radi i čovjek. Alan Mathison Turing (1912-1954) je bio britanski matematičar i kriptograf koji se smatra ocem modernih kompjutera. Kasnije 1950. godine, britanski žurnal Mind, objavljuje i Turingov test inteligentnosti ili samo „Turingov test“, kojim su se ispitivale mašine na nivo inteligencije odnosno posjedovanje vještačke inteligencije. Postoje najvjerovatnije tačni pokazatelji koji ukazuju da osim čovjeka, ni jedna mašina do sada nije prošla ovaj test.

Kasniji razvoj inteligentnih sistema ide kroz proces razvoja i primjene genetičkih algoritama u CAD/CAM koncepcijama. Ovi sistemi su našli ogromnu primjenu u rešavanju i najkompleksnijih problema projektovanja.

Posebno mjesto u razvoju inteligentnih sistema pripada sigurno programabilnih CNC sistema sa mogućnostima programiranja kretanja komada, alata, definisanje i podešavanje režima hlađenja i ostalo.

Kasnije se prostor za razvoj i istraživanja u oblasti inteligentnih sistema može definisati kroz sledeće tri oblasti:

- uključivanje vještačke inteligencije u CAM sisteme,
- modeliranje i kontrola različitih parametara alata primjenom vještačke inteligencije,
- ugradnja vještačke inteligencije u CNC jedinice.

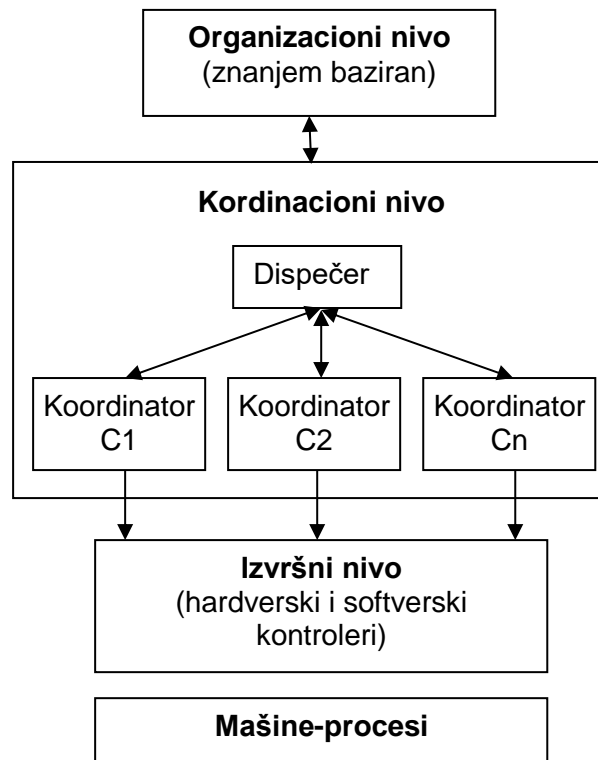
U početnom dijelu u oblasti primjene vještačke inteligencije posebno su se kao najatraktivniji izdvojili sistemi bazirani na znanju (ekspert sistemi, sistemi za podršku odlučivanju i sl.), zatim i neuralne mreže,

sistemi za zaključivanje na bazi slučaja, genetički algoritmi i “fuzzy” logički sistemi. Osnovni razlozi zašto se vještačka inteligencija može efikasno primijeniti u proizvodnim sistemima, se može sagledati u sledećem:

- nepreciznost i nejasnoća su uvijek sadržana u mentalnom sklopu onoga ko donosi odluku, a takvih subjekata je u poslovno-proizvodnim sistemima jako veliki broj posebno u današnjim prilikama,
- u poslovno-proizvodnim sistemima neophodno je postaviti informacije: za formulisanje modela, varijable, ograničenja određene parameter, a te elemente često nije moguće jednostavno i precizno mjeriti,
- nepreciznost i nejasnoća koja su rezultat personalnih stavova i nejasnoća ili subjektivnih mišljenja mogu kvalitativno i kvantitativno da ugroze raspoložive informacije.

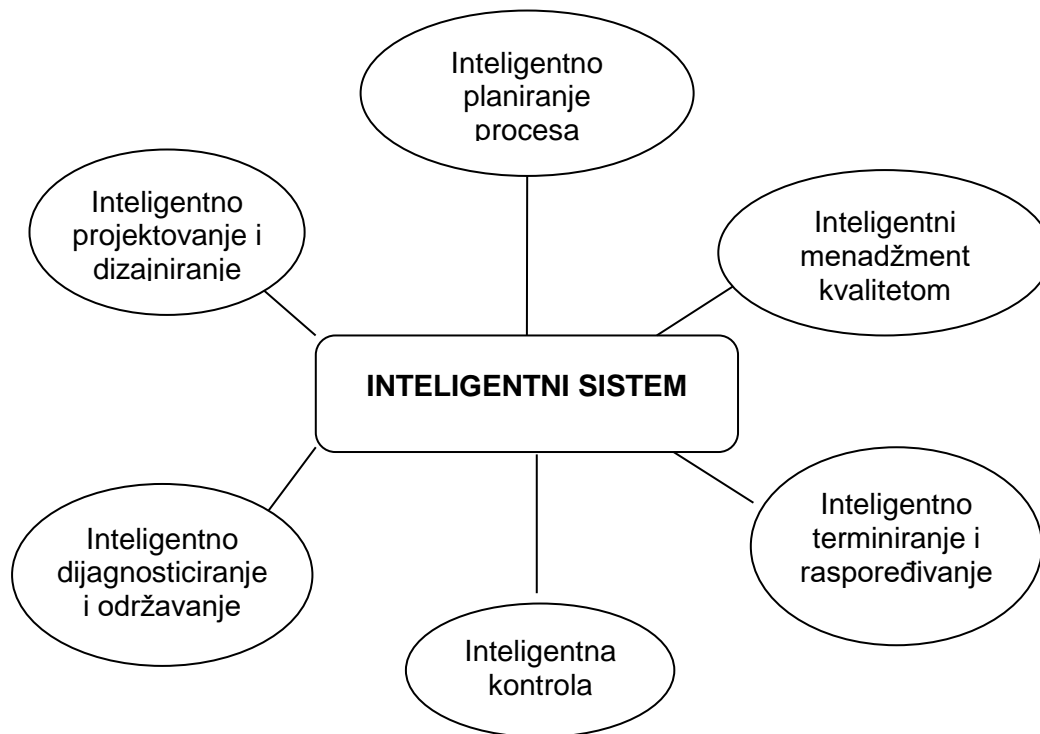
Inteligentni sistemi i inteligentne kontrole se razvijaju kako bi implementirale funkcije hijerarhijskog sistema i mogu se smatrati fuzijom između matematičkih i lingvističkih metoda i algoritama primijenjenih na sistem i njegove procese. Inteligentne kontrole su hijerarhijski distribuirane, prema principima razvoja i rasta inteligencije. Uopšte prihvaćena struktura se sastoji od tri nivoa kontrole i to (slika 1):

- organizacione kontrole,
- kontrole koordinacije i
- kontrole izvršenja.



Slika 1. Opšte prihvaćena struktura inteligentne kontrole/sistema

Jedan inteligentni sistem se sastoji od više segmenata, koji su prikazani na slici 2.



Slika 2. Komponente inteligentnog sistema

Inteligentno projektovanje i dizajn – moderni uslovi poslovanja danas kao posebno značajan element u procesu poslovanja i proizvodnje uopšte, zahtijevaju da se procesima dizajna i projektovanja usredsredi veoma značajna pažnja. To je preduslov da se izađe u susret korisničkim zahtjevima i potrebama, a samim tim i posredno proizvod ili usluga kasnije realizuju na tržište. Ova faza zahtijeva apsolutnu multidisciplinarnost i uključivanje velikog broja oblasti i disciplina.

Inteligentno planiranje – je process koji se sastoji od dinamičkih i kompleksnih aktivnosti. Proces planiranja podrazumijeva niz detaljnih opisa poslovnih i proizvodnih aktivnosti sa određenim zahtjevima i mogućnostima, kojima se vrši transformacija ulaznih parametara u niz izlaznih parametara odnosno rezultata. Inteligentni procesi planiranja uključuju mehanizme kao što su CAPP (eng. Computer Aided Process Planing – ili kompjutersko podržano planiranje procesa) kako u poslovanju tako i u proizvodnji uopšte.

Inteligentni menadžment kvalitetom – procesi inspekcije i statističke kontrole procesa, koji su se primjenjivali kao klasični mehanizmi kontrole kvaliteta na proizvodnim linijama, danas prelaze u oblike koji su opštiji i obuhvataju i sve poslovne i uopšte proizvodne procese. Ovaj trend dostiže nivoe TQM pristupa (eng. TQM – Total Quality Management – Totalni menadžment kvalitetom), modela za ocjenjivanje poslovne izvrsnosti pa do nivoa QoM (eng. Quality of man/life – kvalitet života).

Inteligentno dijagnosticiranje i održavanje – osnovni cilj ovog pristupa je da se moguće greške u sistemu identifikuju u ranoj fazi kako bi se mogle sprovesti aktivnosti da se izbjegne slabljenje organizacionih performansi. Pored samog nagovještaja o mogućem nastanku greške, kao po mnogima najvažnije aktivnosti, ovaj pristup mora da obezbijedi i informacije o tipu i veličini greške, analizi i ocjeni mogućeg rizika i odnosno njegove veličine, kao i definisanje mjera za rješavanje problema. Dakle, pristup mora da bude zaokružen i da obezbijedi: identifikaciju, klasifikaciju, ocjenu i mjere za rješavanje. U današnjim uslovima poslovanja, svaka od ovih faza uključuje moderne tehnike posebno iz oblasti primjene vještačke inteligencije.

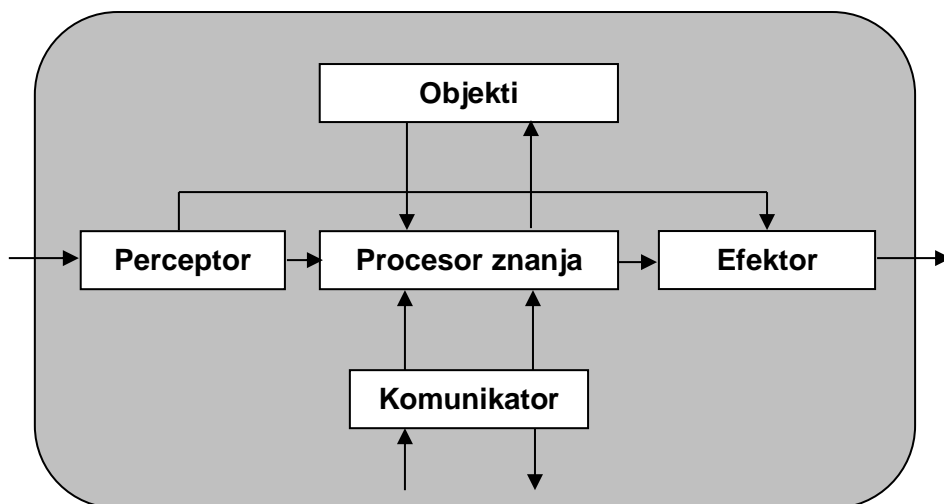
Inteligentno raspoređivanje i terminiranje – predstavlja proces koji podrazumijeva optimizaciju u pravljenju rasporeda opreme i definisanje termina za njeno pokretanje i obavljanje planirane funkcije. Ovo je veoma složen proces i zahtijeva usaglašavanje i optimizaciju ogromnog broja parametara. Često se dešava da se određeni parametri i njihovi optimumi ne slažu odnosno suprotni su jedan drugom i u tom slučaju je neophodno uraditi optimizaciju i odlučivanje o tome koje vrijednosti treba dodijeliti kojem parametru ali tako da sistem u trenutnom i budućem stanju bude sa maksimalnom efektivnošću.

Inteligentna kontrola - podrazumijeva proces kojim se ostvaruje signal koji govori o stanju predmeta i/ili njegovog dijela na osnovu koga sistem daje odgovor odnosno sprovodi određenu akciju u cilju postizanja ranije definisanih zahtjeva za proizvod. Danas se ovi procesi ostvaruju na osnovu primjene softvera kojima se reaguje na primjer na stanje procesa koji ima definisane ciljeve koji su mjerljivi ili na primjer na bazi signala koji dolazi od senzora koji, utiče na kretanje mašine i na taj način ostvarivanje planirane mjere.

Kako bi se stekli uslovi da se u današnjim uslovima privređivanja stvori sistem koji na efikasan način, ne smanjujući kvalitet i ne povećavajući cijenu, može izaći u susret zahtjevima korisnika, razvijena je i koncepcija proizvodnje bazirane na agentima. Postoji više karakteristika ovog koncepta koje mu daju za prvo da nađe adekvatnu primjenu i to:

- agenti su autonomni i na bazi toga oni kontrolišu svoje interno stanje i ponašanje u odnosu na okolinu,
- agenti su racionalni u smislu da oni mogu da rezonuju na bazi podataka koje primaju, o načinu kako da bolje dođu do cilja,
- agenti su adaptivni u smislu da mogu da uče i modifikuju svoje ponašanje shodno okolini i boljem putu za postizanje cilja,
- agenti su ciljem orijentisani i proaktivni objekti koji svojim kapacitetima stvaraju kontrolu na osnovu internih ciljeva,
- agenti tipično uvijek traže nove informacije o okolini i nikada nijesu zadovoljni skupom informacija koje u tom trenutku posjeduju,
- agenti imaju izražene sociološke osobine jer mogu i teže da sarađuju sa drugim agentima ostvarujući multi-agentni sistem koji ima svoje zajedničko djelovanje i stil ponašanja.

Da bi se postavila jedna agentom bazirana proizvodnja, prvo se mora postaviti definicija “agenta”. Ne postoji univerzalno postavljena definicija za agenta. U praktičnim aplikacijama, pod agentom se smatra samo usmjeravajući program koji ima svoje sopstvene vrednosni sistem i mogućnost da riješi određene podzadatke nezavisno od drugih u sistemu i da zatim komunicira sa drugima i doprinosi svojim rešenjem procesu rešavanja ukupnog problema. Ovo radi na svoju inicijativu ili na zahtjev nekog drugog agenta. Na slici 3 je predstavljen model agenta sa 4 komponente.



Slika 3. Model agenta sa 4 komponente

- **Procesor znanja** je znanjem baziran system koji skladišti i procesira neophodno znanje za agenta koji i ulogu koja mu je namijenjena u sistemu,
- **Perceptor** je kanal koji omogućava agentu da prima informacije iz spoljašnjeg svijeta,
- **Efektor** je interfejs agenta kojim on mijenja ili ima uticaj na svoju poziciju u zajednici,
- **Komunikator** je mehanizam kojim agent razmjenjuje stavove ili viđenja sa ostalim članovima zajednice,
- **Objekti** predstavljaju listu pravila po kojima se agent upravlja.

Dakle, sada se MAS (Multy Agent System) može definisati kao jedan otvoren i distirbuiran system koji je formiran od grupe agenata koji se kombinuju jedan sa drugim u cilju kooperacije neophodne za rešavanje

problema. MAS se može primjenjivati u mnogim oblastima. U današnjim proizvodnim i poslovnim sistemima koji su striktno decentralizovani, ovakva primjena sistema je veoma značajna.

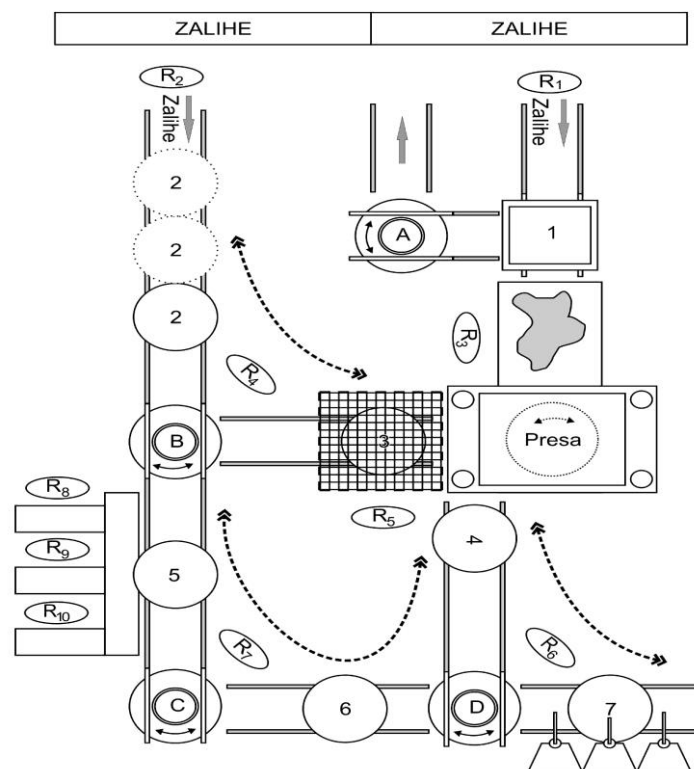
Da bi se shvatio pojam agenta, mogu se prikazati neke osobine koje predstavljaju kombinaciju definicija i viđenja pojma agent od strane više autora koja kaže da je agent jedan softverski entitet koji:

- je autonoman,
- može da predstavlja fizičke resurse (na primjer robot i slično),
- može da predstavlja logičke resurse (rasporedi, redovi i slično),
- ima inteligenciju da rade sopstvene odluke i djela u cilju postizanja cilja (planiranje procesa, raspoređivanje i slično),
- ima mogućnost da saraduje sa drugim agentima (kao sa ljudima) u slučajevima kada nema dovoljno znanja da bi postigla definisane ciljeve,
- može da reaguje sa okolinom na mjestima gdje se postavi (na primjer u proizvodnoj sredini) i da tu može da se mijenja i prilagođava shodno znanju koje posjeduje,
- može da reaguje u kontekstu stimulacije (kao stimulator) i da definiše plan akcija shodno raspoloživom znanju,
- može da odlučuje na bazi svoga znanja o tome da li će prihvatiti ili odbiti zahtjeve drugih agenata,
- ima mogućnost da prikuplja i memoriše novo znanje.

Postoje mnoge prednosti u korišćenju ovih sistema. Prvo, ovi sistemi imaju informacije koje su razdijeljene po agentima i nemaju opterećujuću centralizovanu formu. Drugo, u ovakvoj koncepciji se mogu jako dobro implementirati mala ili inkrementalna poboljšavanja koja imaju veliki uticaj na poboljšavanje cijelog sistema. Treće, ovi sistemi obezbjeđuju mogućnost integrisanja većeg broja poslovnih ili proizvodnih kapaciteta i ostalo.

3. MOGUĆNOST PRIMJENE AGENT BAZIRANOG SISTEMA U PROIZVODNJI PREDMETA OD DRVETA - ANALIZA STANJA I PREDLOG ZA UNAPREĐENJE

Kako je i ranije naglašeno, kao preduslov za uspješnu implementaciju jednog agent baziranog sistema, neophodno je korektno sprovesti fazu analize i ocjene polaznog stanja i mogućnosti efikasne i efektivne primjene inteligentnog sistema. Ovdje je dat primjer proizvodnog sistema na kojem se istražuje mogućnost primjene agent baziranog sistema (Slika 4).



Slika 4. Šema trenutnog stanja proizvodnog sistema

Proizvodnja se odnosi na isjecanje djelova od drvene ravne površine nepravilnog i promjenljivog oblika. Sjekaci su raspoređeni na cijeloj površini prese, numerisani su i mogu se aktivirati ili deaktivirati pojedinačno. Pored drveta ova proizvodnja se može odnositi i na proizvode od prirodne životinjske kože, plemenitih metala i slično.

U proizvodnom procesu je angažovano 10 radnika (R_1, R_2, \dots, R_{10}) raspoređenih na svojim radnim mjestima. Radnik R_1 sklanja ispražnjeni kontejner **br. 1** na rotacionu platformu **A**, a dostavlja šinama iz zaliha (magacin) kontejner **br. 1** napunjen repromaterijalom do radnog mjesta radnika R_3 . Sa platforme **A** prazan kontejner vozi u magacin repromaterijala i puni ga istim pripremajući novu dostavu. Istovremeno, takođe sa zaliha, radnik R_2 dostavlja šinama prazan kontejner **br. 2** radniku R_4 . Radnik R_4 preuzima kontejner **br. 2** i preko **B** rotacione platforme ga postavlja na mjesto kontejnera **br. 3** radniku R_5 .

Radnik R_3 preuzima radni komad iz dostavnog kontejnera **br. 1** i stavlja ga na pokretni radni sto, koji je u ovoj fazi statičan, ispravlja eventualne neravnine i po svom subjektivnom zaključku rotira presu za određeni ugao. Na taj način pokušava da što ekonomičnije iskoristi repromaterijal. Zatim aktivira presu koja ima optimalan broj profilisanih noževa za isjecanje predviđenih djelova. Po vraćanju prese u prvobitni položaj isječene komade zajedno sa viškom materijala premješta na rešetkastu ploču na radno mjesto radnika R_5 . Ona svojim vibracijama oslobađa isječene djelove koji se sakupljaju u kontejneru **br. 3** ispod rešetke, a višak materijala ostaje na rešetki. Radnik R_5 višak materijala prebacuje u kontejner **br. 4** i upozorava održavanje, po potrebi, na zamjenu ili oštrenje određenog sjekača čija je funkcija poremećena. Kada se u kontejneru **br. 3** nakupi dovoljan broj obrađenih komada radnik R_5 premješta kontejner **br. 3** na rotirajuću platformu **B** odakle ga preuzima radnik R_7 i dovlači do radnih mjesta radnika R_8, R_9 i R_{10} na doradu ili dobijanje gotovog proizvoda (tapaciranje dugmadi, ušivanje amblema, dodavanje modnog detalja, klasiranje...). Istovremeno radnik R_4 prazan kontejner **br. 2** preko rotacione platforme **B** dovozi na poziciju **br. 3**.

Kada se napuni kontejner **br. 4** radnik R_6 ga preuzima i dovozi na poziciju kontejnera **br. 7** preko rotacione platforme **D**. Tu se može vršiti dodavanje određenih supstanci (hemijske supstance, metali, voda...) radi dalje namjene. Osim toga na ovoj poziciji može biti postavljena presa, mješalica, drobilica, sjeckalica... u zavisnosti od namjene. Odatle kontejner **br. 7** ide dalje šinama na obradu (sirovina za dalju proizvodnju, u reciklažni centar, na lager bezopasnog otpada...).

Po pražnjenju kontejnera **br. 5** radnik R_7 ga prosljeđuje preko rotacione platforme **C** na poziciju **br. 6**. Kada se kontejner **br. 4** preko rotacione platforme **D** prosljedi na poziciju **br. 7**, prazan kontejner **br. 6** se postavlja na njegovu poziciju isto preko rotacione platforme **D**.

Posmatrajući ovaj proizvodni sistem uočava se dosta tački na kojima bi se mogla unaprijediti proizvodnja u smilu smanjenja broja radnika, povećanja ekonomičnosti, smanjena vremena izrade gotovih komada, kontinuiranost procesa, pravovremeno reagovanje podsistema održavanja...

Uočene negativnosti kod konvencionalnog tehničkog sistema i predlozi za poboljšavanja su dati u tabeli 1:

Tabela 1.

Radno mjesto	Uočene negativnosti	Predlog za poboljšanje i očekivani rezultat
R_1	<ul style="list-style-type: none"> – prilikom prijema robe u magacin radnik je jednom manipulirao cijelom porudžbinom, – drugi put je prebacuje preko ruku dok slaže iz polica u prilagođen kontejner transportu kroz pogon, – fizički pokreće kontejner br. 1 šinama do radnog mjesta radnika R_3, – od njegove spretnosti pri slaganju repromaterijala u kontejner i pravovremene manipulacije sa njim zavisi efikasnost i brzina rada radnika R_3. 	<ul style="list-style-type: none"> – umjesto kontejnera sa šinama da se instalira pokretna traka od zaliha do radnika R_3 čije kretanje on i kontroliše. – smanjio bi se fizički napor radniku R_1, – smanjile bi se obaveze radniku R_3, – nema povratnih praznih kontejnera.
R_2	<ul style="list-style-type: none"> – potreban magacinski prostor za kontejnere, – dosta fizičke aktivnosti i čekanja na akciju, – napetost zbog zastoja usljed nepravovremene reakcije u manipulaciji kontejnerima. 	<ul style="list-style-type: none"> – uvođenjem pokretnih traka u proces gubi se radno mjesto R_2 i kontejneri sa šinama, – omogućen kontinuiran proces.
R_3	<ul style="list-style-type: none"> – potreban dug period obuke radnika radi sticanja iskustva na većem broju obradaka radi ekonomičnijeg 	<ul style="list-style-type: none"> – radnik R_3, po dobijenoj informaciji, od prethodno instaliranog skenera, o

Radno mjesto	Uočene negativnosti	Predlog za poboljšanje i očekivani rezultat
	iskorišćenja materijala, – radno mjesto zahtijeva radnika sa izraženim sklonostima ka obliku i orijentaciji u prostoru, – subjektivni uticaj radnika R3 za koliki ugao će rotirati presu da bi optimalno bio iskorišćen repromaterijal, – subjektivni uticaj radnika R3 na odabir sjekača koji će biti u funkciji a koji neće, za konkretnu akciju, – napetost radnika usljed potrebe konstantne koncentracije zbog opasnosti od rada prese i velike potrebe za koordinacijom pokreta.	uglu rotacije prese i numeraciji sjekača koje treba blokirati, rotira presu i blokira navedene sjekače, a potom aktivira traku za dostavu obratka ispod prese i aktivira je, – radni komad se transportuje, na rešetkasti dio, automatski pokretnom trakom sa prese po njenom vraćanju u prvobitni položaj, – radnik se ne izlaže opasnosti stavljanjem ruku ispod prese, – ako bi se automatizovalo pokretanje traka i manipulacija presom, radnik bi vršio ulogu kontrolora, a možda i bez njega.
R ₄	– malo vrijeme aktivnog angažovanja radnika R4, – manjak ili odsustvo koncentracije bi dovelo do zastoja proizvodnje u njegovom dijelu procesa.	– uvođenjem pokretne trake od rešetkastog dijela ovo radno mjesto bi se ukinulo.
R ₅	– subjektivni uticaj na utvrđivanje broja pravilno isječenih komada i kada su kontejneri puni, – subjektivni uticaj na utvrđivanje oznake sjekača koji ne obavlja svoju funkciju dovoljno dobro radi zamjene ili oštrenja (održavanje), – osim korektnih gotovih proizvoda u kontejneru br. 3 će se naći i isječeni djelovi koji nemaju traženi oblik jer je isječen sa kraja repromaterijala, – nema informaciju o masi neiskorišćenog materijala zbog količine dodataka na radnom mjestu R6.	– ne može da zna broj korektno isječenih djelova, što će dovesti do stvaranja nove količine viška materijala (otpada) na radnim mjestima R8, R9 i R10, kao i njihov transport na na poziciju kontejnera R7, – postavljanjem pokretnih traka ispod rešetke i u nastavku nje ovo radno mjesto bi bilo suvišno.
R ₆	– nema tačnu informaciju o masi viška materijala u kontejneru br. 4 pa subjektivno zaključuje koliko kojeg dodatka treba ubaciti na poziciji kontejnera br. 7, – potrebna koordinacija rada da ne bi došlo do zastoja na njegovom radnom mjestu br. 4, br. 7 i D.	– instalacijom pokretne trake u nastavku rešetke, vage i skenera radnik bi imao ulogu da na osnovu dobijenih rezultata dodaje propisanu količinu sastojaka (aktivira sjeckalicu, drobilicu, presu...), – ako bi se postavio automat (robot) koji bi to mogao obavljati, onda bi se i ovo radno mjesto ukinulo.
R ₇	– veći fizički napor radnika R7, – napetost radnika zbog potrebe koordinacije pravovremenim rukovanjem kontejnerima.	– sprovođenjem prethodnih mjera radno mjesto R7 bi bilo ukinuto.
R ₈ R ₉ R ₁₀	– nepogodno preuzimanje isječenih djelova, – mogućnost neravnomjernog angažovanja u odnosu na druge radnike na istom radnom mjestu, – realna mogućnost greške pri utvrđivanju broja izrađenih gotovih komada koja se prenosi na stanje na zalihama što utiče na utvrđivanje krajnjeg bilansa.	– manje napora pri preuzimanju isječenih djelova, – povećanje iskorištenosti radnog vremena usljed rada na pokretnoj traci, – mogućnost zaposlenja većeg broja radnika zbog kontinuirane dostave materijala na traci.

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Primjena inteligentnih sistema predstavlja neminovnost ukoliko se žele ostvariti preduslovi za stalno napredovanje sistema i prilagođavanje učestalim promjenama zahtjeva tržišta. Kao jedan od uspješno i često primjenjivih modela je implementacija sistema baziranih na mogućnostima agenata. Primjenom ovog pristupa se mogu izvršiti unapređenja u smislu: smanjenja subjektivnog osjećaja, smanjenja nepreciznosti, uštede materijala, smanjenja vremena proizvodnje, smanjenja radne snage i ostalo. Kao posebno značajna faza u primjeni agent baziranog sistema je faza snimka i analize postojećeg proizvodnog ciklusa. Na bazi uočenih neusaglašenosti odnosno bolje reži kritičnih ili nefunkcionalnih tačaka odnosno faza proizvodnje se može uvesti funkcija agenta kojom se proces proizvodnje optimizuje. U ovome radu je prikazan jedan proces proizvodnje odsijecanjem komada nepravilnog oblika iz drvenih tabli i ukazano je na određena mjesta koja mogu biti optimizovana i date su mjere za poboljšavanje. Dalja istraživanja će ići u pravcu primjene projektovanih rešenja i definisanja modela proizvodnje bazirane na inteligentnoj agent baziranoj koncepciji.

LITERATURA

- [1] Gordan Kijanović, Unapređenje procesa proizvodnje primjenom agent baziranih sistema, Završni rad, Mašinski fakultet Podgorica, 2014
- [2] Baker D (1998) A Survey of Factory Control Algorithms That Can Be Implemented in a Multi-Agent Heterarchy: Dispatching, Scheduling, and Pulling, *Journal of Manufacturing Systems*, Vol.17/4
- [3] Pan JYC, Tenenbaum JM (1991) An Intelligent Agent Framework for Enterprise Integration, *IEEE Trans. Syst., Man and Cyber.*, Vol. 21/6
- [4] Sikora R, Shaw MJ (1997) Coordination Mechanisms for Multi-Agent Manufacturing Systems: Applications to Integrated Manufacturing Scheduling, *IEEE Trans. Syst., Man and Cyber.*, Vol. 44/2
- [5] Bing, Q., Jianying, Z., (2002). *Agent-Based Intelligent Manufacturing System for the 21st Century*, Mechatronic Engineering Institute, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, China
- [6] Deen, S., (2003). "Agent-Based Manufacturing: Advances in the Holonic Approach", Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- [7] Leitão, P., (2009). "Agent-based Distributed Manufacturing Control: A State-of-the-art Survey", *International Journal of Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 22(7), pp. 979-991.
- [8] Monostori, L., Váncza, J., Kumara, S., (2006). "Agent-Based Systems for Manufacturing", *Annals of the CIRP*, 55/2, pp. 697-720
- [9] Barbosa, J., Leitão, P., (2011). "Enhancing Service-oriented Holonic Multiagent Systems with Self organization", *Proc. of the 4th Int'l Conference on Industrial Engineering and Systems Management*, France.
- [10] Frei, R., Barata, J., Serugendo, G., (2007). "A Complexity Theory Approach to Evolvable Production Systems", *Proceedings of the International Workshop on Multi-Agent Robotic Systems*, pp 44-53.

POSSIBILITY OF APPLICATION INTELLIGENT AGENT BASED SYSTEMS IN WOOD INDUSTRY

***Abstract:** The application of intelligent systems in production is inevitable in order to ensure competitiveness in the global market and achieve a high level flexibility of production systems for constant adaptation to change. As one of the most frequently applied forms of intelligent systems are agent-based systems whose application provide significant savings material and time through optimization activities in a single production system. As a prerequisite for the successful application of these systems is considered to be well conducted phase recording and analysis the starting situation and defining opportunities for the application of intelligent systems. Aspiring authors of this paper is to show the importance of the application of agent-based systems and the possibility of their application in the industry.*

***Keywords:** agent, intelligent systems, wood industry competitiveness*
