

Značaj reproizvodnje u proizvodnji transmitera

MILOŠ D. VORKAPIĆ, Univerzitet u Beogradu,

Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju -

Centar za mikroelektronske tehnologije, Beograd

BOGDAN M. POPOVIĆ, Univerzitet u Beogradu,

Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju

Centar za mikroelektronske tehnologije, Beograd

PREDRAG D. POLJAK, Univerzitet u Beogradu,

Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju

Centar za mikroelektronske tehnologije, Beograd

MARKO S. STARČEVIĆ, Univerzitet u Beogradu,

Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju

Centar za mikroelektronske tehnologije, Beograd

SINIŠA G. MINIĆ, Univerzitet u Prištini,

PMF - Učiteljski fakultet, Kosovska Mitrovica

Stručni rad

UDC: 005.591:658.524(497.11)

DOI: 10.5937/tehnika1504712V

U ovom radu prikazan je algoritam za obezbeđenje unapređenja procesa proizvodnje u preduzeću maloserijskog tipa proizvodnje. Verodostojnost algoritma se ogleda kroz: definisanje osnovnih elemenata, definisanje faktora okruženja, značaj resursa, analizu ulaza i izlaza u procesu proizvodnje. Algoritam u sebi sadrži implementirane strategije: reproizvodnju i 4R. U radu analiziran je transponder temperature na kraju životnog veka. Ponovna upotreba transmitera se realizuje kroz: proveru, rastavljanje, zamenu delova, čišćenje, ponovno sastavljanje i testiranje. Rad daje primer kako uštedeti na materijalu i energiji koji se javljaju kao veliki gubici u procesu proizvodnje.

Ključne reči: transponder, algoritam, reproizvodnja, strategija, preduzeće

1. UVOD

Proizvodnja i prodaja u maloserijskoj proizvodnji uglavnom se vrše prema narudžbini kupca. Dakle, proces maloserijske proizvodnje analizira se u domenu održivog razvoja i funkcionisanja malog preduzeća.

Kupci moraju da dostave detaljne specifikacije tako da proizvođač može da dizajnira i napravi proizvod koji će zadovoljiti njihove potrebe [1]. Ovaj isti proces važi za promene na postojećim proizvodima kao i za promene na novim proizvodima. Mnogi proizvođači preferiraju da potrošač odredi željenu funkcionalnost koja proizilazi iz proizvoda,

kao i druge kritične ekološke atribute (veličina, električna ograničenja, vibracije).

Proces proizvodnje se definiše kao transformacioni proces ulaznih u izlazne veličine. Mnogi autori, [2], [3], [4], [5], definišu tri osnovna tipa ulaznih veličina: materijal, energiju i ostale faktore (voda, alat, potrošni materijal, informacije). Izlazne veličine u procesu transformacije najčešće su: gotov proizvod, materijalni gubici, gubici energije i vremenski gubici.

2. RAZVOJ NOVIH PROIZVODA

Razvoj proizvoda omogućava preduzeću da identifikuje novu primenu proizvoda i razvije organizacioni model za realizaciju novog proizvoda [6].

Savremena preduzeća se susreću sa sve kraćim životnim ciklusom proizvoda i sa sve većom kompleksnošću proizvoda. Danas, pojam životni ciklus proizvoda uključuje: brži razvoj proizvoda kroz nabavku komponenti za proizvodnju, montažu i uslugu; rastavljanje

Adresa autora: Miloš Vorkapić, Univerzitet u Beogradu, Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju - Centar za mikroelektronske tehnologije, Beograd, Njegoševa 12

Rad primljen: 10.02.2015.

Rad prihvaćen: 24.02.2015.

proizvoda, popravku i ponovnu upotrebu delova i komponenti i izbegavanje upotrebe toksičnih materija [7], [8], [9], [10], [11], [12].

U realizaciji novih proizvoda, sve više se poklanja pažnja čistim proizvodima [13]. Dolazi do promene procesa proizvodnje u toku životnog ciklusa proizvoda, sa ciljem smanjenja otpada i emisije štetnih gasova. Projekti čistije proizvodnje dovode do uštede u preduzećima, dok sa druge strane motivišu menadžere i zaposlene da krenu tim pravcem [14]

3. DIJAGRAM TOKA

Na slici 1, formiran je dijagram toka materijala u procesu proizvodnje [15], [16], [17]. Ovde je reč o održivoj proizvodnji u domenu prihvatljivog i održivog razvoja malih i srednjih preduzeća sa osvrtnom na zaštitu životne sredine [18], [19], [20], [21]. Dijagram toka, kod maloserijskih preduzeća, podrazumeva aktivno učešće rukovodstva u optimizaciji svih aktivnosti, od smanjenja troškova ulaznih veličina, do praćenja, merenja i kontrole ulaznih, međufaznih i izlaznih elemenata.

Proces proizvodnje sastoji se od tri potprocesa: pripreme proizvodnje, proizvodnog procesa i završetka procesa proizvodnje [22].

Upravljanje elementima proizvodnje vrši se putem kontrole kvaliteta koja u sebi uključuje: 1) analizu, merenje i korekciju parametara izlaza i 2) poboljšanje parametara ulaza (videti sliku 1) [16]. S tim u vezi, u procesu proizvodnje i održivog razvoja treba obratiti pažnju na organizaciju procesa proizvodnje kroz [23]: smanjenje potrošnje energije i resursa, smanjenje upotrebe toksičnih materijala; upotrebu materijala dobrih karakteristika i kvaliteta, mogućnost nadogradnje, popravke i reciklaže proizvoda.

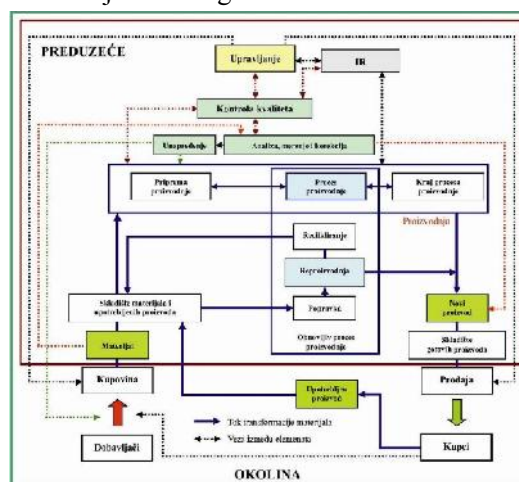
U tradicionalnom dijagramu toka, materijal se kupuje od dobavljača, zatim se vrši ulazna kontrola materijala i na kraju se skladišti u magacin. Sledi proces proizvodnje, odnosno proces transformacije materijala u gotov proizvod. Na izlazu vrši se kontrola novog proizvoda, a nakon kontrole finaliziran proizvod skladišti se u magacin gotovih proizvoda.

Ovako opisan pravolinijski dijagram toka ukazuje da se materijal trajno gubi. Komunikacija na relaciji prodavac-kupac je svedena na čistu prodaju, tako da proizvođač nema povratnu informaciju šta je sa proizvodom u eksploataciji ili šta se događa sa proizvodom na kraju životnog ciklusa.

U dijagramu toka implementirane su dve strategije:

- Reproizvodnja i
- 4R.

Dijagram toka materijala u procesu proizvodnje sa pomenutim strategijama predstavlja okosnicu u efikasnijem poslovanju preduzeća sa osvrtnom na zaštitu životne sredine [24]. Obezbeđena je povratna informacija od kupaca, tj. kupci se pojavljuju kao dobavljači dotrajalih proizvoda ili sirovina za ponovnu obradu. Ovakav dijagram toka omogućava: smanjenje otpada, reciklažu dotrajalih delova i ponovnu upotrebu proizvoda koji su na kraju životnog veka.



Slika 1 – Dijagram toka materijala u procesu proizvodnje

4. REPROIZVODNJA

Proizvodni sistem je kompletan ukoliko sadrži elemente proizvodnje i reproizvodnje. Sistem se smatra zadovoljavajući ako postoji potražnja za proizvodnjom i reproizvodnjom (videti sliku 1) [25]. Ovakav sistem uključuje kupovinu proizvoda od kupaca, zatim njihovo skladištenje i kasnije korišćenje u procesu reproizvodnje.

Reproizvodnja obuhvata demontažu, čišćenje delova, merenje i testiranje delova. Na kraju, upotreblijivi delovi se stavljaju u magacin. To znači da proizvod može biti sastavljen od starih i novih komponenti.

Primenom reproizvodnje (ili ponovne upotrebe proizvoda) u istraživanju [26] autori su ukazali da se može uštedeti do 85% na težini proizvoda, odnosno potrebno je 80% manje energije za realizaciju izrade proizvoda.

Reproizvodnja treba da obezbedi sledeće operacije [26]:

- prikupljanje komponenti;
- inspekciju i verifikaciju podsklopova;
- sortiranje elemenata;
- rastavljanje;
- testiranje elemenata;
- sanaciju, popravku i zamenu delova;
- sklapanje delova;
- testiranje i podešavanje radnih parametara;
- isporuku i
- garanciju.

Reproizvodnja pravi dodatnu vrednost preduzeću jer dolazi do uštede u materijalu, energiji i angažmanu radne snage. Mnoga preduzeća su postala uspešna primenom reproizvodnje. U literaturi [27], [28], ističu se sledeće prednosti reproizvodnje: 1) preduzeća koja koriste reciklirane proizvode smanjuju svoje rashode (smanjuje se cena proizvoda i cena odlaganja), 2) sama primena reproizvodnje u marketinškom smislu predstavlja strategiju za povećanje profita, 3) u procesu reproizvodnje koristi se specijalizovana oprema (dolazi do poboljšanja proizvoda, smanjuju se troškovi odlaganja), 4) optimizuje se alat zbog rastavljanja i sastavljanja, 5) reproizvodnja obezbeđuje stabilnost u investicijama i poslovanju preduzeća (povećava se kontrola tržišta, otvaraju se nova radna mesta, stručnost dizajnera dolazi do izražaja) i 6) postoji nezavisnost od dobavljača. Proces reproizvodnje, u slučaju SAD, odnosi se najviše na upravljanje: materijalima (25,6%), proizvodnjom (28,2%), dok svega 12,8% odnosi se na menadžment [29]. Takođe, trošak reproizvodnje povećava se na kratko ako se poveća procenat vraćenih proizvoda [30]. Sa druge strane, sa povećanjem procenta polovnih proizvoda uz održavanje kvaliteta proces reproizvodnje postaje složeniji i skuplji.

5. 4R STRATEGIJA

Mala preduzeća trebalo bi da uvedu u svoju poslovnu politiku 4R strategiju. Ova strategija u sebi uključuje: 1) Smanjenje otpadnog materijala na minimum (Reduction); 2) Ponovnu upotrebu otpadnog materijala (Reuse); 3) Prikupljanje otpadnog materijala u cilju očuvanja okoline (Recycling), 4) Regeneraciju sirovina, materijala i energije iz otpadnog materijala koji ne može da se smanji, višekratno upotrebi, ili reciklira (Recovery) [31], [32].

6. ALGORITAM ZA UVOĐENJE STRATEGIJA

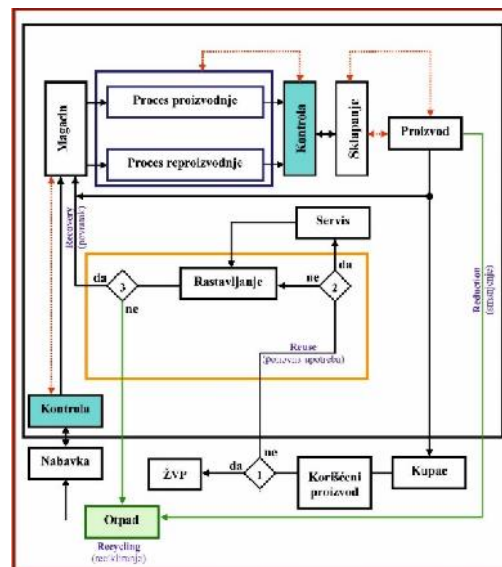
U domaćim preduzećima uglavnom postoje otvoreni lanci snabdevanja gde se na ulazu javlja sirovina, a na izlazu gotov proizvod. U procesu proizvodnje, na izlazu pored gotovog proizvoda javljaju se gubici koji mogu da budu u obliku: špona, loše izrađenih komada, polomljenog alata usled nepravilnog rukovanja.

U otvorenim lancima snabdevanja, kupci i prodavci se ponašaju kao nezavisni entiteti. S tim u vezi, preduzeća poseduju velike zalihe sirovina i obezbeđuju dodatne kapacitete radi odbrane od promena na tržištu [33]. Međutim, takav pristup predstavlja veliki rizik.

U algoritmu data je povratna sprega između prodavca i kupca. Kupac se pojavljuje kao dobavljač,

odnosno javlja se u ulozi prodavca korišćenih proizvoda. Na taj način, kupac pomaže preduzeću da umani gubljenje sirovina i gubitke u realizaciji novih proizvoda.

Najpovoljnije rešenje za algoritam predstavlja ponovna upotreba dotrajalih proizvoda ili delova proizvoda (videti sliku 2). U tom slučaju, moguća je i ponovna upotreba nekih delova bez ikakve prethodne obnove i dorade. Da bi se ovakvi postupci primenili veoma je važno projektovati proizvod prikladan takvom načinu održavanja kao što su: pristupačnost i zamenljivost delova, rastavljivost sklopova, mogućnost dorade [34].



Slika 2 – Algoritam za uvođenje strategija

Na početku, proizvod se kontroliše bez obzira da li je korišćen (u upotrebi) ili van upotrebe (tehnološki zastareo). Postavlja se prvo pitanje: Da li je proizvod ispravan ili ne? (1). Ukoliko je proizvod ispravan (u funkciji) kupac odlučuje o životnom ciklusu proizvoda (ŽCP) i to kroz sledeće odluke:

- A1: Da li će se koristiti proizvod do izumiranja?;
- A2: Da li će se postojeći proizvod zameniti novim proizvodom? ili
- A3: Da li će se postojeći proizvod unaprediti ili nadograditi?

Ukoliko proizvod nije ispravan (u funkciji) postavlja se drugo pitanje: Da li je proizvod u garantnom roku? (2). Za proizvod koji je u garantnom roku, obavezno se vrši servisiranje proizvoda. Međutim, kupac može da se odluči za prodaju i pored pomenutih uslova. Proces servisiranja podrazumeva rastavljanje proizvoda, analizu ispravnosti ili neispravnosti rastavljenih komponenta.

S tim u vezi, postavlja se treće pitanje: Da li su rastavljene komponente u upotrebi? (3). Ukoliko nisu, neispravni elementi odlaze se u otpad (oni postaju nenađoknadivi elementi). Ukoliko su elementi ispravni, čiste se i odlaze se u magacin polufabrikata. Ispravni komadi se u procesu reproizvodnje repariraju, osvežavaju i time

postaju elementi za ponovnu upotrebu u procesu realizacije novog proizvoda.

Ispravni elementi uzimaju se iz skladišta poluproizvoda (novih ili repariranih elemenata ili sklopova). U tom slučaju, izdaje se radni nalog za servisiranje proizvoda. Nakon proizvodnog procesa, pristupa se sklapanju komponenata i vrši se izlazna kontrola proizvodnog procesa i proizvoda.

Za proizvod koji nije u garantnom roku vrši se rastavljanje proizvoda; odnosno i za ovaj korak važi treće pitanje (videti sliku 2).

U algoritmu otpad se ne posmatra kao trajno izgubljeni resurs, proizvod, materijal. Otpad u neku ruku predstavlja resurs na koji treba obratiti veću pažnju i sprovesti dodatnu obuku naročito u oblasti industrije u Srbiji.

7. PRIMENA ALGORITMA

Kao primer za unapređenje procesa proizvodnje, poslužiće domaće preduzeće sa maloserijskom proizvodnjom IHTM-CMT. IHTM-CMT se na domaćem tržištu pojavljuje kao jedini proizvođač senzora i elektronskih pretvarača pritiska i temperature u Srbiji. Na slici 3, dat je fotografski prikaz transmitera temperature koji je realizovan na osnovu analize i primene pomenutih strategija.



Slika 3 - Transmitter temperature, TTPt-101

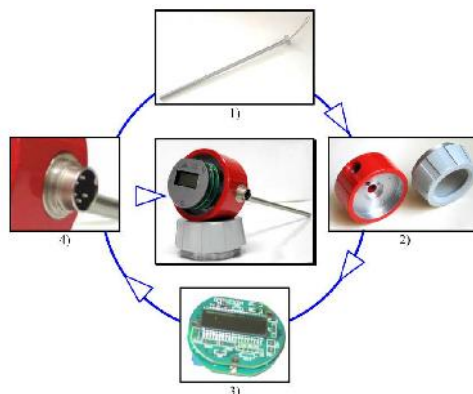
Transmitter temperature je projektovan da bude modularan, tj. sastoji se od sledećih modula (videti sliku 4): 1) Pt-100 senzor, 2) metalno kućište u koje se postavlja elektronski blok, 3) elektronski blok i 4) električni priključak.

Modularnost predstavlja opšti koncept koji opisuje stepen do kojeg komponente sistema mogu da budu nezavisne i rekombinovane. Na taj način sistem omogućava spajanje komponenti ili zabranjuje mešanje i usklađivanje komponenti [35].

Moduli u sklopu mogu da daju nov proizvod. Upravo sa ovog stanovišta, moduli na transponderu temperature proizvode se posebno, odnosno mogu da se: zamenjuju, ponovo upotrebljavaju, modifikuju i na kraju recikliraju.

U literaturi [36] predložene su smernice za rešavanje problema električnog i elektronskog otpada

kroz: 1) rastavljanje/demontažu (izdvajaju se opasne ili vredne komponente) i 2) nadogradnju (nadograđuje se željeni sadržaj materijala).



Slika 4 - Elementi transmitera temperature

Na slici 4, fotografski je prikazan redosled tehničkih operacija u procesu sklapanja transmitera temperature. Realizacija i kontrola sklapanja transmitera temperature vrši se u sledećim koracima:

- Povezivanje Pt-100 sonde sa kutijom elektronike.
- Povezivanje elektronskog bloka sa Pt-100 sondom. Postavljanje elektronike na odstoynike koji su pričvršćeni na kutiju.
- Postavljanje električnog priključka na elektroniku. Povezivanje i provera svih komponenti.
- Formiranje gotovog proizvoda postavljanjem poklopca sa staklom na kutiju elektronike.

Postupak rasklapanja se sprovodi po sledećoj proceduri:

- Skida se poklopac kutije elektronike i vizuelno se proverava sklop: kutija, staklo i Zegerov prsten, tj. da li ima mehaničkih oštećenja, odnosno da li neki od pomenutih elemenata nedostaje (videti sliku 5).
- Skida se sklop elektronike sa kutije elektronike. Ukoliko sklop radi odvaja se u kutiju za magacin, a ukoliko ne radi odvaja se u posebnu kutiju za otpad. Algoritam na ovaj način obezbeđuje brigu o životnoj sredini, tj daje se mogućnost implementacije primene EU direktiva (Direktiva o upravljanju električnim i elektronskim otpadom - The WEEE Directive, Waste from Electrical and Electronic Equipment, 2006. usvojena).
- Odvaja se Pt-100 sonda i vizuelno se proverava da li ima mehaničkih oštećenja. Ukoliko oštećenja nema, proverava se njena ispravnost. Ispravna sonda ide u magacin, dok neispravna u otpad.
- Kutija elektronike sa električnim priključkom se takođe vizuelno proverava da nema mehaničkih oštećenja. Priključak se odvaja ukoliko je oštećen. Dalji koraci su opisani.

Nažalost, kod projekatata se sve više javlja opreznost po pitanju recikliranih komponenti, jer takve

komponente mogu da imaju promenljive karakteristike po pitanju kvaliteta [37].



Slika 5 - Sklop poklopca kutije elektronike

S tim u vezi, u literaturi [38], razmatran je „dizajn za ponovnu proizvodnju”, tj. reč je o tehnologiji koja je fokusirana na detaljnom dizajnu proizvoda kroz: rastavljanje i ponovnu upotrebu za više životnih ciklusa. To u našem slučaju ukazuje da proizvod mora da bude pouzdan, trajan, zamenljiv, popravljiv i ponovo dostupan.

8. ZAKLJUČAK

Rad daje primer kako uštedeti na materijalu i energiji koji se javljaju kao veliki gubici u procesu proizvodnje. Ovim radom pokušali smo da objasnimo koliki je značajno uvođenje reproizvodnje i 4R strategije u preduzećima sa maloserijskim tipom proizvodnje u Srbiji. Implementacija reproizvodnje i 4R strategije u domenu reparacija, zamene delova i sklopova, utroška materijala i energije svodi se na minimum [39].

Postavljeni algoritam, predstavlja proceduru kako domaća preduzeća da unaprede proces proizvodnje, poboljšaju komunikaciju sa kupcima i obezbede bolje poslovanje na tržištu.

Algoritam daje veliki značaj otpadu; smatra se kao bitan resurs. Nažalost, u donošenju strateških odluka, ponovna upotreba otpada kao resursa nije razmatrana kod domaćih preduzeća. Uvođenjem kupaca kao dobavljača iskorišćenih/polovnih proizvoda, transformacioni proces dobija povratnu spregu. Na taj način uvodi se nova poslovna filozofija u dizajniranju proizvoda za više životnih ciklusa.

Međutim, i pored ovih prednosti, neki proizvođači reparirane/stare proizvode vide kao prepreku u:

- 1) istraživačko razvojnim aktivnostima preduzeća i
- 2) stvaranju novih proizvoda.

Detaljnom analizom i primenom algoritma, preduzeća će biti u mogućnosti:

- da proizvedu nove ili reparirane/modifikovane proizvode uz što manje gubitaka energije i

materijala i uz što manje stvaranja otpada štetnog po životnu sredinu;

- da bolje analiziraju životni ciklus proizvoda, odnosno da zaštitu životne sredine uvrste kao stratešku odluku u održivom razvoju preduzeća.

Na primeru elektronskog transmitera temperature, ponovna upotreba proizvoda je važna sa stanovišta smanjenja količine elektronskog otpada. Koncept sakupljanja zastarele elektronske opreme predstavlja novu platformu o kojoj bi preduzeća u Srbiji trebalo da razmišljaju.

Dalja istraživanja trebalo bi da se fokusiraju na kontrolu kvaliteta. Algoritam otvara mogućnost za primenu standardizovanih menadžment sistema, kao što su ISO 9001 i ISO 14001, itd, odnosno integraciju u jedinstveni menadžment sistem. Serija standarda ISO 9001 bavi se samo segmentom upravljanja sistemom kvaliteta, dok ISO 14001 bavi se ekološkim upravljanjem što podrazumeva zaštitu, obnovu i unapređivanje životne sredine i predstavljaju nadgradnju standarda ISO 9001.

9. ZAHVALNICA

Ovaj rad je nastao, delom, u okviru projekta TR-32008 od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, Republike Srbije. Posebnu zahvalnost iskazujemo kolegi Radovanović dr Filipu, koji je ne-sebično i profesionalno pomogao u realizaciji ovog rada.

LITERATURA

- [1] Schmitz, H, Local enterprises in the global economy: Issues of governance and upgrading, Edward Elgar Publishing, 2004.
- [2] Rosenblatt, M. J. and Lee, H. L, Economic production cycles with imperfect production processes, IIE Trans., 18, 1, p. 48-55, 1986.
- [3] Anderson, C. L, The Production Process: Inputs and Wastes', J. Environ. Econ. Manag, 14, 1, p. 1-12, 1987.
- [4] Mallidi, K. A, Paraskevopoulos, T. and Paganelli, P, Process modelling in small-medium enterprise networks, Comput. Ind., 38, 2, p. 149-158, 1999.
- [5] Morroni, M, Production process and technical change, Cambridge Books, 2009.
- [6] Abrahamson, S, Wallace, D, Senin, N. and Sferro, P, Integrated design in a service marketplace, Comput. Aided. Design., 32, 2, p. 97-107, 2000.
- [7] Jeffrey, K. R. and Hunt, D., Design in small manufacturing companies in Scotland. Design. Stud., 6, 1, 18-24, 1985.
- [8] Ali, A, Krapfel R. Jr. and LaBahn, D., Product innovativeness and entry strategy: Impact on cycle time and

- break-even time, *J. Prod. Innovat. Manag.*, 12, 1, p. 54-69, 1995.
- [9] Griffin, A, Modelling and measuring product development cycle time across industries, *J. Eng. Technol. Manage.*, 14, 1, p. 1-24, 1997.
- [10] Borland, N. and Wallace, D, Environmentally Conscious Product Design: A Collaborative Internet-based Modeling Approach, *J. Ind. Ecol.*, 3, 2-3, p. 33-46, 1999.
- [11] Westkämper, E, Feldmann, K, Reinhart, G. and Seliger G, Integrated development of assembly and disassembly, *CIRP Ann. - Manuf. Techn.*, 48, 2, p. 557-565, 1999.
- [12] Guide Jr., V. D. R., Vaidyanathan, J. and Srivastava, R, Production planning and control for remanufacturing: a state-of-the-art survey. *Robot. Cim-Int. Manuf.*, 15, 3, p. 221-230, 1999.
- [13] Fresner J. and Engelhardt, G., Experiences with integrated management systems for two small companies in Austria, *J. Clean. Prod.*, 12, 6, p. 623-631, 2004.
- [14] Achanga, P, Shehab, E, Roy, R. and Nelder, G. Critical success factors for lean implementation within SMEs, *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17, 4, p. 460-471, 2006.
- [15] Radaković N, Ćosić I, Osnove proizvodnih i uslužnih tehnologija, radni materijal, FTN Novi Sad, N. Sad, 2007., Izvor: http://file020.mylivepage.com/chunk20/5913442/2907/udzbenik_osnove_proizvodnih_i_usluznih_tehnologija.pdf; Preuzeto: 9.2.2011.
- [16] Sladić B, Menadžment kvaliteta isporučilaca, Studio MS, Beograd, 2008.
- [17] Maxwell, D, and Van der Vorst, R. Developing sustainable products and services, *J. Clean. Prod.*, 11, 8, p. 883-895, 2003
- [18] Schmitz, H, Collective efficiency: Growth path for small scale industry, *J. Dev. Stud.*, 31, 4, p. 529-566, 1995.
- [19] Frijns, J. and Van Vliet, B, Small-scale industry and cleaner production strategies. *World. Dev.*, 27, 6, p. 967-983, 1999.
- [20] Hallberg, K., A market-oriented strategy for small and medium scale enterprises (Vol. 63), World Bank Publications, 2000.
- [21] Desai, D. A, Cost of quality in small-and medium-sized enterprises: case of an Indian engineering company, *Prod. Plan. Control.*, 19, 1, p. 25-34, 2008.
- [22] Buffa, E, *Modern Production and Operations Management*, Wiley, New York, 1980.
- [23] Hauschilda, M. Z, Jeswietb, J. and Altinga, L, Design for Environment - Do We Get the Focus Right?. *CIRP Ann. - Manuf. Techn.*, 53, 1, p. 1-4, 2004.
- [24] Ward, P. T, Bickford, D. J. and Keong Leong, G, Configurations of Manufacturing Strategy, *Business Strategy, Environment and Structure, J. Manage.*, 22, 4, p. 597-626, 1996.
- [25] Konstantaras, I. and Skouri, K., Lot sizing for a single product recovery system with variable setup numbers, *Eur. J. Oper. Res.*, 203, 2, p. 326-335, 2010.
- [26] Kivanc, H. and Gupta, M. S, Effect of Reusable Rate Variation on the Performance of Remanufacturing Systems, *Sample papers from the Environmentally Conscious Manufacturing Conference*, Boston, Massachusetts, USA, 2000.
- [27] Giutinia, R. and Gaudette, K, Remanufacturing: The next great opportunity for boosting US productivity *Business Horizons*, 46, 6, p. 41-48, 2003.
- [28] Gehin, A, Zwolinski P. and Brissaud, D, A tool to implement sustainable end-of-life strategies in the product development phase, *J. Clean. Prod.*, 16, 5, p. 566-576, 2008.
- [29] Guide Jr. V. D. R., Production planning and control for remanufacturing: industry practice and research needs, *J. Oper. Manag.*, 18, 4, p. 467-483, 2000.
- [30] Rubio, S. and Corominas, A, Optimal manufacturing-remanufacturing policies in a lean production environment, *Comput. Ind. Eng.*, 55, 1, p. 234-242, 2008.
- [31] *Recycling in Canada*, Published by Environment Canada, Authority of the Minister of the Environment, Cat. No. En 40-204/1., p. 6, 1990.
- [32] Ayres, R. U, Metals recycling: economic and environmental implications. *Resour, Conserv. Recy.*, 21, 3, p. 145-173, 1997.
- [33] S. Chopra, P. Meindl, *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*, Prentice-Hall, Inc. 2001.
- [34] Boothroyd, G, Dewhurst E. and Knight, W, *Product Design for Manufacture and Assembly*, New York: Marcel Dekker, 1994.
- [35] Simon, M, *Design for Dismantling*, Professional Engineering, 1988.
- [36] Loch, C. and Kavadias, S, *Handbook of new product development management*. Routledge, 2007.

- [37]Barker, S. G. and King, A. M., The development of a Remanufacturing Design Platform Model (RDPM): applying design platform principles to extend remanufacturing practice into new industrial sectors, Proceedings of Life Cycle Environmental Conference, Leuven, Belgium, May 30th-June 2nd, p. 399-404, 2006.
- [38]Nasr, N. and Thurston, M., Remanufacturing: A key enabler to sustainable product systems, Rochester Institute of Technology, 2006.
- [39]Sarkis, J, A strategic decision framework for green supply chain management, J. Clean. Prod., 11, 4, p. 397-409, 2003.

SUMMARY

THE IMPORTANCE OF REMANUFACTURING IN TRANSMITTERS PRODUCTION

This paper presents a algorithm for the improvement of the manufacturing process developed and tested for small-scale enterprise. The validity of the algorithm can be seen through: defining basic elementss, defining environmental factors, the importance of resources, and the analysis of input and output in the manufacturing process. The algorithm incorporates implemented strategies: remanufacturing and 4Rs. The paper analyzed the temperature transmitter at the end of its life circle. Reuse transmitter is realized through: checking, disassembly, replacement parts, cleaning, re-assembling and testing. The work provides an example of how to save energy and materials which appear as large losses in the manufacturing process.

Key words: *transmitter, algorithm, remanufacturing, strategy, enterprise*