

AUTOMATIZACIJA PROCESA UPRAVLJANJA MATERIJALOM U POJEDINAČNOJ PROIZVODNJI PROJEKTNOG TIPOA

SUPPORTING MATERIAL MANAGEMENT PROCESS IN SINGLE PRODUCTION

Niko MAJDANDŽIĆ ¹⁾, Nenad MILEUSNIĆ ²⁾

Ključne riječi: Pojedinačna proizvodnja, Upravljanje materijalom, Mobilno skladište

Key words: Single production, Material management, Floating warehouse

Sažetak: U pojedinačnoj proizvodnji projektnog tipa prisutni su posebni zahtjevi koji su uzrokovani posebitostima ovog tipa proizvodnje: potrebe za naručivanjem osnovnih materijala prije izrade konstrukcijske dokumentacije, proračun razlika potrebnog i naručenog nakon razrade konstrukcijske dokumentacije, izrada i praćenje planova krojenja proizvodnih elemenata iz zajedničkog polaznog materijala, te identificiranje ulaza, skladištenja i izlaza materijala ne samo po osnovnoj šifri već i po nekim karakterističnim parametrima potrebnim za jednoznačno povezivanje proizvodnih elemenata i materijala. U radu su opisana dva rješenja: za pojedinačnu ponavlajuću proizvodnju s mogućnosti primjene teoretskog modela MRP (Material Requirements Planning) američke proizvodne filozofije i za pojedinačnu proizvodnju projektnog tipa u kojoj je bilo potrebno razviti novi model upravljanja zalihamama.

Abstract: Within single production there are always present certain requirements caused by specific inner necessity of this production type eg. Early and raw , prior to workshop detail design stage, ordering of base material. Later and fine, after development of detail workshop drawings, reordering of evaluated quantities for base material. Control over raw material utilisation and fit criteria governed by not only code number but as well by singular specific product part level dependencies between material attributes and product part demands. There are two major business use cases described within this article: repetitive but single production relying on MRP (Material Requirements Planning) known as USA production approach and tailor made single production that founded new management principles.

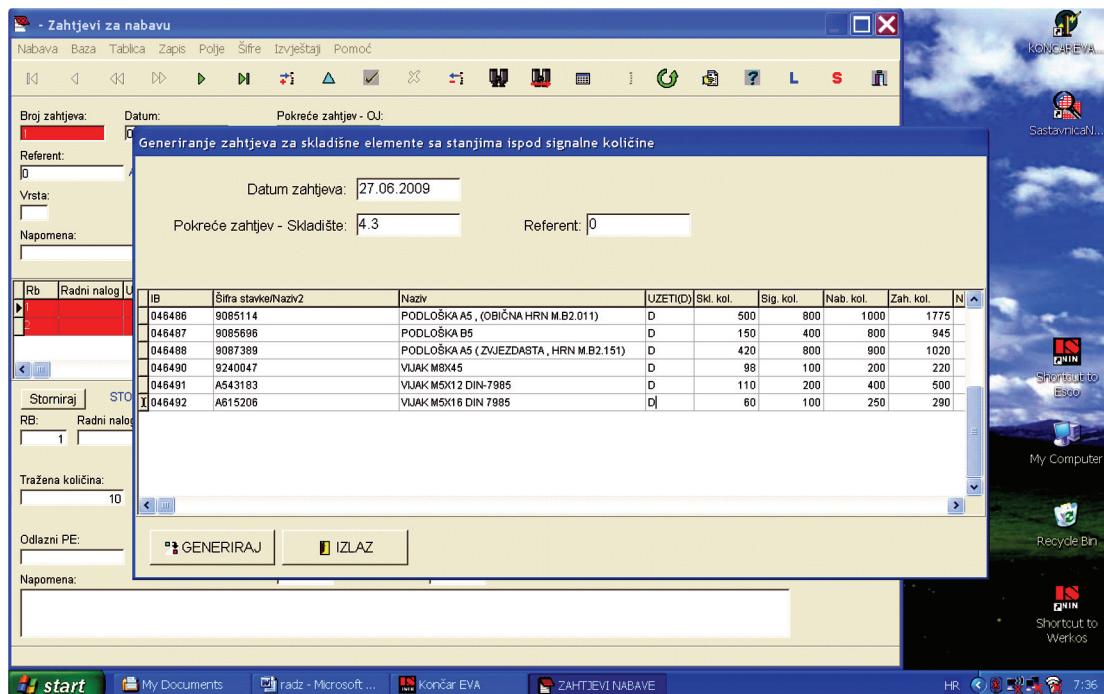
¹⁾ Informatički inženjerstvo - ININ d.o.o., Slavonski Brod

²⁾ Đuro Đaković - Termoenergetska postrojenja d.o.o., Slavonski Brod

1. UVOD

Nasuprot serijskoj proizvodnji u kojoj su u odnosu na ugovorenou, a već i za planiranu proizvodnju u potpunosti poznati potrebni materijali, u pojedinačnoj proizvodnji a naročito projektnog tipa, proračun potrebnog materijala je znatno složeniji i raslojen u više vremenski pomaknutih faza, kojim se ranim i preliminarnim građenjem specifikacija materijala u fazi I ostavlja više prostora za optimiranje dobave u pogledu rokova, agregacije količina i kanala dobave, a sa tim vezano i nižim ukupnim kako direktnim tako i indirektnim troškovima. U II fazi izbjegavaju se poslovi manualno orijentiranih revaloriziranja potreba za materijalom čime se inženjeru omogućava fokus na konstrukciju proizvoda. Konačno u III fazi, kojom se razaznavanjem i upravljanjem potrebama, proizvodni ciklus oslobađa rizika prekasnog spoznavanja nedostajućeg materijala bez valjanog vremenskog okvira za korektivnu akciju ili rebalans proizvodnog ciklusa.

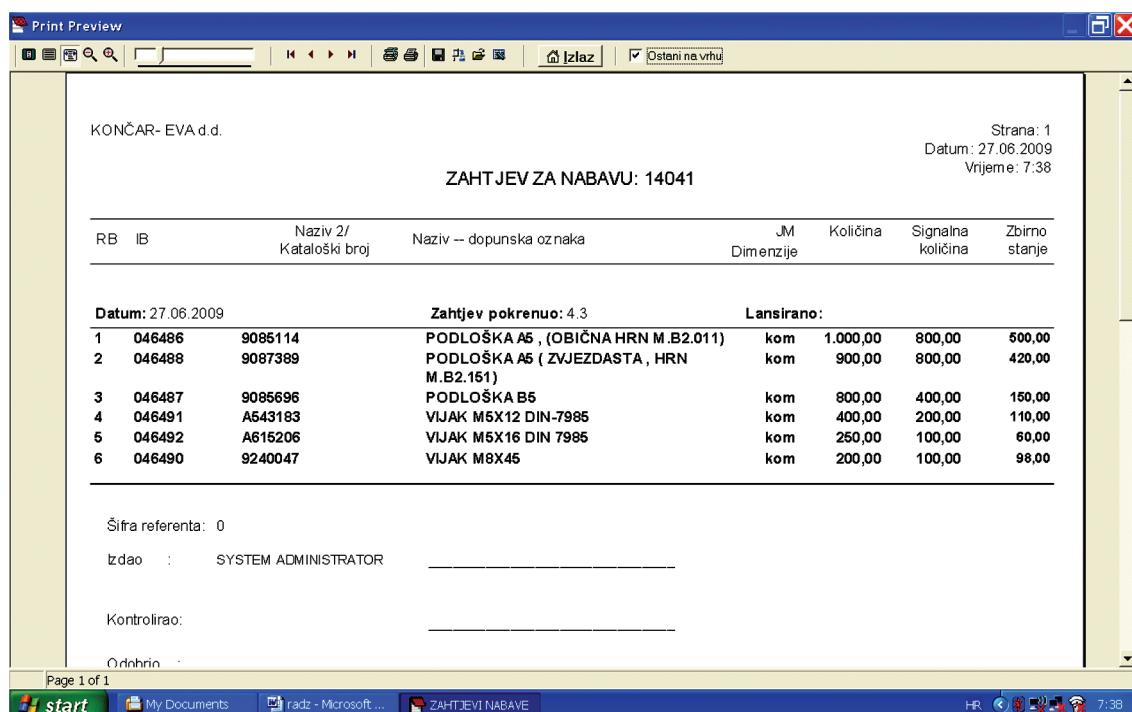
I dok su u serijskoj proizvodnji prema sastavnici ili recepturi poznati ukupno potrebni materijali za poznati assortiman proizvodnje pa se problem upravljanja materijalom svodi na izbor najpovoljnijeg dobavljača koji zadovoljava tražene kriterije (kvalitetu, potrebne količine i rokove) i ima najpovoljniju ukupnu cijenu, u pojedinačnoj proizvodnji posebno složen problem predstavlja proračun potrebnog materijala. Kod pojedinačne ponavljaće proizvodnje nije poznat assortiman i količina ali se u proizvodnom programu ponavljaju isti ili slični proizvodi tako da se veći dio materijala može proračunati ali tek nakon narudžbi kupaca. Za slučaj pojedinačne proizvodnje projektnog tipa moguće je prema baznoj dokumentaciji (dispozicijama) procijeniti potrebe osnovnog materijala, koji se zbog dugog roka isporuke mora naručiti u fazi dok još nije poznata konstrukcijska dokumentacija a zatim razradom konstrukcijske dokumentacije provjeravati koliko je procjena bila precizna i naručivati razliku.



Slika 1. Generiranje zahtjeva prema signalnoj količini

2. UPRAVLJANJE MATERIJALOM U POJEDINAČNOJ PONAVLJAJUĆOJ PROIZVODNJI

U pojedinačnoj ponavljačkoj proizvodnji potrebe materijala računaju se na dva načina. S obzirom da postoje određeni materijali koji se ponavljaju za sve proizvode, bez obzira na moguće manje razlike u konstrukciji za te materijale, koristi se metoda signalnih količina [1]. U osnovnim podacima o materijalima uvode se oznake minimalnih, signalnih i nabavnih količina. Minimalne su količine koje je potrebno uvijek imati na skladištu, signalne koje upozoravaju na potrebu nabavke (čim količina postane manja od signalne) a nabavne predstavljaju preporučenu količinu za nabavku prema statistici potrošnje, mogućnosti dobavljača i potrebnoj količini za prosječnu proizvodnju u vremenu do naredne nabavke. Na slici 1 prikazan je primjer generiranja zahtjeva prema signalnoj količini a na slici 2 izgled naloga za nabavu nakon generiranja.



Slika 2. Generiran zahtjev za nabavu

Dio materijala za koji nije moguće odrediti signalnu količinu proračunava se prema privremenoj sastavniči proizvoda čiji je izgled dan na slici 3. U ovoj strukturnoj sastavniči definirani su proizvodni elementi koji su poznati i potpuno definirani odmah nakon dobivanja narudžbe, odnosno izrade ponudbine kalkulacije kao i proizvodni elementi koji nisu poznati, te se proračun materijala temelji na poznatim proizvodnim elementima koji se naručuju, a za proizvodne elemente koji nisu poznati proračun se obavlja nakon konstrukcijskog rješavanja svakog od njih.

Na slici 4 prikazan je primjer proračuna potrebnih materijala uz mogućnost smanjenja količine za naručivanje, korištenjem količina iz slobodnih materijala na skladištu koji nisu rezervirani niti za jedan radni nalog, viška materijala na narudžbi te već postojećih zahtjeva po istom radnom nalogu [2].

Na taj se način automatiziraju i integriraju procesi proračuna potreba osnovnog i pomoćnog materijala, obavlja rezerviranje slobodnog materijala na skladištima i time umanjuju količine za nabavku i rezerviranje viška na narudžbama. Rezultat ovog integriranog procesa

predstavlja automatski generirani nalog za nabavu.

The screenshot shows a software interface for managing procurement. At the top, there is a toolbar with various icons. Below it is a header bar with fields for 'Ugovor:' and other document-related options. The main area contains two tables:

- Purchase Order List:** A table with columns: Šifra (Number), Crtež (Drawing), Pozi... (Position), Vrsta (Type), Naziv (Name), Količina (Quantity), JM (Unit), and Uk. količina (Total Quantity). It lists several items with their respective details.
- Material Requirements Table:** A table with columns: O (Order), Šifra (Number), Naziv (Name), Kapacitet (Capacity), TPZ (TPZ), and TI (TI). It lists various materials required for the project.

Slika 3. Dio strukturne sastavnice proizvoda

The screenshot shows a form titled 'Kreiranje zahtjeva - materijal' (Creating a request - material). It includes fields for 'Pokreće zahtjev' (Requester) and 'Referent' (Referee), both set to 'ADMINISTRATOR'. There is also a field for 'Ugovor' (Contract) with the value '690-8 04 002'. A button 'Pripremi podatke' (Prepare data) is visible. The main part of the screen is a table of material requirements:

Naziv	JM	Potrebno	Za zahtjev	Rezervirano	Na zahtjevu	Nerezervirano	Za rezervac	Rok isporuke	Za rez. narudžbe
CV 25X4 CB5230 1212/AST	kg	8,4	8,4		0		0		0
CV 40X6 CB5230 Č1212/AST	kg	15,1	15,1		0		0		0
ELEKTROMOTOR SREDUKTOROM kom		1	1		0		0		0
EL. MOT. (MKE2920)333.3.000 220V kom		1	1		0		0		0
GRANIČNIK (517299/01)	kom	2	2		0		0		0
LJEPILO "LOCTITE" 406 - TUBA 20 G	kg	3,5	3,5		0		0		0
MAST LITIJEVA LIS MOS EP 2 (Cr) kg		0,003	0,003		0		0		0
MATICA ISO 4032-M10-8-tZn	kom	40	0	16	0		0		24
ODLJEV V-894 (559060-01)	kom	12	8		4		0		0
OKR 100 CD3520 ET1-CU Č25	kg	12,6	12,6		0		0		0
OKR 12 CB3412 Č0460.5	kg	0,11	0,11		0		0		0
OKR 18 CB3021 C4572	kg	0,28	0,28		0		0		0
OKR 36 CB3021 Č0545	kg	3,2	3,2		0		0		0
OKR 70 CC3131 ALCU4MG1.43	kg	1,2	0		0	5,25	1,2		0
OKR 8 CuZn39Pb2 Č37	kg	0,18	0,18		0		0		0
PČ 1,5 HGW2082,5 DIN40606	kg	0,12	0,12		0		0		0
PL 30X8 DIN46433 ET1-Cu Č.30	kg	7,14	0	4	0		5	2,64	0
PL 50X10 CD3523 ET1-CU Č30	kg	1,68	0,553	1,127	0		0		0
PLOČICA	kom	3	3		0		0		0
PLOČICA	kom	1	1		0		0		0
PODLOŠKA DIN 127B-10-300 HV-tZ	kom	62	24	38	0		0		0
PRSTEN	kom	1	1		0		0		0
RУCKA	kom	1	1		0		0		0
SILIKAGEL BEZ INDIKATORA	kg	1	1		0		0		0
VIJAK ISO 4017-M12x60-8-tZn	kom	18	6		12		0		0

At the bottom, there are buttons for 'PRIHVATI' (Accept) and 'IZLAZ' (Exit), and a note: '(razmaknica ili desni klik = izmjena količine)' (Spacebar or right-click = change quantity).

Slika 4. Proračun potreba i automatizirana izrada zahtjeva za nabavku

3. UPRAVLJANJE MATERIJALOM U POJEDINAČNOJ PROIZVODNJI PROJEKTNOG TIPOA

Upravljanje skladištem u pojedinačnoj proizvodnji projektnog tipa zahtjeva posebne pristupe u nabavi, prijemu, skladištenju i izdavanju materijala. Razlog tomu su potrebe praćenje pojedinih vrsta materijala i po svim dimenzijama ili po razredima neke od dimenzija (cijevi, cijevne komore, profili, limovi). U zajedničkoj analizi problema obavljenoj od strane projektanata, pripreme proizvodnje i informatičara postavljeni su sljedeći zadaci za rješenje ovih problema:

- razvrstavanje materijala po novim šiframa za materijale za koje je potrebno iz postojeće šifre u kojoj se nalaze različite karakteristične dimenzije (kod cijevi duljina), prenijeti količinu i vrijednost na nove šifre, te za šifre koje ostaju definirati eventualno potrebne dopune tehničkih podataka da budu precizno definirane za potrebe izbora, naručivanja i prijema
- prijem materijala koji dolazi sa starom šifrom
- izdavanje materijala u proizvodnju
- osigurati zahtjevne infrastrukturne preduvjete prihvata podataka i protočnosti transakcija prema ERP sustavu na neposrednom skladišnom polju otvorenog tipa
- promjene u postojećim izvještajima i pregledima
- povezivanje novog načina rada s izradom i provjerom specifikacije materijala u projektno-konstrukcijskom birou.

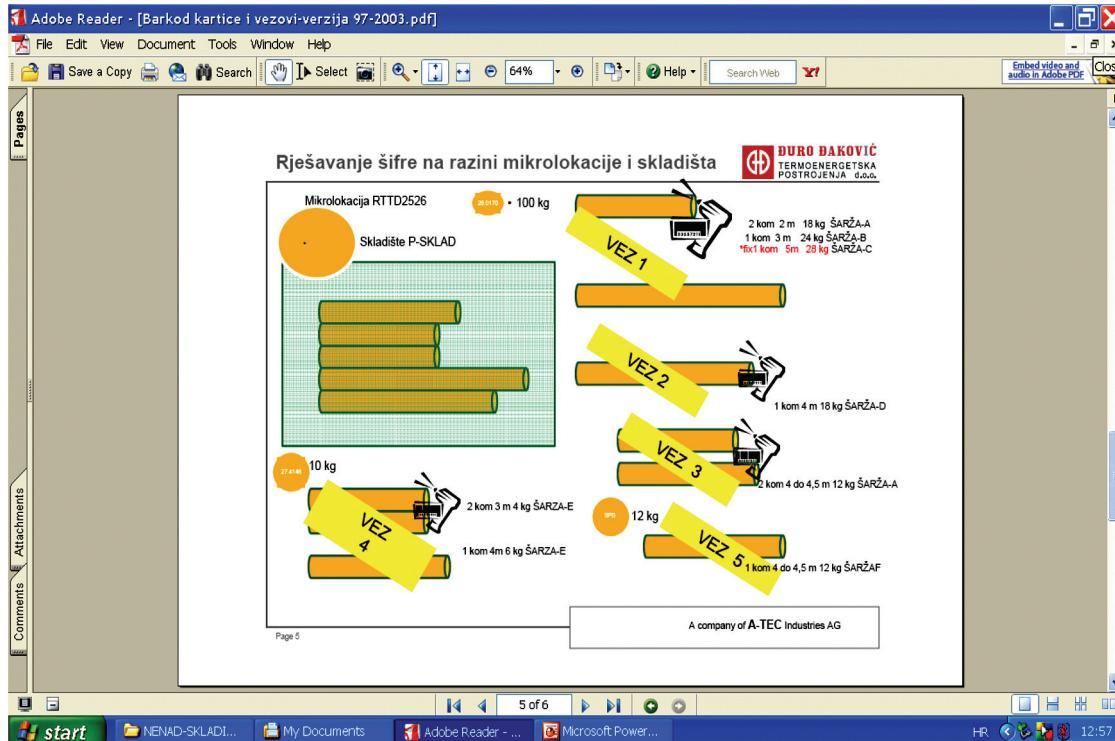
Analizi je pokazala da je ovako tražena razina podataka o materijalima (pored količina po osnovnoj šifri kao na primjer kg za cijevi i praćenje količina po duljini u metrima i broju komada) moguća samo primjenom mobilnog skladišta temeljenog na radu skladištara s ručnim terminalima (RF terminali). Osnovne prednosti rada s ručnim terminalima koji su direktno bez žičnom vezom spojeni s bazom podataka postojećeg ERP sustava su:

- sigurnost u radu s podacima, smanjuje se mogućnost grešaka kod unosa i rada sa podacima (prijem, skladištenje po lokacijama, identificiranje, nalaženje i izdavanje)
- brzina u radu (rad se obavlja učitavanjem šifri bar kod čitačem na RF terminalu te unosom količine i lokacije kod prijema i izdavanja uz proračun količina po drugim jedinicama mjera)
- jednostavnost u rukovanju ručnim terminalima
- praćenje materijala po količinama po svakom komadu ili dimenzijama odnosno drugim pojedinačnim parametrima u okviru osnovne šifre omogućuje jednostavniji i točniji rad projektno-konstrukcijskog biroa kod izrade specifikacije i proračuna konačnih potreba materijala, te pripreme proizvodnje kod lansiranja materijala za pripremu za proizvodnju (rezanje pripremaka u pripremi materijala za izradu dijelova) ili lansiranja direktno na proizvodna radna mjesta.

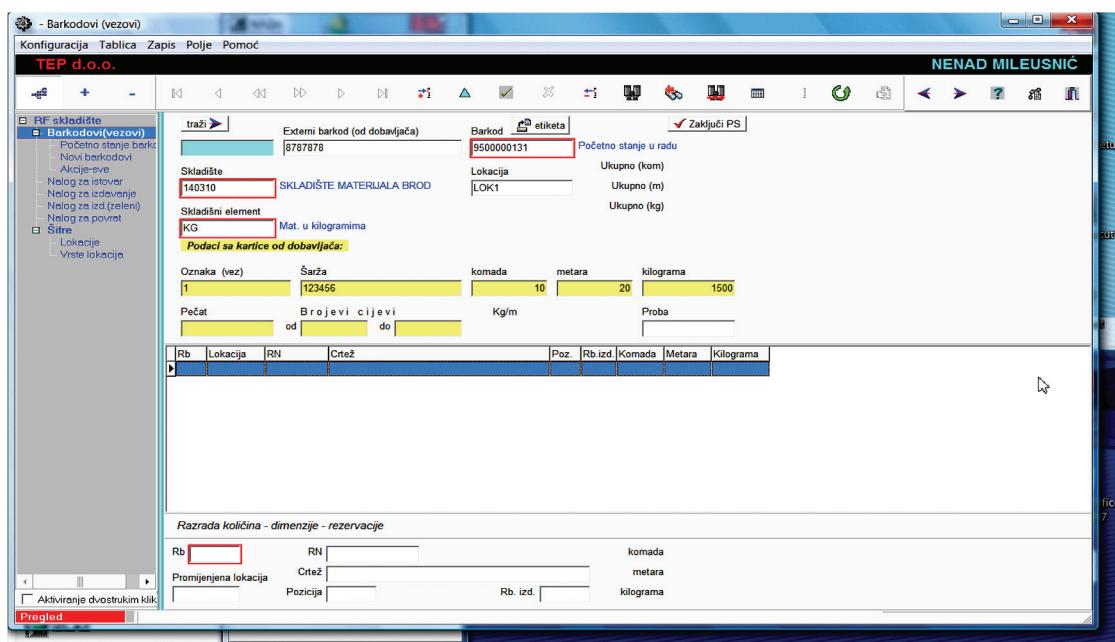
Na slici 5 prikazana je ne jednostavni način nova organizacija skladištenja i rukovanja materijalom [3].

Na slici 6 prikazana je forma u koju se u ERP sustavu prenose podaci o radu skladištara RF terminalima uz slijedeće mogućnosti: praćenje bar koda dobavljača u cilju (praćenja porijekla i atestne dokumentacije ugrađenog materijala) zadržavanja veze za praćenje atesta i eventualne reklamacije dobavljaču, bar kod uz mogućnost tiskanja kartice za identificiranje na skladištu, te praćenje ulaznih podataka od dobavljača povezani u dopunska označka (vez) u kojoj se prate točne veličine: komada, metara i kilograma. U donjem dijelu ekranu nalaze se podaci o rezerviranju svake dimenzije i komada po radnim nalozima a što će biti direktno prenijeto iz

konstrukcijske sastavnice proizvoda.

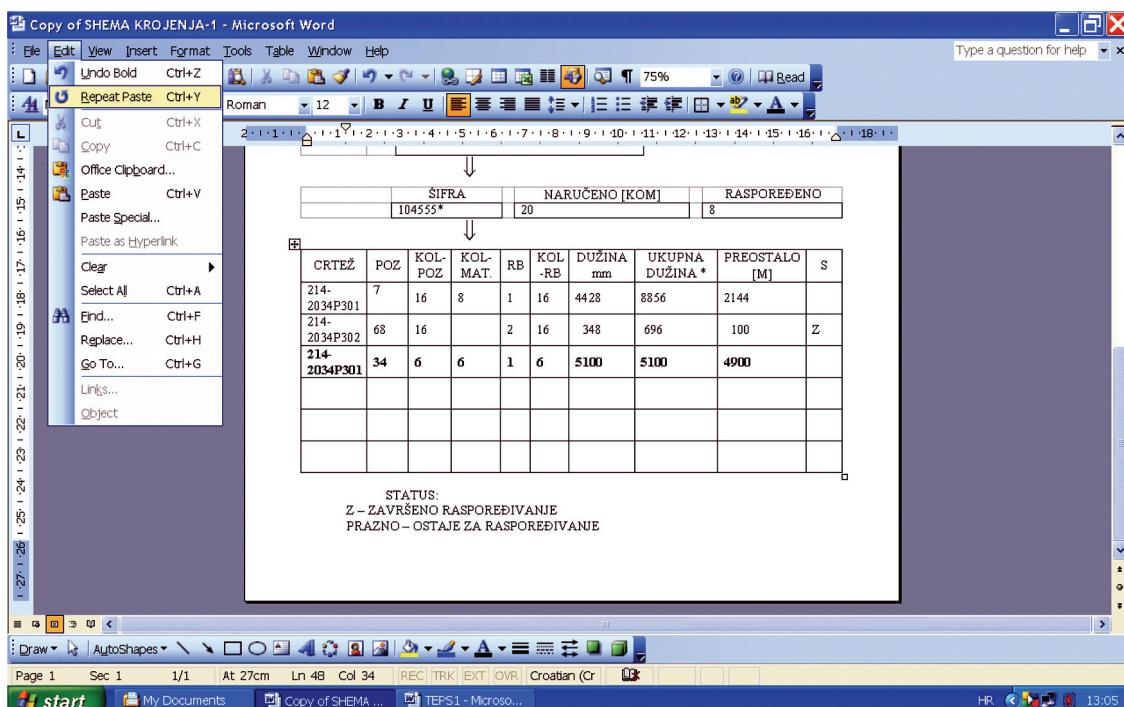


Slika 5. Primjer različitih dimenzija cijevi sa istom šifrom i različitim bar kod oznakama za dimenzije



Slika 6. Forma u koju se prenose podaci s RF terminala iz skladišta

Na slici 7 prikazan je izgled ekrana koji se koristi u definiranju polaznog materijala za izradu proizvodnih elemenata. Nakon pozicioniranja na stavku sastavnica koja je vrste D (dio prema zahtjevima za materijalom (kvaliteta, dimenzije, standardi) određuje se šifra materijala, a zatim prema formi na slici dobije ukupna količina materijala naručena na specifikaciji i plan krojenja na do tog trenutka raspoređenim proizvodnim elementima na polaznom materijalu.



Slika 7. Izrada plana krojenja materijala u projektno-konstrukcijskom birou

4. ZALJUČAK

U cilju povećanja konkurentnosti našeg gospodarstva pored potrebe za inovativnim poboljšanjem procesa projektiranja proizvoda i izrade tehnologije nameće se potrebe smanjenja ukupnih troškova proizvodnje u kojima su obično materijali najznačajnija stavka.

S obzirom na posebnu složenost u upravljanju materijalom u pojedinačnoj proizvodnji u radu su dani prikazi dva modela: model za pojedinačnu ponavljajuću proizvodnju i model za pojedinačnu proizvodnju projektnog tipa, razvijeni za proizvodna poduzeća u Hrvatskoj. Prvi model se uspješno primjenjuje u 30 proizvodnih tvrtki a drugi se uvodi u primjenu u tvrtku "Đuro Đaković" - Tvornica energetskih postrojenja d.d.

5. LITERATURA

- [1] Majdandžić N., "Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća", Sveučilište u Osijeku, Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, 2004., 455 str.
- [2] Majdandžić, N., Majdandžić, G., Lovrić T., "Projektni zadatok ERP sustava za Končar - električni visokonaponski aparati d.d.", Informatički inženjeriing-ININ d.o.o., Slavonski Brod, 2007., 220 str.
- [3] Mileusnić N., "Primjena barkod kartice u identifikaciji veza", "Đuro Đaković" - Tvornica energetskih postrojenja, 6 str.