

PLANIRANJE POTREBNIH KAPACITETA U MSP; PRISTUP RAČUNAROM PODRŽAN INŽINJERING

CAPACITY REQUIREMENTS PLANNING IN SME'S; A COMPUTER AIDED ENGINEERING APPROACH

Alan Lisica

Pregledni rad

Ključne riječi:

CRP, MSP, planiranje
proizvodnje, namještaj,
CAE

Keywords:

CRP, SME, production
planning, furniture, CAE

Paper received:

18.06.2018.

Paper accepted:

24.09.2018.

REZIME

Planiranje i kontrola proizvodnje, kao jedna od upravljačkih odgovornosti u bilo kojoj proizvodnoj industriji, postala je sve slženija tokom posljednjih nekoliko decenija naročito u MSP. Skraćivanje vremena isporuke je apostrofirano kao glavna konkurentna prednost. Ovaj rad prikazuje CAE pristup za donošenje odluke PiKP-a u MSP za proizvodnju namještaja i pokazuje razvoj softvera za PPK koristeći Microsoft Office Excell okruženje.

Subject Review

SUMMARY

Production planning and control, as one of the managerial responsibilities in any production industry, have become increasingly complex during the last few decades particularly in the SME's. Shortening of lead-time has been addressed as a major competitive edge. This paper presents the CAE approach to arriving at PPC decision in a SME's for furniture production and shows software development for CRP using Microsoft Office Excell environment.

1. UVOD

Globalizacija ekonomskih aktivnosti povećala je industrijsku konkurenciju. Proizvodnja prilagođenih proizvoda, brze promjene proizvoda i proizvodnja po niskoj cijeni su zahtjevi tržišta. Intenziviranje konkurentnosti izaziva poboljšanje novog načina upravljanja proizvodnjom. Biti konkurentan obuhvata organizaciju protoka proizvodnje, i, prije svega, vrijeme za koje je metod odabran i primjenjen. Ovakva potreba primjećena je u preduzećima sa malo i srednjesejskom proizvodnjom, u kojima se raspodjela zadataka resursima vrši prema lokalizovanim informacijama.

S obzirom na ovu situaciju na tržištu, proizvodni procesi, i kao posljedica toga, planiranje i kontrola proizvodnje postale su sve kompleksnije tokom posljednjih nekoliko decenija. Zahtjevi tržišta imaju tendenciju povećanja raznolikosti, veće kvalitete i brze i tačne isporuke. Skraćivanje vremena isporuke, ne samo u proizvodnji, već i u dizajnu i planiranju, apostrofirano je kao glavna konkurentna prednost. Jedna od upravljačkih odgovornosti u bilo kojoj proizvodnoj industriji je planiranje i kontrola proizvodnje (PiKP) koji su po prirodi postali multi-resurs i jako komplikovani, zbog njenog inherentnog kapaciteta za poboljšanje produktivnosti i zadovoljstva kupaca u smislu brzog pružanja usluge.

1. INTRODUCTION

The globalisation of economic activity has increased industrial competition. The production of customised products, short-time product changes and production at a low cost are a market requirements. The intensification of competitiveness provokes the improvement of a new method of manufacturing management. Being competitive involves the organisation method of production flow, and, first and foremost, the time at which the method is chosen and applied. Such need is observed in most of small and middle batch production companies where the allocation of tasks to the resources is made according to local information.

In view of this situation in the market, manufacturing processes, and as a consequence, manufacturing planning and control have become increasingly complex during the last few decades. Market requirements tend towards more diversity, a higher quality and fast and accurate delivery performance. Shortening of lead-time, not only in manufacturing, but also in design and planning, has been addressed as a major competitive edge. One of the managerial responsibilities in any production industry is production planning and control (PPC) which have become multi-resource in nature and sternly complicated, because of its inherent capacity of improving productivity and customer satisfaction in terms of prompt service delivery.

Manuelni pristup donošenja ove odluke postao je težak u posljednje vrijeme zbog sve složenijih proizvodnih procesa naročito u malim i srednjim preduzećima (MSP). Stoga, ovaj rad predstavlja pristup računarom podržanog inženjeringa (Computer Aided Engineering - CAE) prilikom donošenja odluke PiKP u MSP za proizvodnju namještaja. Rad pokazuje razvoj softvera za planiranje potrebnih kapaciteta (PPK) u MSP koristeći Microsoft Office Excell okruženje.

2. RAČUNAROM PODRŽAN INŽINJERING

Termin CAE se često koristi za inženjerske analize koje rade računari [1]. CAE se objašnjava kao korištenje računarske tehnologije u inženjeringu u širem smislu nego što je samo inženjerska analiza, kao i svaka upotreba računarskog softvera za rješavanje inženjerskih problema ili za pomoć u inženjerskim zadacima. Jedna od prednosti korištenja računara u inženjerskom zadatku je mogućnost simulacije procesa. Simulacija omogućava donosiocima odluka da donesu kvalitetniju odluku o trenutnom zadatku. U praksi preduzeće može imati hiljade zavisnih stavki potražnje i vremenski horizonti se često protežu dugo u budućnost. Ono što je potrebno je masovna obrada podataka, ono što računari rade najbolje, ostavljajući donošenje odluke planeru proizvodnje. Također, računar može lako preračunati ove zahtjeve ako postoji promjena u parametrima planiranja.

3. PLANIRANJE I KONTROLA PROIZVODNJE

Uspjeh bilo kog preduzeća u velikoj mjeri zavisi od njegovog planiranja. Bez planiranja, događaji postaju slučajni i rezultati su besmisleni i nijedno preduzeće ne može iskusiti maksimalno zadovoljstvo u uspjehu. Planiranje proizvodnje je predproizvodna aktivnost. To je predodređenje proizvodnih zahtjeva kao što su radna snaga, materijali, mašine i proizvodni proces. Osnovni temelji planiranja proizvodnje su isti, ali se mogu razlikovati u zavisnosti od veličine i vrste pogona. Planiranje takođe pruža osnovu za kontrolu u organizaciji.

PiKP se može nazvati koordinatnim sistemom proizvodne operacije. Njena primarna svrha je da planira i koordinira resurse, uključujući vrstu, količinu i vremenski raspored [2]. Generalno, sistemi PiKP su nastali unutar industrije, iako glavni proizvođači sistema sada imaju veliki uticaj na njihov detaljni sadržaj. Postoji mnogo sistema PiKP.

The manual approach to the arrival to this decision has become laborious in recent time due to the growing complexity of production processes particularly in the small and medium-sized enterprises (SME`s). Hence, this paper presents the Computer Aided Engineering (CAE) approach to arriving at PPC decision in a furniture production SME. The paper shows software development for Capacity Requirements Planning (CRP) in SME`s using Microsoft Office Excell environment.

2. COMPUTER AIDED ENGINEERING

Term CAE is often used for engineering analysis performed by computers [1]. CAE is explained as the use of computer technology within engineering in a broader sense than just engineering analysis and also any use of computer software to solve engineering problems or to aid engineering tasks.

One of the merits of the use of computer in engineering task is the possibility of simulation of the process. Simulation approach enables decision makers to make a more informed decision about the present task. In practice a company can have thousands of dependent demand items and time horizons often stretch out for a long time periods into the future. What is needed is massive data processing, the very thing that computers do best, leaving the decision making to the production planner. Also computer can easily re-compute these requirements if there is any change in planning parameters.

3. PRODUCTION PLANNING AND CONTROL (PPC)

The success of any enterprise largely depends upon its planning. Without planning, events become random and results are meaningless and no enterprises can avail success to its maximum satisfaction. Production planning is a pre-production activity. It is the predetermination of manufacturing requirements such as manpower, materials, machines, and manufacturing process. The basic fundamentals in production planning are the same but that may however vary according to the size and type of the plant. Planning also provides the basis for control in an organization. PPC can be referred to as coordinating system of the production operation. It's primary purpose is to plan for and coordinate resources, including type, quantity, and timing [2]. In general, PPC systems have originated within industry although the major system software producers now have a great influence on their detailed content. There are many systems of PPC.

Problem planiranja započinje sa specifikacijom potražnje kupaca koja se mora ispuniti proizvodnim planom. Planiranje proizvodnje je potencijalno aktivno i uvijek ostaje u dinamičnom stanju, jer planovi moraju biti modifikovani u saglasnosti sa promjenama okolnosti. Praktično, planiranje proizvodnje predstavlja predloženi dnevni plan proizvodnih aktivnosti u vremenskom okviru koji se obično naziva horizont planiranja. PiKP zahtjeva analitičke vještine i razumijevanje proizvodnog procesa. Složenost moderne proizvodne industrije je manuelni pristup učinila mentalno teškim. Stoga, uvođenje CAE pristupa postaje prikladno.

4. PLANIRANJE POTREBNIH KAPACITETA

Kapacitet je mjera proizvodne sposobnosti objekta po jedinici vremena. Planiranje kapaciteta se bavi određivanjem potrebnih resursa radne snage i opreme kako bi se ostvario glavni plan proizvodnje (Master Production Schedule – MPS). Planiranje kapaciteta se koristi za identifikaciju ograničenja proizvodnih resursa tako da se ne planira nerealni glavni plan. Neophodno je da svako proizvodno preduzeće odredi sopstveni kapacitet.

PPK je proces određivanja potrebnog kapaciteta (vremena) ljudi i opreme potrebnih za dostizanje proizvodnih ciljeva sadržanih u MPS i planu potreba materijala (Material Requirements Planning -MRP) [6] i predstavlja važan dio osiguranja da preduzeće može ispuniti proizvodna očekivanja. To je tehnika planiranja kratkog do srednjeg vremenskog razdoblja koja podrazumijeva procjenu "sposobnosti trenutnih nivoa resursa da zadovolje trenutne narudžbe i predviđenu potražnju" [3]. MRP se fokusira na prioritete materijala, dok se PPK uglavnom fokusira na vrijeme. Iako se i MRP i PPK mogu raditi ručno i izolovano, obično su integrisani u kompjuterizovani sistem, a često se pretpostavlja da su funkcije PPK (kao i kontrole proizvodnje) uključene u koncept "MRP sistema". PPK pomaže da se utvrdi gdje i kada se mogu pojaviti problemi iskorištenja, tako da se mogu preduzeti preventivne / alternativne mjere. Obezbeđuje detaljnu provjeru kapaciteta i uključuje informacije kao što su nalozi planirani za izdavanje, postojeće pozicije proizvodnje u toku (Work in Process - WIP), podatke o toku materijala, kao i kapacitete i vrijeme izrade za sve procesne centre [5]. Obezbeđuje vidljivost potražnje za svaki radni centar. Ova vidljivost unaprijed omogućava menadžeru operacija da tačnije planira ukupnu strategiju za dodavanje ili smanjenje kapaciteta radi efikasnijeg korištenje resursa [4].

Planning problem begins with a specification of customer demand that is to be met by the production plan. Production planning is potentially active and always remains in dynamic status as plans may have to be modified in agreement to changes in circumstances. Practically, production planning presents proposed daily plan for production activities within a time frame usually referred to as planning horizon. PPC requires analytical skills and understanding of production process. The complexity of modern day production industry as therefore made the manual approach mentally difficult. Hence, the introduction of the CAE approach become appropriate.

4. CAPACITY REQUIREMENTS PLANNING

Capacity is a measure of the productive capability of a facility per unit of time. Capacity planning is concerned with determining what labour and equipment resources are required to meet the Master Production Schedule (MPS). Capacity planning is used to identify the limitations of the production resources so that unrealistic master schedule is not planned. For each manufacturing company it is necessary to determine it's own capacity.

CRP is the process of determining what personnel and equipment capacities (times) are needed to meet the production objectives embodied in the MPS and the Material Requirements Plan (MRP) [6] and is an important part of ensuring that a company can meet production expectations. It is short to medium range planning technique that entails evaluating the "ability of current resource levels to meet current orders and projected demand" [3]. MRP focuses upon the priorities of materials, whereas CRP focuses primarily upon time. Although both MRP and CRP can be done manually and in isolation, they are typically integrated within a computerized system, and CRP (as well as production activity control) functions are often assumed to be included within the concept of "an MRP system". CRP helps to identify where and when utilisation problems can occur, so that preventive/alternative measures may be taken. It provides a detailed capacity check and includes information such as planned order releases, existing Work in Process (WIP) positions, routing data as well as capacity and lead times for all process centers [5]. It provides visibility of demand for each work centre. This forward visibility allows the operations manager to more accurately plan the overall strategy for the addition or reduction of capacity for a more efficient use of resources [4].

PPK prvo procjenjuje plan proizvodnje koji je izradilo preduzeće. Izdati planirani nalozi (u MRP sistemu) pretvaraju se u standardne sate opterećenja ključnih radnih centara u PPK sistemu. Onda analizira stvarne proizvodne kapacitete preduzeća i uspoređuje jedno sa drugim kako bi utvrdio da li se raspored može završiti trenutnim kapacitetom. Izračunava potrebni kapacitet iz tehnologija koje se koriste za izradu proizvoda i uvijek se pokreće kao dio pokretanja MRP plana, jer za njegovo izračunavanje treba poznavati planirane naloge. Pri izračunavanju potreba za resursima, PPK koristi osnovnu tehnologiju za planirane narudžbe, ali će koristiti alternativne tehnologije ako su određene za postojeće poslove. PPK prepoznaje modifikacije napravljene na resursima (na primjer, navodeći korištenje alternativnog izvora). Riječ je o iterativnom procesu koji uključuje planiranje, reviziju kapaciteta (ili reviziju MPS-a) i ponovnu nadogradnju dok se ne dobije razumno dobar profil opterećenja. Budući da se pokreće kao dio MRP-a, PPK ima korist od logike mreže koja je nerazdvojiv dio planiranja - ako već postojeće količine ne zahtijevaju planiranje novih naloga za dopunu, neće generisati zahtjeve za kapacitetom. A ako su radni zadaci delimično završeni, PPK prepoznaje koji su resursi već iskorišćeni i samo planira uslove za resurse koji su preostali. Ako preduzeće ne uspije planirati kapacitete za proizvodnju prije same proizvodnje, možda neće biti u mogućnosti proizvesti robu koju je potvrdila da će proizvesti. Ovo očigledno može biti katastrofalno za preduzeće ako ne može da ispuni zahtjeve ugovora ili drugog formalnog sporazuma o proizvodnji.

4.1. Ulazi i izlazi iz PPK

PPK unosi zahtjeve za proizvodnju ne iz MPS-a, već izravno iz MRP-a. Osim izdavanja planiranih naloga iz MRP-a, detaljno planiranje kapaciteta zahtijeva informacije i iz drugih izvora. Posebno, informacija je potrebna iz [2]:

- *Datoteka otvorenih naloga.* To su poslovi koji su pušteni u proizvodnju i koji su u toku. Oni se pojavljuju na MRP datotekama kao planirani prijem. Razlog zašto detaljnom planiranju kapaciteta je potrebna informacija o otvorenim nalogima pored informacija o planiranim prijemima MRP-a je u tome što MRP datoteka ne ukazuje koje operacije na otvorenom nalogu su završene. Datoteka otvorenih naloga uglavnom će sadržavati informacije o završenosti narudžbe ili, iz perspektive kapaciteta, koji specifični kapacitet je i dalje potreban da se dovrši ostatak narudžbe.

CRP first assesses the schedule of production that has been planned by the company. Planned-order releases (in the MRP system) are converted to standard hours of load on key work centers in the CRP system. Then it analyzes the company's actual production capacity and weighs the two against each other to see if the schedule can be completed with the current capacity. It calculates required capacity from the routings used to build products and is always run as part of running an MRP plan, since it needs to know the planned orders for its calculation. In calculating resource requirements, CRP uses the primary routing for planned orders, but will use alternate routings if they have been specified for existing jobs. It recognizes modifications made to WIP resources (for example, specifying the use of an alternate resource). It is an iterative process that involves planning, revision of capacity (or revision of the MPS), and replanning until a reasonably good load profile is developed. Because it is run as part of MRP, it benefits from the netting logic inherent in planning - if your on-hand quantities don't require planning of new replenishment orders, you won't generate capacity requirements. And if jobs on the shop floor are partially completed, CRP recognizes which resources have already been used and only plans requirements for the resources that remain. If a firm fails to do capacity requirements planning before production, it may find itself unable to produce the goods it has agreed to produce. This can obviously be disastrous for the firm if it is unable to meet the requirements of a contract or other formal production agreement.

4.1. CRP Inputs and outputs

CRP inputs production requirements not from the MPS, but instead directly from MRP. In addition to the planned order releases from MRP, detailed capacity planning requires information from other sources. Specifically, information is needed from [2]:

- *The open order file.* These are jobs that have been released for production and are in process. They appear on the MRP files as a scheduled receipt. The reason detailed capacity planning needs the open order information in addition to the scheduled receipt information on MRP is that the MRP file does not indicate what operations on the open order have been completed. The open order file will generally contain information as to how far along the order is toward completion or, from a capacity perspective, what specific capacity is still required to complete the rest of the order.

- *Datoteka toka*. Sadrži informacije o putu koji posao treba proći kroz radne centre, uključujući operacije koje se trebaju izvršiti. Određuje koje mašine ili radnike koristiti, kojim redoslijedom i vremenom trajanja.
- *Datoteka radnog centra*. Općenito sadrži informacije o različitim elementima vremena potrebnog za proizvodnju povezanog s vrstom opreme u radnom centru.

Ti vremenski elementi mogu uključivati:

- *Vrijeme pomjeranja* - vrijeme koje je obično potrebno za premještanje materijala iz jednog radnog centra u drugi,
- *Vrijeme čekanja* – vrijeme koje materijal mora čekati da se premjesti nakon završetka operacije,
- *Vrijeme čekanja u redu* – vrijeme koje materijal mora čekati ispred operacije prije nego što se ta radnja može obaviti. U mnogim operacijama vrijeme čekanja obično predstavlja najveći element ukupnog vremena izrade. Vrijeme proizvodnje je općenito definirano kao ukupno vrijeme pomjeranja, vrijeme čekanja, vrijeme čekanja u redu, vrijeme postavljanja i vrijeme izvođenja za zadanu količinu materijala koji se proizvodi.
- *Postojeći WIP položaji* [5].

Izlaz iz procesa PPK je plan kapaciteta, odnosno raspored koji prikazuje planirano opterećenje (potreban kapacitet) i planirani kapacitet (raspoloživi kapacitet) za svaki radni centar tokom nekoliko dana ili sedmica. Ovo se također zove i profil opterećenja [7].

4.2. Nedostatak korištenja PPK

"Nedostatak" korištenja detaljnog PPK je da, iako se većina grubih metoda može postaviti u proračunskoj tablici koristeći samo standardne podatke MPS-a, PPK zahtijeva da se pokrene MRP. U stvari, većina modernih sistema uključuje detaljan PPK modul koji je izravno povezan s pokretanjem MRP. PPK je previše složen i zahtijeva previše podataka iz drugih datoteka da se pokrene na "samostalnoj" tabelarnoj aplikaciji. Glavni problem koji zamagljuje učinkovitu upotrebu detaljnog PPK-a je da se MRP stalno mijenja, budući da se materijal proizvodi, prima ili koristi u proizvodnji. Iz tog razloga pridruženi PPK se stalno mijenja, što ga čini teže učinkovito upravljivim.

- *The routing file*. Containing information about the route the work is to take through the facility work centers, including the operations that are to be performed. Specifies which machines or workers to use and in which order and length.
- *The work center file*. Generally contains information on the various elements of lead time associated with the type of equipment in the center.

These time elements can include:

- *Move time* - the time it usually takes to move material from one work center to another.
- *Wait time* - the time material has to wait to be moved after it has had an operation completed.
- *Queue time* - the time material has to wait in front of an operation before it can be processed by that operation. In many operations queue time tends to be the largest element of total lead time. Production lead time is generally defined to be the total of move time, wait time, queue time, setup time, and run time for the given lot size of the material produced.
- *Existing WIP positions* [5].

The output of the CRP process is the capacity plan, which is a schedule showing the planned load (capacity required) and planned capacity (capacity available) for each workcenter over several days or weeks. This is also called a load profile [7].

4.2. Downside of using CRP

The "downside" of using detailed CRP is that while most of the rough-cut methods can be set up on a spreadsheet using only standard information with the MPS, CRP requires MRP to be run. In fact, most modern systems include a detailed CRP module that is linked directly into the MRP run. CRP tends to be too complex and requires too much data from other files to be run on a "stand-alone" spreadsheet application. A major issue clouding the effective use of detailed CRP is that MRP is constantly changing as material is produced, received, or used in production. For this reason the associated CRP is constantly changing, making it more difficult to manage effectively.

Dodatni potencijalni problem s PPK-om jeste taj da se temelji na vremenskim standardima koji su pomalo subjektivni u njihovom razvoju i mogu se znatno promijeniti tokom vremena zbog krivulje učenja i promjena procesa. Čak i ako se može upravljati svim podacima generiranim od strane PPK-a, u mnogim je operacijama tačnost većine podataka ponešto sumnjiva. To iziskuje dobru poslovnu praksu za razvoj redovnog pregleda radnih standarda, praćenih ažuriranjem datoteka radnih standarda prema potrebi. Iako je detaljnim PPK teško upravljati zbog promjenjive prirode podataka koji su uvijek prilično sumnjivi, može imati korisnu ulogu u odlukama uprave, pogotovo ako menadžer razumije način na koji se informacije razvijaju i najprikladniji pristup upotrebe informacija [2].

Unatoč nazivu, PPK ne generira analizu ograničenog kapaciteta. Umjesto toga, PPK izvodi ono što se naziva beskonačno opterećenje. PPK predviđa vrijeme dovršetka radnog procesa za svaki procesni centar, koristeći se vremenskim rokovima izrade, a zatim izračunava predviđeno opterećenje tokom vremena. Ta opterećenja se zatim uspoređuju s raspoloživim kapacitetom, ali ne radi korekciju za situaciju preopterećenja.

5. IZRADA PPK SOFTVER-a U MSP FRAMINI doo VITEZ

Korištenje softvera-a ili planiranje proizvodnje pomoću računara sve više je potrebno u proizvodnim preduzećima. MSP Framini d.o.o Vitez je proizvođač namještaja i bavi se proizvodnjom kupaoničkog i kancelarijskog nameštaja, kao i kuhinja i spavaćih soba prema želji kupca.

Zbog povećane potražnje za proizvodima, preduzeće je moralo pronaći brži, bolji i efikasniji način planiranja proizvodnje, što je dovelo do ideje korištenja računara u planiranju. U gore navedenom kontekstu Framini doo Vitez se suočio s slijedećim problemom: kako napraviti PPK koji nije preskup i može pružiti sve potrebne informacije. S obzirom na to da preduzeće nema adekvatan softver za planiranje proizvodnje, rješenje je pronađeno u kreiranju softvera zasnovanog na Microsoft Office Excell-u i stečenim znanjima iz oblasti planiranja i upravljanja proizvodnjom, kao i korištenjem postojeće baze podataka o proizvodima. Cilj je bio stvaranje kompjuterizovanog sistema koji kreira profil opterećenja i identifikuje podopterećenja i preopterećenja i daje odgovor da li sistem može realizirati proizvodne narudžbe zadovoljavajući data ograničenja?

An additional potential problem with CRP is that it is based on time standards, which are somewhat subjective in their development and can change substantially over time due to learning curves and process changes. Even if one can manage all the data generated by CRP, in many operations the accuracy of much of the data is somewhat suspect. This implies that a good business practice to develop is the regular review of work standards, followed by updating of work standard files as required. Even though detailed CRP is difficult to manage due to the changing nature of information that is always somewhat suspect in the first place, it can still be useful to have as an input to management decisions, especially if the manager understands the way the information is developed and the most appropriate approaches to deal with the information [2].

In spite of its name, CRP does not generate finite capacity analysis. Instead, CRP performs what is called infinite forward loading. CRP predicts job completion times for each process center, using given fixed lead times, and then computes a predicted loading over time. These loadings are then compared against the available capacity, but no correction is made for an overloaded situation.

5. CREATING CRP SOFTWARE FOR SME FRAMINI doo VITEZ

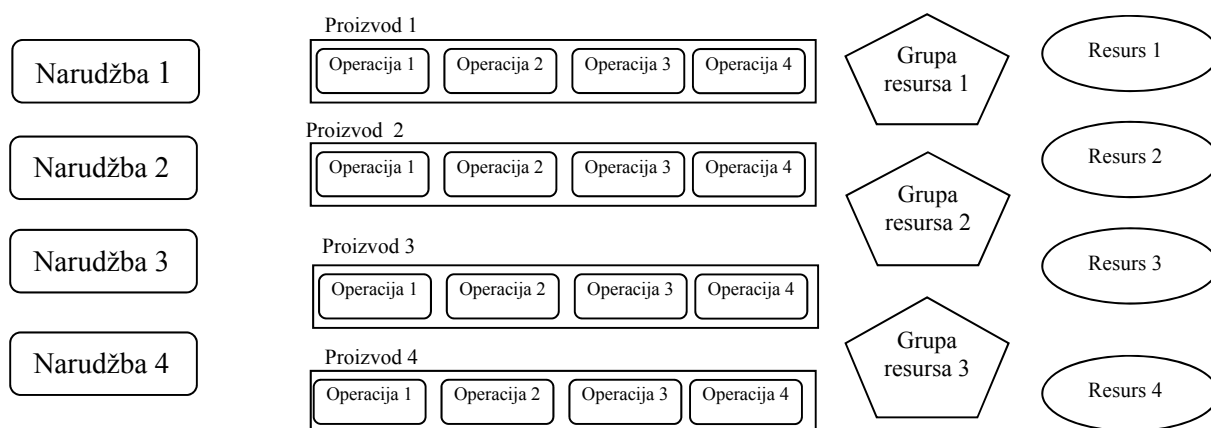
Using software-based or computer-based production planning is increasingly needed in manufacturing companies. Framini d.o.o Vitez is a SME furniture producer and is engaged in the production of bathroom and office furniture as well as custom-made kitchen and bedrooms according to customers wish.

Due to increasing product demand, the company had to find a faster, better, and more efficient way of planning production, leading to the idea of using computers in planning. In the above context Framini doo Vitez faced the following problem: how to create a CRP that is not too expensive and can provide all needed informations. Given that the company does not have adequate software for production planning, the solution has been found in the creation of Microsoft Office Excell based software and acquired knowledge in the field of production planning and management as well as the use of the existing products database. The goal was to create computerized system that creates a load profile and identifies under-loads and overloads and gives an answer if given production orders can be realised in the system satisfying given constraints?

Konceptualno rješenje problema je program na Microsoft Office Excel platformi, koji je izrađen na sekcionim modulima koji sadrže sve podatke vezane za planiranje proizvodnje.

The conceptual solution to the problem is a program on the Microsoft Office Excel platform, which is built on a sectional modules that house all data related to production planning.

Narudžba	Proizvod/Operacije	Resursi
Broj narudžbe Elementi Oznaka Prioritet Količina Kupac Rok isporuke	Naziv proizvoda Naziv operacije Broj operacija Resursi Vrijeme operacije Vrijeme proizvodnje	Naziv resursa Grupa resursa 1 Grupa resursa 2 Konačno/beskonačno opterećenje Kapacitet resursa Raspoloživo vrijeme



Slika 1. Struktura podataka izrađenog PPK softvera

Order	Product/Operations	Resources
Order number Parts Identification number Priority Volume Customer Delivery date	Product name Operations name Number of operations Resources Operation time Production time	Resource name Resource group 1 Resource group 2 Finite/infinite loading Resource capacity Available time

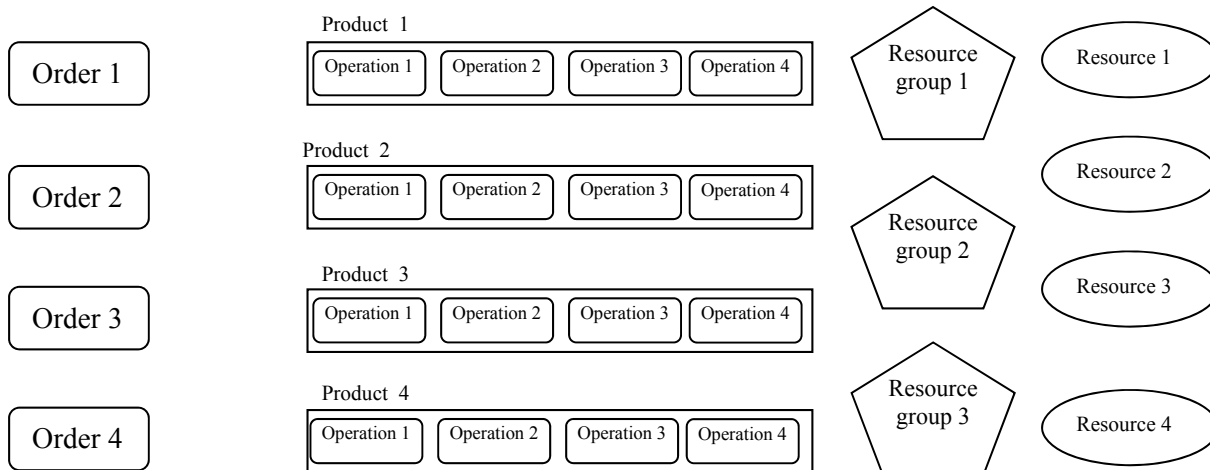


Figure 1. Data structure of developed CRP software

Prvi list je nazvan "Kapacitet resursa", i sadrži sve resurse koje preduzeće posjeduje i koristi u svojoj proizvodnoj liniji. Zbog različitosti obrade na različitim resursima, potrebno je bilo koristiti različite mjerne jedinice (kom, m, broj strana, broj ploča itd.).

The first sheet is called "Resources Capacity", which contains all the resources that the company owns and uses in its production line. Because of the processing differences on different resources, different units of measure (pcs, m, number of sides, plates etc.) needed to be used.

Resurs Resource	KPI		
	Mjera Measurement	Jedinica mjere Unit of measure	Kapacitet
Resurs 1 Resource 1	ploča/vrijeme plates/time	kom/min pieces/min	x
Resurs 2 Resource 2	metara/vrijeme meters/time	m/min	x
Resurs 3 Resource 3	komada/vrijeme pieces/time	kom/min pieces/min	x
Resurs 4 Resource 4	m ² /vrijeme sq. m/time	m ² /min	x
Resurs 5 Resource 5	broj strana/vrijeme number of sides/time	strana/min sides/min	x

Slika 2. List "Kapacitet resursa"
Figure 2. Sheet "Resources Capacity"

Osim utvrđivanja kapaciteta, veoma važan faktor je raspoloživo vrijeme za proizvodnju. Na ovom listu bilo je veoma važno postići fleksibilnost u određivanju broja radnih dana, broja smjena u danu, broja sati po smjeni i iskorištenje vremena (tj. korisni kapacitet) kako bi se mogli simulirati različiti scenariji što dalje omogućava odabir optimalnog scenarija.

In addition to determining the capacity, a very important factor is the time available for production. In this sheet it was very important to achieve flexibility in setting the number of working days, number of shifts per day, number of hours per shift and the utilization of time (ie. useful capacity) in order to be able to simulate different scenarios which further allow to choose the optimal scenario.

Broj radnih dana (dani)	x
Broj smjena po danu (broj)	x
Broj radnih sati po smjeni (h)	x
Stepen iskorištenja (%)	x
Korisni kapacitet (min)	x

Slika 3. List "Raspoloživo vrijeme"

Number of working days (days)	x
Number of shifts per day (num)	x
Number of working ours per shift (h)	x
Degree of utilization (%)	x
Useful capacity (min)	x

Figure 3. Sheet "Available Time"

Naredni korak bio je da se odredi tehnologija (podaci o toku materijala) potrebna za proizvodnju proizvoda. Radi lakšeg korištenja, pravljenja promjena i dobijanja tačnih rezultata, kreiran je list pod nazivom "Tehnologija" u koji je unesena baza podataka proizvoda sa odgovarajućom tehnologijom za svaki proizvod.

The next step was to determine the technology (routing data) needed to produce the products. For ease of use, making changes and obtaining as accurate results, a sheet titled "Technology" has been created in which the product data base have been entered with corresponding technology for each product.

Slika 4. List "Tehnologija"
Figure 4. Sheet "Technology"

U listu tehnologija, jedinične vremenske vrijednosti su povezane sa kapacitetom resursa, tako da u slučaju promjene kapaciteta resursa, vrijeme proizvodnje u listu tehnologija se automatski mijenja, dajući tačne informacije o vremenu proizvodnje određenog proizvoda na određenom resursu u bilo kojem trenutku. Slijedeći list je baza postojećih resursa: mašinski park, broj montažnih radnika i broj radnika za pakovanje u proizvodnoj liniji.

In the technology sheet, unit time values are associated with resource capacity so that in case of resource capacity changes, the time of production in the technology sheet changes automatically, giving an accurate information about the time of production of a particular product on a particular resource at any given time. The next sheet is the data base of the currently existing resources: machine park, number of assembly workers and number of packaging workers in production line.

Red. br.	Stroj	Broj jedinica (kom)	Broj smjena (smj/dan)	Broj radnih sati (h)	Korisni kapacitet stroja (h)	Planirana produktivnost stroja (%)	Stvarni korisni kapacitet jedinice (h)	Stvarni korisni kapacitet jedinice (min)
1								
2	1 Raskrajač E120	1	1	7,25	7,25	68%	4,9	295,4
3	2 Raskrajač E 80	1	1	7,25	7,25	41%	3,0	179,7
4	3 Kantarica stream	1	1	7,25	7,25	100%	7,3	435,0
5	4 Kantarica Akron 645	1	1	7,25	7,25	74%	5,4	321,9
6	5 CNC	1	1	7,25	7,25	59%	4,3	255,3
7	6 CNC Rover A3	1	1	7,25	7,25	60%	4,4	261,0
8	7 CNC skiper 100	1	1	7,25	7,25	30%	2,2	130,5
9	8 Presa	1	1	7,25	7,25	90%	6,5	391,5
10	9 Krivolinijska kantarica	1	1	7,25	7,25	50%	3,6	217,5
11	10 Vertikalna tiplerica	1	1	7,25	7,25	50%	3,6	217,5
12	11 Horizontalna tiplerica	1	1	7,25	7,25	75%	5,4	326,3
13	12 Šarnirka fi 26	1	1	7,25	7,25	50%	3,6	217,5
14	13 Šarnirka fi 35	1	1	7,25	7,25	50%	3,6	217,5
15	14 Stolna glodalica	1	1	7,25	7,25	50%	3,6	217,5
16	15 Broj montažera	8	1	7,25	58	38%	22,0	1.322,4
17	16 Broj pakiraca	5	1	7,25	36,25	50%	18,1	1.087,5

Slika 5. List "Resursi"
Figure 5. Sheet "Resources"

Slijedeći podaci su izračunati za svaki resurs:

- broj resursa,
- broj smjena,
- broj radnih sati,
- raspoloživi korisni kapacitet,
- planirana produktivnost i
- stvarni korisni kapacitet.

Following data for each resource has been calculated:

- number of resources,
- number of shifts,
- number of working hours,
- available useful capacity,
- planned productivity and
- real useful capacity.

Međutim, kako bismo mogli izdati proizvodni nalog, moramo znati koje je vrijeme potrebno za proizvodnju narudžbe i da li je naš proizvodni pogon u mogućnosti da proizvede naručene proizvode za određeno vrijeme, u zavisnosti od trenutne i planirane zauzetosti resursa. Zbog toga je izrađen list "potrebno vrijeme". Resursi su prikazani sa proizvodnim vremenom potrebnim za svaku proizvodnu liniju, kao i sa ukupnim potrebnim vremenom za proizvodnju naloga koji dolaze. U zavisnosti od sadašnje zauzetosti proizvodnje i na osnovu potrebnog vremena može se izraditi plan za buduću proizvodnju.

However, to be able to release a production order, we need to know what time is needed to produce an order and whether our production facility is able to produce ordered products up to a certain time, depending on the current and planned resources occupancy. That's why sheet "needed time" is created. Resources are shown with the production time needed for every production line as well as the total needed time for production of incoming orders. Depending on the current occupancy of the production and on the basis of needed time plan for future production can be generated.

1	2	Red. br.	Stroj	Serija		Hoeffner		Wisa		IZVOZ		Pojedinačne narudžbe		Ukupno	
				(min)	(dan)	(min)	(dan)	(min)	(dan)	(min)	(dan)	(min)	(dan)	(min)	(dan)
3	1	Raskrajač E120	145,0	0,5	0,0	0,0	338,9	1,1	819,3	2,8	971,6	3,3	1.303,1	4,4	
4	2	Raskrajač E 80	145,0	0,8	0,0	0,0	338,9	1,9	819,3	4,6	971,6	5,4	1.303,1	7,3	
5	3	Kantarica stream	354,1	0,8	0,0	0,0	288,8	0,7	1.892,7	4,4	1761,9	4,1	2.535,5	5,8	
6	4	Kantarica Akron 645	354,1	1,1	0,0	0,0	288,8	0,9	1.892,7	5,9	1761,9	5,5	2.535,5	7,9	
7	5	CNC	281,7	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	116,1	0,5	3449,4	13,5	397,8	1,6	
8	6	CNC Rover A3	8,6	0,0	0,0	0,0	673,7	2,6	558,7	2,1			1.240,9	4,8	
9	7	CNC skiper 100	208,6	1,6			0,0	0,0	670,8	5,1			879,4	6,7	
10	8	Presja	762,5	1,9	0,0	0,0	232,4	0,6	1.983,1	5,1	1101,9	2,8	2.978,0	7,6	
11	9	Krivolinjska kantarica	0,0	0,0			0,0	0,0	3,1	0,0			3,1	0,0	
12	10	Vertikalna tiplerica	131,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	312,9	1,4			444,0	2,0	
13	11	Horizontalna tiplerica	410,8	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1.264,0	3,9			1.674,8	5,1	
14	12	Šarnirka fi 26	163,7	0,8			0,0	0,0	311,5	1,4	484,1	2,2	475,2	2,2	
15	13	Šarnirka fi 35	17,8	0,1	0,0	0,0	25,3	0,1	52,8	0,2			95,9	0,4	
16	14	Stolna glodalica	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	
17	15	Montaža	2.794,6	2,1	0,0	0,0	2.182,0	1,7	5.227,0	4,0	44.898,0	34,0	10.203,6	7,7	
18	16	Pakovanje	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Slika 6. List "Potrebno vrijeme"

Figure 6. Sheet "Needed time"

Na osnovu dobijenih tabličnih kalkulacija u listu tehnologija i potrebnom vremenu za proizvodnju generira se izvještaj. Ovaj list je povezan sa vremenom potrebnim za proizvodnju i planiranom produktivnošću resursa, te stoga, prema narudžbi, generira se vrijeme potrebno za proizvodnju. Na listu su prikazani resursi sa slijedećim podacima:

- broj jedinica resursa,
- planirana produktivnost resursa,
- broj sati u smjeni,
- vrijeme potrebno za proizvodnju za svaku proizvodnu liniju u minutima i danima i
- potrebno ukupno vrijeme proizvodnje.

Slijedeći generirani list je grafički izvještaj u kome se prikazuje dijagram zauzetosti resursa u odnosu na efektivni kapacitet. Na osnovu ovog dijagrama možemo lako vidjeti koliko vremena resurs treba da bi proizveo dolazne narudžbe. Dijagram za svaku proizvodnu liniju, posebno, kao i dijagram za ukupno vrijeme je generiran.

Based on the resulting table-based calculations in the technology sheet and the time required for production report is generated. This sheet is connected with the time required for the production and the planned productivity of the resource, and thus, according to the order, the time needed for production is generated. In the sheet the resources are shown with the following data:

- number of resource units,
- planned resource productivity ,
- number of hours in the shift,
- the time needed for production of every production line in minutes and days and
- total production time needed.

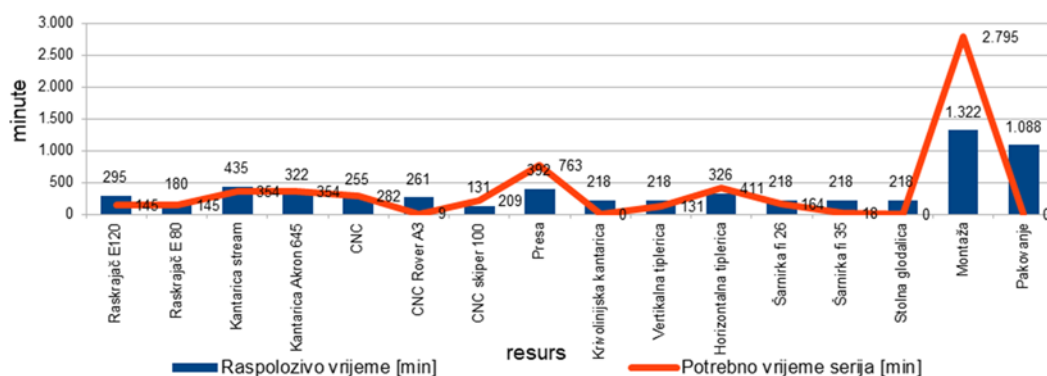
The next sheet generated is a graphical report in which the diagram of the resource occupancy in relation to the effective capacity is shown. Based on this diagram we can easily see how much time a resource needs to produce incoming orders. Diagram for each production line, in particular, as well as the diagram for the overall time needed is generated.

10	11	PLAN			POTREBA												
		Jedinica	Broj jedinica	Produktivnost jedinice [%]	[h/sm]	Serija		Hoeffner		Wisa		Izvoz		Pojedinačne narudžbe		UKUPNO	
						[min]	[dan]	[min]	[dan]	[min]	[dan]	[min]	[dan]	[min]	[dan]	[min]	[dan]
12																	
13	Raskrajač E120	1	68%	7.25	145.0	0.5	0.0	0.0	338.9	1.1	819.3	2.8	971.6	3.3	1.303.1	4.4	
14	Raskrajač E 80	1	35%	7.25	145.0	0.8	0.0	0.0	338.9	1.9	819.3	4.6	971.6	5.4	1.303.1	7.3	
15	Kantarica stream	1	99%	7.25	354.1	0.8	0.0	0.0	288.8	0.7	1.892.7	4.4	1.761.9	4.1	2.535.5	5.8	
16	Kantarica Akron 645	1	81%	7.25	354.1	1.1	0.0	0.0	288.8	0.9	1.892.7	5.9	1.761.9	5.5	2.535.5	7.9	
17	CNC	1	62%	7.25	281.7	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	116.1	0.5	3.449.4	13.5	397.8	1.6	
18	CNC Rover A3	1	57%	7.25	8.6	0.0	0.0	0.0	673.7	2.6	558.7	2.1			1.240.9	4.8	
19	CNC skiper 100	1	28%	7.25	208.6	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	670.8	5.1			879.4	6.7	
20	Presja	1	95%	7.25	762.5	1.9	0.0	0.0	232.4	0.6	1.983.1	5.1	1.101.9	2.8	2.978.0	7.6	
21	Krivolinjska kantarica	1	50%	7.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0			3.1	0.0	
22	Vertikalna tiplerica	1	50%	7.25	131.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	312.9	1.4			444.0	2.0	
23	Horizontalna tiplerica	1	62%	7.25	410.8	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.264.0	3.9			1.674.8	5.1	
24	Šarnika fi 26	1	50%	7.25	163.7	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	311.5	1.4	484.1	2.2	475.2	2.2	
25	Šarnika fi 35	1	50%	7.25	17.8	0.1	0.0	0.0	25.3	0.1	52.8	0.2			95.9	0.4	
26	Stolna glodalica	1	50%	7.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	
27	Montaža	8	35%	7.25	2.794.6	2.1	0.0	0.0	2.182.0	1.7	5.227.0	4.0	44.898.0	34.0	10.203.6	7.7	
28	Pakiranje	5	50%	7.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	

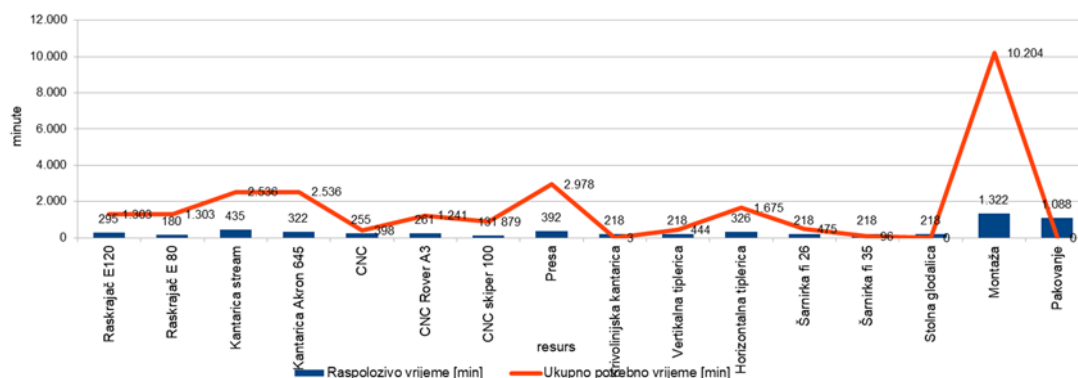
Slika 7. List "Izveštaj"
Figure 7. Sheet "Report"

Izveštaji o opterećenju prikazuju zahtjeve za resursima u radnom centru za sve poslove koji su trenutno dodijeljeni radnom centru, planiranim poslovima i očekivanim narudžbama. Radno opterećenje je obračunato u skladu sa radom potrebnim za izvršenje planiranih naloga koji su već u pogonu i za kompletiranje planiranih narudžbi a koji još nisu dati u proizvodnju. Uska grla su one radne stanice na kojima projektovana opterećenja prelaze kapacitete resursa.

Load reports show the resource requirements in a work center for all work currently assigned to the work center, all work planned, and expected orders. Workload is calculated according to the work required to complete the scheduled orders already in the shop and to complete the planned order releases not yet released. Bottlenecks are those workstations at which the projected loads exceed resource capacities.



Slika 8. List "Grafčki izvještaj" – serijska proizvodnja
Figure 8. Sheet "Graphical report" - serial production



Slika 9. List "Grafčki izvještaj" – ukupna proizvodnja
Figure 9. Sheet "Graphical report" - overall production

6. ZAKLJUČAK

Identifikacija uskih grla i opterećenja poslom u pogonu je ključna komponenta za postizanje operativne efikasnosti. Jedan od osnovnih zahtjeva u bilo kojoj proizvodnoj industriji je odgovarajuća odluka PPK-a. Ovo je važno zbog potencijalnog kapaciteta za poboljšanje produktivnosti i zadovoljstva kupaca u smislu brze isporuke.

Razvoj PPK softvera pomoću Microsoft Office Excel okruženja za MSP proizvođača namještaja je predstavljen sa potrebnim detaljima. Razvijeni sistem pokazao je kako se računar sa odgovarajućim softverom i matematičkim modelom može koristiti za postizanje ovog zahtjeva. Predstavljeni model pruža informacije za balansiranje posla koji treba uraditi sa raspoloživim resursima i daje planeru proizvodnje realni vremenski prikaz koji resursi su potrebni i dostupni. Grafički prikaz pomaže korisnicima da mjere, reaguju i balansiraju promjene ponude i potražnje za radnim centrima i kapacitetima resursa. Postavljanjem i prilagođavanjem pragova kapaciteta, performanse radnih centara mogu biti kontrolirane.

7. REFERENCES

- [1] Regodić, D.; Cvetković D.: *Automatizacija, proizvodni sistemi i računarski integrisana proizvodnja*, Univerzitet Singidunum, 2011
- [2] Chapman, S.N.: *The fundamentals of production planning and control*, Pearson Education, Inc., 2006
- [3] Pritsker, A.A.B.: *Manufacturing capacity management through modeling and simulation*, Foundations of World-class Manufacturing Systems, Symposium papers, June 19, 1991
- [4] Ptak, C. A., *ERP Tools, Techniques and Applications for Integrating the Supply Chain*, The CRC Press, 2004

6. CONCLUSION

Identifying bottlenecks and shop floor load is a key component to achieving operational efficiency. One of the basic requirements in any production industry is appropriate CRP decision. This is important for its potential capacity of improving productivity and customer satisfaction in terms of prompt delivery.

The development of CRP software using Microsoft Office Excel environment for a SME furniture producer has been presented with necessary details. Developed system has shown how the computer with appropriate software and mathematical model can be used to achieve this requirement. Presented model provides information to balance the work that needs to be done with available resources and gives the production planner a real-time view of what resources are needed and available. Graphical representation helps users measure, react, and balance changes in the supply and demand for work centers and resource capacities. By setting and adjusting capacity thresholds, work centers can be monitored for performance.

- [5] Hopp, W.J.; Spearman, M.L: *Factory Physics (third edition)*, Waveland Press Inc, 2008
- [6] Krajewski, L.J.; Ritzman, L.P.; Malhorta, M.K: *Operations Management Processes and Supply Chains 10th edition*, Pearson Education, Inc, 2013
- [7] Hill, A.V.: *The Encyclopedia of Operations Management*, Pearson Education, Inc, 2012

Corresponding author:

Alan Lisica
BH SERVICE d.o.o.
Poslovna zona PC 96
72 250 Vitez
Bosnia and Herzegovina
E-mail: alan173@yahoo.com