

Planiranje potreba za materijalima u velikim i malim organizacijama

Pribanić, Krunoslav

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Organization and Informatics / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:211:997983>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported / Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerađivanja 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-03**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Organization and Informatics - Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
VARAŽDIN**

Krunoslav Pribanić

**PLANIRANJE POTREBA ZA
MATERIJALIMA U VELIKIM I MALIM
ORGANIZACIJAMA**

ZAVRŠNI RAD

Varaždin, 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
V A R A Ž D I N

Krunoslav Pribanić

Matični broj: 0124120029 (S-47838)

Studij: Primjena informacijske tehnologije u poslovanju

**PLANIRANJE POTREBA ZA MATERIJALIMA U VELIKIM I MALIM
ORGANIZACIJAMA**

ZAVRŠNI RAD

Mentorica:

Larisa Hrustek, mag.oec.

Varaždin, rujan 2023.

Krunoslav Pribanić

Izjava o izvornosti

Izjavljujem da je moj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onima koji su u njemu navedeni. Za izradu rada su korištene etički prikladne i prihvatljive metode i tehnike rada.

Autor potvrdio prihvaćanjem odredbi u sustavu FOI-radovi

Sažetak

Proizvodni proces svakog poduzeća koje želi uspješno poslovati bazira se na kvalitetnom procesu planiranja svih proizvodnih čimbenika. Vrlo važan segment planiranja proizvodnih čimbenika je planiranje potreba za materijalima (eng. *Material requirements planning - MRP*), neophodnih za nesmetano odvijanje svih etapa proizvodnje što u konačnici rezultira finalnim proizvodom. Planiranje potreba za materijalima podrazumijeva planiranje, nabavu i/ili proizvodnju za sve sastavne dijelove (sirovine i materijal) i poluproizvode od kojih se neki proizvod sastoji.

Predmet istraživanja ovoga rada je sam proces planiranja potreba za materijalima i razlike u načinu planiranja u malim i velikim organizacijama u kojima je primarna djelatnost proizvodnja. Opisane su sve relevantne činjenice vezane uz rješenja koja se koriste prilikom planiranja te zadovoljstvo djelatnika organizacije odabranim rješenjima za planiranje potreba za materijalima.

Kao primjer iz prakse, odabrano je poduzeće PVC Sisak d.o.o., koje se bavi proizvodnjom PVC stolarije. Na primjeru ovoga poduzeće, opisan je postupak planiranja procesa proizvodnje te sukladno tome planiranje potreba za materijalima. U sklopu planiranja potreba za materijalima u odabranom poduzeću bit će pojašnjen postupak planiranja nabave što će biti praćeno mjerljivim ciljevima poduzeća te sukladno tome proces planiranja proizvodnje.

Ključne riječi: operacijski menadžment; poslovni procesi; planiranje potreba za materijalima; proces planiranja proizvodnje; proces planiranja nabave; proizvodnja

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Metode i tehnike rada	2
3. Povijesni razvoj procesa planiranja potreba za materijalima	3
3.1. Tradicionalni i klasični model zaliha	3
3.2. MRP I (Material requirements planning)	4
3.3. ERP sustav (Enterprise resource planning)	5
4. Postupak planiranja potreba za materijalima	8
4.1. Ulazni podaci za planiranje potreba za materijalima	8
4.2. Rezultat MRP postupka	9
4.3. Trendovi u planiranju potreba za materijalima	9
4.3.1. Lean production	9
4.3.2. Kanban	11
4.3.3. Mapiranje vrijednosti	11
4.3.4. Poka-Yoke (ERROR-PROOFING)	12
4.3.5. Tijek „Komad po komad“	12
4.3.6. SMED (single minute exchange of die)	12
4.3.7. 5S – CANDO	12
4.3.8. TPM - total productive maintenance	13
4.3.9. Ostale tehnike	13
4.3.10. JIT- Just in time	13
4.4. Primjer procesa planiranja potreba za materijalima u stvarnoj organizaciji	15
4.4.1. Praktični dio u tvrtki PVC Sisak d.o.o.	15
4.4.2. MRP matrica	16
4.4.3. MRP matrice za prozor	17
5. Programska rješenja planiranja potreba za materijalima	22
5.1. SAP	22
5.2. Oracle	22

5.3. Workday.....	23
6. Istraživanje	24
7. Osvrt na planiranje potreba za materijalima	28
8. Zaključak	29
Popis slika	32
Popis tablica	33
Popis grafova	33

1. Uvod

Baviti se poduzetništvom u današnje vrijeme, biti vlasnik proizvodnog poduzeća u kojem donošenje odluka o načinu poslovanja, nabavci potrebnih materijala, kontrola nad istima, pregovori s kupcima i dobavljačima te u konačnici i proizvodnja finalnog proizvoda, pred svakog pojedinog poduzetnika stavlja određeni izazov. O rezultatima svega navedenog često ovisi nečija egzistencija, kako samog vlasnika i njegove obitelji tako i egzistencija svih zaposlenika tj. sudionika u proizvodnom procesu.

Svrha pravovremenog i kvalitetnog upravljanja poslovnim procesima je proizvodnja finalnog proizvoda koji će zadovoljiti sve potrebe krajnjeg potrošača, dok će poduzetnik ostvariti profit kojim će moći podmiriti troškove proizvodnje i rada, ostvariti dobit te samim time zadovoljiti sve glavne primarne potrebe. U konačnici, javlja se i osjećaj zadovoljstva koji je bio i glavni pokretač neke poduzetničke ideje koja je doživjela svoju realizaciju.

Donošenje odluka o planiranju proizvodnje ovisi o mnogim čimbenicima koje je potrebno promatrati u kontekstu nabave i kontekstu proizvodnje. Naime, kad promatramo finalni proizvod koji poduzeće proizvodi, potrebno je definirati vrijeme proizvodnje, količine proizvodnje, minimalne zalihe na skladištu gotovih proizvoda i drugo. Također, važno je definirati koji dijelovi, sirovine ili materijal se nabavljaju od dobavljača te da li se neki dijelovi izrađuju u poduzeću. Danas poduzeća koriste informacijska rješenja koja pomažu u tom planiranju što uvelike može olakšati cijeli proces.

Tema ovog završnog rada je opisati proces organizacije proizvodnje u poduzeću te istražiti na koji način se planira i organizira proces planiranja potreba za materijalima te kako isti utječe na realizaciju proizvodnog programa. Glavni dijelovi ovog istraživanja odnose se na pojašnjenje procesa planiranja potreba za materijalima u velikim i malim organizacijama u odnosu na prijašnje načine, koliko i na koji način nam informacijski sustavi tu pomažu i što se danas koristi u velikim i malim organizacijama. Kroz praktični dio prikazat će se proces planiranja potreba za materijalima u stvarnoj organizaciji odnosno poduzeću koje se bavi izradom PVC stolarije.

2. Metode i tehnike rada

Ovaj rad je sastavljen od tri cjeline gdje će u prvom djelu biti prikazani rezultati kvalitativnog istraživanja sekundarnih izvora literature.

Drugi dio istraživanje se odnosi na studiju slučaja, gdje je na primjeru poduzeća PVC Sisak d.o.o. prikazan način provođenja planiranja potreba za materijalima. Proveden je intervju s vlasnikom poduzeća što je poslužilo za prikupljanje svih podataka i informacija nužnih za pojašnjenje procesa. Pomoću glavnog plana proizvodnje i MRP matrice, prikazan je praktični dio proizvodnje pvc prozora.

Treći dio istraživanja obuhvaća ispitivanje procesa planiranja potreba za materijalima u različitim poduzećima. U tu svrhu napravljen je anketni upitnik koji je poslan na mail adrese poduzeća različitih veličina i vrsta proizvodnje. U anketnom upitniku je postavljeno devet pitanja koja se odnose na veličinu poduzeća, broj zaposlenih osoba, kojom se vrstom proizvodnje bave, da li u svom poslovanju koriste bilo kakav informacijski sustav, aplikaciju ili neko drugo informatičko rješenje, koju vrstu koriste i da li njihov informacijski sustav koristi proces planiranja potreba za materijalima te zadovoljstvo istim.

3. Povijesni razvoj procesa planiranja potreba za materijalima

Organizaciju poduzeća moguće je promatrati kao postizanje menadžerskih ciljeva uz optimizaciju angažiranja svih resursa u sklopu proizvodnih procesa. Glavna zadaća svakog menadžera je da osigura i provodi odgovarajući način upravljanja određenim poduzećem i vođenja poslovanja u kojemu je najveća važnost u postizanju organizacijskih ciljeva usmjerenih na optimizaciju troškova.

U praktičnom smislu, ako govorimo o optimizaciji proizvodnje, svakako nam je najvažnija stavka planiranje potreba za materijalima jer se želi osigurati pravovremeni kvalitetan proces uz najniže troškove i korištenje minimuma ostalih resursa. Racionalan plan nabavke materijala potrebnih za proizvodnju omogućava nesmetano provođenje proizvodnih procesa bez gomilanja nepotrebnih zaliha i nepotrebnih troškova. Upravljanje potrebama za materijalima podrazumijeva predviđanje, planiranje, budžetiranje i samu kontrolu nad troškovima kao i praćenje koje nam omogućuje analizu i prikaz ponašanja troškova u ovisnosti o promjeni okolnosti kao i uzroke kod odstupanja od predviđenih troškova s ciljem njihovog zadržavanja u prihvatljivim granicama. Sve navedeno osigurava pravodobne informacije menadžerima za izbor između mogućih alternativa koje nam omogućavaju promjene u smjerovima aktivnosti radi postizanja optimalnih ekonomski rezultata.

Temeljni cilj planiranja potreba za materijalima je postići što veću dugoročnu korist i određeni cilj uz što niže troškove bez dugoročno negativnih posljedica na rezultat poslovanja i konkurentsku poziciju poduzeća. Možemo stoga reći da se svaki trošak isplati ako donosi veću dugoročnu korist od vrijednosti žrtvovanih resursa. Cilj je postići što veću dugoročnu korist od ostvarenog troška, a ne racionalizaciju troškova pod svaku cijenu, odnosno redukciju troškova materijala bez kojih se može (Briš Alić i ostali, 2022; Siemens Digital Industries Software, bez dat.).

3.1. Tradicionalni i klasični model zaliha

Davne 1915. godine, postavljen je jednostavan i statičan model za utvrđivanje optimalne količine narudžbe materijala, odnosno tradicionalni model upravljanja zalihama. Navedeni model se često naziva i klasičan model zaliha. U ovom modelu pretpostavljamo da je potražnja za robom unaprijed poznata i ravnomjerna. Sirovine i materijale naručujemo uvijek u jednakim razmacima u vremenu, oni stižu na vrijeme i s istekom zaliha. U ovom modelu se ne uzimaju u obzir mnoge bitne stavke kao što je veličina skladišta, raspoložive financije

odnosno ne uzimaju se u obzir ograničenja. Ovaj model prikazuje odnos čuvanja zaliha i cijene narudžbe. Takav način rada možemo koristiti za optimizaciju proizvodnih i tržišnih zaliha. Model ekonomične količine nabave možemo potvrditi i matematičkim dokazima. Jednostavna primjena se temelji na šest pretpostavki:

1. Zaprimanje zaliha je sveukupno i trenutno
2. Neovisna i konstantna poznata potražnja
3. Nema popusta na količinu
4. Poznato i konstantno vrijeme od narudžbe do primitka robe
5. Izvršenjem narudžbe u pravo vrijeme, izbjegava se nedostatak zaliha
6. Postoje samo dvije vrste troškova, nabava i držanje zaliha.

Pomoću matematičke formule možemo izračunati Ekonomičnu količinu nabave:

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

gdje je:

Q – ekonomična količina nabave

D – ukupna potražnja

S – troškovi nabave

H – troškovi držanja zaliha (Pupavac, 2011).

3.2. MRP I (Material requirements planning)

Planiranje potreba za materijalima (*eng. Material requirements planning - MRP*) je pojam koji pojašnjava planiranje zahtjeva za materijalima odnosno planiranje materijala pri čemu je cilj smanjiti troškove, povećati učinkovitost te donositi odluke koje nam u konačnici pomažu postići bolje rezultate. Strateški cilj MRP-a je stvoriti cjeloviti sustav proizvodne kontrole i planiranja te osigurati pravovremene popratne aktivnosti poput planiranja te razvoja tehnologija i novih proizvoda. U operacijskom menadžmentu, on uvelike pomaže u definiranju strategije planiranja kako bismo u svakom vremenskom intervalu imali dovoljno materijala za proizvodnju, ujedno bez prevelikih zaliha koje nam stvaraju troškove skladištenja, a ponovo sa druge strane, da proces proizvodnje nema kašnjenja zbog nedostataka istih (Stevenson, 2017).

MRP 1 u povijesti je koristio jako puno ručnog unosa podataka te je postojala potreba za dodatnim naporima u komunikaciji kako bi se osigurale sve potrebne informacije i podaci za planiranje proizvodnje i nabave. MRP 1 stavljao je naglasak na strategiju gdje je proizvođaču bila najbitnija optimizacija nabave u kontekstu nabave materijala i sirovina za

potrebe proizvodnje. Praćenjem proizvođačevih ulaznih materijala i sirovina te izlaznih komponenti, predaju se podaci sustavu PPM koji ih koristi zajedno sa sastavnicama i radnim nalogima, kako bi izračunao vrijeme i količinu potrebnih dodatnih dolaznih materijala i sirovina. Godine 1964., tvrtke Black i Decker prve su primijenile sustav planiranja potreba za materijalima (MRP), u kombinaciji sa središnjim računalom i starijim modelom ekonomske količine narudžbe. Implementacijom MRP 1 sustava sa APS rješenjem, dobivamo mogućnost ispunjenja globalnih zahtjeva kupaca, u smislu poboljšanja iskoristivosti resursa, skraćivanja vremena isporuke i točnijeg predviđanja potreba za resursima.

Prednosti MRP 1 su:

- potpuna kontrola i vidljivost
- značajno smanjenje rizika zaliha
- poboljšanje pravovremene isporuke
- smanjenje troškova proizvodnje
- veća produktivnost
- brži odgovor na promjene

Godine 1983. se razvija MRP 2 (eng. *manufacturing resource planning - MRP 2*) sadrži sve mogućnosti kao i MRP 1 uz dodatno optimiziranje sredstava potrebnih u proizvodnji kao što je oprema u proizvodnji, osoblje, rezervni dijelovi i mnoge druge komponente. Sustavi kao što su MRP 2, dobivaju sve veću pozornost u sedamdesetima i osamdesetim godinama razvojem računalne tehnologije. Takvi sustavi nam omogućavaju sveobuhvatno upravljanje, ne samo proizvodnjom, već i cjelokupnim poslovanjem kao što su odnosi s kupcima (CRM), upravljanje financijama, ljudskim potencijalima i optimizacijom poslovanja. U devedesetim godinama, sve više tvrtki implementira takve sustave te se pojavljuje novo ime, sustav poslovnog planiranja resursa, ERP (eng. *enterprise resources planning*) sustav (Kumsr, bez dat. ; Briš Alić i ostali, 2022; Siemens Digital Industries Software, bez dat.).

3.3. ERP sustav (Enterprise resource planning)

ERP (eng. *Enterprise resource planning*) je kratica za strategiju planiranja resursa poduzeća, a odnosi se na sve sustave i softvere koji koriste upravljanje poslovnih procesa. Ovu strategiju mogu koristiti mala i velika poduzeća, ali je prikladnija za velika poduzeća i tvrtke. ERP sustav najčešće koristi središnju bazu podataka na koju je integrirano više aplikacija. Baza skuplja podatke iz svih odjela kao što su računovodstvo, proizvodnja, nabava, usluge lanac opskrbe, kadrovski ured, upravljanje zalihama i nabava i drugo. Kroz njega se provodi pojednostavljenje procesa i protoka informacija. Središnja baza podataka omogućuje pouzdano informiranje različitih poslovnih jedinica. Danas je nezamislivo pristupiti svijetu

industrije bez dobrog ERP sustava koji je postao obavezni zahtjev, ne samo za proizvodnju, već i za bilo koju tvrtku koja se želi razvijati, smanjiti izgubljeno vrijeme i novac. ERP sustavi danas su vrlo važni alati koji bi trebali tvrtku pratiti najmanje 10 godina. Proces odlučivanja se temelji na dubinskoj analizi koja prvenstveno mapira tokove informacija i ističe poslovne ciljeve. Neke od glavnih prednosti implementacije ERP sustava su :

- za upravljanje, prednost je povezivanje sa različitim aplikacijama unutar poduzeća
- povezanost različitih odjela i procesa u poduzeću uz pomoć aplikativnih rješenja čime je olakšano upravljanje, komunikacija i koordinacija između odjela
- za veću produktivnost, pristupanjem podataka u stvarnom vremenu možemo odmah utvrditi sve mogućnosti
- za umanjeње grešaka, povećana kontrola i vidljivost poslovanja u smislu kašnjenja, predviđanja i izbjegavanja rizika te poštivanje propisa
- u smislu jednostavnosti, smanjenje vremena prilagodbe
- središnja baza podataka pridonosi pojednostavljenju poslovanja i lakši rad djelatnicima.

Kod odabira najprikladnijeg ERP rješenja treba uzeti u obzir modularnost, fleksibilnost, integraciju, tehnologiju, jednostavnost upotrebe i raspoloživost rješenja u oblaku (eng. *cloud*) ili softver kao uslugu (SAAS). Postoje četiri varijante odabira ERP rješenja a to su klasična implementacija unutar poduzeća, oblak varijanta, hibridni model i otvoreni servis (eng. *open-source*). Klasična implementacija podrazumijeva da tvrtka pokreće izvršavanje programa sa servera u njenom vlasništvu. Oblak varijanta ERP-a nalazi se na serverima kojima upravlja treća strana. Korisnici obično pristupaju takvom ERP-u putem internetskog preglednika. Moguće je odabrati između rješenja za jednog korisnika (eng. *single-tenant solution*), u kojem samo jedna tvrtka koristi ERP i ne dijeli mjesto na serveru te rješenja za više korisnika (eng. *multi-tenant solution*), gdje više tvrtki koristi istu instancu softvera i isti hardver. Hibridni ERP kombinira implementaciju unutar tvrtke i implementaciju u oblaku. U ovom slučaju sustav u vlasničkim servisima mora biti povezan sa sustavom u oblaku. Tvrtka može odabrati implementaciju unutar svojih prostora u sjedištu, a koristiti sustav u oblaku za područne urede. Open-source ERP je često besplatan, a može nuditi opciju plaćanja kako bi korisnici mogli uživati u dodatnim pogodnostima programa. Takvu je vrstu ERP-a moguće prilagoditi svojim potrebama, no podrška je često minimalna, pa se i najmanji problemi s ERP-om mogu pretvoriti u veliki trošak za tvrtku. Male i srednje tvrtke najčešće odabiru ERP u oblaku jer su limitirane financijskim resursima i implementacija je brža. Nemaju tolike potrebe za tehničarima i može se po potrebi širiti i ažurirati. Srednjim i velikim tvrtkama odgovara hibridni model, jer već najčešće imaju implementiran neki sustav koji koriste godinama, no ipak ostaje na samim tvrtkama odabir najboljeg rješenja za njih. Pohrana u oblaku za neke tvrtke je izazov jer postoji

politika zabrane pohrane podataka u oblaku tako da najčešće se odabire hibridni model. ERP sustav u konačnici postaje neizostavan dio poslovanja, omogućujući spajanje ljudi i procesa, ubrzava i olakšava aktivnosti, nadzire poslovne aktivnosti, pojednostavljuje rad i u konačnici pomaže napretku poduzeća (Briš Alić i ostali, 2022; Firs, 2020; Yadav, 2021; Fluentis, bez dat.).

4. Postupak planiranja potreba za materijalima

Postupak planiranja potreba za materijalima je postupak koji omogućava nekom poduzeću da organizira svoju nabavu i proizvodnju kako bi zadovoljilo zahtjeve od strane kupaca te sukladno tome i zahtjeve unutar poduzeća. Naime, zahtjevi kupaca odnose se na potražnju za proizvodima i za poduzeće predstavljaju informacije o tome što kupci zahtijevaju od njih, a u postupku planiranja procesa proizvodnje te informacije predstavljaju ulaz u sam proces kako bi poduzeće ispunilo naloge, odnosno da proizvod bio osiguran točno na vrijeme i u onoj količini koju zahtijevaju kupci. Taj postupak je temeljni algoritam svakog ERP sustava, odnosno algoritam je ugrađen u svakom ERP sustavu jer pomoću njega upravljamo proizvodnjom i nabavom. Najbitnija stvar je da se cijeli postupak odrađuje računalno iz razloga jer svi podaci koji nastaju moraju biti usklađeni i ažurirani na vrijeme kako bi ga mogli provesti (Stevenson, 2017; Russell & III, 2010).

4.1. Ulazni podaci za planiranje potreba za materijalima

Za početak, MRP postupka zahtjeva određene ulazne podatke o potražnji koje dobivamo iz osnovnog planiranja proizvodnje, odnosno dobivamo informacije iz prodaje o zahtjevima kupaca. Osim toga, podatke o potrebama na tržištu i potencijalnoj potražnji za proizvodima moguće je dobiti metodama predviđanja potražnje. Drugi ulazni podatak je sastavnica. Sastavnica (eng. *Bill of Materials*), odnosno strukturna datoteka, predstavlja ulaz svih potrebnih ulaznih dijelova proizvoda, uz naznaku količine identičnih dijelova koji ulaze u proizvod. Ona nam pokazuje od čega se proizvod sastoji i što je to što trebamo nabaviti od dobavljača ili proizvesti unutar vlastitog poduzeća, da bi u konačnici imali gotov proizvod. Kod sastavnice, podaci moraju biti ispravni u 100%-om smislu, jer u protivnom može doći do narudžbe pogrešne količine ili vrste materijala, proizvodnja se neće moći odviti i stvorit će se kašnjenja u rokovima isporuke. Vrlo je važno da ukoliko dođe do neke modifikacije u proizvodu, da se sastavnica također istog trena ažurira. Treći ulazni dio je Matična datoteka (eng. *Item Master File*). To su svi oni matični podaci koji opisuju svaki dio unutar sastavnice, a pod tim se podrazumijeva nekakvi identifikator, zatim podaci da li se nešto od toga nalazi na skladištu, količinu dijelova koji se naručuju, odnosno šarža, vrijeme dobave te podaci o dobavi. Kod matične datoteke je također bitno da se ažurira kod svake nabave, prodaje ili proizvedenog dijela (Russell & Taylor, 2019).

4.2. Rezultat MRP postupka

Rezultati MRP postupka mogu se podijeliti u tri ključne kategorije:

- Primarni izlazi
- Sekundarna izvješća
- Ostala izvješća.

Primarni izlazi su preporuke za planiranje, nalozi za nabavu i radni nalozi. Sekundarna izvješća su iznimke, planovi i izvješća nadzora. Ostala izvješća su promjene na zalihama nakon MRP postupka. Sukladno spomenutom, rezultati MRP postupka mogu se podijeliti prema ulozi koju imaju za odjel proizvodnje i odjel nabave ili pak neke druge poslovne jedinice unutar poduzeća. Ako se promatra odjel MRP postupka je uputa proizvodnji da proizvede sve što je potrebno, odnosno izdavanje planiranih naloga, nabava mora nabaviti sve one materijale i dijelove od dobavljača koji su potrebni i zadnje mogu biti preporuke za planiranje ukoliko MRP postupak da povratnu informaciju da nešto nije naručeno ili napravljeno na vrijeme, ako se proizvodnja smanjila ili povećala i slično. Sve ove rezultate ubrajamo u primarne izlaze. Osim primarnih izlaza postoje još i sekundarni izlazi a pod time se podrazumijevaju izviješća nadzora, iznimki i planova. Također, informacije o promjenama na zalihama se povratno vraćaju u Matični slog. U konačnici, rezultati MRP postupka se koriste za terminiranje u realnom vremenu i planiranje proizvodnih kapaciteta (Stevenson, 2017).

4.3. Trendovi u planiranju potreba za materijalima

4.3.1. Lean production

Pod pojmom *lean production* podrazumijeva se sustav metoda gdje je naglasak stavljen na eliminaciju i otkrivanje svih nedostataka kod nekvalitetnih procesa i poslovnih postupaka. Sustav je to koji na neki način „čisti“ poduzeće od nekvalitetnih parametara, nudi nova rješenja, tj. stvara veću vrijednost za krajnjeg potrošača korištenjem minimalnih resursa. Prepoznaje i detektira one vrijednosti koje kupci zahtijevaju te se fokusira na dodavanje istih u sam proces.

Cilj lean sustava je povećanje brzine odvijanja procesa na način da se eliminira otpad sve nepotrebne radnje gdje god je to moguće u procesima kako bi se skratio period (eng. *lead time*) između narudžbe kupca i isporuke proizvoda.

Poduzeća koja svoje poslovanje organiziraju po ovom poslovnom modelu su stabilna, efikasna, fleksibilna i puna razumijevanja za potrebe kupaca.

Za razvoj koncepata i lead alata proizvodnje zaslužan je Toyotin inženjer Taiichi Ohno, iako je svojedobno izjavio kako je većinu ideja preuzeo iz rada Henrya Forda i Ford Motor kompanije

Lean sustav temelji se na pet osnovnih principa, a to su:

- uklanjanje otpada/gubitaka – gubici stvaraju trošak, a ne povećavaju vrijednost za kupca, identificiranje otpada vrlo je često zahtjevno kao i samo uklanjanje; ako govorimo o gubicima, iste možemo podijeliti na troškove zaliha, troškove neispravnih proizvoda ili usluga, troškove proizvodnje prevelikih količina, troškove nepotrebnih radnji, troškove uzrokovane zastojsima poput čekanja na materijal, troškove transporta te troškove prevelike kompliciranosti proizvodnje;
- utvrđivanje toka vrijednosti – utvrđivanje svih aktivnosti koje kreiraju vrijednost;
- postizanje tijeka kroz proces – jednostavno i brzo kretanje kroz proces;
- određivanje tempa prema pull signalima – sustav u kojem krajnji kupac potiče stvaranje novog proizvoda i/ili usluga koji stvaraju vrijednost;
- kontinuirano traganje za savršenstvom - bez pogrešaka, odnosno stranih defekata.

Lean menadžment naglašava proizvodnju malih serija te tijekom pojedinačnih komada. Obzirom da se radi o pull sustavu, isti se odnosi na implikaciju da se ništa ne proizvodi dok nije zatraženo, bilo od vanjskih ili unutarnjih kupaca, odnosno proizvodnja se primjenjuje po narudžbi.

Sastavni dio lean sustava obuhvaća varijabilnost potražnje, varijabilnost proizvodnje te varijabilnost dobavljača. Ako govorimo o varijabilnosti proizvodnje, možemo reći da se varijabilnost proizvodnje ne odnosi samo na varijacije karakteristika proizvoda već i na varijacije u vremenu koje se javljaju za potrebno vrijeme izvršavanja zadataka. Varijacije u vremenu lean menadžment nastoji smanjiti uspostavljanjem standardiziranih procesa. Kako bi se osiguralo smanjenje varijabilnosti lean sustav uvodi niveliranje proizvodnje koje omogućava odvijanje svih operacija bez prepreka. Niveliranje proizvodnje ima za glavni cilj uskladiti proizvodnju s potražnjom i mjera koja se pritom koristi je „takt time“. Brzinu same proizvodnje možemo izračunati prema sljedećoj formuli:

„takt time = raspoloživo dnevno vrijeme proizvodnje + zahtijevana dnevna količina outputa“

Najveća aktivnost lean menadžmenta jest ta što se prilike za poboljšanje ne traže u aktivnostima koje stvaraju vrijednost već u aktivnostima koje im prethode.

Kako bi mogli postići temeljne principe lean sustava kao što su uklanjanje otpada, tijekom vrijednosti, tijekom kroz procese, uvažavanje pull signala, savršenstvo, potrebno je odabrati

odgovarajuće pristupe, tehnike i alate. Samo uz pomoć primjene različitih tehnika i alata moguće je postići sinergiju (Russell & III, 2010; Levinson, 2017; Briš Alić i ostali, 2022).

4.3.2. Kanban

Kanban sustav predstavlja sustav upravljanja proizvodnjom i isporukom od strane korisnika. Radi se o pull sustavu sa svrhom sinkronizacije radnog procesa koristeći karticu koja sadržava informacije o tome kada, koliko i kako proizvoditi te kako transportirati i skladištiti proizvod. Pull sustav razvijen je u Toyoti 50-tih godina prošloga stoljeća, a radi brzine i racionalizacije protoka materijala te povećanja fleksibilnosti u poslovanju s materijalima, prihvaćen je krajem 70-tih u SAD-u kao i u drugim gospodarski razvijenim zemljama svijeta.

Kanban je sustav upravljanja proizvodnjom i isporukom materijala od strane korisnika kod kojega se materijali naručuju u fiksnim količinama i standardnim kutijama. Korisnici su ti koji odlučuju kada i koliko kutija dobavljač mora isporučiti u zadanim rokovima. Kada zalihe prijeđu donju granicu – normu, korisnici obavještavaju dobavljača o novoj isporuci. U prošlosti je to bilo putem kartice prema kojoj je Kanban dobio ime (na japanskom – kanban = kartica). U današnjem vremenu isto se odvija elektronskim putem.

U organizacijama, kanban sustav omogućava sinkronizaciju radnih procesa, zatim ograničavanje proizvodnje samo na ono što se zahtjeva te izbjegavanje proizvodnje u velikim količinama. Radi se o sustavu koji je racionalan s gledišta troškova nabave i logistike, a glavni uvjet za primjenu kanbana sustava je kontinuirana proizvodnja i prodaja bez velikih oscilacija kao i opseg potreba za materijalima koji opravdavaju uvođenje toga sustava. Geslo Kanban sustava glasi: proizvodi danas ono što je jučer utrošeno tj. prodano (Briš Alić i ostali, 2022).

4.3.3. Mapiranje vrijednosti

Mapiranje vrijednosti predstavlja jedan od glavnih alata lean menadžmenta koji nam omogućava prikaz tijeka svih koraka u proizvodnji na jednom mjestu na način da se otkrivaju prilike za smanjenje gubitaka i kreće se u odvijanje ciklusa. Na taj se način rezultira unaprjeđivanjem donošenja odluka u tijeku procesa. Mapiranje vrijednosti obuhvaća tijek materijala, tijek proizvoda, potrebne informacije i rukovanje. Potrebno je poznavati sustav u cijelosti kako bi ga mogli unaprijediti i poboljšati. Uz pomoć mapiranja vrijednosti, na jednom mjestu prikazujemo tijek svih koraka u proizvodnji, kao i tijek informacija vezanih za kompletan proces uz pomoć kojeg se otkrivaju prilike za smanjenje gubitaka. Samo uklanjanje gubitaka pomaže u skraćivanju vremena trajanja ciklusa te smanjivanju troškova proizvodnje (Levinson, 2017; Culmena, bez dat.).

4.3.4. Poka-Yoke (ERROR-PROOFING)

Poka-yoke je tehnika koja nam služi za uklanjanje uočenih pogrešaka u procesu kod kojega se često mogu javiti slučajne pogreške djelatnika (pogrešno shvaćanje, zaboravljanje i slično). Korištenje ovakve tehnike omogućava da se greške u sustavu, nakon otklanjanja, više ne pojavljuju. Začetnik ove metode je dr. Shigeo Shingo šezdesetih godina prošloga stoljeća u Japanu. Implementacija ove metode je jednostavna, financijski povoljna i primjenjiva (Lean Enterprise Institute, bez dat. ; „Poka-Yoke“, 2023; Levinson, 2017).

4.3.5. Tijek „Komad po komad“

Tijek „komad po komad“ je tehnika kod koje se proizvodi kroz proizvodni proces kreću jedan po jedan. Prednosti ove tehnike su: skraćeno vrijeme čekanja, smanjen broj manjkavih proizvoda, veća fleksibilnost. Jedan od uvjeta ove tehnike su pojedinačni komadi koji trakom prolaze jedan po jedan te se proizvodnja ne može nastaviti dok se ne ukloni uočena pogreška. Takt – ključan pojam za tijek komad po komad omogućava da tempo proizvodnje uskladimo s potražnjom (upozorava ako radnici brzaju ili kasne) (Levinson, 2017).

4.3.6. SMED (single minute exchange of die)

Tehnika SMED predstavlja izmjenu alata/kalupa u jednoj minuti. Ako govorimo o brznoj izmjeni opreme ista ima za glavni cilj skraćivanje vremena koje je potrebno za samo odvijanje procesa proizvodnje. Sama implementacija SMED programa povećava kapacitet strojeva i umanjuje broj pogrešaka. Kod ove metode, odvijaju se aktivnosti koje imaju za cilj razdvojiti aktivnosti na one koje stvaraju vrijednost od onih koje ne stvaraju (Lean Production, bez dat.; Levinson, 2017).

4.3.7. 5S – CANDO

5S je sistematična tehnika za raščišćavanje, organiziranje i pripremanje radnog mjesta, neizostavan je dio lean procesa. Radi se o tehnici koja svodi gubitak na minimum, u svakom trenutku zna se gdje je koja stvar koja nam je u datom trenutku potrebna, nema gubitka traženja jer sve ima svoje mjesto. Problemi ne mogu ostati neprimijećeni u čistoj tvornici. Neuredno i nečisto radno mjesto vrlo lako može prikriti neispravnost opreme. Bilježi se veća efikasnost rada kod radnika koji rade u čistim uvjetima.

Sastavnice 5S CANDO pristupa su sljedeće:

- 1) **C**learing up (raščišćavanje, nepotrebne stvari pospremamo ili trajno rješavamo)
- 2) **A**rrangin (organiziranje, organizirati alate po učestalosti korištenja)
- 3) **N**eatness (urednost, radno mjesto treba održavati čistim i urednim)

- 4) **Discipline** (disciplina, održavanje vrijednosti, provjera i održavanje vrijednosti)
- 5) **Ongoing improvement** (kontinuirano unaprjeđivanje, stalno tražiti bolje načine za organiziranje i čišćenja radnog mjesta) (Lean Six sigma Definition, bez dat.; Levinson, 2017a).

4.3.8. TPM - total productive maintenance

Metoda kojom se procjenjuje ukupna oprema koja sudjeluje u proizvodnom procesu, tj. procjena opreme te njezino održavanje kako bi ista bila prihvatljiva za sudjelovanje kada se za istim ukaže potreba. Sve navedeno je moguće uz mjeru koja se koristi za ocjenu performansi, a navedena mjera sastoji se od rastavljanja opreme na dijelove, vremena koje je potrebno za postavljanje, prilagođavanje te izgubljenog vremena za zaustavljanje, podešavanje te utroška vremena prilikom praznog hoda (David, 2016; Levinson, 2017a).

4.3.9. Ostale tehnike

Osim navedenih tehnika, u praksi nalazimo i mnogobrojne druge tehnike kojima je glavni cilj unapređenje svih vrsta proizvodnih procesa. Međutim, ovdje valja napomenuti još jedan dio lean menadžmenta koji spada u onaj neizostavan a možemo ga svrstati u većinu sustava upravljanja kvalitetom - kaizen filozofija.

Kaizen predstavlja filozofiju umjerenu na kontinuirano unaprjeđivanje koja unaprjeđuje sve čimbenike koji su povezani s procesom pretvaranja inputa u outpute, nasuprot usmjerenosti prema rezultatima. Obuhvaća opremu, metode, materijale i ljude. Temelji se na vjerovanju da unaprjeđivački napori ne bi trebali nikada prestati, već je potreban kontinuirani rast i razvoj („*Kaizen*“, 2023; Levinson, 2017a).

4.3.10. JIT- Just in time

Henry Ford je dana 16. lipnja 1903. godine osnovao automobilističku kompaniju Ford Motor Company u saveznoj državi Michigan. Za njega se smatra da je prvi koristio metodu JIT (Just in time: Točno-Na-Vrijeme). Pokušavajući smanjiti troškove odnosno pokušati eliminirati troškove skladištenja, metoda JIT je strategija koja u prvi plan stavlja eliminiranje svih nepotrebnih troškova. Najpoznatiji svjetski lanac brze prehrane, McDonald's je ovakav sustav počeo upotrebljavati za pečenje hamburgera. Međutim, 1970-ih je japanski međunarodni proizvođač automobila – Toyota, dokazala da se sustav JIT može koristiti u svim industrijama. JIT pokušava proračunom postići kraće vrijeme skladištenja sirovina, repromaterijala i dijelova odnosno ako je moguće, u potpunosti izbjeći skladištenje. JIT sustav se vodi politikom konzistentno odnosno kratko vrijeme isporuke.

Planiranje proizvodnje uključuje 2 aspekta:

- proizvodnji se moraju osigurati potrebni elementi točno na vrijeme i u određenim količinama
- terminiranje izrade i distribucije proizvoda.

Sustav funkcionira i na način da se pokušaju izbjeći potreba za dvostrukim kontrolama kvalitete, i to tako da svaki zaposlenik provjerava da li je ispravno odrađen posao u koraku koji je prethodio, a to je ujedno i preduvjet da bi on sam mogao dobro obaviti svoj posao, odnosno korak proizvodnje.

Za uspješnost JIT metode, potrebno je ispuniti mnogobrojne zahtjeve:

- minimalne zalihe ili ih uopće ne smije biti,
- idealna lokacija dobavljača je u blizini kompanije, a transport je dostupan i pouzdan,
- vrlo visoka kvaliteta dijelova, jer loša kvaliteta dijelova može usporiti ili zaustaviti proizvodnu liniju,
- o potražnji ovisi količina proizvodnje,
- zadovoljstvo kupaca,
- potrebna je čvrsta kooperacija i pouzdana povezanost s dobavljačima,
- na zaposlenicima je odgovornost održavanja svoje opreme za rad, šefovi su mentori i treneri koji poštuju svoje zaposlenike i aktivni su u proizvodnji, traži se timski rad.

Matematički gledano, sustav funkcionira na bazi signalnih zaliha. Signalna zaliha se izračunava produktom očekivane dnevne potrošnje – P, vremena isporuke – T i minimalne ili sigurnosne zalihe Zsig.

$$„Z_{sn} = P * T * Z_{sig}“$$

Signal za realizaciju narudžbe predstavlja kada stanje robe, proizvoda, poluproizvoda ili materijala dostigne datu razinu.

Druga važna informacija se odnosi na maksimalne zalihe. Matematički, to je suma veličine proizvodne sesije – Q i minimalne ili sigurnosne zalihe – Zsig.

$$„Z_{max} = Q + Z_{sig}“$$

Iz ova dva obrasca zaključujemo da veličina signalnih zaliha ne smije biti veća od veličine serije. Ako se skрати vrijeme proizvodnje, smanjuju se i signalne zalihe, dok se nivo maksimalnih zaliha ne mijenja. Međutim, smanjenjem veličine narudžbe uz skraćivanje vremena isporuke, postizemo velike učinke kod upravljanja zalihama. Takvi učinci lančano

pridonose povećanju efikasnosti rada, odnosno smanjenju svih vrsta zaliha: minimalnih, maksimalnih i signalnih zaliha (Investopedia, bez dat.; Levinson, 2017; Russell & III, 2010).

4.4. Primjer procesa planiranja potreba za materijalima u stvarnoj organizaciji

Kao primjer, bit će prikazan proces planiranja potreba za materijalima u stvarnoj organizaciji odnosno poduzeću koje se bavi izradom PVC stolarije. Tvrtka PVC Sisak ima svoju proizvodnju u Sisku, ne bavi se proizvodnjom pojedinačnih elemenata, već sve naručuje od dobavljača. U svojoj organizaciji se bavi samo sklapanjem gotovih proizvoda i plasira ih po cijeloj Hrvatskoj, ali i Europi. Svi radni procesi su vrlo složeni, stoga je važno vizualno prikazati kako se završavaju radni zadaci radi poboljšanja učinkovitosti i razumijevanja zaposlenika. Izazovi u proizvodnji su takozvana uska grla, odnosno svi aspekti tijeka rada koji usporavaju i ometaju cjelokupno vrijeme ciklusa. Menadžmentu je vrlo važno poznavanje potreba za resursima i poznavanje uloga zaposlenika kako bi definirao slabosti i ublažio uska grla. Za svaku fazu proizvodnje je vrlo je važna količina vremena, tko je odgovoran za svaku fazu i koji su resursi i dokumenti potrebni. Tu nam uvelike pomaže workflow dijagram odnosno dijagram toka. Stvaranjem točnog i uspješnog dijagrama povećava se znanje zbog potrebnih prikupljanja podataka i daljnjeg istraživanja. Različiti vizualni oblici dijagrama odgovaraju različitim vrstama aktivnosti. Tako ovalna oznaka predstavlja početak i završetak tijeka rada. Pravokutnici predstavljaju zadatak, analizu ili aktivnost procesa. Dijamantne oznake označavaju proces donošenja odluka, kod kojih je rezultat obično dva moguća smjera tijekom rada. Kod dijamantnog oblika postavlja se najčešće pitanje odluke s mogućim odgovorom DA ili NE. Ako je odgovor na odluku DA, planirana ruta tijekom rada se nastavlja, a ako je odgovor na odluku NE, radni tijek će možda morati koristiti drugi put kako bi se riješio problem. Dijagram toka je najlakši način ilustracije procesa, i može se stvoriti ručno ili pomoću osmišljenog računalnog programa. Ponekad je lakše koristiti obje metode (*Što je dijagram toka posla? - Upravljanje 2023*, bez dat.).

4.4.1. Praktični dio u tvrtki PVC Sisak d.o.o.

Na primjeru narudžbe prozora u tvrtki PVC Sisak d.o.o. bit će prikazana MRP matrica za svaki pojedinačni dio od kojega se prozor sastoji. U nastavku, tablica 1. prikazuje glavni plan proizvodnje.

Tablica 1. Glavni plan proizvodnje

PERIOD - PROZOR								
TJEDAN	1	2	3	4	5	6	7	8
KOLIČINA	0	0	0	40	0	0	0	45

Iz tablice 1 u kojoj je glavni raspored, vidljivo je da je u 4. tjednu potrebno 40 prozora i u 8. tjednu 45 prozora.

4.4.2. MRP matrica

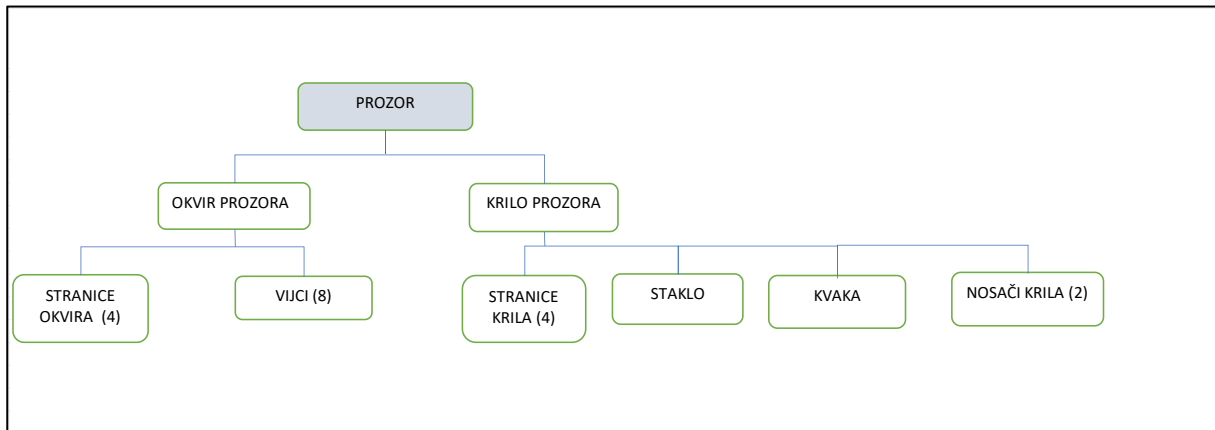
Prvo nam je potrebno napraviti matičnu datoteku za prozor. U njoj su navedeni svi dijelovi prozora i njihove razine u odnosu na gotovi proizvod. MRP matricu radimo za svaki dio, odnosno od koliko dijelova se neki proizvod sastoji, toliko će biti i MRP matrica. Ako se neki dio pojavljuje više puta, u jednu MRP matricu se stavljaju svi podaci i svi elementi vezani uz taj jedan dio. U zaglavlju nam se nalaze četiri elementa. Prvi element je STAVKA koja nam opisuje za koji dio se MRP matrica izrađuje. LLC (eng. *low level code*) element je stavka koja se odnosi na najnižu razinu na kojoj se određeni dio pojavljuje. To nam je bitno jer ovisno na kojoj se razini taj dio pojavljuje, tada će nam i najranije trebati taj dio ili materijal. Treći element je šarža (eng. *lot size*) koja nam govori o količini koja se najčešće proizvodi ili naručuje. Dijelove od kojih se proizvod sastoji je moguće proizvesti u samoj tvrtki ili naručiti kod vanjskih dobavljača. Šarža može biti točno onoliko koliko nam je potrebno. Sljedeća vrsta šarže je multiplikator (paket ili serija). Treća vrsta šarže je neka minimalna količina koju proizvodimo ili naručujemo, bez obzira koliko nam je potrebno kako bi smanjili troškove zaliha. Četvrti element nam je vrijeme dobave i on nam govori koliko ranije moramo izdati nalog da bi nam dio stigao na vrijeme, odnosno da bi proizvod bio proizveden u roku. To je vrijeme od izdavanja naloga do trenutka kada dio ili proizvod ne stigne u proizvodnju. Nadalje u lijevom stupcu MRP matrice se nalaze elementi:

- bruto potrebe - količina proizvoda koju kupac želi kupiti ili ako se odnosi za određeni podređeni dio, to je količina koja se izračunava iz MRP matrice nadređenog dijela;
- planirani ulazi - nešto što je već ranije naručeno i planiramo da će doći u određenom vremenu;
- raspoloživo - ono što imamo raspoloživo na skladištu, odnosno pretpostavljena količina koja će biti raspoloživa na kraju promatranog razdoblja; jedini redak koji se popunjava za svako razdoblje unutar matrice pošto on označava stanje;
- neto potrebe - bruto potreba umanjena za raspoložive količine i planirane ulaze;
- planirani primitak naloga - Planski period u kojem nalozi/materijal moraju biti primljeni;

- planirano izdavanje naloga - planski period kada nalozi moraju biti izdani, kako bi bili izvršeni na vrijeme (Russell & III, 2010; Stevenson, 2017).

4.4.3. MRP matrice za prozor

Na slici 1 je prikazan grafički prikaz strukture prozora.



Slika 1: Grafički prikaz strukture prozora (Izvor: vlastita izrada)

Prozor, kao gotovi proizvod nam se nalazi na nultoj razini i on se proizvodi u poduzeću. Na prvoj razini su elementi okvir prozora i krilo prozora. Na drugoj razini su stranice okvira, vijci, stranice krila, staklo, kvaka i nosači krila.

Na slici 2 je prikazana MRP matrica prozora.

Prozor	LLC:0	Period							
LS:L4L	LT:1	1	2	3	4	5	6	7	8
Bruto potrebe					40				45
Planirani ulazi									
Raspoloživo		0	0	0	0	0	0	0	0
Neto potrebe					40				45
Planirani primitak naloga					40				45
Planirano izdavanje naloga				40				45	

Slika 2: MRP matrica prozora (Izvor: vlastita izrada)

Napravljena je MRP matrica za prozor i to na temelju matične datoteke i glavnog rasporeda. Razina je 0, pošto je to matrica gotovog proizvoda. Šarža je L4L (eng. *lot for lot*), odnosno točno onoliko koliko je potrebno ili neka najmanja količina koja nam je potrebna. Vrijeme dobave (eng. *lead time*) je 1 tjedan, što znači da tjedan dana ranije trebamo izdati nalog da bi proizvod bio proizveden na vrijeme. U matrici su zabilježene bruto potrebe, 40

komada u 4. tjednu i 45 komada u 8. tjednu. Planiranih ulaza nema, a nema ni raspoloživih prozora na skladištu. Neto potrebe i planirani primitak naloga su isti, odnosno 40 komada u 4. tjednu i 45 komada u 8. tjednu. Pošto je vrijeme proizvodnje 1 tjedan, znači da je planirano izdavanje naloga tjedan dana prije, odnosno u 3. i 7. tjednu. Na slici 3 nalazi se MRP okvira prozora.

Okvir prozora	LLC:1	Period							
		1	2	3	4	5	6	7	8
LS:L4L	LT:1								
Bruto potrebe				40				45	
Planirani ulazi									
Raspoloživo		0	0	0	0	0	0	0	0
Neto potrebe				40				45	
Planirani primitak naloga				40				45	
Planirano izdavanje naloga			40				45		

Slika 3: MRP okvira prozora (Izvor: vlastita izrada)

Okvir prozora je na prvoj razini u odnosu na gotovi proizvod, a vrijeme dobave je jedan tjedan tako da se sve u matrici pomiče na tjedan dana ranije kako bi na vrijeme imali sve elemente za gotovi proizvod. Tako su bruto potrebe sada u 3. i 7. tjednu, raspoloživih elemenata nema, neto potrebe i planirani primitak naloga su 40 u 3. i 45 u 7. tjednu. Planirano izdavanje naloga je tjedan dana prije, odnosno u 2. i 6. tjednu. Slika 4 prikazuje MRP matricu stranice prozora.

Stranice okvira prozora	LLC:2	Period							
		1	2	3	4	5	6	7	8
LS:L4L	LT:1								
Bruto potrebe			160				180		
Planirani ulazi									
Raspoloživo		0	0	0	0	0	0	0	0
Neto potrebe			160				180		
Planirani primitak naloga			160				180		
Planirano izdavanje naloga		160				180			

Slika 4: MRP stranica okvira prozora (Izvor: vlastita izrada)

Okvir se sastoji od 4 ista stranice prozora, stoga je za narudžbu potrebno naručiti 4 stranice prozora po jednom okviru prozora koji se želi proizvesti. Stranice okvira prozora su na drugoj razini u odnosu na gotovi proizvod, a kako je vrijeme dobave 1, a nadređena matrica je matrica okvira prozora, tako se sve pomiče za tjedan dana ranije, odnosno 2 tjedna u odnosu na gotovi proizvod. Bruto potrebe su sada 160 (4*40) komada u 2. tjednu i 180 (4*45) u 6.

tjednu. Raspoloživog na skladištu nema, neto potrebe i planirani primitak naloga su 160 u 2. tjednu i 180 u 6. tjednu, i planirano izdavanje naloga je 160 u 1. tjednu i 180 u 5. tjednu. Slika 5 daje pregled MRP matrice za vijke.

Vijci	LLC:2	Period							
LS: mult 100	LT:1	1	2	3	4	5	6	7	8
Bruto potrebe			320				360		
Planirani ulazi									
Raspoloživo - 40		40	20	20	20	20	60	60	60
Neto potrebe			280				340		
Planirani primitak naloga			300				400		
Planirano izdavanje naloga		300				400			

Slika 5: MRP matrica za vijke (Izvor: vlastita izrada)

Vijci se nalaze također na drugoj razini u odnosu na gotovi proizvod, a nadređena matrica mu je također okvir prozora. Naručuju se u pakiranju od 100 komada, a od ranije je 40 komada na skladištu. Za jedan okvir potrebno je 8 vijaka, tako da su bruto potrebe za 40 okvira 320 komada odnosno za 45 okvira, 360 komada vijaka. Na kraju ostaje 60 komada vijaka raspoloživo za daljnju proizvodnju. Planirani primitak naloga te ranije planirano izdavanje naloga je u 2. tjednu 300 i u 6. tjednu 400. Slika 6 pokazuje MRP matricu za krilo prozora.

Krilo prozora	LLC:1	Period							
LS:L4L	LT:1	1	2	3	4	5	6	7	8
Bruto potrebe				40				45	
Planirani ulazi									
Raspoloživo		0	0	0	0	0	0	0	0
Neto potrebe				40				45	
Planirani primitak naloga				40				45	
Planirano izdavanje naloga			40				45		

Slika 6: MRP matrica za krilo prozora (Izvor: vlastita izrada)

Krilo prozora se nalazi na prvoj razini u odnosu na prozor, isto kao i okvir prozora. MRP matrica krila prozora je identična kao i MRP matrica okvira prozora. Slika 7 pokazuje MRP matricu stranice krila.

Stranice krila	LLC:2	Period							
LS:L4L	LT:1	1	2	3	4	5	6	7	8
Bruto potrebe			160				180		
Planirani ulazi									
Raspoloživo		0	0	0	0	0	0	0	0
Neto potrebe			160				180		
Planirani primitak naloga			160				180		
Planirano izdavanje naloga		160				180			

Slika 7: MRP matrica stranica krila (Izvor: vlastita izrada)

Stranicama krila je nadređena matrica krila prozora, a nalazi se na 2. razini u odnosu na prozor. Vrijeme dobave je tjedan dana prije bruto potreba krila odnosno 160 (4*40) komada u 2. tjednu i 180 (4*45) u 6. tjednu. Raspoloživog nemamo, a neto potrebe i planirani primitak naloga je 160 u 2. tjednu i 180 u 6. tjednu. Planirano izdavanje naloga je tjedan dana ranije. Slika 8 odnosi se na MRP matricu za staklo.

Staklo	LLC:2	Period							
LS:L4L	LT:1	1	2	3	4	5	6	7	8
Bruto potrebe			40				45		
Planirani ulazi									
Raspoloživo - 6		6	0	0	0	0	0	0	0
Neto potrebe			34				45		
Planirani primitak naloga			34				45		
Planirano izdavanje naloga		34				45			

Slika 8: MRP matrica stakla (Izvor: vlastita izrada)

Za gotovi prozor potrebna količina stakla jednaka je količini potrebnih prozora. Prozor se nalazi na 2. razini, vrijeme dobave je tjedan dana u odnosu na nadređenu matricu krila prozora. Na skladištu je raspoloživo 6 stakala, tako da su neto potrebe i planirani primitak naloga 34 u 2. tjednu, i 45 u 6. tjednu. Planirano izdavanje naloga je tjedan dana ranije. Slika 9 prikazuje MRP matricom za kvake.

Kvaka	LLC:2	Period							
LS: mult 50	LT:1	1	2	3	4	5	6	7	8
Bruto potrebe			40				45		
Planirani ulazi									
Raspoloživo		0	10	10	10	10	15	15	15
Neto potrebe			40				35		
Planirani primitak naloga			50				50		
Planirano izdavanje naloga		50				50			

Slika 9: MRP matrica za kvake (Izvor: vlastita izrada)

Potrebna količina kvaka je također kao i potrebna količina gotovih prozora. Kvae se naručuju u paketima po 50 komada, pa kako je potrebno 40 komada, planirani primitak naloga je jedno pakovanje, odnosno 50 komada. Nakon 2. tjedna bit će raspoloživo 10 komada ali to nije dovoljno za drugu bruto potrebu tako da je planirani primitak naloga ponovno 50 u 6. tjednu i nakon toga ostaje 15 komada raspoloživo. Planirano izdavanje naloga je tjedan dana ranije. Slika 10 pokazuje MRP matricom za nosač krila.

Nosač krila	LLC:2	Period							
		1	2	3	4	5	6	7	8
LS: mult 50	LT:1								
Bruto potrebe			80				90		
Planirani ulazi									
Raspoloživo - 10		10	30	30	30	30	40	40	40
Neto potrebe			70				60		
Planirani primitak naloga			100				100		
Planirano izdavanje naloga		100				100			

Slika 10: Matrica za nosač krila (Izvor: vlastita izrada)

Zadnji element u sastavljanju prozora je nosač krila. Nosač krila je na drugoj razini u odnosu na prozor i potrebno je dva komada po prozoru tako da su bruto potrebe 80 ($2 \cdot 40$) u 2. tjednu i 90 ($2 \cdot 45$) u 6. tjednu. Raspoloživo je 10 komada na skladištu, neto potrebe su 70, a planirani primitak naloga je 100 jer je šarža pakiranje od 50 komada. Nakon 2. tjedna ostaje raspoloživo 30 komada, pa u 6. tjednu planirani primitak naloga je ponovno 100 jer jedno pakiranje nije dovoljno. Nadalje, ostaje raspoloživo 40 komada, a planirano izdavanje naloga je tjedan dana ranije.

U ovim MRP matricama je detaljno grafički prikazano i pojašnjeno sve od same strukture prozora do svakog pojedinog dijela od kojeg se gotovi prozor sastoji te vrijeme i način naručivanja svakog elementa.

5. Programska rješenja planiranja potreba za materijalima

Programska rješenja planiranja potreba za materijalima su implementirana u poslovne ERP sustave. U nastavku ću predstaviti nekoliko najpoznatijih ERP sustava.

5.1. SAP

Jedna od najpoznatijih softverskih tvrtki poznatih po izradi softvera za planiranje resursa u poduzeću (ERP) je svakako njemački SAP. SAP je započeo 1972. godine kao mala softverska tvrtka sa samo jednim kupcem i proizvod je bivših zaposlenika IBM-a. SAP naziv označava sustave, aplikacije i proizvode. Prijašnji sustavi su imali sistem mehaničkog spremanja podataka, odnosno bušenja kartica i sve je zahtijevalo obradu preko noći. SAP je 1972. godine razvio sustav plaća i bušenja u stvarnom vremenu. Uredno integrirani ERP softver, osim svojih osnovnih modela, nudi i posebna dodatna industrijska rješenja. SAP ERP sadrži velik broj modula sa glavnim kategorijama poput računovodstva, logistike, ljudskih resursa, tehnologija i nekih ostalih modula koji zahtijevaju zasebnu instalaciju (poslovno skladište i inteligencija, upravljanje glavnim podacima i odnosima s kupcima i drugi). SAP modul SD prati prodaju i distribuciju, a u velikoj je mjeri povezan sa upravljanjem materijalima. Komponente SD-a su: upit o prodaji, glavni podaci kupca, dostava i roba, uvjeti prodaje, prodajne organizacije, obrada prodajnog naloga i naplata. SAP na tržištu nudi automatizirani sustav koji nudi skup rješenja za izgradnju zajedničkog informacijskog prostora na temelju poduzeća i učinkovitog planiranja tijekova rada i planiranja resursa. Njegovi alati se mogu koristiti u kombinaciji, ali i pojedinačno. Zbog svoje segmentacije proizvoda po djelatnostima, može se smatrati univerzalnim rješenjem za sve. Jedinstveni, potpuno integrirani softverski sustav omogućuje pretvaranje tvrtke u pametno poduzeće. SAP ne koriste samo globalni divovi, već više od 80% kupaca čine mala i srednja poduzeća (*Što je sap softverski sustav?*, 2023; Firs, 2020).

5.2. Oracle

Najveći SAP-ov konkurent je svakako Oracle. Oracle je izvrsna kombinacija hardvera i softvera koji su optimizirani za rad u oblaku, a isto tako i u korporacijskom podatkovnom centru. To je rješenje na jednom mjestu za široki raspon industrije. Tvrtkama je osiguran besplatni probni pristup Oracle Cloudu i odlična je vrijednost za uloženi novac. Ugovor o razini usluge

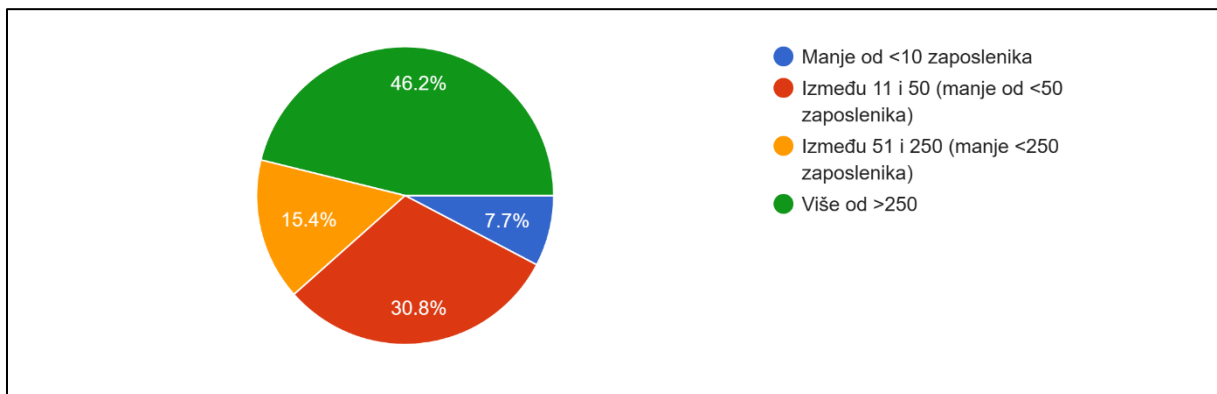
kupcima zauzvrat pruža jamstvo sigurnosti, upravljivosti, učinkovitosti i kontinuiranog rada. Najveća prednost je jedinstvena oblačna infrastruktura druge generacije (Firs, 2020).

5.3. Workday

Workday je idealno rješenje za velika i srednja poduzeća i poduzeća koja daju prednost izboru proizvoda poput upravljanja ljudskim kapitalom, financijskim upravljanjem i Cloud financijskim planiranjem i analizom. Po pitanju prodaje sustava upravljanja ljudskim kapitalom, ispred je Oraclea. Omogućava prilagodbu promjenama i omogućava brzo pronalaženje novih ideja i mogućnosti (Firs, 2020).

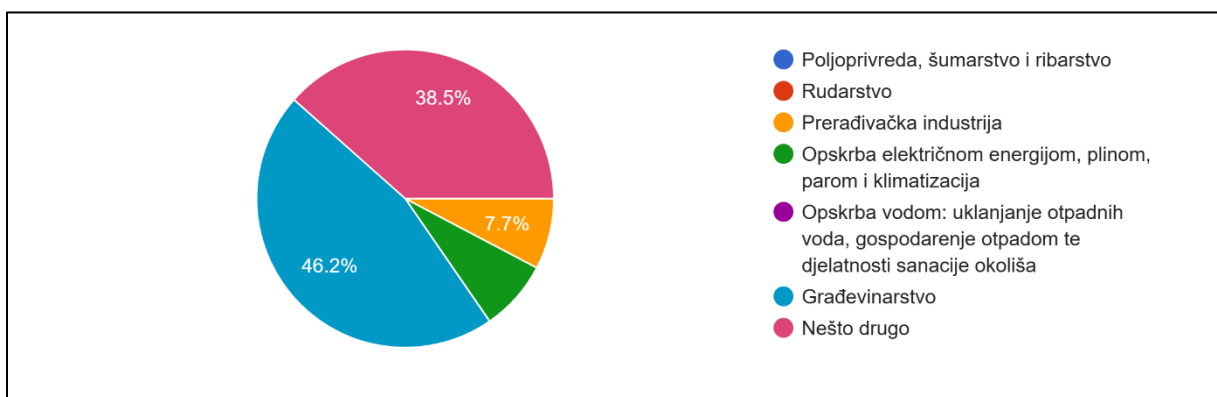
6. Istraživanje

U svrhu ovog istraživanja, pripremljen je anketni upitnik pod nazivom *Planiranje potreba za materijalima u velikim i malim organizacijama* te je isti korišten kao mjerni instrument i koji poslan je e mailom poslodavcima. Anketni upitnik poslan je na adresu oko stotinjak poslodavaca, ali anketu je ispunilo svega 13 poslodavaca. Ciljana skupina su bila velika i mala poduzeća. Graf 1 pokazuje veličinu poduzeća odnosno broj zaposlenih u poduzećima koja su pristupila ispunjavanju anketnog upitnika.



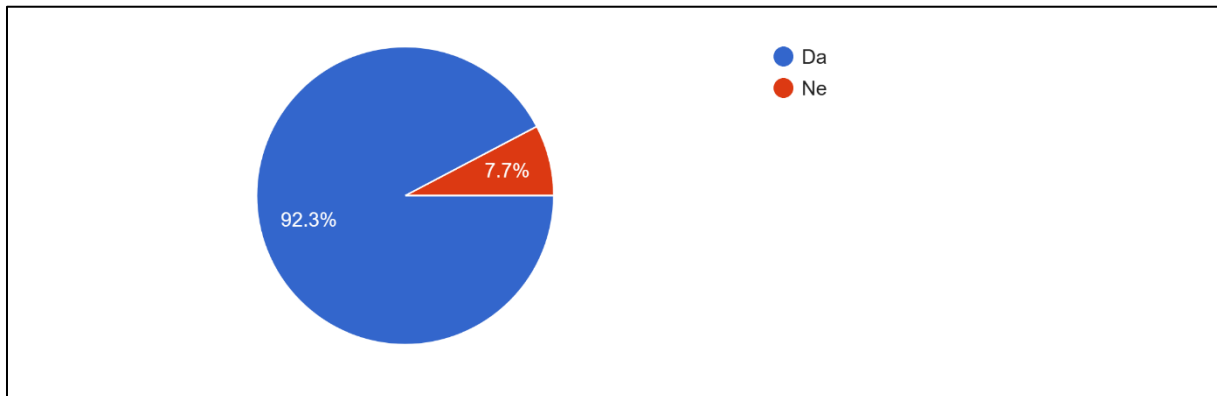
Graf 1: Veličina poduzeća u anketnom upitniku (Izvor: vlastita izrada)

U anketnom upitniku 46,2% ispitanika su velika poduzeća sa više od 250 zaposlenih. Srednjih poduzeća bilo je 15,4%, odnosno oni broje između 51 i 250 zaposlenih, dok je 30,8% bilo malih poduzeća između 11 i 50 zaposlenih i 7,7% mikro poduzeća s manje od 10 zaposlenih. Graf 2 prikazuje vrstu proizvodnje kojom se anketirana poduzeća bave.



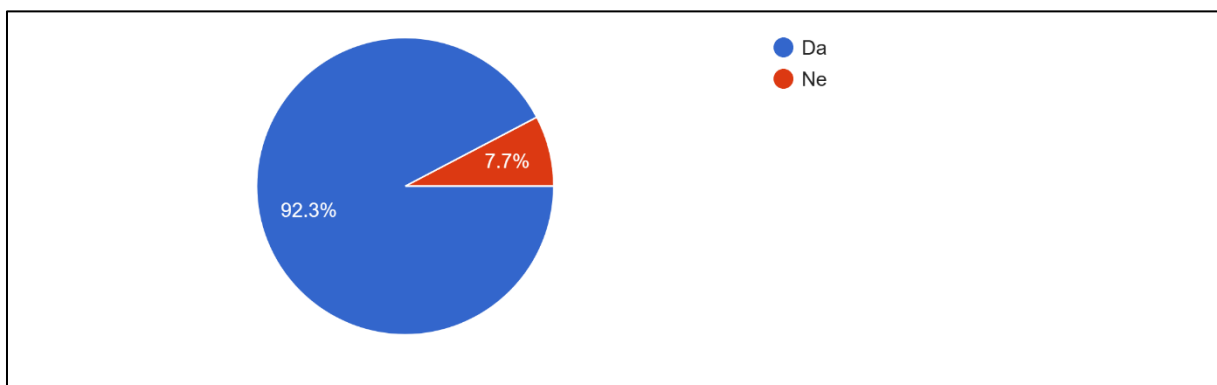
Graf 2: Vrsta proizvodnje anketiranih poduzeća (Izvor: vlastita izrada)

Od vrste proizvodnje, najviše poduzeća iz ankete se bavi građevinarstvom, i to 46,2%, pa zatim nečim drugim što nije bilo spomenuto u izboru anketnog upitnika, 38,5%, 7,7% je prerađivačka industrija i jedno poduzeće je opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacijom. Graf 3 prikazuje korištenje algoritma postupka planiranja za materijalima u bilo kojem obliku.



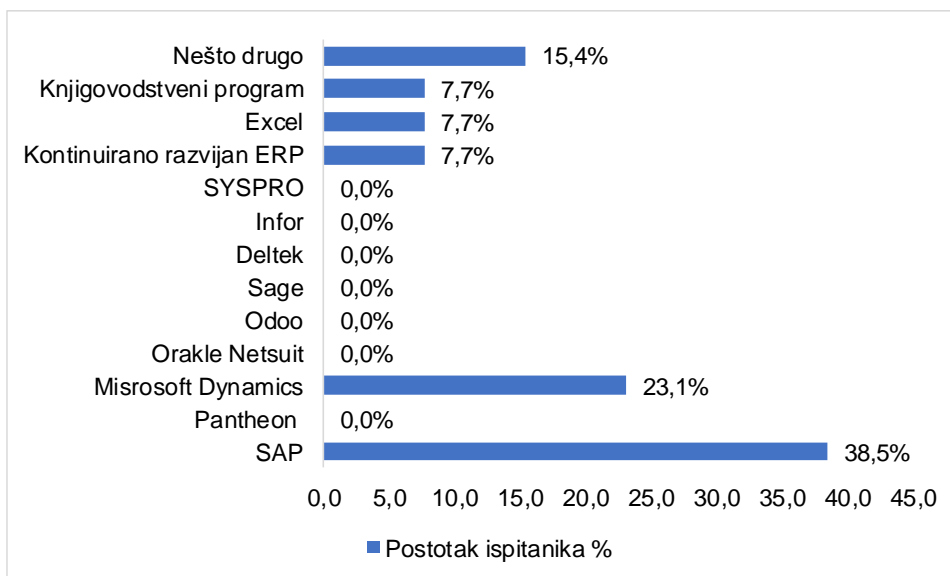
Graf 3: Korištenje algoritma MRP-a (Izvor: vlastita izrada)

Na pitanje da li koriste algoritam postupka planiranja potreba za materijalima u bilo kojem obliku, 92,3% je odgovorilo potvrdno, a samo jedno poduzeće ne koristi. Graf 4 prikazuje korištenje bilo kakvog informatičkog rješenja.



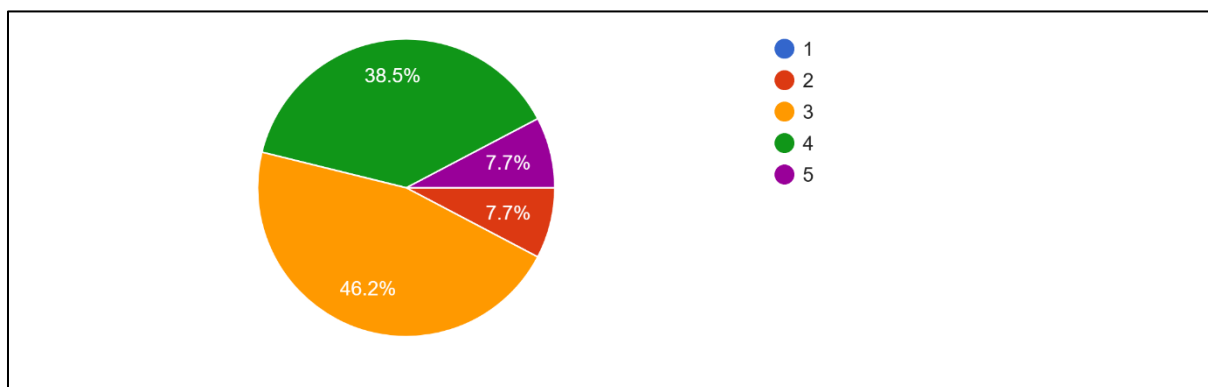
Graf 4: Korištenje informacijskog sustava (Izvor: vlastita izrada)

Na pitanje, da li u poslovanju koriste bilo kakav informacijski sustav, program, aplikaciju ili drugo informatičko rješenje, također je samo jedno poduzeće dalo negativan odgovor. Graf 5 prikazuje vrstu rješenja koje poduzeće koristi u radu.



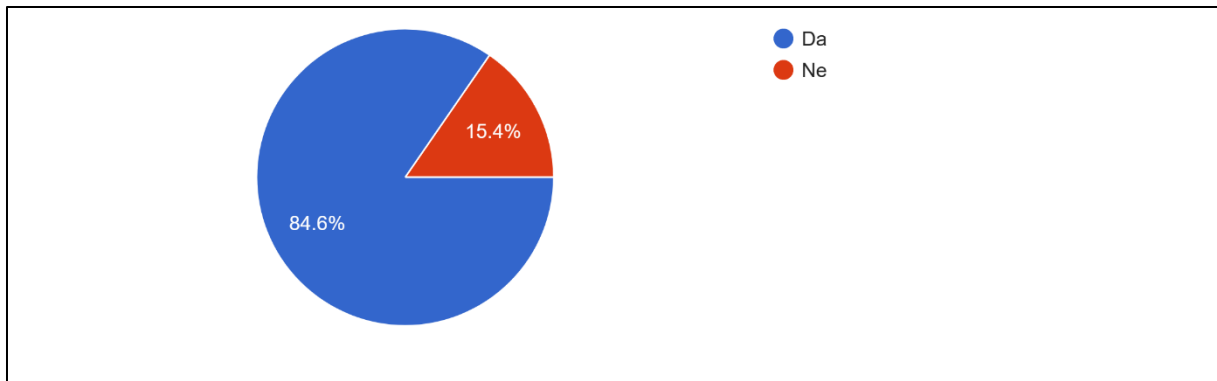
Graf 5: Vrsta informacijskog rješenja koje koriste ispitana poduzeća (Izvor: vlastita izrada)

Kao rješenje, najviše se koristi SAP i to kod 38,5% poduzeća, slijedi ga Microsoft Dynamics sa 23,1%, 2 poduzeća, odnosno 15,4% koriste nešto drugo i sa po 7,7% odnosno po jedno poduzeće koristi kontinuirano razvijan ERP sustav, Excel i neki Knjigovodstveni program. Graf 6 prikazuje zadovoljstvo ispitanika sa informacijskim rješenjem.



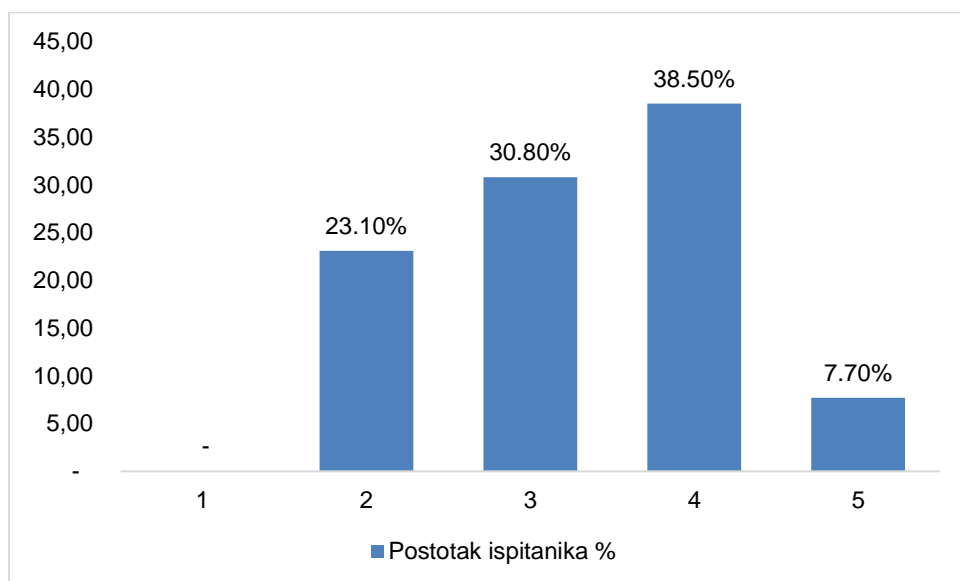
Graf 6: Zadovoljstvo ispitanika sa informacijskim sustavom (Izvor: vlastita izrada)

Samo je jedno poduzeće svoj informacijski sustav na skali od 1-5, ocijenilo sa najvišom ocjenom 5. Pet poduzeća (38,5%) dalo je ocjenu 4, šest poduzeća (46,2%) je dalo ocjenu 3, a jedno poduzeće je ocijenilo sa ocjenom 2. Graf 7 prikazuje postojanje algoritma MRP.



Graf 7: Podržava li rješenje MRP postupak (Izvor: vlastita izrada)

Na pitanje da li poduzećima njihovo rješenje podržava proces planiranja potreba za materijalima, 84,6% odnosno 11 poduzeća je odgovorilo sa DA, a samo kod 2 poduzeća ne podržava. Graf 8 prikazuje zadovoljstvo načinom na koji njihovo rješenje u poslovanju podržava proces planiranja potreba za materijalima.



Graf 8: Zadovoljstvo informacijskim rješenjem za planiranje potreba za materijalima u poduzeću (Izvor: vlastita izrada)

Samo jedno poduzeće je dalo ocjenu 5, pet poduzeća (38,5%) je ocijenilo zadovoljstvo sa ocjenom 4, četiri (30,8%) ih je ocijenilo sa ocjenom 3, i tri poduzeća (23,1%) dalo je ocjenu 2.

7. Osvrt na planiranje potreba za materijalima

Sustav planiranja potreba za materijalima koristi se kod proizvodnje proizvoda koji se sastoje od više komponenti, dijelova, sklopova i sličnog, a njegova nabava i proizvodnja ovise o mnogo faktora koji su bitni za funkcioniranje proizvodnog i nabavnog procesa u poslovanju. Postupak planiranja potreba za materijalima treba dati odgovor na tri bitna pitanja za svaki pojedini proces:

1. Što je potrebno?
2. Kada je potrebno?
3. Koliko čega je potrebno?

Svaki početak proizvodnje započinje glavnim proizvodnim planom (eng. *master schedule*) koji specificira output proizvodnje, odnosno završni proizvod. Glavni proizvodni plan će odrediti planiranje buduće potražnje za poluproizvodima i sirovinama i on je primarni input kojemu pomažu sastavnice proizvoda (eng. *bill of materials*) i zapisi o zalihama (eng. *inventory records*). Glavni proizvodni plan tako daje informaciju o količini gotovih proizvoda i vremenu kada će ti proizvodi biti na raspolaganju. Sastavnice predstavljaju popis svih elemenata od kojih se sastoji gotovi proizvod, a zapisi o zalihama daju informaciju koliko je sirovina na zalihama i koliko ih je potrebno naručiti. Outputi su planirani raspored nabave (eng. *planned-order schedules*), promjene (eng. *changes*), puštene narudžbe (eng. *order releases*), kontrola učinkovitosti (eng. *performance-control reports*), izvještaji o planiranim aktivnostima (eng. *planning reports*) i izvješća o iznimkama (eng. *exception reports*). Svi spomenuti dokumenti predstavljaju temelj za uspješno, pravovremeno i profitabilno odvijanje procesa u poslovanju.

8. Zaključak

U ovom radu teorijski je obrađena proizvodnja u kontekstu operativne i tehničke pripreme rada što podrazumijeva planiranje potreba za materijalima. Tehnička priprema se odnosi na konstrukcijski dio odnosno niz aktivnosti kojima se definira neki proizvod u smislu tehničkog nacrtu i dizajna, na koji način se sastavlja proizvod, kojim redoslijedom, od koje vrste materijala i slično. Operativna priprema rada je zadužena da se u procesu proizvodnje osiguraju svi potrebni elementi na vrijeme sa što manje zastoja i kako bi tok proizvodnje tekao bez prekida. Cilj je imati što manje zaliha odnosno da se svedu na minimum. Svaka tvrtka ima svoj način planiranja potreba za materijalima, što je dokazano sa anketnim upitnikom. Ciljana skupina anketiranja su bila mala i velika poduzeća. Anketni upitnik je pokazao da mala poduzeća najčešće koriste neke jednostavnije ili jeftinije informacijske sustave, odnosno da su ih sami osmislili dok velika poduzeća najčešće koriste neke najpoznatije sustave poput SAP sustava i Microsoft Dynamics-a. Algoritam postupka planiranja potreba za materijalima također više koriste velike tvrtke, bilo kao algoritam u određenom informacijskom sustavu ili kao aplikacija, program ili nešto drugo. Gledajući kako se proizvodnja opskrbljivala materijalom kroz povijest, može se utvrditi da se konstantno radi na unapređenjima proizvodnje, a uvijek sa istim ciljem, a to je da se osigura proizvodnja sa što više iskorištenosti vremena i što manje zaliha. Potrebno je dosta vremena da neka tvrtka uvede MRP u svoje poslovanje, ali jednom kada to provede, poslovanje je puno lakše i isplativije. Poduzeća teže maksimalnom iskorištenju sustava, a za to je potrebno posjedovati poseban računalni program, redovito osvježavati bazu podataka u inputima sustava: glavnom terminskom planu, sastavnicama proizvoda i zapisima o zalihama, i kontrolirati pouzdanost i točnost podataka. Pravilnim planiranjem materijala omogućuje se kontinuiran i nesmetan rad proizvodnog pogona.

U radu je i praktični dio koji se odnosi na planiranje materijala u tvrtki PVC Sisak d.o.o. koja se bavi izradom PVC stolarije. Grafički je prikazana struktura prozora, iz koje možemo vidjeti sve dijelove od kojih se sastoji finalni proizvod i koje stavke čine nadređeni dio. Na temelju narudžbi, napravljen je glavni terminski plan prema kojem su napravljene MRP matrice za svaki pojedini element finalnog proizvoda. Planiranje potreba za materijalima, kao i nabave i proizvodnje za ovo poduzeće, pa i općenito je bitno jer omogućava ekonomično i efikasno korištenje resursa kao što su sirovine, prostor za proizvodnju i zaposlenici.

Popis literature

1. Briš Alić, M., Grubišić, D., Kaštelan Mrak, M., Martinović, M., Prester, J., & Vretenar, N. (2022). *Operacijski menadžment*. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Ekonomski fakultet u Osijeku; Sveučilište u Rijeci, Ekonomski fakultet; Sveučilište u Splitu, Ekonomski fakultet; Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:192:764199>
2. Culmena. (bez dat.). *Mapiranje toka vrijednosti*. Culmena. Preuzeto 05. rujan 2023., od <https://culmena.hr/blog/optimizacija/mapiranje-toka-vrijednosti>
3. David. (2016, lipanj 20). TPM: Mantenimiento Productivo Total. *Lean Manufacturing 10*. <https://leanmanufacturing10.com/tpm-mantenimiento-productivo-total>
4. Firs, S. (2020, svibanj 1). *TOP 5 najboljih poslovnih ERP sustava*. Novi jednostavni ERP. <https://www.newspaperp.com/hr/blog-542-top-5-najboljih-poslovnih-erp-sustava>
5. Fluentis. (bez dat.). *ERP: Što je i zašto je bitan za Vaše poslovanje* | Fluentis. Fluentis HR. Preuzeto 05. rujan 2023., od <https://www.fluentis.com/hr/erp-sustav/>
6. Investopedia. (bez dat.). *Just-in-Time (JIT): Definition, Example, and Pros & Cons*. Investopedia. Preuzeto 05. rujan 2023., od <https://www.investopedia.com/terms/j/jit.asp>
7. *Kaizen*. (2023). U *Wikipedia*. <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Kaizen&oldid=1168148507>
8. Kumsr, N. (bez dat.). *OPERATIONS MANAGEMENT Sixth Edition*. Preuzeto 05. rujan 2023., od https://www.academia.edu/11361788/OPERATIONS_MANAGEMENT_Sixth_Edition
9. Lean Enterprise Institute. (bez dat.). Poka Yoke—A Resource Guide. *Lean Enterprise Institute*. Preuzeto 05. rujan 2023., od <https://www.lean.org/lexicon-terms/poka-yoke/>
10. Lean Production. (bez dat.). *SMED (Single-Minute Exchange of Die) | Lean Production*. Preuzeto 05. rujan 2023., od <https://www.leanproduction.com/smed/>

11. Lean Six sigma Definition. (bez dat.). *CANDO – Lean Manufacturing and Six Sigma Definitions*. Preuzeto 05. rujan 2023., od <https://www.leansixsigmadefinition.com/glossary/cando/>
12. Levinson, W. A. (2017). *Lean Management System LMS:2012: A Framework for Continual Lean Improvement*. Productivity Press. <https://doi.org/10.1201/b12529>
13. Poka-yoke. (2023). U *Wikipedia*. <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Poka-yoke&oldid=1162884429>
14. Pupavac, D. (2011). Modern Approaches to Inventory Management. *Business Logistics in Modern Management*, 11, 47–58.
15. Russell, R. S., & III, B. W. T. (2010). *Operations Management: Creating Value Along the Supply Chain, 7th Edition* (7th edition). Wiley.
16. Russell, R. S., & Taylor, B. W. (2019). *Operations and Supply Chain Management*. John Wiley & Sons.
17. Siemens Digital Industries Software. (bez dat.). *What is material requirements planning (MRP 1) | Siemens Software*. Siemens Digital Industries Software. Preuzeto 05. rujan 2023., od <https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/our-story/glossary/what-is-material-requirements-planning-mrp1/101313>
18. Stevenson, W. J. (2017). *Operations Management* (13th edition). McGraw Hill.
19. *Što je dijagram toka posla? - Upravljanje 2023*. (bez dat.). Preuzeto 05. rujan 2023., od <https://hr.ebrdbusinesslens.com/38-about-5455875-workflow-diagrami-79451>
20. *Što je sap softverski sustav? - Poslovanje 2023*. (2023). Music marketing money. <https://hr.musicmarketingmoney.com/what-is-sap-software-system>
21. Yadav, C. (2021, studeni 19). *MRP vs ERP: Razlika i usporedba*. <https://askanydifference.com/hr/difference-between-mrp-and-erp/>

Popis slika

Slika 1. Grafički prikaz strukture prozora.....	17
Slika 2. MRP matrica prozora	17
Slika 3. MRP okvira prozora.....	18
Slika 4. MRP stranica okvira prozora	18
Slika 5. MRP matrica za vijke.....	19
Slika 6. MRP matrica za krilo prozora	19
Slika 7. MRP matrica stranica krila.....	20
Slika 8. MRP matrica stakla	20
Slika 9. MRP matrica za kvake	20
Slika 10. Matrica za nosač krila.....	21

Popis tablica

Tablica 1. Glavni plan proizvodnje	16
--	----

Popis grafova

Graf 1. Veličina poduzeća u anketnom upitniku.....	24
Graf 2. Vrsta proizvodnje anketiranih poduzeća	24
Graf 3. Korištenje algoritma MRP	25
Graf 4. Pitanje za bilo kakav informacijski sustav	25
Graf 5. Pitanje za vrstu rješenja	26
Graf 6. Zadovoljstvo ispitanika sa informacijskim sustavom	26
Graf 7. Podržava li rješenje MRP	27
Graf 8. Zadovoljstvo informacijskim rješenjem za planiranje potreba za materijalima u poduzeću.....	27