

## 2. LEAN SINHRONIZACIJA I ISKORIŠĆENJE KAPACITETA

### 2.1. Kaizen

Kaizen je jedan od osnovnih elemenata LEAN koncepta. U osnovi ovog koncepta je činjenica da se ni jedan proces. Posmatrano iz ugla LEAN filozofije, ne može smatrati konačno optimiziranim, već da uvek postoji potreba za daljom optimizacijom. Za razliku od pristupa radikalnih promena procesa, koje se sprovede kod realizacije reinžinjeriniga, Kaizen se zasniva na postepenom – kontinualnom unapređenju. Takođe, veoma značajno za Kaizen je da se pravci unapređenja, kao i eventualni izazovi u procesima, na čijoj eliminaciji treba raditi, traže upravo na mestu nastanka – odnosno u samim pogonima i na radnim mestima. Samim time, suština ovog pristupa je u „slušanju glasa operatera - zaposlenih“, što se postiže pomogu tehnike koja se naziva Gemba.

Kaizen sam po sebi sadrži pregršt alata, a optimalan alat zavisi od samog problema koji se rešava. Ne postoji princip „one size fits all“.

Prilikom uvođenja LEAN filozofije u kompaniji, neophodno je organizovati obuke iz oblasti LEAN i Kaizen principa. Potom, se organizacija usavršava po principu organizacionog učenja.

Jedan od osnovnih pristupa Kaizen folozofiji uključuje Gemba šetnju. Gemba šetnja je kretanje Kaizen timova kroz pogone, u cilju dobijanja informacije o problemima iz prve ruke – od strane samih operatera.

Timovi za Gemba šetnju, uključuju 3-5 osoba i obavezno uključuju predstavnika top menadžmenta, menadžera samog pogona/odeljenja u kojem se sprovodi šetnja, kao i predstavnika odeljenja za sistematsko unapređenje (LEAN). Ukoliko srednji nivo rukovodilaca odbija učešće u više navrata, upozoravaju se i mogu biti preduzete disciplinske mere. Zato je neophodno obezbediti podršku top menadžmenta. Podrška ne treba da bude po principu usmene saglasnosti, već uključuje stvarno učešće i top menadžmenta u realizaciji ove metode.

Cilj ovog pristupa je napuštanje zone komfora, kako za menadžere, tako i za operatere. Od suštinskog značaja je podrška top menadžmenta, kako bi se uveo ovaj metod.

U početku, operateri se plaše da ih ovim putem neko ispituje i strepe od eventualnih posledica svojih odgovora. Zato ih treba motivisati da uđu opušteno u razgovor sa predstavnicima Gemba tima. To je od izuzetnog značaja na početku uvođenja Kaizen principa.

Gemba šetnje se mogu organizovati na nedeljnom nivou, a u pojedinim fabrikama čak i na dnevnom nivou. Pojedine kompanije imaju i godišnje planove za Gemba šetnju. Obično traju do 45 minuta. Izbor odeljenja gde će se vršiti Gemba šetnja je slučajan. U nekim fabrikama postoji tzv. Gemba točak, sa nazivima svih odeljenja i u šetnju se ide tamo gde se točak tog dana zaustavi.

Ove su šetnje, shodno odeljenju gde se odvijaju, tematskog karaktera. Teme šetnje mogu biti: 5S – primena i zapažanje, bezbednost i zdravlje na radu, provera unapređenja procesa, provera materijala, provera ispravnosti i zastoja opreme, provere trenutnih metoda izvođenja operacija, ljudski resursi, itd.

Obično se pitanja za operatere definišu pre početka šetnje. U nekim kompanijama se formiraju ček liste – upitnici za operatere, a negde je ostavljena slobodna forma izjašnjavanja operatera, vezano za bilo koji problem u njihovom radu ili njihove predloge za unapređenje poslovanja.

Ček liste nisu standardi i one su živ dokument. Mogu se menjati do sledeće Gemba šetnje, na osnovu zapažanja iz prethodnih ciklusa. Ishod Gemba šetnje je izveštaj, u kojem se definišu evidentirani problemi, odgovorne osobe za rešavanje i vremenski rokovi. U praksi je uočljivo da se potrebni rokovi za rešavanje identifikovanih problema, skraćuju sa iskustvom primene Gemba šetnje u organizaciji.

Kako se tokom Gemba šetnje može identifikovati više problema, moraju se definisati i prioriteti za njihovo rešavanje. Važno je da se problemi rešavaju prema prioritetu, ali tako da ne dolazi do zaustavljanja ili ometanja samog tehnološkog procesa rada.

U organizacijama koje ovu metodu koriste duže vreme, postoji uputstvo za vodjenje Gembe, za nove članove Gemba tima. Sam razgovor sa operaterima ne sme da bude zastrašujuć za njih. Već da ih podstakne da pričaju. Ljudi u suštini žele da ih čuju. Svakako, razgovor treba organizovati bez dugih monologa već u vidu dvosmerne komunikacije. Kod postavljanja pitanja, važno je izbeći direktan

ispitivački pristup. Umesto pitanja tipa: „Šta je tvoje mišljenje o .... ?“, reći: „Kada sam ja bio na početku karijere i radio na sličnom radnom mestu, ja sam uočio ....., šta vi kažete, da li imate slična zapažanja ...? Dakle, važan je lični pristup i razmena iskustava.

U pojedinim organizacijama, Gemba se organizuje po nivoima. Mogu da postoje do tri nivoa Gemba šetnje. Prvi nivo čine Kaizen treneri i tim moderatora, koji iniciraju i proveravaju primenu već uvedenih Kaizen alata. Potom, oni imaju jutarnji sastanak sa menadžerima proizvodnje, koji potom idu u šetnju. U trećem nivou u šetnju idu viši i visoki nivoi menadžmenta. Svakako, ove šetnje ne idu jedna za drugom, već su raspoređene u toku 8 sati jedne smene.

Na osnovu stečenih informacija tokom šetnje, mogu se vršiti i poređenja između odeljenja, i uvođenje dobre prakse iz jednog u drugo odeljenje fabrike. Takođe, na osnovu stečenih predloga i uočenih problema, mogu se izvršiti inovacije, uvesti nove procedure ili izmeniti postojeće. Ponekad se unapređenje sprovodi jednostavnim zahvatima a ponekad je potrebno organizovati čitave projekte kako bi se rešili uočeni problemi. Na osnovu prethodnih Gemba šetnji, formira se baza podataka (baza znanja), koja je dobar osnov za učenje organizacije i preventivno delovanje.

U suštini, operateri – ako ih ne pitamo za probleme, se često adaptiraju na iste. Npr. u pojedinim fabrikama se može desiti da deo opreme godinama ne radi a da to niko ne prijavljuje, već se operateri snalaze bez nje. Recimo, desi se da u skladištu ne radi lot štampač. Operateri, rade bez njega, tako što ručno ispisuju podatke na paleti, što im oduzima vreme, a problem se može rešiti jednim pozivom IKT službe.

Gemba šetnju ne treba mešati sa auditom za proveru kvaliteta (Good Manufacturing Practice – GMP Audit). Ovi auditu su eksterne prirode i sprovode ih timovi van same fabrike. Gemba šetnje su internog karaktera.

Kako bi Gemba bila uspešna, operateri moraju uočiti jasan feedback. Naime, mogu se napraviti Gemba izveštaji sa slikama pre i posle. Može se uvesti nagrada za najbolji predlog ili za identifikaciju problema koji je doveo do najveće uštede, ...

Gemba šetnja, kada se uvede u organizaciju, obično kreće kao uvod u korektivne akcije. Vremeno, kada iskustvo raste i raste baza uočenih Gemba problema, ova tehnika postaje osnova za preventivno delovanje.

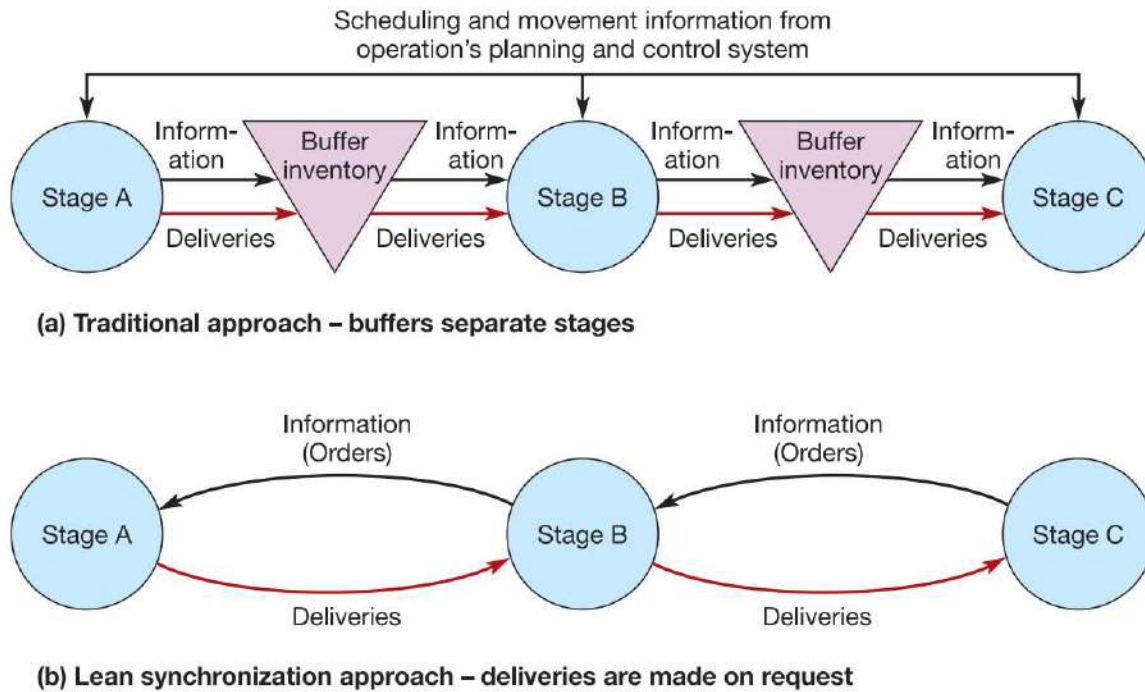
Pored ove tehnike, pojedine kompanije u novije vreme, uvode i pristup unapređenju 24-7. ovo podrazumeva kreiranje viber grupa ili upotrebu drugih društvenih mreža u komunikaciju o problemima i sugestijama zaposlenih. Svakako, iskustvo je pokazalo da ne treba preterivati, jer onda umesto korisnog alata to postaje rutina i ne unapređuje proces a oduzima vreme. Ovakva komunikacija obično preraste u raspravu a to treba izbeći. Takođe, za društvene mreže je obično potreban administrator/moderator i to onda uvodi subjektivnost, koju treba izbeći.

Pored višestrukih koristi, Gemba šetnja i kontakt sa operaterima, je i alat „jeftinog“ team building-a, te ga je svakako korisno upotrebiti. Nakon duže upotrebe, ovaj alat postaje i osnova za promenu mentalnog sklopa zaposlenih kao i nov način razmišljanja. Na kraju krajeva, ovo je jedan od korisnih alata, kojim se podaci mogu pretvoriti u profit.

## **2.2. LEAN sinhronizacija**

Lean ciljevi se često izražavaju kao ideali, kao što je npr. definicija: „zadovoljiti potražnju trenutno sa savršenim kvalitetom i bez otpada“. Iako trenutni učinak bilo koje operacije može biti daleko od takvih ideala, osnovno verovanje je da je moguće približiti se njima tokom vremena. Bez takvih uverenja koja bi pokretala napredak, zagovornici LEAN koncepta tvrde da je veća verovatnoća da će poboljšanje biti prolazno nego kontinuirano. Zbog toga je koncept kontinuiranog poboljšanje izuzetno važan deo lean filozofije. Ako su njeni ciljevi postavljeni u smislu ideala koje pojedinačne organizacije možda nikada neće u potpunosti postići, onda naglasak mora biti na način na koji se organizacija približava idealnom stanju. Japanska reč za stalno poboljšanje je KAIZEN, i to je, kao što je predstavljeno u prethodnom tekstu, ključni deo LEAN filozofije

LEAN sinhronizacija ima brojne prednosti, međutim – ukoliko se ne sprovede adekvatno - one uglavnom dolaze po ceni nedovoljnog iskorišćenja kapaciteta. Iz tog razloga, uspešno sprovođenje LEAN koncepta podrazumeva adekvatni plan neophodnih resursa ali i fleksibilnu proizvodnu opremu koja se može prilagoditi čestim promenama kapaciteta.



*Slika 2.1. (a) Tradicionalni i (b) LEAN sinhronizovani tok u poslovno-proizvodnom procesu*

Naime, ukoliko se pogleda prikaz dat na slici 2.1., ukoliko u tradicionalnom proizvodnom sistemu dođe do zastoja, zalihe omogućuju da svaki stadijum nastavi sa radom i time se postiže permanentno dostizanje visokog nivoa iskorišćenja kapaciteta. Naravno, u tom slučaju, visoko iskorišćenje ne znači obavezno da proces u celini ima veću efikasnost. Često se višak proizvodnje opet smešta u nove zalihe (poluproizvoda i/ili gotovih proizvoda) što takođe dovodi do dodatnog organizacionog izazova – imajući u vidu dobre i loše osobine zaliha.

Sa druge strane, u slučaju LEAN sinhronizacije, bilo kakav zastoj dovodi do negativnog uticaja na realizaciju celokupnog poslovno-proizvodnog procesa. Pri čemu zastoj može biti iz tehničkih, organizacionih razloga ili iz razloga otkazivanja porudžbine. Ovo svakako dovodi do nižeg iskorišćenja proizvodnih kapaciteta, makar u kratkoročnom periodu.

Naravno, svakako da nije logično proizvoditi samo zbog iskorišćenja kapaciteta . Takođe, ukoliko proizvod nema svoju upotrebnu vrednost i ne dovodi proizvodne operacije kao celinu u situaciju da kreiraju proizvode koji se mogu prodati na tržištu, svakako nema svrhe ni proizvoditi ih.

Iz tog razloga LEAN koncept mora biti zasnovan na jasnom planu proizvodnje, zasnovanom na nedvosmislenom planu neophodnih materijala.

Svakako, pored tehničkih kapaciteta i mogućnosti, primena LEAN koncepta podrazumeva i organizacionu efikasnost u smislu adekvatne motivacije i obučenosti ljudskih resursa. Eksperti i praktičari koji zagovaraju LEAN sinhronizaciju često ističu značaj uključivanja svog osoblja u LEAN pristup. To je naravno slično ostalim konceptima unapređenja proslovanja, kao što su npr TQM ili TPM. LEAN pristup upravljanju ljudskim potencijalima je veoma zasnovan na osnovama same metodologije koja vodi poreklo iz Japana, što se može videti kako po terminologiji, tako i po samim konceptima koji se zasnivaju na tradiciji ove zemlje. Sa druge strane, sam pristup zagovara sistem zasnovan na „poštovanju zaposlenih“, što je svakako evidentno i u savremenom konceptu Industrije 5.0 – koja je u najavi i koja predstavlja svojevrsnu renesansu industrije. Prema tome, LEAN podržava i često i zahteva rešavanje problema zasnovano na timovima, obogaćivanje posla (uključujući poslove održavanja i pripreme proizvodnje u svakodnevnu rutinu operatera), rotaciju posla i višestruku obučenost zaposlenih. Namera i preduslov je u postizanju visokog nivoa odgovornosti, angažovanosti i „vlasništva“ nad poslom. Slično, ono što se naziva najboljim radnim praksama se ponekad koristi kako bi se implementiralo „uključenje svih zaposlenih“. Što uključuje sledeće:

- **Disciplinu** – u praćenju radnih standarda i normativa, kritičnih za bezbednost zaposlenih i okolinu, kao i za kvalitet
- **Fleksibilnost** – proširiti odgovornosti do granica ljudskih sposobnosti
- **Jednakost** – u načinu kako se osoblje tretira (iz tog razloga neke LEAN kompanije obezbeđuju uniforme za zaposlene)
- **Autonomnost** – dozvoljavanje poveravanja odgovornih zadataka osoblju uključenom u radne aktivnosti
- **Razvoj** – osoblja kako bi se ostvario veći nivo kompetencija radne snage
- **Kvalitet radnog života** – uključivanje u donošenje odluka, sigurnosti zaposlenja i uživanje u objektima u radnom okruženju
- **Kreativnost** – kao jedan od najpoželjnijih elemenata motivacije
- **Potpuno uključivanje ljudi** – gde osoblje preuzima veću odgovornost, podrazumeva uključivanje u aktivnosti kao što su izbor novih zaposlenih, direktan kontakt sa dobavljačima i kupcima, pitanja koja se odnose na

kvalitet, trošenje budžeta za unapređenje procesa, planiranje i kontrola obavljenog posla na svakodnevnom nivou kroz komunikacione sastanke.

Ipak, vrednost ponude usluga ili proizvoda uvek zavisi od vremena. Nešto što jeste isporučeno rano ili kasno često ima manju vrednost od nečega što je isporučeno tačno kada je potrebno odnosno dogovoreno. Na primer, kompanije za dostavu paketa naplaćuju više za garantovanu bržu isporuku. To je zato što naša stvarna potreba za isporukom često može uslovljavati da isporuka bude što brža. Što je isporuka bliža trenutnoj isporuci, to je veća vrednost isporuke za nas i više smo spremni da platimo za to. Sa druge strane, dostava informacija ranije nego što je potrebno može biti čak i više štetna od kasne isporuke jer rezultira zalihama informacija koje mogu dovesti do zbunjivanja donosioca odluka.

Tačno i trenutno reagovanje na potražnju kupaca podrazumeva da operativni resursi moraju da budu dovoljno fleksibilni da promene i predmet rada, kao i veličine proizvodne serije bez visokih troškova ili dugih kašnjenja. U stvari, fleksibilni procesi (često sa fleksibilnim tehnologijama) mogu značajno poboljšati nesmetan i sinhronizovan tok. Na primer, nove izdavačke tehnologije omogućavaju profesorima da sastavljaju štampani materijal za kurseve i materijal za e-učenje prilagođen potrebama pojedinačnih kurseva ili čak pojedinačnih studenata. U ovom slučaju fleksibilnost omogućava isporuku malih prilagođenih serija „po narudžbini“.

## **2.1 LEAN KONCEPT – MRP I ERP PLANIRANJE**

Kako je već navedeno, uspešna LEAN sinhronizacija, u velikoj meri zavisi od adekvatnog planiranja i terminiranja proizvodnih operacija.

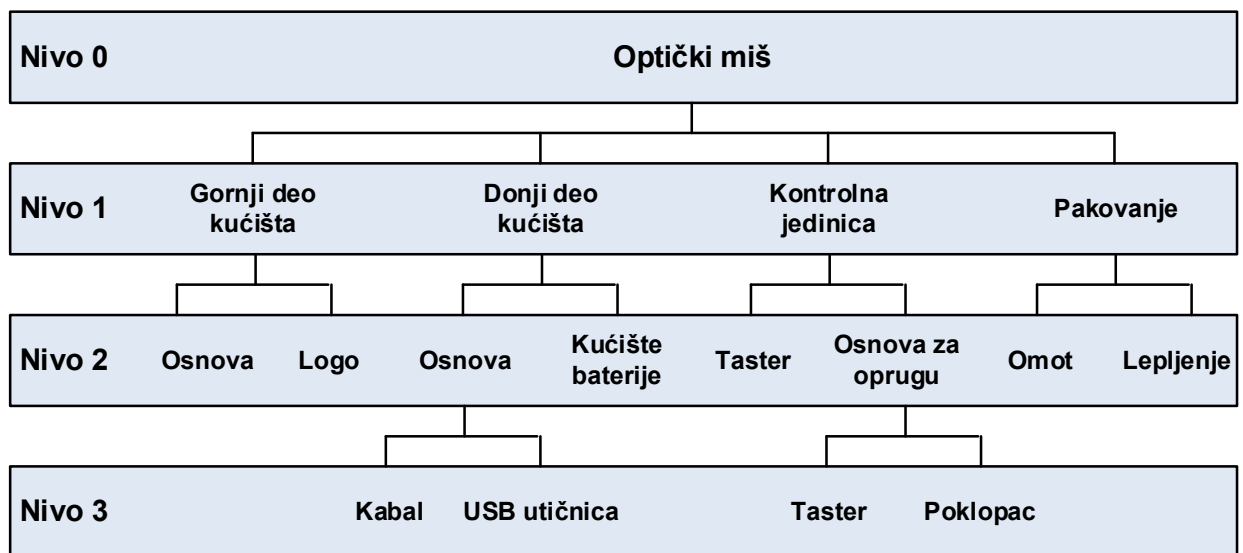
U ranijem periodu, planiranje neophodnih resursa (u prvom redu materijala) se obavljalo ručno. To je svakako predstavljalo kompleksan zadatak, posebno u slučajevima gde se proizvodnja sastoji iz velikog broja radnih operacija. U savremenom konceptu poslovanja 21. veka, veoma je izraženo oslanjanje na podršku računara. Čak šta više, nije moguće zamisliti savremeni pristup operativnom planiranju i terminiranju bez upotrebe računara. Prema tome, u novije vreme javljaju se metode operativnog planiranja i terminiranja koje se

baziraju na MRP-a i ERP sistemima, u velikim kompanijama ili na komercijalnim softverima u manjim. Takođe, i sam LEAN koncept proizvodnje podrazumeva planiranje proizvodnje kao sinhronizovanog sistema, o čemu će biti više reči u daljem tekstu ove skripte.

Savremeni proizvodi su kompleksni i sastoje se iz velikog broja, sklopova, podsklopova i delova.

Pre nego se pristupi planiranju neophodnih resursa za bilo koj proizvod, neophodno je detaljno se upoznati sa komponentama, delovima, sklopovima i podsklopovima istog, kao i sa količinama i vrstama materijala koje su neophodne za izradu svakog od njih.

Analizu bilo kog proizvoda, najlakše je sagledati kroz LISTU MATERIJALA – BILL OF MATERIAL (BOM), slika 2.2.



Slika 2.2. Predstavljanje strukture proizvoda „optički miš“ po principu BOM

**Planiranje potreba za materijalom - Material Requirement Planning (MRP)** je koncept planiranja koji proračunava potrebe u materijalu i planove proizvodnje i upoređuje ih sa raspoloživim zalihama u cilju zadovoljenja poznate i predviđene potrebe prodaje. Kako je već ranije rečeno, poznate potrebe prodaje su narudžbine stvarnih kupaca, dok su predviđene potrebe definisane istraživanjem tržišta u smislu potreba za datim proizvodima. Samim time MRP pomaže u proračunu potreba u



vremenu i količini za dostizanje procenjene buduće potrebe. U istorijskom razvoju evolucija MRP sistema je išla kroz tri faze. Sve tri faze su se bazirale na primeni ICT opreme i adekvatnih softverskih rešenja u planiranju.

Prva faza razvoja MRP sistema ili **MRP I** sistem, razvijen je još 1960-tih godina i koristio se isključivo za kontrolu zaliha, planiranje proizvodnje i naručivanje ali ne i za planiranje kapaciteta. Rad MRP I se bazirao na glavnom planu proizvodnje koji sumarno prikazuje količinu i vreme završetka proizvoda. Potom MRP I uzima u obzir sve potreba-tržište (narudžbine i predviđanja) i unutrašnje potrebe kao što su količina za promociju i R&D. Na osnovu toga, određuju se osnove za korišćenje radne snage i opreme, nabavku materijala i neophodnih finansijskih sredstava.

Svaki proizvod u portfoliju proizvoda poseduje sastavnicu, listu sastavnih delova BOM, operacionu i instrukcionu listu u kojima su detaljno navedeni elementi (delovi) koji sačinjavaju konačni produkt, njihov sastav i vremena predviđena za njihovu izradu. Takođe je tu dat odnos i pozicija delova proizvoda u finalnom proizvodu. Na osnovu ovih podataka, prilagođavaju se proizvodna vremena u smislu određivanja broja podsklopova i komada koji su potrebni, i kada su potrebni da bi se ispunio glavni plan proizvodnje. Jer delove proizvoda ne treba samo proizvesti već i uklopiti u finalni proizvod prema tačno definisanom redosledu i vremenski usaglašenim aktivnostima, što je definisano na osnovu LOB plana.

Sistem MRP I takođe je bio podržan sa podacima o postojećim zalihama, kroz akviziciju podataka o stanju zaliha bilo kog neophodnog repromaterijala. Svakako za ovaj sistem je bilo neophodno vršiti i akviziciju stanja zaliha gotovih proizvoda i delova proizvoda, preostalih iz prethodnog ciklusa proizvodnje. Na taj način sistem poseduje informaciju gde su zalihe smeštene i kolike su količine na zalihama.

Izlazne veličine MRP I sistema su narudžbenice, planovi kupovine materijala i radni nalozi koji pokreću preuzimanje sa zaliha, kupovinu ili proizvodnju potrebnih delova, kako bi se napravio dovoljan broj konačnih proizvoda da se zadovolje potrebe tržišta.

MRP I na taj način smanjuje postojeće zalihe i povećava broj ciklusa obnavljanja zaliha, pri čemu uzima u obzir i neophodna vremena isporuke naručenih delova proizvoda. Zalihe se posmatraju kroz svaki proces prema detaljnom, vremenskim planovima proračunatim na osnovu operacione liste.

Kako planiranje kapaciteta nije bilo integrisano u MRP I sistem, postojala je opasnost da će glavni plan proizvodnje predviđati obavljanje posla bez obzira da li operaciona jedinica ima raspoložive proizvodne kapacitete ili ne.

Dodatno, MRP I sistem pretpostavljao je fiksno operaciono okruženje sa fiksnim ciklusima što se tiče potrošnje materijala. Ipak, varijacija vremena potrebnog za manipulacijom materijalom u različitim uslovima, i drugi faktori, svedoče o tome da su vremena trajanja ciklusa daleko od fiksnih. Odnosno, svaki proizvodni ciklus se mora posmatrati kao dinamički sistem u kojem vreme ne treba posmatrati kao konstantu.

Na taj način MRP I sistemi imali su poteškoće pri radu sa promenjivim vremenima trajanja ciklusa proizvodnje, odnosno u fleksibilnim proizvodnim sistemima.

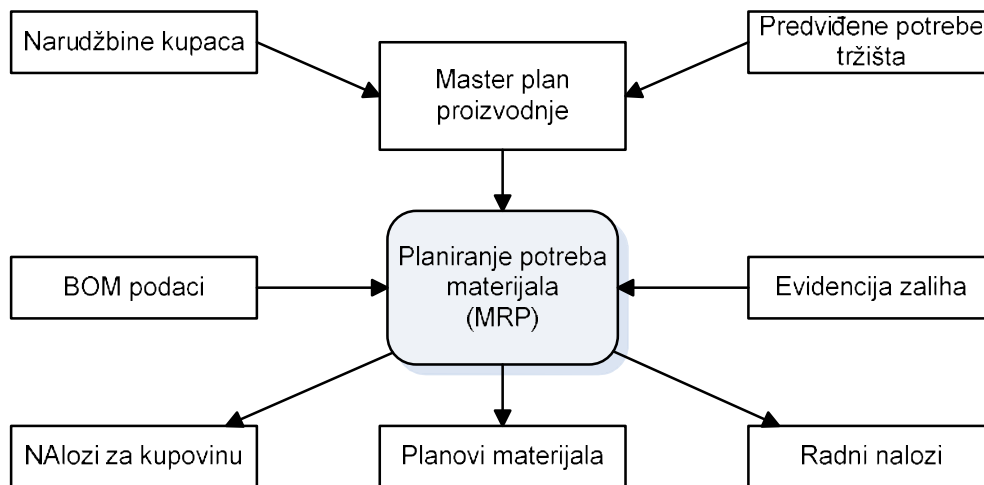
Kao odgovor na navedene nedostatke MRP I, razvijen je **MRP-zatvorena sprega**. Ovi sistemi, razvijeni su 1980-tih, i pored zaliha kontrolisali su i kapacitete. Oni sadrže povratne sprege (Kibernetički model organizacije), koje su potvrđivale da su urađene provere kapaciteta kako bi se ustanovilo da su planovi proizvodnje realno izvodljivi. Gotovo svi savremeni MRP sistemi su sistemi sa zatvorenim povratnom spregom. Oni koriste tri rutine planiranja da bi uporedili planove proizvodnje sa operativnom raspoloživim resursima:

- Planovi Potrebni Resursa (Resource Requirement Plans RRP) su planovi statičkog karaktera koji na dugoročnom nivou predviđaju potrebe svih neophodnih resursa u većim strukturnim delovima operacija.
- Grubi Planovi Kapaciteta (Rough-cut Capacity Plans RCCP) predstavljaju sistem koji uzima u obzir ograničenja (usko grlo, signalni nivo zaliha, itd.)
- Planovi Potrebni Kapaciteta (Capacity Requirements Plans CRP) koji projektuju vremena manipulacije materijalom određene mašine i radnika i upoređuju ih sa postojećim opterećenjem proizvodnih kapaciteta.

**MRP II** je najnoviji vid MRP sistema, koji su se razvijali od 1990-tih pa do danas. Ovi sistemi integrišu mnoge procese koji su povezani sa MRP, ali su locirani van same operativne funkcije. Naime, oni povezuju operativnu funkciju proizvodnje sa ostalim funkcionalnim jedinicama značajnim za poslovanje PPS-a. Obično oni kontrolišu tokove finansija (komercijalno – finansijska funkcija), potrebe tržišta (marketing funkcija), osoblje (HR funkcija), postrojenja (operativna funkcija), glavnu opremu kao i kapacitet i zalihe (operativna funkcija). Bez MRP II, za funkcionisanje različitih funkcija PPS-a bi bile potrebne odvojene baze podataka. MRP II sistemi imaju

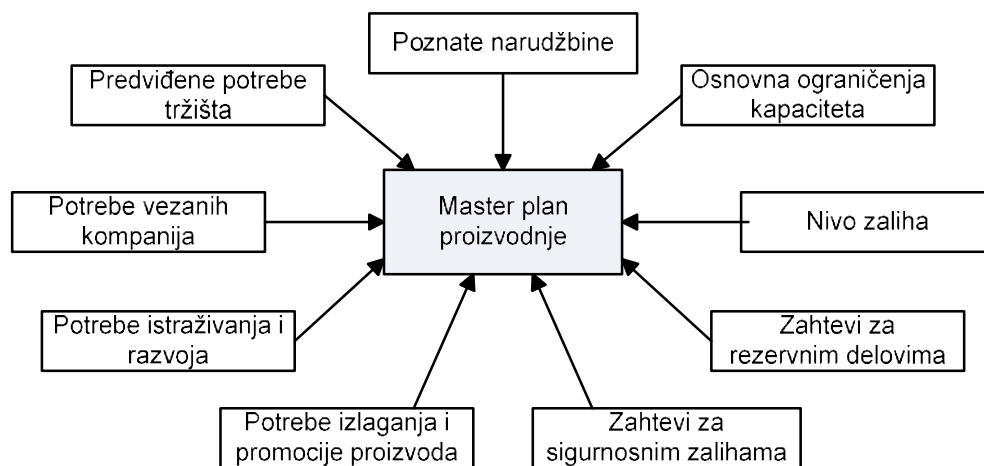
jedinstvenu bazu podataka kojoj pristupaji i koriste je svi delovi kompanije, shodno svojim ovlašćenjima. Inače, svaki naredni MRP nivo je nasledio sve korisne karakteristike prethodnih nivoa MRP sistema uz nadogradnju novim mogućnostima, na taj način MRP II sistemi sadrže i sve prethodno navedene karakteristike MRP I i MRP zatvorena sprega sistema.

Princip rada MRP sistema je predstavljen na slici 2.2. Prema ovom konceptu, proizvodnja prema MRP sistemu se zasniva na unapred definisanom glavnom planu proizvodnje. Glavni plan proizvodnje se kreira na osnovu stvarnih naručivanja kupaca kao i predviđenih potreba tržišta, slika 2.3. U glavnom planu proizvodnje se, prema tome, definišu količine koje treba napraviti u svakom ciklusu proizvodnje. Međutim, pored toga, treba sagledati da li se izvesna količina proizvoda ili delova proizvoda već nalazi u skladištima, kao ostatak iz prethodnog ciklusa. Za analizu delova proizvoda koristi se već opisani spisak delova u okviru BOM. Količine proizvoda ili delova proizvoda na zalihama se dobijaju na osnovu generisanih izveštaja o stanju zaliha, o čemu će biti više reči u nastavku ove knjige. Kao ishod MRP sistema generišu se planovi nabavke materijala, narudžbenice za kupovinu sirovina ili delova koje treba nabaviti od komplementarnih proizvođača i radni nalozi za sopstvenu proizvodnju.



Slika 2.2. Koncept MRP sistema

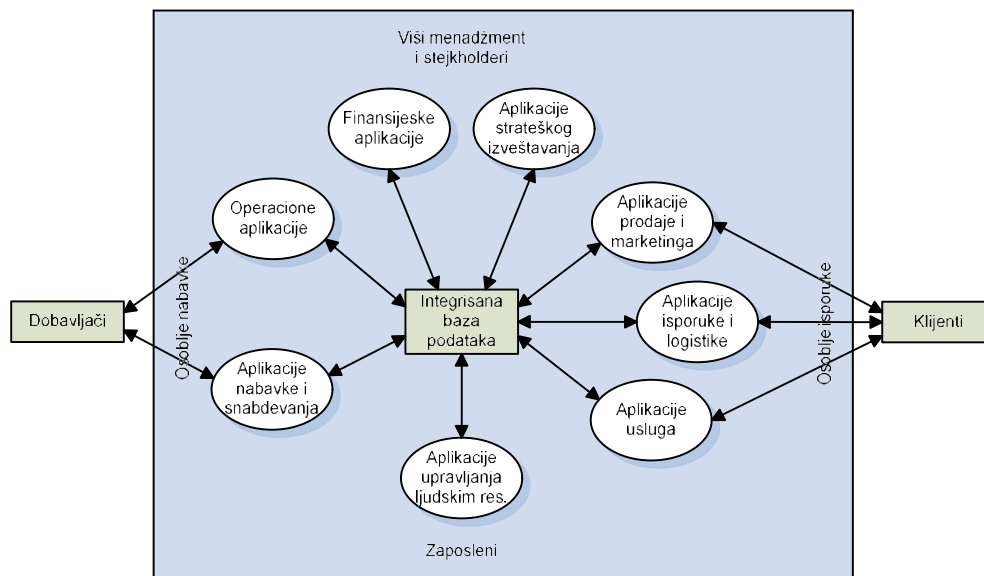
Šire posmatrano, glavni plan proizvodnje, kao značajan element planiranja proizvodnih procesa, predstavljen je na slici 2.3. Kako se tu može videti u ovom planu se nalaze podaci o poznatim narudžbinama, predviđenim potrebama tržišta, potrebama vezanih kompanija, potrebama za istraživanje i razvoj, potrebama za izlaganje ili promociju proizvoda, zahtevima za sigurnosne zalihe gotovih proizvoda, zahtevima u količinama rezervnih delova, planiranim nivoima zaliha i osnovnim ograničenjima proizvodnih kapaciteta.



Slika 2.3. Koncept Glavnog (Master) plana proizvodnje

Kao još savremeniji vid planiranja i integrisanja svih funkcija kompanija javljaju se **sistemi planiranja potreba preduzeća - ERP** (Enterprise Resource Planning). Ovi sistemi se ne bave analizom i planiranjem resursa samo na nivou jednog PPS-a, kao MRP, već na nivou čitave kompanije, uz uzimanje u obzir i poziciju razmatranog PPS-a u okviru lanaca snabdevanja, kako iz ugla nabavke tako i iz ugla distribucije finalnih proizvoda. Prema tome, ovi sistemi omogućuju i interakciju PPS-a sa njihovim okruženjem. Do određenog nivoa moguća je i komunikacija sa krajnjim korisnicima, kao i zajednička kontrola zaliha sa dobavljačima repromaterijala, sve u okviru jedinstvene baze podataka. Ovo su značajni i veoma sofisticirani sistemi planiranja. Kao primer se može izdvojiti SAP sistem (Systems Applications and Products), razvijen u Nemačkoj. Najnovije SAP aplikacije, poseduju i online web platformu (<http://mysap.com>), kao i platform za e-biznis. Međutim, obzirom da ERP sistemi znatno prevazilaze oblast upravljanja proizvodnjom, što je tema ove

knjige, u daljem tekstu neće biti mnogo više reči o njima. Primer elemenata koje može da sadrži jedan ERP sistem je prikazan na slici 2.4.



Slika 2.4. ERP sistemi integrišu informacije iz svih delova PPS-a

Čini se da su operativne filozofije LEAN sinhronizacije i MRP-a suštinski suprotne. Lean sinhronizacija podstiče „pull“ sistem planiranja i kontrole, dok je MRP „push“ sistem. Lean sinhronizacija ima ciljeve koji su širi od aktivnosti planiranja i kontrole operacija, dok je MRP u suštini „mehanizam za proračun“ planiranja i kontrole. Ipak, ova dva pristupa mogu ojačati jedan drugog u istoj operaciji, pod uslovom da se očuvaju njihove prednosti. Suština je da LEAN sinhronizacija i MRP imaju slične ciljeve. Poznato je da JIT – odnosno LEAN sinhronizacija ima za cilj da poveže novu mrežu internih i eksternih procesa snabdevanja pomoću nevidljivih transportera tako da se delovi kreću samo kao odgovor na koordinisane i sinhronizovane signale izvedene iz potražnje krajnjih kupaca. Sa druge strane MRP nastoji da zadovolji projektovanu potražnju kupaca usmeravajući da se artikli proizvode samo prema potrebi da bi se zadovoljila ta potražnja. I jedan i drugi sistem za cilj imaju zadovoljenje potrebe stvarnih i/ili potencijalnih kupaca.

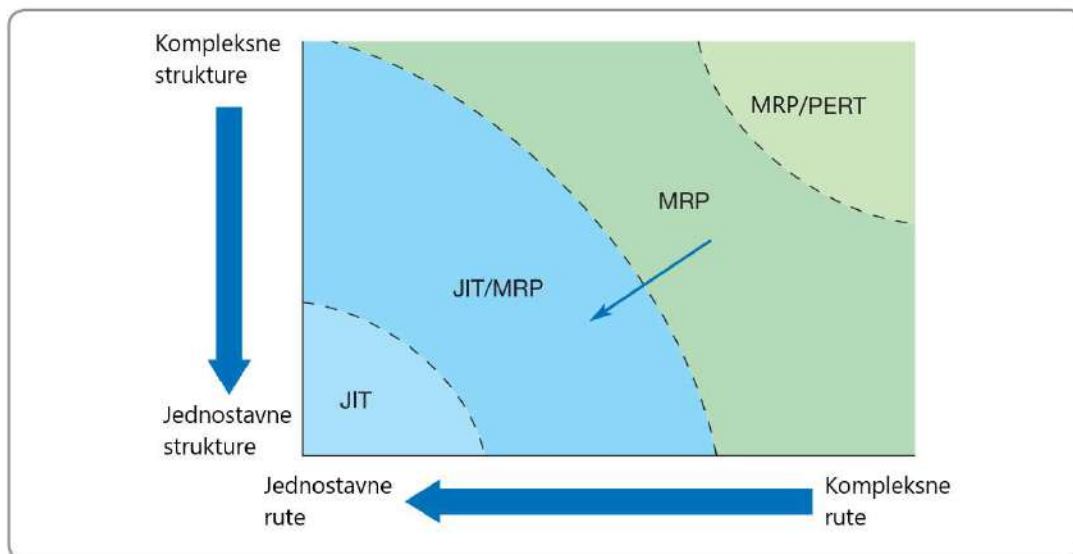
Međutim, postoje razlike. MRP je vođen glavnim rasporedom proizvodnje, koji identifikuje buduću potražnju krajnjih artikala. Modelira okruženje sa fiksnim vremenom isporuke, koristeći snagu računara da izračuna koliko i kada svaki deo treba da se napravi ili nabavi. Njegov rezultat je u obliku planova potreba po vremenskim fazama koji se centralno izračunavaju i koordiniraju. Delovi se prave u skladu sa centralnim uputstvima. Svakodnevni poremećaji, kao što su netačni zapisi o zalihama, potkopavaju autoritet MRP-a i mogu učiniti planove neizvodljivim. Dok je MRP odličan u planiranju, slab je u kontroli. S druge strane, planiranje LEAN sinhronizacije ima za cilj da trenutno zadovolji potražnju kroz jednostavne sisteme kontrole zasnovane na kanbanu. Ako je ukupno vreme protoka materijala (P) manje od dogovorenog vremena isporuke gotovih proizvoda (D), onda bi sistemi za sinhronizaciju sa smanjenom potrošnjom trebalo da budu sposobni da zadovolje tu potražnju. Ali ako je odnos P:D veći od 1, biće potrebna neka vresta kombinovane proizvodnje. A ako je potražnja odjednom daleko veća od očekivane za određene proizvode, JIT/LEAN sistem možda neće moći da se nosi sa tim. Pull koncept je reaktivan koncept koji najbolje funkcioniše kada je nezavisna potražnja ravnomerna (po manjim segmentima) i zavisna potražnja sinhronizovana. Iako je LEAN sinhronizacija u principu dobra u kontroli, slaba je u planiranju.

MRP je takođe bolji u rešavanju složenosti, mereno brojem stavki koje se obrađuju. Može da odgovori na detaljne zahteve čak i za potpuno nove naručioce. Pull raspoređivanje kod Lean sinhronizacije je manje sposobno da trenutno reaguje na promene u potražnji kako se broj delova, opcije i varijacije performansi povećavaju. Zbog toga, sistemi proizvodnje sa Lean sinhronizacijom favorizuju dizajn zasnovan na jednostavnijim strukturama proizvoda sa velikom sličnošću delova.

## **2.2. Kada koristiti Lean sinhronizaciju, MRP i kombinovane sisteme**

Slika 2.5 pravi razliku između složenosti struktura proizvoda i složenosti ruta protoka kroz koje materijala moraju da prođu tokom procesa proizvodnje. Jednostavne strukture proizvoda koje imaju rute sa velikom ponovljivošću su glavni kandidati za kontrolu korišćenjem Pull Sistema (JiT/LEAN). Lean sinhronizacija može lako da se nosi sa njihovim relativno jednostavnim zahtevima. Kako strukture i rute postaju složenije, tako je potrebna snaga računara da bi se razbile strukture

proizvoda, generisali planovi i tako dodeljivale porudžbine dobavljačima. U mnogim okruženjima, moguće je koristiti planiranje Pull tipa za kontrolu većine unutrašnjih materijala. Takođe, glavni kandidati za kontrolu Pull tipa su materijali koji se koriste redovno svake nedelje ili svakog meseca. Njihov broj se može povećati standardizacijom dizajna, kao što je naznačeno smerom strelice na slici 2.5. Kako strukture i rute postaju složenije, a upotreba delova postaje nepravilnija, tako se smanjuju mogućnosti za korišćenje rasporeda Pull tipa. Tada veću upotrebnu vrednost imaju MRP sistemi. Kod krajnje kompleksnih ruta kretanja materijala i kompleksnih struktura proizvoda, čak i MRP sistemi zahtevaju nadogradnju u smislu tehnika i metoda mrežnog planiranja – kao što je npr. PERT.



Slika 2.5. Kompleksnost kao odrednica za određivanje adekvatnog planiranja i sistema kontrole

## VEŽBE – TERMIN II MRP PRIMERI U SOFTVERU QM FOR WINDOWS

**Primer 1:** Kompanija ABC se bavi proizvodnjom perifernih komponenti za računare. R&D centar ove kompanije je dizajnirao novi proizvod – optički miš, koji se sastoji od komponenti datih po hijerarhiji u BOM-u na slici 2.2.

Nakon intenzivne promotivne kampanje, kompanija je počela da dobija i prve narudžbine. Naručeno je 1400 komada proizvoda za šestu nedelju poslovanja i 2800 komada za 8 nedelju. Imajući u vidu da je kompanija tek na početku procesa proizvodnje, ne postoje zalihe delova konačnog proizvoda, osim male količine pojedinih elemenata koja je preostala iz faze istraživanja i razvoja: 50 komada sklopljenih kontrolnih jedinica; 100 komada kabla i 70 komada USB utičnica. Imajući u vidu da je kompanija na početku planiranja procesa proizvodnje, pretpostavka je da se svaki od delova konačnog sklopa može proizvesti ili nabaviti od dobavljača za 1 nedelju, osim omota za pakovanje, koji zbog posebnog dizajna može da bude isporučen tek za dve nedelje. Menadžment kompanije pretpostavlja da veličina isporuke ili veličina proizvodne serije komponenti nije ograničena – odnosno da se može nabavljati/proizvoditi po principu „Lot for Lot“. Takođe, pretpostavljaju da neće postojati minimalna količina za formiranje isporuke delova koje dobijaju od dobavljača. Takođe, na osnovu dizajna, poznato je da se u konačni proizvod ugrađuje po jedan od svake vrste sastavnih delova, osim tastera kontrolne jedinice, gde se ugrađuju dva (levi i desni).

Potrebno je kreirati plan potrebnog materijala za kreiranje navedenog proizvoda, koristeći softver QM for Windows.

### ***Rešenje:***

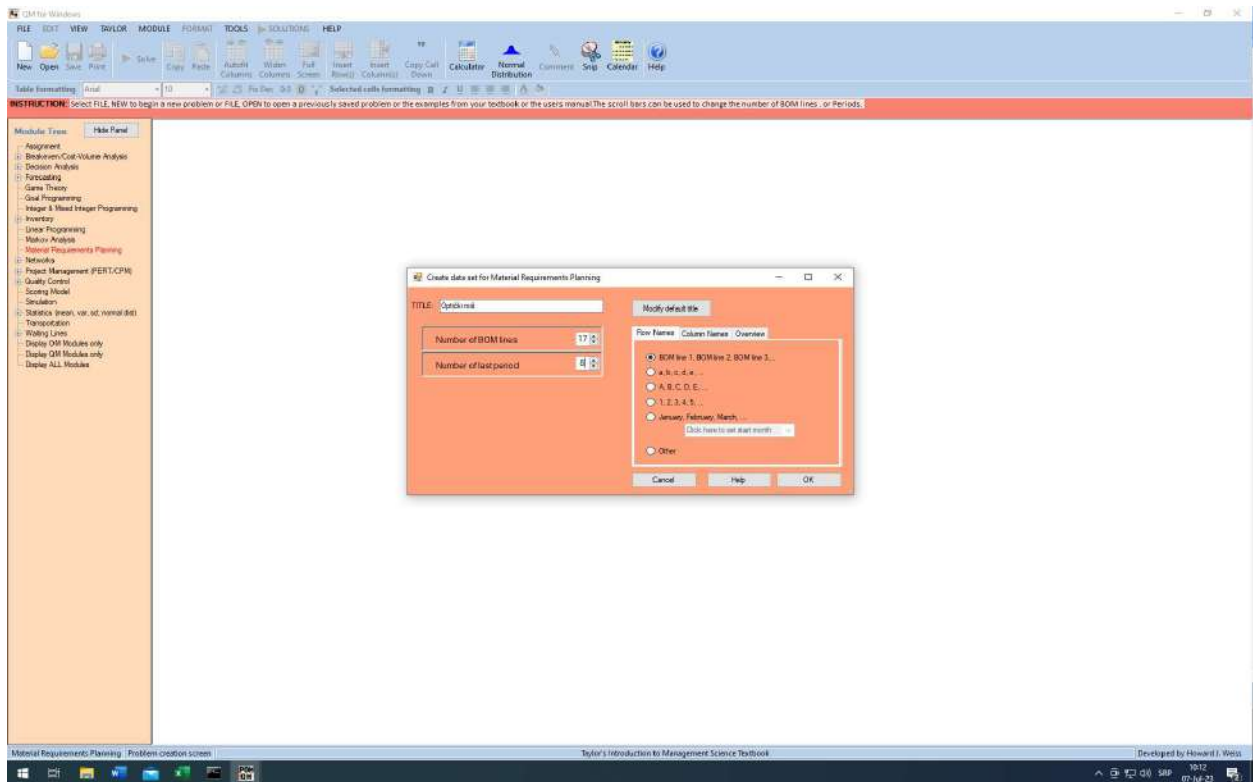
U softveru QM for Windows, potrebno je uneti podatke vezane za ovaj primer. Kada se pokrene aplikacija, bira se modul Material Requirements Planning.

Kao naziv data seta može se staviti Optički miš

Broj BOM linija treba da se sagleda na osnovu BOM-a sa slike 2.2. Od 0-tog do 3 nivoa proizvoda, postoji ukupno 17 elemenata na dijagramu

Obzirom da postoje narudžbine za 8 nedelja, u polje Number of last periods, stavljamo 8. i kliknemo na OK.





Kolone Item name i Level popunjavamo na osnovu slike 2.2 i ona treba da izgleda na sledeći način:



Nako što se tabela popuni svim zadatim podacima, kako bi se generisao plan neophodnog materijala (MRP), klikne se na taster Solve. Na taj način se dobija sledeće rešenje ovog primera:

Material Requirements Planning Results

Item name (low level)	Pd 0 and before	pd1	pd2	pd3	pd4	pd5	pd6	pd7	pd8
Opštki miš ( 0)									
Gross REQ.							1400		2800
ON HAND									
SchdREC.									
NET REQ							1400		2800
PlanREC							1400		2800
ORD REL						1400		2800	
Gornji deo kućišta ( 1)									
Gross REQ.						1400		2800	
ON HAND									
SchdREC.									
NET REQ						1400		2800	
PlanREC						1400		2800	
ORD REL					1400		2800		
Donji deo kućišta ( 1)									
Gross REQ.						1400		2800	
ON HAND									
SchdREC.									
NET REQ						1400		2800	
PlanREC						1400		2800	
ORD REL					1400		2800		
Kontrolna jedinica ( 1)									
Gross REQ.						1400		2800	
ON HAND	50	50	50	50	50	50			
SchdREC.									
NET REQ						1350		2800	
PlanREC						1350		2800	
ORD REL					1350		2800		
Pakovanje ( 1)									
Gross REQ.						1400		2800	
ON HAND									
SchdREC.									
NET REQ						1400		2800	
PlanREC						1400		2800	
ORD REL						1400		2800	

## Material Requirements Planning Results

Item name(low level)	Pd 0 and before	pd1	pd2	pd3	pd4	pd5	pd6	pd7	pd8
NET REQ						1400		2800	
PlanREC						1400		2800	
ORD REL					1400		2800		
Osnova Gomja ( 2)									
Gross REQ.					1400		2800		
ON HAND									
SchdREC.									
NET REQ					1400		2800		
PlanREC					1400		2800		
ORD REL				1400		2800			
Logo ( 2)									
Gross REQ.					1400		2800		
ON HAND									
SchdREC.									
NET REQ					1400		2800		
PlanREC					1400		2800		
ORD REL				1400		2800			
Osnova Donja ( 2)									
Gross REQ.					1400		2800		
ON HAND									
SchdREC.									
NET REQ					1400		2800		
PlanREC					1400		2800		
ORD REL				1400		2800			
Kućište baterije ( 2)									
Gross REQ.					1400		2800		
ON HAND									
SchdREC.									
NET REQ					1400		2800		
PlanREC					1400		2800		
ORD REL				1400		2800			
Taster KJ ( 2)									
Gross REQ.					2700		5400		
ON HAND									

## Material Requirements Planning Results

Item name (low level)	Pd 0 and before	pd1	pd2	pd3	pd4	pd5	pd6	pd7	pd8
SchdREC.									
NET REQ					2700		5600		
PlanREC					2700		5600		
ORD REL				2700		5600			
Osnova za oprugu ( 2)									
Gross REQ.					1350		2800		
ON HAND									
SchdREC.									
NET REQ					1350		2800		
PlanREC					1350		2800		
ORD REL				1350		2800			
Omot ( 2)									
Gross REQ.					1400		2800		
ON HAND									
SchdREC.									
NET REQ					1400		2800		
PlanREC					1400		2800		
ORD REL			1400		2800				
Lepjenje ( 2)									
Gross REQ.					1400		2800		
ON HAND									
SchdREC.									
NET REQ					1400		2800		
PlanREC					1400		2800		
ORD REL				1400		2800			
Kabal ( 3)									
Gross REQ.				1400		2800			
ON HAND	100	100	100	100					
SchdREC.									
NET REQ				1300		2800			
PlanREC				1300		2800			
ORD REL			1300		2800				
USB utičnica ( 3)									
Gross REQ.				1400		2800			

## Material Requirements Planning Results

Item name(low level)	Pd 0 and before	pd1	pd2	pd3	pd4	pd5	pd6	pd7	pd8
ON HAND	70	70	70	70					
SchdREC.									
NET REQ				1330		2800			
PlanREC				1330		2800			
ORD REL			1330		2800				
Taster DO ( 3)									
Gross REQ.				1350		2800			
ON HAND									
SchdREC.									
NET REQ				1350		2800			
PlanREC				1350		2800			
ORD REL			1350		2800				
Poklopac ( 3)									
Gross REQ.				1350		2800			
ON HAND									
SchdREC.									
NET REQ				1350		2800			
PlanREC				1350		2800			
ORD REL			1350		2800				

**Primer 2:** Nakon preliminarnе faze proizvodnje i testiranja tražišta, kompanija iz prethodnog primera je dobila porudžbine od različitih naručioца, odnosno naručene su sledeće količine: 2500 komada proizvoda u trećoj, 3200 u četvrtoj, 3200 u petoj, 2800 u šestoj, 3000 u sedmoj i 4200 komada u osmoj nedelji poslovanja.

Takođe, iz prethodnog perioda je na stanju – u zalihama preostalo 300 kom konačnog proizvoda, 320 komada donjih delova kućišta, 200 komada kablova, 75 komada tastera kontrolne jedinice i 420 gotovih pakovanja.

Takođe, novi dobavljači gornjeg dela kućišta mogu da isporuče ovu komponentu ali ne u količini manjoj od 3500 komada po isporuci. Sa druge strane, proizvođači kućišta baterije svoju isporuku ograničavaju na 1000 komada po kutiji (po pakovanju).

Kreirati MRP ovog slučaja:

Rešenje:

Nakon sagledavanja najnovijeg slučaja, polazna tabela primera izgleda kao na sledećoj slici:

Item name	Level	Lead time	# per parent	Onhand inventory	Lot size	Minimum Quantity	pd1	pd2	pd3	pd4	pd5	pd6	pd7	pd8
Opština miš	0	1	1	300	0	0	0	0	2500	3200	3200	2800	3000	4200
Gornji deo kućišta	1	1	1	0	3500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kabl	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
USB ulaznica	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kućića baterije	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kontrolna jedinica	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Taster KJ	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Osovina sa oprugom	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Taster O/D	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poklopac	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pakovanje	1	1	1	420	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Osovina	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lepljenje	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Konačno rešenje primera je dato na sledećim slikama:



Material Requirements Planning Results

Item name(low level)	Pd 0 and before	pd1	pd2	pd3	pd4	pd5	pd6	pd7	pd8
Optički miš ( 0)									
Gross REQ.				2500	3200	3200	2800	3000	4200
ON HAND	300	300	300	300					
SchdREC.									
NET REQ				2200	3200	3200	2800	3000	4200
PlanREC				2200	3200	3200	2800	3000	4200
ORD REL.			2200	3200	3200	2800	3000	4200	
Gornji deo kucišta ( 1)									
Gross REQ.			2200	3200	3200	2800	3000	4200	
ON HAND				1300	1600	1900	2600	3100	2400
SchdREC.									
NET REQ			2200	1900	1600	900	400	1100	
PlanREC			3500	3500	3500	3500	3500	3500	
ORD REL.		3500	3500	3500	3500	3500	3500		
Donji deo kucišta ( 1)									
Gross REQ.			2200	3200	3200	2800	3000	4200	
ON HAND	320	320	320						
SchdREC.									
NET REQ			1880	3200	3200	2800	3000	4200	
PlanREC			1880	3200	3200	2800	3000	4200	
ORD REL.		1880	3200	3200	2800	3000	4200		
Kontrolna jedinica ( 1)									
Gross REQ.			2200	3200	3200	2800	3000	4200	
ON HAND									
SchdREC.									
NET REQ			2200	3200	3200	2800	3000	4200	
PlanREC			2200	3200	3200	2800	3000	4200	
ORD REL.		2200	3200	3200	2800	3000	4200		
Pakovanje ( 1)									
Gross REQ.			2200	3200	3200	2800	3000	4200	
ON HAND	420	420	420						
SchdREC.									



## Material Requirements Planning Results

Item name(low level)	Pd 0 and before	pd1	pd2	pd3	pd4	pd5	pd6	pd7	pd8
NET REQ			1780	3200	3200	2800	3000	4200	
PlanREC			1780	3200	3200	2800	3000	4200	
ORD REL.		1780	3200	3200	2800	3000	4200		
Osnova Gornja ( 2)									
Gross REQ.		3500	3500	3500	3500	3500	3500		
ON HAND									
SchdREC.									
NET REQ		3500	3500	3500	3500	3500	3500		
PlanREC		3500	3500	3500	3500	3500	3500		
ORD REL.		3500	3500	3500	3500	3500			
Logo ( 2)									
Gross REQ.		3500	3500	3500	3500	3500	3500		
ON HAND									
SchdREC.									
NET REQ		3500	3500	3500	3500	3500	3500		
PlanREC		3500	3500	3500	3500	3500	3500		
ORD REL.		3500	3500	3500	3500	3500			
Osnova Donja ( 2)									
Gross REQ.		1880	3200	3200	2800	3000	4200		
ON HAND									
SchdREC.									
NET REQ		1880	3200	3200	2800	3000	4200		
PlanREC		1880	3200	3200	2800	3000	4200		
ORD REL.		3200	3200	2800	3000	4200			
Kućište baterije ( 2)									
Gross REQ.		1880	3200	3200	2800	3000	4200		
ON HAND			120	920	720	920	920	720	720
SchdREC.									
NET REQ		1880	3080	2280	2080	2080	3280		
PlanREC		2000	4000	3000	3000	3000	4000		
ORD REL.		4000	3000	3000	3000	4000			
Taster KJ ( 2)									
Gross REQ.		4400	6400	6400	5600	6000	8400		
ON HAND	75	75							

## Material Requirements Planning Results

Item name(low level)	Pd 0 and before	pd1	pd2	pd3	pd4	pd5	pd6	pd7	pd8
SchdREC.									
NET REQ		4325	6400	6400	5600	6000	8400		
PlanREC		4325	6400	6400	5600	6000	8400		
ORD REL.		6400	6400	5600	6000	8400			
Osnova za oprugu ( 2)									
Gross REQ.		2200	3200	3200	2800	3000	4200		
ON HAND									
SchdREC.									
NET REQ		2200	3200	3200	2800	3000	4200		
PlanREC		2200	3200	3200	2800	3000	4200		
ORD REL.		3200	3200	2800	3000	4200			
Omot ( 2)									
Gross REQ.		1780	3200	3200	2800	3000	4200		
ON HAND									
SchdREC.									
NET REQ		1780	3200	3200	2800	3000	4200		
PlanREC		1780	3200	3200	2800	3000	4200		
ORD REL.		3200	2800	3000	4200				
3500 ( 2)									
Gross REQ.		1780	3200	3200	2800	3000	4200		
ON HAND									
SchdREC.									
NET REQ		1780	3200	3200	2800	3000	4200		
PlanREC		1780	3200	3200	2800	3000	4200		
ORD REL.		3200	3200	2800	3000	4200			
Kabal ( 3)									
Gross REQ.		3200	3200	2800	3000	4200			
ON HAND	200	200							
SchdREC.									
NET REQ		3000	3200	2800	3000	4200			
PlanREC		3000	3200	2800	3000	4200			
ORD REL.		3200	2800	3000	4200				
USB utičnica ( 3)									
Gross REQ.		3200	3200	2800	3000	4200			

Ivan Mihajlovic

IM

Material Requirements Planning Results

Item name(low level)	Pd 0 and before	pd1	pd2	pd3	pd4	pd5	pd6	pd7	pd8
ON HAND									
SchdREC.									
NET REQ		3200	3200	2800	3000	4200			
PlanREC		3200	3200	2800	3000	4200			
ORD REL.		3200	2800	3000	4200				
Taster OO ( 3)									
Gross REQ.		3200	3200	2800	3000	4200			
ON HAND									
SchdREC.									
NET REQ		3200	3200	2800	3000	4200			
PlanREC		3200	3200	2800	3000	4200			
ORD REL.		3200	2800	3000	4200				
Poklopac ( 3)									
Gross REQ.		3200	3200	2800	3000	4200			
ON HAND									
SchdREC.									
NET REQ		3200	3200	2800	3000	4200			
PlanREC		3200	3200	2800	3000	4200			
ORD REL.		3200	2800	3000	4200				

