



Sveučilište u Zagrebu / University of Zagreb

Fakultet strojarstva i brodogradnje

Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture

# ZAVRŠNI RAD

## Suvremeni trendovi u upravljanju proizvodnjom

Mentor: prof.dr.sc Ivo Čala

Student: Miroslav Vinković

0035158603

Zagreb, 6.7. 2010.

## Sadržaj

1. UVOD.....	4
1.1 Općenito o proizvodnom menadžmentu .....	4
2. UVODNO O POSLOVNIM I PROIZVODNIM PROCESIMA .....	8
3. OPĆENITO O VRSTAMA PROIZVODNJE ILI PROIZVODNIM PROCESIMA.....	11
4. OPIS TVRTKE.....	15
4.1 Proizvodni asortiman tvrtke i instalirana oprema.....	16
4.2 Organizacija tvrtke.....	19
5. UPRAVLJANJE IZABRANIM PROCESOM .....	26
5.1 Dijagram tijeka za izabrani proces .....	28
5.2 Tehnike mrežnog planiranja .....	34
5.2.1 Alati za planiranje i praćenje proizvodnje.....	34
5.2.2 Vremenski dijagram.....	37
6. ANALIZA I MOGUĆI PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA.....	41
6.1 Analiza proizvodnog procesa .....	41
6.2 Prijedlozi poboljšanja proizvodnog procesa .....	41
7. ZAKLJUČAK .....	43
8. LITERATURA .....	44

---

## Popis tablica i slika

Tablica 1. Razlika između TQM-a i tradicionalnog pristupa .....	7
Slika 2.1 Poslovni procesi prema funkcionalnosti .....	8
Slika 3.1 Proizvodni sistem.....	11
Slika 4.1 Pribor za industriju.....	16
Slika 4.2 Tunelska rasvjeta .....	17
Slika 4.3. Razvodni uređaj .....	17
Slika 4.4 Brizgalica .....	18
Slika 4.5 CNC tokarski stroj .....	19
Slika 4.6 Organizacijska struktura tvrtke.....	19
Slika 4.7 Prikaz legende dijagrama toka.....	20
Slika 4.8 Tipični dijagram tijeka .....	24
Slika 5.1 Razvodni uređaj KPMO .....	26
Slika 5.2 Dijagram toka za KPMO priključni ormarić .....	32
Slika 5.3 Transplan .....	35
Slika 5.4 Shema sastavljanja.....	38
Slika 5.5 Pozicije KPMO i njihova vremena izrade.....	39
Slika 5.6 Gantogram razvodnog uređaja KPMO .....	40

**IZJAVA**

Izjavljujem da sam ovaj rad radio samostalno, uz pomoć stručne literature i mentora.

---

Vinković Miroslav

## 1. UVOD

Tema ovog završnog rada su suvremeni trendovi u upravljanju proizvodnjom. Za svaku tvrtku, dobro odnosno loše upravljanje, znači opstanak ili propast. Naravno da sve tvrtke teže dobrom poslovanju. Dobro poslovanje ovisi najviše o ljudskim resursima te financijskim sredstvima. Unatoč dobrom financijskom stanju neke tvrtke, loše poslovanje odnosno loše upravljanje proizvodnjom može je odvesti u propast. Znači, temelj dobrog poslovanja je uspješno upravljanje proizvodnjom. U ovom radu biti će opisani neki od najnovijih trendova u upravljanju proizvodnjom. Proizvodnja je globalna, a isto tako i tržište koje svakim danom sve više raste. Konkurencija je velika za bilo koji spektar proizvoda. Jedan od glavnih problema danas je, pitanje kako se nositi sa konkurencijom. Kako bi se odgovorilo na to pitanje, odabrana je jedna tvrtka kao primjer te je opisano njezino upravljanje proizvodnjom. Iz asortimana tvrtke odabran je jedan proizvod i na temelju informacija o tom proizvodu izrađen je dijagram tijeka njegove proizvodnje. Izabrani proces isto tako je prikazan tehnikom mrežnog planiranja.

Cilj ovog rada je na konkretnom primjeru dati prijedloge za poboljšanje proizvodnje. No, najprije nekoliko riječi o proizvodnom menadžmentu.

### 1.1 Općenito o proizvodnom menadžmentu

Proizvodni menadžment [1]; je donošenje strateških odluka. Općenito pod proizvodnim menadžmentom, a ujedno i pod upravljanjem proizvodnjom podrazumijevamo kvalitetu, oblikovanje procesa, planiranje kapaciteta, upravljanje zalihama te upravljanje radom. Tih su pet kategorija odlučivanja korisne za opis postojeće proizvodnje, ili identificiranje odluka potrebnih za uspostavljanje nove proizvodnje. Proizvodni menadžment se u prvom obliku javio kao upravljanje proizvodnjom. Nastanak proizvodnje prati se već od drevnih civilizacija.

Postoji sedam glavnih područja doprinosa na polju proizvodnje:

- 1) Podjela rada. Podjela rada pridonosi povećanje proizvoda, a danas se preispituje zbog učinka na moral, dosadu na poslu, rezultate rada.

- 2) Standardizacija dijelova. Kad se neki dio pokvario, trebalo ga je zamijeniti. To je predstavljalo problem, jer je bilo više istovrsnih proizvoda. Zbog toga je uvedena standardizacija dijelova.
- 3) Industrijska revolucija. Bit industrijske revolucije bila je zamjena ljudske snage strojem.
- 4) Znanstveni studij rada. Znanstveni studij rada zasniva se na stajalištu da se znanstvene metode mogu koristiti za studij rada. Cilj znanstvenog studija rada je otkriti najbolje metode rada.
- 5) Međuljudski odnosi. Studije su pokazale da je motivacija radnika zajedno sa fizičkom i tehničkom radnom okolinom, glavni element u poboljšanju proizvodnosti.
- 6) Modeli odlučivanja. Modeli odlučivanja mogu se koristiti za predstavljanje proizvodnog sustava pomoću matematičkih izraza. Izražava se u uvjetima mjerila performansi, ograničenja i varijabli odlučivanja.
- 7) Računala su od 1955. u poslovanju dramatično promijenila upravljanje proizvodnjom. Uvođenje računala u upravljanje proizvodnjom je jedno od najznačajnijih točaka u poboljšanju proizvodnje.

Jedan od suvremenih trendova u proizvodnom menadžmentu je japanska strategija „Kaizen“ [2]. Svjesni smo da u današnjem svijetu i na današnjem tržištu Japanci imaju veliki utjecaj. Japanski menadžeri su uspješni zato jer kvalitetno primjenjuju znanja iz menadžmenta. „Kaizen“ prevedeno na hrvatski znači unaprjeđenje. Strategija „Kaizen“ zahtjeva konstantno ulaganje truda za unaprjeđenje uključujući sve u tvrtci, menadžere i sve radnike.

Postoji pet uvjeta za kvalitetno izvršavanje „kaizen strategije“:

- 1) Obvezivanje vrhunskom menadžmentu
- 2) Osnivanje organizacije (odjela) posvećene promoviranju „kaizen“-a
- 3) Imenovanje najboljih raspoloživih menadžera da provode „proces kaizen“
- 4) Konstantna edukacija
- 5) Uspostavljanje procesa korak po korak za predstavljanje „kaizen“-a.

Točka od koje „kaizen“ polazi je određivanje pravog stava ili razmišljanja:

- 1) Sve se može i mora unaprijediti
- 2) Ni jedan dan ne smije proći bez nekog oblika unaprjeđenja      napravljenog negdje u tvrtci
- 3) Zamisli idealno potrošačko iskustvo i nastoj ga osigurati
- 4) Nemoj samo kritizirati, predloži neko poboljšanje
- 5) Misli kako nešto poboljšati, umjesto, zašto se to ne može poboljšati
- 6) Misli iznad zdravog razuma. A ako nešto radi, probaj naći načine da radi još bolje
- 7) Gledaj rješavanje problema kao skupni problem.

Kao suvremeni trend u proizvodnom menadžmentu pojavljuje se i potpuno upravljanje kvalitetom [3]; ili **Total Quality Management**. Potpuno upravljanje kvalitetom je pristup upravljanju koji podrazumijeva dugoročnu orijentaciju ka kontinuiranom poboljšanju kvalitete koja će zadovoljiti i premašiti očekivanja kupaca.

**TQM** je zapravo jednostavno efikasno upravljanje koje zahtijeva potpunu participaciju svih zaposlenika na svim organizacijskim razinama i smatra se načinom organizacijskog života.

Što je potrebno da bi TQM funkcionirao ?

- 1) odlučnost uprave da se orijentira na kvalitetu kao konkurentsku prednost i da TQM postane način organizacijskog života.
- 2) aktivna participacija svih zaposlenika na svim organizacijskim razinama.
- 3) suradnja dobavljača da bi proces bio u potpunosti efikasan.
- 4) naglasak na permanentnom obrazovanju i razvijanju vještina → **organizacija koja uči**.
- 5) timski rad
- 6) prikupljanje podataka, vrjednovanje i povratna veza pomoću koje se uspostavljaju programi poboljšanja.

U nastavku ćemo tablicom prikazati razliku između TQM-a i tradicionalnog pristupa.

Tradicionalni pristup	TQM
Kvaliteta je tehničko pitanje	Kvaliteta je strateško pitanje
Visoka kvaliteta troši novac	Visoka kvaliteta štedi novac
Odgovornost je na odjelu za kvalitetu	Odgovornost je na svakome u organizaciji
Cilj je zadovoljiti zahtjeve	Cilj je neprekidno poboljšavanje
Kvaliteta se mjeri prosječnom razinom kvalitete	Kvaliteta se mjeri zero defects - nula pogrešaka
Naglasak je na pronalaženju grešaka	Naglasak je na preventivnom djelovanju
Kvalitetu definira organizacija	Kvalitetu definira korisnik

Tablica 1. Razlika između TQM-a i tradicionalnog pristupa

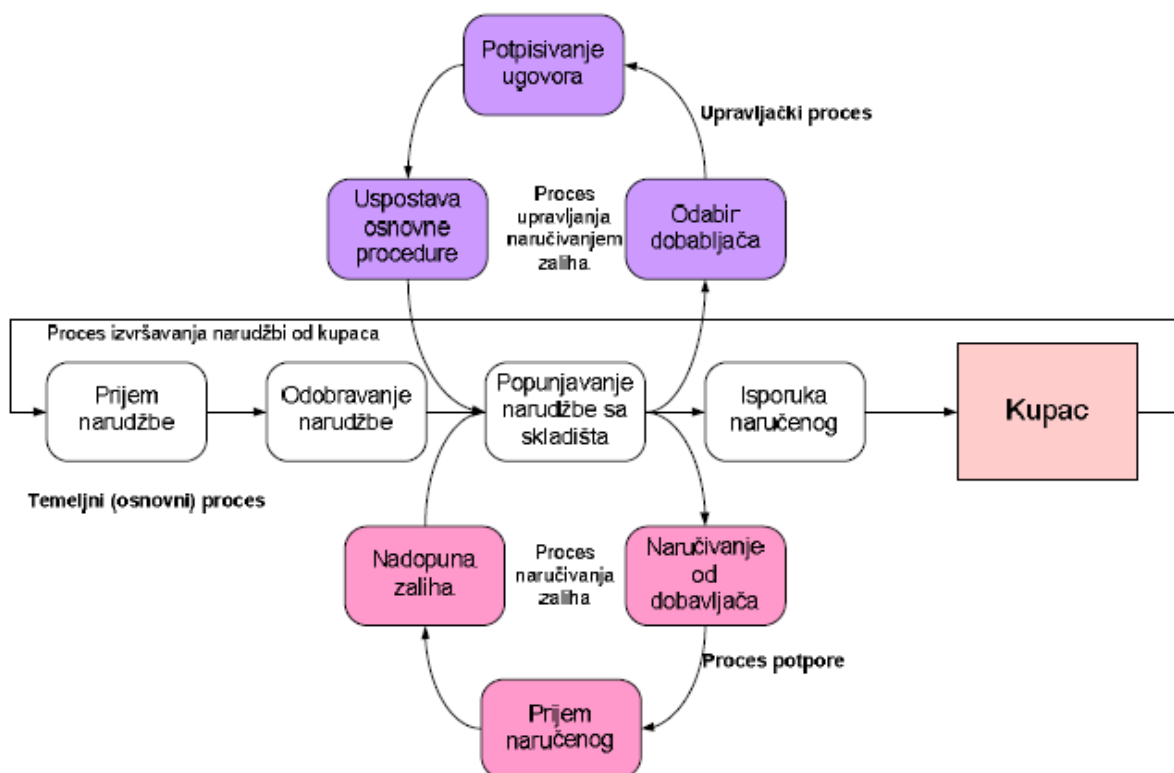


## 2. UVODNO O POSLOVNIM I PROIZVODNIM PROCESIMA

Imamo različite definicije poslovnog procesa [4]. Tako je prema Harman-u poslovni proces skup aktivnosti koje se poduzimaju kao odgovor na neki događaj da bi se generirao izlazni rezultat. Prema Gelinas & Sutton-u poslovni proces je interakcija između ljudi, opreme, metoda i kontrola, a sve sa svrhom postizanja određenog cilja.

Poslovni procesi se dijele na:

- temeljne – osnovne ili operativne
- upravljačke
- potpore



Slika 2.1 Poslovni procesi prema funkcionalnosti

Temeljni procesi imaju za rezultat proizvode ili usluge. To su procesi koji dodaju vrijednost proizvodu ili usluzi koju organizacija stvara za svoje kupce. Proces potpore ne dodaju vrijednost, ali su neophodni kako bi se osiguralo da temeljni procesi funkcioniraju. Potporni procesi su izravna potpora temeljnim procesima. Upravljački procesi su procesi

potpore više generičke naravi koji planiraju, organiziraju, komuniciraju, nadgledaju i kontroliraju aktivnosti organizacije.

Prema složenosti poslovne procese možemo podijeliti na:

- jednostavne (obično slijede čvrsti, dobro definirani niz koraka s jasno postavljenim pravilima, bez izuzetaka)
- složene (imaju mnogo grananja, izuzetaka i pravila i obično nisu dobro definirani)
- vrlo složeni (traže mnogo inicijative i kreativnosti od strane osoba koje ih izvršavaju i obično se ne mogu automatizirati uz uporabu postojeće tehnologije)

Kod modeliranja poslovnih procesa ima dva osnovna procesa:

- 1) grafičke metode (statičko modeliranje)
- 2) simulacijsko modeliranje (dinamičko modeliranje)

Koraci u analizi poslovnog procesa:

- 1) Polazi se od toga kako menadžment vidi prirodu procesa
- 2) Prikupljanje informacija o procesu:
- 3) Definiranje ulaza koji pokreću proces
- 4) Definiranja izlaza koji signaliziraju da je proces uspješno završen
- 5) Definiranje osnovnih koraka
- 6) Definiranje liste učesnika/zainteresiranih za proces (engl. stakeholders) – kupci, dobavljači, menadžeri, komercijalisti, prodavači
- 7) Opis (tekstualni) poslovnog procesa
- 8) Izrada dijagrama

Proizvodni proces jest proces rada proizvodnoga sustava, i obuhvaća sva zbivanja u procesu izrade nekog proizvoda:

- proces rada kojim se izravno i svrsishodno djeluje na materijal (predmete rada) i tako povisuje njegova vrijednost (mehanička obrada, zaštita materijala, montaža, toplinska obrada itd.);

- te zbivanja koja izravno ne doprinose povećanju vrijednosti materijala, ali su nužna za odvijanje cjelokupnog procesa (kontrola kakvoće, transport, zastoji, i skladištenje).

Proizvodni je proces rješenje tehnološkoga procesa u prostoru i vremenu.

Proizvodni se procesi dijele na kontinuirane i diskretne:

- 1) Kontinuirani proizvodni procesi su oni u kojima se predmet rada javlja u obliku koji se može kontinuirano mjeriti (kao na primjer u procesnoj i prehrambenoj industriji).
- 2) Diskretni proizvodni procesi su oni kod kojih se predmet rada javlja u diskretnim, cjelobrojnim, količinama (na primjer metaloprerađivačka industrija). U daljnjemu tekstu pod pojmom proizvodni proces razumijevat će se diskretni proizvodni proces.

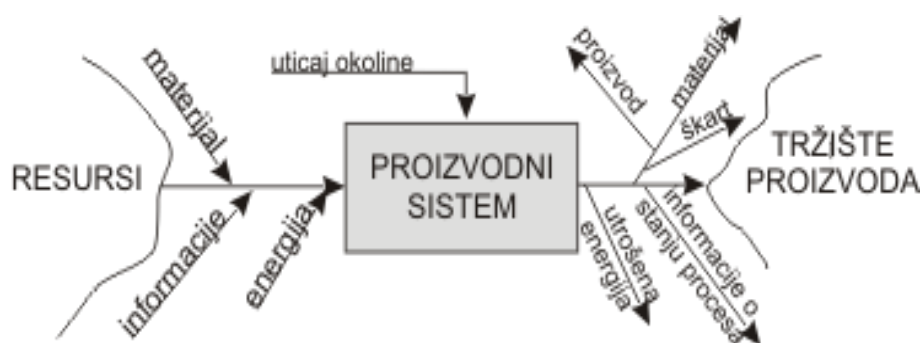
Svaki proizvodni proces karakterizira podjela rada što znači da se pojedini dijelovi procesa odvijaju na prostorno različitim mjestima u sustavu.

### 3. OPĆENITO O VRSTAMA PROIZVODNJE ILI PROIZVODNIM PROCESIMA

Proizvodnja [5]; predstavlja osnovno područje ljudske djelatnosti. Postoji veliki broj definicija proizvodnje prilagođenih različitim područjima proizvodnje. Neke od prihvatljivih definicija su:

- proizvodnja predstavlja svrsishodnu djelatnost usmjerenu na dobivanje upotrebnih vrijednosti i prisvajanje prirodnih resursa za ljudske potrebe što znači da predstavlja opći uslov za razmjenu materije između čovjeka i prirode odnosno vječiti prirodni uslov za život ljudi pa je stoga jednako svojstvena svim oblicima ljudskog društva.
- Proizvodnja predstavlja usmjerenu aktivnost koja ima za cilj dobivanje proizvoda korisnih za društvo čija struktura varira u širokim granicama kako po vrsti tako i po kvalitetu i količini.

Sistemi koji služe za ostvarivanje ciljeva proizvodnje nazivaju se proizvodni sistemi. To je skup različitih elemenata vezanih tako da kao cjelina mogu dati bolji rezultat proizvodnje nego što bi ih dali njegovi dijelovi samostalno. Teško je napraviti granicu bilo kojeg proizvodnog sistema jer je, u principu, svaki sistem sastavljen od podsistema, ali je istovremeno i dio nekog većeg sistema. Proizvodni sistem obuhvaća skup tehnoloških sistema i drugih tehničkih, informacijskih i energetskekih struktura koji na određen način osiguravaju izvršavanje postavljenih ciljeva proizvodnog procesa.



Slika 3.1 Proizvodni sistem

Unutar proizvodnog sistema vrši se transformacija ulaznih veličina u nizu postupaka promjene stanja u izlazne veličine određene kvalitete i vrijednosti.

Elementi koji direktno utječu na razvoj proizvodnih sistema su:

- sposobnost predviđanja događaja
- brzina usvajanja novih tehnoloških rješenja
- kvaliteta postupaka promjene stanja elemenata sistema
- kvaliteta organizacije sistema
- kvaliteta upravljanja postupcima promjene stanja
- efikasnost i kvaliteta funkcija systemske podrške (logistike)

Obzirom na različite kriterije klasifikacije postoje i različite vrste proizvodnih sistema:

- 1) **Statički - dinamički proizvodni sistemi.** Statički sistem podrazumijeva stalnost (konstantnost) vrijednosti svih njegovih elemenata i veza unutar sistema i toka vremena, dok dinamički podrazumijeva određene promjene u elementima veza i vremenu.
- 2) **Deterministički - stohastički proizvodni sistemi.** Deterministički (unaprijed zadan) sistem je takav sistem koji se može proračunati, unaprijed definirati svi elementi i relacije unutar sistema i vremena kao i njegovo ponašanje u budućnosti, dok se stohastički sistemi ponašaju različito tokom vremena i realizacije te se ne mogu proračunati nego samo prognozirati.
- 3) **Otvoreni - zatvoreni proizvodni sistemi.** Ova podjela se uspostavlja prema postojanju veza sistema sa okolinom i da li se vrši razmjena materijala, informacija i energije.
- 4) **Kompleksnost proizvodnog sistema** podrazumijeva broj elemenata njihove veze i interakciju između elemenata sistema pa se u ovoj klasifikaciji sistemi dijele na: jednostavne, složene i vrlo složene proizvodne sisteme.

U principu, najveći broj (gotovo svi) proizvodnih sistema je u općem smislu dinamičan, orijentiran prema cilju, stohastičan, otvoren i kompleksan.

Programiranje proizvodnje podrazumijeva kvalitetnu pripremu proizvodnje i predstavlja jedan od važnijih faktora koji utječu na uspješnost poslovanja proizvodnog poduzeća.

Zadatak je predvidjeti i riješiti probleme svakog radnog mjesta, a može se podijeliti na:

- Tehničku pripremu i
- Operativnu pripremu

Programiranje proizvodnje:

**1.) Tehnička priprema** podrazumijeva konstrukcijsku i tehnološku pripremu.

1.1) **Konstrukcijska priprema** se bavi oblikovanjem proizvoda. Primjer: na osnovu podataka o nekom elementu koji će biti ugrađen u sklop, konstruktor vrši proračun dimenzija elemenata (zupčanici, osovine, vratila..). Izvršiti odabir vrste materijala, izraditi konstrukcijski crtež, izvršiti standardizaciju i tipizaciju elemenata i sklopova u cjelini te vrlo često napraviti prototip na kojem će se izvršiti ispitivanja, to su sve zadaci konstruktora. Cilj konstrukcijske pripreme je ispitati tehničku i funkcionalnu ispravnost proizvoda.

1.2) **Tehnološkoj pripremi** je razrađena konstrukciona dokumentacija podloga za rad. Na osnovu ove dokumentacije vrši se daljnja razrada, određuje se točno što će raditi svaka pozicija i svako radno mjesto, vrši se normiranje vremena, izbor radnika, strojeva, alata, pribora, sirovina ili gotovih poluproizvoda kako bi se što efikasnije (jeftinije i kvalitetnije) proizveo proizvod koji će biti konkurentan na tržištu.

**2.) Operativna priprema** se bavi planiranjem aktivnosti u pripremi i proizvodnji kako bi se izvršio predviđeni plan proizvodnje (realizacija). Planira i lansira pripremu i nabavku sirovina, materijala i alata za određeni plan proizvodnje, priprema potrebnu dokumentaciju, otklanja zastoje i čekanja u proizvodnji, prati i evidentira izvršenje operativnih planova proizvodnje.

U organizacijskom smislu, a prema veličini i vrsti asortimana proizvodnja se dijeli na tri osnovna tipa:

- pojedinačna proizvodnja
- serijska proizvodnja
- masovna proizvodnja

U industrijskoj proizvodnji treba, gdje god je to moguće, raditi na što većoj seriji istih proizvoda. Pojedinačna proizvodnja podrazumijeva mali broj komada uz minimalnu tehnološku pripremu. Serijska proizvodnja podrazumijeva proizvodnju većeg broja komada iste vrste, a tehnološka razrada je detaljnija. Masovna proizvodnja podrazumijeva veoma uzak asortiman proizvoda koji se rade tokom dužeg vremenskog perioda, a tehnološka priprema razrađuje se do najsitnijih detalja. Svaki zastoj ili korekcija tokom proizvodnje znatno utiče na cijenu proizvodnja pa samim tim i na cijenu gotovog proizvoda.

Prema standardu DIN 8580 (Deutsches Institut für Normung - Njemački institut za standarde) izvršena je podjela proizvodnih tehnologija u šest osnovnih kategorija obzirom na:

- stvaranje oblika
- promjenu oblika
- promjenu osobina materijala

i to su:

- 1) **Primarno oblikovanje:** postupci kojima se dobijaju čvrsti oblici iz materijala proizvoljnih oblika, obuhvaćeni su svi postupci livenja.
- 2) **Deformiranje:** postupci plastične obrade bez promjene mase obratka. Uključeni su postupci: prešanje, provlačenje, izvlačenje, savijanje...
- 3) **Razdvajanje** je postupak gdje se vrši redukcija mase i volumena polaznog komada, a obuhvaća postupke obrade sa skidanjem strugotine (glodanje, rezanje, bušenje, brušenje..), ali i rezanje (smicanjem), probijanje..
- 4) **Spajanje** je postupak gdje se dva ili više elemenata trajno vežu u novu cjelinu: zavarivanje, tvrdo lemljenje, lijepljenje...
- 5) **Površinska zaštita** je tehnološki postupak koji spada u finalnu proizvodnju i cilj je zaštititi materijal od korozije te estetski izgled. Ovdje se podrazumijevaju: lakiranje, emajliranje, galvanizacija...
- 6) **Izmjena osobina materijala** je postupak kojim se materijalu ne mijenja oblik nego struktura s ciljem dobijanja boljih fizičko-kemijskih osobina, a obuhvaća: kaljenje, žarenje, otpuštanje, normalizaciju, cementiranje, sinteranje..

#### 4. OPIS TVRTKE

U sklopu ovog završnog rada, bilo je potrebno odabrati tvrtku i jedan njezin proizvodni proces, te ga opisati. Kriteriji za odabir tvrtke bili su dostupnost prema podacima izabranog procesa, te mogućnost kontaktiranja stručne osobe za dodatne informacije. Prema ovim kriterijima, izabrana je tvrtka TEP Produkt te jedan od njezinih procesa proizvodnje.

TEP produkt [6]; ili punim imenom Tvornica elektroničkih proizvoda, kao što i samo ime kaže, bavi se elektroničkim proizvodima. Sjedište tvornice je na adresi Medarska 69 , 10 090 Zagreb. Podružnica u kojoj su prikupljeni podaci nalazi se u Svetom Križu Začretju, a točna adresa je Labudovac bb , 49 223 Sv.Križ Začretje. Tvornica trenutno zapošljava oko dvjestotinjak djelatnika.

Tvrtka je osnovana za vrijeme socijalizma i dogovorne ekonomije sa sjedištem u Vrapču. Tijekom ondašnjeg povećanog obujma posla otvarani su proizvodni pogoni:

- rasvjeta, tvornica Čazma,
- program instalacijski materijal i kabelski pribor, tvornica Krapina,
- program kabelski pribor i KP ormarići, tvornica Desinić.

Tvrtka je funkcionirala na četiri lokacije do 1997. godine. Tokom godina, došlo je do smanjenja posla i promijene vlasnika. Vlasnik je 1997. godine odlučio pojedine proizvodnje zatvoriti. Ondašnja namjera bila je objedinjenje tehnologija na jednoj lokaciji. Jedan od ciljeva bio je i smanjenje troškova transporta i racionalizacija rukovodnog tima. Tako danas TEP posluje na jednoj lokaciji, u Svetom Križu Začretju, i zapošljava oko dvjestotinjak zaposlenika.

Prodaja formira okvirni mjesečni plan proizvodnje serijskih proizvoda. Posebna stavka u tom planu je pzk proizvodnja. To je proizvodnja definirana posebnim zahtjevom kupca. Pzk proizvodnja ima obično malo duži rok isporuke zbog nabave određenih elektro komponenata. Po povratnim informacijama s natječaja – tendera, prodaja izdaje zahtjeve kupca (investitora) prema pripremi rada i tehničkom uredu. U pripremu rada direktno se prosljeđuju zahtjevi za serijske proizvode po arhiviranoj dokumentaciji. Pzk zahtjevi prosljeđuju se u tehnički ured. Tehnički ured definira pregledne crteže i elektrosheme, odnosno projektnu dokumentaciju koju šalje u pripremu rada. Priprema rada sumira stanje skladišta i izdaje zahtjev nabavi za



kupnju pozicija koje se ne izrađuju u TEP proizvodnji, kao i repromaterijala koji je potreban za izradu pozicija koje se izrađuju u TEP-u. Za pozicije koje se izrađuju u proizvodnji definirane su cijene, dok se cijene po pzk definiraju naknadno.

Svaki odjel ima definiranu cijenu radnog sata te se prema tome obračunava cijena svake pozicije. Po završetku izrade i predaje pozicija u skladište poluproizvoda, na temelju operacionog lista obračunava se po definiranoj satnici cijena izrade na radnoj listi.

#### 4.1 Proizvodni asortiman tvrtke i instalirana oprema

Proizvodni asortiman tvornice je raznolik. Sastoji se od instalacijskog materijala, rasvjete te od razvodnih uređaja. Kao što i samo ime govori, instalacijski materijali služe za instalaciju sistema, priključnih pribora i ugradbenih programa.

Evo kako bi se oni mogli prikazati po skupinama.

INSTALACIJSKI MATERIJALI:- instalacijski nadžbukni sistemi

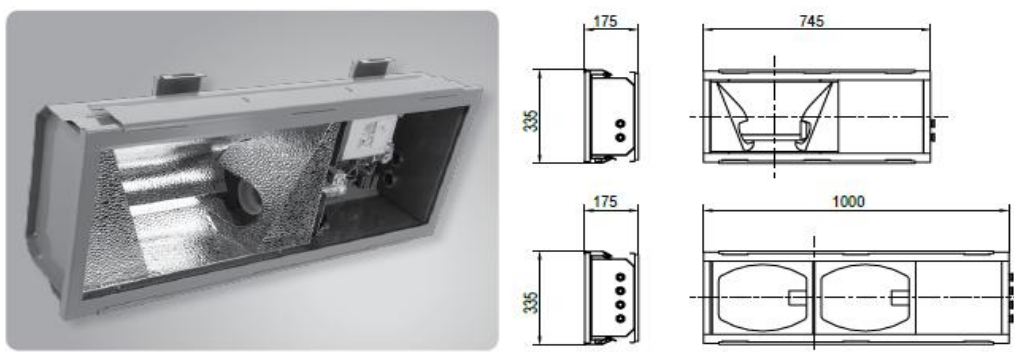
- instalacijski ugradbeni sistemi
- priključni pribor za industriju
- razvodne kutije
- ugradbeni program.



Slika 4.1 Pribor za industriju

Rasvjeta je dio asortimana koji čini većinu proizvoda koje proizvodi TEP. Ova tvornica radila je tunelsku rasvjetu za sve novije tunele u Hrvatskoj. Rasvjetu bi mogli razvrstati po skupinama.

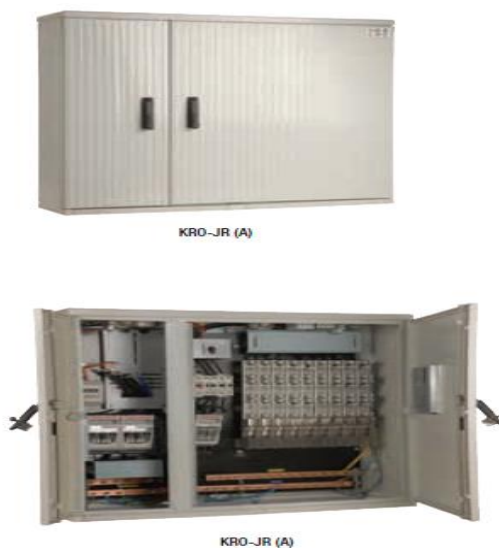
- RASVJETA:-tunelska rasvjeta
- reflektorska rasvjeta
  - industrijska rasvjeta
  - cestovna rasvjeta
  - urbana i parkovna rasvjeta



Slika 4.2 Tunelska rasvjeta

Dalje slijede razvodni uređaji. To su razvodne priključnice, razvodne kutije. Razvodni uređaji se dijele po skupinama na temelju materijala od kojeg su izrađeni.

- RAZVODNI UREĐAJI: -uređaji iz izolacijskih materijala
- uređaji iz limenih materijala
  - uređaji iz silumina
  - uređaji od izolacijskih samogasivih materijala



Slika 4.3. Razvodni uređaj

Pod tehnologijskim sustavom i proizvodnim podsustavom podrazumijevamo tehnologije obrade koje imamo na raspolaganju i koje su neophodne za kvalitetno odvijanje tekuće proizvodnje. Tehnologije koje se koriste u tvrtci su: - tehnologije prerade duroplasta, tehnologija brizganja, tehnologije obrade lima.

Osnovne karakteristike tehnologije prerade duroplasta su: dvodjelni alati grijani električnim grijačima, reguliranje temperature termoregulacijom, te izvršenje radnje prešanja pod određenim pritiskom u definiranom vremenskom razdoblju. To znači da se u otvoreni alat stavlja definirana količina sirovine. Ta sirovina je prepreg-menzolit SMC150. Sirovina se preša. Po završetku procesa, preša otvara alat te izbacuje izlučevinu. To je ciklus koji se ponavlja. Karakteristika ovog prešanja je korištenje alata sa jednim gnijezdom. Alati sa jednim gnijezdom su alati koji mogu proizvesti jedna izrađevinu po ciklusu.

Slijedeća tehnologija je tehnologija brizganja. Izvršava se u brizgalicama. Ovi strojevi su mahom strojevi sa numeričkim upravljanjem. Ukratko opis stroja: numerički dio, ploče za prihvat alata - alati sa najmanje dva pa do dvadeset gnijezda, spremnik granulata i pužni elevator sa tri do četiri grijane predkomore. Ukratko proces brizganja: grijani granulat se rotacijom pužnog elevatora sabija u vodom hlađene alate, obavi se brizganje, po izvršenom brizganju alati se sami otvaraju i izrađevina se odvaja u određenim vremenskim ciklusima. Osnovni materijali za brizganje su polistiren pokan i makrolon. Glavna karakteristika pokana je samogasivost. Makron je plastika koja je prozirna i uv stabilna.



Slika 4.4 Brizgalica

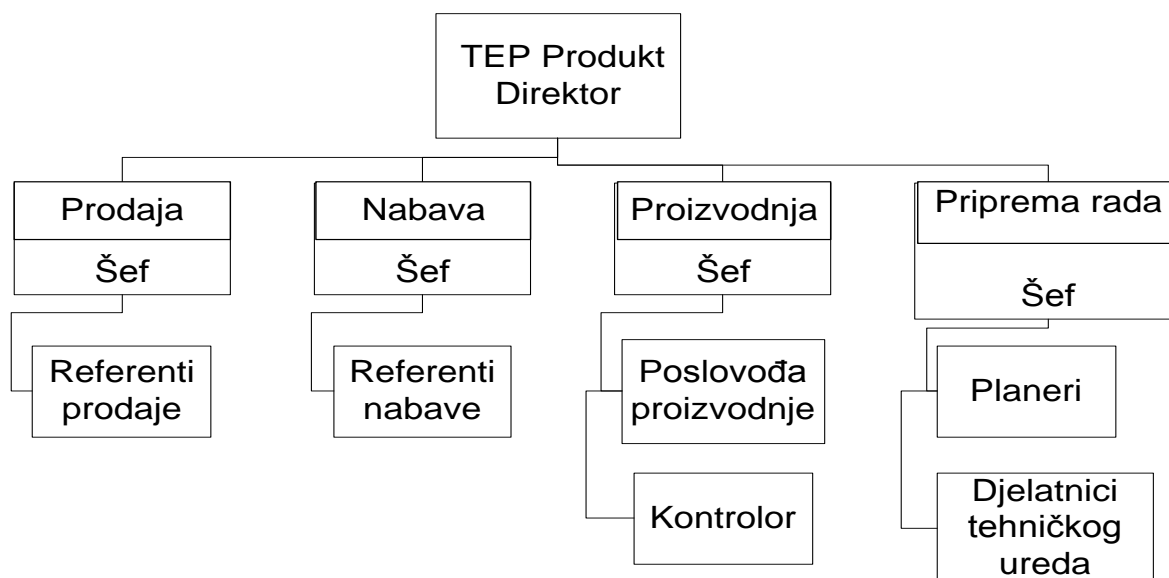
U nastavku imamo tehnologije obrade lima. Strojevi za obradu lima su: hidraulične škare, hidraulične škare s numeričkim upravljanjem, obradni centri za obradu lima sa dvije upravljive osi, savijačice lima (apkant preše), hidraulične preše za duboko izvlačenje lima, ekscentar preše ili štance. Strojna obrada se odvija na tokarilicama, automatima za šipkaste materijale, stupnim bušilicama, glodalicama i tračnim pilama .



Slika 4.5 CNC tokarski stroj

## 4.2 Organizacija tvrtke

Projektiranju svake dobre organizacije prethodi dobro organizirani poslovni proces ili procesi. U nastavku je prikazana organizacijska struktura tvrtke TEP kako danas izgleda.

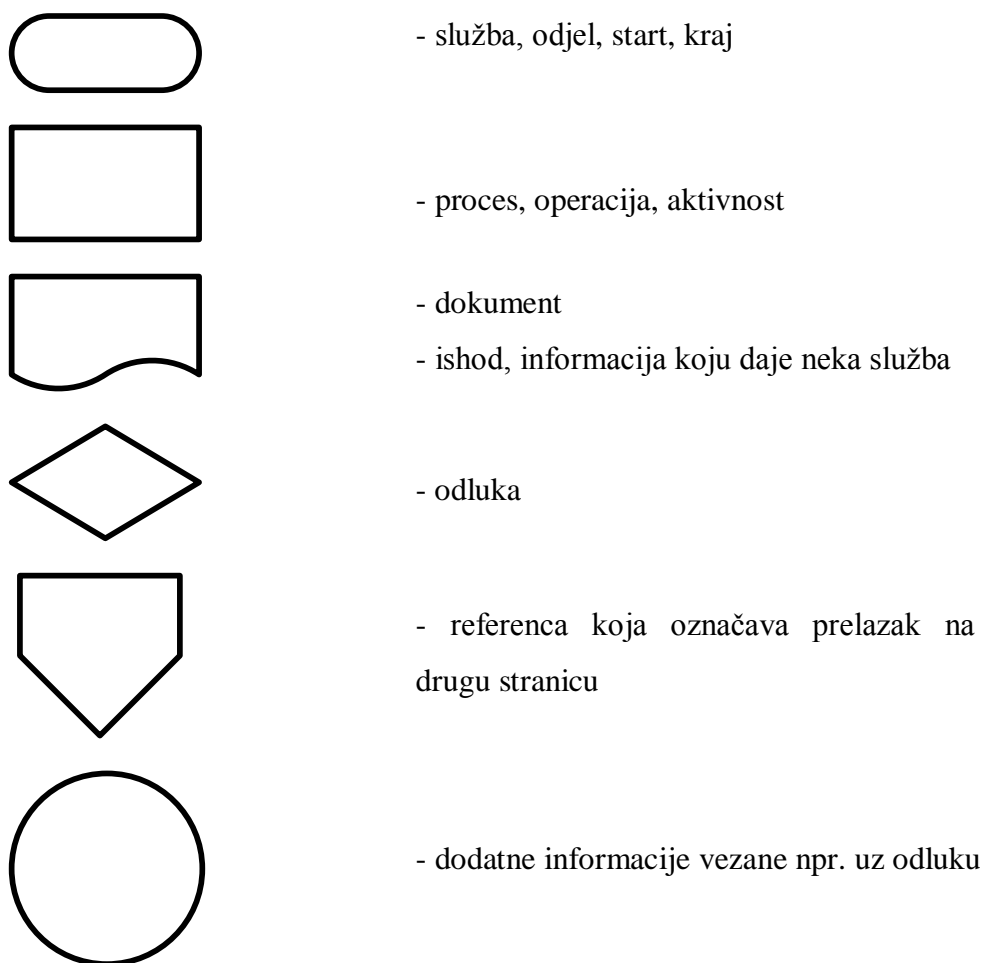


Slika 4.6 Organizacijska struktura tvrtke

Na ovoj slici prikazana je organizacijska struktura tvrtke. Na čelu tvrtke je direktor. Tvornica se sastoji od četiri glavna odjela. To su: prodaja, priprema rada, nabava i proizvodnja. Šefovi ovih odjela odgovorni su direktoru tvrtke. Poslovođe, referenti, planeri su odgovorni svojim šefovima odjela. Najnižu razinu odgovornosti snose radnici.

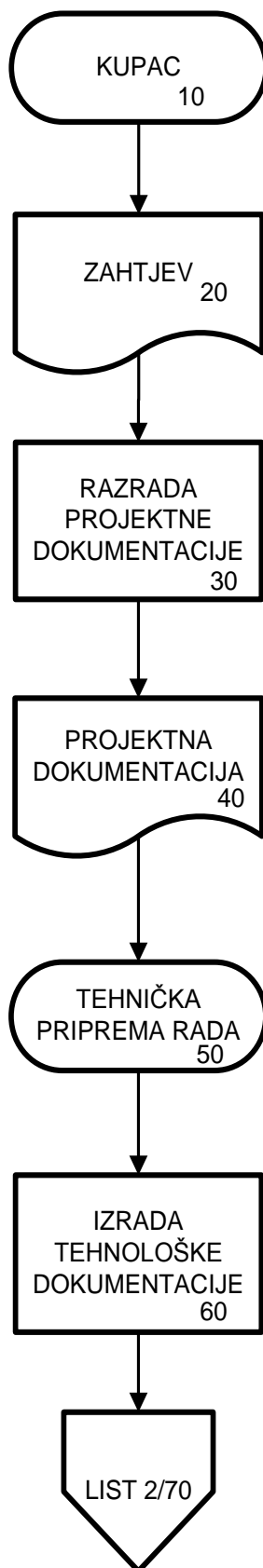
Radi lakšeg snalaženja u organizacijskoj shemi tvrtke, u nastavku je prikazan dijagram tijeka u pridobivanju novog posla. U dijagramu tijeka prikazan je proces po odjelima od nabave do prodaje i dokumentacija potrebna za izradu novog proizvoda. Za izradu dijagrama tijeka izabranog proizvoda, koriste se simboli iz softverskog paketa Microsoft Office koji u sebi sadrži program Visio. Zbog lakšeg snalaženja u dijagramu tijeka numerirani su svi blokovi i procesi te je u nastavku na slici 4.7 prikazana legenda korištenih simbola .

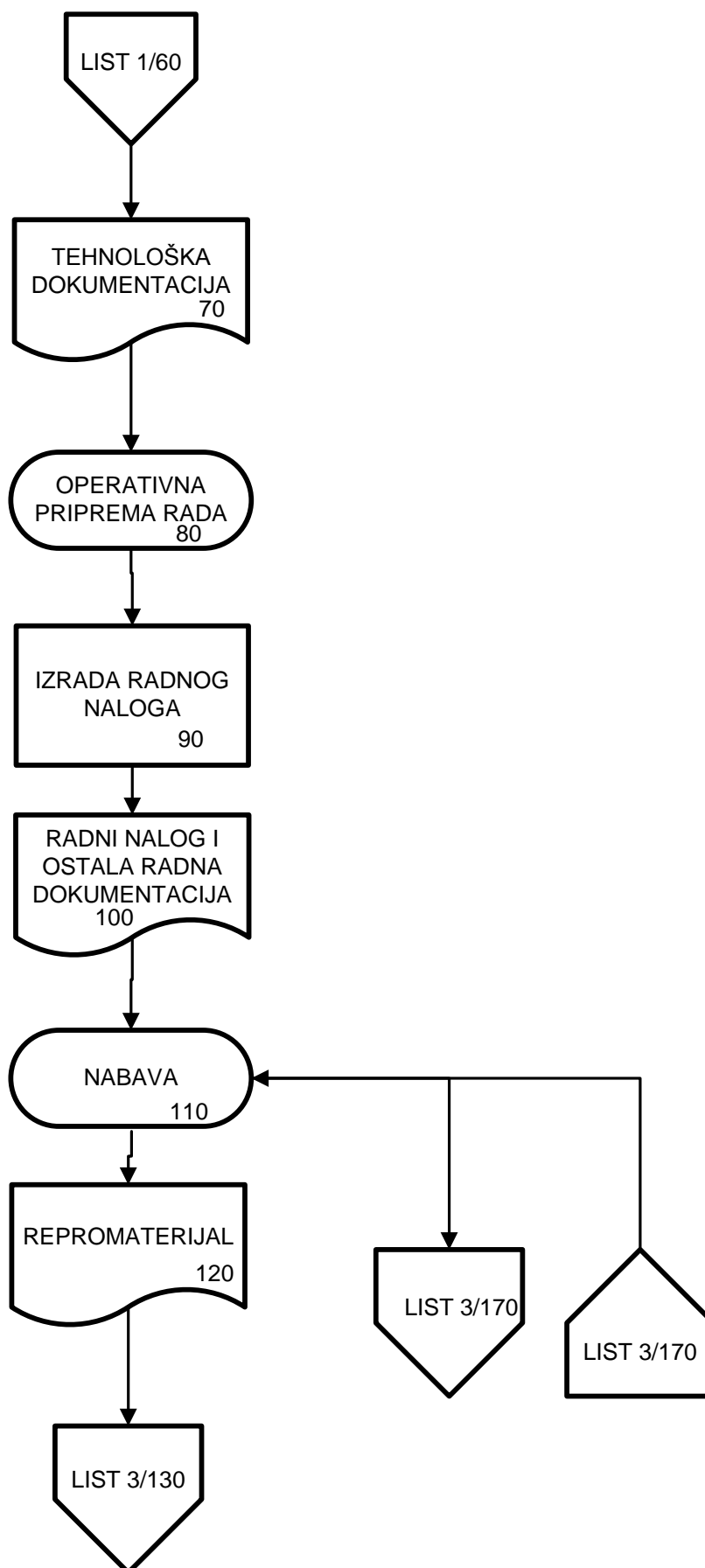
LEGENDA:

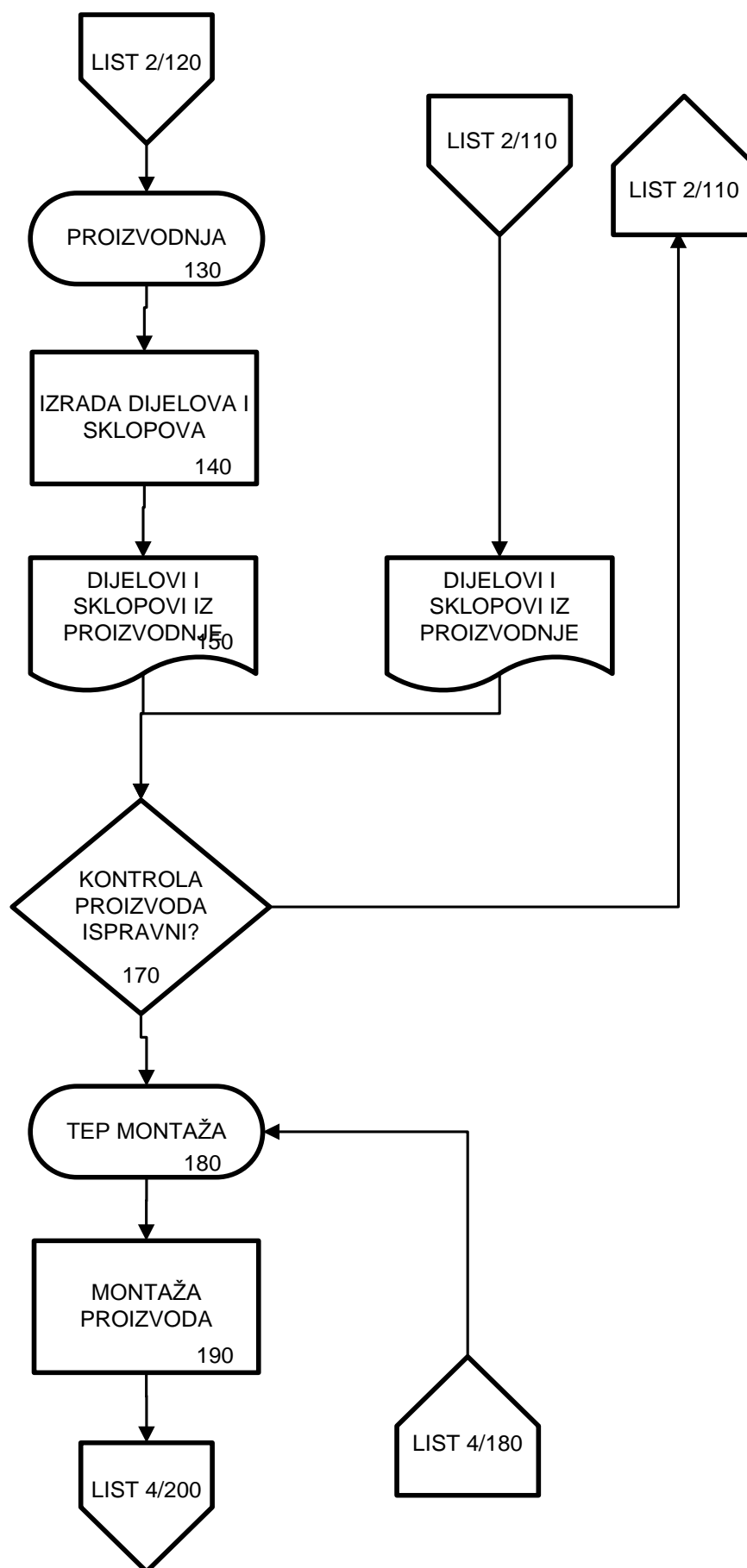


Slika 4.7 Prikaz legende dijagrama toka

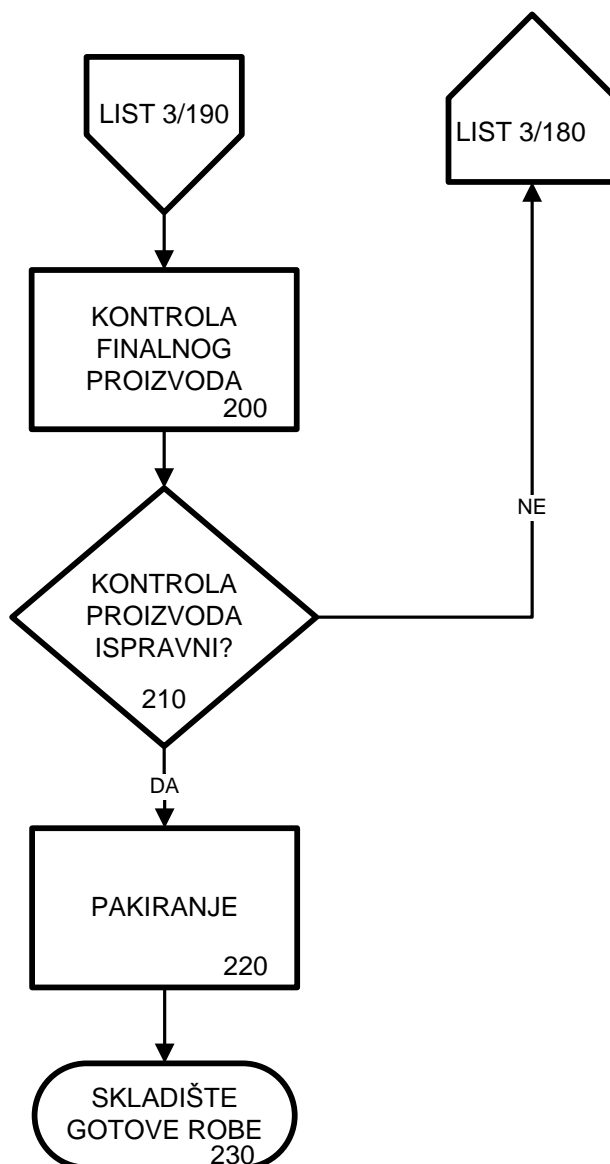
Na sljedećoj slici prikazan je dijagram tijeka za izradu novog proizvoda.











Slika 4.8 Tipični dijagram tijeka

Dijagram tijeka opisuje procese kod izrade novog proizvoda. Kupac koji je prethodno prihvatio ponudu koja je poslana na natječaj, sklapa sa tvrtkom ugovor o proizvodnji proizvoda i izdaje zahtjev za određenom količinom traženih proizvoda. Na temelju zahtjeva, tvrtka izrađuje projektnu dokumentaciju. Projektna dokumenatacija se šalje u tehnički ured. Tehnički ured izrađuje tehnološku dokumentaciju. U tehnološkoj dokumentaciji određuje se točno što će se raditi na svakoj poziciji i radnom mjestu. Normiranje vremena, izbor radnika, strojeva, alata, pribora, sirovina ili gotovih poluproizvoda radi se vrlo detaljno kako bi se što efikasnije (jeftinije i kvalitetnije) proizveo određeni proizvod. Preuzimanjem tehnološke dokumentacije, djelatnici operativne pripreme rada izrađuju radni nalog. Uz to, oni se bave

planiranjem aktivnosti i proizvodnje kako bi se izvršio predviđeni plan realizacije. Djelatnici planiraju i lansiraju potrebnu dokumentaciju za nabavu sirovina, materijala i alata po određenom planu proizvodnje, pripremaju potrebnu dokumentaciju, sugeriraju na zastoje u proizvodnji, prate i evidentiraju izvršenje operativnih planova proizvodnje. Zadatak nabave je naručiti repromaterijal koji će proizvodnja preraditi i naručiti, a od kooperacije naručit će dijelove i sklopove koji se u dotičnoj proizvodnji ne rade. Dijelovi i sklopovi izrađeni u vlastitoj proizvodnji zajedno sa dijelovima i sklopovima iz nabave, šalju se na kontrolu. Ako dijelovi i sklopovi zadovoljavaju postavljene kriterije, prosljeđuju se u montažu gdje se dalje montiraju u finalni proizvod. Ako dijelovi i sklopovi ne zadovoljavaju kriterije, vraćaju se u proizvodnju, odnosno nabavu. Nakon montaže slijedi završna kontrola. Ako finalni proizvod zadovoljava postavljene kriterije, šalje se u skladište gotove robe ili se isporučuje kupcu. Ako finalni proizvod ne zadovoljava postavljene kriterije šalje se u proizvodnju ili montažu, gdje se utvrđuju nedostaci proizvoda.

## 5. UPRAVLJANJE IZABRANIM PROCESOM

U već odabranoj tvrtci, radi detaljnije obrade odabrane teme, odabran je jedan njezin tipični proizvodni proces. Vođeni kriterijima odabira procesa odnosno proizvoda, izabrali smo KPMO razvodni uređaj kao proizvodni proces koji ćemo detaljno opisati. Prikazati ćemo tijekom proizvodnog procesa proizvoda po odjelima, te komponente samog proizvoda.



Slika 5.1 Razvodni uređaj KPMO

Razvodni uređaji KPMO objedinjuju funkciju priključaka i mjernog mjesta, u kojima se nalaze svi mjerni uređaji jednog objekta s jednim ili više stanova. Mjesto ugradnje je na fasadi zgrade prema HEP Bilten br.18 i 32.

Tehnički podaci proizvoda: - nazivni napon, 230/400 V

- mehanička zaštita IP 54

- zaštita od dodirnog napona, izolaciona klasa II  
(dvostruko izoliranje)

- certifikat „KONČAR“ , „HEP“

Komponente proizvoda su „vrata D“, „vrata L“, element bočni, element središnji, temeljna ploča, ploča brojila, osigurač, sklopka, vijčani materijal i vodiči. Elementi „vrata D“, „vrata L“, element bočni i element središnji čine samo kućište. Svi ovi dijelovi su izrađeni od preprega menzolita SMC150 (duroplast).

Osnovne karakteristike ovog materijala su: - čvrstoća na savijanje, 162 N/mm<sup>2</sup>  
- ispitivanje na žarnu nit, 650 °C  
- samogasivost, VO  
- probojna čvrstoća, 30 kV/mm

Osnovne karakteristike tehnologije prerade duroplasta su: dvodjelni alati grijani električnim grijačima, reguliranje temperature termoregulacijom, te izvršenje radnje prešanja pod određenim pritiskom u definiranom vremenskom razdoblju. To znači da se u otvoreni alat stavlja definirana količina sirovine. Ta sirovina je prepreg-menzolit SMC150. Preša se repromaterijal u grijanom alatu. Po završetku procesa, preša otvara alat te izbacuje izlučevinu. To je ciklus koji se ponavlja. Karakteristika ovog prešanja je da se uglavnom koriste alati sa jednim gnijezdom. Alati sa jednim gnijezdom su alati koji mogu proizvesti jedna izrađevinu po ciklusu. Bitno je naglasiti da sirovina (pereg) mora biti ručno umetnuta u otvoreni alat, te je definirana težina materijala potrebna za izradu određene pozicije.

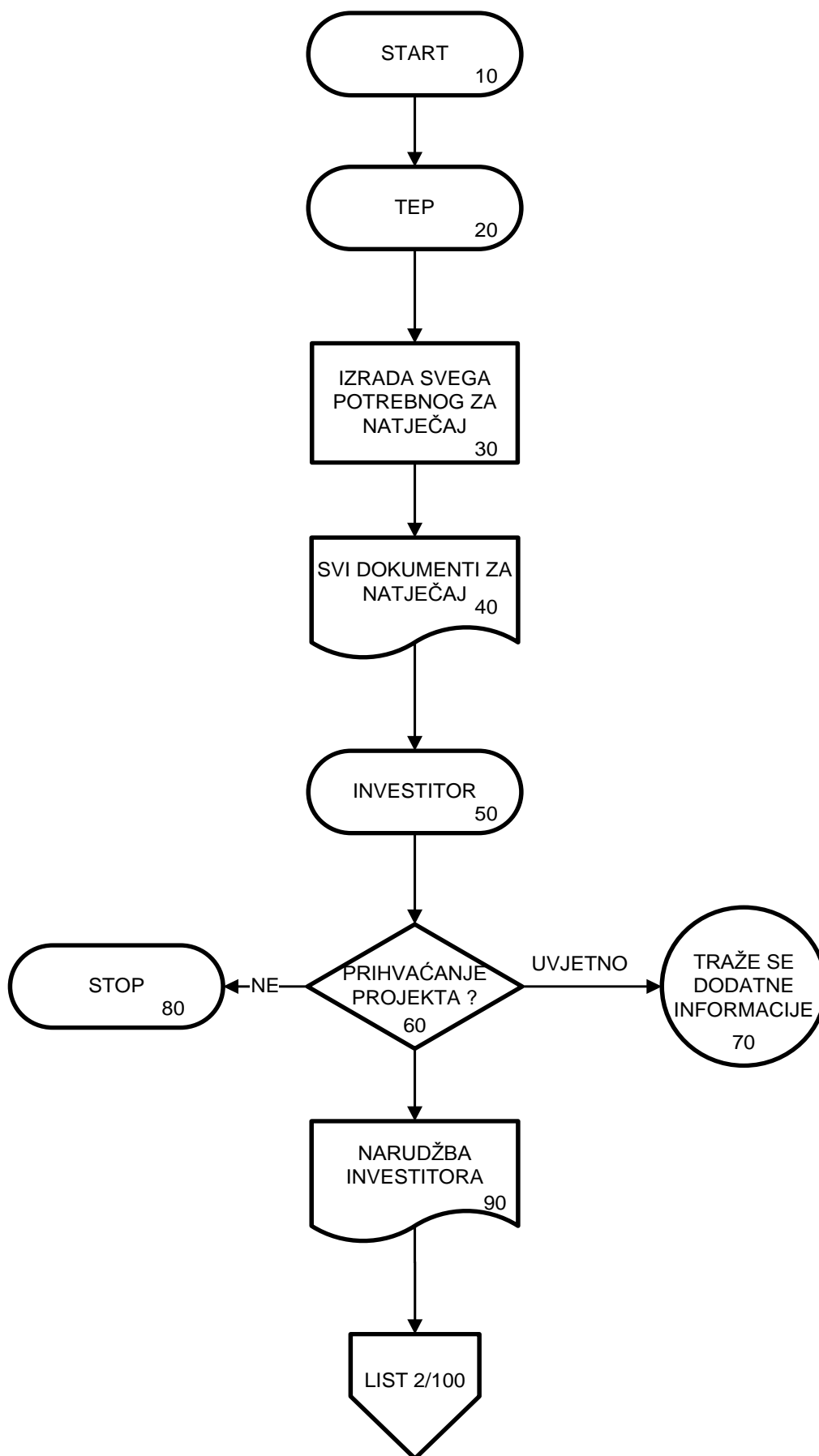
Pozicije temeljna ploča, ploča brojila i prozor KPMO izrađuju se tehnologijom brizganja plastike. Taj se postupak izvršava u brizgalicama plastike. Slijedeća tehnologija je tehnologija brizganja. Izvršava se u brizgalicama. Ovi strojevi su mahom strojevi sa numeričkim upravljanjem. Ukratko opis stroja: numerički dio, ploče za prihvatanje alata - alati sa najmanje dva pa do dvadeset gnijezda, spremnik granulata i pužni elevator sa tri do četiri grijane predkomore. Ukratko proces brizganja: grijani granulati se rotacijom pužnog elevatorsa sabijaju u vodom hlađene alate, obavi se brizganje, po izvršenom brizganju alati se sami otvaraju i izrađevina se odvaja u određenim vremenskim ciklusima. Osnovni materijali za brizganje su polistiren pokan i makrolon. Glavna karakteristika pokana je samogasivost. Makron je plastika koja je prozirna i uv stabilna.

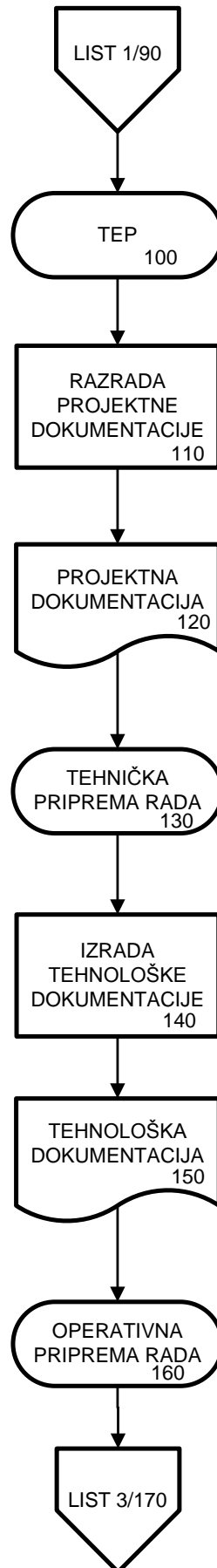
Nadalje, pozicije priključak osigurača „3 i 4“ KPMO, ploča zaštitna KPMO, premosnica KPMO i odstojnik KPMO rade se u TEP-u, odjel limarije. Priključak osigurača „3

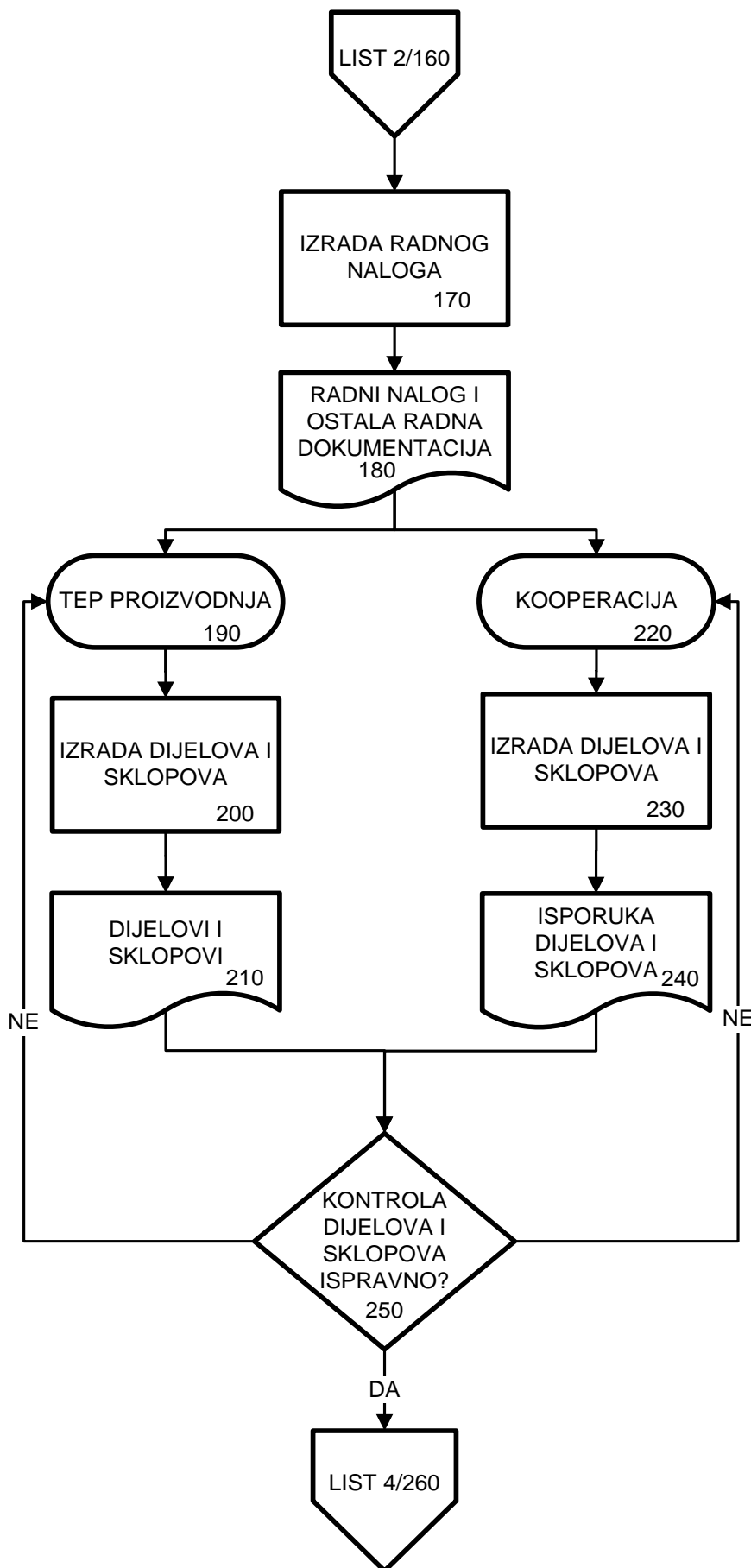
i 4“ te premosnica KPMO izrađeni su od bakrenog lima (HRN C.D4.520ETI-CU12). Postupak izrade je slijedeći. Da bi pozicije mogle biti izrađene na revolver obradnom centru, programer mora definirati veličinu platina zbog minimalnog tehnološkog odreza, te izraditi program izrade na obradnom centru. Odstojnik KPMO, definiran je radnim nalogom. U vrećici radnog naloga nalazi se pregledni crtež izrađevine, zahtjevnica na kojoj je definirana količina lima, operacioni list izrade i radna lista za svaku fazu izrade. Po operacionom listu prva operacija je rezanje lima na hidrauličnim škarama u trake definirane širine. Dalje slijedi izrada na reznom alatu na ekscentar preši (štanci). Završna operacija je savijanje na apkant preši.

### **5.1 Dijagram tijeka za izabrani proces**

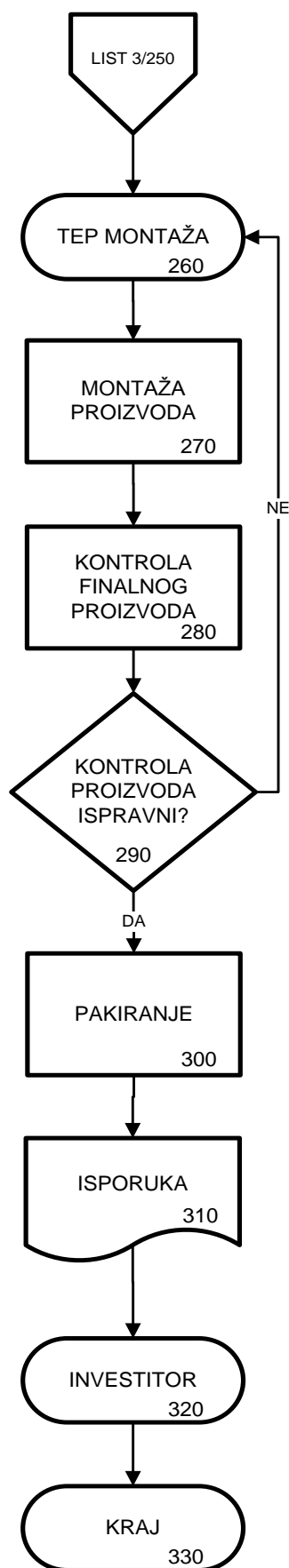
Tvrtka TEP Produkt ima vrlo različit asortiman proizvoda. Pošto smo o KPMO razvodnom uređaju prikupili najviše podataka, za taj proizvod smo napravili dijagram toka. Kako ima više varijanti ovog proizvoda, dijagram toka je izrađen za proizvod koji nije rađen prije, odnosno nema dokumentacije za taj proizvod u arhivi.









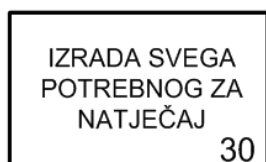


Slika 5.2 Dijagram toka za KPMO priključni ormarić

Kako je i rečeno u opisu zadatka, izabran je KPMO razvodni uređaj kao proizvod koje će se detaljno opisati. Za proizvod izrađen je dijagram tjeka proizvodnje od nabave do prodaje.



Prvi blok u dijagramu tjeka označava proces od kojeg se počinje proizvodnja proizvoda. U ovom slučaju TEP traži natječaj za plasman svojih proizvoda. Nakon što se pronade odgovarajući natječaj, prikupljaju se papiri koji se šalju investitoru.



Pod tim se podrazumijeva dokumentacija proizvoda, definirana cijena serije. Pošto ovakvih ormarića ima više vrsta, pregledavaju se dokumentacije već izrađenih proizvoda ne bi li se našao proizvod koji bi najviše odgovarao investitoru. Ako dokumentacija za traženi proizvod ne postoji, pokreće se postupak za izradu novog proizvoda



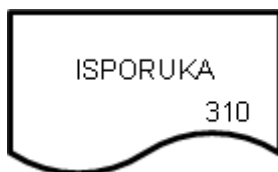
Investitor odlučuje o prihvaćanju TEP-ove ponude. Ako ponuda zadovoljava, investitor sa TEP-om potpisuje ugovor za navedeni proizvod. Ako ponuda ne zadovoljava, odustaje se od proizvodnje.



Kad su dijelovi izrađeni, zajedno sa dijelovima koje nam je isporučila kooperacija šalju se na kontrolu. Ako svi dijelovi zadovoljavaju potrebne standarde, šalju se u TEP na montažu. U protivnom, nevaljane naručene dijelove šaljem nazad kooperaciji, a nevaljane izrađene dijelove šaljem natrag u proizvodnju.



Finalni proizvod se također mora prekontrolirati. Ako je finalni proizvod ispravan, šalje se na pakiranje. Ako finalni proizvod nije ispravan, šalje se natrag u montažu.



Isporuca proizvoda ovisi o dogovoru sa investitorom (kupcem) o načinu plaćanja. Nakon plaćanja, isporuka se šalje investitoru.

## 5.2 Tehnike mrežnog planiranja

### 5.2.1 Alati za planiranje i praćenje proizvodnje

Zahvaljujući primjeni tehnike mrežnog planiranja [7]; poboljšano je planiranje procesa, realizacija složenih projekata i povećana je efikasnost upravljanja tim procesima. Metode mrežnog planiranja imaju mogućnost precizne procjene troškova i utvrđivanja kritičnog puta i kritičnih aktivnosti.

**TMP** omogućavaju:

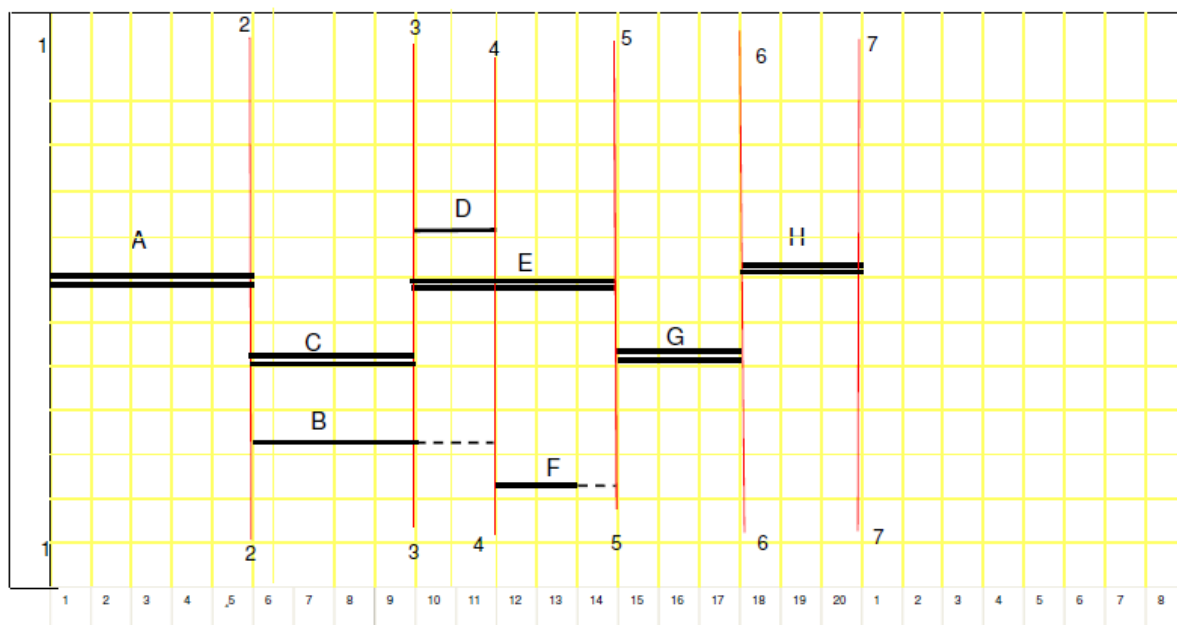
- lako razumljiv pregled cjelokupnog planiranog projekta
- jednoznačno predstavljanje logičnog tijeka aktivnosti procjenu potrebnog vremena,- proračun i prikaz kritičnog puta, tj.najdužeg puta
- pravovremeno sagledavanje rizika, koji mogu utjecati na planirani rok, a time i na pravovremeno izvršenje cijelog posla
- rasterećenje od rutinskih poslova, naročito kod velikih projekata, jer je moguća programska dorada svih potrebnih podataka

Tehnike mrežnog planiranja razvijale su se kroz povijest. Tako prve primjere tehnike mrežnog planiranja možemo vidjeti već kod starih Egipćana. Stari Egipćani su prvi uveli vremensko planiranje aktivnosti. Nadalje je Leonardo da Vinci slagao faze rada u vremenski plan. Početkom 20. stoljeća razvijen je prvi praktični vremenski dijagram. Gantt-ova karta (gantogram) je jedna od najstarijih i vrlo praktičnih metoda vremenskog planiranja i praćenja radova, procesa i projekata. Gantogram je izumio američki inženjer Gantt 20-ih godina 20.-tog stoljeća. Oni su i danas najjednostavnije pomoćno sredstvo za jednostavni prikaz tokova procesa i događaja u sustavu, bez obzira na postojanje razvijenih mrežnih metoda i njihovu automatizaciju primjenom kompjutora. U gantogram svakodnevno moramo unositi promjene prema stvarnim događajima i tako u svakom trenutku imamo točan pregled postojećeg stanja. Na gantogramu se mogu prikazati i zavisni procesi, tj. zavisnost i trajanje svih procesa u

sustavu. Da bi se mogao nacrtati gantogram sustava potrebno je poznavanje trajanja procesa, tj. retardaciju svakog elementa i način povezivanja procesa i elemenata.

- Nedostaci gantograma: - Nemogućnost prikazivanja međusobne uvjetovanosti pojedinih procesa;
- Problem u određivanju terminske jedinice ako su velike razlike u vremenima trajanja procesa;
  - Problem primjene kod složenih sustava, ako su procesi brojni i komplicirano međusobno povezani.

- Prednosti gantograma:- Prikladnost, jednostavnost i razumljivost za prikazivanja i vremensko planiranje sustava;
- Jednostavna izrada.



Slika 5.3 Transplan

Početakom 60-tih godina prošlog stoljeća razvijaju se nove metode tehnike mrežnog planiranja; CPM i PERT. 1957. u SAD, rekonstrukcija u kemijskoj industriji na poslovima velikog planskog popravka s preko 1000 faza rada, razvija se CPM (Critical Path Method) - metoda kritičnog puta o 1957. na zahtjev ratne mornarice SAD-a razvija se tehnika PERT (Project Evaluation and Review Tehnique)- tehnika procjene i analize projekta.

CPM – metoda kritičnog puta je deterministička i orijentirana aktivnostima.

PERT je stohastička metoda, orijentirana događajima i koristi se kod projekata koji nisu bili nikad izvođeni. Zasnovana je na procjeni vremena trajanja aktivnosti. Obje tehnike po načinu prikaza spadaju u dijagrame strelica (aktivnosti prikazane strelicama).

Metoda PRECEDENCE ili PD metoda razvijena je 70-ih godina 20. St. u tvrtci IBM. PD metoda se zasniva na CPM i MPM metodi i značajna je po tome što omogućava prikaz vremenskih odnosa u sustavu. Prednost PD metode u odnosu na druge mrežne tehnike je u tome što se jednom razrađen funkciogram uz prestilizaciju pravokutnika može direktno pretvoriti u PD dijagram. PD metoda se zasniva na čvrstom vremenu trajanja procesa, tj. to vrijeme mora imati najmanju vjerojatnost od 95 % (kao kod metode CPM). PD metoda se kao i CPM/PERT metode zasniva na proračunu kritičnog puta.

Postupak PD metode:

- 1) Napraviti sustavsku analizu dinamičkog sustava i razraditi je do funkciograma;
- 2) Funkciogram pretvoriti u PD - dijagram (pravokutnike podijeliti na 9 dijelova);
- 3) Definirati terminsku jedinicu i odrediti normalno vrijeme trajanja svakog procesa s vjerojatnošću  $\geq 95\%$ ;
- 4) Izvršiti proračun kritičnog puta

Proračun kritičnog puta:

- 1) faza je proračun unaprijed od početnih do završnih procesa i određivanje vremena RP i RZ;
- 2) faza je proračun unatrag od završnih do početnih procesa i određivanje vremena KZ i KP;
- 3) faza je proračun vremenskih rezervi  $R_t$  i  $R_s$  i određivanje kritičnog puta (i to je proračun unatrag

naziv aktivnosti		t
RP	RZ	$R_t$
KP	KZ	$R_s$

Proračunavaju se isti podaci kao u tehnici CPM:

- t-trajanje aktivnosti
- RP-najraniji početak aktivnosti
- RZ-najraniji završetak aktivnosti
- KP-najkasniji početak aktivnosti

- KZ-najkasniji završetak aktivnosti

- Rt-totalna vremenska rezerva

- Rs-slobodna vremenska rezerva

RP - Najraniji početak: Označava prema nekoj vremenskoj skali najraniji termin kada neki proces može početi. Određuje se proračunom kroz PD dijagram unaprijed.

Najkraniji početak za početne procese  $RP_p = 0$ .

$$RP_i = RZ_p(\max)$$

RZ - Najraniji završetak: Određuje se proračunom kroz PD dijagram unaprijed.

$$RZ_p = RP_p + t_p$$

$$RZ_i = RP_i + t_i$$

KP - Najkasniji početak: Označava posljednje vrijeme na vremenskoj skali kada proces mora početi da bi mogao biti završen u predviđenom vremenu. Određuje se proračunom kroz PD dijagram unatrag.

$$KP_p = KZ_p - t_p$$

$$KP_i = KZ_i(\max) - t_i$$

KZ- Najkasniji završetak: Označava krajnji dozvoljeni rok za završetak procesa u okviru zadanog vremena. Određuje se proračunom kroz PD dijagram unatrag. Najkasniji završetak završnih procesa je:

$$KZ = RZ_{\max}$$

$$KZ_p = KP_i(\min)$$

$$KZ_i = KZ_i(\max)$$

Rt- Ukupna vremenska rezerva:

$$R_t = KZ - RZ$$

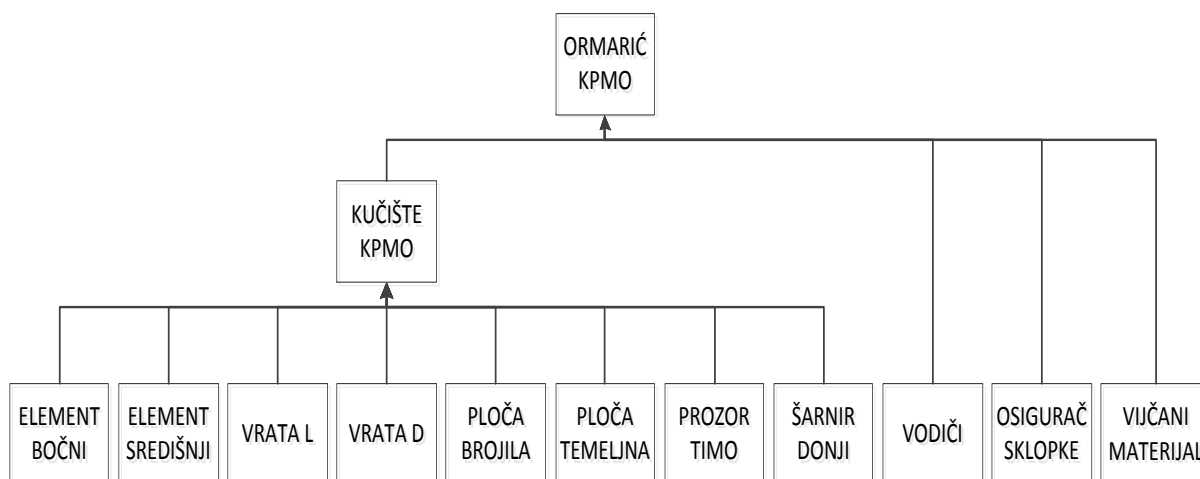
Nalazi se na nekom od putova koji nisu kritični.

Rs - Slobodna vremenska rezerva: To je dio ukupne vremenske rezerve  $R_t$ .  $R_s \leq R_t$

$R_s$  predstavlja vremensku rezervu na putovima koji nisu kritični i koja se može potrošiti, a da se drugi procesi ne moraju pomicati na kasnije.

### 5.2.2 Vremenski dijagram

Gantogramom [7]; je prikazana izrada razvodnog uređaja KPMO, na temelju sheme sastavljanja prikazanom na slici 5.4



Slika 5.4 Shema sastavljanja

U nastavku je gantogramom prikazan ciklus proizvodnje razvodnog uređaja KPMO. Gantogram je izrađen za količinu od 100 komada razvodnog uređaja KPMO. Ormarić se sastoji od 11 dijelova. Za svaku poziciju je prikazan datum početka izrade, datum završetka izrade, te ukupno vrijeme izrade prikazano u danima i satima. KUČIŠTE MONTAŽA označava montažu pozicija od 1 do 8 u kućište ormara KPMO. ORMARIĆ MONTAŽA označava montažu finalnog proizvoda odnosno ormarića KPMO. U finalnoj montaži se vodiči, osigurač sklopke te vijčani materijal ugrađuju u kućište ormara. Cijeli proces izrade ormarića traje mjesec dana, s time da radni dan traje 8 sati i radi se 5 dana u tjednu. Trajanje pojedinih aktivnosti dato je u danima i satima, a rad je planiran u jednoj smjeni. Pod procesom proizvodnje se misli na izradu svih pozicija, montažu u sklop, te završnu montažu finalnog proizvoda.

ID	NAZIV POZICIJE	POČETAK	ZAVRŠETAK	TRAJANJE AKTIVNOSTI
1	ELEMENT BOČNI	30.6.2010.	2.7.2010.	2d 4h
2	ELEMENT SREDIŠNJI	30.6.2010.	1.7.2010.	1d 2h
3	VRATA L	30.6.2010.	1.7.2010.	1d 1h
4	VRATA D	30.6.2010.	1.7.2010.	1d 1h
5	PLOČA BROJILA	30.6.2010.	30.6.2010.	4h
6	PLOČA TEMELJNA	30.6.2010.	30.6.2010.	4h
7	PROZOR TIMO	30.6.2010.	30.6.2010.	5h
8	ŠARNIR DONJI	30.6.2010.	1.7.2010.	1d 4h
9	KUČIŠTE MONTAŽA	2.7.2010.	12.7.2010.	6d 4h
10	VODIČI	30.6.2010.	1.7.2010.	1d 2h
11	OSIGURAČ SKLOPKE	30.6.2010.	1.7.2010.	1d 2h
12	VIJČANI MATERIJAL	30.6.2010.	1.7.2010.	1d 2h
13	ORMARIĆ MONTAŽA	13.7.2010.	29.7.2010.	12d 4h

Slika 5.5 Pozicije KPMO i njihova vremena izrade

Gantogram je također izrađen u programu Visio. Prikazana je legenda simbola korištenih u gantogramu.

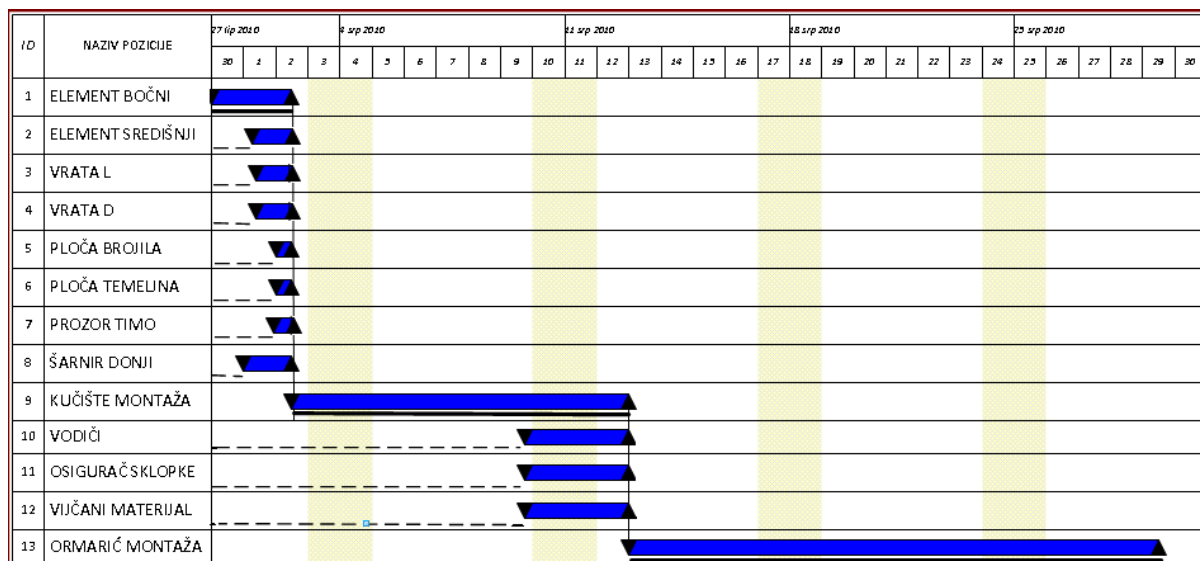
## LEGENDA:

 - trajanje izrade pozicije

 - kritična pozicija

---| - vremenska rezerva





Slika 5.6 Gantogram razvodnog uređaja KPMO

Iz gantograma je vidljivo da su kritične pozicije ELEMENT BOČNI, KUČIŠTE MONTAŽA, te ORMARIĆ MONTAŽA. Sve ostale pozicije imaju vremensku rezervu. Pozicije 10, 11 i 12 imaju najveću vremensku rezervu jer se direktno ugrađuju u finalni proizvod, bez prijašnjeg ugrađivanja u neki sklop.

## 6. ANALIZA I MOGUĆI PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA

### 6.1 Analiza proizvodnog procesa

Današnja proizvodnja u tvrtci TEP se odvija u jednoj smjeni, koja traje osam sati. Radni tjedan traje 5 dana. Iz gantograma smo imali prilike vidjeti koliko vremena treba za proizvodnju pozicija i sklopova razvodnog ormarića KPMO. Tijekom proizvodnje događaju se zastoji. Zastoj koji najviše usporava proizvodnju zastupljen je u tehnologiji prešanja termoplasta. Tehnologija prešanja termoplasta je specifična po grijanim alatima. Alati su grijani štapnim grijačima na 130°C do 150°C. Grijanje alata traje dva sata. Nakon završene radne smjene alati se hlade, te se ponovno griju na početku drugog radnog dana. Za grijanje alata koriste se električna energija, te nazivna snaga grijanja alata iznosi osam do deset kilovata. Samo testiranje alata traje barem tri sata. Proizvodnja tehnologijom prešanja je u zastoju sve dok tehnolog sasvim ne definira trenutno potrebni alat. Definiranje alata i probno prešanje može potrajati i cijeli dan, a za to vrijeme proizvodnja je u zastoju. Često tehnolog radi duže zbog tog testiranja. Kod proizvodnje brizganjem, u kalup brizgalice se ubrizgava smjesa. Nakon hlađenja alata, brizgalica izbacuje izrađevinu. Na izrađevini ostaje nalitak. Taj nezaobilazni tehnološki otpad uklanja se sa izrađevine. Potom se skladišti i prodaje.

### 6.2 Prijedlozi poboljšanja proizvodnog procesa

Na osnovu analize proizvodnog procesa, ponuđena su i neka poboljšanja proizvodnje. Kako bi se definirali mogući prijedlozi poboljšanja, potrebno je voditi se određenim pitanjima: - gdje postoji mogućnost poboljšanja

- da li postoji mogućnost skraćanja vremena izrade i montaže
- da li postoji mogućnost smanjenja broja izvršitelja
- da li postoji mogućnost smanjenja utroška repromaterijala
- da li je potrebno uvesti rad vikendom

Na temelju dobivenih informacija, trenutna proizvodnja nema dijagram tijeka za proizvodnju razvodnog uređaja KPMO. Iz dijagrama tijeka velikom većinom su prikazane sve aktivnosti kod proizvodnje proizvoda, te je on zbog toga jako koristan. Zbog toga, dijagram tijeka izrađen u ovom radu, bio bi od velike koristi trenutnoj proizvodnji.

Kod analize, spomenuta je tehnologija prešanja termoplasta. Zbog navedenih specifičnosti proizvodnje, predlaže se smjenski rad. Na taj način alati bi ostali ugrijani i

proizvodnja ne bi bila u zastoju. Zbog velikog utroška električne energije potrebne za grijanje alata, troškovi smjenskog rada bili bi manji od troškova električne energije. Moguće poboljšanje kod tehnologije brizganjem bila bi reciklaža (mljevenje) nalitaka koji ostaju na izrađevini. Tehnološki višak bi se prerađivao (usitnio mljevenjem) u granulat (regenerat) te bi se kao takav ponovno mogao koristiti kao smjesa za brizganje. Na taj način uglavnom bi se eliminirao sav tehnološki otpad što bi značajno umanjilo cijenu pozicija izrađenih brizganjem.

Zbog zastoja koji se javljaju tokom promjene alata na određenim strojevima, vidljivo je poboljšanje u smislu povećanje serije. Povećanjem serije, alati bi duže ostajali na strojevima i zastoji bi se sveli na minimum. Prodaja provodi analizu tržišta. Iz analize vidljiva je potražnja tržišta za pojedinim proizvodom. Na temelju te analize, prodaja predlaže povećanje serije određenog proizvoda i skladištenje istog kao serijskog proizvoda.

## 7. ZAKLJUČAK

Tema ovog završnog rada su suvremeni trendovi u proizvodnji. Počevši od same podjele rada, opisani su i neki od novijih trendova u proizvodnji kao što su TQM – total quality management i Kaizen. Kroz rad opisivani su proizvodnja i proizvodni procesi. Kako bi se prikazao neki proizvodni proces, odabrana je jedna tvrtka i njezin proizvodni proces. Za proizvodni proces izrađen je dijagram tijeka i gantogram. U uvodu je naglašeno da je cilj rada dati neke konkretne primjere za poboljšanje proizvodnje. Na osnovu analize proizvodnog procesa te dostupnih informacija dana su neka moguća poboljšanja proizvodnje.

Kao moguća poboljšanja proizvodnog procesa naveden je rad po smjenama. Time bi se smanjio utrošak električne energije, što bi značilo da bi se troškovi proizvodnje smanjili.

## 8. LITERATURA

- [1] <http://www.skriptologija.com/predmeti/proizvodni-i-operativni-menadzment>, 2010.
- [2] [http://www.1000ventures.com/business\\_guide/mgmt\\_kaizen\\_main.html](http://www.1000ventures.com/business_guide/mgmt_kaizen_main.html), 2010.
- [3] [http://www.poslovnapolitika.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=384&Itemid=61](http://www.poslovnapolitika.com/index.php?option=com_content&task=view&id=384&Itemid=61) , 2010.
- [4] [http://ef.sve-mo.ba/materijal\\_2008\\_09/RIS\\_3\\_PE/RIS\\_22102008\\_2.pdf](http://ef.sve-mo.ba/materijal_2008_09/RIS_3_PE/RIS_22102008_2.pdf), 2010.
- [5] <http://hr.wikipedia.org/wiki/Proizvodnja>, 2010.
- [6] <http://www.tep.hr/>, 2010.
- [7] Čala, Ivo i više autora: Inženjerski priručnik, dio 4, poglavlje 9, Školska knjiga, Zagreb, 2002.