

PROJEKTOVANJE DISPOZICIONOG PLANA POGONA ZA PROIZVODNJU I MONTAŽU SIVACON ELEKTRO-ORMANA U PREDUZEĆU „XY”

Razmeštaj mašina i radnih mesta u proizvodnji i montaži preduzeća „XY” podrazumeva je prethodnu analizu projektovanih tehnoloških postupaka obrade delova, kao i analizu definisane tehnologije za montažu SIVACON elektro-ormana od strane Siemens AG, kako bi se kroz proces optimizacije plana rasporeda fizičkih sredstava došlo do konačnog rešenja koje je u skladu sa propisanim normativima za projektovanje fabričkih postrojenja.

Uređenje proizvodnog prostora može da se izvrši na dva načina:

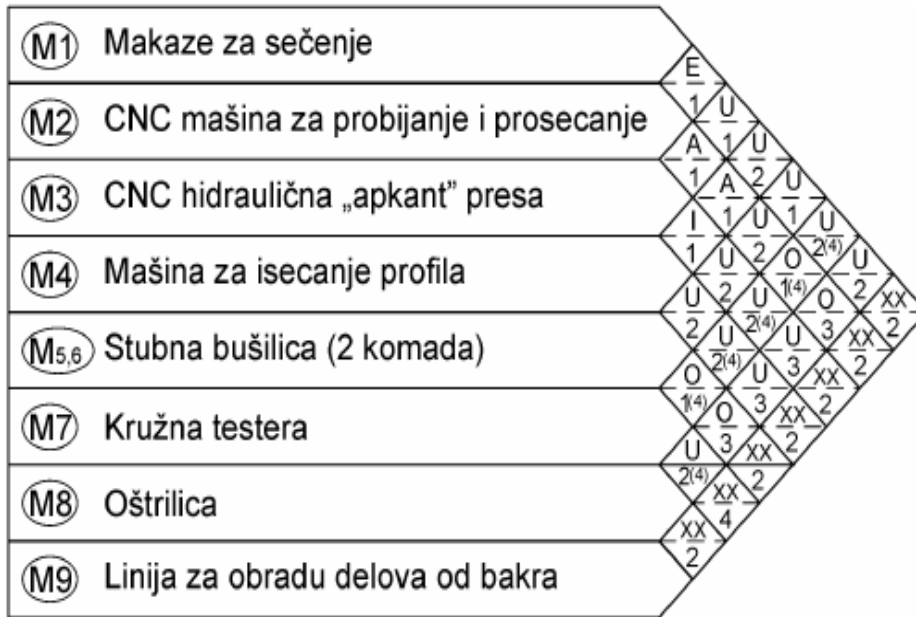
1. **Razmeštaj proizvodne opreme prema vrsti procesa**, podrazumeva da se mašine i uređaji grupišu, prema funkciji koju obavljaju, u specijalizovanim odeljenjima.
2. **Razmeštaj proizvodne opreme prema redosledu tehnoloških operacija**, podrazumeva da se mašine i uređaji postavljaju u linijskom rasporedu, gde je redosled izvođenja operacija uslovljen projektovanim tehnološkim postupkom za svaki deo koji se izrađuje, a koji direktno utiče na kvalitativne međuzavisnosti mašina i opreme koji se koriste u tom pogonu.

U preduzeću „XY” je primenjen princip uređenja proizvodnog prostora baziran na drugom načinu. Tokom procesa projektovanja rasporeda mašina i radnih mesta korišćen je kvalitativan kriterijum međuzavisnosti, s obzirom na to da su u razmatranje bile uključene sve aktivnosti koje su značajne za odvijanje osnovnog tehnološkog procesa, pri čemu je količina materijala koja se kreće kroz proces razmatrana na predviđenom globalnom jednogodišnjem nivou proizvodnje i montaže 300 komada SIVACON elektro-ormana.

Kvalitativni odnosi između mašina mogu da se prikažu pomoću trouglaste matrice u kojoj su definisane zavisnosti između svake pojedine aktivnosti i ostalih aktivnosti. Svako polje u kome je naznačena jačina veze dve aktivnosti podeljeno je horizontalnom tačkastom linijom. Gornji deo polja se koristi za unošenje jačine pojedinih veza, a donji za upisivanje broja koji ukazuje na razlog za određivanje date zavisnosti.

Stepen zavisnosti pojedinih veza je definisan sledećim oznakama: A – apsolutno neophodno; E – veoma važno; I – važno; O – potrebno; U – nevažno; X – nepoželjno; XX – veoma nepoželjno. Kvalitet veze je označen intenzitetom veze tako što „A” ima intenzitet 3; „I”=2; „O”=1; „U”=0; „X”=(-2); „XX”=(-10).

Za preduzeće „XY” formirana je **kvalitativna matrica međuzavisnosti aktivnosti** (slika 1.1) za date mašine (mašine od **M1** do **M9**), pri čemu su ulazni podaci o reprezentativnim delovima, za koje je detaljno projektovan tehnološki postupak, iskorišćeni pri sprovođenju korišćene metodologije. Ova trouglasta kvalitativna matrica međuzavisnosti aktivnosti predstavljala je osnovu za projektovanje konačnog rešenja dispozicionog plana, odnosno layout-a proizvodno-montažnog pogona u preduzeću „XY”. Vidi se, prema definisanim kvalitativnim vezama, da su u projektno rešenje uključeni i ključni razlozi za određivanje jačine veza između mašina, poput toka materijala, tipa mašine, načina održavanja obradnog sistema, a uvedeni su i ekološki aspekti. Očigledno je da se najjače veze u kvalitativnom, ali i kvantitativnom smislu, ostvarene između mašina alatki **M1**, **M2**, **M3** i **M4**, što je predstavljalo ključnu osnovu za linijski raspored ovih mašina.



| ozn. | stepen zavisnosti |
|------|---------------------|
| A | apsolutno neophodno |
| E | veoma važno |
| I | važno |
| O | potrebno |
| U | nevažno |
| X | nepoželjno |
| XX | veoma nepoželjno |

| ozn. | razlog |
|------|-----------------------------|
| 1 | tok materijala |
| 2 | tip mašine |
| 3 | održavanje obradnog sistema |
| 4 | ekološki |

Slika 1.1: Kvalitativna matrica međuzavisnosti aktivnosti.

Formiranje *layout*-a je kompleksan projektantski zadatak, s obzirom na to da je potrebno ugraditi veći broj kriterijuma u projektno rešenje. Projektno rešenje *layout*-a (slika 1.2) za proizvodno-montažni pogon u preduzeću „XY” je u potpunosti ispoštovalo princip kvalitativne međuzavisnosti aktivnosti (slika 1.1). Kriterijum za raspoređivanje mašina i radnih mesta je pre svega bio baziran na tokovima materijala, što je rezultiralo minimiziranjem transportnih puteva unutar pogona.

Prema projektovanom *layout*-u, datom na slici 1.2, vidi se da su u linijskom rasporedu ključne mašine za obradu čeličnog lima, mašine alatke **M1**, **M2**, **M3** i **M4**, a da su izdvojene mašine **M5**, **M6** i **M7**, koje su u manjoj upotrebi, kao i to da je linija za obradu bakra (**M9**) potpuno dislocirana u odnosu na sve druge obradne sisteme, jer je i tehnološki proces izrade delova od bakra izdvojen u odnosu na ostale tehnološke procedure. Oštrilica alata, mašina **M8**, se najviše koristi za oštrenje alata koji su vezani za mašinu **M2**, tako da je pozicionirana baš uz nju.

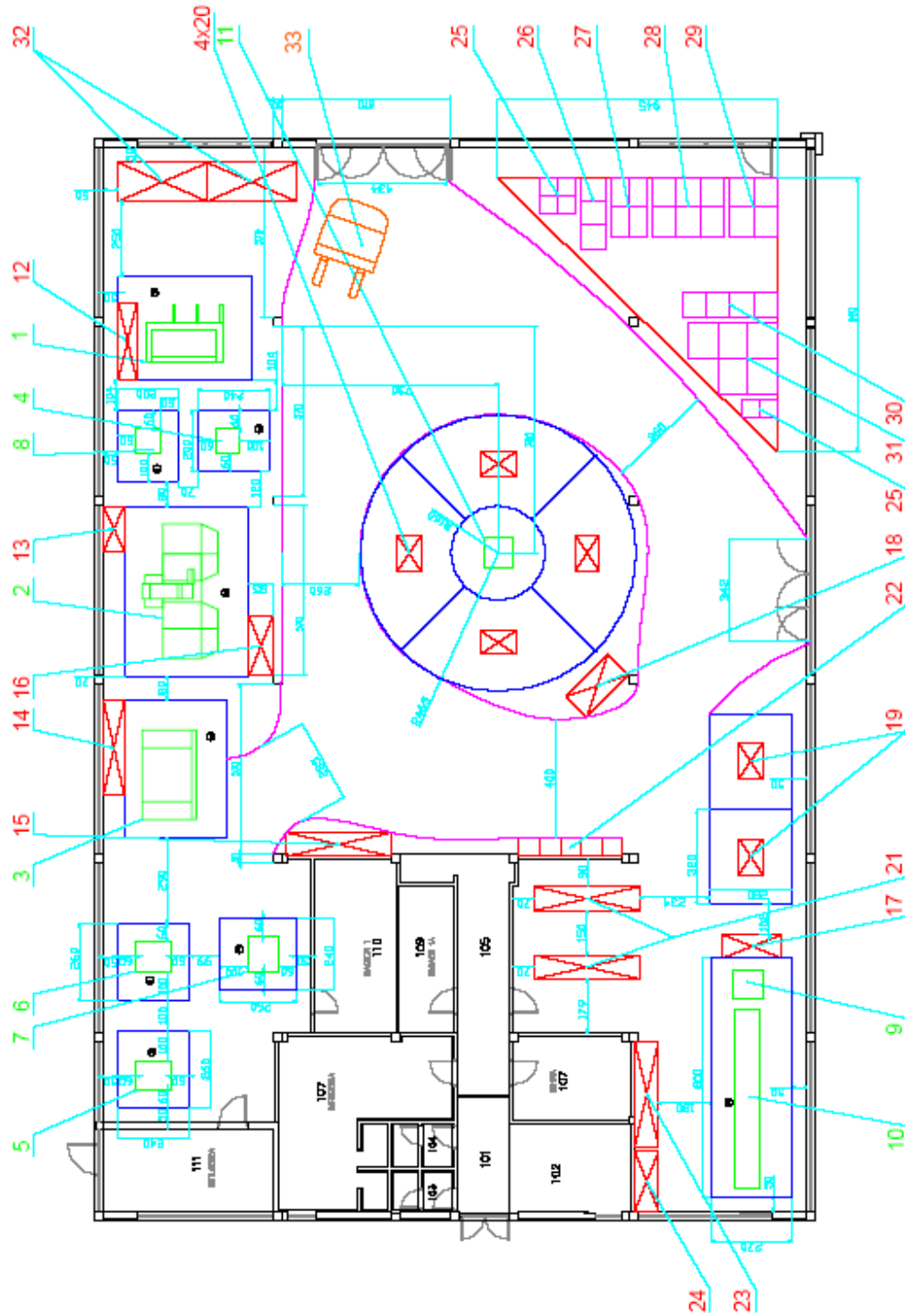
Za svaku od mašina je data striktno definisana pozicija unutar *layout*-a, a za mašine **M1**, **M2** i **M3** su, na posebno izdvojenim slikama 1.3, 1.4 i 1.5, detaljno date sve mere u skladu sa

propisanim normativima, koji su primenjeni i za sve ostale mašine, pri čemu su sve mere za te mašine date na osnovnom crtežu *layout*-a (slika 1.2). **Poželjno je da se u pogonu obeleže radna mesta vidljivom bojom, prema dispozicionom planu, slika 1.2.** Normativi koji su ugrađeni u ovo projektno rešenje obezbeđuju nesmetano opsluživanje svake mašine, odlaganje obrađenih delova i odgovarajući transport, korišćenjem viljuškara i ručnog viljuškara.

Skladišni prostor, određen u okviru ovog *layout*-a, organizovan je pre svega prema projektovanim tehnološkim procesima, odnosno tokovima materijala, ali i prema raspoloživom prostoru, s obzirom da je proizvodna hala preduzeća „XY” izgrađena pre definisanja projektnog rešenja rasporeda mašina i radnih mesta, prikazanog na slici 1.2. U ovom proizvodno-montažnom pogonu predviđena su sledeća skladišta:

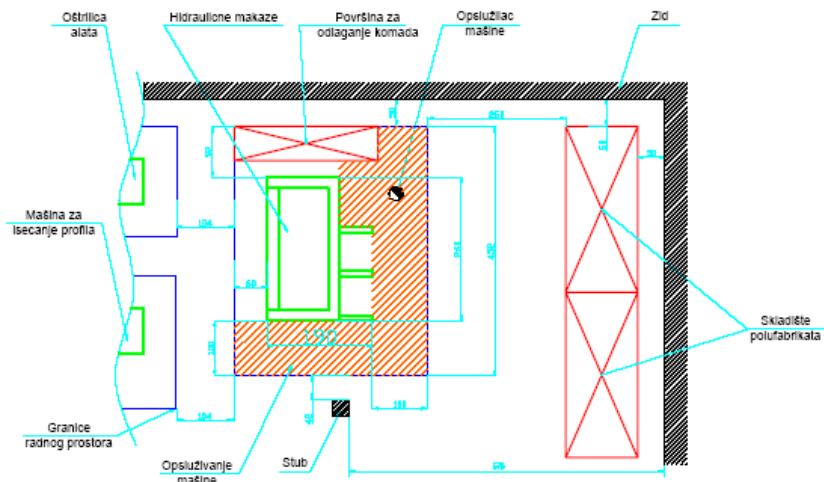
- Ulazno skladište polufabrikata (lima) – pozicija 32 (*layout*);
- Međuskladište – pozicija 15;
- Skladište gotovih delova od lima (poluproizvodi) – pozicija 21;
- Skladište vijčane robe i komponenata za montažu – pozicija 22;
- Skladište gotovih delova od bakra – pozicija 23;
- Skladište gotovih proizvoda (*SIVACON* elektro-ormana) – pozicije 25 do 31.

Za skladište polufabrikata (32) je predviđeno regalno skladište sa policama, za koje je već urađena kompletna konstrukciona dokumentacija (bila je data je na uvid autorima projekta), tako da je ta dokumentacija i korišćena pri dimenzionisanju raspoloživog prostora. Međuskladište (15), skladište poluproizvoda (21) i skladište gotovih delova od bakra (23) su u ovom projektnom rešenju *layout*-a bazirani na istom tipu regalnog skladišta sa policama (32), što podrazumeva proširenje konstrukcione dokumentacije koja već postoji za pomenuto skladište polufabrikata. Ova skladišta su raspoređena prema tokovima materijala, shodno projektovanim tehnološkim procesima za izradu delova, sa ciljem minimiziranja i optimiziranja transportnih troškova. Skladište vijčane robe i komponenata za montažu (22) je istovetno postojećem tipu sandučastog skladišta kojim preduzeće „XY” raspolaže u ovom trenutku. Skladište gotovih proizvoda (*SIVACON* elektro-ormana) je paletnog tipa (25-31) i smešteno je u jedini raspoloživ prostor za tu namenu (slika 1.2). Unutar tog prostora je predviđeno odlaganje različitih vrsta *SIVACON* elektro-ormana, shodno različitostima pre svega u dimenzijama ormana.



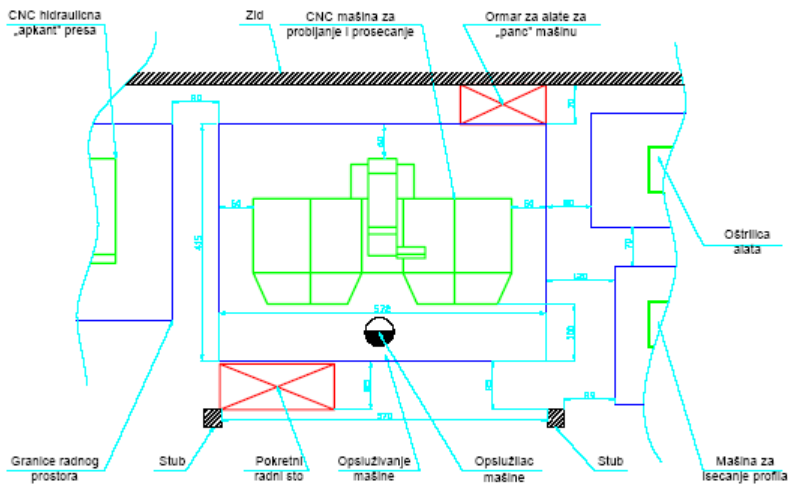
Slika 1.2: Layout proizvodno-montažnog pogona preduzeća „XY”.

AT-1.: Uvod u projektovanje dispozicionog plana – layout_a tehnološkog sistema

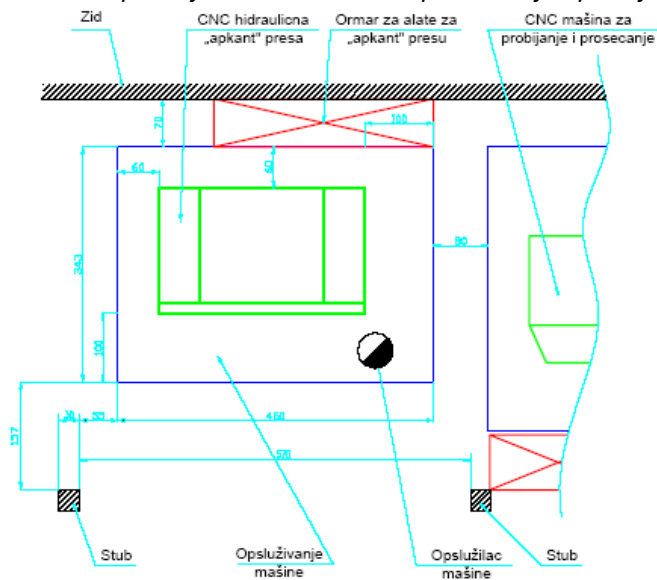


Xxxxxxx

Slika 1.3: Dispozicija makaza za sečenje.



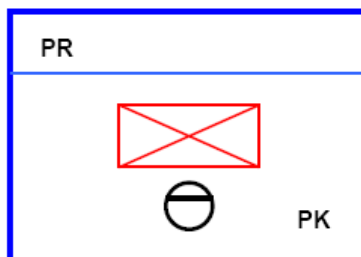
Slika 1.4: Dispozicija CNC mašine za prosecanje i probijanje.



Slika 1.5: Dispozicija mašine za isecanje profila.

Tehnologija montaže je u direktnoj korelaciji sa načinom izvršavanja montažnih zadataka, s obzirom da montaža može da bude automatizovana ili ručna. U preduzeću „XY” obavlja se ručna montaža prema razvijenoj tehnologiji za montažu od strane *Siemens AG*, koja je bazirana na stacionarnoj montaži sklopa *SIVACON* elektro-ormana. To znači da se sklop *SIVACON* elektro-ormana, kroz tehnološke operacije montaže, formira na paleti. Kako ima nekoliko različitih tipova *SIVACON* elektro-ormana, u okviru projektovanog rešenja *layout*-a (slika 1.2) uspostavljena su dva dispoziciona radna prostora za montažu, jedan sa četiri radna mesta za veće ormane (pozicija 20) i drugi sa dva radna mesta za manje (pozicija 19). Pored svake od ove dve celine nalazi se radni sto za formiranje podsklopova (pozicija 18), kao i skladište vijčane robe i komponenata (pozicija 22), skladište gotovih delova-poluproizvoda (pozicija 21) i skladište gotovih delova od bakra (pozicija 23). Montažna celina sa četiri radna mesta (pozicija 20) je u kružnom rasporedu, pri čemu je u središnjem delu ove celine predviđen prostor za pneumatski sistem za montažu. Ovakav izgled je uslovljen i projektovanim transportnim putevima, koji su u raspoloživom prostoru pogona predviđeni da budu prevashodno kružni, kako bi se taj prostor optimalno koristio.

Formiranje sklopa *SIVACON* elektro-ormana se, kroz ručni postupak montaže, ostvaruje na standardnoj *euro*-paleti 800x1200 mm, tako da projektovano radno mesto (slika 1.2), pored prostora za paletu, ima i prostor za kretanje radnika (PK) i površinu za pripremu (PR) (slika 1.6).



Slika 1.6: Radno mesto za montažu.

Svako od radnih mesta za montažu *SIVACON* elektro-ormana (slika 1.2) ima dovoljno veliku površinu radnog mesta, koja prevazilazi minimalno potrebne normative, tako da se paleti može nesmetano prilaziti sa svih strana, shodno potrebama propisane tehnologije za montažu od strane *Siemens AG*. Sve neophodne mere radnih mesta za montažu su detaljno definisane i date u okviru dispozicionog plana, što se vidi na slici 1.2. **Poželjno je da se u pogonu obeleže radna mesta vidljivom bojom, prema dispozicionom planu.**

Projektovani dispozicioni plan rasporeda mašina i radnih mesta, kako u proizvodnom tako i montažnom delu pogona preduzeća „XY”, predstavlja optimizirano projektno rešenje koje podrazumeva minimiziranje troškova uslovljenih definisanim tokovima materijala, kako u proizvodnji tako i u montaži. Ono što je važno naglasiti je i to da je projektno rešenje uzelo u obzir i dalji razvoj preduzeća „XY”, s obzirom na dinamičan dosadašnji razvoj. To se pre svega odnosi na optimizaciju raspoloživog radnog prostora, koji je ovim projektним rešenjem maksimalno iskorišćen, računajući pri tome da postoje značajne rezerve u iskorišćenju prostora za transport materijala što se u detaljno izučava u okviru ovog kursa, kroz sve vidove vežbi i projektni zadatak.

PROJEKTOVANJE UNUTRAŠNJEG TRANSPORTA U PROIZVODNO-MONTAŽNOM POGONU PREDUZEĆA „XY”

Transportni sistem je integralni deo proizvodno-montažnog kompleksa u preduzeću „XY”. Značajno je naglasiti da se u okviru projektovanog rešenja *layout*-a posebna pažnja posvetila uspostavljanju adekvatnih tokova materijala koji određuju unutrašnji transport, jer se predviđa da, na osnovu iskustvenih pokazatelja, značajna ušteda bude upravo vezana za procentualno učešće radne snage na poslovima transporta i manipulacije (od 15 do 35% u odnosu na sadašnje troškove), što se preciznije može definisati kada se u obzir bude uzelo izgubljeno vreme proizvodnih radnika na zadacima manipulacije i transporta radnih predmeta (priprema, obradaka i gotovih delova), koje iznosi i do 15%. Do ostvarenja ovakve uštede u izgubljenom vremenu moguće je doći ako projektno rešenje *layout*-a obezbeđuje optimalan vid transporta (slika 1.2), što je u konkretnom slučaju podrazumevalo kružni oblik putanje kretanja materijala u kombinaciji sa linijskim (linijski u proizvodnom delu pogona, a kružni u montažnom).

Granice transportnih puteva su označene crvenom bojom (slika 1.2) i **neophodno je da se obeleže i u samom pogonu (uobičajeno je žutom bojom)**. Važno je reći da se unutrašnji transport, u ovoj fazi razvoja preduzeća „XY”, realizuje korišćenjem viljuškara (nosivosti do 2,5t), slika 1.7, kao i ručnog hidrauličnog viljuškara (nosivosti do 1,5t), slika 1.8 (sledeća faza – razvoj i uvođenje robotizovanog transporta – projektni zadatak!!!). Postojećim projektnim rešenjem je predviđeno da se saobraćaj, unutar ovako definisanog prostora za transportne puteve, odvija u jednom smeru, s tim što je shodno širini transportnog puta moguće, u nekoj sledećoj fazi dinamičkog razvoja preduzeća, i dvosmerni saobraćaj.



Slika 1.7: Izgled viljuškara.



Slika 1.8: Izgled ručnog viljuškara.

Raspoloživa transportna sredstva preduzeća podrazumevaju bar jednog transportnog radnika, pri čemu je značajno naglasiti da je potrebno da se, za tokove materijala između proizvodnih mašina, koristi ručni viljuškar. Dalji razvoj preduzeća i predviđeni porast broja komada *SIVACON* elektro-ormana podrazumeva i definisanje radnih taktova i normiranje rada transportnih radnika (razmotriti šta donosi robotizovani unutrašnji transport – inteligentni mobilni roboti).

- Kako je proizvodni deo pogona u linijskom rasporedu, materijal se kreće od jednog do drugog radnog mesta prema unapred propisanom tehnološkom procesu. Dobre strane ovakvog projektnog rešenja (uz uvođenje robotizovanog unutrašnjeg transporta u sledećoj fazi razvoja – projektni zadatak!!!):
 - minimalna ulaganja u manipulisanje materijalom,
 - optimalne količine materijala,

AT-1.: Uvod u projektovanje dispozicionog plana – layout_a tehnološkog sistema

- minimalno vreme proizvodnje (iskazano kroz ukupno tehnološko vreme),
- efikasno korišćenje radne snage,
- jednostavnije rukovođenje tehnološkim sistemom, i
- optimalno iskorišćenje radioničkog prostora.

Pored ovih prednosti, značajno je istaći i to da je projektno rešenje optimizirano na osnovu konstatacije da se radi o proizvodnji unificiranih i standardizovanih proizvoda, tj. *SIVACON* elektroormana. Takođe je, na dato projektno rešenje unutrašnjeg transporta, uticao i kriterijum vremena protoka materijala kroz tehnološki sistem, jer na tu brzinu protoka direktno utiče skraćenje transportnih puteva, što je ostvareno optimiziranjem rasporeda obradnih sistema, shodno projektovanom tehnološkom postupku, zatim racionaliziranje rasporeda saobraćajnica i usmeravanje saobraćajnice (smer kretanja transportnog sredstva treba da bude pozitivan matematički smer, dakle suprotno od kazaljke na satu), kao i smanjenje vremena čekanja na završetak prethodne operacije.