

2011

ФАБРИЧКА ПОСТРОЈЕЊА И ТЕХНИЧКА ЛОГИСТИКА

ХЕНДАУТ СА ПРЕДАВАЊА

[Материјал за слушаоце предмета Фабричка постројења и техничка логистика на првој години ДАС-а. Садржи сажете области из књиге Пројектовање фабрика и може се користити за припрему усменог испита за оцену до 8]

Професор: доц. др. Ненад Косанић
Сарадник: дипл. инг. Милош Рајковић
2011/2012



Садржај

01. ЦИЉ ПРОЈЕКТОВАЊА	02
02. ПРОЈЕКТОВАЊЕ У САВРЕМЕНОЈ ПРАКСИ	02
03. ОСНОВНИ ПРИЛАЗ ПРОЈЕКТОВАЊУ	04
04. ПРОЈЕКТОВАЊЕ КАО ЛОГИЧКИ ПРОЦЕС	06
05. РЕЗУЛТАТИ ПРИМЕНЕ САВРЕМЕНИХ МЕТОДА ПРОЈЕКТОВАЊА	08
06. СИСТЕМСКИ ПРИСТУП	09
07. ПРОМЕНЉИВЕ И ПЕРФОРМАНСЕ СИСТЕМА, ЕЛЕМЕНТАРНИХ ПОДСИСТЕМА И ОКРУЖЕЊА	10
08. ПРОЈЕКТНИ ЗАДАТАК	11
09. ИЗБОР ЛОКАЦИЈЕ	12
10. ПРОГРАМ ПРОИЗВОДЊЕ	12
11. ОБИМ ПРОИЗВОДЊЕ И ТЕХНИЧКИ КАПАЦИТЕТ	13
12. САСТАВ ФАБРИКЕ	13
13. ОСНОВНИ ТЕХНО-ЕКОНОМСКИ ПОКАЗАТЕЉИ	14
14. ОПШТА УПУСТВА ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ	14
15. САДРЖАЈ ТЕХНОЛОШКОГ ПРОЈЕКТА	14
16. ТЕХНОЛОШКИ ПРОЈЕКАТ, ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ, ГЛАВНИ ПРОЈЕКАТ	15
17. ПОСТУПАК ПРОЈЕКТОВАЊА	16
18. РЕЖИМИ РАДА	16
19. ФОНД ВРЕМЕНА РАДА	16
20. ПРОРАЧУН ПРОИЗВОДНЕ ОПРЕМЕ	17
21. ПРОРАЧУН РАДНИХ МЕСТА У МОНТАЖНИМ РАДИОНИЦАМА	17
22. ПРОРАЧУН РАДНЕ СНАГЕ	18
23. ПРОРАЧУН ПОТРЕБНИХ И ПОМОЋНИХ ПОВРШИНА	18
24. LAYOUT	20
25. РЕКОНСТРУКЦИЈА ПРОИЗВОДНОГ ПОГОНА	21
26. ОСНОВНИ ПРИСТУП ПРОЈЕКТОВАЊУ	21
27. P – Q АНАЛИЗА	22
28. ФОРМИРАЊЕ LAYOUT-А	22
29. ПРЕКИДНИ СИСТЕМИ	23
30. КОНТИНУАЛНИ СИСТЕМИ	24
31. КОМБИНОВАНИ СИСТЕМ	26
32. СИСТЕМИ СА ФИКСНИМ ПОЗИЦИЈАМА ПРОИЗВОДА	26
33. ФЛЕКСИБИЛНИ ПРОИЗВОДНИ СИСТЕМИ	27
34. РАЗМЕШТАЈ ОПРЕМЕ И ПРОСТОРА	29
35. ФОРМИРАЊЕ ПРОСТОРНЕ СТРУКТУРЕ	29
36. МАТРИЦА ОД-ДО	31
37. КРЕТАЊЕ МАТЕРИЈАЛА	33
38. ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ РЕШАВАЊА ПРОБЛЕМА КРЕТАЊА МАТЕРИЈАЛА	34
39. ПРИНЦИП ЈЕДИНИЧНОГ ТЕРЕТА	34
40. КАПАЦИТЕТ УРЕЂАЈА КОНТИНУАЛНОГ ТРАНСПОРТА	36
41. ЕЛЕМЕНТИ ЗА ПОВЕЗИВАЊЕ, СПАЈАЊЕ И РАЗДВАЈАЊЕ	36
42. МОДЕЛИ ЗА АНАЛИЗУ КРЕТАЊА МАТЕРИЈАЛА	38
43. ДИСПОЗИЦИОНИ ПЛАН	41
44. СНАБДЕВАЊЕ ЕНЕРГИЈОМ	43
45. ФАБРИЧКЕ ЗГРАДЕ	44
46. СКЛАДИШТА	47
47. ТЕОРИЈА РЕДОВА ЧЕКАЊА	51
48. МОДЕЛИ	54

01° ЦИЉ ПРОЈЕКТОВАЊА

Да би се отклонила разлика између потреба тржишта и обима постојеће производње, за задатим производом, могу да буду изабрани следећи **основни путеви**:

- 1) Повећање обима производње, бољим искоришћењем постојећих производних капацитета,
- 2) Реконструкција постојећих фабрика/радионица (последича у промени асортимана производа, конструкцији или дизајну производа, технолошком процесу и опреми...),
- 3) Изградња нових фабрика/радионица.

ПРОЈЕКТОВАЊЕ је средство помоћу кога се постиже одређени циљ и представља основну карику (активност) у низу активности које доводе до израде одређеног производа.

Пројектовање је прва и основна етапа инвестиционе изградње којом се обезбеђује израда нових и реконструкција постојећих фабрика. При пројектовању производних објеката морају се решити различита питања (технолошког, економског, организационог карактера).

ЦИЉ ПРОЈЕКТОВАЊА је изградња/реконструкција фабрика и радионица које треба да задовоље све услове и захтеве постављене од стране инвеститора, а да се при томе да савремено техничко решење које задовољава економске показатеље и које обезбеђује израду високо квалитетних производа.

ЗАДАТАК ПРОЈЕКТАНТА је да на основу граница које диктирају технички и економски услови реши повољно функционисање датог процеса и да омогуће производњу дефинисану пројектним задатком.

ПРОЈЕКАТ ТРЕБА ДА САДРЖИ комплетну студију процеса производње, транспорта, складиштења материјала.

Код израде пројекта производног индустријског постројења утврђен је поступак пројектовања и у њему су одређени садржај, састав и редослед разраде пројекта према коме треба да се омогући израда нових и реконструкција постојећих постројења.

02° ПРОЈЕКТОВАЊЕ У САВРЕМЕНОЈ ПРАКСИ

ПОТРЕБА САВРЕМЕНЕ ПРАКСЕ је да се објасни суштина пројектовања и да се изложи у виду неког стандардног поступка. По дефиницији пројектовање може да се окарактерише као:

„Делатност са одређеним циљем решавања задатака” – Archer

„Моделирање предпостављених дејстава до њиховог остваривања” - Booker

„Остваривање веома сложеног чина интуиције” - Jones

„Надахнут скок (пун инспирације) од садашњих чињеница ка будућим могућностима” – Page

ПОКУШАЈ ДЕФИНИСАЊА ПРОЈЕКТОВАЊА – не на основу кретања самог процеса, већ према његовим резултатима.

ЦИЉ ПРОЈЕКТАНТА ТРАДИЦИОНАЛНОГ ТИПА је да изради цртеже са пратећом документацијом коју треба да одобри инвеститор.

Пројектант треба да предвиди коначни резултат остваривања свога пројекта. Главна тешкоћа је да пројектант предвиди неко будуће стање на основу датих података. Пројектант је принуђен да истражује догађаје обрнутим редоследом.

РАЗРАДА ПРОЈЕКТА обухвата низ истраживања везаних за промену формулације задатка. Посебан проблем је издвајање решења из низа алтернатива.

СТАБИЛИЗАЦИЈА ЗАДАТКА обухвата елиминацију противречности између циља и средстава. Математичке методе, када су претпоставке изражене апстрактним симболима и када се манипулише тим симболима, повољне су за оптимизацију, тј. за налажење најбољег решења када је задатак већ постављен.

ГЛАВНИ ИНСТРУМЕНТ ТРАДИЦИОНАЛНОГ ПРОЈЕКТАНТА је цртеж у размери.

- цртеж = сачувано решење (подложно изменама),
- цртеж ретко скрађује утрошено време на избор прихватљиве варијанте, када је велики број решења у питању (игнорисање целе области решења),
- цртеж је бескористан када пројектант са решавања унутрашњих веза пређе на утицаје који су ван датог система.

Да би се процениле добре и лоше стране традиционалних метода пројектовања потребно је одговорити на принципијелна питања:

- 1) Како се решавају сложени задаци при коришћењу класичних метода пројектовања?
- 2) Колико су савремене методе сложеније?
- 3) Која ограничења утичу на савремене методе пројектовања?
- 4) Зашто се сложеност савремених задатака показала тешком за традиционални процес пројектовања?

У ПОЧЕТНОЈ ФАЗИ ПРОЈЕКТОВАЊА присутан је дуг период тражења оригиналног решења. Појављивање оригиналне идеје често се јавља неочекивано и носи карактер измене формулације пројектног задатка.

ПРОЦЕС ИЗМЕНЕ СТРУКТУРЕ ПРОЈЕКТНОГ ЗАДАТКА заснован је на коришћењу графо-аналитичких метода и скица које избацују у први план најважније стране пројекта.

НЕОПХОДНО ЈЕ да пројектант може довољно дубоко и тачно да расуђује о томе како се мења формулација пројектног задатка при уношењу ових или оних промена.

ТРАДИЦИОНАЛНИ НАЧИН РЕШАВАЊА сложених задатака састоји се у томе да се у сваком моменту разматра само једна концепција целине и када таква стратегија упрошћавања не доводи до задовољавајућих резултата, пројектант мења концепцију (поново се иде од прикупљања података, стварања идеје...).

Пројектовање поред тога што мора да задовољи постојеће (задате) потребе може послужити и за предвиђање шта ће се планирати „сутра“.

При коришћењу традиционалних метода низ комбинација се искључује из разматрања. Избор решења даје човек који је добро информисан, са искуством и флексибилан. Стална тешкоћа је та што је пројектант лишен могућности да се сконцентрише на једном делу пројекта, док разматрање појединих делова често блокира могућности сагледавања решења на нивоу система.

ТЕШКОЋЕ ПРИ САГЛЕДАВАЊУ САВРЕМЕНИХ ЗАДАТАКА СУ СЛЕДЕЋЕ: пространство из кога добијамо информације је велико, тако да је потребно да се стваралачко мишљење пројектанта базира на дубоким теоријским и практичним знањима на свим нивоима од опште концепције до реализације пројекта.

Предмет савремених метода пројектовања огледа се у начину размишљања и приступу при изради пројекта. Пројектант „мисли наглас“ и дозвољава другим људима да се упознају са његовим мишљењем. Тај процес „мислити наглас“ остварује се речима и математичким симболима; при томе се користи поступак у коме се задатак дели на делове и указује на везе између појединих делова.

ТЕЖИ СЕ ТОМЕ ДА СЕ ДОБИЈЕ БОЉА КОНТРОЛА ПРОЦЕСА ПРОЈЕКТОВАЊА НА НИВОУ СИСТЕМА.

Сваки од ових аспеката могуће је симболички представити у облику кибернетског модела где пројектант представља „црну кутију“ на чијем излазу се појављује стваралачка идеја.

03^о ОСНОВНИ ПРИЛАЗ ПРОЈЕКТОВАЊУ

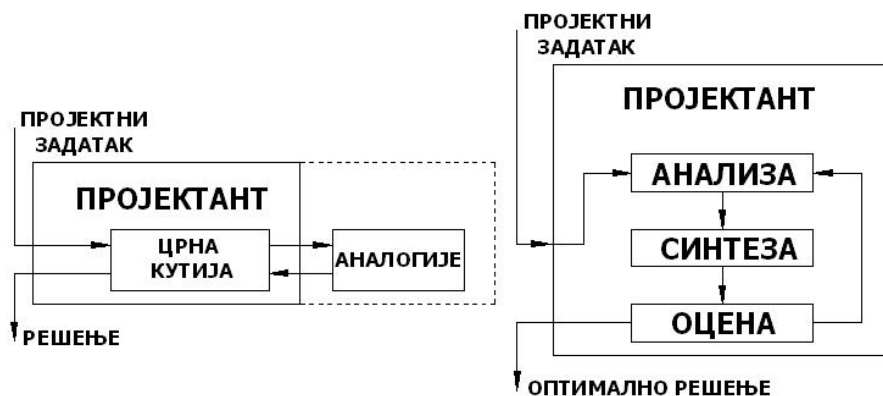
Најважнији део процеса пројектовања одвија се у глави пројектанта. Ако човека посматрамо као „црну кутију“, претпоставља се да уклањањем филтера на улазу повећава број улазних сигнала (информација) иако им се не повећава квалитет.

Повећање брзине генерисања података у етапи пројектовања када структура задатка није у потпуности јасна.

Код „црне кутије“ се за претварање улазног сигнала у излазни користе **АНАЛОГИЈЕ**.

Сматра се да процес пројектовања може да буде разрешен до краја када пројектант може да објасни свако од приложених решења.

Логичко понашање пројектанта подсећа на рад рачунара: користи информације које су решене и делују по задатој шеми спроводећи анализу, синтезу и оцену и при томе понавља циклус док не пронађе најбоље решење.



Карактеристике ове методе:

- 1) циљеви, критеријуми, променљиве и ограничења се задају раније;
- 2) тражењу решења претходи спровођење анализе;
- 3) оцена резултата је заснована на логици;
- 4) стратегија се фиксира раније.

Ограничења наметнута од стране методе коју користимо могу да буду оправдана и неоправдана. Код метода „црне кутије“ не постоји могућност рашчлањавања задатка на поједине делове, тако да сваком подзадатку не може бити посвећено више пажње (подела рада између више пројектаната).

Код система код кога се свака функција испуњава посебним блоком (чворном тачком), а сваки блок је везан са другим блоковима према раније задатим улазним и излазним утицајима, мала одступања од задатих улазних и излазних карактеристика не изазивају знатно нарушавање задате консеквентности у раду.

Многи задаци пројектовања не могу да се рашчлане, обично када функције нису везане у специјалне чворове (блокове), већ су сложене и распоређене по целом објекту; онда пројектант преузима пуну одговорност на себе и примењује метод „црне кутије“.

Када постоји велики ризик због скупљања грешака, као последица пројектовања, онда примењујемо **СИМУЛАЦИЈУ**.

ЦИКЛИЧНОСТ – постојање цикличности представља да важни делимични задаци остају непоремећени до каснијих етапа рада.

ЛИНЕАРНОСТ – претпоставља да се сви важнији проблеми могу да открију у самом почетку (на линеаризацију утичу предвиђене зависности између појединих делова задатка).



ШЕМА ЗАВИСНОСТИ између **ПОДПРОБЛЕМА** једног задатка има непостојани карактер и **НАЛАЗИ СЕ У ЗАВИСНОСТИ** од избора **РЕШЕЊА ДЕЛИМИЧНИХ ПОДПРОБЛЕМА**.

У таквим случајевима **СТРУКТУРА ЗАДАТКА** остаје **НЕСТАБИЛНА** све дотле док не буду донета **ПРИНЦИПИЈЕЛНА** решења за пројекат.

Неоправданост изналажења решења пролазом по линији консеквентности која обухвата:

- 1) дефинисање променљивих,
- 2) одређивање зависности између њих,
- 3) обезбеђење оптималних вредности излазних параметара.

ПРОЦЕС ДЕФИНИСАЊА ПРОМЕНЉИВИХ (где улази и одређивање циљева и критеријума за избор повољних решења). Циљ пројектовања је да се у постојеће стање уведу нови облици који служе његовом усавршавању. Када оствариш пуно алтернатива онда можеш дефинисати структуру, циљеве и критеријуме задатка.

Недостатак ове методе је да пројектант изводи велики скуп неистражених алтернатива. **Пошто не може интуитивно да изврши избор алтернатива, а истовремено лишен је могућности да убрза и аутоматизује истраживање помоћу рачунара, па је принуђен да:**

- 1) напусти коришћење савремених метода,
- 2) произвољно да изабере циљеве за истраживање,
- 3) утроши време на оцењивање сваке варијанте.

Раздвајање рада пројектанта на два дела:

- истраживање одговарајућих пројеката и изведених решења
- контрола и оцена поступака истраживања
- ✓ омогућава да се уместо слепог претраживања свих варијанти нађе краћи пут анализе низа варијанти.

ПРИМЕНА МОДЕЛА КАО СТРАТЕГИЈЕ ИСТРАЖИВАЊА КОЈА ЗАДОВОЉАВА ПРОЈЕКТНО РЕШЕЊЕ. На основу модела (стратегија + циљ) сваки члан тима може сам да одреди колико његов изабрани поступак може да доведе до равнотеже између новог пројекта, цене разраде...

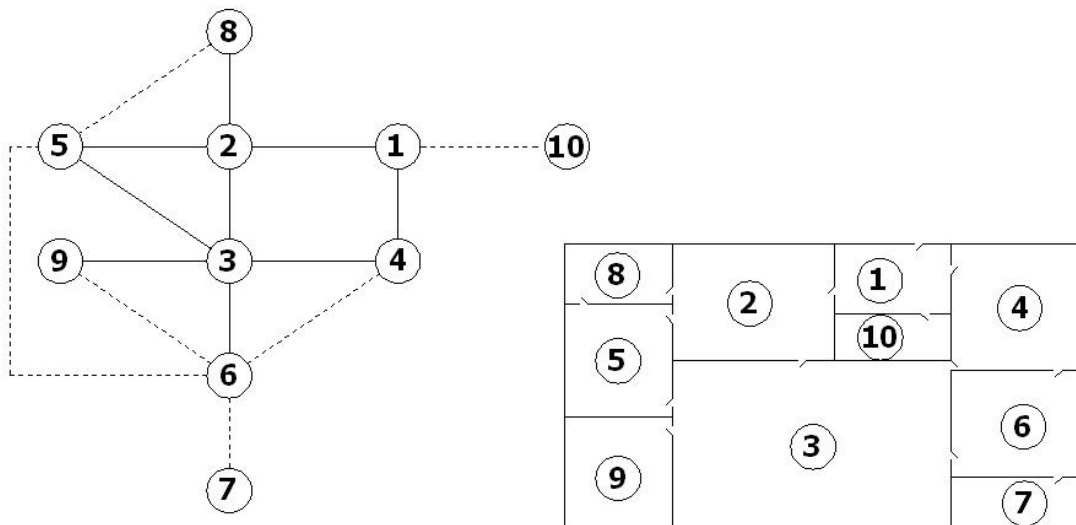
СЛАБОСТ МА КОГ МЕТОДА ПРОЈЕКТОВАЊА ЈЕ У ТЕШКОЋИ УПРАВЉАЊА СТРАТЕГИЈОМ.

Објективирање мишљења пројектанта је нужно за аутоматизацију процеса пројектовања (применом рачунара). Дају се шеме, блокови, матрице, графови који подсећају на шеме које се користе за састављање програма.

ГРАФИЧКО ПРИКАЗИВАЊЕ веза је покушај налажења суштине система али мање детаљизовано од цртежа у размери.

Постављање мреже зависности је корисно када њени елементи и односи могу да корелирају са физичком суштином и када могу да буду измерени и реализовани.

При решавању проблема неопходно је одређено спајање **ЛОГИКЕ И ИНТУИЦИЈЕ**.



04^о ПРОЈЕКТОВАЊЕ КАО ЛОГИЧКИ ПРОЦЕС

Пројектовање као логички процес обухвата:

- 1) анализу проблема,
 - 2) синтезу,
 - 3) оцену алтернативних решења.
- C. Jones: „дивергенција, трансформација, конвергенција”

ПРВА ФАЗА

Обухвата проширивање граница пројектног задатка у циљу обезбеђивања довољно информација за решавање. Ову фазу карактерише:

- 1) пројектни задатак, узет од наручиоца, се узима за полазну тачку истраживања, при томе се сматра да задатак може да претрпи промене,
- 2) циљеви су нестабилни и условни,
- 3) границе задатка су нестабилне и недовољно одређене,
- 4) уочавање реакције наручиоца, корисника на постављене циљеве, укључење логичких и интуитивних средстава.

Методe које користимо у овој фази:

1. Истраживање литературе и формирање датотека значајних података;
2. Прикупљање информација познатих корисницима:
 - указује на неопходност истраживања пројектне ситуације,
 - подстицање корисника да опише аспекте његовог деловања и да истакне њихов значај;
3. Анкетирање корисника или других лица за дати проблем обухвата:
 - оцену различитих информација заједничких за дато пројектно решење,
 - одређивање извора информација,
 - састављање анкете и достављање људима за које се сматра да располажу информацијама;
4. Анализа изведених објеката (снимање постојећег стања, уочавање противречности и несклада у постојећем систему, предвиђање поступка за отклањање недостатака);
5. Класификација прикупљених података обухвата:

- систематизација података из претходних истраживања,
- отклањање нејасних података који могу да утичу на правилно решење,
- систематизација података значајних за даљи ток пројектовања.

ГРЕШКА која може да се јави у првој фази је неправилан избор оних од којих треба тражити одговоре.

ЦИЉ је да се прихвати/не прихвати модификација предложених решења.

ДРУГА ФАЗА

Друга фаза почиње када је проблем у знатној мери дефинисан. **Карактеристике друге фазе су следеће:**

- 1) на основу претходних истраживања прави се концепцијска шема модела, а затим се усвоји решење и пројекат разради до детаља,
- 2) у овом кораку се фиксирају циљеви, технички задаци и границе задатка, дефинишу ограничења и променљиве,
- 3) рашчлањавање задатка на подзадатке (подзадатке је могуће решити паралелно или по редоследу),
- 4) слобода измене подциљева, брзина оцене могућности и последица реализације ма какве конкретне везе подциљева.

У овој фази највише је присутна личност пројектанта. Обично се предлаже неколико варијанти које доводе до прихватљивог решења.

При трансформацији структуре системских задатака најчешће се користе математичке и графо-аналитичке методе:

1. Матрица међузависности,
2. Граф међузависности,
3. Поступак колективног одлучивања (класификација свих идеја и њихово свођење на усклађену структуру),
4. Коришћење графо-аналитичких метода за анализу кретања и материјала,
5. Метода системског истраживања:
 - одређивање карактеристика које не одговарају датом пројектном решењу,
 - одређивање узрока наглих промена које утичу на понашање система у оквиру граница дате ситуације,
 - увођење битних узрочника за узрочнике варијабилности;
6. Поступци за оптимизацију транспортног учинка.

ТРЕЋА ФАЗА

Ова фаза пројектовања настаје када је задатак потпуно формиран и све променљиве дефинисане. Пројектант решава противречности уз друге фазе све док из мора алтернатива не добије решење које тражи. То су логичке методе које могу да се аутоматизују.

Карактеристике треће фазе:

- 1) смањење неопредељености, смањење алтернатива која не заслужују даља разматрања,
- 2) неки подзадаци могу да добију посебан значај тако да не могу бити решени без раније прихваћених решења што доводи до цикличности,
- 3) погодно је користити математичке моделе за представљање поља алтернатива.

За остварење треће фазе могуће је:

1. поћи од концепције система ка подсистемима,
2. поћи од подсистема ка систему.

ЦИЉ је да се смањи број варијанти и да се олакша избор решења уз минимални утрошак времена.

05^о РЕЗУЛТАТИ ПРИМЕНЕ САВРЕМЕНИХ МЕТОДА ПРОЈЕКТОВАЊА

Главни резултат савремених метода пројектовања је **ОБЈЕКТИВИЗАЦИЈА** процеса мишљења, које је код традиционалног пројектанта (начина пројектовања) највише зависило од пројектанта и његове поделе на три категорије: интуитивно мишљење, логичко мишљење, процедурално мишљење.

Поменути објективизација и погодна рашчлањавање имају за циљ да омогуће нов приступ у решавању проблема и да размишљање пројектанта обогати новим информацијама, које су значајне на нивоу система (али које се тешко садрже у индивидуалном искуству).

Ефекти примене савремених метода у пројектовању су:

1. прикупљање информација (за то су задужени пројектанти) што им омогућава да изађу из првобитног круга мисли,
2. применом логичких метода побољшавају/повећавају се алтернативна решења.

МАНА је што превелика количина информација доводи до губљења контроле над пројектом у целини.

Озбиљан недостатак поменутих савремених метода пројектовања при пројектовању сложених објеката је то када све функције не могу да буду у потпуности дефинисане у првој фази разраде система (умањење могућности појављивања главних циљева и подзадатака).

КАКО ПОБОЉШАТИ СИСТЕМ

1. Боље искоришћење постојећих капацитета (имаш све само боље искористиш),
2. Реконструкција постојећих система (промена технологије, замена опреме,...),
3. Изградња нових корисника (нових система). У основи је пројектовање које је тимски рад (техничко-организационо знање за нову фабрику).

ЗАХТЕВЕ дефинише инвеститор на основу пројектног задатка кога врло често не уме сам да дефинише.

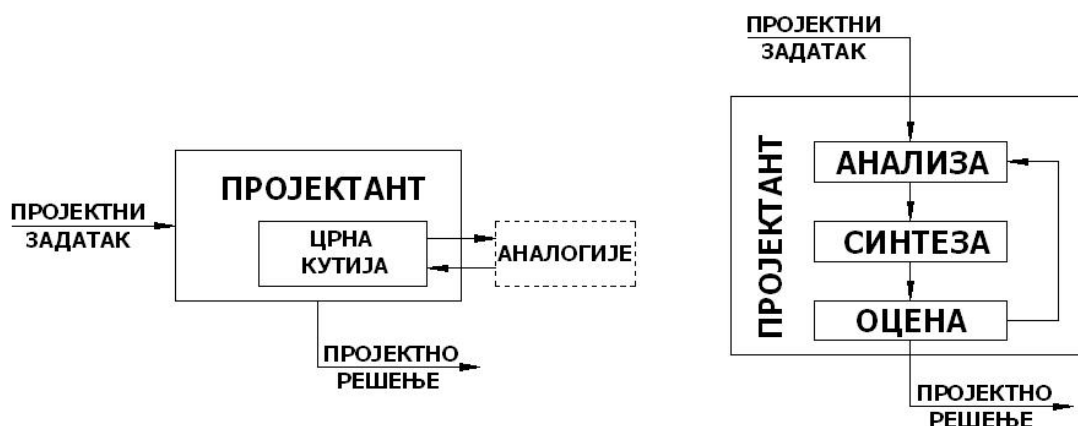
• Шта је пројектовање?

Archer: „Делатност са одређеним циљем решавања задатака.”

Booker: „Моделирање претпостављених дејстава до њиховог остваривања.”

Jones: „Остваривање веома сложеног чина интуиције.”

Page: „Надахнути скок од садашњих чињеница ка будућим могућностима.”



06^о СИСТЕМСКИ ПРИСТУП

Циљ системског приступа састоји се од објективизације процеса мишљења.

Циљ објективизације је омогућавање новог приступа решавању проблема на нивоу система, приближавању велике количине нових информација потребних за обезбеђење неопходних критеријума за достизање тражених резултата пројектовања.

Системи се састоје од одређеног броја подсистема и већег броја компонената (елемената) система. Услед великих димензија и сложености система избор пројектног решења за дати пројектни задатак се може остварити само поступком моделирања.

Основни проблеми у пројектовању састоје се у:

- 1) Дефинисању структуре система (дефинисању подсистема, елемената),
- 2) Избору просторне конфигурације (LAYOUT-а),
- 3) Дефинисању токова материјала,
- 4) Постизању што бољег искоришћења простора.

У процесу пројектовања, односно моделирања, јавља се **низ специфичних проблема од којих је потребно нагласити:**

1. Сагледавање везе систем – околина, тј. дефинисање граница система;
2. Формирање подсистема:

Подсистеми се дефинишу на основу функције коју обављају; при томе један систем може обављати више функција, а иста функција се може распрострајати и на више подсистема;

3. Дефинисање елементарних подсистема или „чворних тачака“:

Елементарни подсистеми су места сучељавања токова материјала или место где се остварује веза између појединих транспортних средстава. У њима се ток материјала успорава или повремено зауставља ради:

- 1) претовара,
- 2) извођења технолошких операција,
- 3) дељења/спајања транспортних токова,
- 4) промене транспортно-техничког стања робе (палетизација/депалетизација),
- 5) привременог складиштења (међуфазна складишта).

Елементарни подсистеми представљају места потенцијалног загушења система. Уска грла могу да угрозе перформансе целокупног система. Наиме, када се долазни ток јединица у неку од чворних тачака приближи капацитету опслуживања, настаје засићење од чијег степена зависи степен поремећаја у раду система. У зависности од засићења долази до отежаног рада дела система или до његовог потпуног загушења.

„Чворне тачке“ могу да се задају од стандардних елемената (производне, транспортне опреме) или могу да се пројектују према специфичним захтевима система и то представља полазну тачку за оптимизацију датог система;

4. Избор и одређивање структуре модела;
5. Одређивање критеријума за избор решења;
6. Моделирање система, теорија и пракса.

07^о ПРОМЕНЉИВЕ И ПРОМЕНЉИВЕ ПЕРФОРМАНСЕ СИСТЕМА, ЕЛЕМЕНТАРНИХ ПОДСИСТЕМА И ОКРУЖЕЊА (ОКОЛИНЕ)

Постоје бар три главна аспекта у истраживању система (решавању проблема при пројектовању било ког система):

1. Сам систем и његови делови
2. Перформансе система и њихов однос према задатим циљевима
3. Окружење система односно медијум у коме систем ради.

Сваки од ових аспеката може се описати, у зависности од својих својстава или карактеристика, које се називају **ПРОМЕНЉИВИМ**. Термин променљива односи се на било које својство неке целине којој се могу доделити различите квалитативне или квантитативне вредности под различитим околностима.

I. **ПРОМЕНЉИВЕ СИСТЕМА** могу описивати различите нивое организације дефинисаног система:

1. Укупног система,
2. Подсистема,
3. Компоненти или елемената система.

II. **ПРОМЕНЉИВЕ ПЕРФОРМАНСИ СИСТЕМА** односе се на описно својство резултата рада система, тј. резултата на достизању циљева постављених пред систем. У глобалном приступу истраживања система оне представљају променљиве условно речено, будући да су оне заправо излазни резултати модела којим је систем моделиран.

ФИНАЛНЕ ВРЕДНОСТИ ПРОМЕНЉИВИХ ПЕРФОРМАНСИ, тј. њихове вредности за финално тј. усвојено пројектно решење потом дефинишу перформансе система.

Променљиве перформанси могу описивати различите нивое система:

1. Циљеве – глобалну намену система,
2. Функције – захтеване нивое перформанси сваког од подсистема,
3. Захтеване перформансе – специфициране вредности које описују захтевани ниво перформанси елементарних подсистема.

III. **ПРОМЕНЉИВЕ ОКРУЖЕЊА** односе се на својство које утиче на систем и његове перформансе. Одређивање граница система и његових подсистема, као и окружења зависи од случаја до случаја. И глобалном смислу ове променљиве представљају променљиве условно речено будући да оне представљају улазне податке за изабран модел.

Потребни подаци при пројектовању система су:

1. спецификација свих релевантних променљивих система, окружења и перформанси система;
2. односи који показују утицај њихових варијација на остваривање циљева постављених пред систем.

➤ Постојање два типа ових односа:

ПРВИ дефинише врсте глобалних односа између вредности променљивих са једне стране и вредности променљивих перформанси.

ДРУГИ тип односа квантификује утицаје вредности променљивих перформанси. Овај тип односа, односно процењивања његовог утицаја у фази пројектовања је веома сложен задатак, а до ових односа се долази грађењем одговарајућих модела.

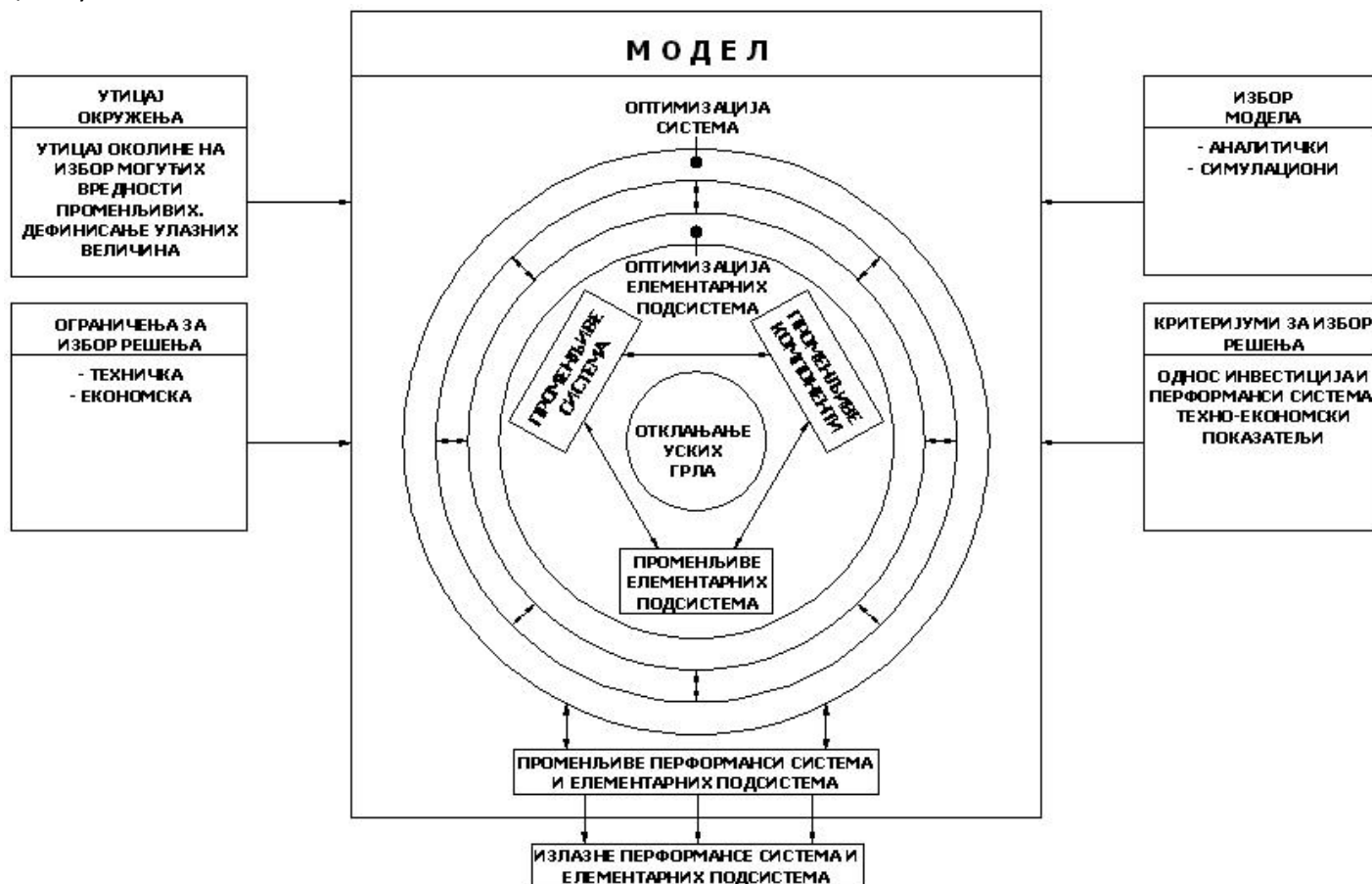
Потребно је истаћи да пројектовање система захтева јасно разумевање комплексних интеракција појединих компоненти система.

Потребно је образовати листу компоненти система и параметара који могу утицати на перформансе система. Много је теже идентификовати скуп критичних параметара јер је утицај **КАРАКТЕРИСТИКА КОМПОНЕНТИ** на перформансе целог система недетерминистички и нелинеаран и у општем случају имплицитан.

«Систем је много више од простог збира својих компоненти.»

Преведено на „језик моделирања“, **КАРАКТЕРИСТИКЕ КОМПОНЕНТИ ПРЕДСТАВЉАЈУ** њихове **ПРОМЕНЉИВЕ** које дефинишу и променљиве целог система, а огледају се у конструктивним начинима извођења, начину рада, брзинама извођења операција...

Са друге стране карактеристике компоненти утичу једне на друге односно при оптимизацији система међусобно диктирају карактеристике једна другој али опет у функцији максимизације глобалних перформанси целокупног система.



08^о ПРОЈЕКТНИ ЗАДАТАК

Пројектни задатак је **ПИСМЕНО ОДРЕЂИВАЊЕ СВИХ УСЛОВА** за израду комплексног пројектног елабората и представља основу за почетак пројектовања. Саставља га инвеститор уз сарадњу одговарајућих стручњака.

Општи подаци и прилози које треба да садржи пројектни задатак обухватају:

1. податке о производу, програму производње и основне карактеристике производње,
2. локацију – област и место грађења,
3. ситуацију терена у размери 1:500, 1:1000, 1:2500,
4. податке о правцу и јачини ветрова,
5. геолошки састав земљишта,
6. ниво евентуалних подземних вода,
7. носивост терена,
8. рокове градње и редослед пуштања у рад појединих објеката,
9. евентуалне захтеве инвеститора за етапном изградњом,
10. податке о постојећим објектима и уграђеној опреми са техничком документацијом.

09^о ИЗБОР ЛОКАЦИЈЕ

Основни фактори који одређују економичност и целисходност изградње експлоатације нове фабрике у датој области су следећи:

1. постојање сировинских база и њихова локација,
2. могућност транспорта сировина, горива и готових производа,
3. снабдевање горивом, водом,
4. могућност одвођења отпадних вода,
5. близина насељених места,
6. погодни геолошки, хидрометеоролошки, топографски услови
7. стратешки услови.

После одређивања шире локације приступа се избору терена у оквиру дате области.

Услови за избор терена су:

1. конфигурација терена и димензије,
2. рељеф терена,
3. карактеристике земљишта,
4. могућност појаве подземних вода,
5. положај саобраћајница, стамбених насеља,
6. положај енергетских база и услови за прикључивање,
7. постојање канализационе мреже.

10^о ПРОГРАМ ПРОИЗВОДЊЕ

Програм производње је основни полазни податак за пројектовање и он представља производни задатак за одређени временски период.

Производни програм може бити:

- 1) тачан,
- 2) сведени,
- 3) условни (производна оријентација).

ТАЧАН ПРОГРАМ ПРОИЗВОДЊЕ садржи потпуни списак производа, који се израђују у датој фабрици у одређеном временском периоду, са назначеном количином, масом и врстом материјала. Тачан програм производње се користи при изради фабричких пројеката, као и пројеката радионица масовне и великосеријске производње.

СВЕДЕНИ ПРОГРАМ ПРОИЗВОДЊЕ настаје када се сви производи условно свде на неколико карактеристичних производа – **ПРЕДСТАВНИКА**. Програм се разрађује на основу једног или неколико карактеристичних производа, представника, из групе технолошки сличних делова који су заступљени у највећој количини и маси. Користи се када је задат разноврстан асортиман производа, најчешће при серијској производњи као и у случају када се не располаже са потпуном документацијом за све производе.

УСЛОВНИ ПРОГРАМ ПРОИЗВОДЊЕ није фиксно одређен и јавља се за широку номенклатуру производа, који се јављају у случају појединачне и малосеријске производње, када није могуће урадити детаљну техничку документацију. Производни програм се дели на тежинске групе, дају се просечне и највеће масе комада и његове габаритне димензије.

11^о ОБИМ ПРОИЗВОДЊЕ И ТЕХНИЧКИ КАПАЦИТЕТ

ОБИМ ПРОИЗВОДЊЕ представља количину производа дефинисану пројектним задатком увећану за проценат шкарта који се јавља у процесу израде:

$$Q = \frac{Q_p}{1 - \frac{q}{100}}$$

Q_p – производња дата програмом производње,
 q – шкарт у процентима.

Обим производње одређује **ТЕХНИЧКИ КАПАЦИТЕТ** производног постројења:

$$Q_t = \frac{Q}{\eta} = \frac{Q_p}{\left(1 - \frac{q}{100}\right) \eta}$$

η – степен искоришћења средстава рада.

На степен искоришћења средстава рада утичу следећи фактори: грешке у планирању, недостатак ресурса, кварови на опреми.

Да би се смањиле инвестиције могуће је **ПЛАНИРАЊЕ КОРИШЋЕЊЕ ПРОИЗВОДНИХ КАПАЦИТЕТА** исто: променом броја радника (сезонска радна снага), прековременим радом, стварањем сеонских залиха.

Капацитет се може поделити на унутрашњи и спољашњи.

Унутрашњи капацитет дефинише сопствену способност производног погона, а спољашњи даје могућност повећања укупног производног капацитета преко кооперације или са снабдевачима.



12^о САСТАВ ФАБРИКЕ

Подела фабрике на поједина одељења и радионице може да се изврши на три основне групе:

1. Производна одељења – предвиђена за непосредно остваривање технолошких процеса,
2. Одељења, радионице и постројења за опслуживање производње и обезбеђење услова рада:
 - Помоћна одељења, радионице, складишта,
 - Постојења за производњу и расподелу енергије.
3. Остале службе: управа, техничка припрема, технолошки биро, констукциони биро...

ПРОИЗВОДНА ОДЕЉЕЊА: радионица за машинску обраду, за монтажу, одељење за испитивање производа, термичка обрада, паковање...

ПОМОЋНА ОДЕЉЕЊА, РАДИОНИЦЕ И СКЛАДИШТА: одељења за припрему производње, за израду алата и прибора, за ремонт машина, за контролу, за одржавање машинског парка, складиштење алата и прибора, складиштење резервних делова, складиштење потрошног материјала...

ПОСТРОЈЕЊЕ ЗА ПРОИЗВОДЊУ И РАСПОДЕЛУ ЕНЕРГИЈЕ: постројења за производњу, трансформацију, развод електричне енергије, постројења за развод паре (топле воде), развод компримованог ваздуха, пречишћавање отпадних вода...

ПОСТРОЈЕЊА КОЈА ОБЕЗБЕЂУЈУ ПОТРЕБНЕ УСЛОВЕ ЗА РАД: развод грејања, проветравање, клима, осветљење, сигнализација, телефонија, ...

13^о ОСНОВНИ ТЕХНО-ЕКОНОМСКИ ПОКАЗАТЕЉИ

ПРОИЗВОДНОСТ ФАБРИКЕ ($t/m^2/god$) – годишња производња у $[t]$ по $[m^2]$ укупне површине (производне + помоћне површине);

ПРОИЗВОДНОСТ ПО ЗАПОСЛЕНОМ ($t/čoveku/god$) – односи се на производне и помоћне раднике, управу, техничку службу, администрацију;

ПРОИЗВОДНОСТ ПО ПРОИЗВОДНОМ РАДНИКУ ($t/čoveku/god$) – односи се само на раднике запослене у производним одељењима;

УТРОШАК ЧАСОВА ПО ТОНИ ПРОИЗВОДА (h/t):

$$U_h = \frac{R \cdot T_h}{Q} \left[\frac{h}{t} \right] \quad R - \text{број радника,}$$

T_h – годишњи фонд радног времена у $[h]$,

Q – годишња производња $[t]$.

14^о ОПШТА УПУСТВА ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ

При решавању технолошког процеса у циљу доброг функционисања пројектованог погона, треба обратити пажњу на следеће:

01. обезбедити потребно услове за производњу делова према JUS-у или одговарајућем стандарду: механичка својства, површинска заштита, чистоћа површине...
02. повећати продуктивност применом што већег степена механизованости и аутоматизације у свим технолошким и транспортним операцијама;
03. обезбедити флексибилност погона;
04. треба тежити ка мањем проценту шкарта;
05. обезбедити транспорт са што краћим путањама између свих производних и помоћних одељења и складишта
06. при избору опреме и транспортних уређаја треба тежити по могућству да се усвоје типски уређаји;
07. предвидети могућност проширења објекта, повећање обима производње и могућност измене производа;
08. тежити високом степену искоришћења ефективног рада;
09. при изради пројекта треба наћи такво решење које ће да да висок степен искоришћења површина, добар распоред просторија и опреме;
10. сви делови пројектованог објекта треба да задовоље санитарно-техничке услове.

15^о САДРЖАЈ ТЕХНОЛОШКОГ ПРОЈЕКТА

Обим технолошког дела пројекта зависи од врсте производа, типа и обима производње, карактеристика објекта. **Пројекат треба да садржи:**

01. Производни програм (тачни, сведени). Табеларни приказ програма;
02. Режим рада и на основу њега фонд времена рада радника и опреме (образложење о изабраном режиму рада појединих одељења);
03. P-Q анализа. Избор типа производње;
04. Опште решење технолошког процеса. Одређивање норматива утрошка материјала, времена израде, радне снаге, енергије. Техно-економска оправданост усвојеног нивоа механизације.
05. Избор и прорачун неопходне технолошке и помоћне опреме. Одређивање радних места.
06. Одређивање потребних површина производних одељења.

07. Одређивање површина помоћних радионица и постројења за опслуживање производње и обезбеђивање услова рада.
08. Постављање главних токова материјала и прорачун укупне материјала која се транспортује кроз погон. Размештај опреме, радних места, матрице ОД-ДО, дијаграм кретања материјала...
09. Решење транспорта материјала са прорачуном и избором транспортних уређаја. Транспортни учинак.
10. Пројектовање складишта за чување сировина, горива, готових производа и слично. Прорачун складишне механизације.
11. Спецификација радне снаге, број производних радника према дужини трајања одређених операција.
12. Спецификација опреме – основне и помоћне, са карактеристикама опреме, габаритима, масом и инсталисаном снагом.
13. Опште решење проблема снабдевања енергијом (електрично, грејање, компримовани ваздух).
14. Израда диспозиционог цртежа – LAYOUT. Цртеж са просторијама и уцртаном опремом и радним местима у размери 1:50 (100, 200).
15. Решење природног и вештачког осветљења радних просторија, тип зграде.
16. Ситуациони план предузећа (распоред објеката у размери) 1:500.
17. Усаглашавање пројекта са захтевима заштите на раду.
18. Технички извештај; упоређење предложеног решења са сличним погонима из литературе.

16^о ТЕХНОЛОШКИ ПРОЈЕКАТ, ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ, ГЛАВНИ ПРОЈЕКАТ

Технолошки пројекат представља коначно решење једног процеса производње, произашлог из анализе различитих варијанти технолошког процеса, урађених према захтевима дефинисаним у пројектном задатку.

Постављени циљ и захтеви инвеститора одређују обим пројекта који може да буде реализован као: главни пројекат, идејни пројекат и идејно решење (поступак реализације инвестиционог објекта = од грубих поставки, преко идејних решења, до извођачког пројекта).

Избор и прорачун технолошке и помоћне опреме и њихов правилан распоред, технолошки и просторни, представљају језгро технолошког пројекта.

Финални део технолошког пројекта представља диспозициони план са уцртаном опремом (**LAYOUT**) са спецификацијама опрема и радне снаге, пројектним задацима за израду других техничких пројеката и техничким описом.

ДОКУМЕНТАЦИЈА ТЕХНОЛОШКОГ ПРОЈЕКТА

Садржај текстуалног дела идејног и главног пројекта и начин формирања графичке документације.

ИДЕЈНИ ПРОЈЕКАТ

Садржај:

- 1) идејно решење технолошког процеса са избором и прорачуном производне и помоћне опреме;
- 2) решење кретања материјала кроз производни систем са избором и прорачуном транспортних уређаја;
- 3) одређивање потребних површина и просторни распоред одељења и радионица;
- 4) распоред опреме унутар појединих погона;
- 5) решење проблема ускладиштења;
- 6) спецификација производне и помоћне опреме, радне снаге;
- 7) цртежи (диспозициони цртежи – layout у размери 1:100, 1:200)
 - котирали укупне дужине и ширине целе зграде, појединих просторија и отвора, расподеле поља, висинске коте спратова, уписати у сваку површину, назив, квадратуру.

ГЛАВНИ ПРОЈЕКАТ представља детаљно решење на основу кога могу да се изводе радови и оформи погон. Израђује се на основу одобреног инвестиционог програма и идејног пројекта. **Садржи детаљну разраду:**

- 1) технолошког процеса производње;
- 2) избор и распоред опреме с обзиром на кретање материјала и технолошку повезаност;

- 3) решење складиштења;
- 4) спецификација радне снаге, опреме;
- 5) дефинисање простора (коначно);
- 6) технички опис.

Цртеж: диспозициони план 1:50, котирање међусобних растојања стубова, димензије стубова, правац отварања врата, нумерацију стубова по хоризонтали и вертикали, носивост пода. Опрема се уцртава у тачно одређеном положају у односу на грађевинске елементе, уцртавају се инсталације за развод енергије, ...

17º ПОСТУПАК ПРОЈЕКТОВАЊА

Поступак пројектовања може да се спроведе на основу тачног и сведеног програма производње или у случају производне оријентације према карактеристичним тежинским групама.

ТАЧАН ПРОГРАМ производње садржи потпуну техничку документацију, тако да овај начин пројектовања омогућује детаљну разраду технолошког дела пројекта, избор најпогодније технологије за производњу, искоришћење расположивог фонда времена, радне снаге... Тачан програм производње се примењује код израде пројекта радионица масовне/великосеријске производње.

СВЕДЕН ПРОГРАМ производње – технолошка документација се израђује само за производе представнике. Времена израде осталих производа се добијају поступком свођења. Овај програм се користи када је широк асортиман производа (серијска производња – нема технолошке документације за све делове).

18º РЕЖИМИ РАДА

Избор програма рада зависи од решења технолошког процеса и особеност програма производње.

При пројектовању треба настојати да се изабере најрационалнији режим рада а то је онај при коме се постиже најмања дужина циклуса свих производних операција. Као последица скраћења циклуса долази до високог степена искоришћења опреме, површина, људског потенцијала, при ниској цени и добром квалитету производа.

У фабрикама се примењује паралелни и степенести режим рада:

ПАРАЛЕЛНИ РЕЖИМ РАДА – производња је синхронизована, односно сва производна одељења раде једновремено (нпр. операције израде делова и монтаже склопова обављају се у истој смени). Тип фабрика је машиноградња, процесна индустрија... Рад се обично организује у две смене ради рационалног искоришћења опреме.

СТЕПЕНАСТИ РЕЖИМ РАДА – је у суштини дисконтинуалан. Карактерише се тиме што се на истој површини у разним сменама обављају разни производни процеси по утврђеном редоследу (нпр. ливење калупа у једној смени, а истресање из калупа у другој). Примењује се у ливницама индивидуалне и малосеријске производње (дугачак циклус израде).

19º ФОНД ВРЕМЕНА РАДА

Фонд времена рада представља расположиво радно време за обављање корисног посла у одређеном временском интервалу.

Радни дани = 365 – (празници (8) + Недеље и нерадне Суботе (52+40)) = 265 дана.

265 – 17 (годишњи одмори) = 247 дана.

Активни број радних часова у једној смени:

$$T_f = D_r \cdot H - T_g$$

D_r – расположив број радних дана,

H – трајање смене у [h],

T_g – време потребно за генерисање поправке код машина (100÷200 [h/god]).

20º ПРОРАЧУН ПРОИЗВОДНЕ ОПРЕМЕ

Израчунавање потребног броја машина, опреме за извршење задатог производног програма; на тај прорачун утичу: димензије, облик, маса, режим рада, фонд времена рада (расположиви).

Груб прорачун потребног броја машина врши се на основу техно-економских показатеља.

Детаљан прорачун се заснива на детаљној техничкој документацији.

Рачунски број машина: $I_r = \frac{Q \cdot h}{T_f \cdot n}$ - груб прорачун.

Q – обим производње [t/god],

h – број машинских часова за израду 1 [t] делова,

T_f – фонд времена рада,

n – број смена.

Стварни број машина: $I = \frac{I_r}{\eta_{sr}}$

η_{sr} – просечан коефицијент временског искоришћења машина.

При прорачуну на основу техно-економских показатеља добија се укупни број потребних производних машина. Он се дели на типове или групе машина (процентуално учешће, у укупном броју машина, групи машина – одређено је искуством).

При прорачуну на основу технолошке документације, **рачунски број рачуна се на основу оптерећења машине:**

$I_{ri} = \frac{T_u}{T_f \cdot n}$ T_u – укупно време које оптерећује поједине машине.

Стварни број машина:

$I_i = \frac{I_{ri}}{\eta}$ η – временски коефицијент искоришћења датог типа машина.

Код линијске производње где се процес одвија према технолошким операцијама (редоследу), **број машина зависи од броја операција и технолошког времена потребног за операције:**

$$I = N_0 + \sum (I_i - 1)$$

N₀ – број тактова (радних места),

$$I_i = \frac{I_{ri}}{\eta} \quad \eta = \begin{cases} 0,75 \div 0,85 & \text{– за серијску} \\ 0,65 \div 0,75 & \text{– за масовну} \end{cases}$$

I_{ri} – потребан број машина за извођење операције на i-том такту линије:

$$I_{ri} = \frac{t_{ki}}{T_c}$$

t_{ki} – укупно време операција на i-том такту,

T_c – такт производње.

21º ПРОРАЧУН РАДНИХ МЕСТА У МОНТАЖНИМ РАДИОНИЦАМА

Обим монтажних радова се одређује из технолошке документације за склапање производа или на основу:

- времена монтажних радова за 1 [t] производа,
- у процентима од обима машинске обраде.

Укупно време потребно за монтажу једног производа узноси:

$$T_{mon} = \sum t_1 + \sum t_2 + \sum t_3$$

∑t₁ – обим машинбраварских радова (припрема),

Σt_2 – обим радова делимичне монтаже,

Σt_3 – обим радова финалне монтаже производа.

Потребан број радних места за стационарну монтажу:

$$I_{ri} = \frac{T_{mon}}{T_{fr} \cdot n \cdot l}$$

T_{fr} – фонд времена рада на радном месту у часовима,

n – број смена,

l – број радника који једновременно учествују на обављању дате операције.

22º ПРОРАЧУН РАДНЕ СНАГЕ

Потребан број производних радника се одређује на основу укупног времена потребног за годишње количине делова:

$$R = \frac{T_u}{T_{fr} \cdot s}$$

T_u – укупно време потребно за извођење појединих операција у [h],

T_{fr} – стварни фонд времена рада радника у [h],

s – број машина које послужује један радник једновременно.

Потребан број производних радника може да се одреди и на основу усвојеног броја машина:

$$R = \frac{T_f \cdot n \cdot I \cdot \eta_{sr}}{T_{fr} \cdot s} \quad I_{ri} = \frac{T_u}{T_{fr} \cdot n}, I = \frac{I_{ri}}{\eta_{sr}} \Rightarrow T_u = I_{ri} \cdot T_{fr} \cdot n = I \cdot \eta_{sr} \cdot T_{fr} \cdot n$$

Број припремних радника за радионице серијске производње: $3 \div 5 [\%] \cdot R$.

Број припремних радника за радионице масовне производње: $1 \div 2 [\%] \cdot R$.

Случај аутоматских линија – број радника за подешавање:

- 1 радник опслужује 1 машину (низак степен аутоматизације),
- 1 радник опслужује 4÷6 машина (средњи степен аутоматизације),
- 1 радник опслужује 8 машина (висок степен аутоматизације).

Радници за опслуживање производње:

- 55[%] од R за производњу мотора,
- 40[%] од R за производњу дизалица.

23º ПРОРАЧУН ПОТРЕБНИХ И ПОМОЋНИХ ПОВРШИНА

Површине фабрика можемо поделити на категорије:

- производне (основне радионице),
- одељења, радионице и постројења за опслуживање производње и обезбеђење услова рада,
- општа служба и управа, развој, администрација, менза, здравствена станица, ...

ПРОИЗВОДНА ПОВРШИНА обухвата **простор радионице потребан за постављање:**

- 1) производне опреме (радних места),
- 2) помоћне опреме,
- 3) уређаја за манипулацију и транспорт,
- 4) међуфазних складишта,
- 5) транспортних путева и пролаза између опреме.



За одређивање површина у почетном стадијуму користе се коефицијенти поправке са којима се множи „основна површина” машине.

Основна површина машине добија се тако што се површина машине из каталога $\square$ увећа као на слици.

Потребна површина за постављање дате машине дата је изразом:

$$A_{mi} = A_{osi} \cdot f_i$$

A_{osi} – основна површина машине,

f_i – коефицијент поправке у функцији од површине машине.

Укупна површина коју заузимају машине неке радионице укључујући простор потребан за опслуживање, одржавање, пролазе између машина:

$$A_M = \sum_{i=1}^n A_{mi} \quad n - \text{број машина у погону.}$$

При одређивању површина могу да се искористе подаци већ изведених објеката. **Однос површине монтаже према површини погона машинске обраде:**

- 1) појединачна и малосеријска производња 50÷70[%],
- 2) серијска производња 25÷40[%],
- 3) масовна производња 18÷25[%].

ПОВРШИНЕ ПОМОЋНИХ ОДЕЉЕЊА И РАДИОНИЦА

ОДЕЉЕЊЕ ЗА ПРИПРЕМУ МАТЕРИЈАЛА служи за одсецање, забушивање отвора за центрирање при обради на стругу.

Број ових машина одређује се према технолошком процесу. Пошто машина често ради са дугачким материјалом још треба места за смештање полуфабриката поред машине.

Специфична површина по једној машини износи 25÷30[m²].

ОДЕЉЕЊЕ ТЕХНИЧКЕ КОНТРОЛЕ служи за контролу делова израђених у одељењу машинске обраде. Контролна места се обично постављају на крају процеса испред међуфазног складишта где се чувају делови до монтаже. Ова површина зависи од броја контролора и потребне опреме и износи 6÷8[m²/контролору].

ОДЕЉЕЊЕ ОШТРЕЊА АЛАТА за брушење и глачање различитих алата. Поставља се заједно са приручним складиштем алата.

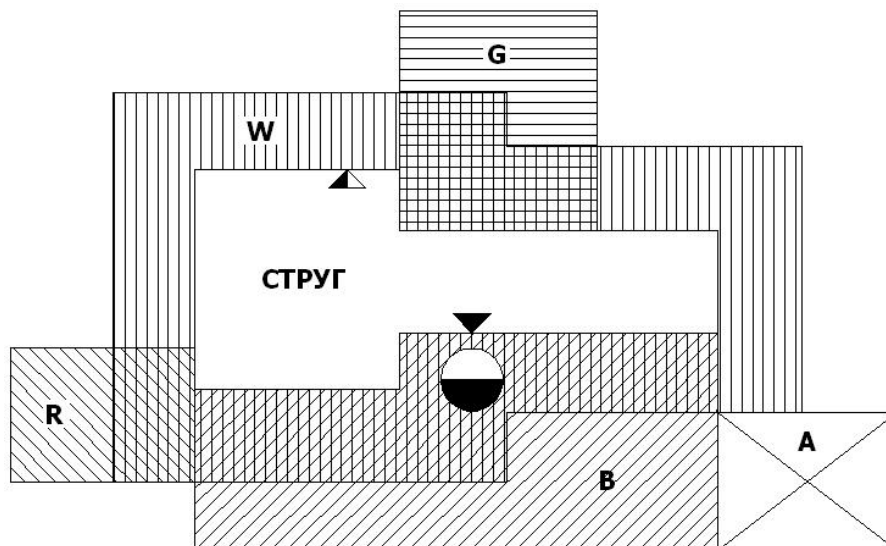
РЕМОНТНО ОДЕЉЕЊЕ служи за одржавање произведене и помоћне опреме, опслуживање текуће производње. Специфична површина се узима у зависности од броја јединица које ремонт опслужује.

ОДРЕЂИВАЊЕ ФУНКЦИОНАЛНИХ ПОВРШИНА

При одређивању површина за постављање производне опреме у радионицама, основна пројекција машине се црта у виду правоугаоника.

Површина радног места се добија постављањем нових површина са све четири стране правоугаоника, а да при томе нису детаљно позната функционална својства машине (ово важи само ако је основа машине у виду правоугаоника).

Функционалне површина за струг:



В – опслуживање машине,
W – одржавање,
R – поправке,
А – одлагање,
G – зона опасности.

Ово се користи код израде главних пројеката у циљу рационалног коришћења радног простора.

24° LAYOUT

Layout приказује просторне међузависности појединих компоненти, односно како су се људи и технологија уклопили у систем. Дobar layout мора да буде флексибилан да би могао да прихвати евентуалне промене у току експлоатације. То треба да утиче и на формирање зграде, зато што код постојећег објекта layout мора да се прилагоди његовим димензијама и структурним ограничења. Посебан утицај на формирање layout-а имају: производ, изабрани процес и очекивани ниво захтева.

УЛАЗНИ ПОДАЦИ неопходни за формирање layout-а обухватају:

- 1) Прогнозе (време и структура захтева),
- 2) Цртеже, радионичку документацију која даје облик, мере, толеранције,
- 3) Спецификација производа,
- 4) Операционе листе (радне активности на сваком месту),
- 5) Карте тока (редослед кретања производа),
- 6) Опис послова (број радника на радном месту),
- 7) Локацију погона.

ДОБАР LAYOUT треба да обезбеди:

- 1) Ефикасно искоришћење опреме и људских ресурса,
- 2) Висок степен искоришћења простора,
- 3) Ефикасно кретање материјала и људи,
- 4) Комфорну радну средину и потребне санитарно-техничке услове,
- 5) Лак приступ опреми ради одржавања.

ЛОШЕ ПРОЈЕКТОВАН LAYOUT утиче на:

- 1) Стварање уских грла,
- 2) Дужину производног циклуса,
- 3) Застој,
- 4) Затрпаност радних места, машина и пролаза материјала,
- 5) Висину трошкова одржавања.

25º РЕКОНСТРУКЦИЈА ПРОИЗВОДНОГ ПОГОНА**Реконструкција производног погона присутна је у случајевима:**

1. промене производног програма,
2. проширења обима послова,
3. промена проузрокованих технолошким прогресом.

Први корак при реконструкцији је детаљно упознавање са постојећом ситуацијом; потребни су сви планови постојећег погона, спецификација шеме са техничким описом.

Потребно је проверити да ли постоји технолошка документација (технолошке карте, операционе листе...), да ли та документација одговара присутном стању и да ли је примењена технологија савремена. Видети разлике између садашњег и будућег layout-a.

Анализа се односи на проучавање производа и треба видети да ли промене у реконструкцији или дизајну доприносе побољшањима у извођењу производног процеса. Такође, треба анализирати:

ОПРЕМУ – стање парка, број аутоматизованих машина и оних које треба поправити, заменити, да ли купити исте или савременије машине.

ГРАЂЕВИНСКЕ ОБЈЕКТЕ – да ли су присутни недостаци у односу на постојећи layout и које су промене неопходне при измени layout-a. Да ли задовољавају грејање, вентилација, осветљење, ...

ЗАПОСЛЕНО ОСОБЉЕ – да ли је могуће побољшати кретања људи, да ли радник стално стоји и постоји ли могућност да седи.

ТРОШКОВЕ – идентификујемо све трошкове: материјал, рад, енергија, ...

ТРАНСПОРТ – анализа постојећег транспортног система, прилагођеност технолошком процесу и layout-у, пропусна моћ транспортних путева и да ли нешто мењати.

СКЛАДИШТА – да ли задовољава постојеће складиште, уска грла у међуфазним складиштима.

ИНФОРМАЦИОНЕ СИСТЕМЕ – међусобна повезаност одељења.

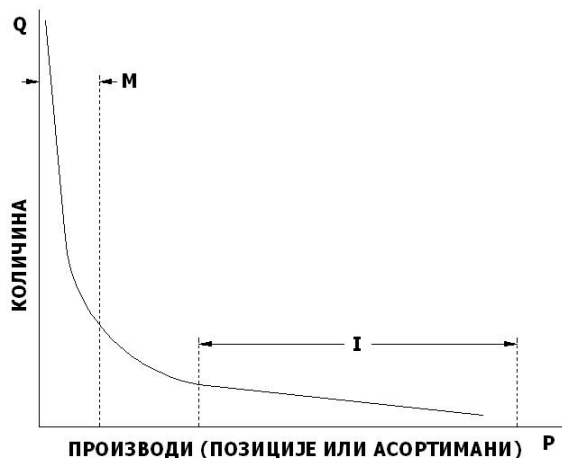
ЗАШТИТЕ НА РАДУ – анализа радне средине и постојећих мера заштите радника, загађеност гасовима, прашином, ...

26º ОСНОВНИ ПРИСТУП ПРОЈЕКТОВАЊУ**Пројектовање производних система (фабрика, радионица, ...) базира се на неколико основних елемената:**

- A. Производ или материјал који се производи (P); подразумева се производ или материјал који се израђује у датом погону; обликован или обрађен део.
- B. Количина (Q) односно обим колико ће да се производи.
- A. и B. – основ за изградњу технолошког пројекта и директно/индиректно утичу на формирање layout-a.
- C. Технолошки процес (како то произвести); значи технолошки процес и редослед извођења операција (R). Технолошки процес се даје на документацији (технолошке карте, операционе листе, дијаграм процеса израде).
- D. Одељења, радионице и постројења за опслуживање производње и обезбеђење услова рада (s).
- E. Елемент који утиче на коначно решење layout-a је време (T) и повезује остале претходне елементе. Омогућује синхронизован рад свих учесника процеса производње. Време извођења појединих операција одређује потребан број машина.

R. Muther ових 5 елемената назвао је азбуком пројектанта са којом почиње пројектовање нових или реконструкцију постојећих објеката, а почетак је најтежи део пројекта.

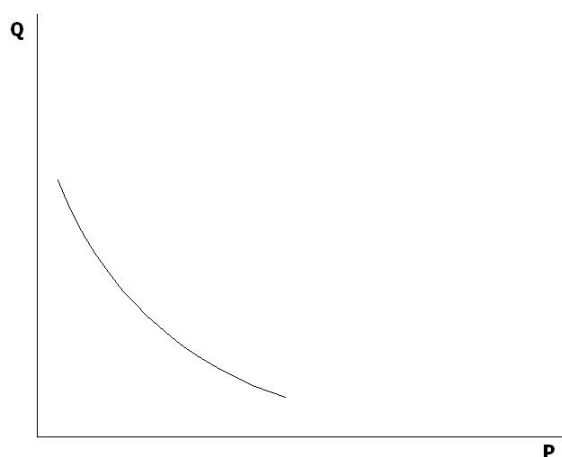
27^о P – Q АНАЛИЗА



Основни елементи на којима се заснива избор решења производног постројења су производи (P) и обим производње (Q). P – Q анализа представља базу за одлучивање пројектанта, који ће основни тип производње да усвоји, како ће да изврши распоред производне опреме, да ли да усвоји јединствен производни систем у оквиру једне радионице или да се изврши подела на два, три или више система. Ова анализа обухвата упоређивања односа броја различитих производа и количине у којој се производе.

Прво се врши груписање производа, а затим се израчунавају количине за сваку групу.

Најповољније је раздвојити радионичку производњу од линијске.



Са леве стране криве P – Q дијаграма налази се релативно мали број производа који се израђују у великим количинама (масовна производња). Са десне стране криве је велики број различитих производа који се израђују у релативно малим количинама (погодно за појединачну – малосеријску производњу). Средњи део криве представља комбинацију ова два распореда машина или радних места.

Када P – Q дијаграм има облик као на слици лево, погодно је усвојити јединствени layout.

Постоје ограничења примене P – Q дијаграма и то посебно када су производи или процеси потпуно различити.

Тада се подела на појединачне радионице заснива на

другим факторима (материјал, квалитет, облик, ...).

28^о ФОРМИРАЊЕ LAYOUT-A

Основу за формирање layout-a чини ток технолошког процеса (код пројектовања радионица) или функција објекта (код пројектовања складишта).

Код производних погона распоред опреме и радних места формира се на четири начина:

- груписање машина према врстама послова које ове обрађују (тзв. прекидни системи);
- према производу, односно према редоследу извођења технолошких операција (груписање машина према редоследу послова), тзв. континуални системи;
- комбинована два претходна начина (производње у „ћелијама” или групна монтажа, флексибилна монтажа);
- са фиксним позицијама производа.

Распоред опреме у складиштима се изводи према функцији коју обављају. Код складишта основна функција је чување залиха, тако да је значајније искоришћења простора од трошкова транспорта.

29^о ПРЕКИДНИ СИСТЕМИ

Распоред машина и радних места обично се примењује у појединачној и малосеријској производњи (на истом месту – погону се и производе и монтирају производи).

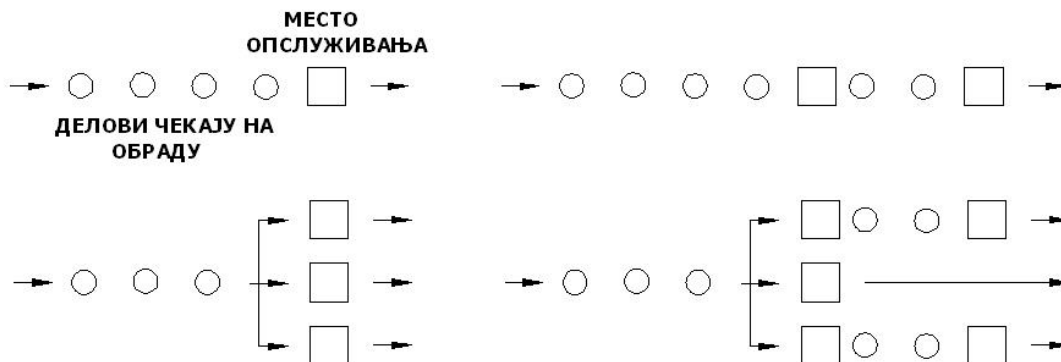
МАШИНЕ, РАДНА МЕСТА групишу се према функцији коју обављају (нпр. груписање машина према врсти обраде).

Карактеристике:

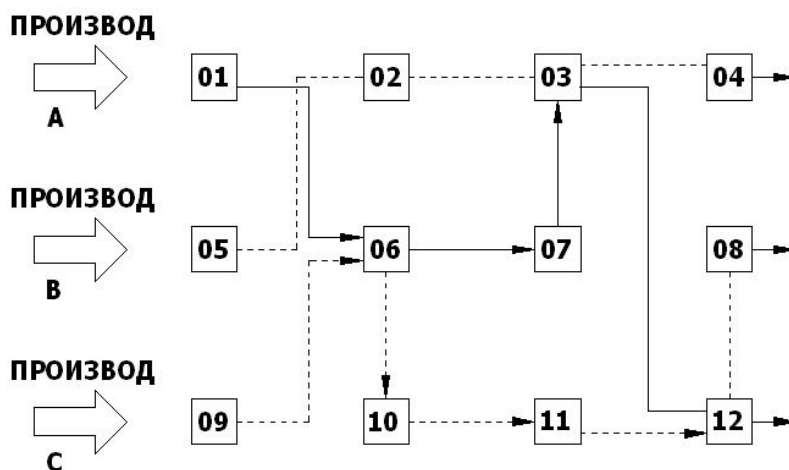
- сваки производ има различит скуп операција и различит редослед;
- извођење процеса производње (време за део) варира зависно од броја операција и обима производње;
- технолошка документација говори колико је времена потребно да би се тај део урадио.

Машине, радна места или одељења могу да се посматрају као места за опслуживање (важи теорија редова чекања).

Постоје четири основне конфигурације система опслуживања:



Прекидни систем може да се замисли као **МРЕЖА** састављена од различитих подсистема чекања са различитим путањама кроз систем.



Локације које имају највећу интеракцију поставити једну до друге. Близина локације за обраду смањује трошкове транспорта.

Укупни трошкови кретање материјала за дати layout одређују се:

$$T = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n N_{ij} \cdot l_{ij} \cdot c_{ij} \quad i, j = 1, \dots, n$$

N_{ij} – број циклуса између локација,

c_{ij} – трошкови по јединици пута између локација,

l_{ij} – растојање између локација,

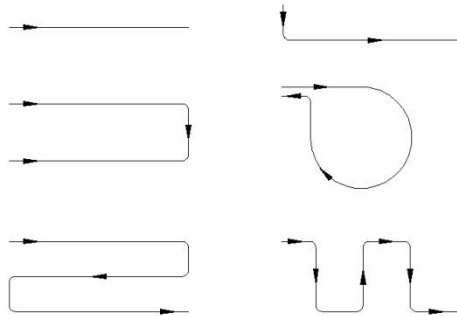
n – број локација.

Карактеристике прекидних система:

- A. погодни за мале обиме производње и широк асортиман производа,
- B. економичнији су када се захтева флексибилност (због универзалних машина),
- C. широк обим производње (асортиман) => захтевају се ВКВ радници
- D. велики обим транспорта у производњи,
- E. дуго задржавање позиција у процесу, тј. велика количина недовршене производње,
- F. релативно мала инвестициона улагања.

30° КОНТИНУАЛНИ СИСТЕМИ

Производна линија представља уређени радионички простор у коме се операције нижу **НЕПОСРЕДНО ЈЕДНА ЗА ДРУГОМ**, тако да се производ креће одређеном брзином кроз низ операција које се међусобно допуњују и омогућују једновремени процес рада дуж линије. Остварење линијског распореда примењује се у **МАСОВНОЈ И СЕРИЈСКОЈ** производњи. Машина се постављају према редоследу технолошких операција. Распоред радних места у погонима монтаже треба да одговара распореду кретања делова, по етапама монтаже. При томе layout треба да обезбеди кретање компоненти између појединих монтажних операција, по најкраћим путањама. Основни токови континуалних система су фиксни и прате путању која може да буде различитог облика.

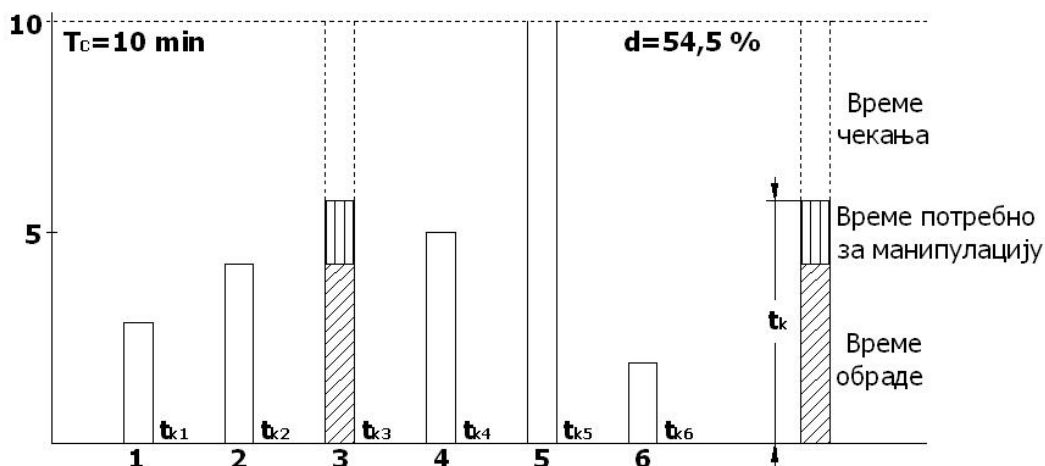


Зависно од врсте и асортимана производа, обима производње, усвојене технологије, следећи основне токове layout може да се развије на различите начине.

Једини проблем је равномерно кретање производа дуж линије, односно **ВРЕМЕНСКО УРАВНТЕЖАВАЊЕ** извођења појединих операција, **СИНХРОНИЗАЦИЈА** опреме, људи према заједничком фактору уравнотежења – **ТАКТУ**, који се обично дефинише као време по радном месту.

Боље је уравнотежење у „правим“ континуалним системима (производња шећера, уља, ...) у односу на уравнотежење операција код машинске обраде.

Критеријум минимизирања времена циклуса за дати број радних места (формула за уравнотежавање):



Време такта пројектоване линије одређује се према **УСКОМ ГРЛУ**, а **основни критеријум је минимизација изгубљеног времена:**

$$d = \frac{n \cdot T_c - \sum t_{ki}}{n \cdot T_c} \cdot 100 [\%]$$

d – изгубљено време,

n – број радних места дуж линије,

T_c – време такта,

$\sum t_{ki}$ – сума највећих времена извођења појединих операција у оквиру такта.

НЕОПХОДНИ УСЛОВИ

Морају да постоје извесни услови да би линијска производња могла нормално да функционише и да њено функционисање буде једноставно:

- A. производни програм мора да буде сталан за дужи временски период,
- B. обим производње мора да буде довољно велики да покрије трошкове линије,
- C. мора да буде мали асортиман производа и велике количине,
- D. времена извођења појединих операција морају бити приближно иста,
- E. производ мора да буде тако конструисан да обезбеди лако склапање на линији.

ПОСТУПАК ПРОЈЕКТОВАЊА

На почетку разраде пројекта одредити:

- 1) најбољи дневни и недељни обим производње,
- 2) специфицирати операције са редоследом (усагласити са тактом),
- 3) такт (као време трајања/извођења свих операција по радном месту, значи да после сваког такта са линије излази један готов производ),
- 4) проблем уравнотежавања операција по временима (дефинисање такта према уском грлу линије).

Уравнотежење линије је комбинаторни процес који има за циљ максимизацију искоришћења радних места и минимизацију изгубљеног времена. Уравнотежење линије – често се деси да се добро уравнотеже операције у времену а да се не испуни задати обим производње.

УРАВНОТЕЖЕЊЕ ПРОИЗВОДНИХ ОПЕРАЦИЈА НА ЛИНИЈИ може да се обави на следећи начин:

- A. побољшањем начина извођења операција (промена технолошког процеса, примена одговарајућих алата и прибора),
- B. увођењем паралелног рада за извођење дате операције,
- C. постављање међуоперацијских складишта. Место на коме се акумулира материјал који чека на неку операцију. Постављају се на местима напајања линије материјалом, на прелазу једне линије на другу.

Капацитет ових складишта:

$$Z = Q_L \cdot T_z = \frac{T_z}{T_c}$$

Q – обим производне линије,

T_z – просечно време застоја,

Z – број комада дате позиције,

T_c – време такта.

- D. продужавањем радног времена машине и радника код извођења операција које представљају уско грло.

УРАВНОТЕЖЕЊЕ ОПЕРАЦИЈА НА ЛИНИЈАМА МОНТАЖЕ остварује се:

- A. поделом операција и расподелом по радним местима,
- B. увођењем паралелног рада,
- C. постављањем најспособнијих радника на месту где је уско грло,
- D. продужавањем радног времена радника
- E. постављањем међуоперацијских складишта
- F. постављањем помоћних радника (за манипулацију и дотур материјала).

31º КОМБИНОВАНИ СИСТЕМ

Комбиновањем два претходна распореда машина и радних места долази се до концепта производње по принципу тзв. **ГРУПНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ** и стварања тзв. **ФЛЕКСИБИЛНЕ ПРОИЗВОДЊЕ**. Постоји извесна аналогија између производње по принципу групне технологије, флексибилне производње и групне монтаже (сва три обухватају средњи део Р – Q криве).

ГРУПНА ТЕХНОЛОГИЈА подразумева организацију производних средстава у групе или ћелије, где свака од њих преузима потпуну производњу једне фамилије компоненти са сличним карактеристикама. Примена групне технологије има два корака:

1. Одређивање делова који имају исти или сличан редослед операција. Постоји више метода за идентификацију чланова фамилије: искуство стручњака (мање радионице), компонентама се додељују кодирани бројеви који описују све значајне карактеристике, користе се програми за идентификацију.
2. Производна опрема се распоређује у ћелије – свака фамилија делова има своју ћелију која функционише са извесном аутономијом.
Постоји могућност кооперације између ћелија (ако нису добро искоришћене).

Карактеристике ЋЕЛИЈСКЕ производње:

1. краћи транспортни путеви и мања манипулација материјалом;
2. краће време наручивања;
3. мања количина недовршене производње (80[%] мање него код класичне радионичке производње);
4. мање количине материјала у међускладишту;
5. мањи шкарт;
6. боље искоришћење опреме него у линијској производњи;
7. релативно висока продуктивност;
8. велика инвестициона улагања.

ГРУПНА МОНТАЖА је произишла из потребе брзог прилагођавања жељама потрошача јер у задњих 30 година у ауто индустрији долази до наглог пораста броја варијанти по производу и опадања броја јединица по варијанти.

Овде целокупну производњу преузимају аутомонне радне групе специјализоване по појединим групама послова. Транспорт између група изводи се AGV колицима.

Карактеристике групне монтаже:

1. висока продуктивност,
2. лакши радни услови и боља мотивисаност радника него код линијске производње,
3. дозвољена је варијација такта производње у релативно широким границама,
4. релативно ниски трошкови транспорта,
5. нема укрштања транспортних путева,
6. лакше управљање производњом,
7. поремећаји у раду ретко утичу на заустављање целог система.

32º СИСТЕМИ СА ФИКСНИМ ПОЗИЦИЈАМА ПРОИЗВОДА

Код решења layout-а са фиксним позицијама производа, производ је стационаран, док му се ресурси (људи, опрема, алати и материјал) приносе. Овакав начин производње примењује се код производа веома великих габарита и масе: бродови, авиони, производи који се склапају на сопственим темељима (мостови, котлови).

Производни програм обухвата веома мали асортиман производа који се израђују у малим серијама или најчешће појединачно. Ове врсте layout-а се примењују када димензије, масе, трошкови и други фактори показују да је непожељно или непрактично покретати производ кроз систем.

33^о ФЛЕКСИБИЛНИ ПРОИЗВОДНИ СИСТЕМИ

ФПС треба да омогуће **ПРОИЗВОДЊУ МАЛИХ СЕРИЈА ПРОМЕНЉИВИХ ВЕЛИЧИНА** према посебним захтевима потрошача у дизајну, конструкцији и функцији као и времену испоруке. При томе је основни циљ интеграција информација и токова материјала кроз сва одељења предузећа (основа за развој CIM концепта).

ФПС је један интегрални рачунарски управљан комплекс састављен од NUMA са аутоматском манипулацијом алата, материјала и уређаја за аутоматско мерење и тестирање, који са минимумом мануалне интервенције може да израђује ма који производ из дате фамилије производа у облику својих могућности.

Разликују се следеће категорије ФПС-а:

1. флексибилна производна јединица FPU (једна NUMA),
2. флексибилна производна ћелија FPC (бар две NUMA или више, складиште са палетама и аутоматски измењивач палета и алата),
3. флексибилни производни систем FPS (две или више FPC повезане аутоматским транспортним системима AGV).

Подсистеми ФПС-а:



ТРАНСПОРТНИ ПОДСИСТЕМ ФЛЕКСИБИЛНОГ ПРОИЗВОДНОГ СИСТЕМА

Своје највеће предности **ФПС** остварује захваљујући транспортном систему (у поређењу са осталим производним системима).

Транспортни подсистем ФПС-а састоји се од:



Основне функције транспортног система су:



СИСТЕМ АУТОМАТСКИ – програмски управљачких колица (**AGV**) је тренутно најсавременији систем флексибилног подног транспорта.

AGV следи транспортну стазу (укопану жицу у поду) утоварно/истоварних јединица и контролно-управљачких система.

Постоје типови AGV колица за лаке терете, палетна колица, колица за превоз јединичног терета:

- **AGV** за превоз јединичног терета – опремљена механизмом за спуштање/дизање терета (примена: складишно дистрибутивни системи),
- палетна **AGV** колица – користе се у складиштима, на предњој страни имају виљушку (подизање до утоварних станица).
- **AGV** за лакше терете – до 250кг (превоз малих делова кроз погон),
- **AGV** за монтажу – преносе основне склопове, подсклопове за монтажу

ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ФЛЕКСИБИЛНЕ ПРОИЗВОДЊЕ:

- **ПРОИЗВОДНА ФЛЕКСИБИЛНОСТ** - лакоћа са којом систем може да се подеси да производи различите делове.
- **ФЛЕКСИБИЛНОСТ МАШИНЕ** – лакоћа којом се машине могу подесити (алати, прибори,...) да израђују делове дате фамилије.
- **ФЛЕКСИБИЛНОСТ ПРОЦЕСА** – способност да се производи дати скуп делова од различитих материјала на више начина.
- **ФЛЕКСИБИЛНОСТ ПРОИЗВОДА** – способност да се прихвати производња нових производа економично и брзо.
- **ФЛЕКСИБИЛНОСТ ОБИМА**
- **ФЛЕКСИБИЛНОСТ ПРОШИРЕЊА**

ФПС се пројектују за извођење следећих процеса: обраду метала стругањем, деформацијом, монтажу и заваривање. Највећи број ФПС-а се користи за обраду метала резањем зато што су производне карактеристике процеса (t_g , димензије, облик) погодни за флексибилну производњу.

Основне карактеристике радне снаге у ФПС

01. захтева се радна снага мултидисциплинарно обучена;
02. долази до трансформације структуре запослених (прелазак са мануелног на ментални рад);
03. пораст продуктивности запослених;
04. радници ослобођени извођења тешких физичких операција;
05. смањење броја запослених;
06. радник комуницира са пословођом;
07. радник има мање контакта са машином (већа сигурност у раду);
08. постоји могућност промене радника пошто рачунар управља процесом који не региструје улазак радника у радни простор;
09. систем негативно утиче на психолошке услове рада (монотоност);
10. радник контролише процес и 99% радног времена ништа се не дешава, а у осталих 1% дешавају се проблеми где се захтева тренутно одлучивање, а радници нису за то припремљени па то доводи до стреса.

FAS (флексибилни системи за монтажу) и FPS

Захтеви при пројектовању FAS –а

1. производ почиње да се склапа са основном компонентом на коју се постављају остале компоненте,
2. компоненте треба пројектовати да се постављају одозго,
3. претходно је потребно формирати подсклопове.

Опрема:

- FAS: роботи (IR)
- FPS: машине

(IR) (роботи):

- FAS: роботи мењају аутоматски алате и учествују у монтажи
- FPS: манипулација материјалом и алатом, мања тачност робота, сензорска тачност такође мања

Време циклуса:

- FAS: много краће него код FPS (број компоненти којима се рукује у јединици времена је много већи)
- FPS: велико

LAYOUT ФЛЕКСИБИЛНЕ ПРОИЗВОДЊЕ

Дефиниција: „Систем процеса интегрисан аутоматским транспортом чији је основни циљ производња са континуалним током при малим серијама и високим степеном флексибилности који треба да задовољи сталне промене тржишних захтева”.

Улога пројектанта система је да интегрише:

- производну опрему,
- транспортна средства,
- складишну опрему,
- опрему за рачунарско управљање.

Размештај опреме следи токове материјала и усвојени систем транспорта дефинише главне транспортне путеве.

Тенденција смањења залиха (редукција складишног простора) складишни простор постављен бочно у односу на производни погон.

34º РАЗМЕШТАЈ ОПРЕМЕ И ПРОСТОРА

Постоје 3 фазе диспозиције (размештаја) физичких средстава:

1. распоред објеката у оквиру ситуационог плана,
2. распоред радионица и одељења унутар једног објекта,
3. распоред у оквиру погона.

Ефикасан распоред опреме и простора у оквиру производног погона мора да задовољи критеријуме:

1. да се остваре минимални трошкови унутрашњег транспорта,
2. да се избегне укрштање транспортних путева,
3. да се остваре минимални инвестициони трошкови,
4. размештај опреме мора да омогући флексибилност у производњи,
5. да се минимизира број различитих типова уређаја унутрашњег транспорта,
6. да се омогући лако управљање производњом,
7. да се омогући проширење погона,
8. да се обезбеде погодни радни услови,
9. минимизација циклуса производње.

35º ФОРМИРАЊЕ ПРОСТОРНЕ СТРУКТУРЕ

У основи могу да се разликују два начина избора просторне структуре неког система

1. према интуицији,
2. према формираним правилима решавања.

ПРЕМА ИНТУИЦИЈИ – критеријуми меродавни за избор решења добијају се размишљањем једне или више особа које учествују у процесу одлучивања. Формирају се скице, модели (исечен од хартије) и разматрају алтернативе и међусобно оцењују. Ово је брз и непосредан начин доношења одлуке.

ПРЕМА ФОРМАЛНИМ ПРАВИЛИМА РЕШАВАЊА користе се модели који описују проблем размештања помоћу шема, матрица међузависности, дијаграмима, токовима... Такви модели постоје у литератури и главни је проблем изабрати праву методу.

Неки од критеријума који се користе при формирању просторне структуре:

- А.** Технички критеријум – интензитет тока материјала, дужина транспортног пута, време потребно за транспортовање.
- Б.** Економски критеријум – инвестициони, експлоатациони трошкови.
- Ц.** Критеријуми условљени системом – услови рада, врста енергије, лични контакт.

Размештај опреме може да се врши на два начина:

- 1. према врсти процеса: машине и уређаји се групишу према функцији коју обављају у специјална одељења.
- 2. размештај производне опреме према редоследу технолошких операција: опрема се поставља у линији (линијски распоред).

Поступак размештања локација се изводи тако што се планира целокупан простор односно уређење фабрике као целине, а потом формира распоред опреме у оквиру радионице.

Постоје два начина прилаза поступку распоређивања опреме и простора:

- 1. КВАНТИТАТИВНИ – међусобни однос појединих локација одређује ток технолошког процеса и количине материјала које се крећу кроз процес,
- 2. КВАЛИТАТИВНИ – када укључимо у разматрање све што утиче на одвијање процеса (кретање запослених, лични контакт, бука...) користи се када проток материјала нема утицаја на размештај опреме (када се транспортују мале количине).

ОДРЕЂИВАЊЕ ТРАНСПОРТНОГ УЧИНАКА

Распоред локација и опреме одређује низ чинилаца, а најзначајнији су количина материјала која се креће кроз дати процес као и ток технолошког процеса. Зато се у већини метода као основни циљ поставља **минимални ТРАНСПОРТНИ УЧИНАК при кретању материјала кроз процес:**

$$|\min| F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n q_{ij} \cdot l_{ij} \quad (i, j = 1, \dots, n)$$

F - укупни транспортни учинак,

q_{ij} – количина материјала која се креће кроз од i-те до j-те локације,

l_{ij} – дужина транспортног пута од i-те до j-те локације,

Транспортни учинак може да се изрази преко броја циклуса (N) које обави транспортни уређај.

$$F = \sum \sum N_{ij} \cdot l_{ij}$$

N_{ij} – број циклуса који се обави између i-те и j-те локације.

ТРОШКОВИ КРЕТАЊА МАТЕРИЈАЛА

$$|\min| F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n N_{ij} \cdot c_{ij} \cdot l_{ij} \quad (i, j = 1, \dots, n)$$
 величина јединичних трошкова од i-те до j-те локације

Значајан елемент за размештање опреме јесте растојање између појединих локација.

Растојање (d) одређује се на два начина:

- 1. праволинијско растојање између две тачке:

а. $d(P_1, P_2) = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$ $P_1(x_1, y_1)$ -тачке у Декартовом К.С.
 $P_2(x_2, y_2)$ - тачке у Декартовом К.С.

- 2. угаоно праволинијско растојање између две тачке:

а. $d(P_1, P_2) = (x_2 - x_1) + (y_2 - y_1)$

36^о МАТРИЦА ОД-ДО

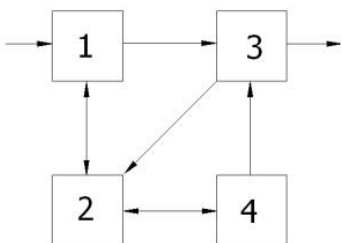
Код КВАНТИТАТИВНОГ приступа размештаја локација, опреме користи се матрица ОД-ДО и омогућава да се прикаже кретање материјала између појединих фаза производње.

Количина материјала која се креће може да се изрази:

1. бројем комада,
2. масом (t, kg),
3. бројем транспортних јединица (NTJ),
4. бројем транспортних циклуса (Nc).

Матрица ОД-ДО може да се користи и за приказивање **технолошке повезаности појединих локација при чему може да буде:**

1. ОРЈЕНТИСАНА – узима у обзир смерове кретања;
2. НЕОРЈЕНТИСАНА – приказују се само везе између појединих локација.

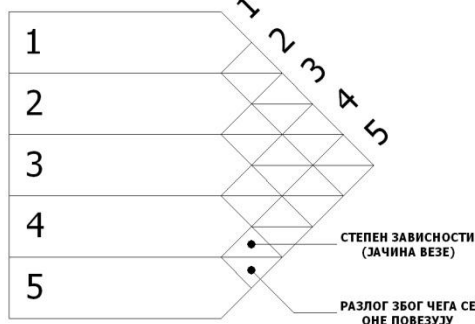


Структурна шема од 4 машине

	1	2	3	4		1	2	3	4
1	0	1	1	0	1	0	2	1	0
2	1	0	0	1	2		0	1	1
3	0	1	0	0	3			0	1
4	0	1	1	0	4				0
оријентисана					неоријентисана				
1 - једносмерна					2 - двосмерна				

МАТРИЦА МЕЋУЗАВИСНОСТИ АКТИВНОСТИ

Односи између функционалних целина, простора или машина могу да се прикажу помоћу ТРОУГЛАСТЕ МАТРИЦЕ у којој су дефинисане зависности између сваке поједине активности и осталих активности:



СТЕПЕН АКТИВНОСТИ

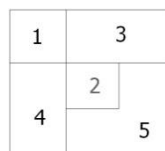
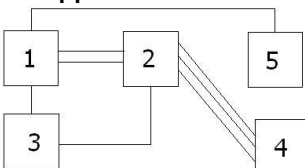
А – апсолутно неопходно
Е – веома важно
И – важно
О – потребно
У – неважно
Х – непожељно
ХХ – веома непожељно

РАЗЛОГ

1 – бука
2 – вибрације
3 – прашина

Редослед активности:

- формира се **КАРТА МЕЋУЗАВИСНОСТИ АКТИВНОСТИ** према квалитету веза између одељења,
- **ДИЈАГРАМ ЗАВИСНОСТИ** се формира на основу матрице међузависности активности,



- на основу дијаграма просторних веза следи коначни **РАСПОРЕД ОДЕЉЕЊА МЕТОДА ТРОУГЛА**

Ова метода названа је по томе што је распоред локација одређен положајем темених тачака једнакостраничног троугла задате странице (S).

Распоред машина или простора се изводи на основу **РАНГА СВАКЕ ЛОКАЦИЈЕ** (одређен је бројем или интензитетом транспортних веза између локација).

Када је потребно разместити 3 локације оне се постављају у темене тачке једностраничног троугла, положај 4-те локације зависи од интензитета везе са остале 3 локације

Ова метода не узима у обзир површину дате локације па се врши кориговање површина у складу са стварно потребном површином.

Функција циља:

$$|\min| F = \sum \sum q_{ij} \cdot l_{ij} \quad i, j = 1 \dots n$$

q_{ij} - интензитет транспортног тока између i и j

l_{ij} - растојање између i и j

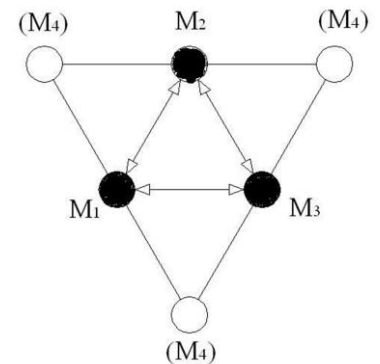
Ограничење: $l_{ij} = k \cdot s$

$k=1,2,3$

s - величина странице једнакостраничног троугла

Алгоритам:

1. формира се матрица ОД-ДО
2. на основу ОД-ДО одређује се ранг интензитета веза појединих локација
3. локације се размештају на троугластој мрежи тако да се у средину постави локација са највећим рангом а око ње остале.



Варијације постављања машине број 4

МЕТОДА КРУГОВА

Настала је као критичко разматрање методе троуглова.

За критеријум размештања опреме усваја се:

$$|\min| F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n q_{ij} \cdot l_{ij} \quad (i, j = 1, \dots, n) \text{ - транспортни учинак.}$$

Минимум функције циља добија се за најкраће (l_{ij}). То значи да **РАСТОЈАЊА ИЗМЕЂУ ЛОКАЦИЈА ТРЕБА**

ДА БУДУ ОБРНУТО ПРОПОРЦИОНАЛНА ИНТЕНЗИТЕТУ ТРАНСПОРТНЕ ВЕЗЕ ИЗМЕЂУ ЊИХ: $l_{ij} = \frac{1}{q_{ij}}$

Односно да се i -та локација достави у односу на j -ту локацију ма где на кругу радијуса $R_{ij} = \frac{1}{q_{ij}}$

описаном око j -те локације. Могуће је користити и фактор размене $R_{ij} = \frac{K}{q_{ij}}$ да би се добили полупречници

кругова у жељеној размери.

Алгоритам:

- А. формира се неорјентисана матрица ОД-ДО..
- В. усвоји се фактор размене и одреде полупречници кругова.
- С. одредимо најмањи радијус и он представља основу за даљи рад.

37º КРЕТАЊЕ МАТЕРИЈАЛА

Трошкови транспорта материјала износе 10%-80% производних трошкова.

Значај кретања материјала се још више потенцира када се узме у обзир изгубљено време производних радника на манипулацију и кретање материјала (предмета).

Трошкови транспорта материјала оптерећују цену производа.

Ове трошкове могуће је поделити на:

1. ДИРЕКТНИ ТРОШКОВИ:

- a. стални трошкови
 - i. амортизација
 - ii. осигурање
 - iii. анuitети
- b. променљиви трошкови
 - i. електрична енергија
 - ii. одржавање
 - iii. лични доходак транспортног радника
 - iv. режијски трошкови

2. ИНДИРЕКТНИ ТРОШКОВИ

- a. трошкови изгубљеног времена производног радника услед неблаговремене допреме материјала.
- b. трошкови недовољног временског искоришћења производне опреме због застоја у транспорту.
- c. трошкови услед оштећења у транспорту.
- d. плаћање пенала због закашњења.
- e. штета настала услед настрочног руковања транспортним средствима.

Да би се одредила **ЕФИКАСНОСТ СИСТЕМА КРЕТАЊА МАТЕРИЈАЛА** треба одредити време протока материјала:

$$T_{PM} = \sum t_o + \sum t_t + \sum t_w + \sum t_z$$

$\sum t_o$ – укупно време потребно за израду датог производа,

$\sum t_t$ – укупно време транспорта,

$\sum t_w$ – укупно време чекања условљено системом опслуживања,

$\sum t_z$ – укупно време застоја условљено организацијом процеса.

Коефицијент протока:

$$p = \frac{T_{PM}}{\sum t_o} \quad p \rightarrow 1$$

На коефицијент протока могуће је утицати:

- 1. минимизацијом циклуса транспортовања;
- 2. минимизацијом времена чекања:

$p \in (2 \div 10)$ – домаће фабрике,

$p \in (40 \div 50)$ – у појединим радионицама.

38° ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ РЕШАВАЊА ПРОБЛЕМА КРЕТАЊА МАТЕРИЈАЛА

Деф: Принципи представљају организовано знање, односно суштину акумулираног знања без непотребних детаља, у циљу лакшег разумевања и прихватања чињеница.

Принципи:

01. све активности кретања материјала треба да буду планиране (пројектоване),
02. пројектовање увек мора да обухвата цео систем кретања материјала,
03. планирање редоследа операција и распореда опреме треба да омогуће извођење различитих задатака,
04. методе и опрема који се користе треба да омогуће извођење различитих задатака,
05. елиминисање свих непотребних кретања,
06. омогућити максимално искоришћење простора,
07. користити средства механизованог и аутоматизованог транспорта,
08. при избору опреме разматрати све аспекте материјала, радних процеса, могуће промене транспортног задатка,
09. побољшати сигурност у раду,
10. планирати превентивно одржавање и направити план за одржавање целокупне транспортне мреже,
11. користити гравитацију за кретање материјала увек када је то корисно,
12. смањити однос „мртвог терета” према корисном терету,
13. смањити време утовара/истовара,
14. заменити застареле методе и опрему,
15. смањити време чекања на извођење операција,
16. ефикасност рада транспортног система се изражава преко трошкова по јединици терета који се транспортује (дин/t).

Најбољи начин за коришћење принципа је формирање листи за проверу које служе за уочавање транспортних проблема.

39° ПРИНЦИП ЈЕДИНИЧНОГ ТЕРЕТА

Принцип јединичног терета подрзумева транспортовање материјала на најефикаснији начин коришћењем најпогоднијег облика, величине **ТРАНСПОРТНЕ ЈЕДИНИЦЕ (ТЈ)**, користећи механизована средства у циљу смањења броја циклуса за дату количину материјала.

ТЈ може да садржи: комадни терет, расути терет, течност или гас и треба да буде тако обликована да се лако прихвата и транспортује, да омогући повезивање појединих транспортних операција и да то буде економичан начин транспорта.

ПРЕДНОСТИ коришћења јединичног терета:

- преношење великих количина материјала у једном циклусу транспортовања,
- боље и једноставније опслуживање,
- краће време утовара и истовара,
- јединствени облик терета који се транспортује,
- боља заштита терета,
- сигурнији транспорт,
- једноставније ускладиштење,
- смањење транспортних трошкова.

НЕДОСТАЦИ примене јединичног терета

- трошкови формирања палетне јединице (палетизација),
- трошкови расформирања транспортне јединице (депалатизација),
- захтевана механизована опрема за транспорт,
- проблем враћања празних транспортних јединица.

ИЗБОР ТРАНСПОРТНЕ ЈЕДИНИЦЕ

Проблем избора одговарајуће ТЈ је сложен, зато што јединични терет утиче на формирање транспортног система.

При избору ПАЛЕТЕ разматрати факторе:

- сврха примене (транспорт, ускладиштење, ...),
- материјал који се транспортује на палети (маса, облик, димензије, ...),
- транспортни систем и његова ограничења (конвејер, виљушкар, ...),
- складишни систем (регали, блок, ...),
- возила спољњег транспорта (носивост, димензије, ...),
- зграда (облик, отвори, врата, ...),
- начин слагања позиција или јединичног терета на палету,
- да ли је палета стандардна или не,
- однос између јединичног простора и простора за ускладиштење,

Кодирање јединичне запремине: $u^{1.1.1}$

Кодирање простора за терет: $u^{x,y,z}$ x – дужина y – ширина z – висина

ФОРМИРАЊЕ ЈЕДИНИЧНОГ ТЕРЕТА**Низ фактора утиче на модел слагања јединичног паковања на ТЈ:**

1. палета (тип и димензије),
2. јединично паковање (димензије, облик, маса),
3. транспортни уређај који се користи,
4. облик складишта,
5. карактеристике кретања,
6. трошкови формирања ТЈ.

СТАБИЛНОСТ ТЕРЕТА НА ТЈ

Стабилност терета на/у ТЈ није критична када се користе у процесима претовара и транспорта (судови и контејнери).

При коришћењу палета терет може да се слаже без посебног осигурања када су у питању јединична паковања погодног облика, масе, коефицијента трења између паковања и палете, тако да не дође до померања терета и поремећаја стабилности услед дејства инерцијалних сила и неравнина на путу.

Када је потребно обезбедити посебну стабилност (нарочито при транспорту возилима спољашњег транспорта) користе се **средства за причвршћивање терета:**

- траке,
- самолепљива трака,
- жица,
- пластична фолија.

Захватање јединичног терета ТЈ:

- подизањем помоћу куке или ужета,
- подизањем помоћу виљушки,
- помоћу специјалних уређаја за захватање.

40° КАПАЦИТЕТ УРЕЂАЈА КОНТИНУАЛНОГ ТРАНСПОРТА

Капацитет транспортног уређаја дефинисан је као количина *расутог* терета или број ТЈ која се пренесе у јединици времена.

Разликују се пројектовани и стварни капацитет:

1. **ПРОЈЕКТОВАНИ КАПАЦИТЕТ** – количина терета која се пренесе у јединици времена при номинално напуњеном уређају који носи терет при пројектованој брзини,
2. **СТВАРНИ КАПАЦИТЕТ** – одређен је експлоатационим условима рада и зависи од:
 - а. степена стварног искоришћења носивости елемената који носи терет η_ψ
 - б. временског искоришћења уређаја η_ϕ
 - с. стварних радних услова η_g (фактор готовости)

$$\eta_g = \frac{\sum T_{rada}}{\sum T_{rada} + \sum T_{otkaza}} \quad \eta_s = \frac{Q_s}{Q} = \frac{V_s}{V} \quad \eta_s = \eta_\psi \cdot \eta_\phi \cdot \eta_g$$

Q_s – стварни радни капацитет (t/h)
 Q – пројектовани капацитет уређаја

КАПАЦИТЕТ УРЕЂАЈА ПРЕКИДНОГ ТРАНСПОРТА

ТЕХНИЧКИ КАПАЦИТЕТ уређаја прекидног транспорта је:

$$Q = q_0 \cdot \eta_\psi \cdot N_c$$

q_0 – континуална носивост уређаја ,

η_ψ – степен искоришћења носивости,

$$N_c - \text{број циклуса уређаја, } N_c = \frac{1}{\sum t_i}$$

$\sum t_i$ – збир елементарних времена захвата и кретања које уређај направи за време једног циклуса.

41° ЕЛЕМЕНТИ ЗА ПОВЕЗИВАЊЕ, СПАЈАЊЕ И РАЗДВАЈАЊЕ

Основни задатак система унутрашњег транспорта је премештање терета, свођење неколико токова у један и расподела терета из једног тока у неколико.

Зависно од задатка који треба да испуне транспортни системи могу да се поделе на:

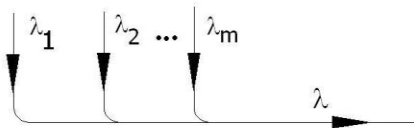
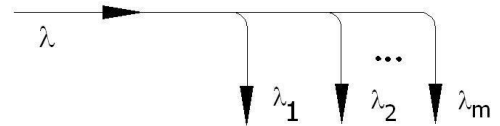
1. чисто транспортне,
2. претоварне,
3. покретна међускладишта,
4. за скупљање или расподелу терета.

СИСТЕМИ КОЈИ ТРАНСПОРТУЈУ ТЕРЕТ садрже основне елементе:

- елементи за повезивање: места допреме и отпреме служе за транспортовање или за сакупљање терета на простору између две тачке. Изводе се као средства непрекидног транспорта (конвејер) или прекидног транспорта (дизалица, колица...);
- елементи за растојање могу бити непрекидног и прекидног дејства: $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$
 1. непрекидног дејства – не долази до прекида тока, главни ток,
 2. прекидног дејства – када јединице скрећу у бочни ток;
- елементи за спајање обједињују два тока материјала λ_1 и λ_2 у један ток λ ; $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$. Ово је обрнут процес од претходног и такође може бити прекидан/непрекидан.

СИСТЕМИ ЗА РАСПОДЕЛУ обично предају терете на неколико палетних станица опслуживања:

$$\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_m, \text{ м-број токова}$$



СИСТЕМИ ЗА САКУПЉАЊЕ ТЕРЕТА обично премештају терет од неколико палетних станица опслуживања ка једном збирном месту.

Постоје три варијанте повезивања:

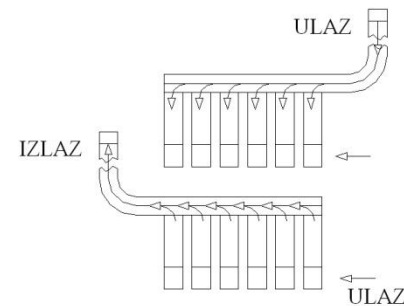
1. оба система су потпуно аутономна:

Предности варијанте 1:

- могућност утовара/истовара на разним местима,
- могућност проширења система,
- једноставно управљање и организација.

Мане варијанте 1:

- висока цена опреме,
- велики простор за систем.



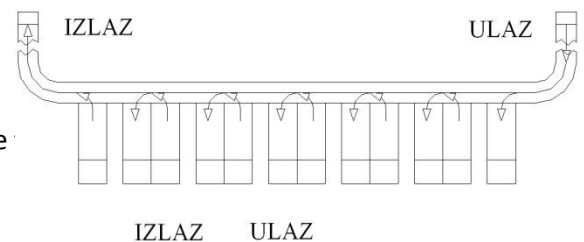
2. делимично комбиновани систем са општим магистралним елементом који служи за транспорт до станица опслуживања:

Предности варијанте 2:

- сједињавање у простору и времену довоза и отпреме
- знатно мањи трошкови за транспортне уређаје.

Мане варијанте 2:

- зависност операција пријема и отпреме терета
- недовољна могућност проширења
- потреба за средствима за управљање



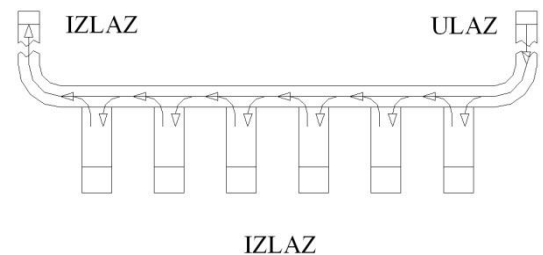
3. потпуно комбинован систем, елементи за повезивање почетне и крајње тачке транспортовања обезбеђују кретање терета у оба правца:

Предности варијанте 3:

- ниски трошкови улагања у транспортне јединице.

Мане варијанте 3:

- немогуће проширење система.



ЦИЉ ЈЕ МАКСИМАЛНИ ПРОТОК $\mu = \frac{V}{S}$ за непрекидни транспорт; S - корак, v - брзина кретања

УВОД У АНАЛИЗУ

Проблеми који се посматрају:

- кретање материјала,
- извођење операција процеса.

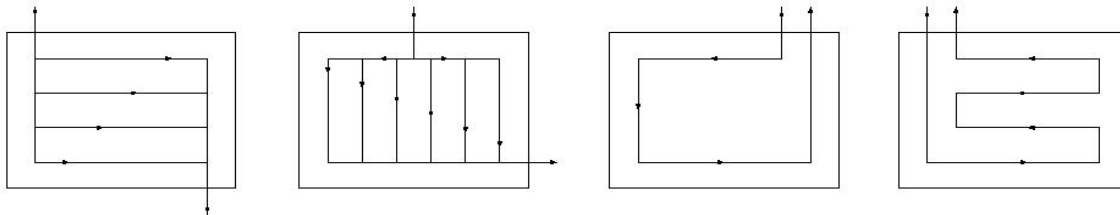
Анализа кретања материјала треба да омогући успостављање односа између операција и активности а интензитет тока је мера тачности сваког пута. Прогресивно кретање материјала ка завршној обради.

Анализа кретања материјала изводи се из модела технолошких операција.

42^о МОДЕЛИ ЗА АНАЛИЗУ КРЕТАЊА МАТЕРИЈАЛА

ШЕМА КРЕТАЊА МАТЕРИЈАЛА

Представља **ГРАФИЧКИ ИЗРАЖЕН ПУТ** и смер кретања материјала кроз производни процес од сировине, односно полуфабриката, до готовог производа. Шема кретања материјала може да се развије у један или више праваца унутар погона и то у хоризонталном или вертикалном правцу зависно од захтева технолошког процеса.



Постављање ове шеме има велики утицај на величину зграде (приземна, вишеспратна). Место почетка (улаз у систем) и завршетка (излаз) ове шеме зависе од ситуационог плана односно положаја саобраћајница.

Шема кретања материјала може да се постави на два начина:

- као **ОПШТА** – карактерише размештај производних одељења и складишта,
- као **ПОСЕБНА** – унутар производног одељења која карактерише распоред машина и радних места у производном процесу.

При постављању шеме водити рачуна о следећим факторима који утичу на њен облик и величину:

1. да представља најкраћи могући пут материјала кроз производни процес,
2. да има затворени облик и да иде у једном смеру избегавајући укрштења и повратна кретања,
3. да омогући проширење погона без прекидања главних линија кретања,

Шема даје само графички приказ линије премештања материјала кроз производни процес, представља **ПОЛАЗНУ ТАЧКУ ПРИ ПЛАНИРАЊУ СВАКОГ ПРОИЗВОДНОГ ПОСТРОЈЕЊА.**

БЛОК ДИЈАГРАМ

Сваки елементарни блок овог дијаграма има значење трансформационог процеса где обично постоји математички однос улаза и излаза дат функцијом трансформације. Овај однос може да буде прост или сложен.

- блок представља груписање појединости зависно од наших потреба или сврхе,
- кретање материјала – сваки процес може да буде представљен 1 блоком,
- метод блок дијаграма је флексибилан (прилагођава се хијерархији постојећег система).

Конструкција блок дијаграма омогућава развијање комплексних описа на ма ком жељеном нивоу. Користи се код пројектовања нових и постојећих система.

Постоје три врсте елементарних блокова:

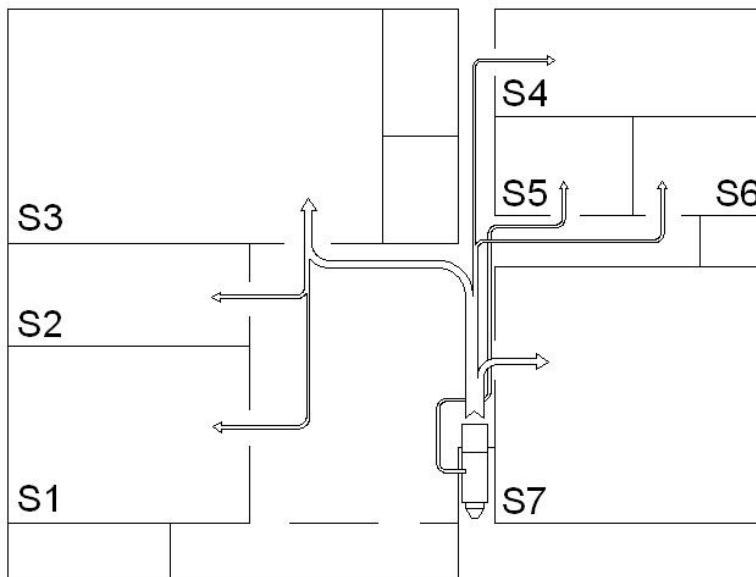
- трансформациони блок,
- блок одлучивања,
- блок повратне спреге.

Пример блок дијаграма за централизовано складиште.



ДИЈАГРАМ ТОКА

Дијаграм тока материјала је шематски приказ главних токова (смер, интензитет). Омогућује да се сагледају **УКУПНА КРЕТАЊА** у погону (укључујући и отпадне материјале) и да им се приближно одреде **ДУЖИНЕ ТРАНСПОРТНИХ ПУТЕВА**. Смер кретања се означава стрелицом. Количина материјала која се транспортује у датом правцу се приказује ширином тока у размери.



S – складишна јединица

ДИЈАГРАМ ПРОЦЕСА ИЗРАДЕ

На основу тога се увек подвлачи **ВИЗУЕЛНИ АСПЕКТ** анализе – то ће бити примењено и на дијаграм процеса израде, помоћу симбола:

- - ОПЕРАЦИЈА: намеран процес на једном објекту који му даје коначно стање (обликовање, обрада, склапање)
- - КОНТРОЛА: провера количине или квалитета
- ⇄ - ТРАНСПОРТ: кретање једног објекта или материјала са једног места на друго
- △ - ЗАСТОЈ: застој у процесу до следеће планиране операције
- ▽ - СКЛАДИШТЕЊЕ: планирана имобилизација објекта или материјала
- ▽ - МЕЂУФАЗНО СКЛАДИШТЕЊЕ: привремено складиштење између појединих фаза процеса
- КОМБИНОВАНЕ АКТИВНОСТИ: активности које се изводе истовремено приказују се комбинацијом претходних симбола

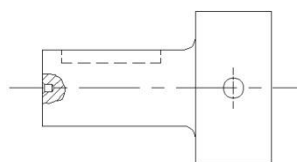
Дијаграм процеса израде приказује редослед операција и идентификује места контроле производа.

Симболи се постављају један за другим на вертикалној линији и показују ток производа.

Хоризонталне линије приказују напајање појединих токова компонентама.

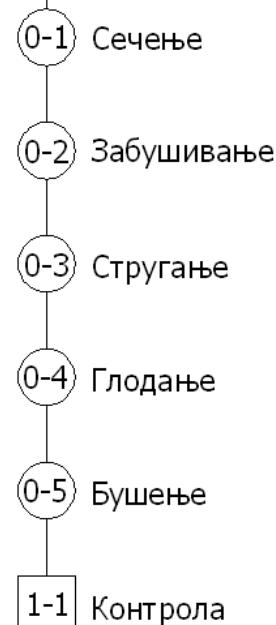
Операција и контрола се нумеришу полазећи од главног тока.

Поред сваког симбола за операцију уписује се време и опис активности.



Радни комад

Репроматеријал



ДИЈАГРАМ КРЕТАЊА МАТЕРИЈАЛА

Дијаграм кретања материјала се користи када је потребно детаљније описати поједине активности. Поред операција процеса и контроле прати и друге активности: транспорт, складиштење, застоје, ... Користећи симболе за ове активности формира се исти начин као дијаграм процеса израде.

ДИЈАГРАМ ПРОЦЕСА ИЗРАДЕ ЗА ВИШЕ ПРОИЗВОДА

Када је потребно анализирати већи број производа (S-10) користи се дијаграм процеса израде за више производа.

У првој колони се налазе операције, а у заглављу производ или позиција (Δ,β,...). Пут сваке операције одређен је помоћу претходно идентификованих операција.

Циљ layout-а је да се добије **ПРОГРЕСИВАН ТОК МАТЕРИЈАЛА** без повратних путева тако да се онда мења распоред операција док се не добије оптималан распоред.

Доток материјала

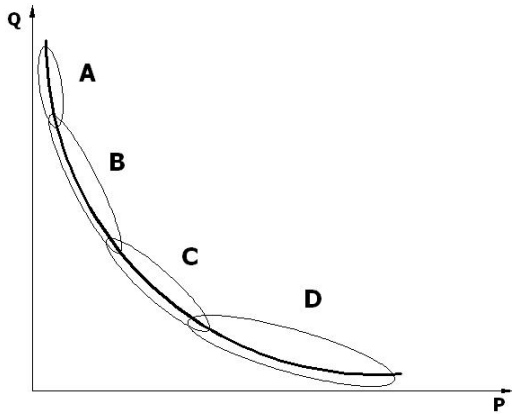


Операција	A	B	C	D
1. СЕЧЕЊЕ	①	①	①	
2. РИКЛОВАЊЕ	②			
3. ЗАВАРИВАЊЕ	③			①
4. ФАРБАЊЕ	④	②	②	
5. УТИСКИВАЊЕ				②
6. НАГРИЗАЊЕ				
7. ЛАКИРАЊЕ	⑤	④		③
8. ИСПИРАЊЕ	⑥	③	③	
9. ФАРБАЊЕ		⑤		

КАРТА ТОКА МАТЕРИЈАЛА

Надградња дијаграма кретања материјала, укључује у анализу времена свих активности, растојања између појединих локација, број извршилаца и опрему која се користи за транспорт.

КАРТА ТОКА МАТЕРИЈАЛА								
							Материјал	
							Паковање	
Редни број	Опис операције	Операција	Контрола	Застој	Складиштење	Растојање	Број радника	Опрема
1								
2								

ПОСТУПАК R.MUTHERA

Један од проблема са којим се пројектант сусреће јесте да зна коју методу за анализу кретања материјала да примени у датој ситуацији.

Поступак избора методе за анализу кретања материјала почиње Р-Q дијаграмом.

Зависно од асортимана производа и обима производње предлаже се следећи избор метода:

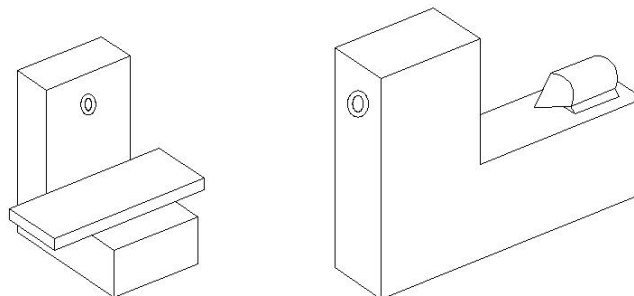
1. За један или неколико производа → дијаграм процеса израде или дијаграм кретања материјала.
2. За неколико производа (S-10) → дијаграм процеса израде за више производа.
3. За већи број производа потребно је оформити групе производа преко представника и онда применити 1 или 2.
4. За јако велики број различитих делова употребљава се матрица ОД-ДО.

43^о ДИСПОЗИЦИОНИ ПЛАН

Када је прорачуната потребна површина, усвојен распоред одељења, служби саставља се LAYOUT.

ДИСПОЗИЦИОНИ ЦРТЕЖ: црта се на основу зграде са спољним зидовима, уноси мрежа стубова, учртавају главни пролази, преградни зидови и унутрашња врата. На овако припремљеном плану размешта се опрема, учртавају дизалице са њиховим стазама, радна места...

РАЗМЕШТАЈ се најлакше врши помоћу шаблона од хартије или 3Д модела, габаритне мере опреме се узимају према најистуренијим деловима машине.

**Кад пројектујеш помоћу макета:**

- на мрежу у размери стављаш макете и онда вршиш мењање њихових позиција док не дођеш до решења. Размере 1:50, 1:100, 1:200

Изглед шаблона од хартије:



СТРУГ

СТУБНА БУШИЛИЦА

КАРУСЕЛ СТРУГ

Мора се водити рачуна о **ДИМЕНЗИОНИСАЊУ ОТВОРА и САОБРАЋАЈНИЦА.**

За тип уређаја се даје минимална величина врата (нпр.):

- 1,5 m – главни ходници за пролаз људи у радним просторијама (најмање),
- 1 m – споредни ходници,
- 0,7 m – сигурносни пролази – ради лаког опслуживања и чишћења оруђа за рад,
- 700 mm – ширина пешачког пролаза, потребна за опслуживање радног места или, манипулацију робом у складишту.

Саобраћајница (њена димензија) зависи од нпр. димензија терета, типа и носивости виљушкара....

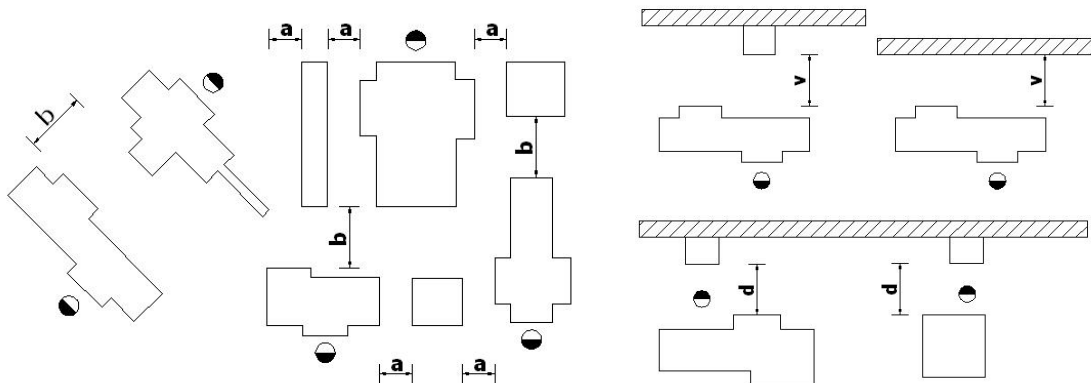
СТАНДАРДНА ЕВРОПСКА ПАЛЕТА 800 X 1200

ПОСТАВЉАЊЕ ОПРЕМЕ

Постоје нормативи за постављање алатних машина.

Величина радне зоне је минимално 800 mm.

Растојања између машина не узимају у обзир површине за постављање уређаја за транспорт и одлагање делова поред машина.



Положај опреме у односу на стубове објекта

ПОМОЋНЕ ПОВРШИНЕ

Површине санитарних просторија:

- Одељење за ручавање: $1 \text{ m}^2/\text{раднику}$.
- Здравствена станица: лекарска ординација $18\text{-}20 \text{ m}^2$, чекаоница 20 m^2 .
- Гардеробе: $0,5 \text{ m}^2/\text{радник}$ ($0,4 \times 0,5 \times 1,8$ за плакар).
- Санитарни објекти
 - $0,5 \text{ m}^2$ за писоар са пролазом (1писоар/20радника)
 - 1 m^2 туш кабина
 - $0,5 \times 0,4$ умиваоник
 - WC кабине: $1,2 \times 0,8 \text{ m}$
 - 1 кабина на 10-15 жена
 - 1 кабина на 20-25 мушкараца
- Канцеларије
 - $3 \text{ m}^2/\text{запосленом}$: администрација
 - $5 \text{ m}^2/\text{раднику}$: конструкциони биро.

ЕВАКУАЦИЈА РАДНИКА

Распоред и број излазних врата на приземним објектима треба да буду такви да одстојање најудаљенијег радног места и излаза не буде веће од 50 m, а код вишеспратних зграда то растојање до најближег излаза на степениште не буде веће од 30 m.

Ако зграда има више од 3 спрата и дужину до 30 m, онда мора да има најмање два степеништа довољно удаљена. Степеништа морају водити у слободан простор.

44^о СНАБДЕВАЊЕ ЕНЕРГИЈОМ

У фабрици се употребљава различита врста енергије: електроенергија, топла, хладна вода, компримован ваздух, кисеоник...

Технолошки процеси и операције у којима се примењују различите врсте енергије делимо на:

1. процеси и операције везани за обраду метала и њихов транспорт,
2. електрохемијски процеси,
3. високотемпературни процеси $T > 500^{\circ}\text{C}$,
4. средњетемпературни процеси $T \in [100 \div 500]^{\circ}\text{C}$,
5. нискотемпературни процеси $T < 100^{\circ}\text{C}$,

РАЧУН ПОТРОШЊЕ ЕНЕРГИЈЕ

Први начин:

Потрошња се рачуна по операцијама за сваки део једног производа, и врши се обрачун енергије за одељења. Цена енергије утиче на цену производа.

Други начин:

На основу инсталиране опреме и њеног режима рада врши се прорачун, и потрошња се своди на час.

СНАБДЕВАЊЕ ЕЛЕКТРИЧНОМ ЕНЕРГИЈОМ

Фабрике се у општем случају снабдевају електричном енергијом из опште мреже високог напона. У ТРАНСФОРМАТОРСКОЈ СТАНИЦИ која је смештена у кругу фабрике, електрична енергија високог напона се претвара у електричну енергију нижег напона, постоје случајеви када је потребно изградити интерну електрану (немогућност прикључка на општу мрежу). Електрична енергија се користи за: осветљење, електромоторе, електрохемијске процесе... (220V, 380V учестаности 50Hz).

Укупна инсталисана снага (сви потрошачи), према томе се димензионише трансформаторска станица.

$$G_z = \frac{P_m}{\sum P_i}$$

G_z – степен једновремене потражње,

P_m – највеће једновремено оптерећење (kW),

$\sum P_i$ – укупна инсталисана снага (kW),

$G_z = (0.6 \div 0.8)$ – линијска производња,

$= (0.3 \div 0.5)$ – радионице са малим степеном механизације.

СНАБДЕВАЊЕ ТОПЛОТНОМ ЕНЕРГИЈОМ

У радионицама се користи топлотна енергија у виду паре и топле воде за производне потребе и грејање. Снабдевање топлотном енергијом се врши из мреже енергетског система (градска топлана) или из фабричке котларнице. Потребна количина паре као и димензионисање котларских постројења врши се на основу производног процеса.

Потрошња паре: 0,1-0,2 kg/1t производа.

КОМПРИМОВАНИ ВАЗДУХ

У радионицама се компримовани ваздух користи за погон и опслуживање појединих машина и уређаја. Погон компримованим ваздухом имају: пнеуматске пресе, пнеуматски стезачи, пнеуматске дизалице.

Примењује се за продувавање делова после прања, чишћење делова, сушење производа пре површинске заштите, чишћење машина од струготине.

Компримовани ваздух се производи у компресорском постројењу и разводи цевном мрежом до потрошача. Ово постројење треба да буде димензионисано тако да сваком потрошачу обезбеди довољну количину ваздуха (одговарајући притисак и температура).

Уколико је неопходан ваздух под различитим притисцима у радионици онда компресорска станица мора да обезбеди највиши притисак и онда у комбинацији са редукционим вентилима да се добије жељени притисак.

Клипни у односу на турбокомпресоре троше $15\div 20\%$ мање електричне енергије. Турбокомпресори се примењују када је неопходно да се троши $60000\div 100000 \text{ m}^3/\text{h}$

Притисак излази из станице обично за 1атм већи од притиска у цевоводу због пада притиска у мрежи.

СНАБДЕВАЊЕ ВОДОМ

У фабрикама хладна вода се користи за животне потребе (санитарно чиста) и у индустријске сврхе. Снабдевање санитарном водом врши се из градске мреже или из сопствених бунара односно пумпне станице и резервоара.

Вода за индустријске циљеве мора да испуни услове:

- не сме да буде агресивна за човека,
- не сме да садржи велику количину чврстих честица.

Извори, реке, језера. На извору се поставе црпне пумпе и цевоводом транспортује вода до постројења. Да би се обезбедило сигурно снабдевање водом морају да постоје резервоари за воду. Из ових резервоара се узима вода у случају прекида градске мреже.

Просечна потрошња воде за 1т производа је $40\div 8 \text{ l}$ по смени у машиноградњи, $80\div 120 \text{ l}$ код производње СУС мотора. За хлађење ваздуха је потребно 10 m^3 воде. Да би се смањила потрошња воде употребљавају се уређаји за рециклацију и хлађење воде.

Санитарно чиста вода (потрошња у току једне смене):

- за пиће и кување $20\div 30 \text{ l/запосленом}$,
- купање, умивање $40\div 50 \text{ l/запосленом}$

СНАБДЕВАЊЕ ГОРИВОМ

Врсте горива: природни и генераторски гас, течна и чврста горива.

- **ПРИРОДНИ ГАС** – јефтин, доводи се из општег гасовода средњег притиска. На улазу у радионице постављају се регулаторске подстанице за одржавање задатог притиска. Погодан за високотемпературне процесе – термичку обраду.
- **ЕНЕРГЕТСКИ ГАС** – нискокалоричан и непогодан за примену код високотемпературних процеса. Производи се у гасогенераторима. 2х скупљи за загревање пећи од природног.
- **ТЕЧНО ГОРИВО** – мазут се чува у специјалним резервоарима. Ови резервоари се загревају паром и опремљени су пумпном станицом и мрежом цевовода.
- **ЧВРСТО ГОРИВО** – угаљ и кокс чувају се у посебним складиштима. Довозе се железницом, камионом, бродом.

Избор горива зависи од захтева погона, могућности набавке, транспортних трошкова.

45^о ФАБРИЧКЕ ЗГРАДЕ

При разради технолошког пројекта одређују се главни параметри зграде:

- 1) димензије основе,
- 2) распоред стубова,
- 3) положај поља и њихова висина.

Дужина поља (растојање између оса крајњих стубова):

$$A=(n-1)t$$

n – број стубова у реду

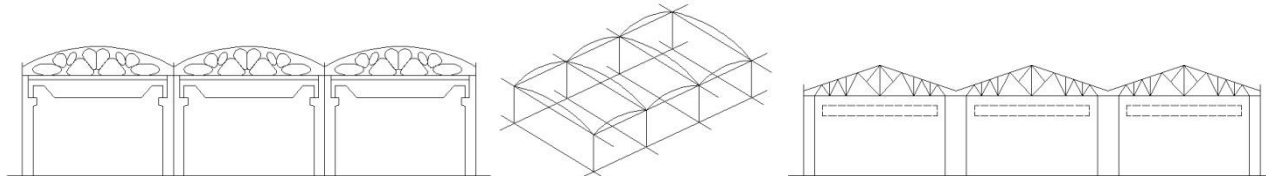
t – осно растојање између стубова

Висина поља (Н) представља растојање од пода до носеће кровне конструкције:

$$H = H_1 + h$$

H_1 – висина дизалишне стазе (од пода до горње ивице дизалишне стазе),

h – растојање од горње ивице дизалишне шине до појаса носеће конструкције крова.

**ПРИЗЕМНЕ ЗГРАДЕ**

Приземне зграде се често примњују у металопрерађивачкој индустрији, а нарочито при производњи тешких комада.

Пројектују се са основама правоугаоног и квадратног облика (економичније у односу на друге облике основа).

Зграде П и Ш облика у основи могу да се примене само у оним случајевима где постоји техноекономско оправдање. Најмања висина просторије у индустријским зградама обично износи 3 m. Висина просторија радионица и постројења за опслуживање производње се узимају од 3,5 до 4 m, а производних хала до 12 m.

Неки пут неопходно је постављање металних галерија на одговарајућој висини, а које се користе за обављање одређених процеса, нпр. монтаже, постављање опреме или за приручна складишта. На овај начин може да се повећа степен искоришћења производног простора и да се скрате поједини транспортни путеви.

Предности:

- 1) подови зграде постављени у истој висини са теретом,
- 2) једноставан прилаз у све просторије без постављања рампи, степеништа, дизалица,
- 3) могућност увођења железничког колосека у халу,
- 4) мања цена 1 m² него код спратних зграда,
- 5) равномерно природно осветљење свих просторија,
- 6) погодно за постављање на земљишту лошег квалитета,
- 7) флексибилне у односу на промене у производњи.

Недостаци:

- 1) велики топлотни губици,
- 2) заузимају велику површину.

СПРАТНЕ ЗГРАДЕ

Погодне су за примену у радионицама прецизне механике, електричних, радио и ТВ уређаја...

Вишеспратна зграда је посебно погодна за смештај општих служби, техничко-технолошког бироа....

У последње време се тежи ка примени једноспратних зграда (приземље и спрат). У приземљу се обично канцеларије, опште просторије, постројења за вентилацију, а основна производна одељења се постављају на првом спрату. При оваквом компоновању зграде стварају се погодни услови за опслуживање опреме. Зграде са спратом се примењују у случају да се не израђују производи велике масе.

Предности:

- 1) мања дужина транспортних путева (примена вертикалног транспорта),
- 2) мањи трошкови за одржавање и загревање зграде,
- 3) краћа мрежа за развод енергије,
- 4) могућност коришћења гравитације за транспорт материјала,
- 5) мањи терен него код приземних зграда.

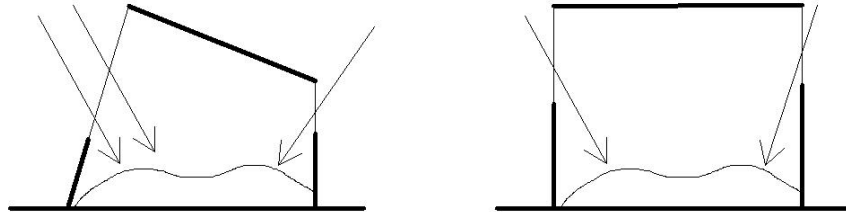
Недостаци:

- 1) скупља градња у односу на приземне зграде,
- 2) ограничено оптерећење међуспратних конструкција,
- 3) ограничена је површина зграде када се захтева дневно осветљење.

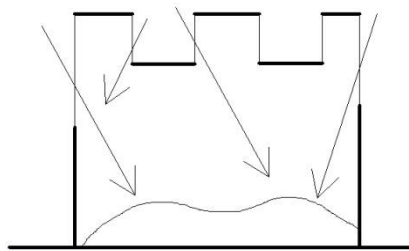
ПРИРОДНО ОСВЕТЉЕЊЕ ЗГРАДЕ

Природно осветљење зграде обезбеђује се пропуштањем дневне светлости кроз застакљене површине на зидовима или светларнике на крову. Најбоље је постављање прозора на зидовима (лакше је одржавање и смањује се могућност прокишњавања).

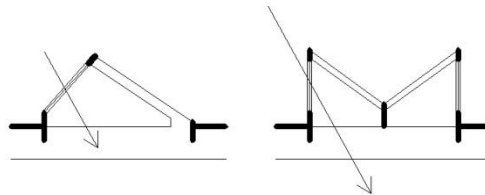
Латерално и билатерално осветљење:



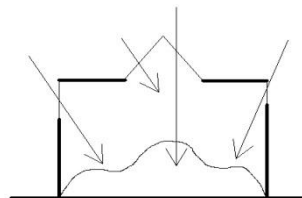
Када је у питању хала са више поља мора да се једно поље наизменично издиже у односу на друго, када се жели користити бочно осветљење.

**Осветљење кроз таваницу:**

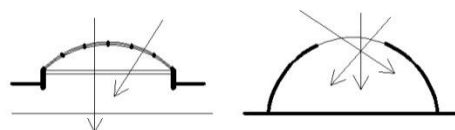
- 1) тестерасто кровна конструкција



- 2) постављањем специјалних светларника



- 3) специјални отвори на таваници



ВЕШТАЧКО ОСВЕТЉЕЊЕ

Зависно од врсте рада у фабрици (дат је табелом нпр. за неку операцију потребно је осветљење од неколико лукса (I_x)) пројектује се опште осветљење у фабрици односно одређује се укупан светлосни флуks кога морају да обезбеде сијалице.

Потребно је:

- 1) одредити број сијаличних места,
- 2) избор типа сијалице.

При избору типа сијалице водити рачуна:

- ефикасност давања светлости,
- повољну расподелу светлости,
- утицај одбијања светлости,
- предвидети постављање јаче сијалице,
- могућност одржавања почетне ефикасности и лакоћу периодичног чишћења.

Потребан светлосни флуks:
$$F = \frac{E}{\eta \cdot k} \frac{A}{k}$$

Светлосни флуks по светиљци:
$$F_1 = \frac{F}{n}$$

Постоје препоручене норме за размак између светиљки.

Собни индекс – зависи од врсте светиљке и висине на којој се налази од пода, димензија просторије.

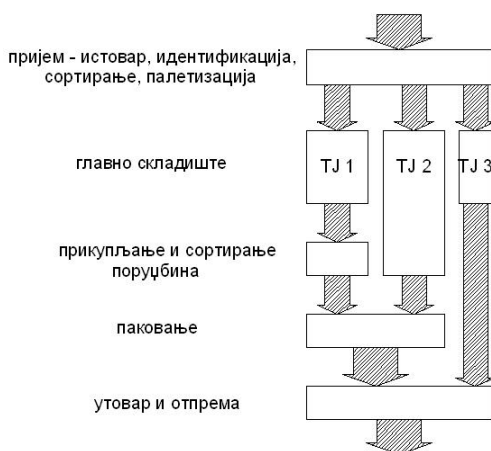
η – број који показује процентуално искоришћење светлосног флуksа за добијање осветљења, зависи од типа светиљки, обраде и боје зидова и плафона собног индекса и фактора одржавања.

46° СКЛАДИШТА

Складишта испуњавају два задатка у техници тока материјала:

- временско премошћавање,
- сортирање (скупљање, расподела и формирање залиха).

Као улаз у систем узима се место где се роба истоварује из уређаја који доноси робу. Излаз из система дефинише место где се роба отпрема, односно где се роба утоварује у уређај спољног транспорта који превози робу.



ФУНКЦИЈА СКЛАДИШТА – садржи следеће активности: пријем, идентификација и сортирање, отпрема до места складиштења, постављање у складиште, складиштење, узимање наруџбина, прикупљање и сортирање наруџбина, паковање, утовар и отпрема.

ПРИЈЕМНО СКЛАДИШТЕ

Укључује све активности у прихватању производа који се складиште:

- истовар уређаја којима се довозе производи,
- анализа документације у сврху планирања долазака, локације за складиштење, приоритети пријема,
- идентификација и сортирање производа (шта је примљено и где би требало да се ускладишти). Физичка провера робе,
- палетизација робе.

Ови поступци су у пракси увек везани са извесним задржавањем робе и поступком сортирања. У идеалном случају робу треба допремити у подручје пријема у стању погодном за складиштење, тако да се оствари минимално задржавање робе у овом подручју.

ГЛАВНО СКЛАДИШТЕ

Подручје главног складишта служи искључиво за премошћавање времена (временско премошћавање). У овом подручју могуће је остварити идеалан захтев да је ТЈ једнака складишној јединици, односно да се количина робе на транспортној јединици не мења.

Количина робе може да буде састављена од једног или више артикала.

Локација појединих палета у главном складишту одређује се на 3 начина:

- **СИСТЕМ СА СТАЛНИМ ЛОКАЦИЈАМА** односи се на стално означене локације у складишту. За сваки артикал је резервисан складишни простор. Између ознаке складишног места и броја артикла постоји чврста веза.
- **СИСТЕМ СА СЛУЧАЈНИМ ЛОКАЦИЈАМА**, овде се одређује локација појединих палета на бази слободног простора у складишту. Добија се уштеда складишног простора. Недостатак је што је тешко пратити сталне промене локација појединих палета.
- **ПОДЕЛА СКЛАДИШТА НА ЗОНЕ**, локације производа су фиксне у односу на задату зону али не и у оквиру дате зоне. У оквиру дате зоне се примењује систем са случајним локацијама.

Према НАЧИНУ УСКЛАДИШТЕЊА главно складиште може да се подели на:

- 1) Ручно складиштење (непалетизована роба),
- 2) Ускладиштење виљушкарком (палетизована роба),
- 3) Ускладиштење складишним дизалицама.

Код **СКЛАДИШТЕЊА У БЛОКОВИМА** транспортне јединице формирају блокове зависно од артикла. Код овог система складиштења могу да се примене само они типови ТЈ које могу да се слажу једна на другу. Добро искоришћење простора. Тешко се остварује FIFO. Код малог асортимана артикала.

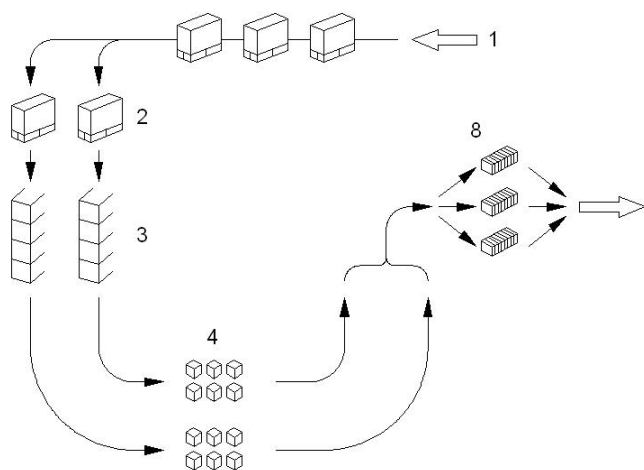
Код СКЛАДИШТЕЊА У РЕГАЛИМА извршена је подела:

- 1) **РЕГАЛ И ТЕРЕТ СУ НЕПОКРЕТНИ** (РС, ВРС). Висина конвенционалног регалног складишта 6-8m највише 12m. Ускладиштење на висину 6m виљушкарком. Високорегално складиште 7-30m (макс до 45m). Опслужује се високорегалним дизалицама. FIFO се лако остварује јер је директан приступ.
- 2) **РЕГАЛ НЕПОКРЕТАН А ТЕРЕТ СЕ КРЕЋЕ** – проточна складишта. Стазе са ваљцима у које се складиште ТЈ. Једно место за ускладиштење и једно за искиладиштење. До висине 30m.
- 3) **РЕГАЛИ И ТЕРЕТ СУ ПОКРЕТНИ** – велики део механике и управљања присутан код регала. Високо искоришћење складишног простора. Синхронизација покретања складишта регала са сваком операцијом.

ПРИКУПЉАЊЕ, СОРТИРАЊЕ ПОРУЏБИНА – КОМИСИОНИРАЊЕ

Основна функција овог подручја је **СОРТИРАЊЕ РОБЕ ПРЕМА ЗАХТЕВИМА ПОТРОШАЧА**. Јединице које излазе из овог подручја могу да буду различите од оних које улазе. То значи да јединице напуштају ово подручје у стању различитом од оног у којем су дошле и биле ускладиштене. Ово подручје такође може да садржи део временског премошћавања.

Ова активност обухвата селекцију (узимање) робе са складишних површина према захтевима потрошача. Селекција наруџби може да се врши директно у главном складишту или комисионом складишту (ефикаснији рад). Сортирање је мануални поступак, скуп је јер захтева велики број људи.



Испуњење наруџбина је критична складишна функција јер манипулација малих наруџбина чини овај посао интензивним, брзина селекције наруџбина директно утиче на квалитет услуге према потрошачима. Циљ овог подручја је минимизирање времена прикупљања и сортирања наруџбина. Функционално одвајање на главно складиште и складиште за припрему поруџбина (слика лево).

Из главног складишта наручене количине материјала (мање од количине коју прима ТЈ) узимају се из главног складишта и односе на место комплетирања поруџбина.

ПАКОВАЊЕ

После прикупљања и комплетирања наруџбине се пакују уколико је потребно да се обезбеди **ЗАШТИТА** за време отпреме. Сортиране поруџбине се састављају у јединицу способну за отпрему.

ОТПРЕМА

Транспорт на друго место унутар фабрике или утовар у средство спољњег транспорта.

УТОВАР И ОТПРЕМА

Веза између складишта и поручиоца, одношење поруџбине поручиоцу.

Активности овог подручја су:

- Преузимање упаковане робе из одељења за паковање,
- Улога међускладишта до одношења робе,
- Контрола паковања, адресирање и утовар.

ПЛАНИРАЊЕ ТОКА МАТЕРИЈАЛА

Сваки од подсистема складишта има свој транспортни систем, који се оптимизује у оквиру датог подсистема и треба да буде компатибилан са осталим транспортним системима. Примарна сврха транспортних система је да смањи трошкове складиштења кроз ефикасније коришћење рада.

При избору транспортних средстава треба узети у обзир следеће услове:

- Карактеристике производа.
- Ефикасност рада једног транспортног система се побољшава спајањем појединих терета → мањи број циклуса за ускладиштење.
- Природа и интензитет оптерећења система (ако се често мењају карактеристике производа боље је узети један флексибилан систем).
- Поузданост система.
- Могућност комбиновања рада са другим транспортним уређајима и могућност комбиновања рада у више подручја система.
- Ограничења која намеће постојећи простор за избор опреме.

ОБЛИКОВАЊЕ ПРОСТОРА СКЛАДИШТА ГОТОВИХ ПРОИЗВОДА

Висина ускладиштења зависи од карактеристика робе и опреме за ускладиштење, а дужина, ширина и конфигурација складишне зграде се решава у зависности од трошкова кретања робе кроз складиште.

На формирање складишног простора утичу:

- Карактеристике производа,
- Стање залиха, годишње потребе,
- Динамика одвоза и довоза робе,
- Опрема за транспорт и ускладиштење,
- Карактеристике зграде,
- Тип складишта: регали, полице,
- Локација складишта у односу на друге активности.

ПРОРАЧУН ПОВРШИНЕ СКЛАДИШТА**Површина складишта у општем случају:**

$$A_U = A_K + A_M + A_P$$

A_K – корисна површина на којој се чува материјал,

A_M – манипулативна површина (транспортни путеви, пролази),

A_P – помоћна површина (сигурносни пролази).

$$A_K = 1.2 \frac{N_{TJ} \cdot A_{TJ}}{n_y}$$

N_{TJ} – укупан број складишних јединица
 A_{TJ} – површина складишне јединице - блок складиште.
 n_y – број редова складишних јединица

$$A_K = A_{PM} \cdot n_x \cdot N_R$$

N_R – број регала у складишту
 A_{PM} – површина једног палетног места - регално складиште.
 n_x – број палетних места дуж регала

Манипулативна површина зависи од ходника за опслуживање регала, главних транспортних путева
Помоћне површине одређују се зависно од типа и облика зграде, усвојене опреме...

ПОКАЗАТЕЉИ РАДА СКЛАДИШТА**Основни показатељи рада једног складишта су следећи:**

1) Искоришћење површине складишта: $\eta_A = \frac{A_K}{A_U}$

2) Искоришћење запремине складишта: $\eta_V = \frac{V_{robe}}{V_{sklad}} = \frac{V_{robe}}{A_K \cdot H}$

3) Потребна површина за ускладиштење палете: $\eta_{AP} = \frac{A_U}{N_{TJ}}$

4) Потребна запремина за ускладиштење палете: $\eta_{VP} = \frac{V_{sklad}}{N_{TJ}}$

47^о ТЕОРИЈА РЕДОВА ЧЕКАЊА

Нашла је примену при планирању система за унутрашњи транспорт и складиштење у којима се јавља проблем стварања редова чекања на одређеним местима (места претовара, чекања на транспорт...).

Карактеристике овог проблема су следеће:

- Долазак материјала је у општем случају случајан догађај.
- Процес опслуживања се дешава у одређеном временском интервалу (према некој статистичкој расподели).
- Мора да се дефинише механизам опслуживања.
- Систем је означен са једним од 2 стања:
 - Настају редови чекања,
 - Број уређаја за опслуживање јњ превелики па су они недовољно запослени.

Користећи се одговарајућим моделом процеса (TRČ или симулација) потребно је наћи такву структуру транспортног система да се задовоље услови постављени транспортним задатком.

Теорија редова чекања се састоји од различитих математичких модела, који омогућују да се предвиди понашање неког система опслуживања.

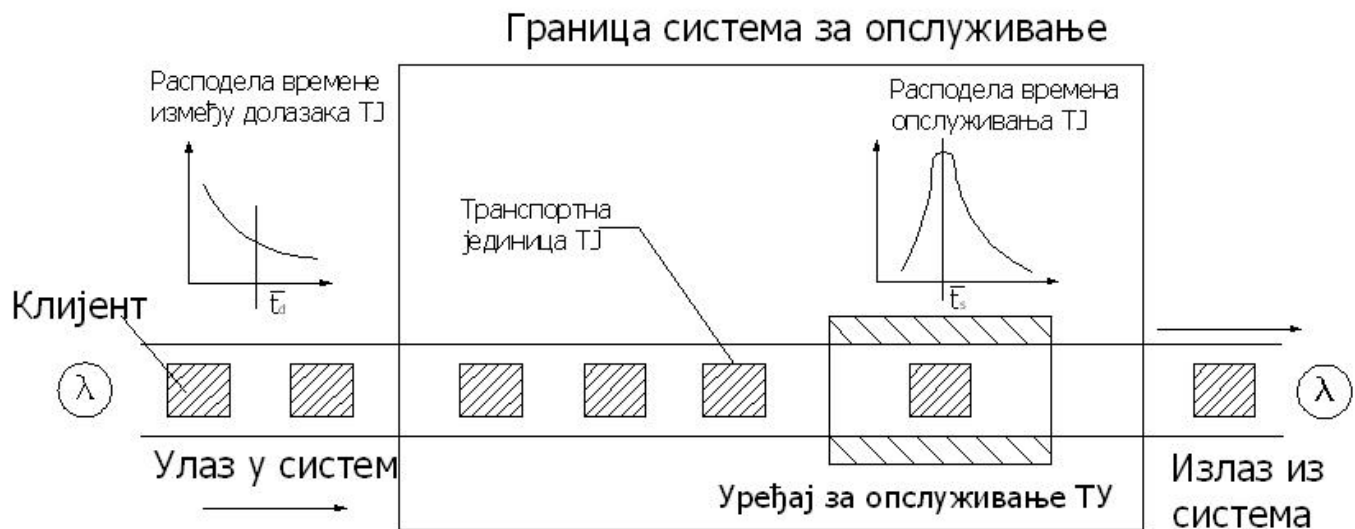
Редови чекања се појављују у систему када број јединица које желе опслуживање превазилази капацитет уређења за опслуживање.

Просечан капацитет уређаја за опслуживање (μ) мора да буде већи од просечног износа јединица које долазе у систем (λ), а редови чекања ће се појавити с времена на време.

Основне елементе система редва чекања представимо на примеру једноканалног (елементарног) система.

Основни елементи су:

- **ИЗВОР** – место из кога потичу јединице које захтевају опслуживање из практичних разлога (једноставнија анализа) узима се да је бесконачан:



- **УЛАЗНИ ПРОЦЕС** – узима се да је време између долазака TJ (t_{di}) независна случајна променљива (јер је извор бесконачан). Уобичајено је да се Poisson-ov процес узима као облик улазног процеса (ово има емпиријско оправдање).

Ако је број наилазака у систем дефинисан Поасоновом расподелом, тада су интервали између наилазака експоненцијално расподељени:

$\bar{t}_d$ - просечно време између долазака

$\lambda = 1/\bar{t}_d$ – интензитет (брзина) долазака

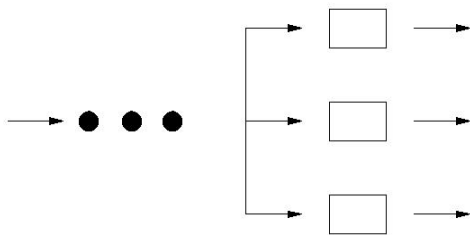
- **МЕХАНИЗАМ ОПСЛУЖИВАЊА** – дефинишу га:
 - Време опслуживања t_{si}
 - Капацитет опслуживања $\mu = 1/t_s$
- **ДИСЦИПЛИНА У РЕДУ ЧЕКАЊА** – критеријум по коме се врши селекција јединица које у реду чекају на опслуживање. Постоје следеће дисциплине:
 - FIFO – прва која дође, прва се опслужује
 - LIFO – последња која дође, прва се опслужује
 - SIRO – случајни избор TJ
 - PRI – према приоритету

- **КОНФИГУРАЦИЈА СИСТЕМА**

- Један канал и једна фаза опслуживања



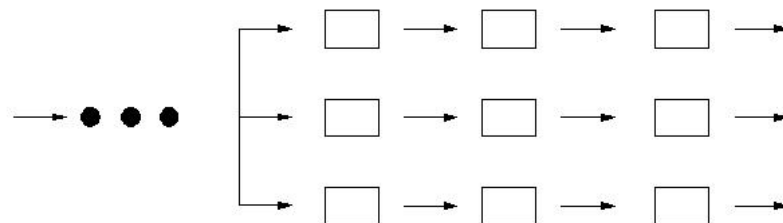
- Више канала и једна фаза опслуживања



- Један канал, више фаза



- Више канала, више фаза



- Сложени систем (комбинација претходних)

Вишеканални системи имају:

- Исте канале
- Заједнички ред чекања

Структуру једног система опслуживања карактеришу следећи параметри:

- Број јединица у систему (укључује се и она која се тренутно опслужује) - N_s
- Број јединица које чекају на опслуживање - N_w

- Време опслуживања - t_s
- Време задржавања јединице у систему - t_{ws}
- Време чекања јединице на опслуживање - t_w
- Интензитет протока (коефицијент оптерећења система) $\rho = \lambda / \mu$, где су $\lambda = 1/t_d$, $\mu = 1/t_s$

Услови за примену теорије редова чекања је њихова стационарност: $\rho < 1$ тј $\lambda < \mu$

Канделова обележавања:

M – време долазака има експоненцијалну расподелу

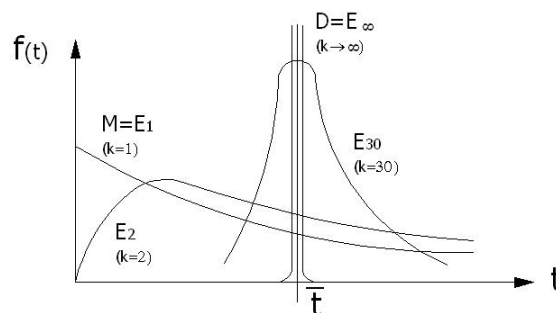
G – расподела општег типа

D – константно време долазака или опслуживања

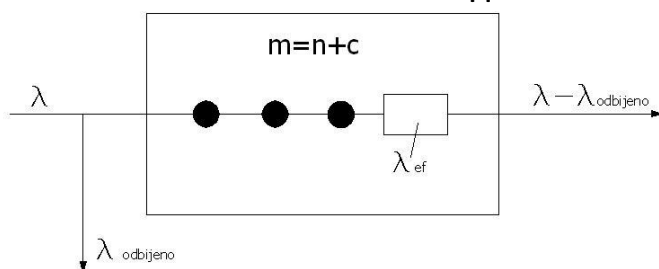
C – број канала у систему

За Ерлангов процес: E_k ($k=1,2,\dots$)

при чему $E_{0s}=D$, $E_1=M$



СИСТЕМ СА ОГРАНИЧЕНИМ РЕДОМ ЧЕКАЊА



Затворени систем опслуживања имамо у случају када:

- Један уређај опслужује више токова захтева
- Нови захтев се не може поставити док се претходни не опслужи
- У систему је увек коначан број јединица

Захтеви за опслуживањем настоји у самом систему.

Код тока који карактерише Поасонова расподела долазака и који се грана на K паралелних канала (узима се свака k -та јединица) долази до следећег: Поасонова расподела се претвара у Ерлангову k -тог реда. На пример ако се грана на 2 канала $\Rightarrow E_2$ итд.

Ако се међутим грана ток са Ерланговом расподелом, у каналима ће исто бити E_k само са промењеном средњом вредношћу.

Важи и обрнуто: $E_k(k/\lambda - \text{средња вредност})$ се може представити као сума k независних E_1 ($1/\lambda - \text{средња вредност})$ расподела.

УЛАЗНИ ТОК

Показало се да ако одређени поток догађаја посматрамо као збир великог броја независних потоца, где сваки сабирак показује незнатан утицај на суму, тада ће сумарни догађај потоца бити **ПОАСОНОВ**. Код већине случајева се добија задовољавајуће решење ако се претпостави да су потоци клијената Поасонов.

Улазни поток мора бити **ОРДИНАРАН** то јест да јединице долазе једна по једна (увек постоји неко мало време између долазака). Такође постоји и групно опслуживање.

РЕГУЛАРАН ПОТОК – време између долазака је исто

СТАЦИОНАРНИ ПОТОК – вероватноћа броја клијената не зависи од периода времена на коме је посматрана (прелазни период се завршио).

ПАЛМА ПОТОК – догађаји (појава клијената) су међусобно раздвојени независним и случајним временима.

ПРОСТ ПОТОК – догађаја је стационаран Поасонов поток којег, поред стационарности, карактерише ординарост и одсуство последица (независност између догађаја).

Прост – јер доводи до најједноставнијег решења.

ПРОСТ поток је стациоанрни поток **ПАЛМЕ**:

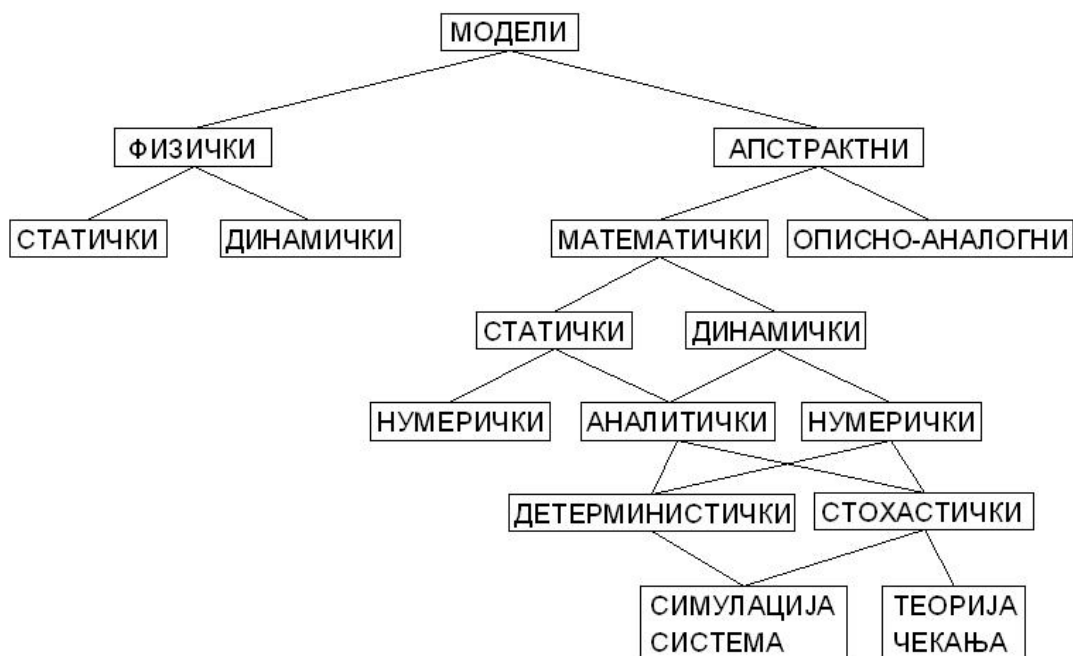
Збир већег броја независних потока је поток палме.

Код E_k расподеле, „ K ” је уједно и мера одсуства последице:

- $K=1$ – потпуно одсуство (експоненцијална расподела).
- $K=\infty$ - потпуна зависност (регуларни поток).

48^о МОДЕЛИ

Модел је имитација неког реалног система. Треба да опише понашање неког реалног система и помогне у објашњењу понашања система у околностима другачијим од пројентованих.



МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛ СИСТЕМА је скуп операција и података који верно описују понашање система под одређеним околностима.

Математички модел мора имати особине:

- Концепцијски јасан и доследан,
- Сврсисходан, да даје одговоре на разна питања,
- Лако коришћење,
- Поуздан,
- Могућност дограђивања са порастом знања и искуства.

СИМУЛАЦИОНИ МОДЕЛ СИСТЕМА – у фази развоја истраживач стиче нова знања постављањем и проверавањем хипотеза. Када се модел оцени као добар прелази се на **кориснички ниво где постоји:**

- 1) Обучавање корисника – могућност да се без страха истражују и примењују нове стратегије без опасности по реалан систем.
- 2) Истраживање постојећих и будућих система (минимизација време на трајање симулационог експеримента).

Користи се код комплексних и променљивих система.