

## 10 РАСПОРЕД МАШИНА И РАДНИХ МЕСТА

Радно место је најмање технолошко и организационо заокружена целина у оквиру које се одвија један тачно одређени део процеса.

У току производног процеса материјал за обраду пређе одређени пут. У смислу рационалности производње тежи се да пређени пут предмета рада буде праволинијски и што краћи.

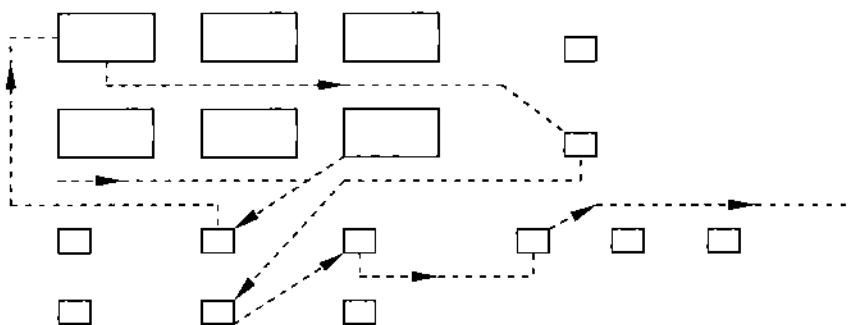
Дужина пута и облик путање за дати технолошки процес зависи од распореда машина, односно радних места.

Машине, радна места, могу бити распоређена у оквиру производног одељења на следећи начин:

- групни,
- линијски и
- комбиновани.

### 10.1 ГРУПНИ РАСПОРЕД

Код овог начина распореда, машине (радна места) се распоредују у групе (сл.10.1).



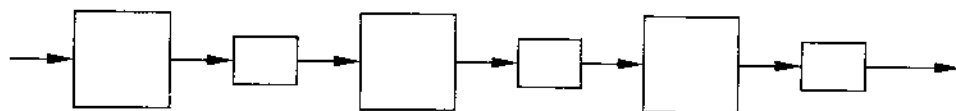
сл.10.1. Групни распоред

Код овог распореда груписане машине обично нису усклађене са редоследом операција, па се јављају „цик-цак“ и повратна кретања. Из ових разлога овакав распоред је нерационалан.

Углавном се примењује у појединачној и малосеријској производњи, односно у производњи где се јавља већи број различитих производа.

### 10.2 ЛИНИЈСКИ РАСПОРЕД МАШИНА

Код овог распореда машине су поређане у линију у складу са технолошким поступком израде једног комада, производа (сл.10.2).



сл.10.2. Линијски распоред

На свакој машини обавља се једна или више операција, и радни предмет се креће од машине до машине у једном смеру и то најкраћом путањом.

Најчешће се, овај распоред, примењује у масовној односно ланчаној производњи.

Повезивање овако распоређених машина са механизованим транспортом је једно од савременијих решења трансфер линија.

Углавном се примењују за устаљене производне процесе.

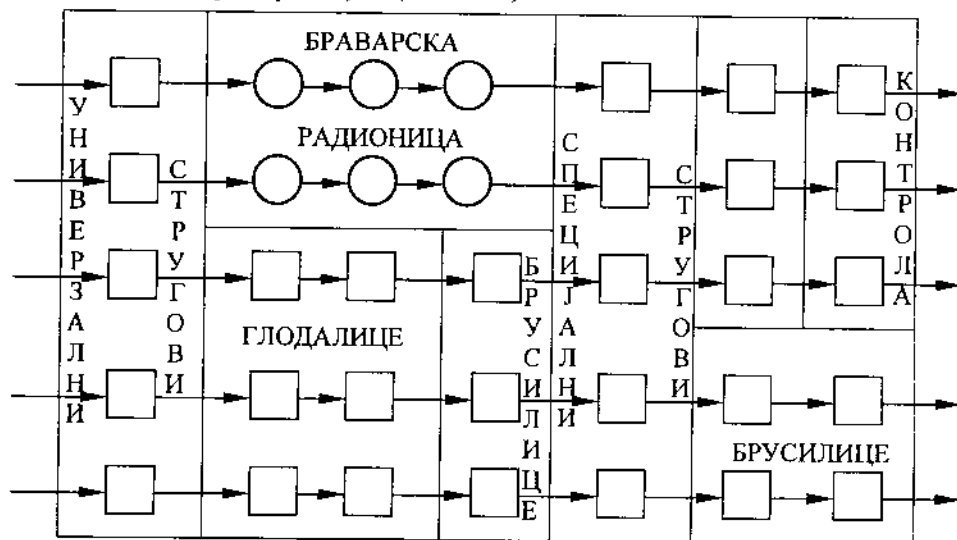
### 10.3 КОМБИНОВАНИ РАСПОРЕД МАШИНА

Варијабилност фактора који утиче на избор распореда машина некада условљава потребу комбиновања групног и линијског распореда машина.

Ове комбинације могу се у принципу јавити у три основне варијанте.

**Прва варијанта.** Машине се групишу према врстама, односно технолошким карактеристикама у редове у низу по једна или више. Попречно посматрано образују се линије машина које одговарају редоследу операција за поједине радне предмете.

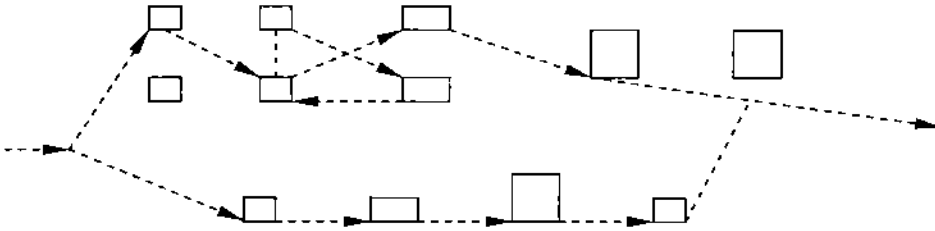
Машине су распоређене према групном распореду, а поперечно је оформљен линијски распоред (сл.10.3.а).



сл.10.3.а. Комбиновани распоред I варијанта

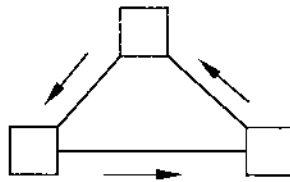
**Друга варијанта.** Код ове варијанте за један или више делова постоји линијски распоред машина, док за друге делове производна опрема се распоређује по групном распореду. За делове који се производе по линијском распореду треба обезбедити масовност, што није неопходно за делове који се производе према групном распореду машина.

Представљена је на сл.10.3.б.



сл.10.3.б. Комбиновани распоред II варијанта

**Трећа варијанта.** Распоред по „троуглу“ прожета је тежњом да се смањи што више транспортни рад, евентуално и у масовној производњи сл.10.3.в.



сл.10.3.в. Комбиновани распоред III варијанта

Остварује се на тај начин што се у случају постојања три операције на једном предмету, машине распоређују у теменима равностраног троугла.

По завршетку прве операције радник ради предмет прослеђује на другу операцију без транспортног рада. Слично је између друге и треће операције.

Ако је потребна четврта машина, то је могуће рационално остварити само за две машине док се за трећу мора остварити додатни транспортни рад.

У погледу рационализације распореда машина најповољнији је линијски распоред, док је најнеповољнији групни распоред.

Фактори који утичу на избор типа распореда машина су:

- масовност производње,
- усклађеност производног програма,
- степени специјализације машина,
- организованост производног процеса.

Одређивање распореда појединих машина код серијске производње за шири асортиман производа представља релативно сложен проблем.

Потребни подаци за изналажење решења су:

- производни програм са количином појединих врста производа,
- структура производа са специфицираним квалитетом и квантитетом производа,
- пројекат технолошког процеса за сваки компонентни производ.

На основу ових података, тражи се решење, које би задовољило критеријум минимални ток материјала, а може бити спроведено на два начина:

- емпиријским методама,
- аналитичким методама.

*Емпиријским методама* остварују се разноврсни захтеви на бази аналогije са сличним решењима у пракси, решењима на бази интуиције и процене и слично.

*Аналитичке методе* обухватају поступке класификације, мерења, прорачуна, симулације и сл. За примену ових метода потребно је коришћење рачунара због масовности рачунских операција и омогућавања знатно већег броја комбинација.

## 11 УНУТРАШЊИ ТРАНСПОРТ

Поред промене облика радног предмета, у производном процесу, нужно је вршити премештања радног предмета кроз поједине фазе обраде.

Заступљеност транспортног рада у технолошком процесу зависи од карактера технолошког процеса.

Трошкови радне снаге у унутрашњем транспорту износе:  
(подаци из SAD-а)

- у металопрерађивачкој индустрији 30%,
- у текстилној индустрији 40%,
- у производњи опеке 80%,
- у грађевинарству и рударству 90%.

Велико учешће трошкова унутрашњег транспорта указује на потребу рационализације производње у смислу скраћења транспортних нутева.

Под унутрашњим транспортом треба разумети целокупан процес кретања и манипулације материјалом у оквиру предузећа. Кад материјал уђе у складиште предузећа, па све док не изађе из предузећа пренос, утовар, претовар и друге манипулације сачињавају унутрашњи транспорт.

Узимајући у обзир да вршења транспортних операција не доприноси повећању употребне вредности финалног производа, а да с друге стране исти терети трошковима очигледно је оправдана тежња да се активности унутрашњег транспорта сведу на минимум.

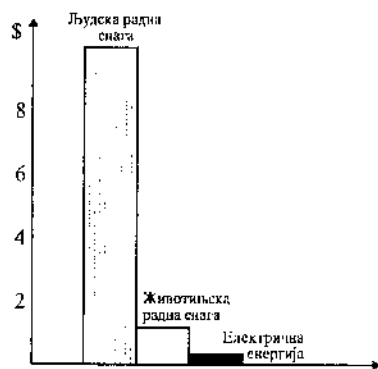
У циљу рационализације унутрашњег транспорта треба се руководити следшим начелима:

1. путање материјала треба оптимално скратити,
2. транспортне операције треба по могућству искључити,
3. транспортне операције које се не могу изоставити треба механизовати односно аутоматизовати погодном изабраним средствима.

Даље разматрање биће концентрисано на специфична питања из области унутрашњег транспорта, што треба да послужи за успешно решавање комплексних проблема рационализације производних процеса и организације рада у области унутрашњег транспорта.

Приликом разматрања проблема унутрашњег транспорта једно од централних питања је начин обављања преноса (ручно или помоћу неког средства). Недовољно познавање могућности средстава унутрашњег транспорта налажу потребу да се укаже на економске предности, које се могу очекивати од примене таквих средстава.

За приказ ових преимућстава нека послужи дијаграм на сл.11.1, који показује да остварење транспорта рада несразмерно више кошта када се остварује људским радом у односу на електричну енергију. Ово упоређење недвосмислено указује на економску оправданост механизације радова.



сл.11.1. Остварени транспорт

У наставку изложићемо следеће елементе везане за унутрашњи транспорт:

1. - транспортни токови,
2. - материјал који се транспортује,
3. - посуде (амбалажа),
4. - транспортна средства, и
5. - организацијом унутрашњег транспорта.

Решавање проблема у вези са транспортним средствима, посудама, нутањом итд., тесно је повезано са пројектовањем транспортних операција.

У општем случају транспорт може бити:

- континуалан, и
- са прекидима.

У прерађивачкој индустрији транспорт је претежно са прекидима.

Број прекида уједно значи и одговарајући број манипулација (утовар, истовар). Уколико је подела рада више изражена може се очекивати већи број прекида, а тиме се уједно заоштрава питање целисходног избора решења транспортних операција, како би се трошкови унутрашњег транспорта свели на минимум.

## 11.1 ТРАНСПОРТНИ ТОКОВИ

Транспортни токови обухватају:

- дужину нутање материјала,
- количину материјала за транспорт.

Дужина путање материјала може се посматрати из два аспекта:

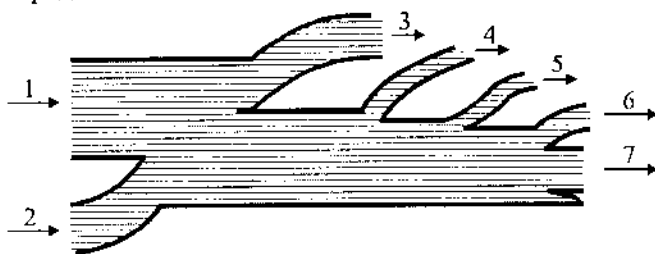
- главни токови материјала који су условљени размештањем производних одељења и складишта,
- токови материјала у оквиру појединих производних одељења, условљени распоредом машина, односно радних места, која суделују у производном процесу.

У складу са већ усвојеним начелом, како главни токови, тако и сви остали токови материјала у фабрици, треба да буду праволинијски и што је могуће краћи о чему се мора посебно водити рачуна приликом пројектовања нових фабрика, као и реконструкцији постојећих. Ово се посебно односи на главне токове материјала. О проблематици токова материјала у оквиру производних оделења било је речи у поглављу „Распоред машина“.

Већа количина материјала коју треба транспортовати између две тачке налаже свестраније проучавање могућности рационализације овог преноса, а посебну пажњу треба посветити питањима манипулације, односно утовара, истовара и претовара.

За приказивање токова материјала унутар фабрика могу да послуже дијаграми. На сл. 11.2, приказано је једно од решења.

Дат је исечак из једног тока материјала. Ширине шрафираних површина у сразмери су са количинама материјала које придлазе (1, 2) односно које се издвајају из тока материјала (3, 4, 5, 6) ради снабдевања одговарајућих радних места.



сл.11.2. Токови материјала

## 11.2 МАТЕРИЈАЛ

Материјал који се транспортује може имати најразличитија својства. Особине материјала утичу на решавање читавог низа проблема у области унутрашњег транспорта, као што су транспортни поступци, посуде, транспортна средства, итд.

Карактеристике материјала са становишта агрегатног стања:

- материјал у чврстом стању,
- материјал у течном стању,
- материјал у гасовитом стању.

Материјали у чврстом стању могу се разврстати у две велике групе:

- комадни, и
- шипкасти.

Даље, материјали се могу посматрати из аспекта:

- хемијских својстава (киселост, алкаличност, кородирајућа својства, отровност),

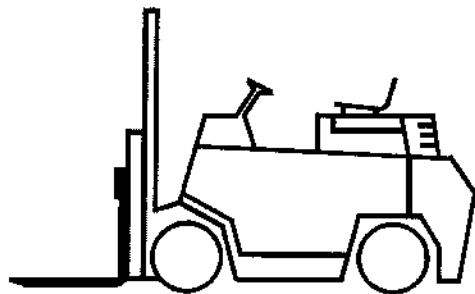
- физичких својстава (тврдоћа, густоћа, специфична тежина),
- механичка својства (чврстоћа, вискозност, крхкост),
- електричних својстава (проводљивост, магнетизам, радиоактивност),
- термичких својстава (проводљивост, тачка топљења),
- величине и облика (прашина, прах, зрнасто, грудвасто, једноставност или сложеност облика),
- димензије и тежина (дужина, ширина, површина пресека, запремина, тежина).

### 11.3 ПОСУДЕ (АМБАЛАЖА)

За време транспорта, манипулације и ускладиштења нормално се користе посуде за смештај материјала. Са конструктивне тачке гледишта постоји велики број разноврсних решења посуда за транспорт. Проблем избора и обликовања посуда треба решавати тако да се омогући најефикаснији транспорт и манипулација почев од испоручиоца материјала па до потрошача, односно до места у пропесу употребе материјала.

Приликом обликовања посуда за транспорт материјала проблем који треба решити тиче се рационализације манипулације и транспорта у току производног процеса.

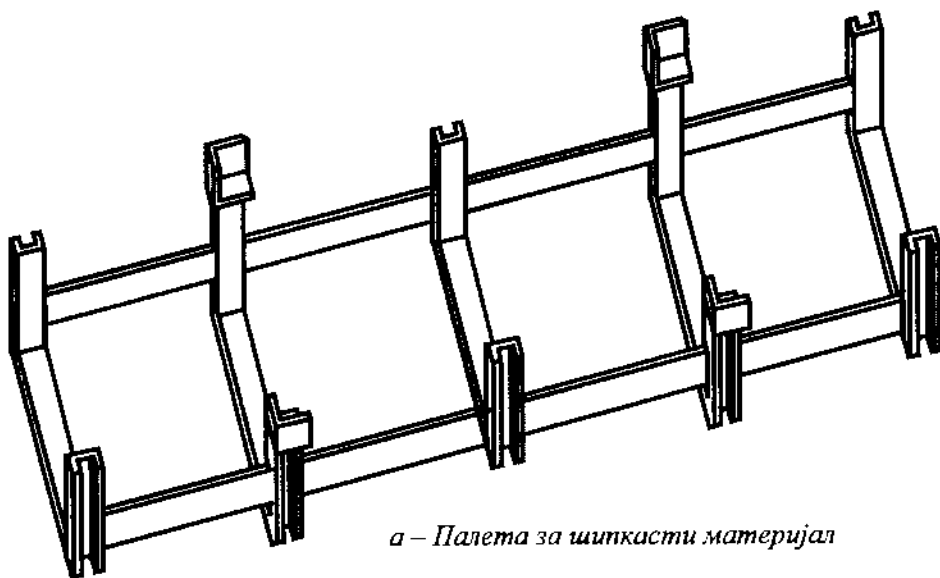
Као једно од успешних решења за постављени проблем треба навести тзв. систем „палетизације“. Ефикасност овог решења тесно је повезана са избором транспортног средства, тј. односи се на примсну виљушкар, чиме је општи карактер решења знатно умањен (сл.11.3).



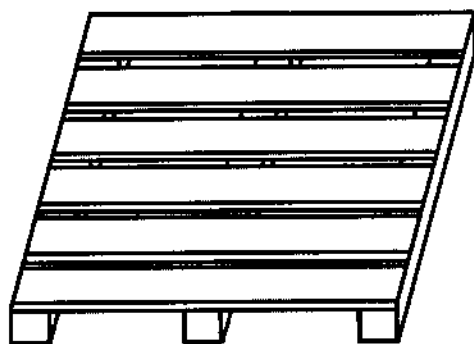
сл.11.3. Виљушкар

„Палетизација“ материјала у транспорту састоји се у коришћењу специјалних подлошки (платформи) које имају отворе чије је међурастојање прилагођено међурастојања кракова виљушки. Тако направљена подлошка омогућава увлачење виљушки у ове отворе, па затим брзо и ефикасно одизање терета. Утовар, односно истовар „палетизираниог“ материјала обавља се без учешћа људи посредством механизма за подизање и спуштање виљушки.

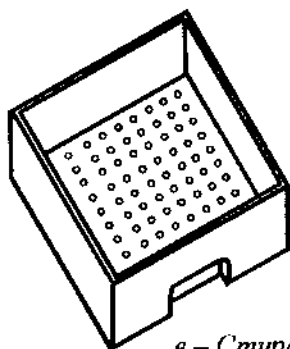




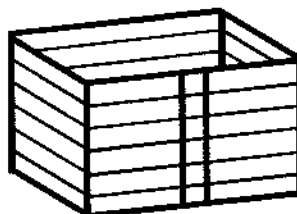
а – Палета за шипкасти материјал



б – Дрвена палета



в – Стиропорска кутија



г – Метални сандук

сл.11.4. Посуде за транспорт

Зависно од својства материјала постоје различите конструкције „палетизираних“ посуда. (Неколико примера ових посуда дато је на сл.11.4.).

Предност „палетизираниог“ материјала са становишта транспорта и нарочито манипулације могу се формулисати како следи:

- трајање утовара и истовара сведено је на минимум,
- искључено је учешће људске радне снаге приликом утовара и истовара,
- постиже се боље коришћење транспортних средстава,
- снижени су трошкови унутрашњег транспорта.

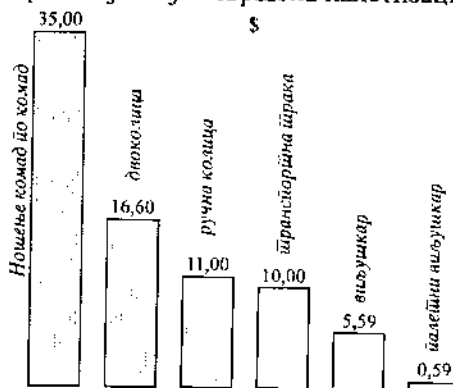
За посуде намењене транспорту од необичног је значаја да испуњавају следеће услове:

- да омогућавају ефикасну манипулацију током транспорта,
- да су прилагођене својствима материјала који треба транспортовати у тим посудама,
- да су усклађене са транспортним средствима,
- да су стандардизоване,
- да су довољно отпорне,
- да су трошкови набавке што нижи.

## 11.4 ТРАНСПОРТНА СРЕДСТВА

Избор прикладног транспортног средства представљају један од тежишних проблема у области унутрашњег транспорта. Од коликог је значаја добро извршен избор транспортног средства најочигледније показују упоредни подаци о трошковима за обављање истог транспортног рада са различитим транспортним средствима. На сл.11.5, приказани су упоредни подаци за различита решења почев од ручног преноса па до виљушкар са „палетама“. Дати подаци показују да виљушкар за палете остварује неупоредиво ниже трошкове од решења са двоколицом или колицима.

Чак су трошкови виљушкар за палете скоро 10 пута мањи од трошкова за виљушкар за који није извршена палетизација.



сл.11.5 Трошкови у зависности од транспортног средства

Између великог броја транспортних средстава која се примењују у унутрашњем транспорту (процена је да их има *cca* 10.000) биће указано на нека карактеристична, и то:

- виљушкар због комплексног решења, те посебно целисходне примене у металопрерађивачкој индустрији,
- транспортне уређаје који користе гравитацију.

Виљушкари су возила која на предњој страни имају виљушке или неки други орган (прилагођен специфичним својствима, појединих врста материјала). Виљушке се покрећу хидраулички или механички.

Транспортни уређаји који користе гравитацију. Њихово издвајање и истицање оправдава се редуцираном потрошњом енергије за погон, што је трајно целисходно. Стрма раван у различитим извођењима омогућава пренос радних предмета на краћим растојањима у низу случајева. Уређај са слободно окретним ваљцима под нагибом (тзв. *rollgang*) једна је од варијанти стрме равни, али за савладавање дужих растојања у транспорту, са могућношћу промене правца.

У домену унутрашњег транспорта развојне тенденције се читавају кроз интегрални третман кретања материјала и манипулација с њим, што инкорпорира у извесном смислу и спољни транспорт, односно посебно међузависност ова два вида транспорта. „*Контејнеризација*“ је специфичан вид паковања материјала који омогућује одстрањивање сувишног манипулисања материјалом. Контејнер као посуда у коју се пакује материјал на погодан начин се причвршћује за шасију камиона, вагона или се као такав утоварује у бродове, што омогућава значајно поједностављене променс облика транспорта. Димензије контејнера су стандардизоване, што такође доприноси ефикасности.

Примена контејнера омогућује:

- снижавање трошкова манипулације материјалом,
- смањење штета,
- повољне услове за координацију различитих видова транспорта.

У слабости се убраја ограничење које произилази из димензије контејнера што смањује прилагодљивост различитим условима.

## 11.5 ОРГАНИЗАЦИЈА УНУТРАШЊЕГ ТРАНСПОРТА

Суштина улоге унутрашњег транспорта у оквиру производног процеса је у обезбеђењу допремања потребног материјала (по спецификацији и количини) на одређено радно место и у предвиђено време. Сваки појединачни задатак у унутрашњем транспорту приликом извршења захтева усклађивање људског и материјалног фактора. Под материјалним фактором се сматра: материјал, посуда и транспортно средство. Са масовношћу операција унутрашњег транспорта расте сложеност организације одговарајућих активности.

Додатно заопштравање захтева у организацији унутрашњег транспорта проистиче из чињенице да пренос и манипулације материјалом у току производње не доприноси повећању употребне вредности финалног производа фабрике, већ само расту трошкови производње.

Стога, организација унутрашњег транспорта треба да задовољи следеће критеријуме:

- што мање утрошеног времена, и
- што мање утрошених средстава.

Просторна дислоцираност објекта, односно радних места које треба снабдевати материјалом и временска неуређеност термина, рокова, када задатке унутрашњег транспорта треба обавити, условљава постојање два алтернативна модела организације за унутрашњи транспорт, и то:

- децентрализовани, и
- централизовани.

*Децентрализовани* организациони модел садржи више организационих јединица у одговарајућим производним целинама (погоне, одељења) са опремом и радницима, који директно обављају унутрашњи транспорт у складу са потребама производње.

*Централизовани* организациони модел се састоји у јединственој организационој јединици за унутрашњи транспорт на нивоу целине пословног система. Односи са корисницима услуга регулишу се планом или унапред достављеним захтевом са свим потребним елементима (количина, место преузимања и испоруке, временски рок, итд.). Ова варијанта омогућава боље коришћење расположивих ресурса унутрашњег транспорта, али почива на претпоставци о релативно високом степену уређености организације производних процеса.

## 11.6 АНАЛИЗА ПРОБЛЕМА УНУТРАШЊЕГ ТРАНСПОРТА

Разматрање утицајних фактора на обављање транспортног рада мора систематски да буде постављено. Основно је при томе прикупити све потребне податке и оформити одговарајућу документацију о постојећем стању. Та документација треба да садржи:

- постојеће кретање материјала,
- количине по појединим токовима,
- број и природу манипулација,
- број и врста посуда,
- транспортна средства,
- својства материјала,
- трошкове унутрашњег транспорта.

Проучавање постојећег стања указаће на могућа побољшања са било ког становишта. Предложена решења треба свестрано проанализирати и настојати да се оптимално ускладе са осталим решењима.

У циљу дефинитивне провере ваљаности решења, које треба предложити, израчунаће се трошкови и упоредити са ранијим.

За изналажење најповољнијих решења у погледу укупних транспортних трошкова у условима дислокације тачака између којих се врши транспортни рад користе се методе линеарног програмирања.