

Пројектовање транспортних и логистичких система

- Хендаут -

Професор: доц. др. Ненад Косанић
сарадник: дипл. инж. Милош Рајковић



**Машински Факултет
у Београду
Катедра за Механизацију
Одсек за ТКЛ**

Хендаут је намењен слушаоцима предмета Пројектовање транспортних и логистичких система на ДАС, катедре за Механизацију, одсека за ТКЛ. Материјал треба да помогне студентима у савладавању градива и припреми завршног испита.



Сва права задржава катедра за Механизацију, Машинског Факултета у Београду. Електронско издање овог хендаута намењено је студентима Машинског Факултета у едукативне сврхе, као помоћна литература у савладавању предмета Пројектовање транспортних и логистичких система на Дипломским академским студијама. Копирање и дељење фајла је дозвољено искључиво за ове потребе. Забрањено је прештампавање или умножавање у комерцијалне сврхе.

Садржај

1. Системи са фиксним позицијама производа	04
2. Флексибилни транспортни системи (ФПС) - Увод	04
2.1 ФПС – Дефиниција и област примене	06
2.2 Транспортни подсистем флексибилног производног система	07
3. Променљиве и променљиве перформансе система елементарних система (чворних тачака) и окружења ФПС	08
4. Променљиве перформансе система	09
5. Елементари подсистеми (чворне тачке) ФТС-а	11
6. Пројектна решења елементарних подсистема (ЕПС) улазно – излазних зона аутоматског складишта	13
7. ЕПС палетизације/депалетизације делова	16
8. Пројектна решења ЕПС-а утоварне и истоварне станице у радним станицама	19
9. Пројектна решења ЕПС-а раскрсница мреже транспортних стаза	23
10. Пројектна решења ЕПС-а централног међускладишта	24
11. Пројектна решења ЕПС-а места извођења обраде или монтаже делова	25
12. Систем двошинских флексибилних транспортера	29
13. Подни флексибилни транспортери	30
14. Систем једнишинских флексибилних транспортера	31
15. Основни пројектни и конструктивни параметри машинског дела система ЈФТ-а – изведена решења	34
16. Подсистем транспортне стазе	36
17. Подсистем транспортера	38
17.1 Конструктивна решења транспортера	46

18. Подсистем компонената транспортне стазе	55
19. Подсистем утоварне и истоварне станице	59
20. Подсистем за пренос енергије и информација	60
21. Систем шинских аутоматских возила	61
22. Систем аутоматски управљаних возила (АГВС)	62
23. Аналитичке методе за одређивање потребног броја транспортних уређаја	72
23.1 Аналитичка метода I	72
23.2 Аналитичка метода II	75
23.3 Аналитичка метода III	75
23.4 Аналитичка метода IV	76
23.5. Аналитичка метода V	78

1. 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 (слика 1).



Слика 1

2. Флексибилни транспортни системи (ФТС) – Увод

Флексибилни транспортни системи (ФТС) покривају, данас, изузетно широко поље транспортних задатака у великом броју привредних грана. Примењују се највећим делом у индустрији и то: индустрији мотора, индустрији преносника, аутомобилској индустрији, индустрији беле технике и апарата за домаћинство, свим врстама лаке и средње машиноградње, индустрији пољопривредних машина, текстилној индустрији, готово искључиво у флексибилним производним системима (ФПС), у складиштима коадне робе, складишно-дистрибутивним системима, али и у поштама, аеродромима, болницама, итд.

ФТС обављају различите транспортне задатке. Транспортни задаци који се обављају у ФПС и индустрији, су најчешће:

- транспорт сировина или полуфабриката из складишта до одељења за припрему производње,
- транспорт припремака од складишта до одељења за палетизацију,
- транспорт припремака од одељења за припрему производње до производних одељења или појединих линија обраде,
- транспорт припремака од одељења за палетизацију до производних одељења или појединих линија обраде,
- транспорт обрадака унутар одељења за обраду или дуж линија за обраду у појединим одељењима,
- транспорт обрадака између алатних машина (обрадних центара и алатних машина),
- транспорт алата од складишта алата до појединих обрадних центара и алатних машина),
- транспорт обрадака између појединих одељења,
- транспорт обрадака до складишта или међускладишта, уколико се делови после појединих фаза обраде привремено одлажу у складиште или међускладиште,
- транспорт незавршених делова из складишта или међускладишта, до производних одељења на даљу обраду,
- транспорт делова из појединих одељења до финалне монтажне линије,
- транспорт склопова дуж монтажне линије,
- транспорт финалних склопова у складиште готових делова,
- транспорт готових производа у складиште готових производа.

Транспортни задаци који се обављају у складиштима комадне робе и складишно-дистрибутивним системима су:

- транспорт (палетизованих) транспортних јединица (ТЈ) од пријемне зоне или места палетизације до улаза у високорегално складиште (места захватања ТЈ високорегалном дизалицом или система транспортера улазно-излазне зоне високорегалног складишта),
- транспорт ТЈ од улазно-излазне зоне високорегалног складишта до зоне комисионирања,
- транспорт ТЈ од зоне комисионирања до улазно-излазне зоне високорегалног складишта,
- транспорт ТЈ од улазно-излазне зоне високорегалног складишта до зоне отпреме,
- транспорт поруџбина (ТЈ) од зоне комисионирања до зоне отпреме.

Транспортни задаци који се обављају у поштама:

- транспорт пошиљки од одељења за сакупљање до одељења за сортирања,
- транспорт од одељења за сортирање до зоне утовара и отпреме пошиљки.

Транспортни задаци који се обављају у болницама:

- транспорт болничких кревета на прање, дезинфекцију и измену постељине,
- транспорт контејнера са храном од кухиње до одељења за дистрибуцију obroка,
- транспорт контејнера са употребљеним посуђем у кухињу,

- транспорт контејнера са прљавим вешом из одељења за сакупљање у перионицу,
- транспорт контејнера са чистим вешом из перионице у одељења за дистрибуцију чистог веша.

Услед овако великог значаја ФТС у развијеном свету, потребно је развити методологију њиховог пројектовања са циљем објективизације процеса мишљења пројектанта. Циљ објективизације је омогућавање новог приступа у решавању проблема пројектовања на нивоу система, прибављањем велике количине нових информација потребних за обезбеђење неопходних критеријума за достизање тражених резултата пројекта.

Флексибилни транспортни системи развијани су првенствено за потребе ФПС, чији искључиви транспортни подсистем представљају, па су у наставку текста дате основне поставке концепта ФПС.

2.1 Флексибилни производни системи (ФПС) – Дефиниција и област примене

Да би била конкурентна, данашња индустрија, поред минималних трошкова производње, треба да оствари и производњу са најкраћим могућим временом испоруке, при стално променљивим захтевима, односно, да предвиди тржишно орјентисане флексибилне производне системе. Ови системи 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).

Ово је супротна ситуација од масовне производње где се роба испоручује купцима у константним количинама и константним интервалима према дугорочним плановима, што није увек могуће реализовати.

По дефиницији: **ФПС је један интегрални рачунарски управљан комплекс састављен од NUMA (нумерички управљаних алатних машина) 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 и према претходном плану.**

Флексибилни производни системи могу да буду различити зависно од конфигурације машина, броја машина којима управља систем и трошкова инвестиције. Сматра се да је значајно разликовати следеће категорије ФПС-а:

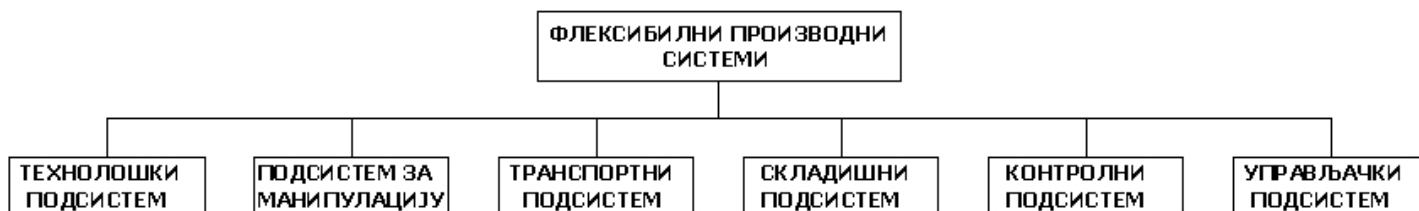
1. флексибилна производна јединица ФПУ: представља систем од једне машине (најчешће обрадни центар опремљен складиштем за више палета са аутоматизованим измењивачем палета или роботом и једном аутоматским уређајем за измену алата),
2. флексибилна производна ћелија ФПЦ: садржи бар две или више машина, са бар једним обрадним центром, складиштем за више палета и аутоматским измењивачем палета и алата за сваку машину; све машине као и операције које се изводе у оквиру ћелије, су управљане ДНЦ - рачунаром,
3. флексибилни производни систем ФПС: састављен је од две или више ФПЦ повезаних аутоматским транспортним системом (АГВС колица, систем континуалних транспортера, рачунарски управљани кранови, манипулатори, итд.) који преносе

палете са радним командама и алате између машина и комуницирају са складиштем делова и алата; Целим системом управља ДНЦ рачунар који је најчешће повезан са фабричким рачунаром.

Присутне су и друге класификације ФПС-а у литератури, па ће се навести једна од карактеристичних:

- систем који производи једну серију у датом времену и може брзо да се подеси да производи нове серије,
- систем у коме различити делови могу да се израђују наслучајан начин,
- систем који је пројектован за производњу ограниченог скупа делова; ипак није тако крут као трансфер линија,
- систем пројектован према наручиоцу,
- модуларни ФПС представља флексибилну ћелију која се шири корак по корак, користећи мање или више стандардну опрему различитих произвођача.

ФПС се састоји од неколико подсистема: технолошког подсистема, подсистема за манипулацију, транспортног подсистема, складишног подсистема, подсистема контроле, подсистема управљања (подређеног централном рачунару или централном рачунарском систему (слика 2)). Подсистем за манипулацију обавља руковање обратком и алатом само у оквиру обрадног, контролног или складишног подсистема, а кретање делова између појединих технолошких подсистема обавља се транспортним подсистемом.



Слика 2

2.2 Транспортни подсистем флексибилног производног система

Своје највеће предности у односу на класичне производне концепте, ФПС остварује захваљујући савременим средствима и организацији транспорта. Велика инвестициона улагања у систем, захтевају да се у фази пројектовања ФПС-а изабере транспортни подсистем који треба на најбољи начин да одговори на специфичне транспортне захтеве пројектованог система.

Транспортни систем ФПС-а може да се састоји од следећих уређаја: АГВ-а (аутоматски – програмски управљаних мобилних колица), шинских аутоматских колица, флексибилних – програмски управљаних једношинских дизалица, подних флексибилних транспортера, двошинских конвејера ("Power and free"), робота, као посебног уређаја за манипулацију и транспорт и помоћних уређаја (измењивача палета, носача палета, окретних столова, итд.). Дијаграм транспортног подсистема ФПС-а, дат је на слици 3.



Слика 3

Основне функције транспортног подсистема су дате на слици 4:



Слика 4

3. Променљиве и променљиве перформансе система елементарних система (чворних тачака) и окружења ФТС

Основни проблеми у пројектовању ФТС-а и система уопште састоји се у дефинисању структуре система (подсистема и елемената), дефинисању просторне структуре (дефинисању layout-a), решењу кретања материјала и постизању што бољег искоришћења простора. У процесу моделирања јавља се и низ специфичних проблема које треба посебно нагласити:

- сагледати везе систем – околина, тј. дефинисање граница система
- формирање подсистема
- дефинисање елементарних система или чворних тачака које представљају потенцијална места уских грла. Уска грла могу значајно да угрозе перформансе целокупног система; наиме када се долазни ток јединица у неку од чворних тачака приближи њеном капацитету опслуживања, настаје засићење од чијег степена зависи степен поремећаја у раду система. Засићење неке од чворних тачака најчешће доводи до отежаног рада, дела система или целог система а њено потпуно загушење може довести до загушења дела система или целокупног система. Елементарни подсистеми могу да се састоје од стандардних елемената транспортне опреме и могу да се пројектују према специфичним захтевима система
- извод и дефинисање структуре модела

- одређивање критеријума за избор решења
- моделирање система

Испитивање система се у општем случају може односити на цео систем или део система. Постоје бар 3 аспекта у испитивању система:

- сам систем и његови делови
- перформансе система и њихов однос према задатим циљевима
- окружење система тј. медијум у коме систем ради

Сваки од ових аспеката може да се опише у зависности од својих својстава или својих карактеристика које се називају променљиве.

Термин променљива односи се на било које својство неке целине, којој се могу доделити различите квантитативне или квалитативне вредности под различитим околностима. Променљиве система, могу описивати различите нивое организације дефинисаног система:

- укупног система који је дефинисан као циљ истраживања
- подсистема - делова система који могу бити различити по структури или функцији коју обављају
- компоненти (елемената система) који формирају подсистем.

Такође неколико подсистема могу учествовати у извођењу једне функције а један подсистем може учествовати у извођењу више функција.

4. Променљиве перформансе система

Односе се на описна својства резултата рада система тј. резултата на достизању циљева постављених на систем.

Потребно је нагласити да променљиве перформансе представљају у глобалном приступу истраживања систем променљиве условно речено, будући да су оне заправо излазни резултати модела којим којим је систем моделиран (њихове вредности се у току извођења модела заправо непрестано мењају). Финалне вредности променљивих перформанси, тј. њихове вредности за финално усвојено пројектно решење, потом дефинишу перформансе система.

Променљиве перформансе такође могу описивати различите нивое организације система:

- циљеве – глобалну намену система, нпр., максимална флексибилност ФТС, максималну укупну поузданост система, минимална инвестициона улагања, минималне експлоатационе трошкове...
- функције – тј. успостављање захтевањог нивоа перформанси сваког од подсистема, нпр.: минимално средње време проласка АГ возила кроз раскретницу, минимално време подизања транспортног уређаја на други ниво транспортне стазе код система флексибилних транспортера, минимално време премештања терета, максимална ефикасност додељивања задатака транспортним уређајима ЈФТ-а, минимално средње време обављања транспортних задатака...

- захтеване перформансе – специфициране вредности које описују захтевани ниво перформанси елементарних подсистема.

Променљива окружења односе се на својства окружења система која утичу на систем и његове перформансе. Одређивања граница система, тј. дефинисање система и његовог система зависи од случаја до случаја. Потребно је нагласити да променљиве окружења представљају променљиве у глобалном смислу, док су у моделу којим је моделиран целокупни систем оне заправо константне заправо представљају улазне податке за изабрани модел. Пример: променљиве окружења ФТС представљају типови делова које се производе у ФПС, њихова технологија израде, тј. дужина трајања појединих операција, дужина трајања операције палетизације и депалетизације, интензитет уласка делова у систем итд.

Потребне информације при пројектовању система су:

- спецификација свих релевантних променљивих система, окружења и перформанси система
- односи који показују утицај њихових верификација на стваривање циљева постављених пред систем.

Постоје два типа поменутих односа:

1. Први дефинише врсте глобалног односа између врста променљивих и променљивих перформанси. Нпр. веће брзине кретања транспортних уређаја утицаће на побољшање променљивих перформанси система и перформанси елементарних подсистем скраћивањем средњег времена обављања транспортних задатака. Нпр. већи капацитети редова чекања у елементарним подсистемима утицаће на више нивоа вредности њихових перформанси.

Веће брзине радних хода транспортних уређаја у елементарном подсистему скраћују средње време задржавања транспортних уређаја у елементарном подсистему као и средње време бављења транспортне јединице у чворним тачкама.

2. Други тип односа квалификује утицај вредности променљивих на вредност променљивих перформанси. Одређивање вредности променљивих перформанси је веома сложени задатак, а до ових вредности се долази грађњом одговарајућег модела система.

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

Релативно је лако саставити листу компоненти али је много теже идентификовати скуп критичних параметара јер су утицаји карактеристика на перформансе укупног система нелинеарни и недетерминистички и у општем случају имплицитни.

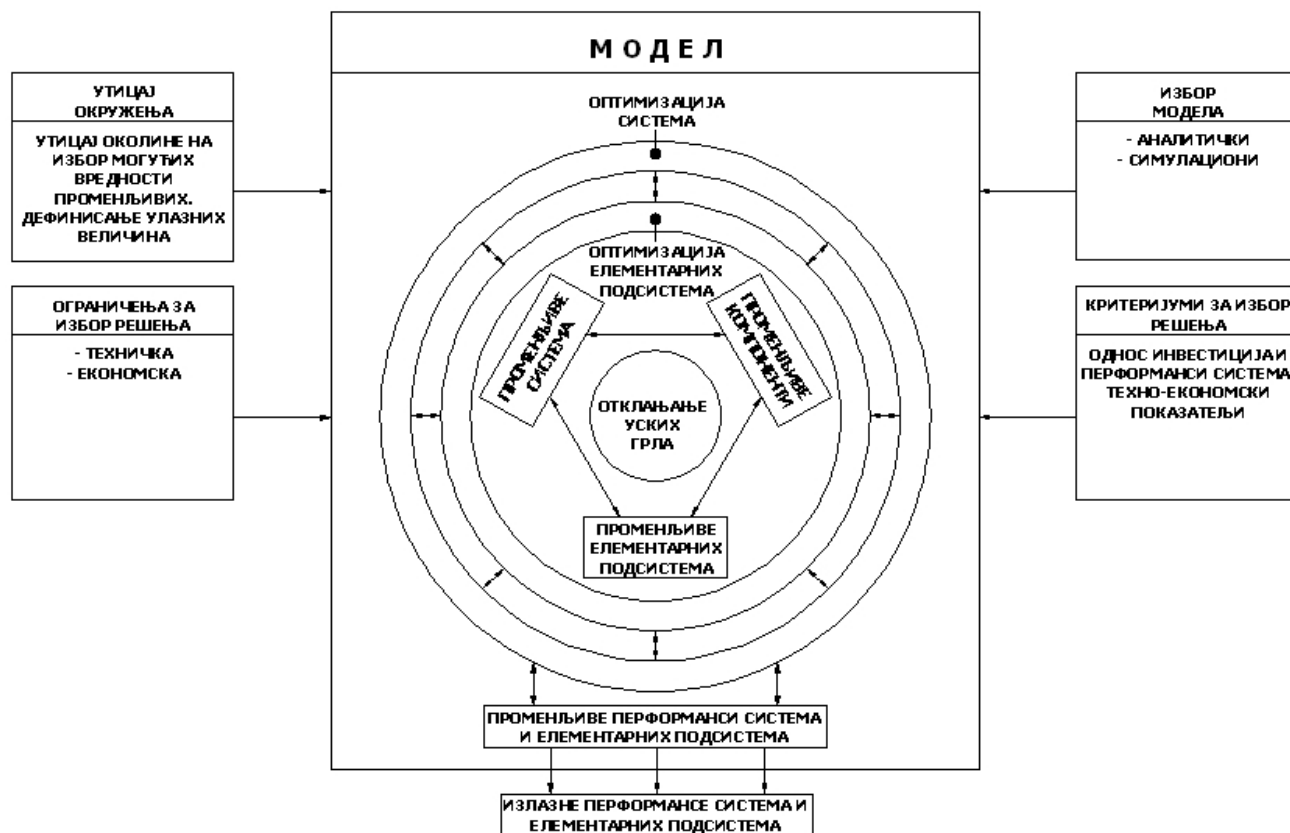
Преведено на "језик моделирања" карактеристике компоненти представљају заправо њихове променљиве које дефинишу и променљиве целокупног система, а огледају се у конструктивним начинима извођења, начинима рада, брзином извођења појединих операција итд.

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

Најосетљивија места ФТС-а, места од којих зависи нормалан рад и директно зависе и све глобалне перформансе система су: Елементарни подсистеми или чворне тачке.

Њиховом идентификацијом и оптимизацијом тј, одређивањем оптималних вредности њихових променљивих у смислу остваривања максималних вредности глобалних перформанси целокупног система, а не изолованих перформанси чворних тачака дефинишу се

карактеристике (вредности променљивих компоненти, подсистема и система) за чију комбинацију излазне перформансе целокупног ФТС-а имају највише вредности.



Слика 5

5. Елементарни подсистеми (чворне тачке) ФТС-а

1. Радне станице (радни центри) флексибилних производних система:

Радне станице могу бити: алатне машине на којима се изводи нека обрада делова (алатне машине, флексибилне производне ћелије, станице за аутоматско заваривање).

- Место монтаже
- Улазно - излазне зоне аутоматских складишта
- Места палетизације – депалетизације

Све радне станице имају улазни ред чекања који формирају транспортне јединице које чекају на извођење техничких операција у радној станици и излазни ред чекања који образују транспортне јединице које чекају отпрему из чворне тачке до следећег места извођења техничких операција.

2. Раскрснице мрежа транспортних стаза
3. Утоварне станице у радним станицама
4. Истоварне станице у радним станицама
5. Централно међускладиште

Променљиве свих елементарних подсистема су:

- опште променљиве
- њена локација
- пројектно решење чворне тачке које дефинише њену везу са осталим чворним тачкама
- конфигурација чворне везе у тачки или делу чворне тачке која представља утоварно - истоварну станицу
- величина простора за чекање транспортних уређаја за улазак у контролну зону која садржи чворну тачку
- број места за одлагање транспортних јединица у чворну тачку у којој се одвија нека техничка операција
- врста примењених транспортних уређаја у чворној тачки, њихово конструктивно решење и техничке карактеристике уређаја (брзина радних ходова, дужине транспортера)

Променљиве перформансе елементарног подсистема су:

- средње време проласка транспортних уређаја кроз контролну зону чворне тачке
- средња брзина ТЈ (транспортне јединице) у улазном реду чекања чворне тачке
- средње време ТЈ у реду чекања
- средњи број јединица у улазном и излазном реду чекања чворне тачке
- средње време чекања ТЈ у излазном реду чекања радне станице

НАЈВАЖНИЈЕ ПРОМЕНЉИВЕ ФТС-А СУ:

- LAYOUT транспортних стаза, конфигурација мреже транспортних стаза са дефинисаним контролним зонама и простором за чекање транспортних уређаја
- локација утоварних и истоварних станица
- тип и број транспортних уређаја
- брзина саобраћања транспортних уређаја
- отпремна правила

ПРОМЕНЉИВЕ ПЕРФОРМАНСЕ ЦЕЛОКУПНОГ ФТС-А СУ:

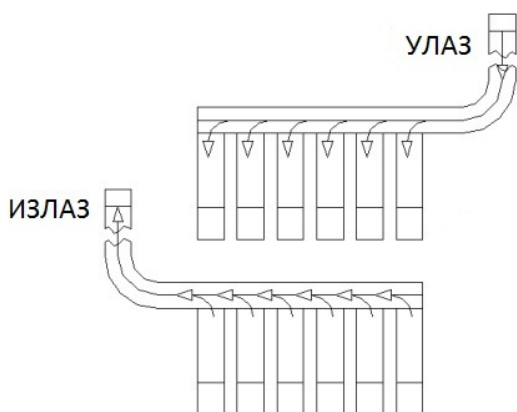
- остварени проток делова кроз систем
- средње време протока кроз систем
- средње искоришћење транспортних уређаја
- површина карактеристичног LAYOUT-а ФТС-а
- укупна дужина мреже транспортних стаза

6. Пројектна решења елементарних подсистема (ЕПС) улазно - излазних зона аутоматског складишта

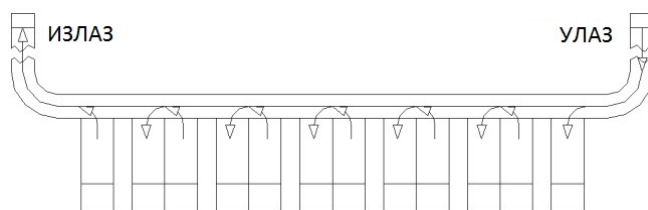
Улазно – излазна зона је област у којој се транспортна јединица привремено зауставља чекајући да их складишна дизалица унесе у аутоматско складиште или да их из излазног дела ове зоне транспортни уређаји ФТС утовари и однесе до следеће радне станице.

Улазно излазна зона састоји се од резултата транспортних уређаја који омогућавају повезивање токова материјала између складишта дизалице и ФТ система: утоварних и истоварних станица ФТС и уређаја за транспорт, акумулацију, повезивање и раздвајање транспортних токова.

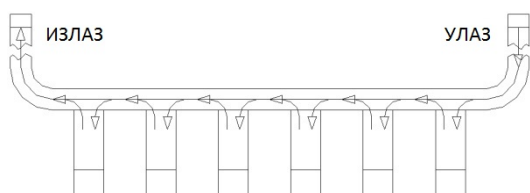
Пројектна решења (основни начини извођења) улазно – излазних зона су дати на слици испод. У аутоматским складиштима ФПС-а са највишим интезитетима улазног и излазног тока транспортних јединица, што је веома ретко, користи се улазно – излазна зона са просторно раздвојеном улазном и излазном зоном, најчешће постављеним једна изнад друге, слика 6 – а) и слика 7, или постављањем на супротним крајевима складишних ходника.



а) улазно – излазне зоне раздвојене у времену или простору



б) Улазно – излазна зона у једном нивоу са заједничким транспортером и раздвојеним улазно – излазним тачкама



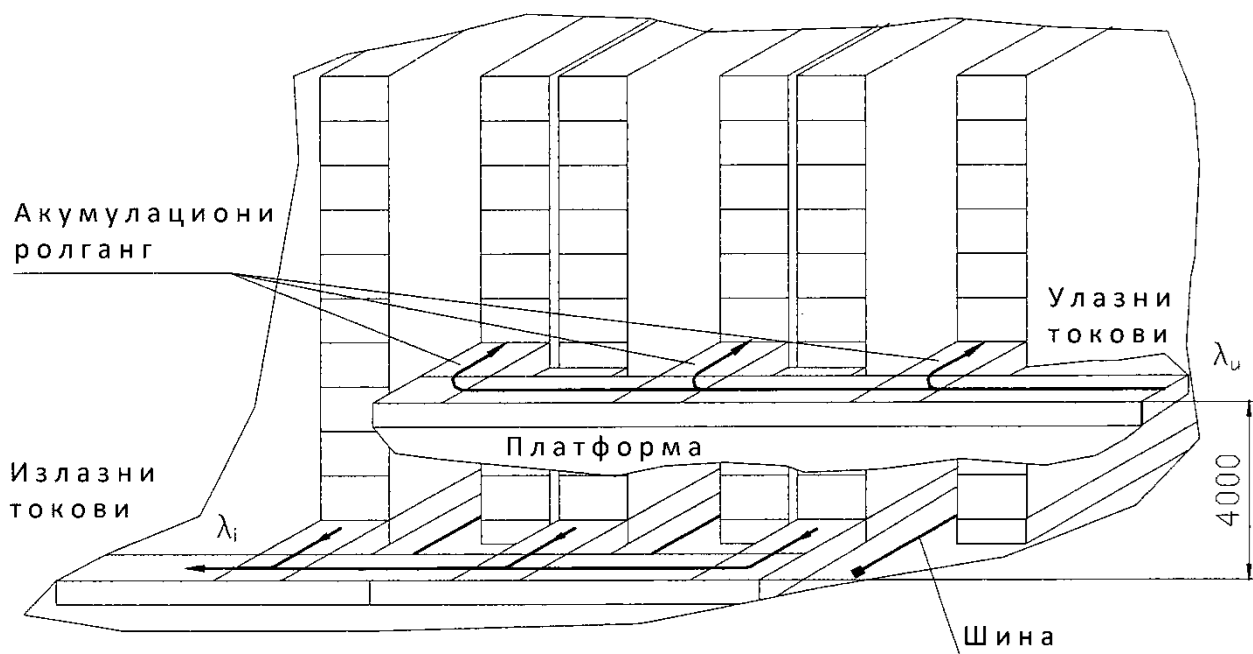
в) улазно – излазна зона у једном нивоу са заједничким транспортером и улазно – излазним тачкама

Слика 6

Улазно – излазна зона у једном нивоу са заједничким магистралним транспортером и просторно раздвојеним улазним и излазним местима, примењује се при средњим интезитетима улазних и излазних транспортних токова и дата је на слици 6 – б), а њен

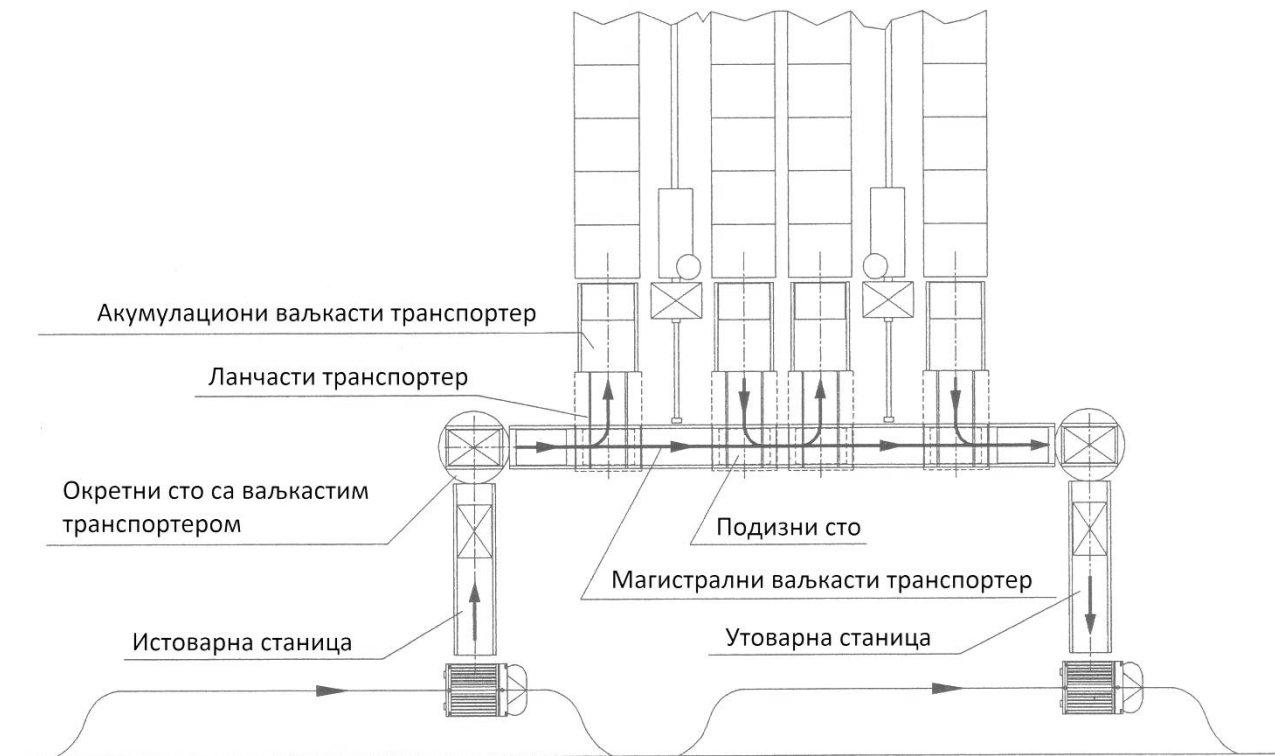
детаљни layout на слици 8. Са акумулационог транспортера наспрам једног од регала ходника, на кога се транспортне јединице пребацују са магистралног транспортера, аутоматска складишна дизалица захвата транспортне јединице и уноси их у складиште. Транспортне јединице које дизалица износи из складишта, одлажу се на акумулациони транспортер (погонски ваљкасти транспортер са системом за обезбеђење размака између транспортних јединица), који се налази наспрам другог регала складишног ходника.

За повезивање магистралног ваљкастог транспортера и акумулационих ваљкастих транспортера, користи се подизни сто са ваљкастим транспортером, којим се транспортна јединица пребацује на ланчasti транспортер, а потом ланчастим транспортером до акумулационог транспортера. Улазно – излазна зона у једном нивоу са заједничким магистралним транспортером и заједничким акумулационим транспортерима (улазно – излазним местима), примењује се при нижим интезитетима улазних и излазних транспортних токова, а дата је на слици 6 – в), а њен детаљни layout на слици 9. Акумулациони транспортери, налазе се наспрам само једног регала сваког од складишних ходника. За повезивање магистралног ваљкастог транспортера и акумулационих ваљкастих транспортера, као и у претходном случају, користи се подизни сто са ваљкастим транспортером. Транспортне јединице које се искладиштују, аутоматска дизалица одлаже директно на ланчasti транспортер улазно – излазног места. Дато решење улазно – излазне зоне првенствено је намењено за временски раздвојене улазне и излазне токове, али се може обављати и истовремено уношење и изношење транспортних јединица са мањим интезитетима улазних и излазних токова. Основна карактеристика оваквог пројектног решења улазно – излазне зоне, је њена једноставност, мањи број потребних транспортних уређаја, ослобађање додатног простора за постављање регала, тј. повећање капацитета складишта, нижа цена, итд.

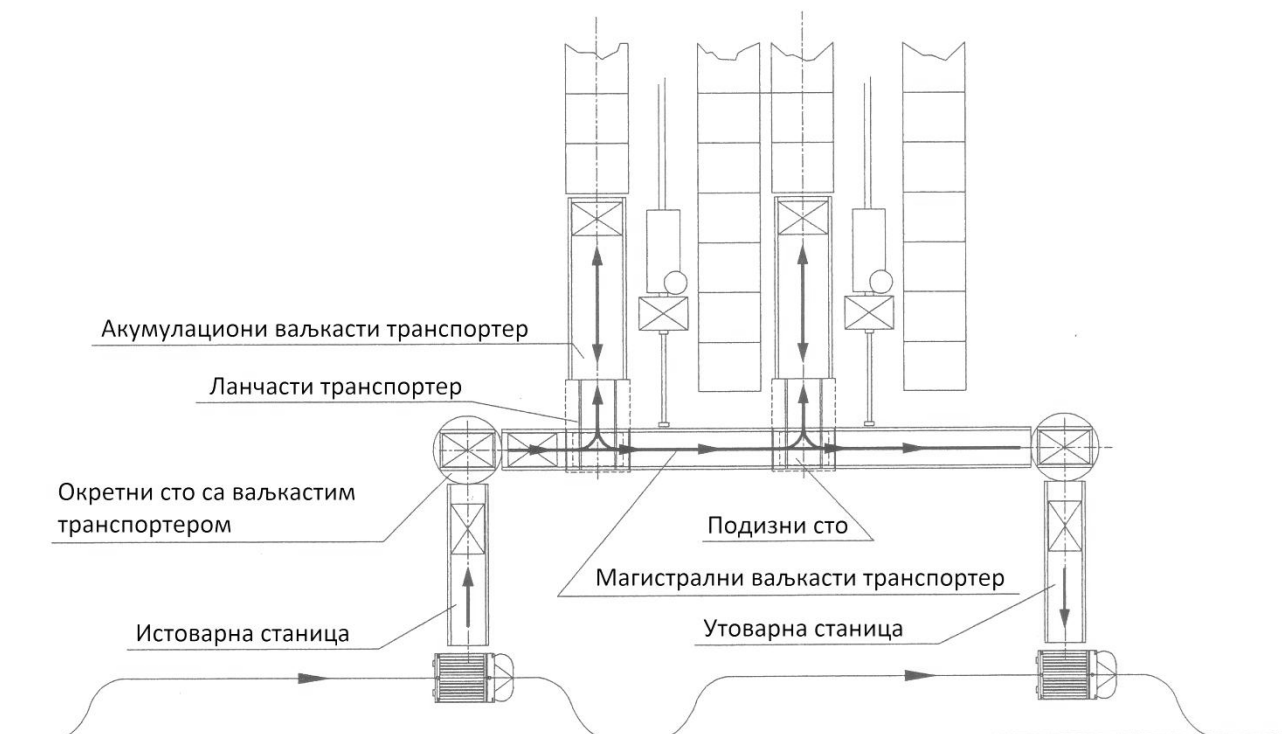


Слика 7

ФПС-и, међутим, имају аутоматска складишта малог капацитета (чувају малу залиху производа), најчешће са само једним, или два ходника (а понекад са само једним регалом). Интезитети транспортних токова, такође, нису велики.



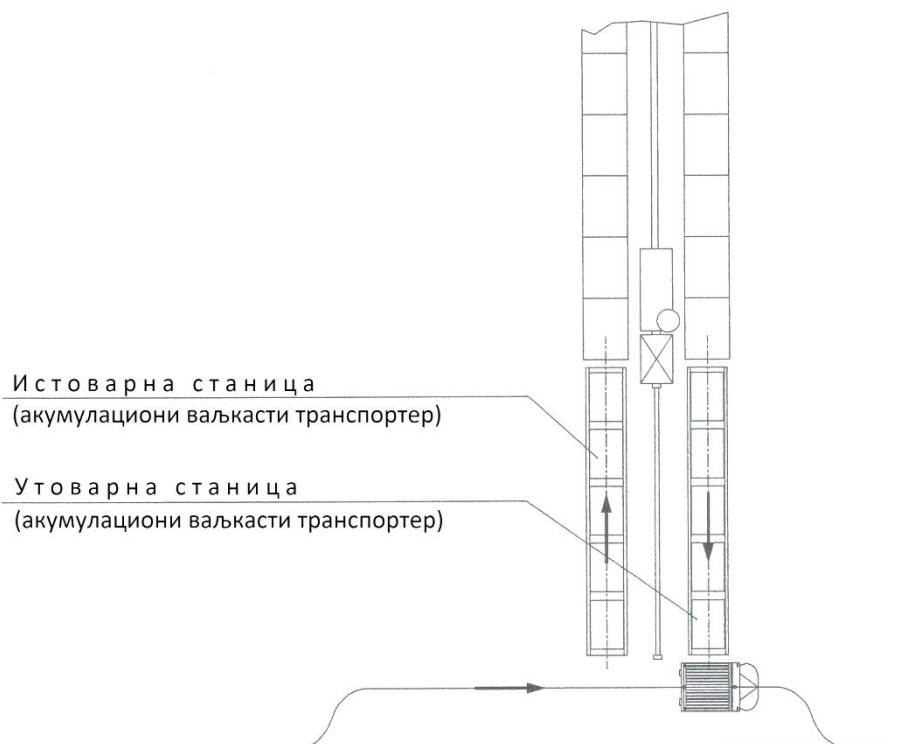
Слика 8



Слика 9

У случају да постоји само један ходник, транспортни уређаји истоварају и утоварају палете директно са акумулационих транспортера, из заједничке петље транспортне стазе

(акумулациони транспортери истовремено представљају и утоварну и истоварну станицу улазно – излазне зоне), слика 10.



Слика 10

Променљиве овог подсистема су:

- дужине појединих транспортера
- брзине појединих транспортера
- време премештања транспортне јединице са или на покретни сто
- време окретања окретног стола за 90 степени
- брзина хоризонталног кретања аутоматске дизалице
- брзина вертикалног кретања аутоматске дизалице
- висина регала складишта
- дужина регала складишта
- број ходника
- број складишних дизалица
- врста циклуса која обавља дизалица
- димензије транспортне и складишне јединице

Променљиве перформансе улазних подсистема улазно – излазне зоне су идентично већ датим општим променљивима.

7. ЕПС палетизације/депалетизације делова

У овој чворној тачки обавља се технолошки процес палетизације тј. пребацивање припремака из складишне транспортне јединице (складишног транспортног суда) на палету која се користи у процесу обраде. Уколико су припремци призматичног облика (кућишта

преносника, блокови мотора итд.) операције стезања припремака на специјалну палету се изводе најчешће ручно. Радник неким транспортним уређајем (конзолном, мосном дизалицом) захвата припремак из складишног транспортног суда, пребацује га на палету и потом помоћу специјалних прибора фиксира припремак за палету. Цилиндрични припремци који се обрађују стезањем у вретено радне машине се не фиксирају за палету, (палета има лежишта за одговарајући број делова) и могу се на палету пребацити манипулатором или роботом.

Депалетизација делова је процес инверзан палетизацији и састоји се у пребацавању готових (обрађених) делова са палете и њиховом одлагању у складишни транспортни суд који се потом отпрема у складиште. Депалетизација се може обављати на истом месту као и палетизација или може бити раздвојена од места на коме се обавља палетизација.

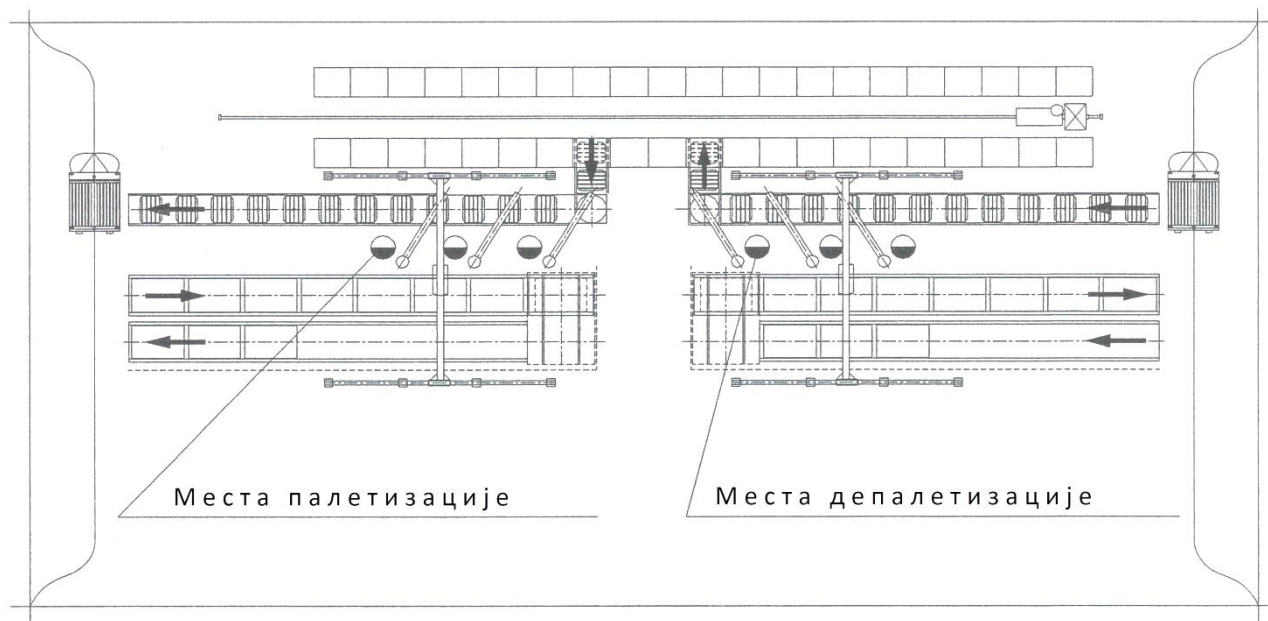
Улазни ред чекања чворне тачке (уколико се процеси раздвоје) формирају складишне јединице (делови у складишним судовима), а излазни ред чекања формирају палете са деловима које треба отпремити до места обнове. Улазни ред чекања депалетизације формирају палете са деловима који су завршили обраду док излазни ред чекања формирају складишне јединице (делови у складишним судовима) које треба отпремити у складиште.

Поред ових општих променљивих елементарних подсистема, овој чворној тачки треба придодати и следеће променљиве: динамика реда чворне тачке (број смена у којима се ради); број радника у елементарном подсистему палетизације; број радника у чворној тачки депалетизације; број делова у складишној јединици; брзина ваљкастог транспортера на коме се образује улазни ред чекања чворне тачке палетизације; брзина ваљкастог транспортера на коме се образује излазни ред чекања чворне тачке палетизације; брзина ваљкастог транспортера на коме се образује улазни ред чекања чворне тачке депалетизације; растојања између центара палетних места на ваљкастим транспортерима на којима се образује излазни ред чекања чворне тачке депалетизације; дужина палета и ширина палета.

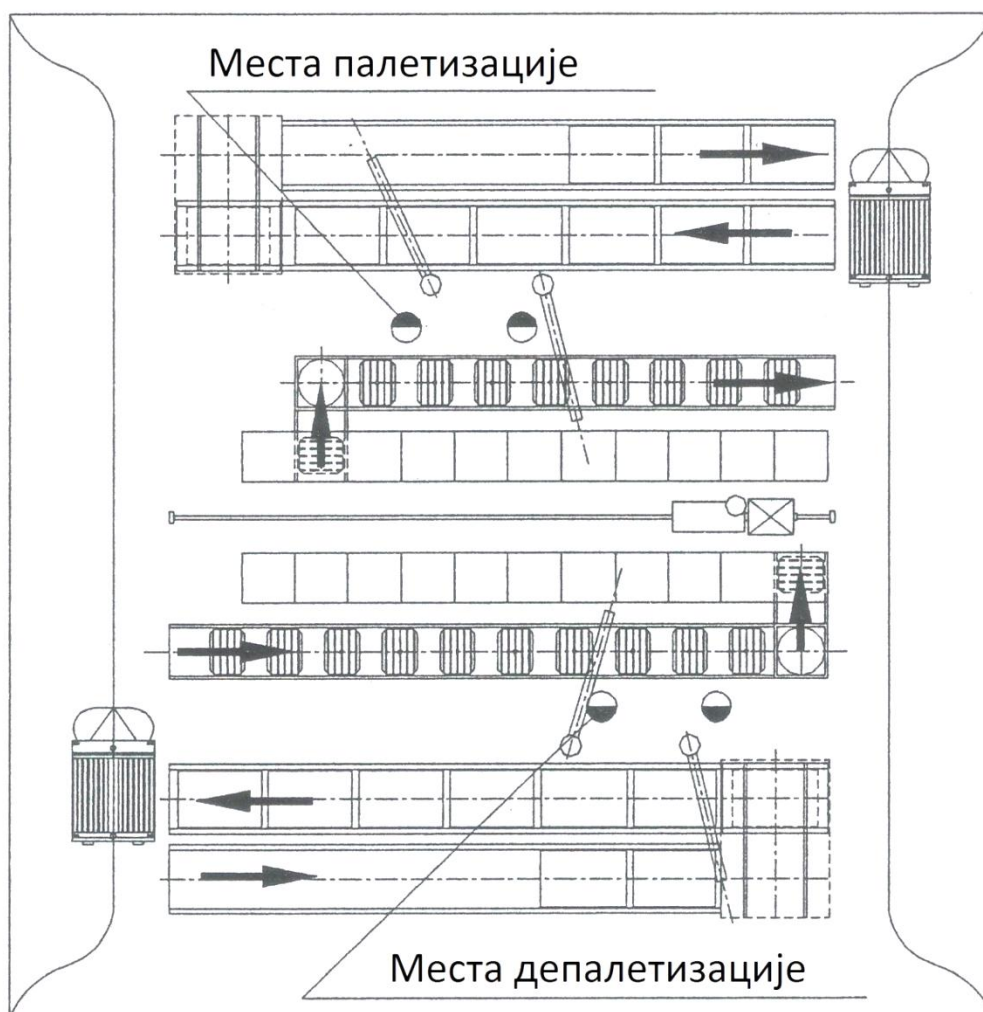
Перформансе елементарних подсистема су идентичне датим перформансама свих елементарних подсистема.

Једно од пројектних решења ЕПС-а палетизације, дато је на слици 11, Истоварна и две утоварне станице, тачније део чворне тачке, који представља утоварну и истоварне станице (утоварна станица за отпрему палета са припремцима, утоварна станица за отпрему празних складишних судова и истоварна станица за допрему складишног суда са припремцима које треба палетизовати), су решене у облику три ваљкаста транспортера постављена један поред другог. Транспортни уређај истовара складишни транспортни суд са највише четири призматична припремка на један од ваљкастих транспортера. Из складишних судова делови се мосном или конзолном дизалицом пребацују на други ваљкасти транспортер на коме се обавља палетизација, паралелан транспортеру на коме се одлажу складишни судови. Палетизација се обавља ручно, а радно место радника који обавља палетизацију, налази се између два поменута ваљкаста транспортера. Празне палете на које ће се стегнути призматични припремци, на ваљкасти транспортер одлажу се директно аутоматском дизалицом која опслужује складиште палета. Празни транспортни судови транспортују се до краја транспортера, пребацују подизним столом на ланчasti транспортер, потом, ланчастим транспортером до другог подизног стола наспрам другог ваљкастог транспортера, паралелног првом и потом другим ваљкастим транспортером до његовог краја, са кога их утовара транспортни уређај и враћа у аутоматско складиште (овај транспортер представља, наиме, утоварну станицу за празне транспортне судови). Палете са стегнутим припремцима транспортују се до краја транспортера на коме се обавља палетизација, где их утовара транспортни уређај и односи до прве ЧТ-е радне станице у којој део започиње обраду (ваљкасти транспортер на коме се обавља палетизација, представља другу утоварну станицу,

тј. утоварну станицу за палете са стегнутим припремцима). Петља транспортне стазе за све три станице (уколико постоји) је заједничка.



Слика 11



Слика 12

На слици 12, дато је пројектно решење елементарног подсистема палетизације – депалетизације, које се разликује од претходног, по мањем потребном простору за смештај ЕПС-а, по томе што су локације станица фиксне (због ограниченог простора није могуће померање станица у зависности од усмеравања петљи транспортних стаза) и по мањим капацитетима улазних и излазних редова чекања. Решење је могуће применити за мања оптерећења система услед мањих интензитета улазака јединица у флексибилни производни систем) или за велике вредности параметра k (дугачка времена обраде делова).

8. Пројектна решења ЕПС-а утоварне и истоварне станице у радним станицама

Утоварно истоварне станице налазе се у овим радним станицама а могу бити изведене као мање аутономне јединице (физички раздвојене од елементарних подсистема) радних станица алатних машина или представљају делове подсистема радних станица. Основна намена утоварних и истоварних јединица је премештање транспортних јединица између флексибилног транспортног уређаја радне станице.

Утоварне и истоварне станице најчешће, истовремено, преузимају и улогу улазног и излазног реда чекања радне станице, односно на њима се формирају улазни и излазни редови чекања.

Станице се могу налазити поред магистралних транспортних стаза или у петљама (деловима транспортних стаза паралелно магистралним, који служе да се транспортни уређаји при утовару и истовару транспортних јединица склоне са магистралне транспортне стазе) зависно од интензитета транспорта, броја транспортних уређаја у систему, трошкова постављања петљи, итд.

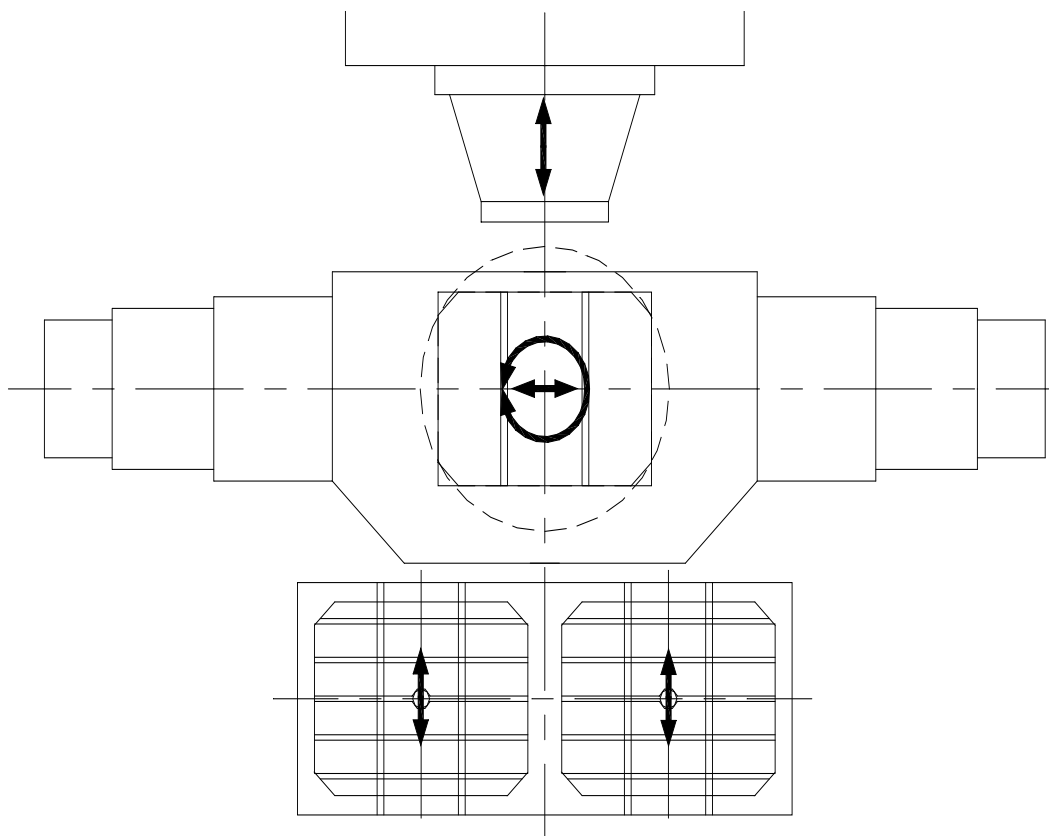
Деонице транспортних стаза на којима се налазе утоварне и истоварне станице морају се моделирати као посебне контролне зоне услед опасности од загушења зона, односно деоница транспортних стаза испред утоварних и истоварних станица. Загушење појединих деоница (или само једне деонице) транспортних стаза у контролним зонама могу изазвати загушење целокупног флексибилног транспортног система.

Осим општих променљивих свих чворних тачака за чворну тачку утоварне и истоварне станице потребно је детаљније навести и друге променљиве: време утовара или истовара транспортне јединице са транспортног уређаја; брзина кретања обртног измењивача палета (који има улгоу станице); брзина ваљкастог транспортера (станице) на коме се формира улазни или излазни ред чекања у елементарном подсистему алатних машина; растојање између центра палета на ваљкастом транспортеру на коме се формира улазни или излазни ред чекања у чворним тачкама алатних машина, као и растојање између центара палета на ваљкастом транспортеру међускладишта; брзина транспортера међускладишта; носивост станице; време премештања транспортне јединице између утоварно – истоварне станице и радног стола алатне машине (време трансляторног кретања "моста"); време пребацивања палете са "моста" на радни сто алатне машине; време попречног кретања станице (палетног постоља); време подизања и спуштања палете на станици (палетног постољу).

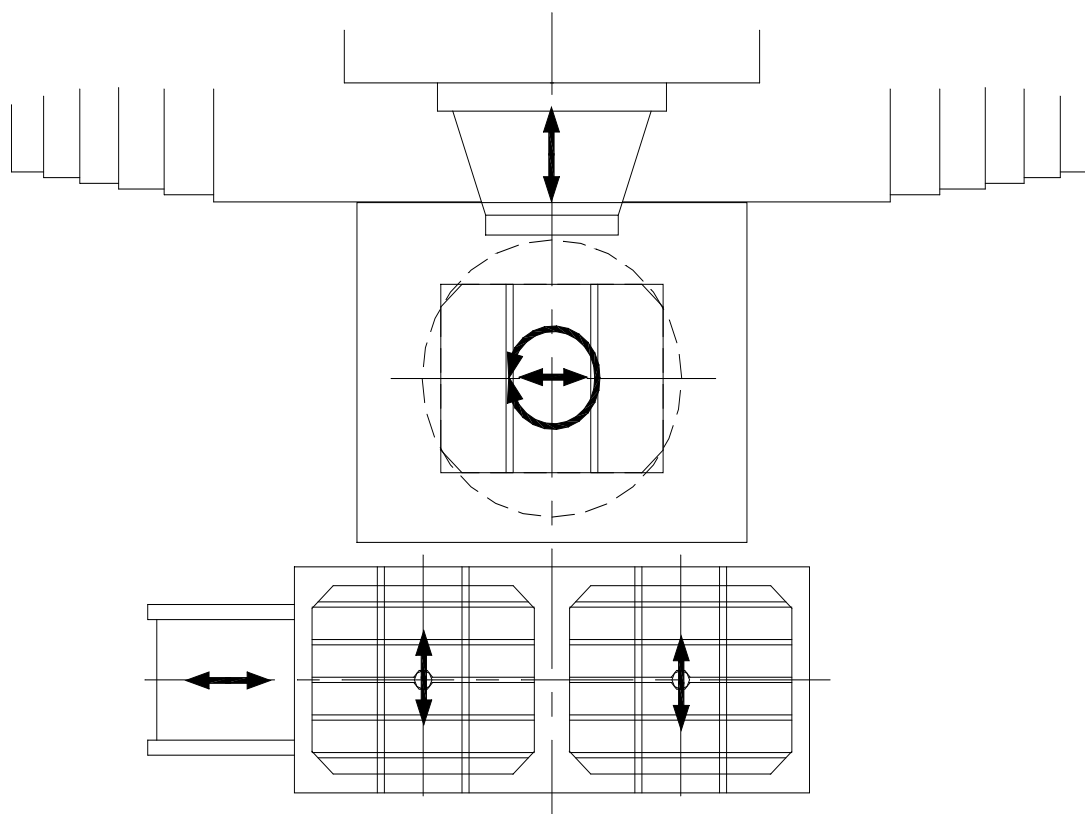
Перформансе чворне тачке утоварно истоварне станице су идентичне датим општим перформансама свих елементарних подсистема.

Конструктивни начини извођења:

На сликама 13 до 15 дати су конструктивни начини извођења станица.

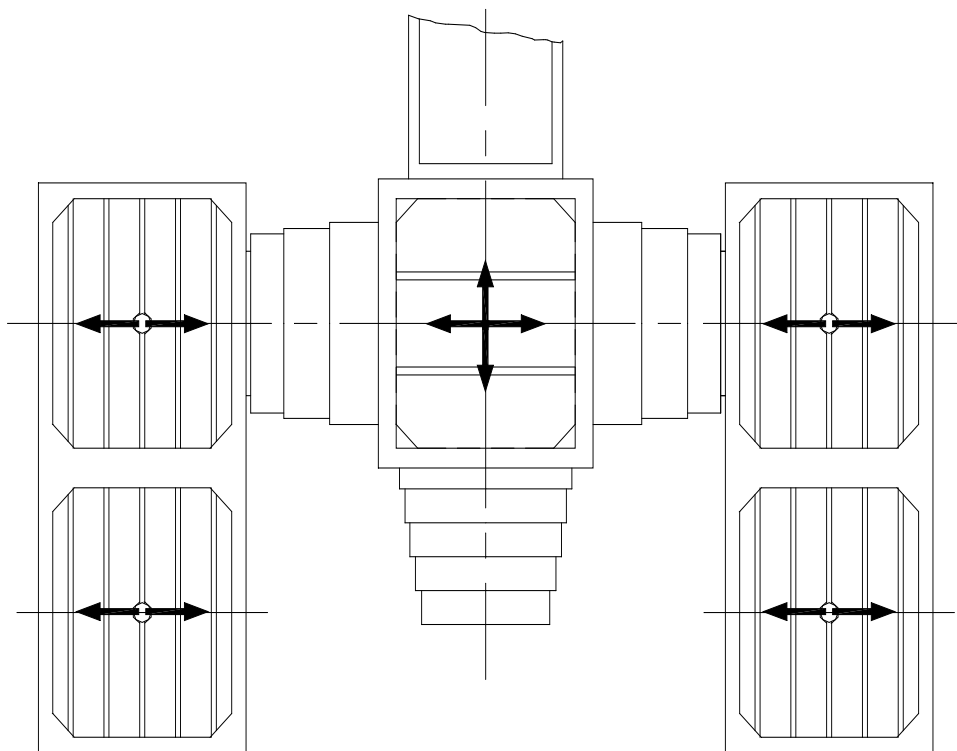


Слика 13



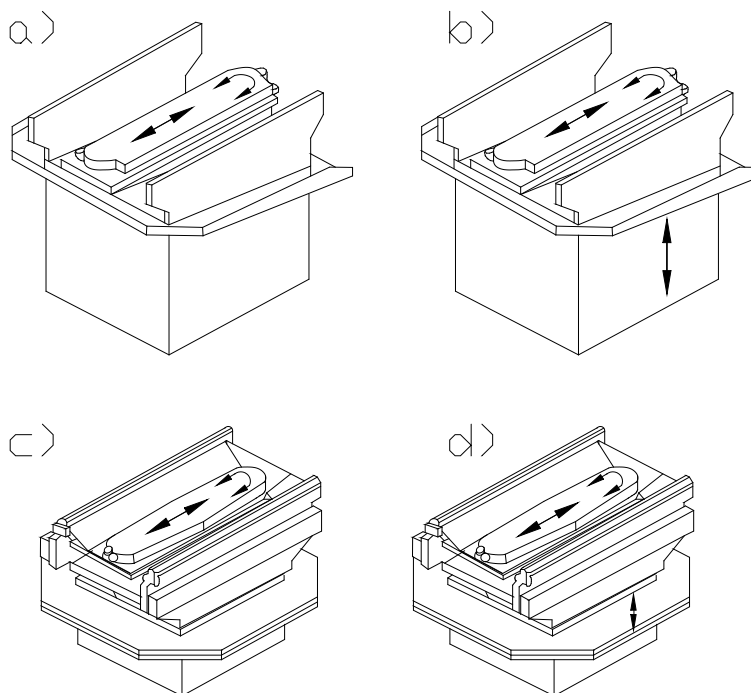
Слика 14

Уколико су станице раздвојене и фиксне, радни сто алатне машине мора имати могућност померања дуж уздужне и попречне осе.



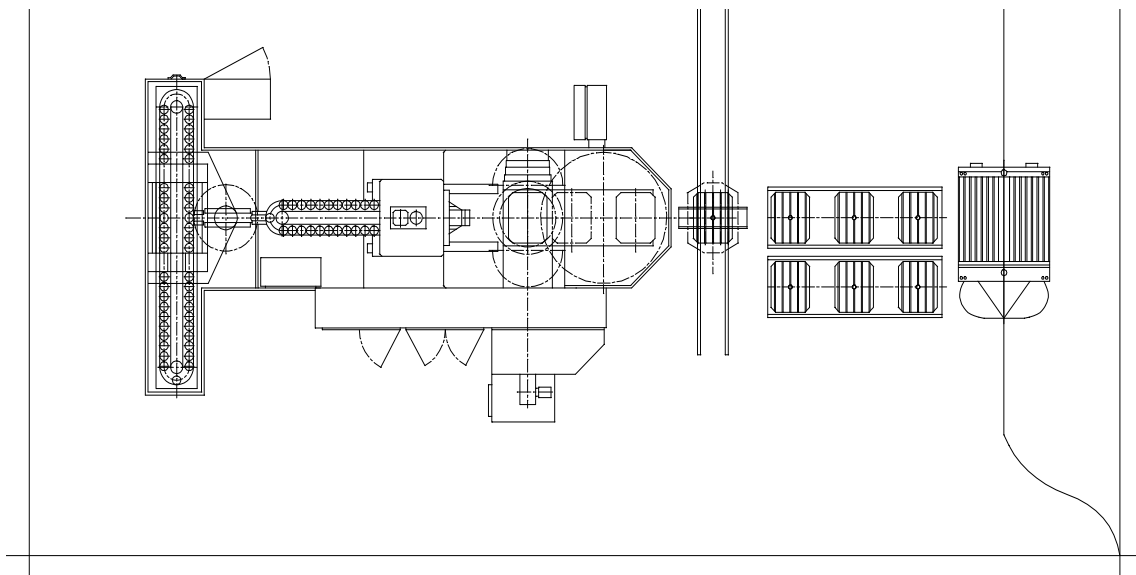
Слика 15

На слици 16 дати су конструктивни начини извођења палетних постоља.

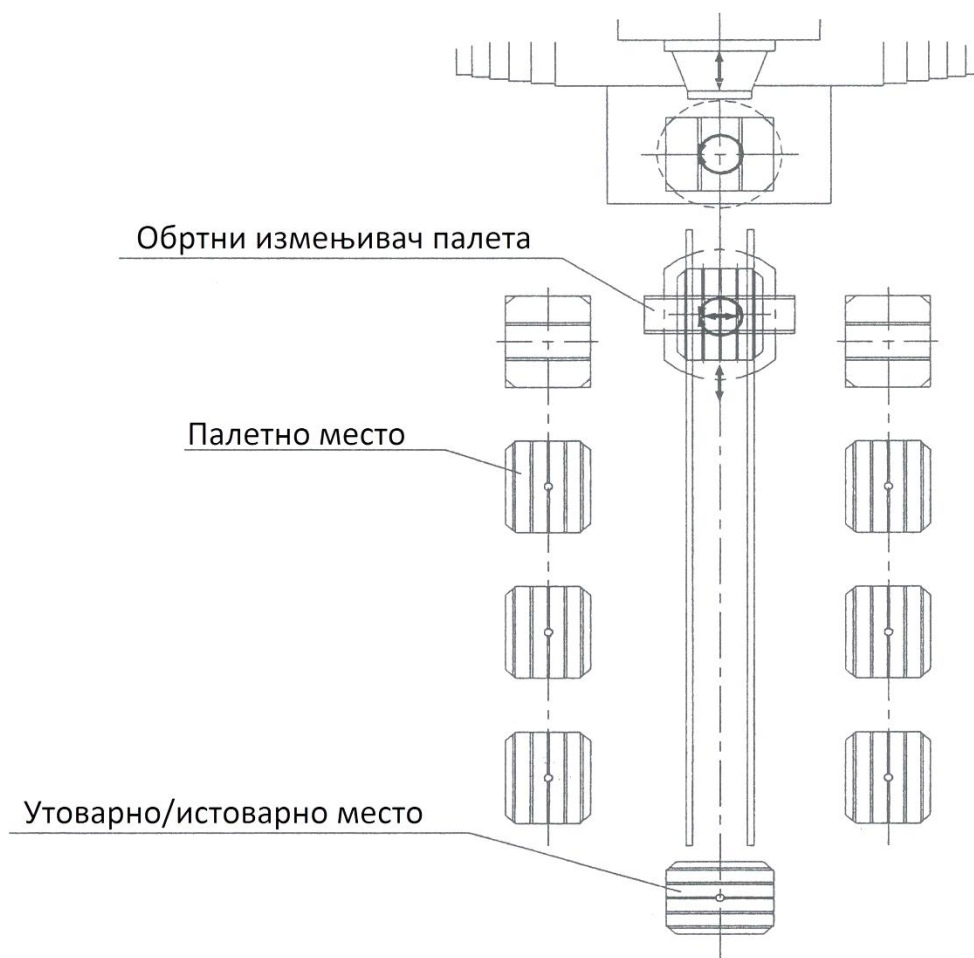


Слика 16

Једно од најчешћих начина извођења утоварне и истоварне станице је у облику ваљкастог транспортера, слика 17.



Слика 17



Слика 18

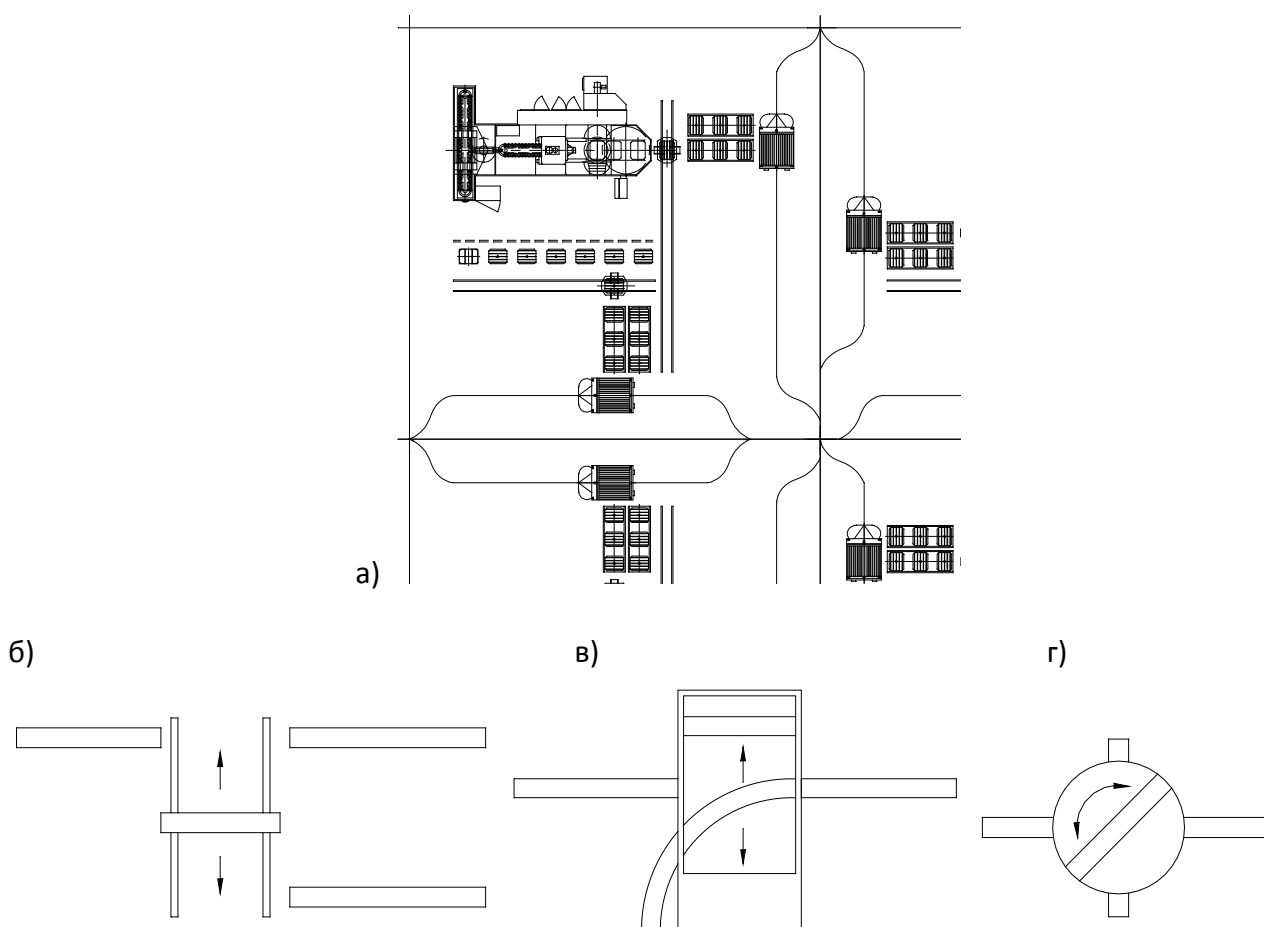
9. Пројектна решења ЕПС-а раскрсница мреже транспортних стаза

Раскрснице су места укрштања транспортних стаза ФТС-а. Преформансе чворне тачке раскрснице су идентичне преформансама већ датим свим чворним тачкама.

У зависности примењеног ФТС-а, раскрснице могу бити веома различите. Код система АГВС-а са индуктивним вођењем, раскрснице су места укрштања жичаних проводника укопаних у поду погона, слика 19 (или места укрштања линија исцртаних на поду погона, код оптичког вођења), док системи са "free ranging" вођењем немају никаквих физичких елемената на поду погона који представљају раскрснице.

Раскрснице система једношиних флексибилних висећих транспортера изводе се у три различита конструктивна облика скретнице: скретнице које омогућавају транслаторно пребацивање транспортних урађаја на паралелне деонице транспортних стаза, слика 19-б, скретнице које омогућавају наставак кретања у предходном правцу или скретање у другом правцу, слика 19-в и скретнице које омогућавају скретање у три правца или наставак кретања у предходном правцу - кружне скретнице, слика 19-г.

Највећи број променљивих ове чворне тачке је већ дат у оквиру општих променљивих свих чворних тачака изложених на почетку поглавља, па ће на овом месту бити само поновљено, да је свакако најважнија променљива, врста примењене скретнице, тј. њено конструктивно решење, дужина стазе на скретници (коју транспортни уређај мора да пређе при проласку кроз скретницу), као и вредности времена извођења појединих операција: време транспортног кретања, време окретања скретнице, итд. Она зависе од техничких карактеристика скретнице од којих су најважније брзине и дужине њених радних ходова.

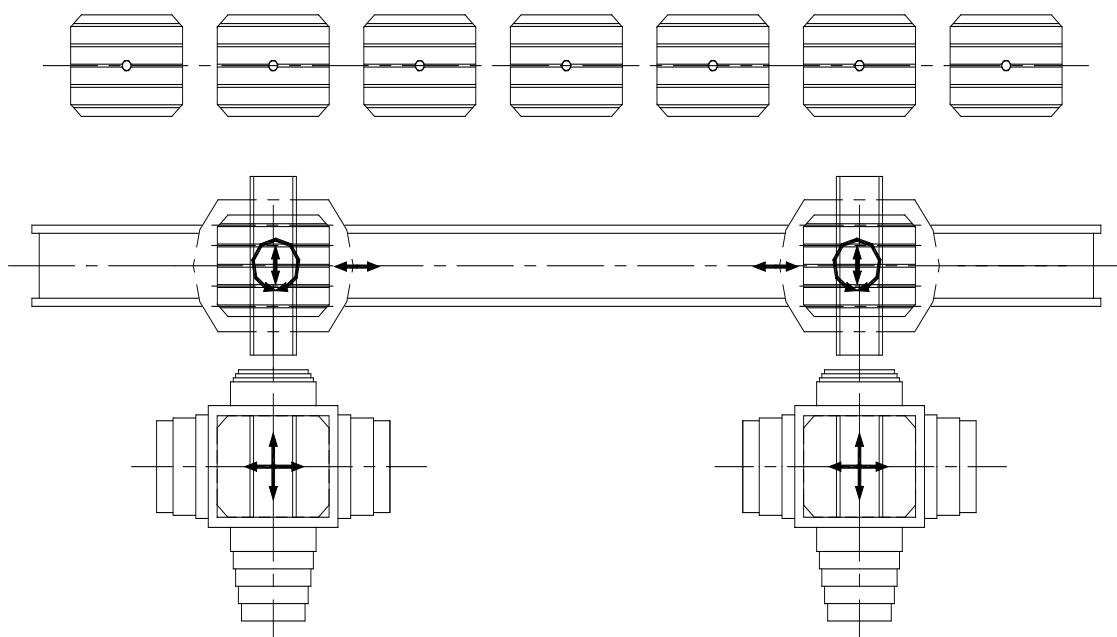


Слика 19

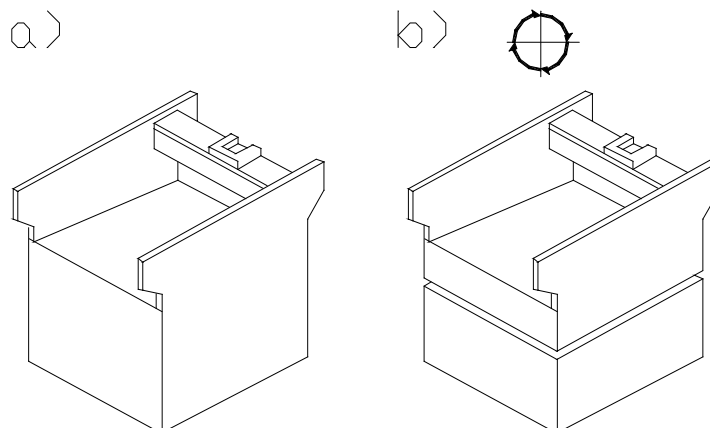
10. Пројектна решења ЕПС – а централног међускладишта

Централно међускладиште у појединим пројектним решењима ФПС-а служи за привремено одлагање палета са деловима, услед специфичности редоследа извођења техничких процеса (да се палете не би враћале у аутоматско складиште) и услед непредвиђених ситуација: непланираних тренутних закрчења транспортних стаза, закрчења утоварних и истоварних станица у радним станицама, отказа (квара) технолошке опреме у радним станицама, отказа утоварних и истоварних станица у радним станицама, итд. У флексибилним производним системима у којима се међускладиште налази у свакој чворној тачки алатних машина централно међускладиште није потребно.

Највећи број променљивих ове чворне тачке, као и код претходне, дат је у оквиру општих променљивих свих чворних тачака па треба само нагласити да је свакако најважнија променљива конструктивног решења палетних места (постоља) на којима се одлажу транспортне јединице (палете са деловима). Из ње следе остале променљиве од којих су најзначајније времена извођења појединих операција: време премештања палете, време подизања палете, време окретања палете, итд., дефинисана техничким карактеристикама палетних постоља међускладишта, односно, дужинама и брзинама њихових радних ходова.



Слика 20



Слика 21

Перформансе су идентичне већ датим перформансама свих датих подсистема.

У даљем тексту детаљно су изложени конструктивни начини извођења централног међускладишта.

Централно међускладиште најчешће се изводи у облику одређеног броја палетних постоља за одлагање палета са деловима која се постављају у линији поред транспортне стазе ФТС-а, слика 20, или ређе, у облику места за одлагање палета која немају могућност манипулације палетом, слика 21 а), или места за одлагање палете са могућношћу ротације (4 пута за 90°), слика 21 б).

11. Пројектна решења ЕПС – а места извођења обраде или монтаже делова (флекибилне обрадне ћелије, ЦНЦ алатне машине, станице за аутоматско заваривање, места монтаже, итд)

У овим елементима подсистема обавља се нека технолочка операција: обрада делова, заваривање, монтажа склопова (подсклопова) итд.

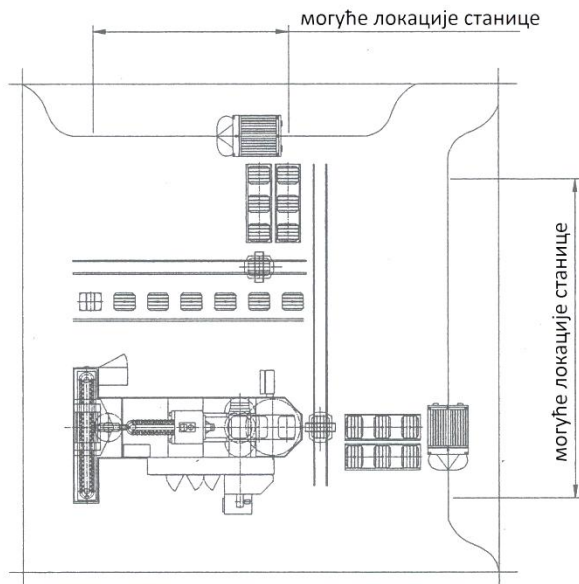
Чворна тачка има 2 реда чекања. Улазни ред чекања формирају транспортне јединице (палете са обрадцима) које чекају извођење техничке операције.

Излазни ред чекања формирају транспортне јединице које су завршиле операције у чворној тачки и чекају опрему до следећег места извођења техничке операције.

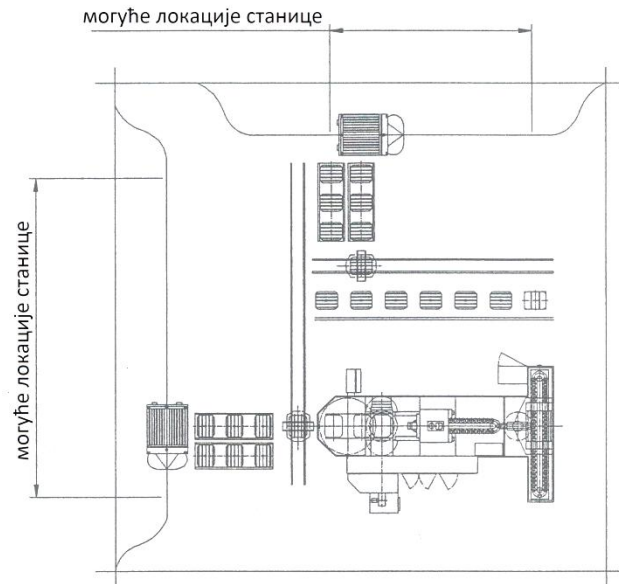
Улазни и излазни редови чекања могу да се формирају на различитим транспортним уређајима или директно на утоварним и истоварним транспортним станицама.

Осим општих променљивих свих чворних тачака остале променљиве су: Време премештања транспортне јединице између обртног измењивача палета и: Палетних постоља "ПАЛЕТНОГ ПУЛ-а", ваљкастих транспортера, окретног стола алатне машине, истоварно – утоварног места обртног магацина палета; Време премештања транспортних јединица између два обртна измењивача палета; Физичка растојања између центара обртног места ПАЛЕТНОГ ПУЛ-а, локације између појединих компоненти ЕПС-а; Време окретања обртног стола на алатној машини за 180° ; Време премештања транспортне јединице између обртног стола алатне машине и радног стола алатне машине; Време премештања транспортне јединице између обртног стола алатне машине и обртног магацина палета; Време окретања обртног магацина палета за 90° .

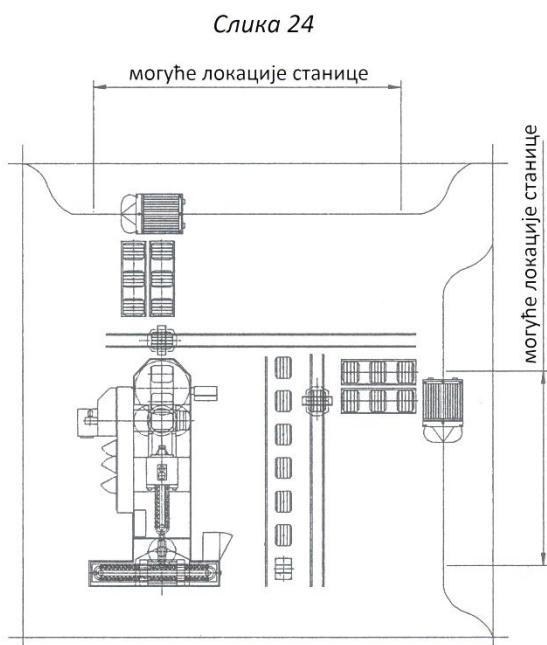
Пројектни начини извођења ЕПС-а дати су на сликама 22 до 34.



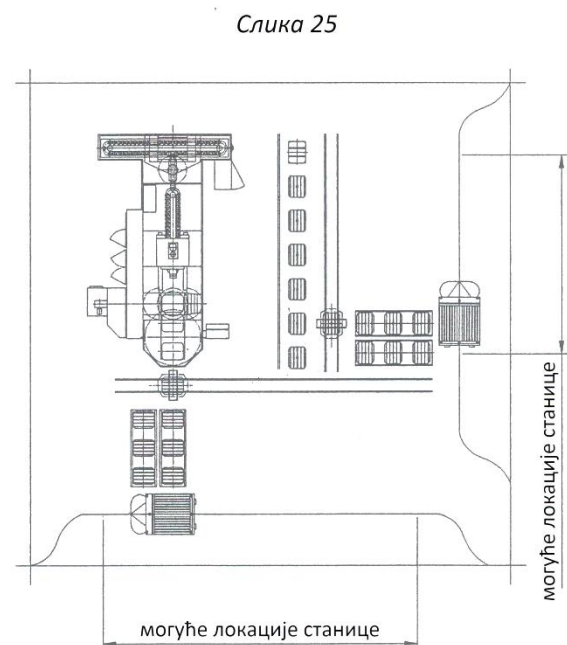
Слика 22



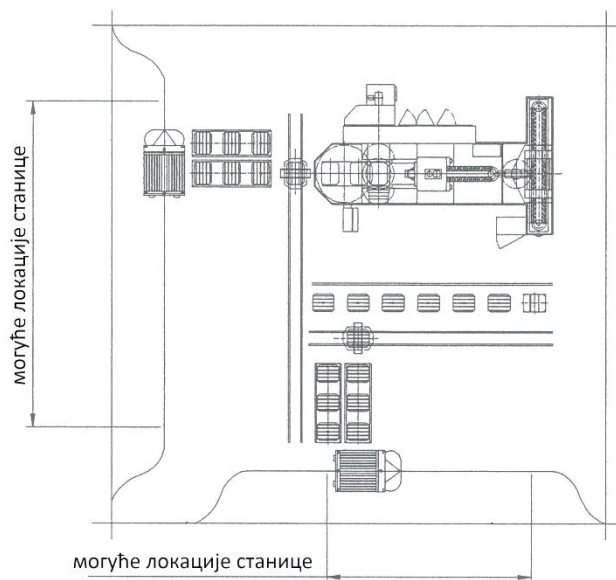
Слика 23



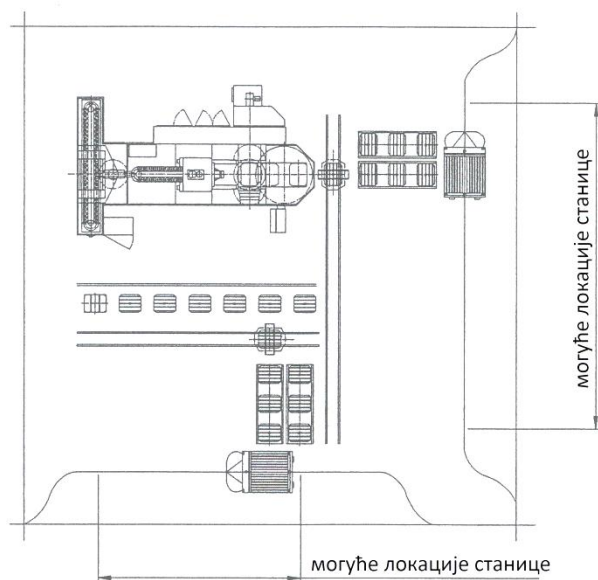
Слика 24



Слика 25

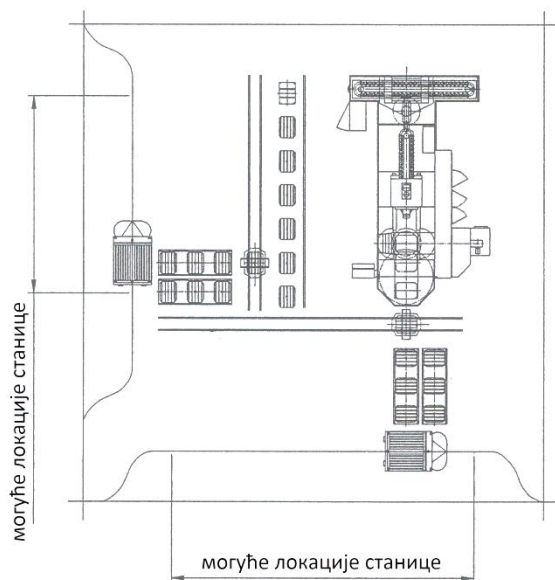


Слика 26

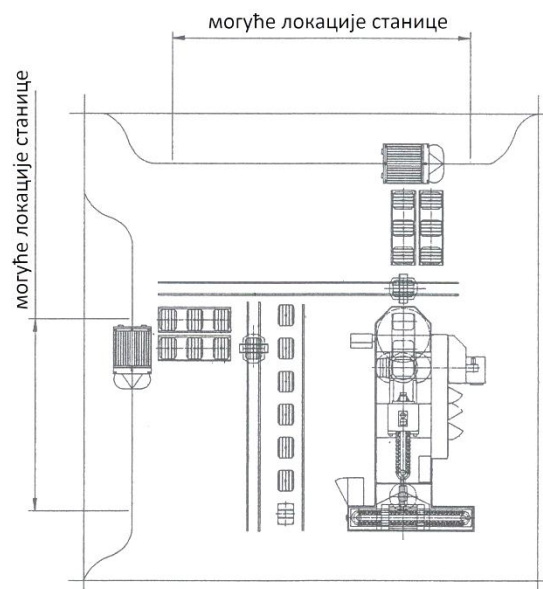


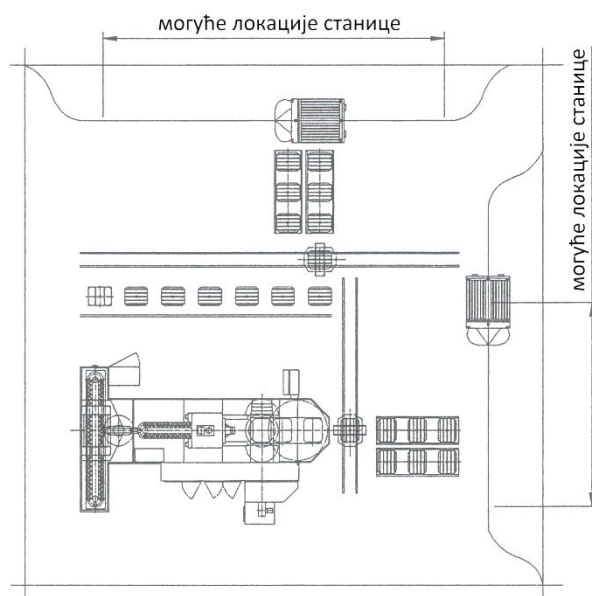
Слика 27

Слика 28

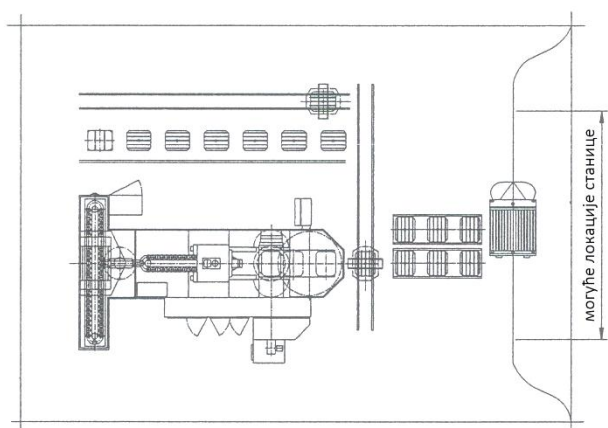


Слика 29

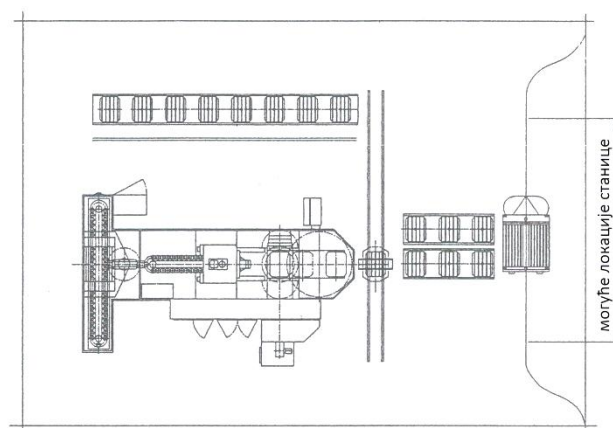




Слика 30

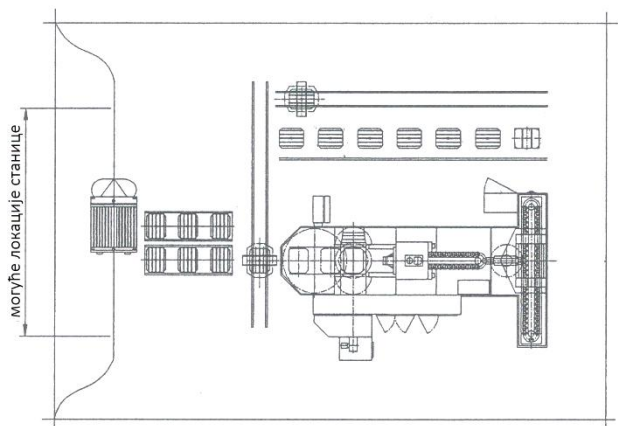


Слика 31

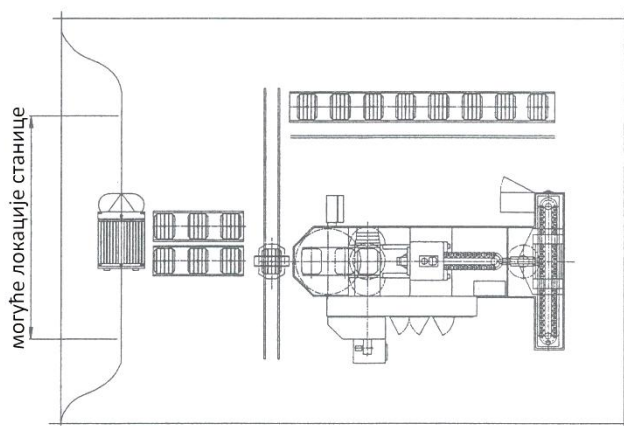


Слика 32

Слика 33



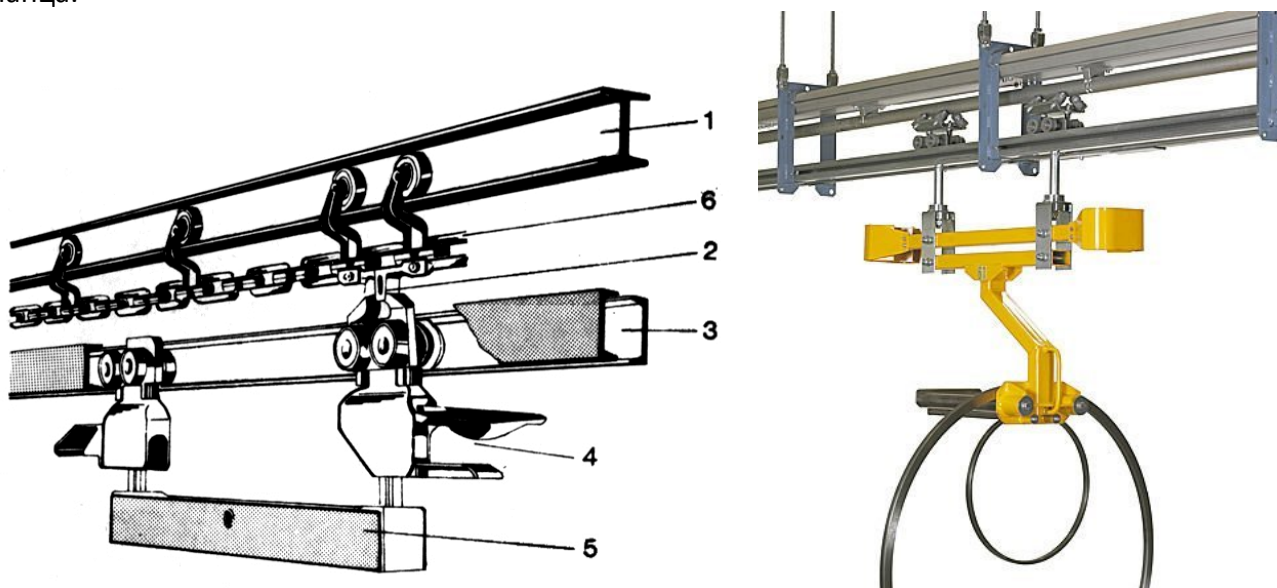
Слика 34



12. Систем двошинских флексибилних транспортера

Двошински флексибилни транспортери представљају комбинацију класичног висећег транспортера и једношинске висеће дизалице (слика 35).

Транспортна стаза (најчешће окачена о кровну конструкцију) се састоји од две шине постављене једна изнад друге. По горњој шини (1) се крећу погонска колица, круто везана за погонски ланац (6). На погонским колицима (или између точкова колица такође везаних за погонски ланац) налази се такозвана трола (2), елемент којим се погоне слободна колица. Сем погона слободних колица (преко троле) погонска колица служе и за вођење погонског ланца.



Слика 35

По доњој шини (3) крећу се слободна (носећа) или погоњена колица (4), на којима се налази захватни уређај са теретом (5). Погон слободних колица остварује се тако што се помоћу специјалног механизма трола спаја са слободним колицима.

Слободна колица, дакле, нису круто везана за ланац и по потреби се, ручно или аутоматски, спајањем или раздвајањем од погонског ланца специјалним механизмом могу укључивати или искључивати са магистралне транспортне стазе система.

По искључивању са магистралне транспортне стазе транспортер може помоћу скретница прећи на неку од транспортних стаза које опсужују техничке линије различитих намена (машинска обрада, термичка обрада, бојење, прање, сушење, итд.).

Магистралне и локалне транспортне стазе могу имати различите брзине кретања или времена такта (или да сваки транспортер има своје време такта), а систем омогућава да свако радно место на различитим линијама има своје време такта што целокупни систем чини веома флексибилним.

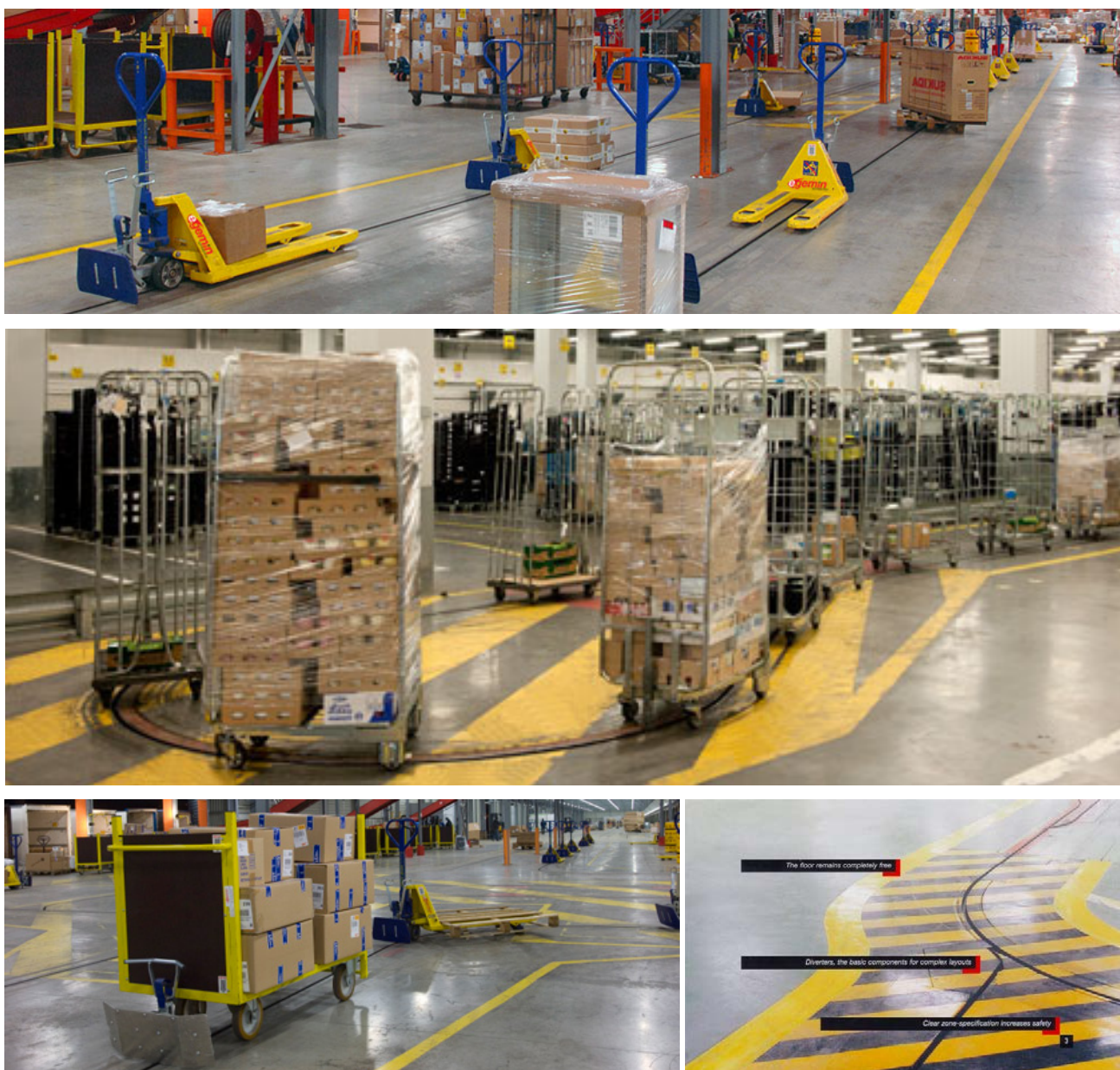
Систем такође омогућава да се сваки транспортер потпуно независно од других по потреби преко система скретница и дуж одговарајућих траса може транспортновати до одређеног места тј. да сваки транспортер може обављати и појединачне транспортне задатке.

Магистралне и локалне транспортне стазе састоје се од одговарајућих погонских станица, затезних станица и сегмената за заокретање.

Двошинским ФТС управља централна управљачка јединица (подређена централном рачунару производног система) која аутоматизује транспорт, утовар, истовар, скретање, акумулацију транспортера на одређеном делу транспортне стазе, а омогућено је и надгледање рада система.

13. Подни флексибилни транспортери

Подни флексибилни транспортери раде на сличном принципу као и двошински ФТ. Намењени су за транспорт терета већих маса и већих габарита. Транспортна колица – транспортер се састоји од носиће структуре и два пара точкова од којих је предњи пар окретан око своје осе. На предњем крају колица налази се уређај којим се колица каче за вучни ланац (алика 23). Транспортна стаза је у облику вучног ланца који се крећу у каналу укопаном у поду канала најчешће у једном смеру, али су могућа решења са двосмерним кретањем ланца. Погонске станице су испод нивоа пода. У том случају могу се, у опасности од судара, користити свеганаколико колица. Погонске станице налазе се испод нивоа пода. Производна опрема поставља се дуж транспортне стазе. Као у претходном случају могу се по потреби поставити више одвојених локалних транспортних стаза које опслужују технолошке линије различитих намена.



Слика 36

Повезивање магистралне транспортне стазе са локалним (такође затвореним транспортним стазама), као и међусобно повезивање локалних транспортних стаза обавља се преко транспортних стаза за спајање, одговарајућим системом скретница.

По искључивању са транспортне стазе, транспортна колица се могу и ручно прегурати до жељене локације, а како је вучни ланац укопан по поду погона, неометано се могу кретати и други транспортни уређаји: ручна колица, виљушкари, итд., чиме се повећава флексибилност транспорта.

Подни флексибилни транспортери се најчешће користе на монтажним линијама у великосеријској производњи, као и у складишно дистрибутивним системима. Транспортни систем је по правилу потпуно аутоматизован са аутоматским избором путање при обављању специфичних транспортних задатака.

Као и у претходном случају, систем се састоји од погонских станица, затезних станица, станица за заокретање, акумулационих делова транспортних стаза, заустављача, система скретница, итд.

14. Систем једношиних флексибилних транспортера (ЈФТ)

Системи једношиних флексибилних транспортера (ЈФТ) припадају новијој генерацији ФТС. Почели су да се развијају крајем седамдесетих година, а у првој половини осамдесетих на тржишту западних земаља појавио се одређени број произвођача ових система.

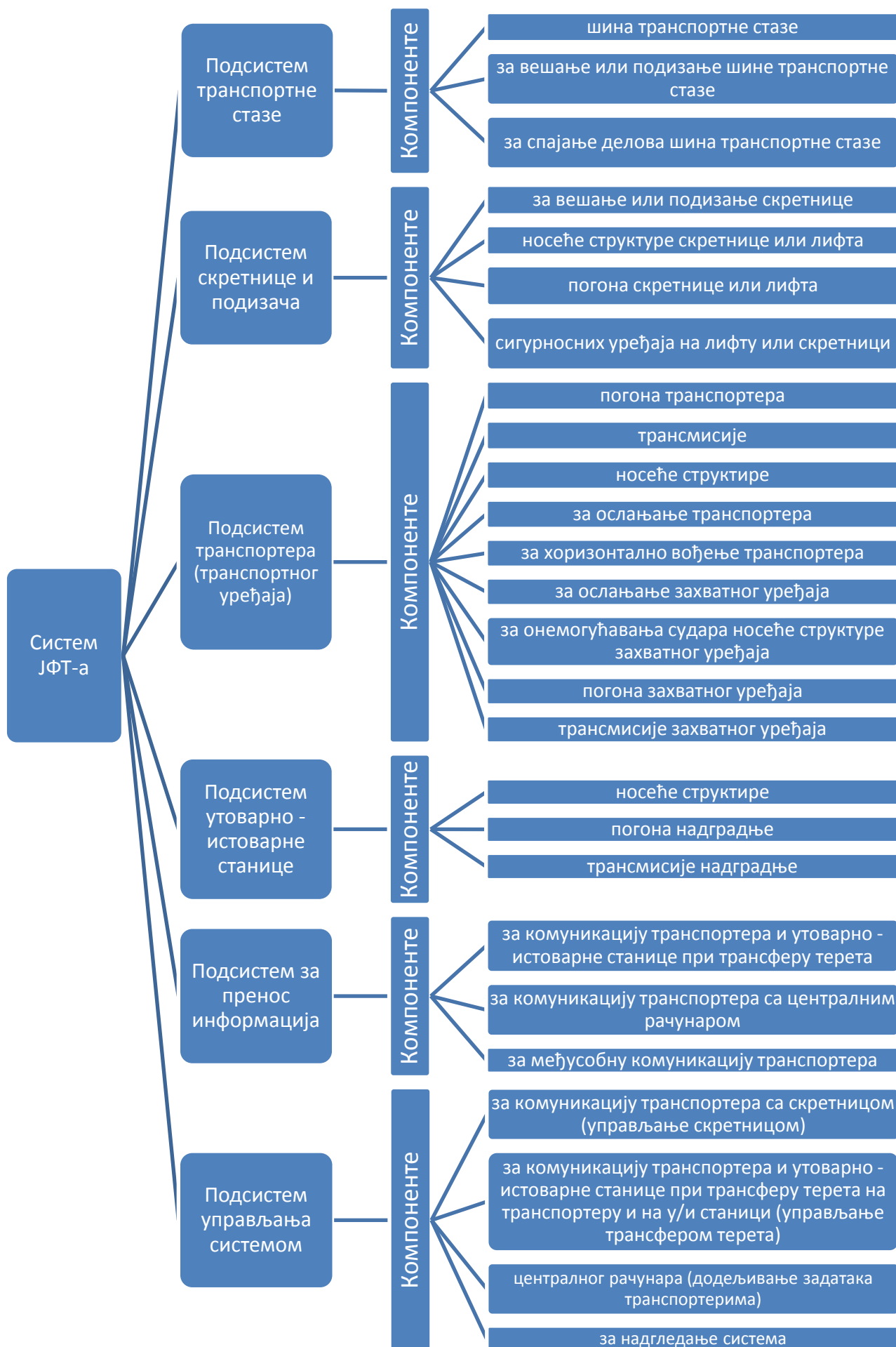
Системи су релативно једноставни, веома поуздани и задовољавају изузетно широк спектар транспортних захтева. Модуларне су структуре, па је релативно лако, без већих инвестиционих улагања, могуће доградити транспортну стазу, изменити неке њене деонице, као и повећати укупни транспортни капацитет система додавањем нових транспортера. Све операције транспортног система су аутоматизоване. Флексибилност система огледа се у потпуној независности погона и кретања, односно, задатка који обавља сваки од транспортера. Структурна шема је дата на слици 37.

Систем је подељен на подсистеме опрација тј функцијама које системи обављају: Подсистем транспортне стазе по којој се транспортери крећу, подсистем транспортног уређаја, тј. самог транспортера, подсистема компонената транспортне стазе, скретница за промену правца кретања транспортера и подизача транспортера са једног нивоа на други, подсистем утоварних и истоварних станица преко којих се обавља утовар и истовар транспортних јединица, подсистем за напајање транспортера енергијом и пренос информација и подсистем за управљање системом.

Подсистеми се састоје од подгрупа елемената који омогућавају делимично функционисање подсистема, а подгрупе су даље подељене на елементе који омогућавају делимично функционисање подгрупа. У општем случају, подгрупе елемената, могу се назвати, само, елементима.

Дата функционална расчлањеност представља основу за конципирање модуларне градње система. Жељене техничке и експлоатационе карактеристике и специфични захтеви целокупног система остварују се компоновањем различитих елемената (компонената) у подсистеме и компоновањем подсистема у систем ЈФТ. Стална тежња да систем буде стандардизован и модуларно конципиран, јер је тада могуће, заменом одређених модула, лако прилагођавање новонасталим транспортним задацима без великих улагања.

У циљу систематизације различитих конструктивних решења, на слици 38, дата су основна техничка и теоретска решења неких компоненти, или тачније, подгрупа компоненти. Посматране су компоненте заослањање терета, вођење терета (вертикално и хоризонтално) и погон транспортера. Комбинацијом различитих техничких решења елемената остварује се



делимична функција система и добија велики број решења укупног система. Све теоретске комбинације су технички изводљиве, а треба изабрати комбинацију која ће у највећој мери задовољити специфичне захтеве и ограничења система који се пројектује.

FUNKCIONALNE PODGRUPE			
OSLANJANJE TERETA	VOĐENJE TERETA	POGON	OSLANJANJE-VOĐENJE TERETA
1	2	3	4
11 Мoguће клаћење у правцу x и y осе	21 Дуž линије (са једне стране)	31 Паралелна вратила тоčka и мотора (cil. зупчаници или каишници)	41 Онемогућено кретање дуž y-осе
12 Без могућности клаћења у правцу x осе	22 По једној површини	32 Вратило мотора нормално на вратило тоčka (конусни зупч.)	42 Онемогућено кретање дуž y и z осе
13 Без могућности клаћења	23 Дуž обе стране линије	33 Вратило мотора нормално на вратило тоčka (пузњи пренос)	43 Двоја носећа колица са точковима за ношење и вођење
14 Без могућности клаћења	24 Између две површине, једне изнад друге	34 Двостепени преносник-комбинација 3.1, 3.2 и 3.3	44 Једна носећа и једна колица за вођење
5	25 Са обе стране вертикалне површине	35 Конусни преносници постављени са обе стране ел. мотора	45 Колеса повезана зглобном везом
6	26 Између две вертикалне површине	36 Директан погон-без преносника	
7	Напомена: Тоčkови су обложени пластићном масом Различити профили тоčkova и пресека шина транспортних стaza		

Слика 38

15. Основни пројектни и конструктивни параметри машинског дела система ЈФТ-а - изведена решења

Носивост (kg)		20 ÷ 4000 (20, 40, 50, 110, 200, 300, 320, 600, 630, 1500, 2000, 3000, 4000)
Брзина (m/min)	Кретања	10 ÷ 180 (10, 14, 18, 30, 36, 43, 60, 120, 180)
	Фине вожње	1 - 5
	Дизања/спуштања	12 - 24
Снага мотора (kW)		0.11 ÷ 10.48 (најчешће 0.11, 0.25, 0.48, 0.5, 1.0, 1.5, итд)
Транспортно расотојање – укупна дужина транспортних стаза (m)		100 ÷ 3500
Савлађивање нагиба (°)		30° - 60° (30, 45, 60)
Број транспортера у систему		30 ÷ 450
Захватни уређај		Уређај за палетизоване терете, специјални захватни уређај

У табели изнад дати су основни пројектни и конструктивни параметри машинског дела система ЈФТ. Носивости транспортера варирају од веома малих носивости (20, 40 и 50 kg) у системима који се примењују у индустрији беле технике и апарата за домаћинство, индустријама преносника, лакој машиноградњи, ФПС, текстилној индустрији, поштама, болницама итд., до великих носивости (1500, 2000, 3000 kg) у транспортним системима индустрије мотора, великих преносника, аутомобилској индустрији, индустрији пољопривредних машина, машиноградњи, складиштима, складишно - дистрибутивним системима итд.

Брзине кретања крећу се у распону од малих брзина, 10 - 18 m/min за монтажне транспортне системе и за системе великих носивости, до великих брзина 120 и 180 m/min, који се примењују за мање носивости и тамо где је потребно постићи велике транспортне капацитете на великим транспортним растојањима.

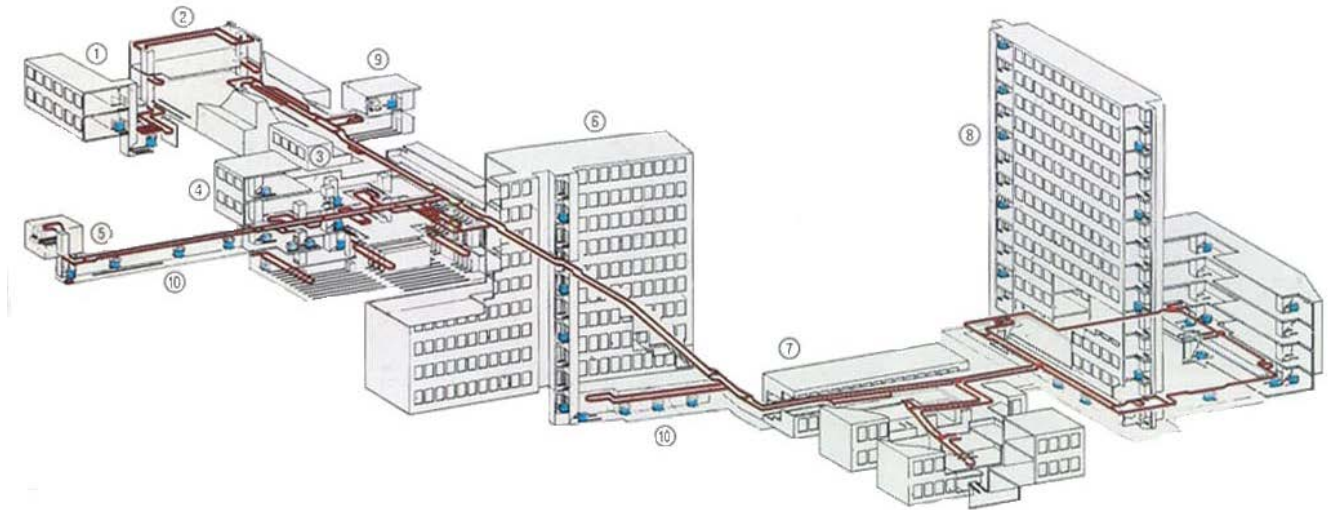
Снаге мотора за погон кретања су релативно мале. Од 0,11 и 0,25 kW за мале носивост и мале брзине транспорта, до 1,5 kW за највеће носивости и брзине кретања. Због малих снага погона кретања ови системи су веома економични са становишта потрошње енергије. У системима код којих транспортери сопственим погоном савлађују велике успоне снага мотора иде и до 10,48 kW.

Поједине деонице транспортне стазе изведене су са великим успонима и падовима, од 300 до чак 600. На тим деоницама инсталиране су допунске погонске станице, најчешће са погонским ланцем, које вуку транспортет уз успон или му помажу, кочећи га, да савлада пад. Дужине транспортовања, односно, укупне дужине транспортних стаза могу бити веома различите, а зависе од капацитета производног система у коме су транспортни системи инсталирани, layout – а погона, врсте производа, тј, технолошког поступка производње итд, и крећу се од 100 до 3500 и више метара.

Број транспортера у систему зависи од захтеваног капацитета транспорта, захтеване брзине транспорта, капацитета производног система у коме су транспортни системи инсталирани, технолошког поступка производње, и креће се од неколико десетина транспортера да веома великог броја транспортера, 450 и више.

Системи ЈФТ примењују се и у не производним делатностима. На слици 39 представљен је layout Универзитетске клинике у Дизелдорфу. Целокупан транспорт хране,

лекова, рубља, смећа, итд., између свих одељења за лечење, кухиње, апотека, центра за снабдевање, вешернице, итд., у више од 1000 специјалних контејнера од нержајућег челика, дуж 3,5 km транспортних стаза постављених углавном испод земље, решен је управо системом ЈФТ-а. Брзина транспортера на правцу износи 80 m/min, а у кривинама 25 m/min, транспортери годишње пређу 650.000 km. Систем се састоји од 87 транспортера, 115 скретница, 22 подизача (лифта) и 5 окретних скретница.



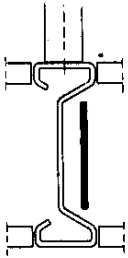
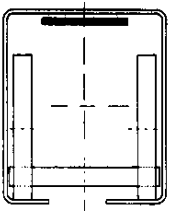
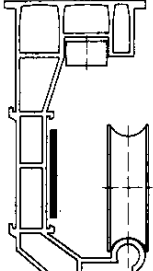
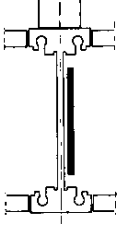
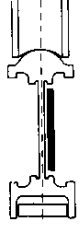
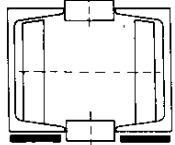
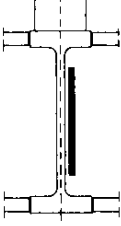
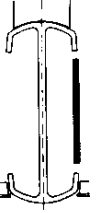
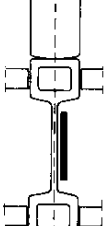
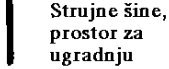
Слика 39

Предности система ЈФТ-а у односу на остале флексибилне транспортне система:

- Једноставност система
- Велика брзина транспортовања
- Висок транспортни капацитет система
- Велики дијапазон носивости
- Мали утрочак енергије у раду
- Висока тачност позиционирања при премештању транспортних јединица
- Минимална бука у раду система
- Висока тачност вођења транспортера
- Лако напајање система енергијом и преношења управљачких информација
- Висока укупна флексибилност система
- Потпуна аутоматизација система
- Минимална могућност повреда радника
- Широка област примене
- Могућност коришћења великог броја различитих захватних уређаја
- Могућност вертикалног повезивања мреже транспортних стаза
- Брза исплативост инвестиција
- Лако повећање транспортног капацитета система
- Релативно једноставна промена траса мреже транспортних стаза
- Једноставно проширење система
- Могућност модуларне градње система
- Могућност унификације и стандардизације система

16. Подсистем транспортне стазе

Транспортна стаза састоји се од шине транспортне стазе израђене од легуре алуминијума или од челичних поцинкованих профила, елемената за вешање или подизање шине транспортне стазе и елемената за спајање делова транспортне стазе. Избор материјала шине транспортне стазе обавља се према условима експлоатације, а шина се израђује у облику праволинијских деоница и криволинијских деоница у хоризонталној и вертикалној равни. За савладавање успона и падова стазе већих од 3° (5%), примењује се уређај за вучу или спуштање транспортера.

Transporter se kreće po spoljnoj strani profila		Transporter se kreće po unutrašnjoj strani profila	
Ravni pojasni deo profila	Profilisani pojasni deo profila	Ravni pojasni deo profila	Profilisani pojasni deo profila
 Demag	 Stahl	 Hero	 cfc
 Eisenmann	 Thyssen	 Rofa	
 Schenk	 Tourtellier		
 Schindler	 Translift		

Слика 40

Постоје два основна начина кретања и ослањања транспортера (погонских и слободних колица) о шину транспортне стазе: кретање транспортера по спољној стази профила шине транспортне стазе и кретање транспортера по унутрашњој страни профила шине. На слици 40, дати су могући облици профила шина транспортних стаза најзначајнијих светских произвођача система ЈФТ. Поред начина ослањања и кретања транспортера, на слици су приказани и начини постављања инсталације за напајање енергијом и преношење информација (струјних шина).

Систем са унутрашњим кретањем и ослањањем транспортера

Шина транспортне стазе израђена је од хладно ваљаних или пресованих шупљих профила. Основна предност ових система је да се транспортер, површинске шине по којој се транспортер креће и такозване струјне шине, налазе сасвим заштићене од унутрашњег профила транспортне стазе. Основни недостатак овог система је велика и тешка шина као и потреба за повећањем радијуса кривине. Оваква конструкција онемогућава директан приступ струјним шинама и погонских транспортера струјних шина ради одржавања и евентуалних поправки.

Систем са спољашним кретањем и ослањањем транспортера

Шина транспортне стазе изграђена је од челичних или алуминијумских пресованих профила. Ови профили имају исту масу и момент у односу на претходни па су у односу на остале лакши и јефтинији. Профили су лакши за израду и монтажу. Сегментни профили су високе тачности па се остварује несметано прелажење транспортера са једног на други сегмент. Елементи за ослањање на носећу конструкцију, елементи за ношење струјних шина и други додатни елементи могу се веома лако поставити. Профили обезбеђују релативно мале радијусе кривина. Постоје профили са равним појасним делом ширине транспортне стазе и профили са профилисаним појасом шине транспортне стазе у оба начина извођења транспортне стазе.

Профили са равним појасним делом шине транспортне стазе

Код система са спољашним ослањањем и кретањем транспортера, вертикални точкови погонских и слободних колица крећу се по средини горњег појасног дела профила шине транспортне стазе. Вођење транспортера остварује се хоризонталним точковима који се крећу по средини обода горњег и доњег појасног дела профила шине, чиме се остварује фино вођење транспортера у хоризонталној равни. Вођење у хоризонталној равни од изузетног је значаја за тачно остваривање везе између контаката на транспортеру и и струјних шина.

Вертикални точкови, погонски и слободни, пресвучени су специјалном тврдом пластичном масом.

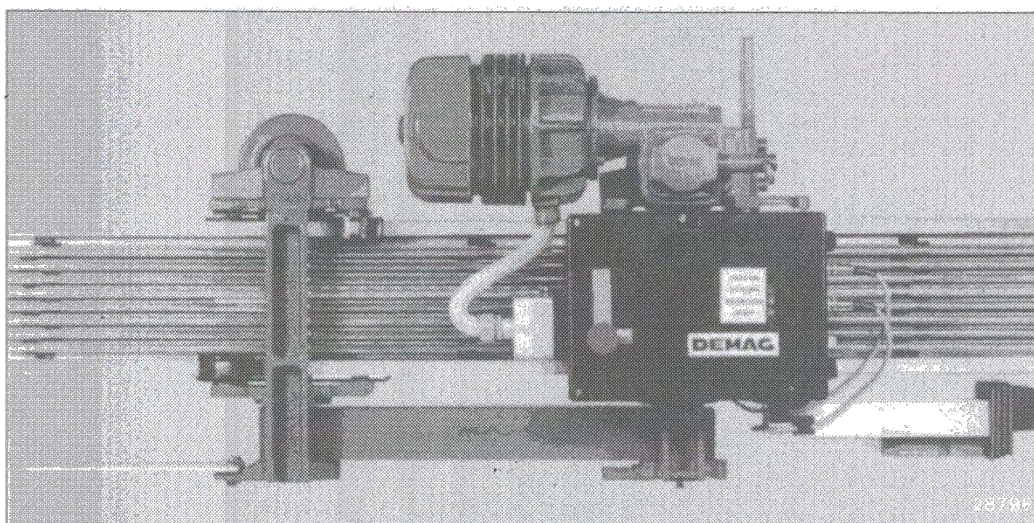
Профили са профилисаним појасним делом шине транспортне стазе

Хоризонтално вођење остварује се профилисаним вертикалним точковима који се крећу по профилисаним горњем појасном делу шине транспортне стазе, чиме је избегнута потреба за хоризонталним точковима који се крећу по средини обода горњег и доњег појасног дела профила шине транспортне стазе.

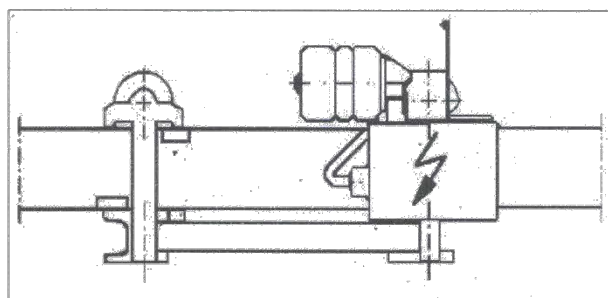
Вертикални точкови, погонски и слободни, пресвучени су пластичном масом, чиме се смањује бука приликом котрљања точка по шини и јер се тежи да додир точка и шине буде по могућности у једној тачки. Пожељно је, уколико је могуће, растеретити до извесне мере погонски точак, ради бољих погонских карактеристика (бољег обртног момента).

17. Подсистем транспортера

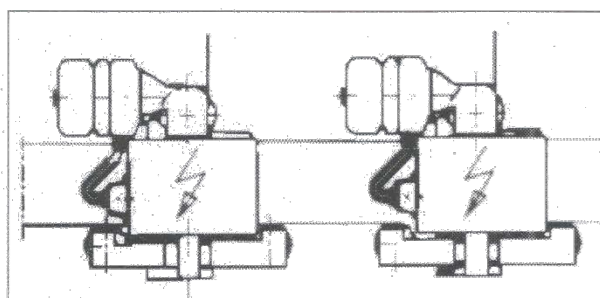
Транспортер се састоји од двоја колица, погонских и слободних, који се по шини транспортне стазе крећу помоћу вертикалних точкова. Носећу структуру колица сачињавају горња горња и доња носећа плоча, вертикални везник који их повезује и нпсача захватног уређаја, постављен са доње стране доње носеће плоче. На горњој страни погонских колица поставља се моторни преносник којим се погони вертикални точак. Вођење транспортера у хоризонталној равни остварује се хоризонталним точковима постављеним на носећим плочама. Носећа и слободна колица повезана су хоризонталним носачем (траверзом) за који се веша захватни уређај. Носач је зглобно везан за колица чиме је омогућено његово кретање у хоризонталној равни у кривинама транспортне стазе. Могући угао одклона између погонских колица и траверзе износи од 35° до 45° . На слици 41, представљен је стандардни транспортер фирме Демаг, носивости 500 kg, а његов шематски приказ је дат на слици 42.



Слика 41



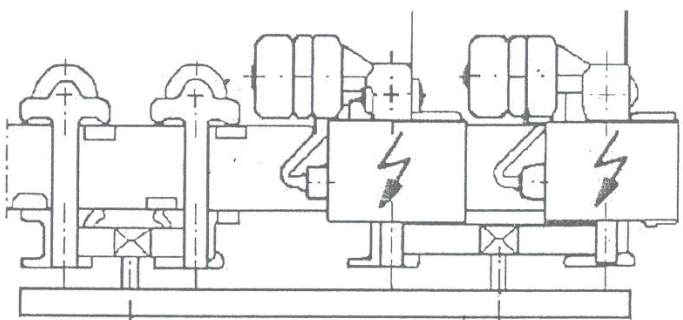
Слика 42



Слика 43

Транспортер може бити изведен и са само једним колицима са потпорном траверзом. Погонска колица као и код стандардних извођења, а на крајевима траверзе су постављени точкови који се котрљају по доњим појасевима делова шине транспортне стазе (слика 43). Носивост оваквих транспортера је 250 kg.

При транспорту терета веће дужине и масе одговарајућим траверзама са зглобним везама спрежу се више стандардних колица (највише до 4), слика 44. На слици 45, приказана је комбинација колица за транспорт аутомобилских каросерија.



Слика 44



Слика 45

За погон мотора транспортера користи се трофазна струја, напона 380 V, а за управљање и регулисање јединичне струје напона 24 V.

Транспортер на себи носи управљачку јединицу која је подређена главном рачунару транспортног система, а напајање електричном енергијом и преношење управљачких сигнала обавља се преко струјних шина на транспортној стази по којој се транспортер креће. Одузимач струје са струјних шина налази се на погонским колицима, најчешће иза разводне табле. Погонски мотор је самокочећи електромотор или електромотор са кочницом за заустављање, снаге до 10,48 kW. Колица се могу покренути и ручно или опремити аутоматском командом слободног хода. Пренос снаге са електромотора на погонски точак остварује се бешумним једностепеним пужним преносником. Код транспортера састављених из више стандардних колица, погонски мотори могу имати једну или две брзине или се брзина може мењати промена фреквенције напајања.

На погонским колицима налази се и спојница, за спајање транспортера са вучним елементом уређаја за вучу, помоћу кога транспортери савлађују успоне или падове преко 3°, уколико се изводе са стандардним погоном. Онемогућавање судара транспортера остварено је безконтактним позиционим прекидачем.

Захватни уређај

Захватни уређаји најчешће су металне конструкције прилагођене деловима који се транспортују са или без могућности обртања у хоризонталној равни, понекад са могућношћу подешавања висине терета услед ергономских захтева, слика 46 (транспорт и монтажа врата



Слика 46



Слика 47

аутомобила), слика 47 (транспорт делова каросерије аутомобила), слика 48 (транспорт одливака у ливници), слика 49 (транспорт палета (са точковима) са калемовима), слика 50 (транспорт камионског мотора), итд.



Слика 48

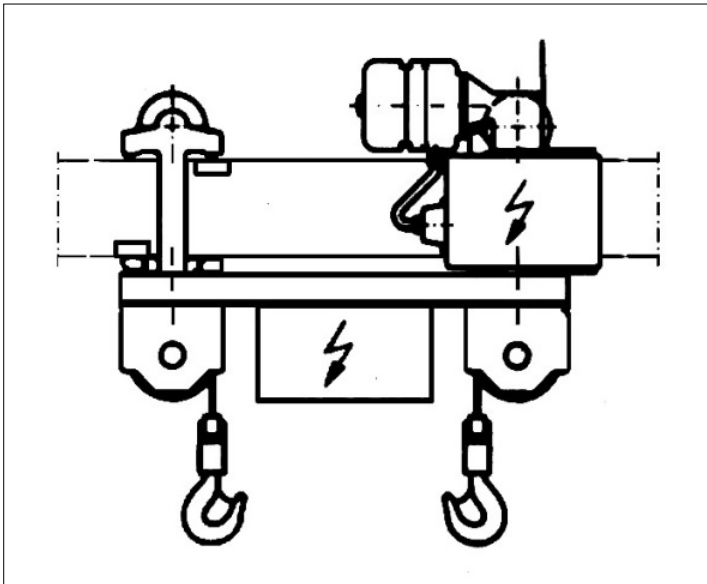


Слика 49

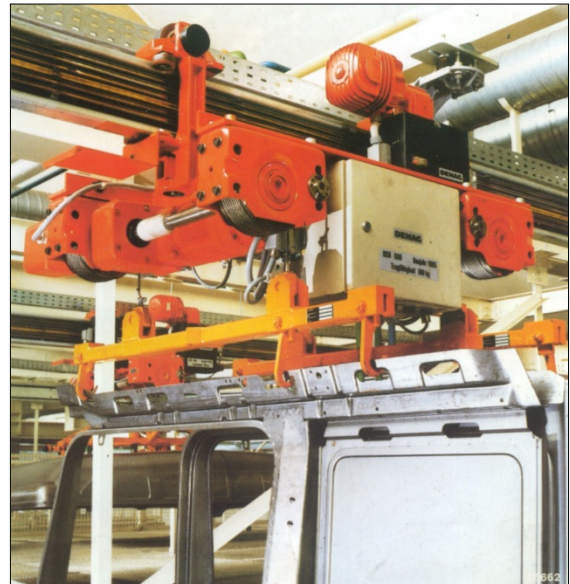


Слика 50

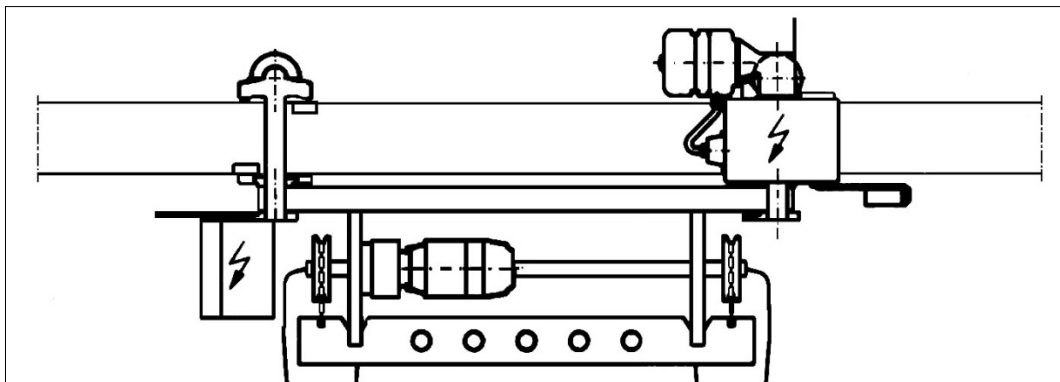
Захватни уређај може имати и могућност вертикалног премештања, тј. Подизања и спуштања, помоћу два или четири ужета са куком (слика 51) или четири ужета (слика 52).



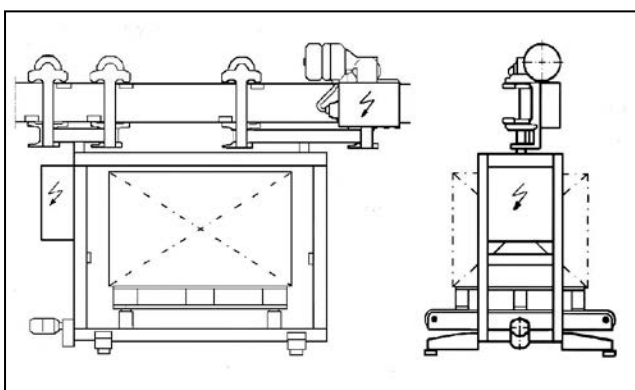
Слика 51



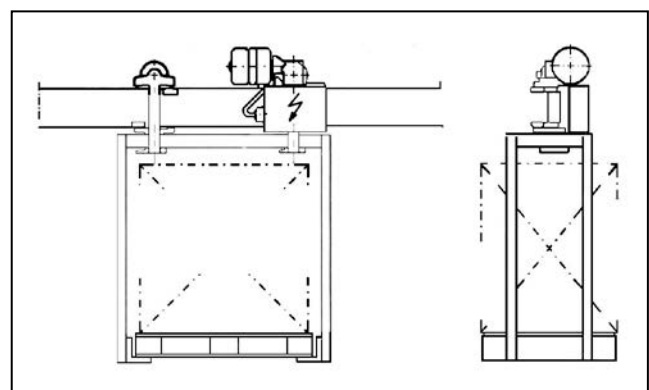
Слика 52



Слика 53



Слика 54

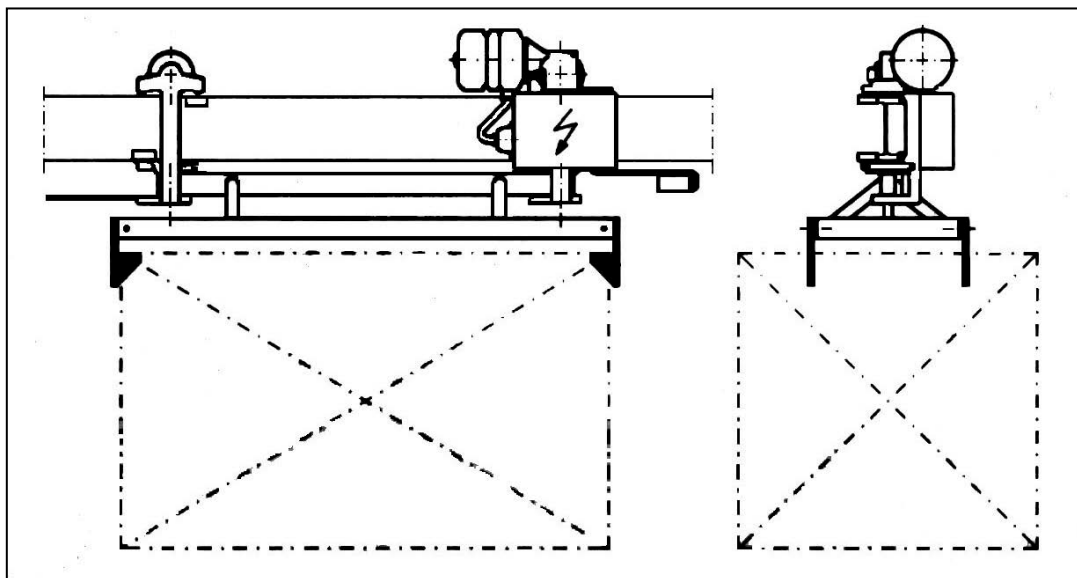


Слика 55

Носивост ових уређаја је 2000 kg, а брзина подизања и спуштања 24 m/min. Носећи елемент може бити и ланац (слика 53). Носивост уређаја је 1000 kg, а брзина 12 m/min.

Захватни уређај може бити прилагођен и транспортној јединици без сопственог погона за премештање транспортне јединице са уређајем за премештање палета (слика 54), са уређајем за премештање палете (слика 55) или са хватачким уређајем за транспорт бокс палета (слика 56).

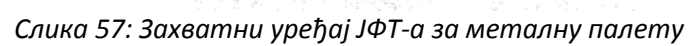
Захватни уређај изведен је у облику ланчастог транспотрера, причвршћен на одговарајућу носећу конструкцију. Транспорт терета остварује се помоћу два дворедна ваљкаста ланца FKK 145/4. Брзина кретања ланца износи 0,125 m/s, размак између оса ланца је 735 mm. Ваљчићи погонске гране ланца се при кретању ланца котрљају по одговарајућим вођицама (шинама). Вођице вучне гране заварене су са горње стране правоугаоног профила (80x40x5 mm), док се повратне гране вучних ланца, такође, крећу по вођицама причвршћеним вијцима за унутрашње стране профила, чиме се спречава слободно кретање повратних грана, тј. смањује бука при раду захватног уређаја. Профили који носе вођице ослоњени су преко одговарајућих носача (60x40x3 mm) на доњи рам носеће конструкције захватног уређаја.



Слика 56

Са унутрашње стране профила који носе вођице постављени су L профили (L 50x50x9 mm) за ослањање кућишта котрљајних лежајева погонског и гоњеног вратила захватног уређаја.

Међуосно растојање вратила 1200 mm, а на њиховим крајевима (на препустима) налазе се идентични ланчаници ($z=25$, $t=9,525$ mm), преко кога се преноси обртни момент са моторног преносника 90S-3/ZKR63 B-4, преко дворедог ваљкастог ланца FKK190/1 (на излазном вратилу моторног преносника налази се идентичан ланчаник). Затезање вучних ланца транспортера и погонског ланца, остварује се паралелним померањем горњег вратила и одговарајућим померањем плоче, за коју је причвршћен моторни преносник. Носећа конструкција захватног уређаја састоји се од правоугаоног рама (1210x10160 mm) састављеног од четири заварена квадратна профила (60x60x5 mm) на који се завртњевима везује за захватни уређај и одговарајућег просторног рама, састављеног од косих носача и носача укрућења, којима се захватни уређај (са доњим рамом) причвршћује заносећи везник ЈФТ. На

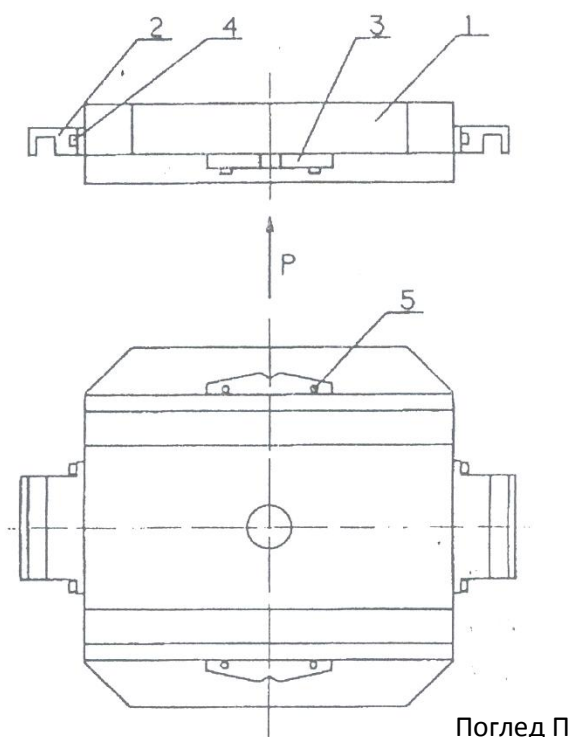


сва четири угла правоугаоног рама, налазе се точкићи са пластичном облогом, пречника 100 mm, за вођење транспортера у хоризонталној равни, тј. обезбеђење тачности позиционирања транспортера и обезбеђење стабилности транспортера, при утовару и истовару. Вођење се остварује кретањем точкића по спољним странама појасних лимова вођица у утоварно – истоварним станицама, а ради тачности кретања, тј. поништавања зазора између вођица и точкића, точкићи на једној страни правоугаоног рама, имају могућност подешавања. Вођице се састоје од U профила (U 6,5), који су са стране са које транспортер улази у утоварно – истоварну станицу закошени под углом од 15° , у односу на уздужну осу, на дужини од 250 mm, ради лакшег уласка транспортера у станицу.

На слици 57, представљено је конструктивно решење захватног уређаја за металне палете 500x500 mm (DIN 55201) развијено на Институту за механизацију, Машинског факултета У Београду. На стандардну палету монтиран је кљун за захватање палете и плоче са жлебом за позиционирање палете (слика 58).

Позиције:

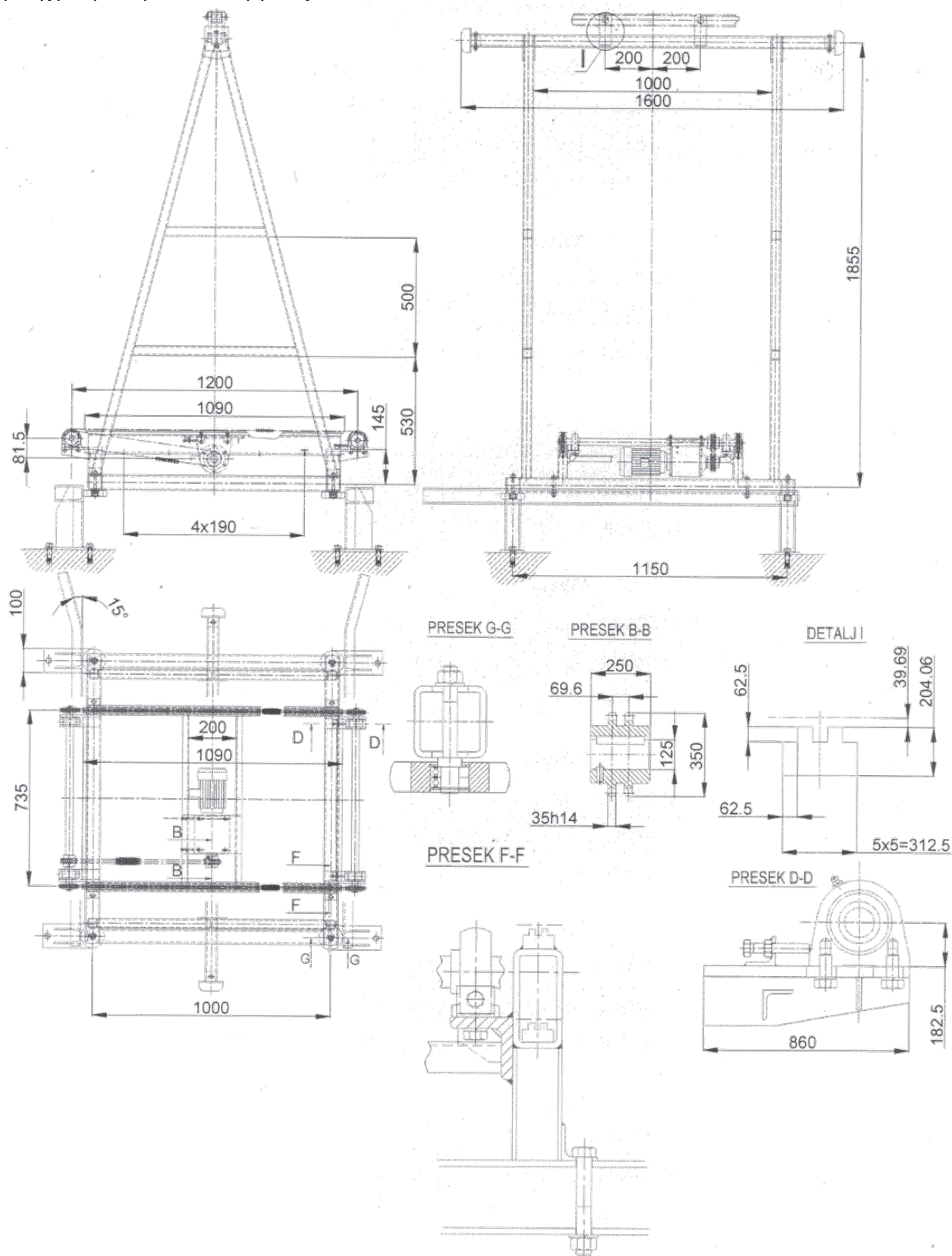
1. палета
2. кљун
3. плоча са жљебом за позиционирање палете
4. вијак M10x32
5. вијак M8x20



Слика 58

Основни елементи подсистема су носећа структура захватног уређаја и ланчани транспортер. Вучни елемент транспортера је троређи ваљкасти ланац FKK 220/3 који се креће брзином од 0,24 m/s. Растојање између оса ланчаника је 476,25 mm, а ради исправног функционисања станице, растојање се мора одржавати константним (ланац се у току експлоатације не дотезати). На ланац је причвршћен елемент за захватање палете (зуб). Елемент се састоји од носача који се умеће у ланац на месту ламеле, осовине и котрљајног лежаја. Осе ланчаника постављене су под углом од 13° у односу на вертикалну осу, да би се омогућио несметан пролаз зуба испод палете при празном ходу, као и захватање палете (улазак у жлеб на кљуну палете) у радом ходу. Такође, растојања крајњих положаја зуба, једнака су растојању положаја кљунова на палети. Вођење палете обавља се помоћу хоризонталних и вертикалних кугличних лежаја. Пренос снаге са моторног преносника на ланчани транспортер, обавља се помоћу једноредог ланца. Доњи део носеће структуре

састоји се од две квадратне цеви, на које је постављена носећа плоча ланчаног транспортера. Између главних носача, ради укрућења, постављене су правоугаоне цеви, на које су постављени точићи (лежајеви) за вођење транспортера у утоварно – истоварној станици и носачи моторног преносника. За крајеве главних носача, заварене су квадратне цеви које образују горњи рам конструкције.



Слика 59

Пребацивање палете са транспортера на утоварно – истоварну станицу (по уласку у станицу), остварује се захватањем кљуна на палети зубом на ланчаном транспортеру, при преласку зуба из доње у горњу полураван ланчастог транспортера (при наиласку зуба на један од ланчаника) и даљим кретањем зуба у горњој полуравни.

На крају радног хода, при наиласку на други ланчаник, зуб почиње да излази из спреге са кљуном, и у крајњем положају се потпуно одваја од кљуна, одакле почиње празан ход ланчаног транспортера. Исти циклус, али у супротном смеру, обавља се при пребацивању палете са станице на захватни уређај транспортера, променом смера обртања излазног вратила моторног преносника.

На слици 59, представљено је конструктивно решење захватног уређаја ЈФТ за палету или транспортни суд, димензија 1200x800 mm, носивости 500 kg, развијеном на Институту за механизацију, Машинског факултета у Београду.

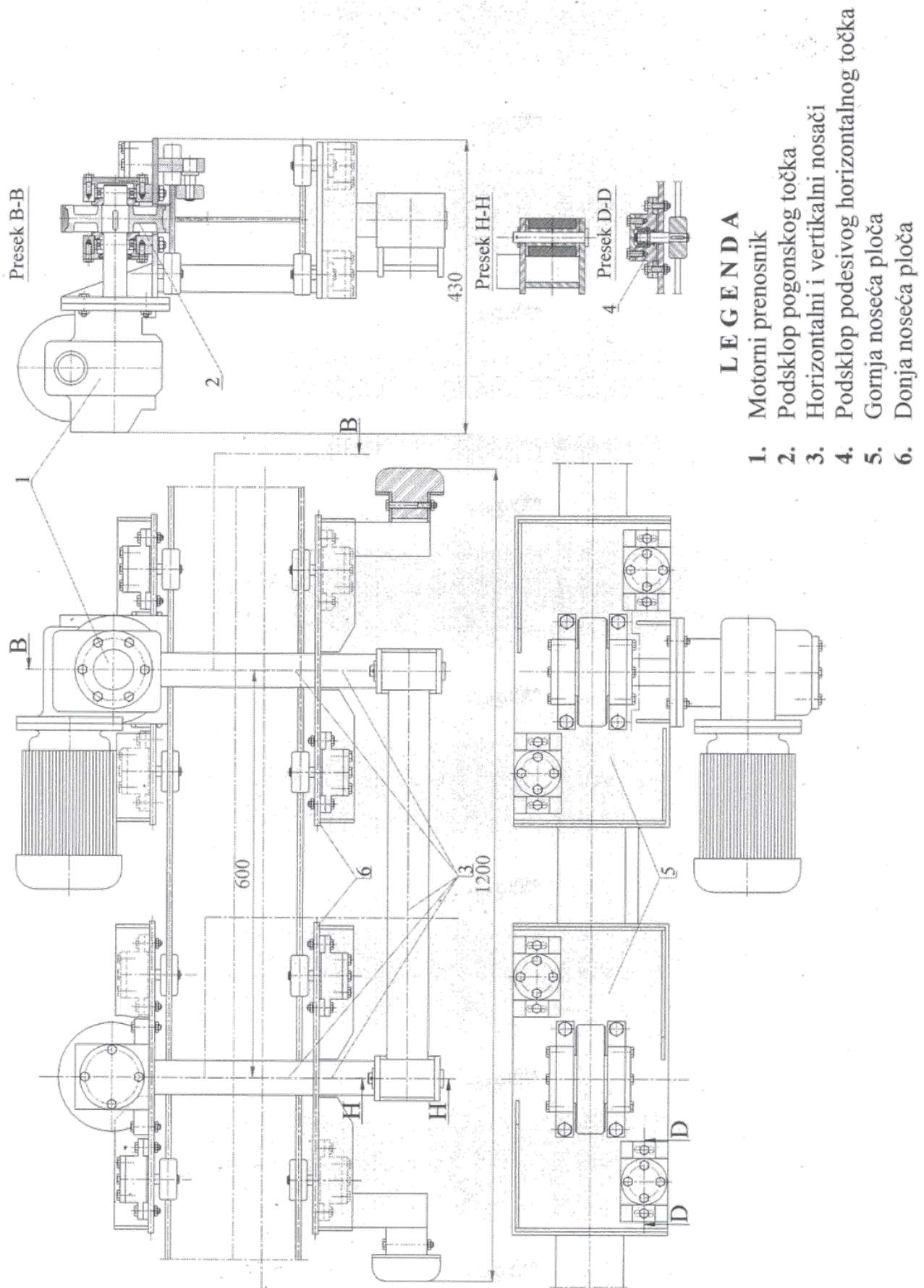
17.1 Конструктивна решења транспортера

Решење са малим насадним моторним, пужним преносником и I профилем шине транспортне стазе

Транспортер дат на слици 61, креће се брзином од 1 m/s, и састоји се од двоја колица: погонских и слободних. Растојање између вертикалних точкова погонских и слободних колица је 600 mm. Носећу структуру колица сачињавају горња носећа плоча на коју је са горње стране постављен склоп вертикалног точка, и доње плоче за коју су са доње стране постављени носачи захватног уређаја. Плоче су повезане вертикалним везником (50 x 50 x 5 mm). За вертикални везник погонских колица везана је управљачка кутија транспортера. Вертикални точкови крећу се по горњем појасном лиму шине транспортне стазе. На горњој страни погонских колица постављен је моторни преносник. Горња и доња плоча носе хоризонталне точкове који се крећу по бочним странама горњих и доњих појасних лимова шине транспортне стазе, а служе за вођење транспортера у хоризонталној равни. Са доње стране горње хоризонталне плоче и код погонских и код слободних колица налази се вертикални пластични точак пречника 40 mm. У случају да колица из било ког разлога "крену" нагоре, точак ће доћи у контакт са доњом страном горњег појасног лима и онемогућити даље кретање нагоре, односно, "спадање" колица са шине транспортне стазе. У нормалном раду транспортера између точка колица и доње стране горњег појасног лима шине транспортне стазе обезбеђен је зазор величине 2 mm (точак се не окреће). Погонска и слободна колица повезане су хоризонталним носачем (60 x 40 x 4 mm) за који се качи захватни уређај. Носач је зглобно везан за колица, чиме је омогућено окретање носача у хоризонталној равни, до кога долази у кривинама транспортне стазе. Са доње стране доњих носећих плоча налази се одбојник који у случају контакта са другим транспортером тренутно зауставља транспортер (везан је електричном инсталацијом са управљачком кутијом транспортера).

Моторни преносник је мали насадни пужни моторни преносник са прирубницом, P2FH60/KZKP 80 A-8, снаге 0.18 kW и излазног броја обртаја 112 o/min, производње "Север" - Суботица. Моторни преносник је помоћу прирубнице везан завртњима за вертикалну плочу, заварену за горњу носећу плочу и укрућена одговарајућим ребрима.

Склоп погонског вертикалног точка састоји се од два кућишта, завртњевима везаним за горњу плочу у која су постављени котрљајни лежајеви, дистантни прстенови и поклопци лежајева, вратила погонског точка које улази у шупље вратило моторног преносника (и за њега је везано клином) и погонског вертикалног точка који је клином везан за вратило. Погонски вертикални точак је пречника 160 mm и изведен је са равном облогом (без обода) од пластичне масе.



Слика 60: Једношински флексибилни транспортер

Склоп вертикалног точка слободних колица идентичан је склопу вертикалног точка погонских колица (јасно, без погонске групе).

Носеће плоче имају по два склопа хоризонталних точкова дијагонално постављених са обе бочне стране појасних лимова шине транспортне стазе. Хоризонтални точкови доњих носећих плоча колица постављени су по супротној дијагонали у односу на хоризонталне точкове горњих носећих плоча. Хоризонтални точкови суседних плоча постављени су, такође, по супротним дијагоналама. Хоризонтални точкови имају могућност померања у правцу нормалном на правац кретања транспортера, односно, могуће је подешавање пријањања точка за бочне стране појасних лимова шине транспортне стазе. Склоп хоризонталног точка, састоји се од кућишта у које су постављена два котрљајна лежаја, динстантни прстен, поклопци и вратила за који се клином везује точак пречника 60 mm, причвршћен спољашњим ускочником.

Окретање везника који повезује колица у хоризонталној равни, у кривинама транспортне стазе, решено је дводелним бронзаним чаурама са осовиницама смештеним у одговарајућа кућишта на крајевима хоризонталног везника.

Захватни уређај качи се за хоризонтални везник и налази се у вертикалној оси шине транспортне стазе. Шина транспортне стазе је заварени I профил, ширине 100 mm, висине 200 mm, и дебљине појасних лимова 8 mm и дебљине ребра 5 mm.

Напајање транспортера енергијом и преношење управљачких сигнала обавља се преко струјних шина које се налазе са спољне стране шине транспортне стазе. Друга страна шине транспортне стазе служи за постављање носача транспортне стазе, помоћу којих је транспортна стаза окачена о носећу конструкцију.

Решење са зупчастим моторним преносником и I профилем шине транспортне стазе

Решење, дато на слици 61, разликује се од претходног по моторном преноснику, положају моторног преносника, склопу погонског точка погонских колица и нешто нижем положају носеће структуре за коју се качи захватни уређај.

Моторни преносник је зупчasti једностепени моторни преносник са ножицама, 71 C - 1/KZKP 80 A-8, снаге 0,18 kW и излазног броја обртаја 250 o/min, производње "Север" - Суботица. Моторни преносник је завртњевима причвршћен са доње стране доње носеће плоче погонских колица. На излазно вратило моторног преносника помоћу навртке причвршћен је зупчasti каишник, који преко зупчастог каиша погони зупчasti каишник на вратилу погонског точка. На доњој плочи налазе се уздужни жљебови који служе за померање моторног преносника ради затезања зупчастог каиша.

Склоп погонског вертикалног точка састоји се од два кућишта везана за горњу плочу, у која су постављени котрљајни лежајеви, дистантни прстенови и поклопци лежајева, вратила погонског точка на чији је један крај причвршћен зупчasti каишник и погонског вертикалног точка који је клином везан за вратило.

Због постављања моторног преносника са доње стране доње носеће плоче, носећа структура за коју се качи захватни уређај је постављена нешто ниже (у односу на доњу носећу плочу) од претходног решења.

Сви остали делови конструкције исти су као у првом решењу.

Решење са малим насадним пужним преносником и профилем шине транспортне стазе која се састоји од цевних појасних делова

Ово решење разликује се од решења 1, по облику профила шине транспортне стазе, вертикалним точковима, и по томе, да само доње плоче колица имају хоризонталне точкове,