



**УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ**  
**МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ**  
*Катедра за транспортну технику и логику*  
**UNIVERSITY OF NIS**  
**FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING**  
*Chair for transport technology and logistic*



**ЧЕТВРТИ СРПСКИ СИМПОЗИЈУМ**  
СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

# **ТРАНСПОРТ И ЛОГИСТИКА**

**ЗБОРНИК РАДОВА**



**THE FOURTH SERBIAN SYMPOSIUM**  
WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION

# **TRANSPORT AND LOGISTICS**

**PROCEEDINGS**

НИШ | NIŠ  
Србија | Serbia  
27.05.2011.

---

---

---

**ЧЕТВРТИ СРПСКИ СИМПОЗИЈУМ**  
СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ  
**ТРАНСПОРТ И ЛОГИСТИКА**

**THE FOURTH SERBIAN SYMPOSIUM**  
WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION  
**TRANSPORT AND LOGISTICS**

**ЗБОРНИК РАДОВА**    **PROCEEDINGS**

*Издавач*    *Publisher*

УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ  
МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ  
Катедра за транспортну технику и логистику

UNIVERSITY OF NIŠ  
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
Chair for transport technology and logistic

*Уредник*    *Edited by*

**Проф. др Миомир Јовановић**

*Технички уредници*    *Technical editors*

**Проф. др Зоран Маринковић**  
**Дипл. инж. Никола Петровић**  
**Дипл. инж. Предраг Милић**

*Тираж*    *Circulation*

**50**

**ПОКРОВИТЕЉИ**    **UNDER THE AUSPICES OF**

Министарство за науку Републике Србије  
Скупштина Града Ниша

Serbian Ministry of education and sports  
Council of Nis

**ПОЧАСНИ ОДБОР**    **HONORARY COMMITTEE**

др Жарко Обрадовић, министар просвете и науке Републике Србије  
Проф. др Миролуб Гроздановић, ректор Универзитета у Нишу  
Проф. др Властимир Николић, декан Машинског факултета у Нишу

**ПРОГРАМСКИ ОДБОР**    **PROGRAM COMMITTEE**

Проф. др Миомир Јовановић, Машински факултет у Нишу (председник)  
Проф. др Зоран Маринковић, Машински факултет у Нишу  
Prof. Dr. Ditrich Ziemс, OvG Universitaet Magdeburg  
Prof. Dr. Thorsten Schmidt, TU Dresden  
Prof. Dr. Willibald Guentner, TU Muenchen  
Проф. др Нада Барац, Економски факултет у Нишу  
Проф. др Снежана Пејчић – Тарле, Саобраћајни факултет у Београду  
Проф. др Јован Владић, Факултет Техничких наука у Новом Саду  
Проф. др Милосав Георгијевић, Факултет Техничких наука у Новом Саду  
Проф. др Миломир Гашић, Машински факултет у Краљеву  
Проф. др Ненад Зрнић, Машински факултет у Београду  
Проф. др Марин Георгиев, Софија, ITTL (Karlsruhe)

**ОРГАНИЗАЦИОНИ ОДБОР**    **ORGANISING COMMITTEE**

Проф. др Драгослав Јаношевић, Машински факултет у Нишу (председник)  
Проф. др Миодраг Стоиљковић, Машински факултет у Нишу  
Др Драган Маринковић, Машински факултет у Нишу  
Мр Саша Марковић, асистент, Машински факултет у Нишу  
Мр Горан Петровић, асистент, Машински факултет у Нишу  
Предраг Милић, асистент, Машински факултет у Нишу  
Никола Петровић, асистент, Машински факултет у Нишу  
Весна Николић, истраживач – сарадник  
Данијел Марковић, стипендиста МПНРС, (секретар)  
Војислав Томић, стипендиста МПНРС

**ДОНАТОРИ**    **SPONSORED BY**

---

**ИНФО - КОД д.о.о. Београд, Машински факултет Ниш, РС Trade Ниш, TRCpro Нови Сад, СЦЗ Пирот, РББ Бор, ПОСЛОВНА ЛОГИСТИКА-Београд, Lagerton д.о.о. Ниш, PЕCOP а.д. Гаџин Хан, MIN holding Ниш, Bros auto д.о.о. Ниш, Euro star д.о.о. Ниш**

# САДРЖАЈ

## ПЛЕНАРНА СЕДНИЦА PLENARY SESSION

1. **СРБИЈА И ЛОГИСТИКА ЕУ, ШТА СМО ВЕЋ ТРЕБАЛИ УРАДИТИ**..... 1  
*Проф. др Милосав Георгијевић, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду*  
*Дипл. инж. - мастер Сања Бојић, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду*  
*Дипл. инж. - мастер Владимир Бојанић, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду*
2. **СУШТИНА И ЗНАЧАЈ ФОРМИРАЊА РЕГИОНАЛНОГ ЛОГИСТИЧКОГ КОНЦЕПТА – СТРАТЕШКИ ПРАВЦИ РАЗВОЈА РЕГИОНА**..... 7  
*Мр Горан Марковић, Машински факултет Краљево, Универзитет у Крагујевцу*  
*Проф. др Миломир Гашић, Машински факултет Краљево, Универзитет у Крагујевцу*  
*Проф. др Зоран Маринковић, Машински факултет, Универзитет у Нишу*  
*Дипл. инж. – мастер Војислав Томић, Машински факултет, Универзитет у Нишу*
3. **ПРИМЕРИ САВРЕМЕНИХ РЕШЕЊА ЗА ИЗБЕГАВАЊЕ И УБЛАЖАВАЊЕ ЗАГУШЕЊА САОБРАЋАЈА У ГРАДОВИМА** ..... 15  
*Доц. др Љубисав Васин, Војна Академија, Универзитет у Београду*  
*Проф. др Снежана Пејчић – Тарле, Саобраћајни факултет, Универзитет у Београду*  
*Проф. др Душан Стаменковић, Машински факултет, Универзитет у Нишу*  
*Дипл. инж. – мастер Никола Петровић, Машински факултет, Универзитет у Нишу*
4. **СМАЊЕЊЕ УТИЦАЈА ЛУЧКЕ МЕХАНИЗАЦИЈЕ НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ** ..... 19  
*Мр Андрија Вујичић, Машински факултет, Универзитет у Београду*  
*Проф. др Ненад Зрнић, Машински факултет, Универзитет у Београду*

## ПОСЛОВНА И ТЕХНИЧКА ЛОГИСТИКА BUSINESS AND TECHNICAL LOGISTICS

5. **ПРОЈЕКТОВАЊЕ САВРЕМЕНИХ СИСТЕМА ЗА КОМИСИОНИРАЊЕ** ..... 25  
*Проф. др Владић Јован, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду*  
*Мр Живанић Драган, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду*  
*Мр Бокић Радомир, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду*
6. **ЗНАЧАЈ ОСНИВАЊА ЛОГИСТИЧКОГ (КАРГО) ЦЕНТРА У НИШУ И ЊЕГОВ УТИЦАЈ ЗА ПРИВРЕДНИ РАЗВОЈ РЕГИОНА**..... 31  
*Проф. др Зоран Маринковић, Машински факултет, Универзитет у Нишу*  
*Доц. др Драган Маринковић, Машински факултет, Универзитет у Нишу*  
*Дипл. инж. – мастер Војислав Томић, Машински факултет, Универзитет у Нишу*  
*Мр Горан Марковић, Машински факултет Краљево, Универзитет у Крагујевцу*
7. **УТИЦАЈ ЗАВРШЕТКА КОРИДОРА 10 НА РАЗВОЈ ИНТЕРМОДАЛНОСТИ СА ОСВРТОМ НА ИЛЦ ПИРОТ**..... 39  
*Др Драган Костић, Слободна зона Пирот*  
*Дипл. инж. Владан Стојановић, Слободна зона Пирот*  
*Дипл. инж. Александар Симоновић, Слободна зона Пирот*

- 8. ПЛАНИРАЊЕ ПРЕТОВАРНИХ СТАНИЦА У СИСТЕМУ  
УПРАВЉАЊА КОМУНАЛНИМ ОТПАДОМ**..... 47  
*Дипл. инж. – мастер Данијел Марковић, Машински факултет, Универзитет у Нишу*  
*Милан Јовановић, Машински факултет, Универзитет у Нишу*  
*Проф. др Драгослав Јаношевић, Машински факултет, Универзитет у Нишу*

**ТРАНСПОРТНА И САОБРАЋАЈНА ТЕХНИКА  
TRANSPORT AND TRAFFIC TECHNOLOGY**

- 9. ЖИВОТНИ ВЕК ВИЉУШКАРА У СРБИЈИ ПРОБЛЕМИ  
СА КОЈИМА СЕ СУОЧАВАМО** ..... 51  
*Дипл. инж. Јевто Лучић, Mercedes-Benz Србија*  
*Проф. др Ненад Зрнић, Машински факултет Београд*
- 10. ОЦЈЕНА ЕРГОНОМСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА  
МОСНЕ ДИЗАЛИЦЕ ПРЕМА СТАНДАРДУ ISO 2631-1**..... 55  
*Доц. др Јанко Јовановић, Машински факултет, Универзитет у Подгорици*  
*Проф. др Миомир Јовановић, Машински факултет, Универзитет у Нишу*
- 11. RFID-ТЕХНОЛОГИЈА У ЛОГИСТИЧКИМ  
ТРАНСПОРТНИМ СИСТЕМИМА** ..... 59  
*Проф. др Миодраг Стојиљковић, Машински факултет, Универзитет у Нишу*  
*Др Владислав Благојевић, Машински факултет, Универзитет у Нишу*

**ПОСЛОВНА И ТЕХНИЧКА ЛОГИСТИКА  
BUSINESS AND TECHNICAL LOGISTICS**

- 12. СТАЦИОНАРНИ ДИЈАГНОСТИЧКИ СИСТЕМИ  
У ОДРЖАВАЊУ ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА** ..... 63  
*Проф. др Душан Стаменковић, Машински факултет, Универзитет у Нишу*  
*Мр Горан Петровић, Машински факултет, Универзитет у Нишу*
- 13. ПРЕТОВАРНА МЕХАНИЗАЦИЈА КАО УЗРОК  
НЕЗГОДА ПРИ МАНИПУЛАЦИЈИ ТЕРЕТОМ** ..... 69  
*Мр Бобан Цветановић, Висока техничка школа струковних студија у Нишу*  
*Дипл. инж. Милош Ристић, Висока техничка школа струковних студија у Нишу*
- 14. ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА ОПТИМИЗАЦИЈА ПРОЦЕСА  
ПРЕВЕНТИВНОГ ОДРЖАВАЊА ПРИМЕНОМ  
НАПРЕДНИХ ЕВОЛУТИВНИХ МЕТОДА** ..... 75  
*Мр Горан Петровић, Машински факултет, Универзитет у Нишу*  
*Проф. др Жарко Ђојбашић, Машински факултет, Универзитет у Нишу*  
*Доц. др Драган Маринковић, Машински факултет, Универзитет у Нишу*  
*Проф. др Зоран Маринковић, Машински факултет, Универзитет у Нишу*  
*Дипл. инж. – мастер Данијел Марковић, Машински факултет, Универзитет у Нишу*
- 15. ПРИМЕНА КОХОНЕНОВИХ САМООРГАНИЗУЈУЋИХ МАПА  
НА ПРОБЛЕМ ТРГОВАЧКОГ ПУТНИКА**..... 79  
*Дипл. инж. – мастер Данијел Марковић, Машински факултет, Универзитет у Нишу*  
*Дипл. инж. – мастер Милош Модић, Машински факултет, Универзитет у Нишу*  
*Проф. др Драгослав Јаношевић, Машински факултет, Универзитет у Нишу*

- 16. ИЗБОР ЛОКАЦИЈЕ ТРГОВИНСКИХ ЦЕНТАРА**..... 83  
*Проф. др Славица Цветковић, Факултет техничких наука Косовска Митровица*  
*Студент Милан Цветковић, Природно – математички факултет, Универзитет у Нишу*
- 17. ДИЗАЈНИРАЊЕ ГЛОБАЛНИХ ЛАНЦА СНАБДЕВАЊА**..... 87  
*Проф. др Нада Барац, Економски факултет, Универзитет у Нишу*  
*Проф. др Горан Миловановић, Економски факултет, Универзитет у Нишу*  
*Александра Анђелковић, Економски факултет, Универзитет у Нишу*
- 18. ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА LEAN КОНЦЕПТА У СИСТЕМ ЛОГИСТИЧКЕ ПОДРШКЕ ВОЈНЕ ОРГАНИЗАЦИЈЕ** ..... 95  
*Капетан дипл. инж. Предраг Пешић, Војска Србије*  
*Проф. др Зоран Маринковић, Машиински факултет, Универзитет у Нишу*

**TRANSPORTNA И САОБРАЋАЈНА ТЕХНИКА**  
**TRANSPORT AND TRAFFIC TECHNOLOGY**

- 19. ДИГИТАЛНЕ МЕТОДЕ МЕРЕЊА УГАОНЕ БРЗИНЕ МОТОРА И ПОГОНСКИХ МЕХАНИЗАМА**..... 103  
*Проф. др Миодраг Арсић, Електронски факултет, Универзитет у Нишу*  
*Проф. др Драган Денић, Електронски факултет, Универзитет у Нишу*  
*Мр Горан Миљковић, Електронски факултет, Универзитет у Нишу*
- 20. ВИБРОУДОБНОСТ ВОЗАЧА RCV ВОЗИЛА У ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТА И ТРЕТМАНА ОТПАДА**..... 111  
*Мр Горан Радоичић, ЈКП Медиана Ниш*  
*Проф. др Миомир Јовановић, Машиински факултет, Универзитет у Нишу*  
*Проф. др Драган Цветковић, Факултет заштите на раду, Универзитет у Нишу*
- 21. РЕГУЛАЦИЈА ХИДРОСТАТИЧКИХ ПОГОНА МОБИЛНИХ МАШИНА** ..... 115  
*Проф. др Драгослав Јаношевић, Машиински факултет, Универзитет у Нишу*  
*Дипл. инж. – мастер Весна Николић, Машиински факултет, Универзитет у Нишу*  
*Студент Срђан Поткоњак, Машиински факултет, Универзитет у Нишу*  
*Студент Миљан Ђорђевић, Машиински факултет, Универзитет у Нишу*
- 22. СИСТЕМ МОНИТОРИНГА И ДИНАМИЧКОГ РУТИРАЊА У ПРОЦЕСУ САКУПЉАЊА ОТПАДА** ..... 121  
*Дипл. инж. – мастер Предраг Милић, Машиински факултет, Универзитет у Нишу*  
*Проф. др Миомир Јовановић, Машиински факултет, Универзитет у Нишу*  
*Проф. др Зоран Маринковић, Машиински факултет, Универзитет у Нишу*
- 23. ПРИЛОГ ПОБОЉШАЊУ ВЕЗЕ УЖЕДЊАЧЕ СА СТУБОМ ОКРЕТНЕ СТАНИЦЕ ЖИЧАРЕ** ..... 125  
*Проф. др Миле Савковић, Машиински факултет Краљево, Универзитет у Крагујевцу*  
*Проф. др Миломир Гашић, Машиински факултет Краљево, Универзитет у Крагујевцу*  
*Мр Небојша Здравковић, Машиински факултет Краљево, Универзитет у Крагујевцу*
- 24. УПРАВЉАЊЕ ЗАЛИХАМА СА ПОСЕБНИМ ОСВРТОМ НА ПРЕДУЗЕЋЕ „ЛАГЕРТОН“** ..... 131  
*Дипл. инж. Душан Радосављевић, Висока техничка школа струковних студија у Нишу*  
*Доц. др Драган Маринковић, Машиински факултет, Универзитет у Нишу*  
*Мр Бобан Цветановић, Висока техничка школа струковних студија у Нишу*  
*Дипл. маш. инж. Тони Ђорђевић, Лагертон Ниш*



## ПРЕДГОВОР ЧЕТВРТОЈ КОНФЕРЕНЦИЈИ ТИЛ 2011

Машински факултет Универзитета у Нишу, прославио је 2010. године 50 година постојања. Тиме је обележен значајан интелектуални рад Факултета на више научних планова. Године 2003, Машински факултет је почео да уводи мултидисциплинарне науке отворивши студије техничке логистике. Мултидисциплинарност је заснована на ширини природних наука које се изучавају у домену транспортне технике. Ширину тог образовања дају класична механика чврстог и стишљивог континуума, теоријска и експериментална анализа конструкција, науке о процесима као што су стохастика, теорија планирања, теорија симулације, економске теорије, токови материјала, оптимизација процеса и информационе Интернет технологије. Ово богатство научних вредности отвара пут лакиме прихватању савремених задатака у широј техничкој делатности, што је један од циљева академског рада. Студије процеса у области индустријског транспорта су научни домен савремене техничке логистике. На универзитету у Нишу развија се студијска група наставника и студената која знања гради на западно-европском моделу логистике. Те модерне дисциплине донете су кроз студијске боравке наставника и сарадника на техничким универзитетима у Магдебургу, Дрездену, Карлсрухе, Минхену, Берлину и Бечу као и боравцима еминентних страних професора у Нишу, који се одвијају протеклих 30 година. Боравци су донели сазнање о променама у научним правцима: Свет изучава и користи "процесе" као савршеније облике пословања и профита. Високе технологије које учествују у нашем животу то потврђују и оне нас уче да су научне вредности реални циљеви.

У модерној техничкој логистици, логистици транспорта, складиштења и управљања процесима, креирају се технички системи засновани на строго рационалним захтевима и потпуно слободним облицима решења и примени последњих технологија. То је довело до ефикаснијих привредних система, боље прилагођених процесима, што је заузврат дало већу финансијску исплатљивост. То је у складу са тумачењем да је логистика савремен облик формалне логике, заснован на рационалној и симболичкој математици. Последњих година, логистика интегрисана у транспортним процесима производње и складиштења, добија адекватније и краће име – интралогистика. Као таква она обухвата изучавање транспортних средстава, процесе планирања и процесе рада транспортних машина.

Четврти симпозијум Машинског факултета у Нишу, **ТИЛ 2011**, под називом **Транспорт и логистика** негује дисциплине техничког дизајна транспортних машина и логистику усмерену ка процесима употребе транспортних система. Симпозијум **ТИЛ 2011** има три сесије: пленарну-општу, сесију техничке и пословне логистике и сесију транспортне и саобраћајне технике. Програмски одбор је прихватио 24 истраживачка рада, као тематску подлогу за дијалог. Математички јасне и логичне идеје, привукле су један број научних радника, студената и професионалних стручњака на овај научни скуп где се пре свега догађа еманципација у схватању логистике и њеном увођењу у домаћу образовну и привредну делатност. Овај и претходни симпозијуми (ТИЛ 2004, ТИЛ 2006, ТИЛ 2008) падају у време промена економског модела српске привреде из социјалистичког модела (делимично затвореног) у либерално-капиталистички. Тај процес захтева нова знања и нове професионалне структуре које обезбеђују функционисање тржишне привреде развијеног света. Професори Универзитета у Нишу и Србији надају се да ће потреба за ефикаснијим радом и новим професионалним знањима бити лагано достигнуте кроз увођење нових научних дисциплина и истраживања. Такође, нова знања доводе до нове свести људи и враћања осећаја "лакоће" постојања. Наставно-научно веће Машинског факултета у Нишу чином научног дијалога и подршком научном скупу **ТИЛ-2011**, доприноси променама Србије.

Помоћ у променама домаћег образовног система пружа непрекидно Министарство просвете и науке Републике Србије као и бројни донатори који размеђу време у коме живимо. Програмски одбор симпозијума **ТИЛ 2011** се овим Зборником радова захваљује професорима-утемељивачима, ауторима радова, министарствима, донаторима, Европском центру за образовање и културу, граду Нишу и осталим учесницима који су подржали **ТИЛ 2011** и тиме дали допринос будућем друштву.

Ниш, 27. маја 2011.

Председник Програмског одбора **ТИЛ 2011**  
Професор др Миомир Љ. Јовановић,





***ПЛЕНАРНА СЕДНИЦА***  
***PLENARY SESSION***



## СРБИЈА И ЛОГИСТИКА ЕУ, ШТА СМО ВЕЋ ТРЕБАЛИ УРАДИТИ?

*Проф. др Милосав Георгијевић,*

*Сања Бојић, дипл.инж.саоб,*

*Владимир Бојанић дипл.маш.инж.,*

*Факултет техничких наука,  
Универзитет у Новом Саду*

### Резиме

Рад даје анализу потенцијала и препрека на путу интеграције Србије у логистички систем ЕУ. Притом се полази од логистике као интегратора простора и долази до питања на која смо већ морали имати одговоре уколико нам је циљ привредни опоравак и интеграција у глобализован свет. Дунав као коридор и логистички ресурс, који се не може изместити, и даље је само потенцијал који захтева већу одговорност и ангажовање свих, почев од Владе, истраживачких институција па на даље.

*Кључне речи:* логистика, коридори, логистички центри

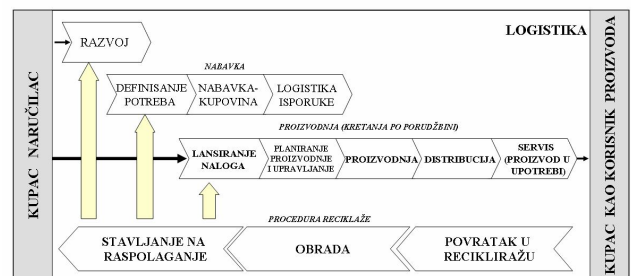
### 1. УВОД

Овај рад се може сматрати наставком рада презентованог на скупу ТИЛ 2008. године под насловом *Логистика као привредна грана*, јер за нас и даље важи мудрост да *за нову истину нема ничег тежег од старе заблуде*. Преиспитивањем старих заблуда, пре ћемо доћи до нових истина, које ће нас повести на прави пут којим тражимо своје часно место у реалном свету.

Логистика је у Немачкој, као високоразвијеној индустријској земљи, још 2006. године забележила већи обрт од машиноградње и електроиндустрије [2]. Подаци за кризну 2009. годину показују да је била на трећем месту (иза аутоиндустрије и трговине), имала обрт преко 200 милијарди Еура (у 2011. очекује се око 220 мрд) и око 2.7 милиона запослених (у 2011. очекује се 2.8-2.9 мил.). Од тог броја, приближно половина запослених је у сектору услуга (49%), у око 60.000 предузећа, најчешће средње величине, која се одликују флексибилношћу. Друга половина (51%) је запослена

у индустрији. У Европи, логистика је исте године, по проценама, имала обрт од око 860 милијарди еура. С' обзиром на то да у Србији логистика још увек нема статус привредне гране, може се само дати осврт на статистичке податке везане за саобраћај. Тако је у Србији, по подацима Републичког Завода за Статистику из 2009. године, саобраћај учествовао са 15.5% у БНП-у и запошљавао око 5.5 % од укупног броја запослених. Уколико би се ови подаци узели "здро за готово" могли би констатовати како је у Србији стање заправо много боље него у најразвијенијим земљама, где се ови проценти крећу између 7% и 10%. Међутим, уколико употребимо здрав разум, доћи ћемо до закључка да: или је наша привреда у веома лошем стању или нам је статистика далеко од тачне.

У Србији је, чини се, појам логистике још увек нејасан и несхваћен. У вези са тим, дата је слика 1 која пружа даље појашњење о еволуацији логистике и свему ономе шта се после 2000. године подразумева под логистиком. У контексту токова роба приказаних на слици 1, значајно је поменути и контејнеризацију, која се у овој форми појавила после 1960. године. У погледу развоја контејнеризације, Србија је била ближа светским догађајима 1990. године, него нпр. 2010. године.



Сл. 1. Сегменти логистике [4]

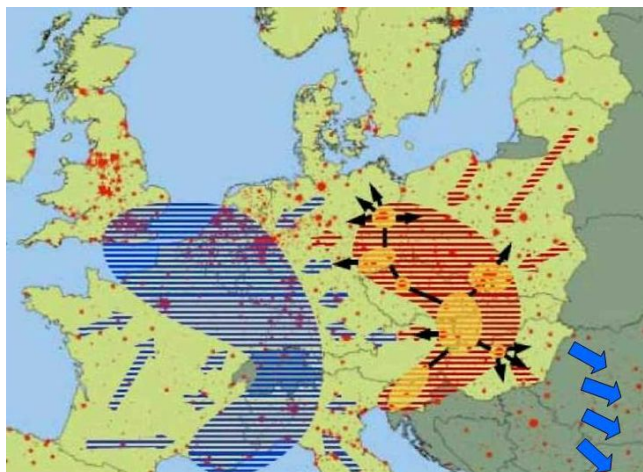
### 2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ

Рад даје анализу стања логистике и трендова токова роба у Европи, са циљем да се укаже на пропусте, недопустиву спорост и неопходне кораке у планирању и извођењу инвестиционих активности које би требало Србији да омогуће коришћење свих предности географског положаја и подизање логистике на ниво привредне гране која има велику стопу развоја, отвара радна места и запошљава капацитете. Поменута анализа се спроводи у односу на улогу ПАН Европских коридора и местом Србије у контексту ПАН Европских коридора, контејнеризацију токова роба и улогу логистичких центара у логистичкој интеграцији Србије у ЕУ.

### 3. ПРИВРЕДНИ И РОБНИ ТОКОВИ ЕУ, ЊИХОВ УТИЦАЈ НА СРБИЈУ И НАРАВУЧЕНИЈА КОЈА СРБИЈА ТРЕБА ДА ИЗВУЧЕ НА ОСНОВУ ИСКУСТАВА ДРУГИХ

У духу опште познате глобализације, привредни и робни токови ЕУ се све више селе на исток Европе, пратећи тренд светски познате "плаве и наранџасте банане" која се у међувремену, све више преселила на

југоисток Европе, у Румунију, Бугарску, Турску... У вези тога остаје питање које земље ће у наредно време дати боље понуде за учешће у овом привредном колачу преношења привредних активности на исток [1].



Сл. 2. Ток ЕУ привреде на исток – модификована “Blue Banana in Transition” (BBR, Bonn 2003)

На Србији је да искористи прилику да нађе своје место у овим привредним и робним токовима. Међутим, искористити прилику на прави начин, у овом случају, значи имати на уму искуства Португалије и Шпаније у којима је појава outsourcing-а омогућила отварање хиљаде радних места, подстакла развој логистике и друштва, али тамошње владе нису довољно улагале у сопствени развој ни рачунале да ће после 1990. године та производња отићи у економски повољније регионе (у нове ЕУ земље на истоку). Недостатак сопственог развоја, показао се као проблем у финансијској кризи 2008. године.

У духу њиховог искуства, не сме се рачунати са јефтиним радном снагом као великом предношћу у тражењу свог места у ЕУ токовима, уколико се нарочита пажња не посвети сопственом развоју.

У Србији се већ десет година спроводи концепт неуспешне приватизације или продаје општег добра углавном домаћим новопеченим послодавцима без пословне залеђине и визије. Већ после првих анализа резултата, нпр. 2005. године, могао се или морао редефинисати модел приватизације по узору на успешније (нпр. Словачка и друге нове ЕУ земље). Оријентацијом привреде Србије на мала и средња предузећа, изгубило се из вида да та предузећа раде за велика, која имају развој и друштвену функцију. При томе је свакако стратегија и анализа Владе морала одлучити која некадашња за нас велика предузећа треба помоћи да се реорганизују, нађу стратешке партнере и задрже сопствени развој.

У вези са горе наведеним, битно је напоменути да са outsourcing-ом и партнерством иде и логистика која обезбеђује токове материјала и чија цена може бити кључни фактор за доношење одлука.

#### 4. ЕУ КОРИДОРИ И СРБИЈА

Чињеница је да Србију пресецају друмско железнички коридор X и речни коридор VII, међутим, судећи по

вишегодишњим расправама о ЕУ коридорима међу политичким врхом у Србији, постоји заблуда да је географски положај Србије такав да поменути коридори представљају једину алтернативу за Евро - Азијске токове роба.



Сл. 3. ЕУ коридори (Pan-European corridors) [5]

Међутим, мапе које се јављају у ЕУ пројектима и документима указују на то да су алтернативни путеви Евро - Азијских токова роба све спремнији и да ови токови роба све више заобилазе Србију, користећи друмско железничке коридоре кроз Румунију и Бугарску (види слику 4). [6]





Сл. 4. ЕУ пројекти друмског (2007-ЕЛ-07040-С) и железничког (2007-ЕУ-22070-С) коридора 4

Истовремено, са западне стране, постоји алтернатива токовима роба кроз Србију у виду коридора 5 (Балтичко море – Јадранско море), на основу чега се долази до закључка да је коридор VII, тачније река Дунав, водећа прилика Србије с’ обзиром да се једино Дунав не може изместити у регионе који су кооперативнији за ЕУ од Србије.

Поред реке Дунав, прилику треба видети и у подстицању потенцијалног коридора XI (Италија – Румунија преко Црне Горе и Србије) за који постоји велики интерес од стране Италије с’ обзиром на велики број Италијанских предузећа у Румунији.

## 5. КОНТЕЈНЕРИЗАЦИЈА ТОКОВА РОБА

Захтеви за рационализацијом токова комадних роба довели су до масовне употребе контејнера као транспортних јединица, које за све транспорте преко 500 км раздаљине скоро да немају алтернативу.

После вишегодишњег раста броја контејнера у свету са стопом између 6% и 10% годишње, током кризних година (2008, 2009 и у првој пловини 2010) у европским лукама је забележен пад претовара контејнера од 10-30%, да би поново 2011. године претовар контејнера у лукама добио трендове повећања приближне претходним. (видети слику 5)

Полазећи од стања на друмовима и неминовне законитости пораста робних токова, у ЕУ се траже начини за повећање токова роба железницом, кроз модернизацију и увођење већег броја линијских возова, како би она била у могућности да прими (преузме) до 15% токова роба. Један од предуслова за то јесте управо масовнија употреба контејнера при транспорту робама. Последњи подаци из Немачке показују да је улагањима у железницу, удео овог транспорта у 2010. години повећан на око 20% (извор BVL<sup>1</sup>), док је друмски транспорт остао на приближном нивоу као и 2009. године.

Модернизацијом водног транспорта (RIS - речни информациони систем) и увођењем линијске пловидбе,

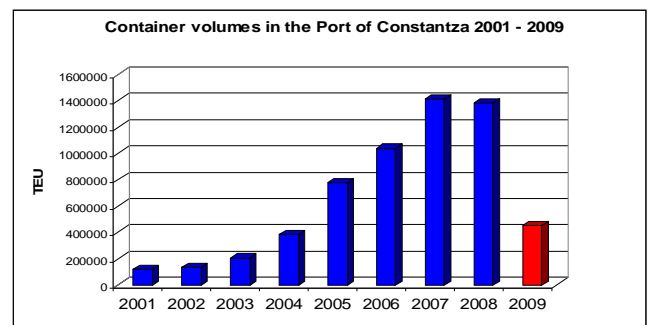
превасходно за контејнерски транспорт, очекује се повећање удела водног транспорта на преко 10%. Ово повећање би и те како имало утицаја на развој транспорта и логистике у Србији с’ обзиром на перманентно интензивирање робних токова између ЕУ и Далеког истока, нарочито Кине, а све то са аспекта реалних очекивања да ће Медитеранске и Црноморске луке почети све интензивније да сервисирају контејнерски транспорт јужне и југоисточне Европе са Блиским и далеким истоком.



Сл. 6. Транспортни путеви од Далеког истока ка Европи [8]

Лука Констанца и Јадранске луке имале су пре кризе знатано повећање броја претовара контејнера као последицу следећих околности: бродови са контејнерима су у северним лукама ЕУ, због ограничених капацитета континенталног транспорта, чекали на претовар више дана, сваки трећи контејнер у свету долази из Кине због чега се у ЕУ јавља на десетине хиљада празних контејнера који се враћају у Кину.

У вези са тим, одговоре на питање: зашто контејнери заобилазе наш регион, па се често враћају у њега са севера, треба тражити у уређеној логистици континенталног транспорта у Немачкој и Холандији, а неспремности или неорганизованој логистици Јадранских лука (осим Копра) и Подунавских земаља (Румуније и Бугарске, преко Србије па све до Аустрије). Као последица тога, Дунав и даље остаје само велики неискоришћен потенцијал.

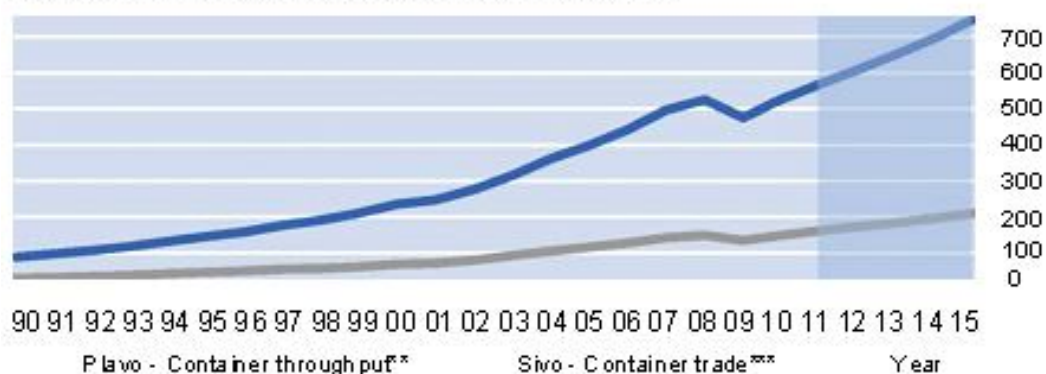


Сл. 7. Промена броја претоварених контејнера у луци Констанца [9]

<sup>1</sup> Bundesvereinigung Logistik, www.bvl.de

## Container shipping already above pre-crisis level

Global container throughput and container trade (million TEU\*)



\* Twenty Foot Equivalent Unit (standard container size).

\*\* Container throughput includes all turnover activity (e.g. includes empty container movements).

\*\*\* Container trade covers only the number of laden containers that ultimately arrive at the destination port

Сл. 5. Токови контејнера у свету [7 – Source: Drawry Shipping Consultants]

На слици 7 дати су подаци о претовару у луци Констанца, са напоменом да је 2009. године број претоварених контејнера био нешто већи од дате величине (тврдња представика Луке Констанца), али и даље упола мањи у односу на 2008. годину што је веома забрињавајуће.

Да ли је криза шанса, видеће се наредних година. То у сваком случају највише зависи од спремности за предузимање мера како би се подигао ниво логистичких услуга у Подунавском региону.

Из наведеног следи нужност системског прилаза овом проблему у Србији и градња контејнерских терминала и логистичких центара на Дунаву и региону око њега.

Увођењем линијског транспорта од Констанце до Будимпеште или још боље до Беча и Регенсбурга, поред добити из услуга транзита, поспешила би се и примена контејнера у Србији, а тиме и рационализовали транспортни процеси. Ово је само предуслов, јер ефекти Дунава као логистичке осе (нем. Logistikachse) неће бити препознатљиви уколико се цео појас, бар 200 км са обе стране обале, не организује да користи линијску пловидбу, која координира са железницом и друмским превозом контејнера у локалним условима. Притом, улогу координатора морају преузети логистички центри.

## 6. ЛОГИСТИЧКИ ЦЕНТРИ

Интеграција новопридошлих земаља истока у ЕУ, као потрошачких и производних региона, наметнула је потребу за градњом логистичких центара, са садашњим поимањем истих, јер су то знатно комплекснији појмови од нама блиских РТЦ (робно транспортних центара) који теже ка 3PL и 4PL функцијама логистике. [10] Притом, 3PL и 4PL подразумевају логистику као водећу функцију која координира све токове пословања, укључујући и руковођење, у оквиру *Workflow-Lifecycle*.

Вероватно због свега што се догађало на просторима Ех Југославије, већина људи има размишљања на нивоу

робно- транспортних центара (РТЦ) и пита се шта је ново и другачије у појму логистички центар у односу на појам РТЦ-а?

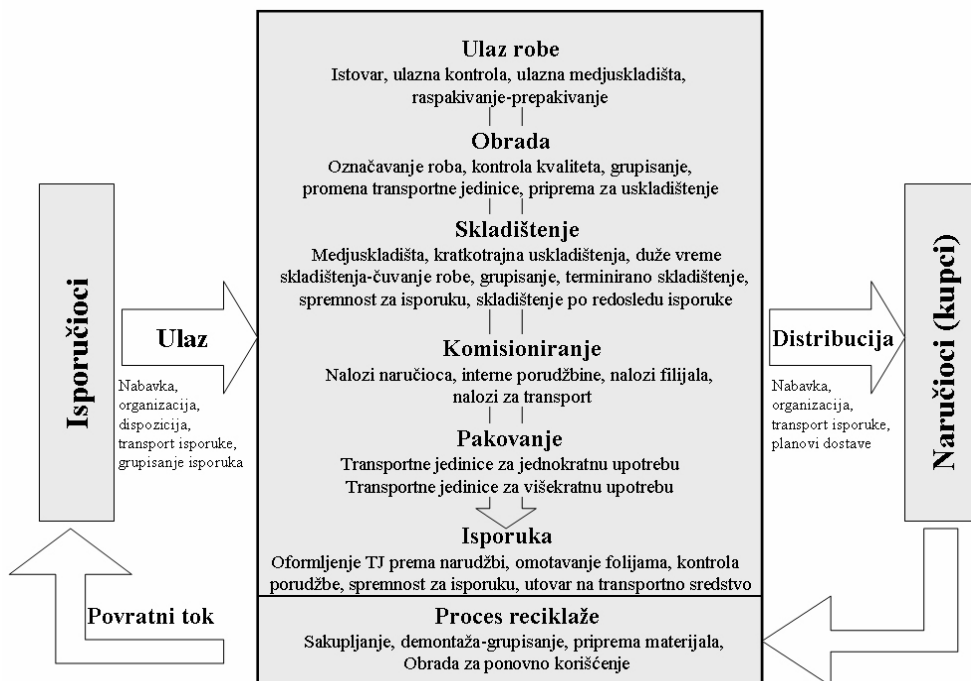
Одговор се може једноставно дати: логистички центри су настали проширењем обима услуга РТ центара. На слици 8 дате су функције логистичких центара. Њихов појавни облик, притом, може бити отворени или затворени.

Отворени логистички центри, као комплекси зграда, складишта, терминала, ... имају директне везе са инфраструктуром (путеви, пруге, водви путеви, аеродроми), која је интегрисана у унутрашњу транспортну инфраструктуру. Поред функција датих на слици, могу садржати и мање нивое производње (обраду, дораду, монтажу). Типични примери за логистичке центре су интегрисане: железничке (ранжирне) станице, луке, аеродроми...

Затворени логистички центри су независни или у оквиру отворених центара, и најчешће припадају предузећима која се баве услугама, али и индустријским пословањем. Примери за затворене логистичке центре су: дистрибутивни и отпремни центри, складишта, претоварни центри итд. у које може бити интегрисана производња нижег нивоа.

Стандардне услуге логистичких центара су на оперативном нивоу: улаз роба, унутрашњи транспорти, складиштења, сортирања, комисионирања и излаз роба. Велики логистички центри имају и административни ниво, који подразумева: обраду радних задатака (налога), припремне радње, обраду података, диспозицију (обраду и праћење) транспорта и претовара, руководеће структуре (менаџмент).

Пружањем додатних услуга, као нпр.: контрола и осигурање квалитета, обрада роба, паковање и препакивање, обрада складишних јединица, монтажа, репаратура, обрада тура транспорта, рекламни послови, рециклажа итд, логистички центри постају **центри компетенције** [10].

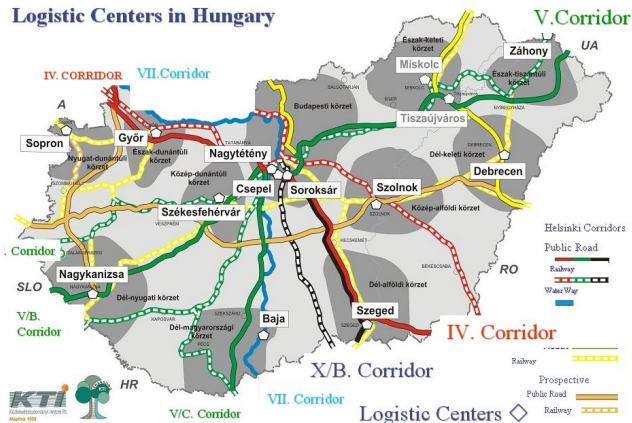


Сл. 8. Логистички центри – функције[10]

У Мађарској су већ заборавили када су направљени студије о потребама за логистичким центрима иза којих стоји држава, потпомогнута фондовима ЕУ. Као резултат националне стратегије развоја логистике настали су и логистички центри Сегедин и Баја, што би морало да нас подстакне на размишљање колико каснимо, са сопственим нечињем као Евроинтеграцијама.

Пошто логистика нема граница, логистички центри Сегедин и Баја могу лако да преузму улоге координатора над регионима Суботице, Сенте и Апатина (и Сомбора), јер ми немамо ни организовану форму, а тек мастер план логистике.

#### Trans European Corridors and Logistic Centers in Hungary



Сл. 9. Мастер план логистике Мађарске [11]

Крајем 2010. године усвојен је просторни план Републике Србије, који на уопштен начин, под тачком 2.7 (Интермодални транспорт и логистички центри), даје визију логистике у Србији на 4 странице, без

помињања мастер плана логистике (површина на карти Србије предвиђених за логистику) који је морао бити саставни део овог плана. Колико је то од значаја за тренутну привредну и социјалну кризу у Србији, може се видети на основу података са интернет стране Bayernhafen Gruppe, где стоји да 6 државних лука на Дунаву у Баварској запошљава 12000 радника у оквиру логистичких центара.

## 7. ЗАКЉУЧАК

Ако се ослободимо заблуда да нам географски положај и коридори дају априори предности и приономо раду (и реду), можемо поспешити Евроинтеграције и подстаћи привредни раст.

Развој технологија, а првенствено информатике, дао је ново поимање логистике, која је постала високопрофитабилна привредна грана, јер ствара радна места и доноси профит. Ова чињеница није била на уму код оних који су правили Закон о Просторном планирању Србије од 2010. до 2020. године (усвојен 23. 11.2010, [www.политика.рс](http://www.политика.рс)), јер:

- је још увек интермодални транспорт примарнији од логистике, која свакако укључује и њега,
- не садржи површине на мапи Србије намењене за свеукупне привредне – логистичке делатности у виду мастер плана логистике, са знацима који су логистички центри од међународног (ЕУ), националног, регионалног и локалног значаја.

Пошто Закон налаже доношење планова нижих нивоа (Војводине, регија, градова), у њима би се морали исправити ови пропусти.

У домену логистике Држава мора имати визију сопственог развоја, па се мора преиспитати филозофија

приватизације у домену општих добара која нису за продају ради управљања развојем друштва.

До сада смо већ морали:

- са ЕУ јасно одредити интересе Србије и донети одлуке о логистичким центрима значајним за ЕУ, према примерима суседних земаља (Мађарске, Аустрије, ..).
- одредити логистичке центре у Србији нижих нивоа значаја, који су супорт претходнима.

Што пре се мора прећи са декларација ка делима у домену:

- реструктурирања Железнице које не подразумева распродају, већ осмишљен концепт који је у функцији привреде и који сервисира логистичке центре,
- разрадити планове за логистику Дунава са логистичким центрима који су саставни делови контејнерске линијске пловидбе, јер само успостављањем линијских токова роба интегрисаним у ЕУ систем, са линијама које ће бити вишеструке током дана на железници и дневне (или ће брзо тежити дневним) на Дунаву, могу се подстаћи транспортни токови који су у духу 6 правила логистике, уз задовољење еколошких норми (ткзв. ~зелена логистика~), што ће валоризовати географске предности Србије.

На послетку, али стога не и мање важно, потребно је споменути неуређеност законске и техничке регулативе, као једну од водећих препрека Србије на путу интеграција у логистичке токове ЕУ.

Уређење законске регулативе и превозне техничке регулативе налаже и широке друштвене акције за њову примену, јер смо неспремни за њово свакодневно коришћење у пракси. Напомиње се да технички прописи (Правилници безбедности) нису јасно назначени као преводи ЕУ директива, што ће створити проблеме у примени и нужно поређење са изворним текстовима директива.

Пошто ЕУ директиве подижу на ниво обавезности стотине ЕН стандарда, такође и наши Правилници озакоњују те стандарде као СПРС ЕН. Највећи број стандарда има преведену само прву страницу, а остале су на енглеском језику, што је проблем за свакодневно коришћење у малим и средњим предузећима.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Георгијевић М, Роконић С, Бојанић В, Бојанић Г.: Логистика као привредна грана, *тил* 2008, Ниш
- [2] [www.vdi.de](http://www.vdi.de), [www.bvl.de](http://www.bvl.de),
- [3] Георгијевић М.: (2007) *Техничка логистика*, књига припремљена за штампу,
- [4] Bogatu, C: *Smartcontainer als Antwort auf logistische und sicherheitsrelevante Herausforderungen in der Lieferketten*, Universitaetsverlag der TU Berlin, Diss, 2008,
- [5] <http://en.wikipedia.org>
- [6] [www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu) - TEN-T (Mid-Term Review, of the 2007-2013),
- [8] [www.dbresearch.com](http://www.dbresearch.com)
- [9] INTERIM - [www.interim-online.eu](http://www.interim-online.eu)

[10] Jovanovic S.. *Present and future of the container liner shipping on the Danube*, Belgrade Chamber of Commerce, March 25, 2010,

[11] Gudehus, T.: *Logistik*, Springer, Berlin, 2004,

[12] [www.amcham.hu](http://www.amcham.hu)

[13] Development strategy of rail, road, water, air and intermodal transport in the Republic of Serbia from 2008 to 2015,

[http://www.srbija.sr.gov.yu/vesti/dokumenti\\_sekcija.php?id=45678](http://www.srbija.sr.gov.yu/vesti/dokumenti_sekcija.php?id=45678)

[14] Günthner, W., Heptner, K.: *Technische Innovationen für die Logistik*, Huss Verlag, München, 2007,

[15] Георгијевић М. и сарадници: Токови роба у Дунавском региону, инфраструктура, ЕУ и локални логистички центри, ефективност контејнерских терминала, утицај управљања на техничке перформансе и век трајања контејнерских дизалица за речне луке, пројекат Министарства за науку и технолошки развој Србије, 2008-2010,

[16] [www.watermode.eu](http://www.watermode.eu)

[17] Георгијевић М.: Дунавска стратегија - прилог расправи, Дунавска стратегија и економија знања, Београд, 6. април 2010.

## SERBIA AND LOGISTIC OF THE EU, WHAT SHOULD HAVE BEEN DONE?

*Prof. Dr.-Ing. Milosav Georgijević, FTN – Novi Sad  
Sanja Bojić, FTN – Novi Sad  
Vladimir Bojanić, FTN – Novi Sad*

### Summary

*The paper provides an analysis of potentials and obstacles in the process of Serbian integration in the EU logistic system. Analysis starts from the logistic as a spatial integrator and ends with the questions that should already be answered if we are aiming to take a part in the globalized world. The Danube, as a corridor and a logistic resource, is still only a potential that requires higher responsibility and engagement of all.*

*Key words: logistic, corridors, logistic centers*

*Адреса за контакт:*

Проф. др инж. Милосав Георгијевић,  
Универзитет у Новом Саду,  
Факултет техничких наука  
21000 Нови Сад  
Трг Доситеја Обрадовића 6  
E-mail: georgije@uns.ac.rs



## СУШТИНА И ЗНАЧАЈ ФОРМИРАЊА РЕГИОНАЛНОГ ЛОГИСТИЧКОГ КОНЦЕПТА – СТРАТЕШКИ ПРАВЦИ РАЗВОЈА

*Мр Горан Марковић, проф. др Миломир Гашић,  
МашиНСКИ факултет у Краљеву,  
Универзитет у Крагујевцу*

*проф. др Зоран Маринковић, дипл. инж. Војислав Томић,  
МашиНСКИ факултет у Нишу,  
Универзитет у Нишу*

### Резиме

*Суштину и значај појма логистички концепт у процесу развоја новог логистичког решења неког региона или уопште географског простора треба посматрати са посебном пажњом, утолико пре што се у том процесу сам појам логистички концепт може посматрати са различитих гледишта и нема своју јасну дефиницију. У раду је презентирана методологија дефинисања профила регионалне логистике са посебним освртом на предуслове развоја концептуалних решења и стратешке правце развоја одговарајуће регионалне целине.*

**Кључне речи:** *концепт, регионални развој, стратегија*

### 1. УВОД

У процесу развоја регионалног логистичко-транспортног система може се рећи да логистички концепт представља поступак развоја вишедимензионог модела за процес тоталне оптимизације регионалне логистике што у првом реду утиче на развој привредних, транзитних и снабдевачких функција агломерације, а са циљем постизања већих економских, просторних и техничко-технолошких и еколошких ефеката. Укупна проблематика развоја и функционисања регије, као сложеног система у оквиру којег делују бројне законитости, још је крајем XIX и почетком XX века покушана да се стави у теоријске оквири. Основна сврха таквог теоријског приступа је открити и изградити аналитичке методе праћења развојне проблематике, метода идентификације развојних фактора и ограничења и утврдити моделе оптимизације развојних процеса у регији.

Стратешка савремена оријентација наше привреде која предвиђа развој малих и средњих предузећа истиче потребу новог прилаза унапређењу регионалног привређивања. При томе се полази од основних захтева: смањење трошкова производње, цене коштања роба и подизања нивоа квалитета услуга. Очекује се да је могуће развити моделе за конкретне транспортне системе регионалног дистрибутивног центра у склопу оптималне локације и извршити управљање истог савременим информационом технологијама што даје кључни допринос унапређењу привреде и пословања.

Да би се испунили све већи захтеви за квалитетном логистичком услугом, кооперацијом појединих видова транспорта, повезивањем токова макро и микро дистрибуције уз очување животне средине потребно је елиминисати последице недовољног сагледавања робног транспорта и логистике у региону [9]:

- децентрализацију логистичких активности и то просторну дисперзију логистичких система (складиштење, паковање, претовар, транспорт и др.) и неповезаност логистичких процеса,
- заступљеност већег броја транспортних средстава у ужим градским зонама што доводи до проблема у саобраћају и животном окружењу,
- генерално низак ниво логистичке услуге (присуство великих залиха, поседовање сопствених возних паркова и складишних система и сл.) и
- непостојање информационог система за праћење логистичких токова и система.

Разматрања презентована у овом раду покушаће да у значајној мери дају одговоре на неколико врло битних питања регионалног развоја а сходно савременом тренду урбанизације:

Који су приоритетни циљеви и стратешки правци регионалног развоја?

Како одредити логистичке центре регионалног значаја?

Који су критеријуми избора локације логистичких центра? Где формирати логистичке центре?

### 2. СУШТИНА И ЗНАЧАЈ ПОЈМА ЛОГИСТИЧКИ КОНЦЕПТ

Логистика почива на системском приступу, који се у логистици испољава преко логистичког концепта. Логистички концепт заснива се на посматрању система као скупа међусобно повезаних елемената, за чије схватање није довољно само познавање елемената, већ и размештање односа који постоје између њих.

Генерално ако желимо превазићи урбано логистичке проблеме, проблеме везане за транспорт и физичку дистрибуцију робе сасвим је оправдано окренути се процесу свеобухватне мултидисциплинарне анализе урбаних логистичких процеса и система.

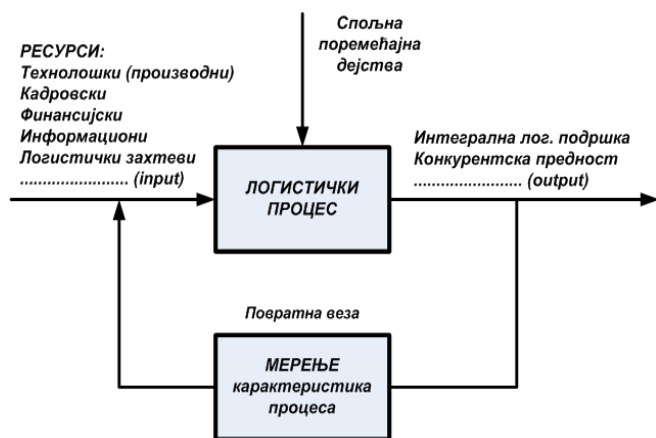
Концепт као такав – мисли се на општи израз који се може наћи у свакодневном животу, представља: општи поглед и извесну апстрактну идеју, коју је уз примену одређених принципа потребно преточити у план који ће представљати форму за повезивање више елемената на један савремено научно заснован начин [2].

Као што је и поменуто различита тумачења са различитих гледишта појма логистички концепт су присутна у

литератури. Циљ је изнети само нека гледишта и дати општу слику значења појма.

Логистички концепт представља модел конфигурације логистичког система, који у себи садржи све елементе, тако да се може допринети креирању структурних параметара и може омогућити креирање новог општег структурног приказа, стварајући тако основе за развој новог система [3].

Логистички систем представља функционални део хијерархијски вишег организационог система који је задужен за генерисање, праћење перформанси и усклађивање елемената подршке у интегралном облику (сл.1). Тиме се доприноси стварању предности организационог система у односу на конкуренцију. Уствари, логистички систем се састоји из више целина (елемената) који су међусобно логички повезани и који на неки начин утичу на реализацију и трошкове транспорта, складиштења и руковања материјалима, односно робом. Процес трансформације улазне компоненте-ресурса у временски и просторно позициониране и обједињене елементе логистичке подршке назива се логистички процес<sup>1</sup>. Излазна компонента система је резултат процеса у виду интегрисане логистичке подршке и повећања конкурентности организације. Утицаји околине представљају спољна поремећајна дејства (нпр. поремећаји у снабдевању, тржишни утицаји, законска ограничења, итд.). Поремећајна дејства у самом логистичком процесу се називају унутрашњим.



Сл.1 Логистика као систем [1]

У процесу развоја регионалног логистичко-транспортног система може се рећи да логистички концепт представља поступак развоја вишедимензионог модела за процес тоталне оптимизације регионалне логистике што у првом реду утиче на развој привредних, транзитних и снабдевачких функција агломерације, а са циљем постизања већих економских, просторних и техничко-технолошких и еколошких ефеката.

Нова стратегија снабдевања у урбаним срединама проистиче из увећаних производних могућности фабрика

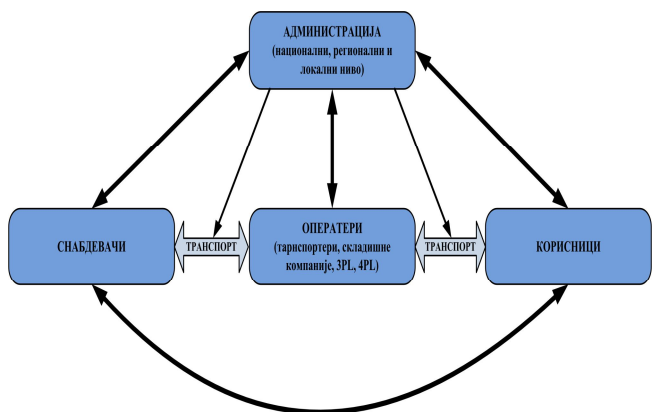
<sup>1</sup> У логистици производње логистички процеси садрже процесе; транспорта (унутрашњег), руковања (материјалом, предметима рада, производима) и складиштења. Ови логистички процеси су везани за токове у логистичком систему производње и то: материјала и полупроизвода (компонента), енергије, новца (финансије), информације и људи..

као произвођача (генератора) токова материјала, производа и робе, повећане куповне моћи корисника услуга и појава моћних мултинационалних компанија које се појављују као интегратори производње и услуга и међународних интеграција у глобализацији.

С обзиром да се актуелизује проблем животне средине уз оптимизацију снабдевања становништва у урбаним срединама то је у светлу урбанизације региона и потребе нове стратегије теретног транспорта оправдано градску (city) логистику у примени посматрати као РЕГИОНАЛНУ или УРБАЛУ логистику. У том смислу се ови појмови преплићу и изједначавају [1].

Наравно градска логистика све више постаје предмет интересовања научне и стручне јавности, јер је уочен њен друштвени значај, односно економски утицај, а уз то утицај на еколошке захтеве и потребе обезбеђења квалитета живљења у градовима.

Кључни елементи који утичу на развој нових урбаних логистичких концептуалних решења по Taniguchi-ју (сл. 2) имају различиту структуру захтева (Табела 1).



Сл. 2 Кључни фактори у city логистици

Из свега претходно реченог, могуће је идентификовати у основи следеће задатке развоја новог системског решења у city логистици [2]:

- Mobility – захтев код кога је пажња усмерена на мобилност испоруке роба по ЈИТ (Just In Time) стратегији и успостављање баланса између транспортних капацитета, друмске саобраћајне мреже и броја покретања возила;
- Sustainability - захтев код кога је пажња усмерена на боље праћење потреба окружења и рад на развоју и примени одрживих урбаних еколошких решења;
- Liveability - захтев код кога је пажња усмерена на развој модела за повећање квалитета живота у урбаним срединама и повећање њихове безбедности и атрактивности.

Развој једног свеобухватног и крајње одрживог регионалног концептуалног логистичког решења би свакако захтевало квалитетно планирање и предвиђање што би као крајњи циљ омогућило отклањање последица недовољног сагледавања робног транспорта и логистике у региону и генерално низак ниво логистичке услуге, непостојање информационог система за праћење логистичких токова и система као и реализацију европских интеграционих процеса.

Табела 1. Структура фактора city логистике

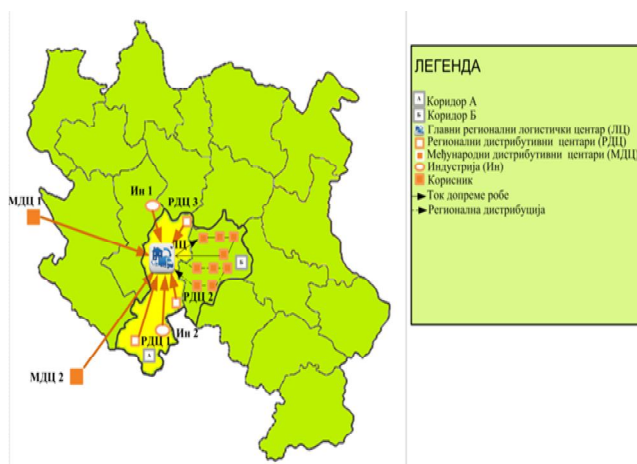
ОПИС ЗАХТЕВА	
Општи захтеви (администрација)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Смањење броја теретних возила у урбаним срединама,</li> <li>✦ Смањење нивоа буке и загађења ваздуха,</li> <li>✦ Боље снабдевање градова робом и одвођење секундарних спровина из градских средина,</li> <li>✦ Стварање услова за више продајних објеката у градовима и др.</li> </ul>
Захтеви снабдевача	<ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Допрема робе најкраћим путем,</li> <li>✦ Могућност реализације допреме минималним бројем возила,</li> <li>✦ Већа искоришћеност возила,</li> <li>✦ Краће време истовара возила.</li> </ul>
Захтеви оператора	<ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Минимизирање трошкова и већа економска корист,</li> <li>✦ Добра кооперација и координација са осталим учесницима у процесу физичке дистрибуције,</li> <li>✦ Смањење времена чекања при истовару робе,</li> <li>✦ Повећање степена искоришћења капацитета и др.</li> </ul>
Захтеви корисника	<ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Ниже цене логистичке услуге,</li> <li>✦ Рад на развоју транспортне мреже,</li> <li>✦ Бржа обрада приспелих жалби,</li> <li>✦ Смањење броја губитака и оштећења на роби,</li> <li>✦ Краће време реаговања снабдевача на приспели захтев,</li> <li>✦ Одговарајућа фреквенција транспортних средстава и др.</li> </ul>

### 3. РТЦ – ПРЕДУСЛОВ РАЗВОЈА КОНЦЕПТУАЛНИХ РЕШЕЊА

Стварање основе за пројектовање новог решења логистичког концепта који садржи план повезивања привредних, транзитних и снабдевачких функција поменутог региона у основи се поклапа и везује за процес развоја логистичких центара (ЛЦ) који подразумевају концентracију, координацију и рационализацију токова робе.

Логистички центри као идеја и реална форма егзистирају већ дужи низ година; међутим њихови оснивачи, функција, структура и циљеви развоја су током времена добијали различите облике и различите називе и функције, како у термилошком тако и у технолошком смислу. Робни токови су узрочно-последични фактор сталног пораста просторних, временских и количинских трансформација у непрекидној смењивости активности паковања, утовара, транспорта, складиштења, поновног претовара, транспорта, истовара, складиштења, испоруке итд. Велики привредни региони, индустријске зоне и велике урбане средине одувек су били центри извора и понора значајних робних токова и њихове трансформације из макро у микродистрибуцију и обрнуто. На местима сучељавања токова макро и микродистрибуције данас се постављају захтеви за кохерентном логистичком услугом. Овим захтевима највише одговара форма робно-транспортног центра

као најкомплекснијег облика логистичког центра. Развој мреже логистичких центара на националном и међународном плану представља предуслов оптимизације транспортних и логистичких ланаца.



Сл.3 Локација логистичких система -регион Краљева

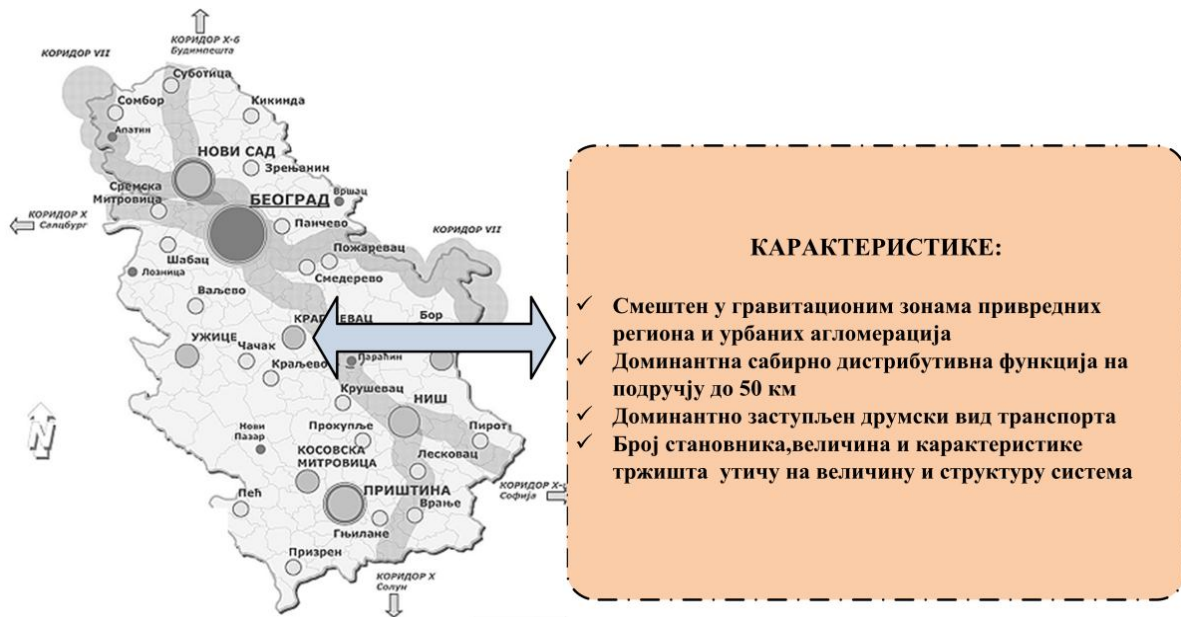
Функционисање и развој различитих форми и концепција логистичких центара носи са собом читав низ директних и индиректних ефеката који се односе на саобраћајни систем, економске показатеље и еколошке услове.

Директни ефекти односе се на повећање ефикасности, побољшање спектра логистичке понуде, рационалније коришћење и одржавање ресурса (боље коришћење возног парка, примена нових система транспорта и система интермодалности, што омогућује оптималну расподелу транспортних захтева по видовима саобраћаја). Индиректни позитивни ефекти се остварују кроз редукацију оптерећења саобраћајне мреже развојем мреже по базним правцима, посебно мање оптерећење градског језгра, што резултира мањим загађењем ваздуха и смањењем буке.

Све ово омогућује нови квалитет логистичких услуга које карактерише ефикасност задовољења захтева купаца уз повољније еколошке услове. При томе се у реализацији робног рада у логистичким центрима примењују савремене претоварно-манипулативне и складишне технологије.

И поред суштинских разлика модела логистичких центара (оснивачи и власници, организационе форме, припадност виду транспорта, врсти робе, структури и обиму логистичких функција, локацији у односу на саобраћајну инфраструктуру и др.) хијерархијски посматрано за потребе овог рада треба издвојити, а никако не умањити значај и осталих, регионалне транспортне и дистрибутивне центре са својим карактеристикама (сл. 4).

Оцена развоја и изградње логистичког центра на подручју великих агломерација, подразумева да носиоци одлучивања и потенцијални инвеститори имају дефинисан систем циљева. Циљеви су саставни део модела стратешког и оперативног одлучивања, на чијој основи се развијају критеријуми и утврђују релевантне оцене за и против развоја логистичког центра. Оснивањем и развојем робно-транспортних центара као главног ЛЦ-а вишеструко се остварују циљеви саобраћајне политике једне земље, циљеви урбанизације, циљеви регионалне привреде као и циљеви заштите природне и животне средине.



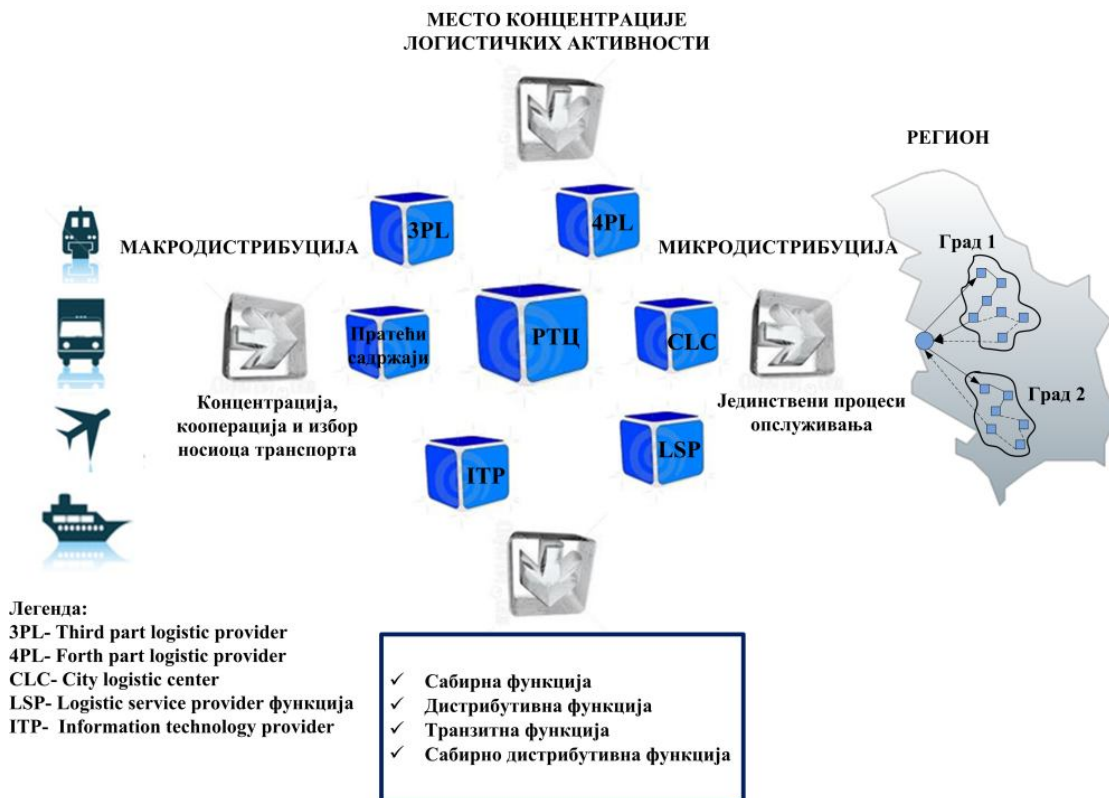
Сл. 4 Карактеристике регионалних транспортних и дистрибутивних центара

За место и улогу робно-транспортних центара у логистичким токовима постоје две основне опције:

- робно-транспортни центри се налазе у простору привредних система који шаљу или примају робу, као што су индустријски комплекси, трговачки центри итд.
- робно-транспортни центри се налазе негде на путу између пошиљаоца (предузећа) и примаоца робе (потрошача), а у функцији су логистике набавке, логистике дистрибуције или логистике повратних материјала.

Основне карактеристике и сврха РТЦ-а је тзв. "ефекат међусобног повезивања" или обједињавање свих битних

логистичких делатности у дистрибуцији и транспорту што се остварује на тај начин што су понуђачи услуга и корисници РТЦ-а и физички присутни на једној локацији (синергијски ефекат). Оптимизација транспорта и дистрибуције материјалних добара је основни циљ и кључни допринос формирања РТЦ-а, са свим њиховим пратећим делатностима и подсистемима, применом савремених технологија транспорта на логистичким принципима. У једном ужем или ширем гравитационом подручју РТЦ обезбеђује такав квалитет услуге који одговара савременим захтевима дистрибуције и транспорта.



Сл. 5 РТЦ - место концентрације логистичких активности

Логистичка стратегија и нови трендови на тржишту привредно развијених земаља директно утиче на обликовање, пројектовање, дизајнирање система и технологија транспорта, складиштења, претовара, наручивања, паковања и др.

Привредни систем под све јачим дејством захтева тржишта у погледу квалитета логистичке услуге и у погледу логистичких трошкова подлеже променама у правцу примене нових стратегија ( JIT –Just In Time, 3PL, 4PL, MOB – Make Or Buy и др.). Слика 5 приказује - место концентрације логистичких активности у РТЦ.

Примена нових стратегија подразумева промене и прилагођавање логистичких система у погледу структуре система, процедура, знања, система вредности и стварања стручњака који су способни да креирају и примењују нове логистичке технологије. Наравно у прилог овој чињеници иде и констатација да су нове логистичке стратегије оријентисане према робним токовима као и избору локације ЛЦ.

У складу са логистичким трендовима и потребама, добијање одговора на стратешка питања везана за примену логистичких стратегија захтевају детаљне анализе и истраживања, што је случај и са процесом доношења стратешких одлука приликом развоја новог регионалног концептуалног решења.

#### 4. МЕТОДОЛОГИЈА ДЕФИНИСАЊА ЛОГИСТИЧКОГ КОНЦЕПТА РЕГИОНАЛНЕ ЦЕЛИНЕ - СТРАТЕШКИ ПРАВЦИ РАЗВОЈА РЕГИОНА

Урбана структурираност региона и његова привреда условљава врсту робе и појаве урбаних робних токова, везаних за поједина насеља и саобраћајне правце. Врста робе може се уобичајено класификовати и зависи од потреба корисника и могућности пошиљаоца односно произвођача. Врста транзитне робе зависи од потреба окружења региона. Роба се у региону јавља у свим познатим (појавним) облицима (неамбалажирана, амбалажирана и пакована) као и у специјалним транспортним средствима, цистернама и контејнерима.

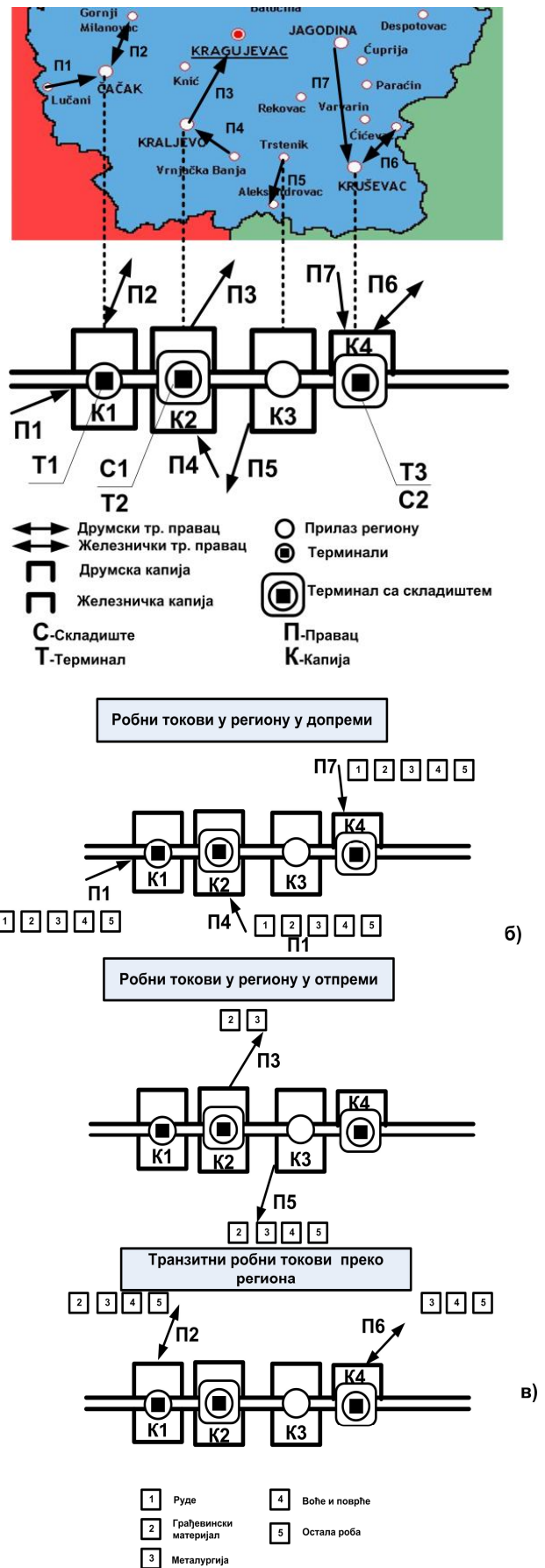
Робни токови могу имати вишеструки карактер: транзитни, сабирно-складишни, складишно (сабирно) - дистрибутивни и/или дистрибутивни карактер, у зависности од правца токова и урбаних места допреме и отпреме робе.

У процесу реализације регионалних робних токова насељена места у региону се јављају у вишеструкој улози (сл. 6) и то као [12]:

- места допреме и отпреме робе,
- места на транзитном правцу,
- места у којима су или у чијој су близини лоцирани логистички центри,
- места на мрежи регионалне транспортне инфраструктуре

Коришћење појединих видова транспорта у реализацији регионалних робних токова зависи од географског положаја региона и развијености саобраћајне инфраструктуре у региону. Врсте робе и интезитети робних токова условљени су величинама насеља, нивоом привредног развоја, (структуром и капацитетима привреде),

степеном развијености услуга и нивоом животног стандарда становника.



Сл. 6 Регион са регионалним транспортним системом

Дакле потребно је дефинисати смернице даљег развоја, што ће привући капитал и утицати на развој производних програма на повољним локалитетима у региону. Наравно то ће на крају за последицу имати и потребу за ангажовањем развијене мреже трговине, односно планирање и реализација физичке дистрибуције постаће неминовност.

Коришћење компаративних предности локалних средина спречава недовољна изграђена и модернизована инфраструктура. Учешће неразвијеног подручја у савременим путевима Србије је око 10%, док је у структури локалне путне мреже чак 57,7% са коловозним застором од туцаника и земљаних путева. На пример, конкретно очекује се да ће коридор X, као и покретање иницијативе неколико суседних општина да се аеродром Лађевци стави у цивилну употребу имати велики значај за развој саобраћаја и привредне активности како Србије, тако и града Краљева а посебно његових неразвијених подручја.[9, 10, 12].

Наравно то је реалност. Потреба за изградњом логистичких центара је неминовна. Међутим концепт хаотичног настајања логистичких центара националног нивоа мора бити прекинут. Дакле морају се чињенице да нам географски положај и саобраћајна инфраструктура дају у старту предност, оставити по страни, и као што је речено на самом почетку, елиминисати последице недовољног сагледавања робног транспорта и логистике у региону па и шире [5].

У прилог овој констатацији иде и предложена методологија код које пажња мора бити усмерена првенствено на анализу робних токова.

Измене у структури производње и снабдевања крајњих потрошача условљавају примену модерне логистике, односно савремену и оптималну технологију протока материјала. Ово нарочито има вишеструки значај у урбаним (градским) срединама и густо насељеним регионима. Ново решење регионалног логистичког концепта у основи треба да буде покретач свих промена приликом решавања проблема дистрибуције и транспорта робе у посматраном региону и стварање система контроле и управљања робним токовима. Методологија истраживања (алгоритам) дефинисања профила регионалне логистике мора бити усмерена на анализу логистичких токова у региону што је истовремено основа за развој нових варијантних решења и њихово даље вредновање. Поштујући резултате истраживачких пројеката у ЕУ везаних за проблеме урбане логистике као и искуства и предложене методологије решавања проблема логистике од стране домаћих истраживача, нарочито Саобраћајног факултета у Београду предложени концепт наведене методологије састојао би се из следећих фаза (корака):

- фаза 1 – анализа логистичких токова у оквиру региона (анализа генератора логистичких токова, утврђивање квантитативних и квалитативних карактеристика робних токова и др.);
- фаза 2 – дефинисање новог решења регионалног логистичког концепта (дефинисање критеријума за развој региона, потенцијалних локација логистичких центара националног нивоа и избор оптималне локације);
- фаза 3 – пројектовање дистрибутивног (логистичког) центра у склопу оптималне локације;

- фаза 4 – развој концептуалног и експерименталног модела за конкретне транспортне системе регионалног дистрибутивног центра;
- фаза 5 – вредновање симулационом техником (симулациони експеримент);
- фаза 6 – компаративна анализа добијених резултата и коначно решење;

Сама анализа логистичких токова је комплексан и сложен процес, а нарочито на овом простору где не постоји никаква база података али и спремност субјеката за праћење робних токова.

За даље анализе, а у сагласности са плановима изградње и преднацртом генералног урбанистичког плана, потребно је предложити локацијске варијанте регионалног центра. Управљачки задатак избора локације, односно одабирање једне од алтернатива које се оцењују по више критеријума представља доста сложен проблем за чије се решавање користи најчешће вишекритеријумска анализа. Тако изабрана локација је најближа идеалној и ствара предуслов за реализацију логистичког центра, који има одговарајуће саобраћајне, технолошке и информацио-комуникационе везе на међународном, републичком и локалном нивоу.

Циљеви на које треба обратити пажњу у даљем раду, односе се на:

- Израду Стратешких студија и дефинисање праваца развоја;
- Изградњу и развој мреже савремених терминала и робно транспортних центара;
- Набавку савремених транспортних, претоварних средстава и товарне јединице;
- Формирање специјализованих друштава и организација која ће се бавити развојем;
- Развој интегралног логистичко-информационог система;
- Формирање законског и институционалног оквира;
- Потписивање и ратификација међународних конвенција.

У оквиру краткорочних-будућих мера, које је требало предузети, истичу се израда студија и пројекта којима би се идентификовале потребе и захтеви за развојем интермодалних транспортних услуга у Републици Србији. Кроз пројекте морају се дефинисати структуре, модели и функције технолошко-организационих решења: терминала интермодалног транспорта, робно-транспортних центара (РТЦ), логистичко-дистрибутивних центара, на јединственој транспортно-саобраћајној мрежи Републике Србије, Балкана и Европе. Формирање законског и институционалног оквира, треба ускладити са Европским споразумом који се односи на комбиновани транспорт (AGTC), Директивом Европске уније 92/106/ЕЕС. Континуирано би требало наставити са потписивањем билатералних споразума са другим земљама о комбинованом транспорту као и коришћењем искустава земаља у окружењу (Словенија, Мађарска, Словачка, Аустрија и др).

Ако се погледа развојна политика (2010 - 2012. године), може се констатовати да на основу урађених студија о концепцији развоја интермодалне мреже РТЦ требало би развијати и градити оптималну мрежу робно транспортних центара и савремених терминала. На тај начин омогућиће

се интензивније привлачење транзитних и транспортних робних токова. То би имало велики утицај на развој целокупног саобраћајног система и укупне привреде, поготово мање развијених подручја. Модернизацију постојећих и изградњу нових терминала требало би реализовати на основу сарадње јавног и приватног сектора. Поред тога, за успешан развој интермодалног транспорта неопходно је развијати и техничку базу: транспортна и претоварна средства, товарне јединице и технологију компатибилну у свим карикама логистичког ланца. Развојем интегралног логистичко-информационог система, сви учесници би били повезани у јединствен логистичко-транспортни систем земље (железница, шпедитерска и транспортна предузећа и др).

Стратегија развоја региона, а самим тим и будућа истраживања регионалног логистичког концепта са развијањем методологије дистрибуције робе и форме за праћење робних токова поменутог региона, имале би свакако примену у решавању практичних проблема на простору истог.

## 5. ЗАКЉУЧАК

У претходним редовима покушало се поред питања дефинисаних у уводним напоменама доћи и до одговора на питање: Где је наша земља и шта је урађено у погледу логистике и интегралног (интермодалног) транспорта?

Констатација која стоји и која се не сме занемарити је свакако и чињеница да после неког периода од две па чак и три деценије постоји велики број решења и студија и у пракси примењених решења, па их свакако не треба занемарити или игнорисати у новим истраживањима већ их треба допуњавати и модификовати. Ово је у потпуности у складу са мишљењем да “права наука и права решења немају рок трајања” [11].

Наравно познати разлози кашњења у примени нових технологија базираних на логистичким принципима, бар они из деведестих година су иза нас, па уз отклањање недостатака на националном нивоу стратешких документа о транспорту, побољшање искоришћења складишних капацитета, развој мреже РТЦ-а, преусмеравање робних токова на водни транспорт, усклађивање са прописима ЕУ и сл., потребно је да држава креира јасну политику и стратегију усмерену ка развоју процеса рационализације и оптимизације дистрибуције и транспорта робе што коначно води ка формирању и развоју логистичких центара и интермодализма.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] БУКУМИРОВИЋ, М.,: *Урбана логистика*, Машински факултет Краљево, Краљево, 2009.

- [2] ИВАНОВИЋ Ж.: *Логистички концепт за регионалну целину црногорско приморје*, Магистарски рад, Саобраћајни факултет Београд, Београд, 2006. год.
- [3] MOLLER С.: *Logistic Concept Development-Towards a Theory for Designing Effective Systems*, Ph. D. - thesis Aalborg University, Aalborg, 1995.
- [4] ЂОРЂЕВИЋ, Љ.,: *Како даље, без стратегије, без стратешких партнера?*, ИМК-14 истраживање и развој, Година IX, број (16-17)1-2/2003, стр. 135-145, 2003.
- [5] ГЕОРГИЈЕВИЋ, М., РОКНИЋ, С., БОЈАНИЋ, В. и др.: *Логистика као привредна грана*, III Српски симпозијум са међународним учешћем- Транспорт и логистика, Ниш, 2008.
- [6] JANOŠEVIĆ, D., ТОМИЋ, V., JANOJLIĆ, D. i dr.: *Parameters analysis of logistic generators the city of Nis*, МНСЛ'09-XIX international conference, стр.217-222, Belgrade, 2009.
- [7] НИКОЛИЋ, М., НИКОЛИЋ, Б.: *Један метод за компарацију атрибута у проблемима вишекритеријумског избора*, ИМК-14 истраживање и развој, Година XII, број (24-25)1-2/2006, стр. 7-13, 2006.
- [8] ЈАНОЈЛИЋ, Д., ЈАНОШЕВИЋ, Д., МАРКОВИЋ, С.: *Основни параметри city логистике Ниша*, Транспорт и логистика –ТИЛ 2008, стр. 9.1-9.6, 2008.
- [9] MARKOVIĆ, G., BUKUMIROVIĆ, M., GAŠIĆ, M.: *The influence of information developments on performance of the supply chain of the regional logistic centre*, МНСЛ'06-XVIII international conference, стр.203-206, Belgrade, 2006.
- [10] MARKOVIĆ, G., MARINKOVIĆ, Z., BULATOVIĆ, V.: *City logistics in the Concept of Development of the City of Kraljevo*, МНСЛ'09-XIX international conference, стр.211-216, Belgrade, 2009.
- [11] ПЕРИШИЋ, Р.: *Савремене стратегије и технологије развоја транспорта*, Институт техничких наука САНУ, Београд, 2002.
- [12] МАРКОВИЋ Г., ГАШИЋ, М., МАРИНКОВИЋ, З.: *Теоријски приступ регионалном развоју-методологија истраживања логистичких токова*, ИМК-14 истраживање и развој, Година XVI, број 4/2010, стр.25-30, 2010.
- [13] ЗЕЧЕВИЋ, С., ТАДИЋ, С.: *City логистика*, Саобраћајни факултет Београд, Београд, 2006.
- [14] *Стратегија привредног развоја Републике Србије за период од 2006. до 2012. године*, Влада Републике Србије, 2006.
- [15] *Стратегија развоја железничког, друмског, водног, ваздушног и интермодалног транспорта у Републици Србији од 2008. до 2015. године*, Влада Републике Србије, 2008.
- [16] *Стратегије просторног развоја Републике Србије 2009-2013-2020*, Министарство животне средине и просторног планирања, Република Србија, 2009.

# ESSENCE AND IMPORTANTANCE OF ESTABLISHING A REGIONAL LOGISTIC CONCEPT: STRATEGIC DIRECTIONS OF DEVELOPMENT

Mr Goran Marković, Mašinski fakultet u Kraljevu  
Prof. dr Milomir Gašić, Mašinski fakultet u Kraljevu  
Prof. dr Zoran Marinković, Mašinski fakultet u Nišu  
Dipl. Ing. Vojislav Tomić, Mašinski fakultet u Nišu

## Summary

*The essence essence significance of the logistics concept in the development of new logistics solutions of a region or geographic space in general should be viewed with particular care, especially because it is in the process term "logistics concept" may be viewed from different viewpoints, and has no clear definition. This paper presents the methodology for defining the profile of regional logistics with particular emphasis on the preconditions for development of conceptual solutions and strategic directions of development of the regional units.*

**Key words:** concept, regional development, strategy

*Адреса за контакт:*

Мр. Горан Марковић  
Машински факултет у Краљеву  
36000 Краљево  
Доситејева 19  
E-mail: [markovic.g@mfkv.kg.ac.rs](mailto:markovic.g@mfkv.kg.ac.rs)

Проф. др Миломир Гашић  
Машински факултет у Краљеву  
36000 Краљево  
Доситејева 19  
E-mail: [gasic.m@mfkv.kg.ac.rs](mailto:gasic.m@mfkv.kg.ac.rs)

Проф. др Зоран Маринковић  
Машински факултет у Нишу  
18000 НИШ  
А. Медведева 14  
E-mail: [zoranm@masfak.ni.ac.rs](mailto:zoranm@masfak.ni.ac.rs)

Дипл. инж. Војислав Томић  
Машински факултет у Нишу  
18000 НИШ  
А. Медведева 14  
E-mail: [vojislav@masfak.ni.ac.rs](mailto:vojislav@masfak.ni.ac.rs)



## ПРИМЕРИ САВРЕМЕНИХ РЕШЕЊА ЗА ИЗБЕГАВАЊЕ И УБЛАЖАВАЊЕ ЗАГУШЕЊА САОБРАЋАЈА У ГРАДОВИМА

*Доц. др Љубислав Васин,  
Војна Академија у Београду*

*Проф. др Снежана Пејчић-Тарле,  
Саобраћајни факултет у Београду*

*Проф. др Душан Стаменковић,  
Машински факултет у Нишу*

*Никола Петровић, дипл. маш. инж.  
Машински факултет у Нишу*

### Резиме

*Пораст броја становника у свету и његов све већи прилив у градовима за последицу има велика загушења саобраћаја, нарочито у часовима вршних оптерећења. Основни услов за остваривање економског и еколошки оправданог градског саобраћајног система јесте постојање неометаног и ефикасног транспорта људи и робе. Досадашњи неуспех на овом пољу указује на неодрживу употребу транспортне инфраструктуре. Примена савремених управљачких, рачунарских и комуникационих технологија омогућује избегавање и ублажавање загушења саобраћаја у градским срединама. У раду су дате неке од примена интелигентних транспортних система, како за индивидуална, тако и за возила јавног саобраћаја.*

**Кључне речи:** градски саобраћај, интелигентни транспортни систем

### 1. УВОД

Скоро свака друштвена активност обухвата одређени вид кретања (мобилност) људи или робе - материјалних добара. Последњих 60 година, саобраћај је, поред технолошког унапређења, доживео и енормно велики раст због повећања обима транспорта путника и терета. Број возила је вишеструко увећан, као и њихова концентрација у градским срединама [1]. Основни

проблеми у градском превозу путника потичу од конфликта између индивидуалног и друштвеног интереса, који већ годинама постоји у развијеним градовима [2]. Типични проблеми услед загушења саобраћаја на улицама су:

- неефикасан и непоуздан превоз, време изгубљено у загушењу,
- велики аутопутеви и паркинг гараже оштећују градску средину,
- многи градови занемарују пешаке и активности људи,
- загађивање ваздуха, бука, саобраћајне незгоде и др.,
- у дужем року ова ситуација има негативан утицај на квалитет живота.

Високи трошкови изградње саобраћајне инфраструктуре, недостатак простора у урбаним срединама, растући критеријуми по питањима очувања квалитета животне средине и прихватљивог нивоа услуге саобраћајног система, наметнули су потребу за бољим искоришћењем постојећег капацитета мреже саобраћајница. Велике могућности за решавање сложеног захтева које корисници и друштво у целини поставља пред саобраћајни систем, налазе се у домену управљања саобраћајем. Иако развој хардвера и софтвера у домену саобраћаја, може обезбедити ефикаснији приступ управљању саобраћајем, постаје јасно да управљање саобраћајем, посматрано као засебна целина, не може да реши све саобраћајне проблеме. Значајна пажња почиње да се придаје интеграцији других система у област управљања саобраћајем уз примену савремених технологија. Овакав концепт интеграције допринео је појави и развоју интелигентних транспортних система [3].

### 2. ИНТЕЛИГЕНТНИ ТРАНСПОРТНИ СИСТЕМИ

Напредни управљачки системи или интелигентни транспортни системи (Intelligent Transportation Systems - ИТС) представљају систем мера и технологија примењених у транспортном систему који обједињују информатичку и телекомуникациону технологију са циљем повећања нивоа безбедности саобраћаја, ефикаснијег одвијања саобраћаја са мање застоја и нижим нивоом загађења животне средине. ИТС је систем који пружа услуге и информације корисницима путем информационог система уз употребу интерфејса који је прилагођен кориснику или покретном објекту, било у оквиру приватног или јавног сектора. Основна сврха имплементације интелигентног транспортног система је повећање квалитета саобраћаја и транспорта, побољшати искуства возача и путника, побољшати поступке везане за путовања људи, размену добара и услуга, и повећати свеукупну саобраћајну информациону транспарентност. Због тога је главни циљ изградње ИТС-а, интеграција система који ће побољшати саобраћајни систем кроз ефикасније и безбедније кретање људи, робе и информација, уз већу мобилност, већу енергетску ефикасност и мање загађење околине. У складу с главним циљем могу се дефинисати посебни циљеви који ближе описују и дефинишу област коју обухватају системи ИТС: повећавање радне ефикасности и капацитета транспортног система, повећање мобилности људи и робе, превенција и смањивање саобраћајних незгода и штета током транспорта, смањена потрошња енергије и дугорочно

контролисана заштита околине. Потребно је такође напоменути да постојећи саобраћајни системи имају одређена својства интелигенције из саме логике, јер је и човек по правилу део тог система, али интелигенција и комуникација између возила и објеката нису квалитетно умрежене и системски организоване. Основну срж ИТС-а чине системска управљачка и информатичко-комуникациона решења уграђена у мрежну инфраструктуру возила, управљачке центре и различите комуникационо-рачунарске терминале [4].

У даљем тексту биће описане неке од апликација ИТС-а. Управљање саобраћајним токовима – Управљање саобраћајем, управљање у случају саобраћајних незгода, вођење по мрежи путева, управљање емисијом штетних гасова, обавештавање возача у току вожње, обавештавање путника о услугама и др [3].

Систем аутоматске детекције загушења и инцидентних ситуација – Загушења и инцидентне ситуације на мрежи представљају ометања саобраћајног тока. Њихов ефекат зависи од интензитета ометања, величине саобраћајног тока и дужине временског периода у коме се ометање дешава. Ометања саобраћајног тока узрокују појаву загушења, нарочито у условима већих вредности протока [5].

Интелигенти транспортни системи у јавном транспорту путника – управљање јавним превозом путника, информисање у јавном превозу путника, повећање безбедности у јавном превозу, понуда и резервација вожњи и др.

Интелигенти транспортни системи у теретном саобраћају – управљање возним парковима, реаговање на незгоде са опасним материјама, администрација код превоза робе, праћење возила, информисање возача пре и током пута и др.

ИТС – паркинг менаџмент – Овај систем редукује број возила која траже паркинг место, пружајући корисницима правовремене информације о заузетости паркинг простора и тако смањује загушења, потрошњу горива, негативан утицај на околину и време путовања [5]. Представљају ИТС у области транспортног система у којој је до сада највише урађено – од техничког регулисања места, преко дефинисања режима коришћења до ефикасног система контроле и наплате паркирања. Управо системи за вођење и информисање возача представљају прилику да се подсистем паркирања подигне на један виши ниво.

Изменљива вертикална сигнализација – Користи се за пружање информација, савета или инструкција (наредби) корисницима саобраћајног система и као таква смањује варијације возачевог одговора и начине реакције и врши хармонизацију саобраћајног тока. У управљању саобраћајем изменљива саобраћајна сигнализација се појављује као неопходан и значајан подсистем који функционише у оквиру различитих и сложенијих ИТС-а. Примена изменљиве сигнализације је углавном концентрисана на следеће области [5]:

- управљање брзинама на ванградским и градским деоницама аутопутева,
- управљање коришћењем саобраћајних трака,
- давање информација корисницима система,
- вођење корисника по мрежи.

Услуге електронске наплате путарине, итд.

### 3. ПРИМЕНА ИТС-А У ЈАВНОМ ПРЕВОЗУ ПУТНИКА

Услед повећања мобилности становника и степена моторизације постојећа инфраструктура постала је недовољна. Транспортне организације се слажу да је проста изградња више путева ретко кад решење за скоро универзални проблем застоја у друмском саобраћају [5]. Побољшање квалитета јавног превоза, подсистема градског транспорта, један је од начина за решење овог проблема, који би довео до промене видовне расподеле путовања. ИТС побољшава перформансе јавног превоза, омогућава пружање сигурнијих, повољнијих услуга јавног превоза, лакших за употребу кроз обезбеђивање тачних, поузданих и правовремених информација о услузи на станицама, стајалиштима, свим типовима тачака укрштања и унутар возила јавног превоза. Јавни превоз треба да буде одговарајућа алтернатива употреби индивидуалних аутомобила, а ако он то није, долази до загушења саобраћаја, загађења средине, повећања броја аутомобила на градским улицама. Инвестиције у ИТС се огледају у повећаном коришћењу јавног превоза, безбедности и сигурности и задовољства корисника. Смањују се трошкови коришћења транспортних средстава, односно повећава ефикасност и ефективност управљања истим [5]. Користи од употребе ИТС-а у јавном превозу су следеће:

- повећање квалитета услуге,
- побољшање перформанси система,
- смањење времена путовања и чекања,
- унапређење корисничких сервисних информација,
- повећање безбедности и сигурности и др.

Поред многобројних примера примене ИТС-а у јавном превозу, неки од најчешће примењиваних су [5]: аутоматска локација возила (Automatic Vehicle Location – AVL), напредни комуникациони системи (Advanced Communication Systems - ACS), упозоравање и избегавање судара, активирање заштите при судару, прецизно заустављање транспортних средстава, информације за путнике у реалном времену, безбедност и сигурност корисника, електронски систем наплате, надгледање рада возила (потрошња горива, оптерећење, итд.) и оптимизација рада.

Највећи напредак је остварен у аутоматској локацији возила и информацијама за кориснике у реалном времену.

Аутоматска локација возила – представља кључну апликацију за управљање јавним превозом. Обезбеђује квалитетну базу података, тј. информације неопходне за управљање, доношење одлука и слање повратних информација корисницима [5]. Прикупљање података обезбеђују сензори (*подземни* – детектори са индуктивном петљом, магнетни сензори, *надземни* – инфрацрвени, ултразвучни сензори, камере са процесорима видео сигнала) који омогућују индикацију присуства или пролажења возила на одређеном пункту.

Систем за управљање јавним превозом прикупља податке о локацији од возила јавног саобраћаја. Подаци се користе за тражење приоритета за услуге које касне и за израчунавање предвиђеног времена доласка и они се шаљу релевантним станицама. Систем идентификује време кашњења и доласка преко сервисног броја и броја станице.

Аутоматска локација возила која се поставља на возила, може се користити за широк спектар апликација које укључују: путничке информације у реалном времену, на аутобуским стајалиштима за наредни аутобус, праћење кретања и управљање возним парком у реалном времену, приоритет саобраћајних сигнала. Примарни типови AVL-а јесу радио или “infrared станице”, индуктивне петље и глобални позициони системи (Global positioning Systems – GPS) [5].

Информације за кориснике у реалном времену – Систем за информисање корисника је електронски информациони систем који пружа информисање корисника у реалном времену. Систем препознаје чињеницу да се јавни превоз не обавља увек тачно према утврђеном и објављеном реду вожње. Може укључивати и предвиђања о временима доласка и одласка возила, као и информације о узроцима поремећаја реда вожње. Начини информисања корисника у реалном времену представљају механизме помоћу којих се информације могу пренети корисницима [5]. Информисање корисника може бити: визуелни начин (информациони панои, рекламни стубови, телетекст, итд.), звучни начин (разглас, отворена телефонска линија, итд.), мултимедијални начин (дисплеји, мобилни телефон, интернет, итд.).

Постоје многобројни позитивни ефекти увођењем наведених апликација ИТС-а [5]:

- Користи за кориснике јавног превоза путника:
  - Повећање квалитета јавног градског превоза,
  - Ефикасан и поуздан јавни градски превоз,
  - Ажурирани подаци о редовима вожње,
  - Повећање поверења у јавни превоз и смањење осећања несигурности, зато што временски распореди у реалном времену имају високу толеранцију према повременим изменама у реду вожње,
  - Могућност искоришћења времена за чекање.
- Користи за градове и системе јавног превоза
  - Смањење појава загушења саобраћаја на градским улицама,
  - Повећање броја путника у возилима јавног превоза,
  - Смањење броја индивидуалних аутомобила на градским улицама,
  - Повећања тачности и равномерности јавног градског превоза,
  - Смањење трошкова пословања транспортних предузећа,
  - Квалитетнија услуга повећава мобилност становника, повећава профит превозника и смањује потребу за коришћење индивидуалних аутомобила и тиме смањује негативне ефекте које они изазивају,
  - Електронски, тачни редови вожње стварају позитивну модерну слику о јавном превозу и граду.

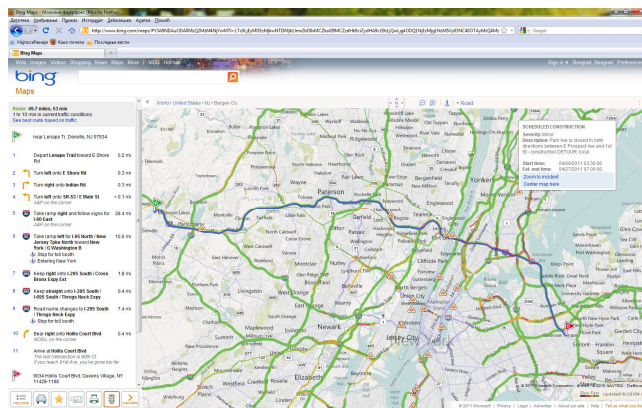
#### 4. CLEARFLOW И SMARTNAV СИСТЕМИ

Clearflow је технологија, развијена у оквиру Microsoft-а, чији је циљ био креирање „машине, која је способна да учи и размишља” како би решила проблем гужви у саобраћају. Заснована је на веб сервису предвиђеном за праћење комплексних интеракција које се јављају на градским улицама и аутопутевима, *уочавање* и *предвиђање* локација где може доћи до загушења и *формирање* алтернативних путева [6].

Циљ истраживања је креирање софтверског алгоритма који би представљао веран модел функционисања саобраћаја. Подаци које у овом тренутку генерише Clearflow заснивају се на мрежи сензора који покривају око 60 милиона сегмената пута, дозвољавајући систему могућност предвиђања загушења која се базирају на добу дана, временским условима, али и на другим несталним варијаблама, као што је, рецимо, одржавање неког спортског догађаја [7].

Систем Clearflow је бесплатан и може се користити у 72 града САД-а. Систем је инсталиран у свим возилима (надземног) градског превоза у ЈА. На TFT дисплеју се преко Интернета приказује мапа града са тренутном позицијом возила на њој. Текстуалне информације на тој специјализованој мапи приказују процену загушења у саобраћају на одабраној аутобуској рути.

Преко сајта <http://www.bing.com/maps/> могуће је унети полазну и завршну тачку путовања и одабрати да ли се жели најбржа или просторно најкраћа путања (слика 1).



Сл. 1. Вођење возила – Clearflow

Затим софтвер на основу датих информација анализира проблем и приказује плавом бојом која је најбоља путања – нешто слично као GPS. Ипак, постоје разлике у односу на приказ GPS путање и онога што Microsoft нуди. Ако се укључи „traffic” приказ, улице постају „шареније”. Тада се улицама које немају загушења додељује зелена боја, тамо где постоје мала успорења жута, саобраћајним загушењима црвена и коначно улицама где је потпуни застој саобраћаја црна боја. На местима где се зна узрок загушења приказује се и тачна локација где је настао застој, из ког разлога и процењено време нормализације саобраћаја [6].

Поставља се питање, чему овај систем, када постоји GPS који је веома раширен? GPS и Clearflow се базирају на потпуно различитим поставкама. GPS системи користе податке који су унапред припремљени и податке о загушењима добијају када оне већ постоје. Као учесник у саобраћају, сваки возач је само мали, али значајан делић, који утиче на стварање загушења у реалном времену. За разлику од GPS-а, Microsoft-ов систем покушава предвидети где ће се догодити загушење и благовременим упозоравањем пружа могућност возачу да заобиђе неку деоницу пута, или да се држи те деонице ако сматра да је то оптимална путања. На тај начин се онемогућује појава великих застоја [7]. Стога се Clearflow може назвати и “виртуелним саобраћајцем”.

Smartnav систем је пример једног on-board навигационог система који помаже да се само путовање учини бржим, лакшим и безбеднијим што је више то могуће [8]. Овај систем ради тако што возач, притиском на одређени тастер у возилу, активира Smartnav Personal Assistant функцију. Након уноса адресе жељене дестинације (или само дела те адресе или поштанског броја) подаци се прослеђују у рачунар који врши прорачун најповољније путање кретања возила, укључујући и актуелне информације о саобраћају. Жељену адресу није потребно у потпуности унети јер је овај систем повезан са ажурираном базом података, која проналази комплетну тражену адресу. Прорачунати подаци са рачунара се директно дигиталним путем преносе на Smartnav јединицу у возилу.

Smartnav навигациони систем одређује оптималну маршруту за путовање између тачака "А" и "В" на основу тренутних информација о условима саобраћаја, који се добијају преко великог броја сензора постављених поред путева (слика 2).



Сл. 2. Прорачун и слање информација везаних за путању кретања – Smartnav систем

Рачунар који врши прорачун оптималне маршруте се налази изван возила, тако да је у могућности да изврши стално ажурирање података везаних за мапе. Овај систем аутоматски реагује у случају појаве неке изненадне ситуације на путу и тамо где је то могуће даје алтернативне путање кретања возила једноставним притиском на дугме у возилу [8].

Још једна могућност коју пружа Smartnav систем је помоћ у случају заустављања возила услед отказа. Једноставним притиском на тастер одређена је тачна локација возила на мрежи путева и позива се одговарајућа служба за помоћ на путу [8].

## ЗАКЉУЧАК

Комплексност саобраћаја у великим градовима се често недовољно разуме, занемарује и потцењује, као и његови утицаји на градску средину, економију и квалитет живота. Потребне за рационалнијим саобраћајним системом, нарочито у градовима, који је економски ефикасан и еколошки оправдан, захтева нови начин посматрања и решавања саобраћајних проблема. ИТС технологије отварају нове могућности развоја и примену савремених управљачких, рачунарских и комуникационих технологија у саобраћају. Циљ ИТС-а је повезивање путника, аутомобила и путева остварујући безбеднији, ефикаснији и поузданији саобраћај и боље искоришћење постојеће инфраструктуре. Да би се решили саобраћајни проблеми у развијеним градовима потребно је ангажовање мултидисциплинарних тимова стручњака, као и подршка грађана и државне администрације.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] СТАМЕНКОВИЋ, Д, ПЕЈЧИЋ – ТАРЛЕ, С, ВАСИН, Љ, ПЕТРОВИЋ, Н, *Одрживи развој саобраћаја у градовима*, 2. конференција "Одрживи развој и климатске промене" SUSTAINNIS 2010, Ниш, 2010. год.
- [2] VUCHIĆ, R. V, *Transportation for livable Cities*, Center for Urban Policy Research, New Jersey, 1999.
- [3] ВУКАНОВИЋ, С, ЧЕЛАР, Н, *Управљање саобраћајем на мрежи путева и улица уз помоћ итс-а*, Саобраћајни факултет, Београд, 2007. год.
- [4] КЉАИЋ, З, ИВКОВИЋ, В, *Интелигентни Транспортни Систави – ново поглавље телеком индустрије*, Ericsson Nikola Tesla d.d., Загреб, 2008. год.
- [5] МИЉКОВИЋ, В. М, *Могућности примене интелигентних транспортних система (ИТС) у јавном градском транспорту путника*, дипломски рад, Саобраћајни факултет, Београд, 2010. год.
- [6] <http://mashable.com/2008/04/10/microsoft-clearflow-maps/>
- [7] <http://www.sk.rs/2008/08/skin03.html>
- [8] СТРАХИЊИЋ, С, *Могућности побољшања квалитета саобраћајне подршке система одбране применом телематских система*, дипломски рад, Војна академија, Београд, 2009. год.

## EXAMPLES OF MODERN SOLUTIONS FOR PREVENTION AND MITIGATION CONGESTED IN CITIES

Dr. - Ing. Ljubislav Vasin, VA – Beograd  
 Prof. Dr. - Ing. Snežana Pejčić - Tarle, SF – Beograd  
 Prof. Dr. - Ing. Dušan Stamenković, MF – Niš  
 M.Sc. - Ing. Nikola Petrović, MF – Niš

### Symmary

*Increase of population in the world and its ever-increasing inflow into the cities has resulted in major traffic congestion, particularly at times of peak load. The basic condition for achieving economic and environmentally justified urban transport system is the existence of the smooth and efficient transportation of people and goods. The failure in this area indicates the unsustainable use of transport infrastructure. The application of modern management, computer and communications technology enables avoidance and mitigation of traffic congestion in urban areas. In paper presents some of the applications of intelligent transportation systems as for individual as well as for public transport vehicles.*

*Кључне речу: urban traffic, intelligent transportation system*

*Адреса за контакт:*

доц. др Љубислав Васин  
 Војна Академија Београд  
 11000 Београд  
 Генерал Павле Јуришић Штурм 33  
 E-mail: ljvasin@gmail.com

## СМАЊЕЊЕ УТИЦАЈА ЛУЧКЕ МЕХАНИЗАЦИЈЕ НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ

*мр Андрија Вујичић,*

*Компанија „Дунав Осигурање“, Београд*

*Проф. др Ненад Зрнић,*

*Машински факултет у Београду*

### Резиме

Циљ овог рада је да се сагледају могућности за развој и примену технологија за смањење утицаја транспортних машина на животну средину које се користе у контејнерским терминалима и лукама. За истраживање су изабране порталне дизалице на пнеуматцима. Применом методе процене животног циклуса извршена је процена еколошке ефикасности хибридних технологија у примени на дизалицама и дате препоруке за унапређење и пројектовање еколошки одрживих порталних дизалица на пнеуматцима.

**Кључне речи:** РТГ дизалице, хибридна технологија

### 1. УВОД

У ери одрживог развоја и све веће борбе против глобалног загревања, питање утицаја транспортне индустрије на животну средину додатно добија на значају. Како је удео емисије CO<sub>2</sub> од транспортног сектора у сталном порасту и тренутно износи око 25% укупне емисије у свету [3], све је више загонских регулатива и технолошких решења чија је сврха смањење овог утицаја.

Поред свести о великом утицају транспорта на животну средину, важан је и податак да у оквиру ове индустрије, најбрже растућу грану представља контејнерски саобраћај, чија стопа раста од 5% годишње ће довести до повећања контејнерских операција са 12 милиона у 2010. до 30 милиона у 2030. години [1]. Овако велики раст контејнерског саобраћаја за резултат ће имати повећање емисије CO<sub>2</sub>, али и веће оптерећење и загушење лучких контејнерских терминала.

Додатно оптерећивање лучких терминала и претња да оно прерасте у загушење, може утицати да тренд повећања брзине контејнерских бродова ради уштеде

времена, буде узалудан. У том случају, разлога за већу брзину пловила и потрошњу горива, која ће затим чекати на ред у загушеним лукама, нема.

Највећи лучки терминали на свету налазе се у великим приморским градовима, а често су смештени у непосредној близини стамбених четврти, због чега је негативном утицају изложено становништво тих градова. На своје окружење лучка механизација утиче не само емисијом издувних гасова и загађењем земљишта и воде, већ представља и значајан извор буке.

Контејнерски терминали у светлу све веће еколошке свести, али и економских изазова праћених растом цена фосилних горива, доведени су у позицију преиспитивања трошкова и утицаја на животну средину [9]. Некада уобичајено занемаривање еколошких питања у експлоатацији великих лучких машина, у ери одрживог развоја је незамисливо и непожељно. У циљу смањења трошкова контејнерског транспорта појављују се технолошка решења која ће понудити решења за економске и еколошке изазове.

### 2. УТИЦАЈ ЛУЧКЕ МЕХАНИЗАЦИЈЕ НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ

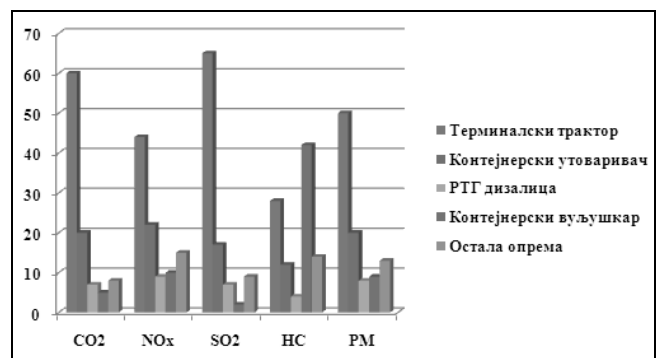
Контејнерске машине, за истовар бродова и складиштење, као главни извор енергије користе електричну енергију са мреже и моторе са унутрашњим сагоревањем (у највећем проценту дизел моторе). Према извору енергије, подела лучких машина за манипулацију с контејнерима (СНЕ) може се извршити на следећи начин:

1. Маchine које се крећу на шинама и напајају се са електро мреже, у које најчешће спадају:

- а) STS (Ship-to-Shore) – Обалске контејнерске дизалице
- б) RMG (Rail-Mounted-Gantry) – Порталне дизалице на шинама
- в) АМС (Automatic Stacking Cranes) – Аутоматски портални слагачи

2. Маchine са слободним кретањем, погоњене дизел моторима:

- а) YТ (Yard Tractors) – Терминалски трактори
- б) TH (Top Handlers) – Контејнерски утоваривачи
- в) RTG (Rubber-Tyred-Gantries) – Порталне дизалице на пнеуматцима
- г) Forklifter – Контејнерски виљушкари



Сл. 1. Дијаграм емисије издувних гасова СНЕ у %

Због чињенице да их има у највећем броју, терминалски трактори су и највећи емитери издувних гасова у

лучким терминалима. Поред њих знатну емисију ослобађају, контејнерски утоваривачи и виљушкарџи. С друге стране, иако у знатно мањем броју РТГ дизалице, због номинално највеће снаге агрегата од 150 kW до 750 kW од свих контејнерских машина из друге групе, такође спадају у велике загађиваче (видети сл. 1, дијаграм прилагођен раду [4]).

РТГ дизалице се углавном користе због своје мобилности и могућности да складиште контејнере у висину, јер пружају добро искоришћење површине терминала. Међутим, због чињенице да није препоручљиво да се креће оптерећена са контејнером, ограничена је да функционише у комбинацији са терминалским тракторима.

Портална РТГ дизалица, као вероватно највећа машина на пнеуматичима, услед високе просечне потрошње дизел горива од 20-30 l/h, са просечним радним временом од 14 часова, дневно емитује и до 1,2 тоне CO<sub>2</sub>. Поред емисије CO<sub>2</sub>, ове машине емитују и знатне количине других штетних издувних гасова. Просечна дизалица носивости до 40 тона, дневно може да емитује у животну средину и до 6,3 kg NO<sub>x</sub>, 1,7 kg HC, 1,2 kg SO<sub>2</sub>, и 0,7 kg чађи (видети Табелу 1).

Табела 1. Емисија издувних гасова РТГ дизалице [6]

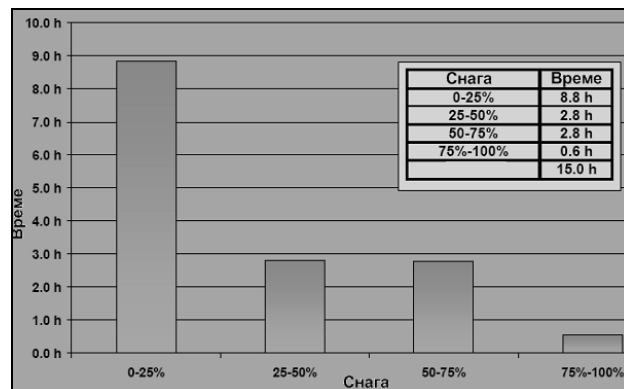
Емисија издувних гасова РТГ дизалице						
Период/Утицај	Потрошња	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	HC	Чађи
На сат	28 l	72,8 kg	0,330 kg	0,086 kg	0,12 kg	0,045 kg
Месечно	1.1760 l	30.576 kg	139 kg	36 kg	51 kg	18,9 kg
Годишње	141.000 l	367 kg	1.660 kg	430 kg	620 kg	227 kg

Слика о утицају на животну средину приказује се још драматичнијом ако се узме у обзир чињеница да у многим контејнерским терминалима, оперативно је активно и до 50 дизалица, чија годишња емисија CO<sub>2</sub> мерено потенцијалом гловалног загревања (GWP) одговара бројци од 5000 путничких возила. С друге стране, утицај од емисије NO<sub>x</sub> и SO<sub>2</sub>, и чађи, још је неповољнији.

Разлози за овако велику емисију, поред велике масе РТГ дизалица, леже у чињеници да су дизел агрегати велике снаге и радне запремине (често преко 400 kW и 12.000 ccm). Дизел генератори раде у константом режиму, на броју обртаја агрегата који одговара максималној снази. Како је потреба за максималном снагом изражена само у случајевима подизања терета, закључак је да рад у режиму високог броја обртаја представља чист енергетски губитак и непотребно хабање агрегата.

Преко половине укупног радног циклуса дизалице не постоји потреба за снагом већом од 25% максималне. Већину радног времена, чак 60% потреба за снагом је у опсегу од 0-25% (слика 2).

Јасно је да с обзиром на изнесено, утицај на животну средину контејнерских машина је значајан, али исто тако простора за повећање еколошке ефикасности има доста. С тим у вези, водећи светски произвођачи контејнерске механизације, раде на развоју технолошких решења, која ће смањити неповољан утицај и повећати еколошку и економску ефикасност лучких машина.



Сл. 2. Дијаграм ангажоване снаге РТГ дизалице[2]

### 3. ХИБРИДНЕ РТГ ДИЗАЛИЦЕ

У процесу смањивања емисија издувних гасова машина за манипулацију са контејнерима, тренутно је актуелно неколико правца, а најпрепознатљивија су три правца. Први у коме се уместо дизел горива користе, алтернативна горива, други који промовише хибридне технологије и трећи који се односи на електрификацију машина.

За смањење емисија NO<sub>x</sub> и SO<sub>2</sub> углавном је довољно коришћење алтернативних горива у облику течног нафтног гаса, земног гаса или биодизела. У сврху смањења емисије CO<sub>2</sub>, која представља главни узрок за стварање ефекта стаклене баште, технолошки тренд представљају хибридне дизел РТГ дизалице.

Електрификација РТГ дизалица и опреме, је технолошко решење које проблем емисије отклања у потпуности на месту експлоатације дизалице, али и даље задржава емисију посредно преко електрана које су извор енергије. Појам нулте-емисије (Zero emission), под којим се промовишу ове дизалице, али и остала електрична возила заправо не постоји. Емисије издувних гасова термоелектрана се крећу од 0,8 до 1,2 тоне CO<sub>2</sub>, а оне су извор енергије за батерије. Ипак, поред предности које имају Е-РТГ дизалице, оне отварају питање ограничења мобилности, због напајања преко каблова.

Како у области логистике, тако и у осталим индустријским гранама, врло је актуелно промовисање хибридних система за уштеду и смањење негативних утицаја на животну средину. Међутим, ефекти ове технологије су показали већу употребљивост у индустријама у којима су развијани са мањим интензитетом.

Иако, су први хибридни системи развијани за моторна возила, они до данас нису доживели пуну примену. Тек 1% свих путничких аутомобила у свету има хибридни погон (комбинацију мотора с унутрашњим сагоревањем и електромотора). Почетна очекивања делимично су доведена у питање великом масом и непоузданошћу батерија или акумулатора које се користе у хибридним возилима, али и високом ценом.

Сви недостаци хибридних система исказани у примени на моторним возилима, могу се сматрати занемарљивим када је у питању примена ових уређаја код дизалица за манипулацију са контејнерима. Велика маса батерија или акумулатора код РТГ дизалице основне масе веће од 100 тона, не представља значајан параметар. Потенцијална енергија терета дизалице при максималном оптерећењу је и до 30 пута већа о

кинетичке енергије просечног путничког аутомобила при брзини од 60 km/h. Приближнију вредност у поређењу потенцијалне енергије РТГ дизалице и кинетичке енергије возила, даје поређење дизалице са камионом укупне масе 40 тона који се креће брзином од 60 km/h.

Конкретније, потенцијална енергија максимално оптерећеног контејнера и хватача контејнера (спередера) заједно, на висини од 15 метара, износи око 2 kWh. Управо ова енергија код конвенционалних РТГ дизалица, са сваким спуштањем терета, одлази неискоришћена, у виду хабања система за кочење и трења претвореног у топлоту.

Како постоје поуздани подаци везани за број спуштања контејнера по радном сату машине, на основу кога је релативно лако претпоставити могућност за уштеду у потрошњи горива и смањење емисије издувних гасова. Тренутна искуства показују потенцијал за смањење потрошње, од преко 50%, и могућност повратка инвестиције у периоду од једне године експлоатације [7].



Сл. 3. Регенеративно кочење РТГ дизалице [2]

Прво решење, чији циљ је био смањење потрошње горива РТГ дизалице, било је намењено оптимизацији рада генератора, и користило је промењиву брзина генератора (VSG). Ово решење доносило је уштеду од 15% смањивањем броја обртаја дизел мотора у радним циклусима када је потреба за снагом мала.

Задржавањем система промењиве брзине генератора (VSG), уз развој регенеративног кочења (слика 3), и могућност складиштења енергије, настале су хибридне инсталације намењене уградњи у нове, али и старије дизалице.

Код хибридних електро дизел РТГ дизалица, спуштање контејнера, служи за допуну ултра кондензатора, који су знатно ефикаснији од батерија или акумулатора. Ултра кондензатори, или супер кондензатори су двослојни електрохемијски кондензатори на бази активног угљеника, специфичне енергетске густине и до 1.000 пута веће од оловних батерија [8].

Енергија сачувана у ултра кондензаторима, касније се користи у фазама подизања терета, када је потребна максимална снага, као испомоћ дизел мотору. На овај начин ствара се могућност за смањење радне запремине дизел агрегата, и промену „downsizing“-а, јер потребу за додатном снагом обезбеђује електромотор. Тренд

„downsizing“-а, увелико у примени у аутоиндустрији, додатно утиче на смањење потрошње и емисије издувних гасова, чиме се остварује еколошка и економска корист.

### 3. ПРОЦЕНА ЖИВОТНОГ ЦИКЛУСА РТГ ДИЗАЛИЦЕ

Наведена обећања од стране произвођача контејнерске опреме о ефикасности хибридних РТГ дизалица нису прихваћена олако, већ су темељно тестирана кроз процену животног циклуса (LCA) и трошкова (LCC), где су у обзир узета почетна енергетска и еколошка улагања у хибридну технологију, као и утицај њеног одржавања, експлоатације и одлагања.

За одређивање утицаја на животну средину контејнерске механизације у лучким терминала могуће је користити неколико методологија. Иако постоји установљена директна веза између сагоревања дизел горива и емисије CO<sub>2</sub>, изражена у релацији: 1 литар дизел горива (густине од 830-850 kg/m<sup>3</sup> на 15°C) одговара емисији од 2,65 kg CO<sub>2</sub>, овај приступ није коришћен у конкретном случају [9].

Значајно поузданија метода која пружа егзактну везу између одређеног производа и његовог утицаја на животну средину је метода процене животног циклуса. Ова метода обухвата све фазе производа о производње, преко употребе до одлагања или рециклаже.

Разлог за коришћење ове методе је потреба да се одреди повећање утицаја на животну средину хибридних РТГ дизалица у фази производње у односу на конвенционалне РТГ дизалице. Претпоставка је да додатно енергетско улагање у фази производње хибридне инсталације за РТГ дизалицу је довољно велико, да са еколошког становиштва је потпуно не исплативо. Такође, претпоставља се да еколошки утицај ултра кондензатора (руковођени искуством са акумулаторима на бази олова) је посебно неповољан.

Овакав приступ даје могућност за сагледавање утицаја целог животног циклуса дизалице, и пружа потпуну слику од производње и експлоатације, до краја животног циклуса, коју множење прорачун емисију на бази односа потрошње дизел горива са CO<sub>2</sub>, не може да пружи.

Применом LCA методе у складу са препорукама међународног стандарда ISO 14000, извршена је процена животног циклуса три РТГ дизалице. Прве, конвенционалне РТГ дизалице без икаквих система за смањење емисије и потрошње, друге хибридне РТГ са обичним дизел мотором, и треће такође хибридне, са дизел агрегатом на који је примењен концепт „downsizing“-а са селективним катализатором (SCR).

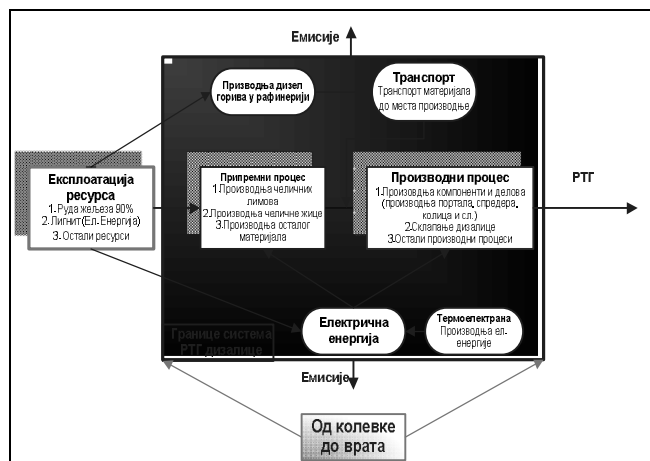
За спровођење процене животног циклуса РТГ дизалице, коришћени су најсавременији софтверски пакети, а за процену утицаја узете су најзаступљеније Холандска (CML-Centrum voor Milieukunde Leiden) и Америчка (TRACI-Tool for the Reduction and Assessment of Chemical and other environmental Impacts) методе.

Процена је подељена на два дела:

1. „Од колевке од врата“
2. „Од врата до гроба“

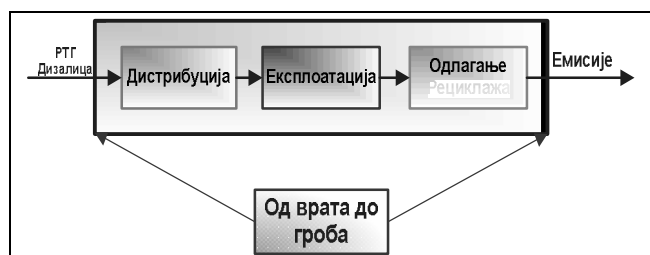
У првом делу процена остављен је утицај експлоатације ресурса за производњу дизалица, припремних процеса, и коначно, фазе производње дизалица.

Очекивано висок утицај хибридне инсталације који је претпостављено требало да анулира потенцијалне уштеде у експлоатацији није потврђен. Напротив, утицај производње хибридне инсталације у односу на целу РТГ дизалицу износи око 3%, и са позиције примене „cut-off“ критеријума, такође је занемарљив. Једини доминантан утицај хибридне инсталације у фази производње представља висока цена уређаја, али то је део економског аспекта. Такође, очекивано негативан утицај ултра кондензатора на животну средину није исказан, јер у случају ове врсте система за складиштење енергије користе се компоненте на бази угљеника, а не метала (олово, никл, литијум и сл).



Сл. 4. Границе система „од колевке од врата“ [6]

Проценом „од врата до гроба“, извршено је утврђивање утицаја на животну средину РТГ дизалице, чији претпостављени радни век износи 30 година и 150.000 радних сати. У овај фази установљен је значајан утицај експлоатације РТГ дизалице, кроз емисију издувних гасова. Код хибридне РТГ дизалице, доказано је смањење емисије гасова стаклене баште, додатно изражено у случају дизалице са агрегатом смањене запремине и селективним системом катализације.



Сл. 5. Границе система „од врата до гроба“ [6]

На крају процене извршена је додатна процена трошкова животног циклуса, ради установљивања односа између еколошке и економске ефикасности хибридних система. Такође, циљ је био утврђивање времена неопходно за повратак инвестиције (ROI) за хибридну инсталацију.

#### 4. РЕЗУЛТАТИ

Резултати су подељени у складу са границама система изабране процене и методом процене утицаја на CML и

TRACI. Након сабирања резултата процене „од колевке до врата“ и „од врата до гроба“, добијене су вредности целог животног циклуса „од колевке до гроба“.

У првој фази производње РТГ дизалица установљен је да највећи утицај на животну средину долази као последица потрошње електричне енергије. У овом случају утицај је посредан преко емисије у термоелектрани (за извор електричне енергије изабрана термоелектрана, а гориво угљ-лигнит) и углавном утиче као потенцијал гловалног загревања.

Приказано је само поређење конвенционалне и хибридне РТГ дизалице са стандардним дизел мотором (Табела 2.), јер утврђено да разлика између овог мотора и мотора мање запремине је занемарљива у фази производње у односу на укупан резултат.

Табела. 2. Резултати процене „од колевке до врата“ [6]

Процена утицаја животног циклуса (LCIA) РТГ и хибридне РТГ дизалице		
УТИЦАЈ ПРЕМА МЕТОДИ:	"ОД КОЛЕВКЕ ДО ВРАТА"	
	Конвенционална РТГ дизалица	Хибридна РТГ дизалица
CML2001 Dec.2007		
Acidification Potential (AP) [kg SO <sub>2</sub> -Екв.]	549,16	551,52
Eutrophication Potential (EP) [kg Phosphate-Екв.]	42,73	43,01
Freshwater Aquatic Ecotoxicity Pot. (FAETP) [kg DCB-Екв.]	143,74	144,96
Global Warming Potential (GWP 100 yrs) [kg CO <sub>2</sub> -Екв.]	335.830,77	350.533,44
Human Toxicity Potential (HTP inf.) [kg DCB-Екв.]	8.373,01	14.374,16
Ozone Layer Depletion Potential (ODP) [kg R11-Екв.]	0,00	0,00
Photochem. Ozone Creation Potential (POCP) [kg Ethene-Екв.]	29,71	29,71
Terrestrial Ecotoxicity Potential (TETP inf.) [kg DCB-Екв.]	290,84	1.712,00

Резултати указују да, производња конвенционалне РТГ дизалице је еколошки повољнија, али у износу мањем од 5% мерено најдоминантнијим утицајем GWP. Утицај као што је штетност по здравље људи (НТР), показује већа одступања и еколошки неповољнији утицај хибридне РТГ дизалице, али у прихватљивим оквирима.

Праву слику о утицају на животну средину ове врсте контејнерске дизалице пружа, процена „од врата до гроба“ (Табела 3). У овој фази до изражаја долази велика потрошња горива и значајна емисија издувних гасова, која је у првој години готово еквивалента утицају целе фазе производње.

Потенцијал глобалног загревања, је најдоминантнији утицај, уз које је значајан потенцијал ацидификације (AP) и еутрофикације (EP), који су настали као последица повећане емисије сумпор-диоксида SO<sub>2</sub> и азотних-оксида NO<sub>x</sub>. Такође, али у мањом мери изражен је утицај стварања смога РОСР.

Табела. 3. Резултати процене „од врата до гроба“ [6]

УПОРЕДНИ ПРЕГЛЕД КЛАСИФИКОВАНИХ И КАРАКТЕРИЗОВАНИХ УТИЦАЈА РТГ ДИЗАЛИЦА	"ОД ВРАТА ДО ГРОБА"			
	УТИЦАЈ ПРЕМА МЕТОДИ:	Конвенционална РТГ дизалица	Хибридна РТГ дизалица (1)	Хибридна РТГ дизалица (2)
		30 година	30 година	30 година
CML2001 Dec.2007				
Acidification Potential (AP) [kg SO <sub>2</sub> -Екв.]	156.870,85	93.808,77	62.748,34	
Eutrophication Potential (EP) [kg Phosphate-Екв.]	27.027,02	16.162,16	10.810,81	
Freshwater Aquatic Ecotoxicity Pot. (FAETP) [kg DCB-Екв.]	1.159,49	693,38	463,80	
Global Warming Potential (GWP 100 years) [kg CO <sub>2</sub> -Екв.]	12.003.506,60	7.178.096,95	4.801.402,64	
Human Toxicity Potential (HTP inf.) [kg DCB-Екв.]	254.725,23	152.325,69	101.890,09	
Ozone Layer Depletion Potential (ODP) [kg R11-Екв.]	0,00	0,00	0,00	
Photochem. Ozone Creation Potential (POCP) [kg Ethene-Екв.]	16.722,87	10.000,28	6.689,15	
Terrestrial Ecotoxicity Potential (TETP inf.) [kg DCB-Екв.]	131,99	78,93	52,80	

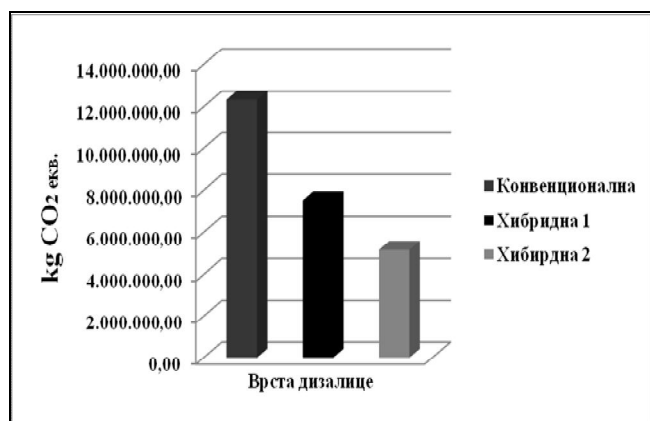


Додатни потенцијал за смањење CO<sub>2</sub> дизалице са мањим дизел агрегатом („downsizing”) и SCR катализатором, је благо умањен због потребе за квалитетнијим горивом, нижег садржаја, за чију производњу у рафинерији се везује већа емисија. Ипак, еколошка ефикасност је повећана, посебно у случају емисије чађи.

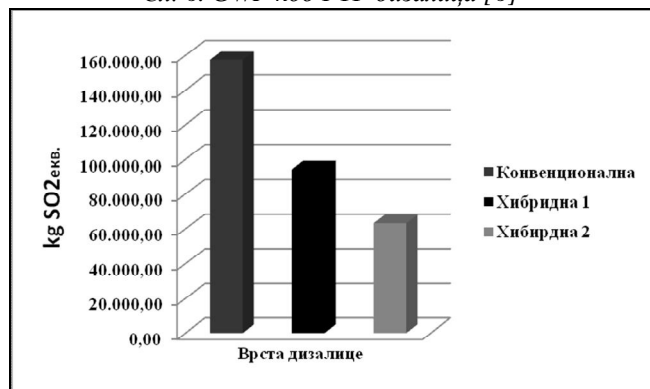
Коначно, сабирањем резултата две процене добијене су резултати процене целог животног циклуса дизалице, или процене „од колевке до гроба“ (Табела 4.). Како је утицај експлоатације доминантан, као значајна „питања“ остају потенцијал глобалног загревања, ацидификација и еутрофикација.

Табела. 4. Резултати процене „од колевке до гроба“ [6]

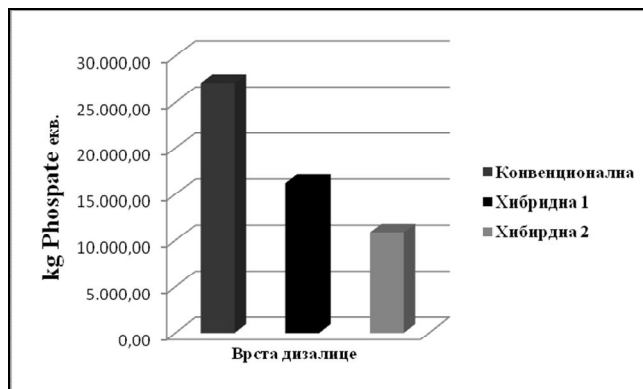
УПОРЕДНИ ПРЕГЛЕД УТИЦАЈА ЖИВОТНОГ ЦИКЛУСА РТГ ДИЗАЛИЦА			
УТИЦАЈ ПРЕМА МЕТОДИ:	"ОД КОЛЕВКЕ ДО ГРОБА"		
	Конвенционална РТГ дизалица	Хибридна РТГ дизалица (1)	Хибридна РТГ дизалица (2)
СМЛ2001 Dec.2007			
Acidification Potential (AP) [kg SO <sub>2</sub> -Екв.]	157.420,01	94.360,29	63.299,86
Eutrophication Potential (EP) [kg Phosphate-Екв.]	27.069,74	16.205,17	10.853,82
Freshwater Aquatic Ecotoxicity Pot. (FAETP) [kg DCB-Екв.]	1.303,24	838,34	608,76
Global Warming Potential (GWP 100 years) [kg CO <sub>2</sub> -Екв.]	12.339.337,37	7.528.630,39	5.151.936,08
Human Toxicity Potential (HTP inf) [kg DCB-Екв.]	263.098,24	166.699,85	116.264,25
Ozone Layer Depletion Potential (ODP) [kg R11-Екв.]	0,00	0,00	0,00
Photochem. Ozone Creation Potential (POCP) [kg Ethene-Екв.]	16.752,58	10.029,99	6.718,86
Terrestrial Ecotoxicity Potential (TETP inf) [kg DCB-Екв.]	422,82	1.790,93	1.764,80



Сл. 6. GWP код РТГ дизалица [6]

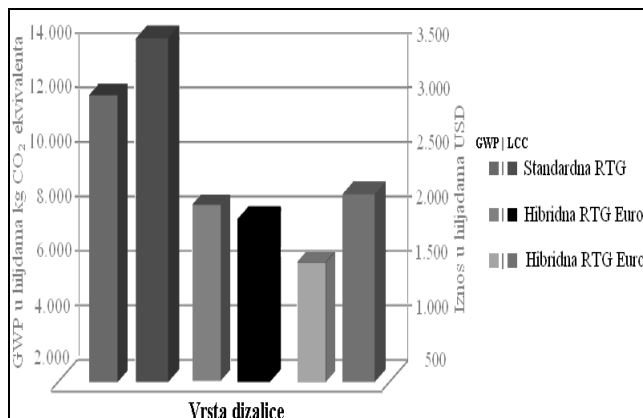


Сл. 6. Потенцијал ацидификације РТГ дизалица [6]



Сл. 6. Потенцијал еутрофикације РТГ дизалица [6]

Процена животних трошкова указује да економске уштеде прате еколошку ефикасност, осим у случају поређења хибридних РТГ дизалица са различитим агрегатима. Почетна улагања у хибридне РТГ дизалице су већа у односу на конвенционалне, али очекивано време за повратак иницијалне инвестиције износи око годину дана. Ако се упореди потенцијал глобалног загревања конвенционалне РТГ дизалице са хибридном дизалицом с стандардним дизел агрегатом, приметно је смањење емисије CO<sub>2</sub> са 12,0 на 7,2 милиона кг, односно смањење за 40%, док су трошкови експлоатације смањени за 53%. У том случају постигнута је већа економска ефикасност од еколошке. У поређењу конвенционалне РТГ дизалице и хибридне РТГ дизалице са модерним дизел агрегатом мање запремине и SCR катализатором, резултат је следећи: код хибридне дизалице GWP износи око 4,8 милиона кг CO<sub>2</sub> што представља смањење од 60%, а трошкови експлоатације су нижи за 40%.



Сл. 7. LCC РТГ дизалице [7]

Поређењем параметара две хибридне РТГ дизалице, примећује се промена тренда када су у питању трошкови експлоатације, али са применом најсавременијих технологија и задржавање тренда смањења емисије угљен-диоксида, а нарочито азотних оксида и чађи. GWP код хибридне дизалице са модерним дизел агрегатом и SCR катализатором, нижи је за око 30%, док су трошкови експлоатације виши за 15% (слика 7).

Еколошка ефикасност прати тренд економске ефикасности до вредности од око 55%, а за даље

повећање еколошке ефикасности потребно је додатно улагање када тренд економске ефикасности постаје неповољан. Наравно у ова разматрања нису узете економске вредности животне средине, и трошкови који настају са сваки килограмом емитованог угљен-диоксида, јер би се тиме значајно проширила област истраживања и прешло на територију економије животне средине.

## 5. ЗАКЉУЧАК

Повећање интензитета контејнерског саобраћаја и неопходност смањења емисије у животну средину лучке механизације, утицали су на појаву еколошки и економски ефикасније опреме за манипулацију с контејнерима. РТГ дизалице, који имају значајан удео у контејнерским операцијама у лучким терминалима, представљају добру основу за смањење емисије издувних гасова и буке, као и трошкова лучких терминала. Технолошка решења које се са великим очекивањима примењују на лучке машине, са циљем смањења емисије CO<sub>2</sub> су апсолутно оправдана и пожељна. Поред истраживања примене алтернативних горива, електрификације, хибридни системи су на основу спроведене процене показали као исправно решење.

Увођење нових хибридни РТГ дизалица или замена погонских јединица хибридни на постојећим дизалицама, значајно смањује трошкове експлоатације и умањује негативан утицај на животну средину. У лукама у којима због конфигурације терминалима, или велике загушености није могућа електрификација РТГ дизалица, једино решење у борби са смањењем емисије CO<sub>2</sub> је хибридна технологија. Како смањење емисије угљен-диоксида у лучким терминалима великих градова постаје законска обавеза, све је већи број хибридни РТГ дизалица у експлоатацији.

Примена LCA методе у функцији концепта одрживог развоја и као алата за испитивање утицаја на животну средину показана је значајна примењивост овог приступа и на истраживање описано у овом раду. Процентом животног циклуса и трошкова животног циклуса РТГ дизалице, добијени су подаци на основу којих је установљено да почетна улагања у фази производње хибридни система, нису негативно утицали на укупан резултат. Смањењу потрошње, емисије издувних гасова и негативних утицаја на животну средину, код хибридни РТГ дизалица указују да су користи од примене ових уређаја у машинама за дизање на знатно вишем нивоу, од користи добијених код примене на моторним возилима.

Међутим, за даље активности на достизању одрживости операција у оквиру контејнерских терминала, поред еколошки ефикаснијег рада лучких машина, неопходна је свеобухватна технолошка иновација свих процеса. Оптимизација конфигурације терминала и управљања ресурсима терминала, експериментисање са алтернативним изворима енергије за луке, као и напуштање концепта мега-терминала и прелазак на компактне.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] GEERLINGS, H, VAN DUIN, R, *A new method for assessing CO<sub>2</sub>-emissions from container terminals*, Journal of Cleaner Production, doi:10.1016/j.jclepro. 2010.10.012, Elsevier, 2010.
- [2] KOSKIEN, T, *Hybrid RTG, Lowering emissions at container yard*, Konecranes 2008.
- [3] MORIATRY, P, DAMON, H, *The prospects for global green car mobility*, Journal of Cleaner Production 16, стр. 1717-1726, 2008.
- [4] РАДОВАHOVIЋ, М, *Горива*, МФ, Београд 1994.
- [5] Starcrest Consulting Group, *THE PORT OF LOS ANGELES INVENTORY OF AIR EMISSIONS FOR CALENDAR YEAR*, Технички извештај (050520), Лос Андџелес, Јун, 2009.
- [6] ВУЈИЧИЋ, А, *Процена животног циклуса машина и уређаја прекидног транспорта*, Магистарска теза, МФ, Београд, 2010. год.
- [7] ВУЈИЧИЋ, А, *Еколошка и економска ефикасност хибридни технологија у ери одрживог развоја*, Тржиште, новац, капитал, стр 91-104, Привредна Комора Србије, Београд, 2011.
- [8] ZHENNING, Y, CHENGUANG, L, JAN, B, ZHAMU, A, *Graphene-Based Supercapacitor with an Ultrahigh Energy Density*, Nano Letters, American Chemical Society, 10 (12): 4863-4868, Далиан, НРК, Новембар, 2010.
- [9] ЗРНИЋ, Н, ЂОРЂЕВИЋ, М, *Recent development of environmental friendly technologies in container terminals*, Proceedings of the 19th International Conference on Material Handling, Constructions and Logistics - MHCL'09, МФ, стр. 347-350, Београд, 2009.

## REDUCING THE IMPACT OF PORT MACHINERY ON ENVIRONMENT

*M.Sc. Andrija Vujičić, Dunav Insurance Co. - Beograd  
Prof. Dr. – Ing. Nenad Zrnić, MF – Beograd*

### Summary

*Goal of this work is to overview possibilities for development and application of hybrid technologies for lowering the impacts of transport machineries used in container terminals and ports. For research, RTG cranes are chosen. Applying the LCA method, the assessment of ecological efficiency of hybrid technology application on RTG cranes is made and recommendation on design of ecological sustainable rubber tyred gantries is given.*

*Key words: RTG cranes, hybrid technology*

*Адреса за контакт:  
Проф. др Ненад Ђ. Зрнић  
Машински факултет у Београду  
11120 БЕОГРАД  
Краљице Марије 16  
E-mail: nznric@mas.bg.ac.rs*

***ПОСЛОВНА И ТЕХНИЧКА ЛОГИСТИКА***  
***BUSINESS AND TECHNICAL LOGISTICS***



## ПРОЈЕКТОВАЊЕ САВРЕМЕНИХ СИСТЕМА ЗА КОМИСИОНИРАЊЕ

*Проф. др Јован Владић,  
мр Драган Живанић,  
мр Радомир Ђокић,*

*Факултет техничких наука,  
Универзитет у Новом Саду*

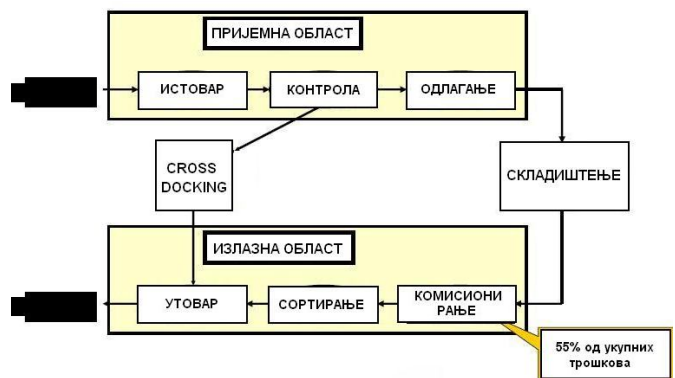
### Резиме

Комисионирање представља активност у којој се из залиха једног складишта на основу налога узима одређена количина различитих производа (артикула), прикупља на једно место и даље упућује према наручиоцу. Системи односно технологије комисионирања у робно дистрибутивним центрима морају да обезбеде висок ниво продуктивности и капацитета, као и флексибилности за евентуалне адаптације у будућности. Кључни циљеви у пројектовању и избору система комисионирања су повећање продуктивности, смањење трајања циклуса и повећање тачности. Продуктивност се мери капацитетом протока, односно изузимања артикула. Под циклусом комисионирања се подразумева време које протекне од тренутка када се прими наруџбина, па до момента када компетирана наруџбина буде на претоварном месту спремна за утовар у транспортно средство спољњег транспорта. При пројектовању савремених система за комисионирање, важну улогу имају симулације токова материјала. Симулацијама је могуће предвидети рад и понашање система при задатим очекивањима, као и могућим екстремним условима. Такође је могуће приказати техничке предности и недостатке разматраних алтернатива, створити подлогу за техно економску анализу и избор одговарајуће опреме као и технологије комисионирања. У раду су приказани основни утицајни параметри и циљеви при пројектовању и одабиру, као и могућности симулација токова материјала у системима комисионирања.

**Кључне речи:** комисионирање, пројектовање, симулације

## 1. УВОД

Статистика и истраживања показују да се приближно 55% од стандардних трошкова у дистрибуционим центрима троши на комисионирање, слика 1. Типични дистрибуциони центри представљају изворе различитих производа који су запаковани у збирним паковањима, које је потребно током комисионирања разложити, односно узети онолико комада колико је потребно да се реализује поједина наруџбина. Извршење наруџбина може да буде реализовано на више различитих начина. Због свега наведеног је јасно да начин комисионирања у великој мери утиче на укупну ефикасност целог дистрибуционог центра.



Сл. 1. Основна структура дистрибуционог центра и место комисионирања

Успешно пројектовање система за комисионирање захтева одговоре на права питања, анализу валидних података и примену одговарајућих знања и вештина.

## 2. ПАРАМЕТРИ ПРИ ПРОЈЕКТОВАЊУ КОМИСИОНИХ СИСТЕМА

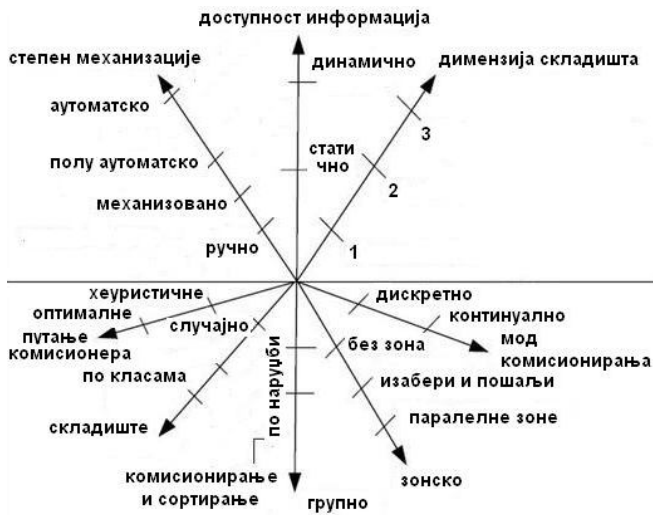
Пројектовање комисионих система је често врло компликовано, у складу са широким спектром унутрашњих и спољњих утицајних фактора.

У литератури постоји одређени број оперативних стратегија развијених у циљу повећања продуктивности комисионирања. Међутим, студије и научни радови који се односе на избор комисионих система су веома ретки. [6]

Спољњи фактори који утичу на избор комисионих система представљају маркетиншке канале, структуру и моделе захтева потрошача, снабдевање, моделе допуњавања и нивое инвентара артикула, укупне захтеве за производима и стање економије.

Унутрашњи фактори су карактеристике система, организација и оперативна стратегија комисионих система. Карактеристике система чине ниво механизације, доступност информација и димензија складишта. Одлуке које се односе на ове факторе морају бити донесене у фази пројектовања.

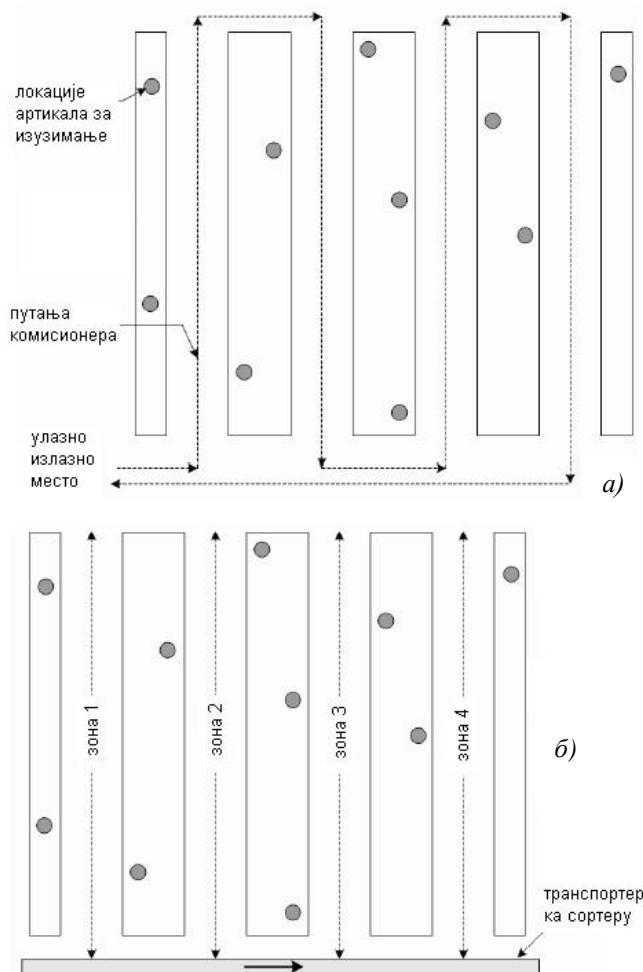
Слика 2 показује нивое комплексности комисионих система, мерених преко растојања од координатног почетка, за поједине набројане факторе.



Сл. 2. Комплексност система за комисионирање

Осим наведених спољњих и унутрашњих фактора, приликом одлучивања о систему комисионирања треба водити рачуна и о следећим ограничењима:

- оперативна стратегија за распоређивање и проналажење артикала у складишту, слика 3,



Сл. 3. Стратегија групног (а) и зонског (б) комисионирања

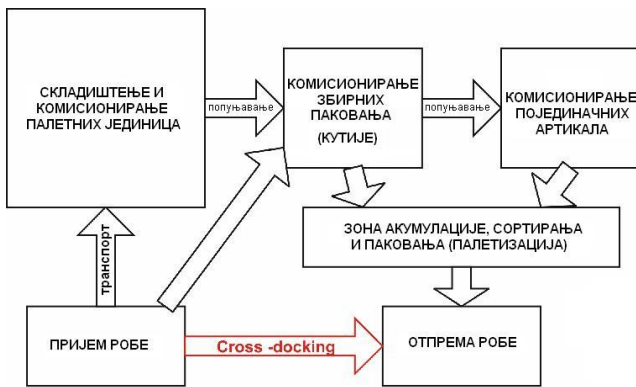
- економска ограничења која се односе на расположива средства и век трајања производа,
- ограничења окружења као што су расположиви простор у згради и безбедност запослених,
- системска ограничења (проток артикала, капацитет залиха, тачност,...),
- особине артикала са којим се рукује,
- количина промета података о артиклима,
- структура система,
- спецификација доступних и расположивих уређаја,

Вероватно једна од најбољих метода за повећање продуктивности комисионирања је планирање распореда односно размештаја артикала по полицама. У том смислу неопходно је придржавати се следећег:

- артикле са којима се због сличних карактеристика може исто руковати треба чувати у истим складишним средствима (кутије, палете, контејнери,...),
- артикле који су слично упаковани (имају сличну амбалажу), треба раширити (раштркати) по складишту да би се избегле грешке при комисионирању,
- теже артикле треба изузимати на почетку, како би наслагани формирали основу за слагање осталих артикала и како би се спречило оштећење лакших артикала,
- уравнотежити (избалансирали) брзине и времена извршења појединих наруџбина како би се смањило њихово нагомилавање, посебно обратити пажњу на артикле који се више траже,
- за ефикасније допуњавање, артикле који се више траже ставити ближе прихватном (пријемном) делу или складишту залиха: за ефикасније комисионирање артикле који се више траже ставити ближе месту отпреме робе,
- из ергономских разлога и повећања ефикасности, артикле који се више траже поставити у средњем делу регала, у тзв. "златној зони" у висини од 0,60 до 1,9 метара од пода: на тај начин се минимизује време тражења и узимања артикла као и напрезање (оптерећење) комисионера: из истих разлога теже артикле треба постављати у ниже зоне регала,
- обратити пажњу на структуру и величину ознака артикала како би се избегле грешке при читавању; пример:  
4357 - сувише кратка ознака,  
728930578909217 - сувише дугачка ознака,  
45Д3А67ВТ35 - збуњујућа ознака,  
ВТТ3781 - погодна ознака.

Током пројектовања комисионих система, пројектант мора да размотри следећа питања:

- колико је укупна дужина путање комисионера,
- колики је средњи укупан број изузимања по наруџбини,
- колика је средња запремина изузетих артикала по наруџбини,
- колико је средње време појединачног изузимања артикла, не рачунајући кретање комисионера,
- да ли се комисионирају појединачни комади, кутије (збирна паковања) или целе палете, или се јавља њихова комбинација, слика 4,



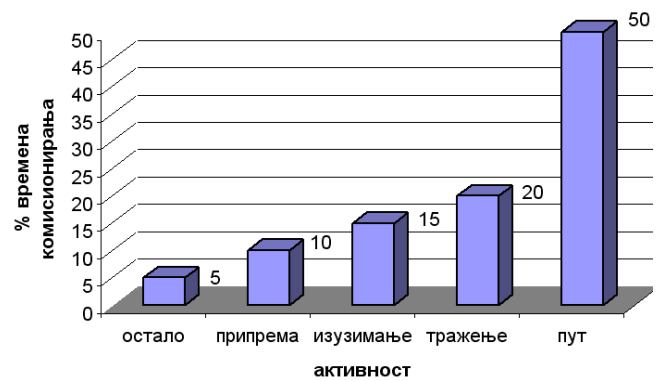
Сл. 4. Врсте комисионирања

- може ли постојећи контролни систем да реализује груписање наруџбина и уколико може, колико појединачних наруџбина се може истовремено извршавати,
- постоје ли физичке баријере између зона комисионирања,
- да ли постоји велика разлика у тежини и величини артикала,
- да ли комисионер користи механичка средства за транспорт већег броја наруџбина,
- да ли се путање комисионера секу током комисионирања,
- да ли се у комисионој зони користе транспортери,
- да ли постоји довољан простор да инсталисани транспортери у комисионој зони не ометају рад на попуњавању полица,
- колики је број различитих артикала који се чувају и изузимају.

Поред набројаних ограничења, услова и питања на која мора да одговори, пројектанту комисионог система је свакако основни циљ да максимизира проток артикала, а минимизира цену и простор комисионирања, као и време за извршење наруџбине. Остали циљеви који се постављају су и [3]:

- минимизирање времена и пута које комисионер прелази (постоји више концепата, методологија и технологија које минимизују набројане величине),
- минимизирање руковања артиклом – обезбедити да се што мањи број пута артикал помера,
- коришћење принципа златне зоне,
- коришћење динамичких радних зона или флексибилних комисионих зона (на пример, када је проток производа мањи, радна зона се може повећати и тада је потребан мањи број комисионера),
- коришћење савремених технологија комисионирања као што су *pick to light*, *pick to voice* или *RFID*.

Током комисионирања комисионер извршава одређене активности. Слика 5 приказује на шта се у просеку троши време током комисионирања у системима човек ка роби. [5]



Сл. 5. Типична дистрибуција времена комисионирања у системима човек ка роби

Одлуке које се доносе при пројектовању комисионих система могу да буду на тактичком или оперативном нивоу [5]. Најчешће одлуке на овим нивоима су:

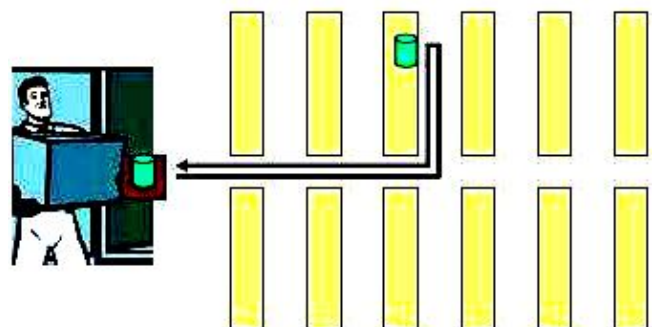
- пројектовање распореда опреме (layout) и димензионисање складишта (тактички ниво),
- додељивање складишних локација артиклима (тактички и оперативни ниво),
- разврставање наруџбина за групно комисионирање и формирање радних зона код зонског комисионирања (тактички и оперативни ниво),
- дефинисање путања комисионера (оперативни ниво),
- сортирање изузетих артикала по наруџбинама (оперативни ниво).

### 3. МЕТОДЕ КОМИСИОНИРАЊА

Приликом избора система комисионирања, пројектанту је на располагању већи број метода и технологија. О технологијама комисионирања је детаљније било речи у [4], а овде ће се нешто више рећи о методама за комисионирање.

#### Комисионирање појединих комада (*piece picking*)

Ово комисионирање подразумева руковање са појединим артиклима у свом основном облику (паковању), слика 6. Код ове врсте комисионирања се обично ради са већим артиклима са којима се рукује мануелно или механизовано, малој количини артикала по наруџбини и кратком времену циклуса комисионирања.



Сл. 6. Комисионирање појединих комада

### Појединачно комисионирање (single order picking)

Представља основни метод комисионирања код кога при једном пролазу комисионер извршава једну наруџбину, при чему је код великих наруџбина неопходно више пролазака комисионера, што изазива повећану потрошњу времена. Међутим када се извршава појединачна наруџбина време за сортирање и слагање комада је мање. Појединачно комисионирање је идеално за случајеве када укупна запремина појединих наруџбина прелази корисну запремину опреме која се користи при комисионирању, као и за хитне и изненадне наруџбине.

### Групно комисионирање (batch picking, cluster pick)

Комисионер истовремено, односно једним проласком, извршава више наруџбина чиме се смањује потрошња времена на кретаче. При томе комисионер користи колиџа на којима су смештене посуде у које се стављају артикли за појединачне наруџбине и на тај начин одмах разврстава артикле по наруџбинама (*cluster pick*) или све артикле ставља заједно па их накнадно сортира по наруџбинама (*batch pick*) [2]. Групно комисионирање се препоручује за случајеве када је укупна запремина појединих наруџбина знатно мања од корисне запремине опреме која се користи при комисионирању.

### Комисионирање у таласима (wave)

Комисионер једним проласком кроз складиште узима онолико комада једног артикла колико је потребно да испуни већи број наруџбина. Ова метода се користи када је за испуњење наруџбина на располагању одређени временски период. За сваког комисионера се формира план и распоред извршења појединих задатака. Метода је погодна када се манипулише са кутијама и када се врши палетизација у циљу формирања наруџбине.

### Систем изузимања (put system)

Код ове методе се пуне посуде са артиклима транспортују најчешће ваљкастим транспортерима и пролазе локације на којима се налазе комисионери, који изузимају онолико комада појединог артикла колико је потребно за одређену поруџбину. Код ове методе сваки комисионер извршава по једну поруџбину. Овај метод спада у ”роба ка човеку” системе [3].

Извршење поједине наруџбине може због своје обимности бити подељено на неколико зона. Тада се процес комисионирања може у основи одвијати на два начина:

### Изабери и пошаљи (pick and pass - sequential pick across zones)

Појединачно и групно комисионирање може бити изведено у модулу изабери и пошаљи. То обухвата извршење једне или више наруџбина редом (секвенцијално) кроз више зона које су поређане у низу. Сваки комисионер испуњава одређени део наруџбине где спадају артикли у зони коју он покрива, након чега шаље посуду (ручно или транспортером) у коју је ставио изабране артикле, следећем комисионеру који покрива наредну зону итд. Ова метода комисионирања је приказана на слици 7.

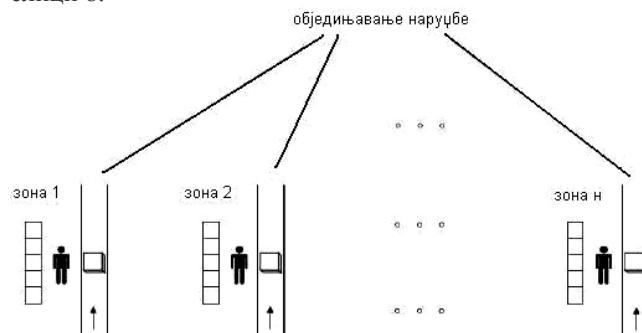


Сл. 7. Изабери и пошаљи зонско комисионирање

Код ове методе комисионирања је мали утросак времена уколико је корисна запремина опреме довољна да у једном пролазу прихвати све наруџбине. Време за обраду наруџбине је веће у односу на остале методе. За повећање ефикасности ове методе неопходно је коришћење транспортера или шина по којима би се кретала посуда, односно колиџа. Није погодна у случају великих удаљености између зона или недостатка брзих транспортних уређаја који повезују зоне. Неопходан је пролазак кроз све зоне, чак и у случајевима када из појединих зона нема артикала које је потребно узети. Извршење наруџбина коришћењем ове методе је врло ефикасно када су појединачне наруџбине равномерно (униформно) распоређене по зонама, односно када се из сваке зоне изузима подједнак број артикала. Коришћење ове методе захтева исту технологију комисионирања и сличну опрему у свим зонама.

### Зонско комисионирање (parallel pick in zones - zone pick)

Зонско комисионирање подразумева извршење наруџбина истовременим изузимањем артикала из више паралелних зона. У овом случају нису неопходни транспортери или колиџа. Коришћење ове методе не захтева исту технологију комисионирања и исту опрему у свим зонама. Пгодно је у ситуацијама када су зоне међусобно удаљене, или када се манипулише са различитом амбалажом па се захтевају различити уређаји нпр. у некој зони се за палете користи виљушкар а у другој за кутије колиџа. Шема паралелног зонског комисионирања је приказана на слици 8.



Сл. 8. Шема паралелног зонског комисионирања

У случају када појединачне наруџбине нису равномерно, односно када су неуниформно распоређене



по зонама, што значи да се из сваке зоне изузима различит број артикала, ова метода комисионирања даје добре резултате. Код ове методе се по појединим зонама може користити појединачно или групно комисионирање. Постоји више варијанти зонског комисионирања.

*Зонско комисионирање са сједињавањем на месту утовара (zone picking with aggregation on the shipping dock)*

Из сваке зоне се транспортерима (ваљкастим или тракастим) шаљу кутије са артиклима за појединачну поруцбину које се слажу на палету и тако комплетирају поједину поруцбину. Ова врста зонског комисионирања се примењује код већих наруцбина, где постоји економска оправданост да једна наруцбина заузме минимално једну палету.

*Зонско комисионирање са сједињавањем при паковању (zone picking with aggregation at packing)*

Комисионер у својој зони извршава једну поруцбину. Затим се из сваке зоне транспортерима шаљу посуде са изузетим артиклима до места паковања, где се све кутије испразне, а затим се сви артикли упакују у једно збирно паковање и тиме се наруцбина комплетира. Ова врста зонског комисионирања се примењује када су димензије свих артикала приближно исте.

*Зонско комисионирање без сједињавања (zone picking without aggregation)*

Из сваке зоне се шаљу кутије са артиклима за појединачну поруцбину, и тако се, без сједињавања, утоварују у возила којима се испоручују.

*Зонско комисионирање са сортирањем артикала (unit sortation)*

Комисионери изузимају и шаљу групе артикала, којима је обухваћено више наруцбина, из зона које покривају, који се накнадно разврставају помоћу сортера, најчешће помоћу *tilt tray* или *cross belt* сортера, који је приказан на слици 9.



Сл. 9. Кружни “Cross belt double deck” сортер

#### 4. СИМУЛАЦИЈЕ ТОКОВА МАТЕРИЈАЛА У КОМИСИОНИМ СИСТЕМИМА

Симулације представљају имитацију понашања реалног процеса или система током времена. У данашњим

условима симулације се доста користе при пројектовању система за транспорт материјала. Без обзира да ли се пројектује нови или модификује постојећи систем, симулацијама је могуће доћи до најповољнијег решења. Симулацијама је могуће студирати, анализирати и испитивати различита алтернативна решења.

За успешно спровођење процеса симулација потребне су праве одлуке, у правом тренутку, уз одговарајуће информације. Симулације пружају низ предности у односу на аналитичке или математичке моделе стварног система, као што су:

- могућност тестирања нових решења без улагања значајних средстава у њихову имплементацију,
- могућност рада на унапређивању тренутних решења без поремећаја у раду постојећег система,
- испитивање тока материјала и идентификација критичних места (уских грла) у систему,
- тестирање хипотеза о појави одређених негативних појава унутар система.

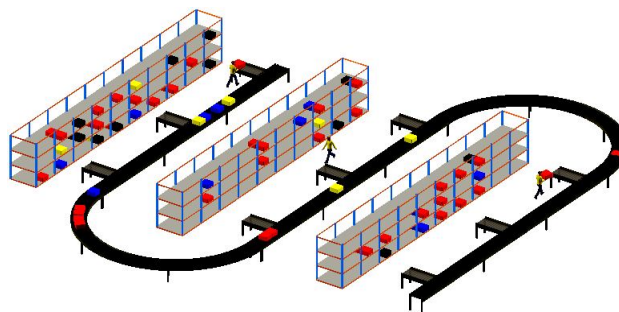
Симулације нам омогућавају контролу над временом, односно добијање резултата о дугорочном раду система за само неколико секунди или, са друге стране, успоравање рада система како би се одређена појава детаљно испитала.

Данас постоје комерцијални симулациони пакети који омогућају формирање и анализирање комплексних система. Тако су развијени *Flexsim*, *Enterprise Dynamics*, *AutoMod*, *ProModel*, *Witness*, ...

Помоћу *Flexsim*-а се могу градити тродимензионални компјутерски модели стварних система и проучавати њихове особине штедећи на времену и осталим ресурсима. Уз помоћ реалистичне графичке анимације и обимних извештаја о учинку, *Flexsim* омогућава да се проблем идентификује и направи процена алтернативних решења у најкраћем могућем времену.

*Flexsim* је, користећи техничке термине, класификован као софтверски програм који симулира дискретне догађаје. Ово значи да се њиме моделирају системи који мењају стања у дискретним тачкама у времену и то као резултат специфичних догађаја.

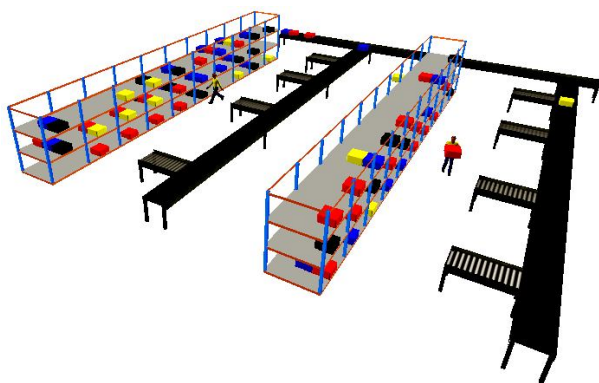
Компјутерски модели, формирани у *Flexsim*-у, различитих метода комисионирања су приказани на сл. 10 и 11.



Сл. 10. Компјутерски модел pick and sort система

Добијени резултати показују предности и значај програма за симулацију токова материјала јер је коришћењем истог могуће експериментисати са минималном ценом, понављати процес симулације без фактора ризика, предвиђати, варирати широк спектар

параметара у малом временском периоду, вршити тестове на непостојећим системима итд.



Сл. 11. Компјутерски модел zone pick система

## 5. ЗАКЉУЧАК

Модерна економија зависи од ефикасности токова материјала, почевши од токова сировина, преко токова у процесима финализације производа, па све до финалне испоруке готових производа крајњим корисницима. Ови токови се реализују кроз ланце снабдевања, чије су основне компоненте производни, транспортни и складишни системи.

Процеси у дистрибуционом центру обухватају више задатака од којих су основни: пријем робе, складиштење, прерада и отпрема. Посебно место у оквиру ових задатака припада преради, при чему је процес комисионирања његов најкомплекснији облик.

Област комисионирања представља интересантну тему за произвођаче опреме, практичаре и истраживаче. За ефикасно комисионирање је од кључног значаја складно функционисање свих његових целина.

Формирање рачунарских модела различитих метода комисионирања омогућује пројектанту комисионих система да пре усвајање одређене методе провери како у задатим условима функционише поједини систем и како се понаша у специфичним условима. На тај начин се ствара подлога за најповољнији избор комисионог система под условима који владају у разматраном дистрибуционом центру.

Ипак, и поред великих могућности симулационих софтвера и хардверске моћи рачунара, одлучујући фактор за успешно провођење процеса симулација и добијање валидних резултата јесте знање и креативност истраживача, односно инжењера.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] ASHAYERI, J., GOETSCHALEK, M. *Classification and design of order picking*, Logistics Inf Manage 2, pp 99-106, 1989.,
- [2] ЖИВАНИЋ, Д., ГАЈИЋ, А., БОГДАНОВИЋ, В.: *Design of Modern Order Picking Systems*, The 6th International Symposium about Forming and Design in Mechanical Engineering KOD2010, pp. 261-264, Палић, 2010.,
- [3] ВЛАДИЋ, Ј., ЖИВАНИЋ, Д. *Технологије комисионирања у дистрибуционим центрима*,

Пословна логистика, Vol. III, No.17, стране 32-36, 2008.,

[4] ВЛАДИЋ, Ј., ЖИВАНИЋ, Д. *Оптimalан избор технологија комисионирања у транспортно-складишним системима*, Зборник радова треће српске конференције са међународним учешћем ТРАНСПОРТ И ЛОГИСТИКА – ТИЛ2008, Ниш, стране 21.1-21.8, 2008.,

[5] YOON, C.S., SHARP, G.P. *A structured procedure for analysis and design of order pick systems*, IIE Transactions 28 (5), pp 379-389, 1996.,

[6] MANZINI, R., GAMBERI, M., REGATTIERI, A. *Design and control of a flexible order-picking system (FOPS)*, Journal of Manufacturing Technology Management Vol. 16 No. 1, pp. 18-35, 2005.

## DESIGN OF MODERN ORDER PICKING SYSTEMS

Prof. Dr. – Ing. Jovan Vladić, FTN – Novi Sad  
M.Sc. Dragan Živanić, FTN – Novi Sad  
M.Sc. Radomir Đokić, FTN – Novi Sad

### Summary

*In warehouses and distribution centers products have to be picked from the specified storage locations on the basis of customer orders. Order picking is the activity by which a small number of goods are retrieved from a warehousing system to satisfy a number of independent customer orders. Key objectives in designing an order picking operation include increases in accuracy, reduction of cycle time and increases in productivity. Cycle time is the amount of time it takes to get an order from order entry to the shipping area. Productivity in order picking is measured by the pick rate. Whether designing a new order picking system or modifying an existing one, simulation makes it possible to study, analyze, and evaluate different alternative solutions. Simulation is one of the most powerful tools available to decision-makers responsible for the design and operation of complex processes and systems. It makes possible the study, analysis and evaluation of situations that would not be otherwise possible. The paper also includes some of the benefits of using simulation for analyzing material flow in a order picking systems.*

*Key words: order picking, design, simulation*

*Адреса за контакт:*

Проф. др Јован Владић  
Факултет техничких наука, Нови Сад  
21000 Нови Сад,  
Трг Доситеја Обрадовића 6  
E-mail: [vladic@uns.ac.rs](mailto:vladic@uns.ac.rs)

## ЗНАЧАЈ ОСНИВАЊА ЛОГИСТИЧКОГ (КАРГО) ЦЕНТРА У НИШУ И ЊЕГОВ УТИЦАЈ НА ПРИВРЕДНИ РАЗВОЈ РЕГИОНА

*др Зоран Маринковић, др Драган Маринковић,  
Војислав Томић, Универзитет у Нишу,  
Машински факултет у Нишу,  
мр Горан Марковић, Универзитет у Крагујевцу,  
Машински факултет у Краљеву,*

### Rezime

Тема рада су логистички центри, важне тачке транспортних мрежа, где долази до трансформације робно-транспортних токова, односно ту се преламају токови макро и микродистрибуције у оквиру ланаца снабдевања. У првом делу рада дате су основне напомене о логистичким центрима, односно описане су њихове врсте, функције, структура и карактеристике. У наставку рада посебна пажња је посвећена развоју једног таквог центра у Нишу на коридору X, почевши од његове локације, фазе развоја, предности и значаја за привредни развој града, региона и државе.

**Кључне речи:** логистика, транспортне мреже, системи снабдевања и дистрибуције, логистички центри

### 1. УВОД

Логистика у савременом концепту привређивања подразумева системски свеобухватно посматрање свих токова материјала (робе), енергије, финансија и информација у процесима набавке, производње и дистрибуције, на путу од извора сировине до крајњег потрошача финалног производа. Такође, ове активности подразумевају квалитетну заштиту животне средине, кроз савремени третман индустријског и комуналног отпада применом тзв. повратне логистике или логистике управљања отпадом. Сви овде наведени процеси савремене логистике (снабдевања, производња, дистрибуција и управљање отпадом) успешно се реализују применом следећих важних логистичких подсистема и то: спољашњег транспорта, унутрашњег транспорта, паковања, претовара и складиштења [1, 2, 3].

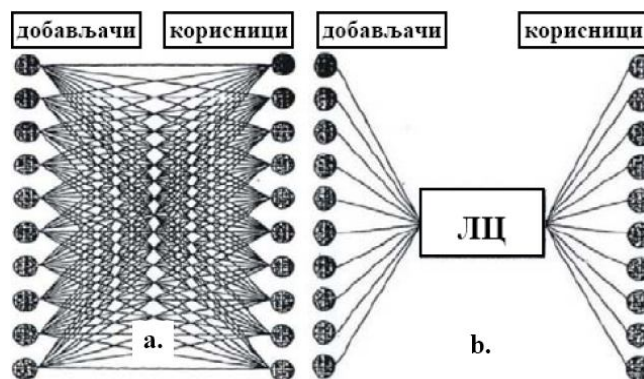
Данас се овај концепт привређивања заснива на глобалној логистици, тј. подржан је појавом интегрисаних логистичких мрежа и брзим развојем тржишта применом е-пословања. У овом концепту главни носиоци реализације материјалних и робних токова су логистички ланци снабдевања и њихови логистички системи. Најзначајније место у логистичком ланцу снабдевања има логистички или робно-транспортни центар, у коме се сучељавају различити видови транспорта и врши трансформација робних токова [1, 2, 3].

Циљ рада је да укаже на врсте, функције, структуру и карактеристике логистичких центара, као и да истакне предности које они остварују у савременим системима снабдевања и дистрибуције. Поред афирмације логистичких центара, посебна пажња у раду је посвећена развоју једног таквог центра у Нишу и његовом значају на привредни развој града, региона и државе.

### 2. СИСТЕМИ СНАБДЕВАЊА И ДИСТРИБУЦИЈЕ РОБЕ

Испорука правог производа (робе), по правој цени, у право време, са правим квалитетом, у правој количини, са правим паковањем, на правом месту крајњем купцу, кључ је успеха фирми на конкурентским тржиштима, али и услов за њихов опстанак на истим. Ова испорука може се реализовати применом више алтернатива логистичких структура дистрибутивних система [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Најпознатија су два основна дистрибутивна система (сл. 1):

- директна испорука,
- индиректна испорука преко логистичког центра (ЛЦ).



Sl. 1 Системи снабдевања и дистрибуције  
а) директна испорука    б) индиректна испорука - ЛЦ

Традиционална испорука робе корисницима од стране добављача без посредника је најједноставнија, али за индустријску робу широке потрошње нерентабилна, како за добављача тако и за корисника. Корисник је лишен могућности избора исте робе различитих произвођача, као и могућности да једновремено добије више различитих производа у адекватним количинама (сл. 1.а). Зато се у таквим случајевима прибегава укључивању ЛЦ, који прикупља робу различитих добављача а затим врши дистрибуцију према корисницима (сл. 1.б). Дакле, између добављача и корисника уводи се централизован дистрибутивни систем – ЛЦ, у који добављачи довозе хомогену робу у већим количинама, а одатле формирањем нових најчешће нехомогених пошиљки, роба се у жељеним (нарученим) количинама доставља корисницима.

Централизован начин дистрибуције робе са аспекта транспорта, односно планирања тура и рута, много је повољнији у односу на први систем. Тако према слици 1, ако се предпостави да има  $m$  добављача (испоручиоца) и  $n$  корисника (места пријема), онда број тура снабдевања ( $BTS$ ), респективно за прву и другу варијанту, биће:

$$BTS_I = m \cdot n, \quad BTS_{II} = m + n. \quad (1)$$

Јасно је да је за већи број добављача ( $m$ ) и корисника ( $n$ ) по другој варијанти број тура снабдевања ( $BTS$ ) знатно мањи. На примеру великог трговачког ланца робних кућа "Karstadt" у Немачкој могу се видети предности увођења централизованог снабдевања применом ЛЦ. Код директне испоруке са  $m = 3000$  добављача (испоручиоца) и  $n = 80$  корисника (места пријема) потребно је обавити чак  $BTS_I = m \times n = 3000 \times 80 = 240\,000$  појединачних транспорта снабдевања месечно. Након увођења ЛЦ, тј. после централизације, повећан је број корисника  $n = 190$ , тако да добављачи два пута месечно достављају робу ЛЦ, а ЛЦ 22 дана месечно снабдева кориснике. Онда је број тура снабдевања на месечном нивоу далеко мањи и износи  $BTS_{II} = (m \times 2 \text{ месечно}) + (n \times 22 \text{ дана}) = (3000 \times 2) + (190 \times 22) = 10180$  [6].

Драстично смањење броја тура снабдевања на месечном нивоу свакако да доприноси квалитетнијем снабдевању корисника и већој редукцији трошкова транспорта, чиме се оправдава примена централизованих дистрибутивних система - ЛЦ, без којих се данас не може опстати на тржишту. Сви произвођачи имају интерес да бригу у снабдевању својих корисника препусте специјализованим логистичким предузећима (шпедитерима). Овај концепт измештања логистичких услуга (снабдевања материјалом за производњу и дистрибуције готових производа тржишту) на специјализоване логистичке фирме (провајдере) познат је као логистички outsourcing [1].

Outsourcing се дефинише као стратешко коришћење спољашњих компанија (фирми) за извођење одговарајућих логистичких активности и услуга, које је обично извршавало интерно особље произвођача са сопственим ресурсима. Ово значи да се произвођачи растеређују од снабдевања репроматеријалима и од дистрибуције готових производа, концентришу се само на квалитет производње, а те активности препуштају другим професионалним фирмама за пружање тих логистичких услуга.

Централизован начин дистрибуције може се остварити као једностепена логистичка структура са једним ЛЦ (сл. 1.б) или двостепена логистичка структура са два ЛЦ између добављача и корисника. Први центар представља станицу за прикупљање (обједињавање) робе од више добављача (испоручилаца), а други за расподелу робе на велики број корисника (купаца) различитих локација (удаљења) [5].

Како је истакнуто, централизоване дистрибутивне системе са једном или двостепеном логистичком структуром имају низ предности у односу на класичан директни систем испоруке. Међутим, они захтевају велика инвестициона улагања приликом изградње ЛЦ са инфраструктуром, складиштима и опремом, јер се роба на свом индиректном путу од добављача до корисника више пута складишти, утовара и истовара, што изазива додатне трошкове. Важно је да укупни трошкови централизованог дистрибутивног система буду мањи од система директне испоруке.

### 3. ОПШТЕ О ЛОГИСТИЧКИМ ЦЕНТРИМА

ЛЦ представљају читаву насеља изграђена на друмским или железничким чвориштима, уз луке или на аеродромима. Преко њих се одвијају сви робни токови, од транспорта и складиштења, до наруџбина, паковања и управљања залихама. Обично се налазе уз веће градове где постоји потреба да се велике количине робе из једног центра дистрибуирају ка малим градским системима, као и да се са тог места врши даља дистрибуција у регионалне центре. Овај облик ЛЦ у Европи почиње да се развија 70-тих година прошлог века, углавном на бази парцијалних приватних и друштвених иницијатива компанија из области транспорта, логистике и градских и регионалних управа, привредних комора итд. Током 90-тих година концепт великих логистичких центара постаје предмет планске и пројектантске документације водећих развијених европских земаља.

Узимајући у обзир постојеће језичке и привредне различитости у националним оквирима, логистички, односно робно-транспортни центри у европским земљама добијају различите називе. Енглеска: *Freight Villages (FV)*, Француска: *Plate Forme Logistique i Plat Forme multimodales*, Немачка: *Giiterverkehrszentrum (GVZ)*, Италија: *Interporto*, Шпанија: *Centro integrado de mercancias*, Данска: *Transport Centre* итд. Јасно је да велики број појмова описује места на којима долази до најзначајнијих трансформација робних токова. Најчешће су ти појмови састављени од две до три речи. Једна кључна реч описује место трансформације тока (нпр. центар, парк, село, зона, терминал, платформа, пункт итд.), а друга реч одређује припадност места некој од преферентних функција, технологија или одређеном кориснику (нпр. логистички, робно-транспортни, сабирно-дистрибутивни, контејнерски, мултимодални, City итд.) [1, 2, 3].

Логистички центар је појам који је најприсутнији и користи се за све центре, односно термине који као основну делатност имају скуп логистичких активности. Низ различитих, али некада и помало сличних појмова покреће дилему о суштинским заједничким и различитим особинама система које они описују. У највећем броју случајева заједничке су им следеће активности [1, 2, 3]:

- **основне функције**, које се односе на транспорт робе (све варијанте и технологије локалног и даљинског транспорта), претовар робе (између различитих чиниоца транспорта и складиштења) и складиштење робе (у свим фазама ланца снабдевања или као складишне залихе),
- **допунске функције**, као услужне активности за: робу (сортирање, прерада, дорада, комисионирање, паковање, обележавање итд.), транспортна средства (држање, паркирање, нега, одржавање, поправка итд.), претоварно-транспортну механизацију (припрема, одржавање, поправка итд.), логистичке (товарне) јединице као што су: палете, изменљиви транспортни судови и контејнери (припрема, пуњење, пражњење, одржавање и поправка) и персонал (посредовање, усавршавање и обучавање, услуге персоналу - исхрана, одмор, лечење) итд.,
- **помоћне функције**, као што су: царинење, осигурање, ветеринарско-санитарне и фитопатолошке услуге, ПТТ, услуге снабдевања горивом, водом, енергијом и другим потрошним материјалом,
- **управно-информационе функције**, као што су: развој, издавање и закуп система у ЛЦ, берзанско

посредовање, организација транспорта, едукација, телематска подршка, информациони биро итд.,

- **техничко-безбедносне функције**, односно припрема и одржавање система, обезбеђење и уређење простора и објеката, одржавање инфраструктуре, контрола и обезбеђење система итд.

Не улазећи у детаљне активности које обављају логистички системи, под различитим појмовним одредницама може се констатовати да у суштини сви свој рад базирају на основним активностима логистике. Суштинске разлике модела ЛЦ огледају се у:

- оснивачима и власницима,
- организационим формама,
- припадности врсти робе,
- примењеној товарној јединици и технологији,
- структури и обиму логистичких функција,
- локацији у односу на саобраћајну инфраструктуру,
- локацији у односу на урбане средине и индустријске комплексе,
- степену кооперације носилаца и корисника услуга.

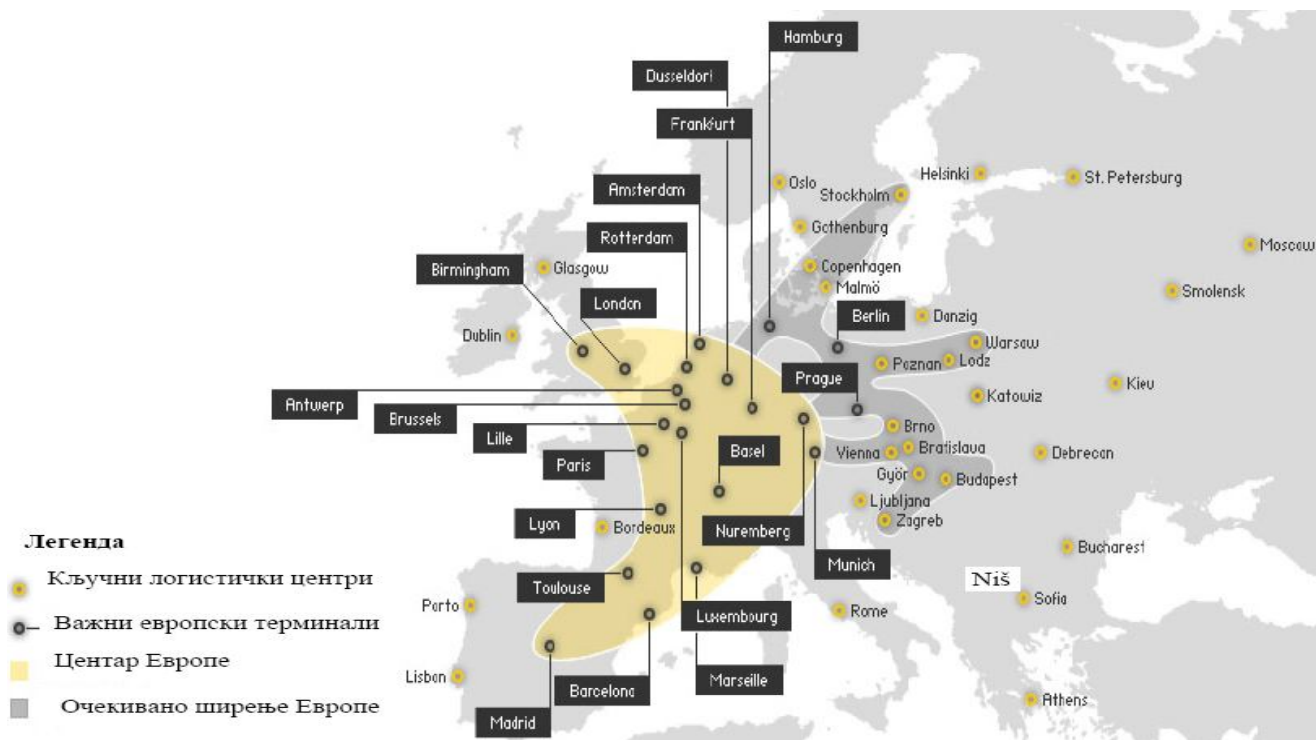
Структура ЛЦ, која зависи од функција и захтева логистичких токова у његовој гравитационој зони, састоји се из више технолошких подсистема и њихове техничке базе. Технолошки подсистеми, којих у једном ЛЦ могу бити и више десетина, представљају носиоце транспортног процеса различитих видова саобраћаја, шпедиције, царине, слободне зоне, берза, ППТ, хотели, ресторани, маркетинг, осигурања, системи других делатности, итд. Технолошку базу чине постојећа инфраструктура, друмске и прилазне саобраћајнице, колосеци, саобраћајна средства, претоварна механизација, складишта, телематски системи итд [1, 3].

Структура подсистема ЛЦ је истовремено и динамичка компонента развојних планова који се усклађују са потребама државе, регионалне привреде и окружења. Зато је веома важна микро и макро локација ЛЦ и захтеви који гравитирају ка тој локацији [1].

Циљеви, односно ефекти развоја савремених ЛЦ могу се груписати у [1, 2, 3]:

- **опште привредне** (ефикасније укључивање у робне токове, развој и повећање конкурентности региона, синергијски ефекти, побољшање запослености и услова рада, бољи услови пословања за мала и средња предузећа, повећање квалитета логистичких услуга итд),
- **саобраћајно-логистичке** (рационална подела рада између разних видова транспорта, развој нових технологија транспорта и претовара, понуда комплетне логистичке услуге – интегрисани транспортни ланац, ефикасно коришћење инфраструктуре и напредних информационих технологија (ИТ),
- **еколошко-безбедносне** (смањење загађења ваздуха, буке и вибрација, побољшање квалитета живота у градовима, повећање безбедности транспорта и претовара, рационалније сакупљање отпада ради рециклаже, развој еколошко прихватљивих система, смањења акцедентних ситуација итд.),
- **економске** (смањења трошкова логистике – транспорта, складиштења, претовара, паковања, залиха итд, смањење инвестиција и ризика од инвестирања у профитне и непрофитне логистичке системе, развој берзанских модела за усаглашавање понуде и тражње, као и нових пословних и финансијских стратегија у области логистике итд.),
- **енергетске** (смањење потрошње и рационално коришћење енергије, заштита енергетских ресурса итд.),
- **циљеве просторног планирања** (укључивање у међународној мрежи ЛЦ, ефикасније коришћење земљишта и смањење укупних потреба за површинама, повећања атрактивности локације која је оптерећена високо вредним делатностима итд.).

Слика 2 даје мапу ЛЦ у Европи и то кључне и важне центре у централном делу Европе, као и њихово ширење ван тог простора на истоку и југоистоку (Балкану)..



Сл. 2 Мапа логистичких центара у Европи и положај Ниша на тој мапи

#### 4. АНАЛИЗА ОПРАВДАНОСТИ ИЗГРАДЊЕ ЛОГИСТИЧКОГ ЦЕНТРА НА БАЛКАНУ

Логистички центри (ЛЦ) директно утичу на формирање цене коштања производа и услуга. Како је Балкан најслабија логистичка карика у европском ланцу снабдевања, што је и представљено на слици 2, изградња нових ЛЦ на овом простору увела би знатно већу сигурност и ниже трошкове робних токова између западноевропских, балканских и блискоисточних земаља. Главна функција ЛЦ била би повезивање западне, централне и северне Европе са Грчком, Малом Азијом и све актуелнијом Кином.

Како би се оправдала изградња ЛЦ неопходно је анализирати ток кретања робе у централном делу Европе. Анализом кретања робе из Кине уочено је десетак лука из којих се роба допрема према Балкану. Луке попут Хон Конга, Шангаја, Тианђина, Нингбоа и Далиана нашле су место у светских 50 најпопуларнијих контејнерских лука. Роба са југа Кине креће бродом и иде ка Балкану где се истовара у словеначкој луци Копар, хрватској луци Ријека и грчкој луци Солун. У лукама Јадранског мора годишње се истовари 15000 контејнера. Ток робе између лука и балканског тржишта реализује се најчешће друмским или железничким транспортом.

У Србију се роба из лука и ЛЦ западне и северне Европе допрема камионима (ретко железницом) и складишти у царинском складишту у Београду. Након царинења роба одлази до циљних регионалних ЛЦ одакле се врши дистрибуција до малопродајних објеката.

Изградњи ЛЦ центра на Балкану иде у прилог што је и Кина заинтересована да инвестира у луку Бар. Наиме, постоји пројекат за реконструкцију луке Бар чиме би се омогућило прихватање великих бродова који пристижу са дела Мале Азије у Јадранско море.

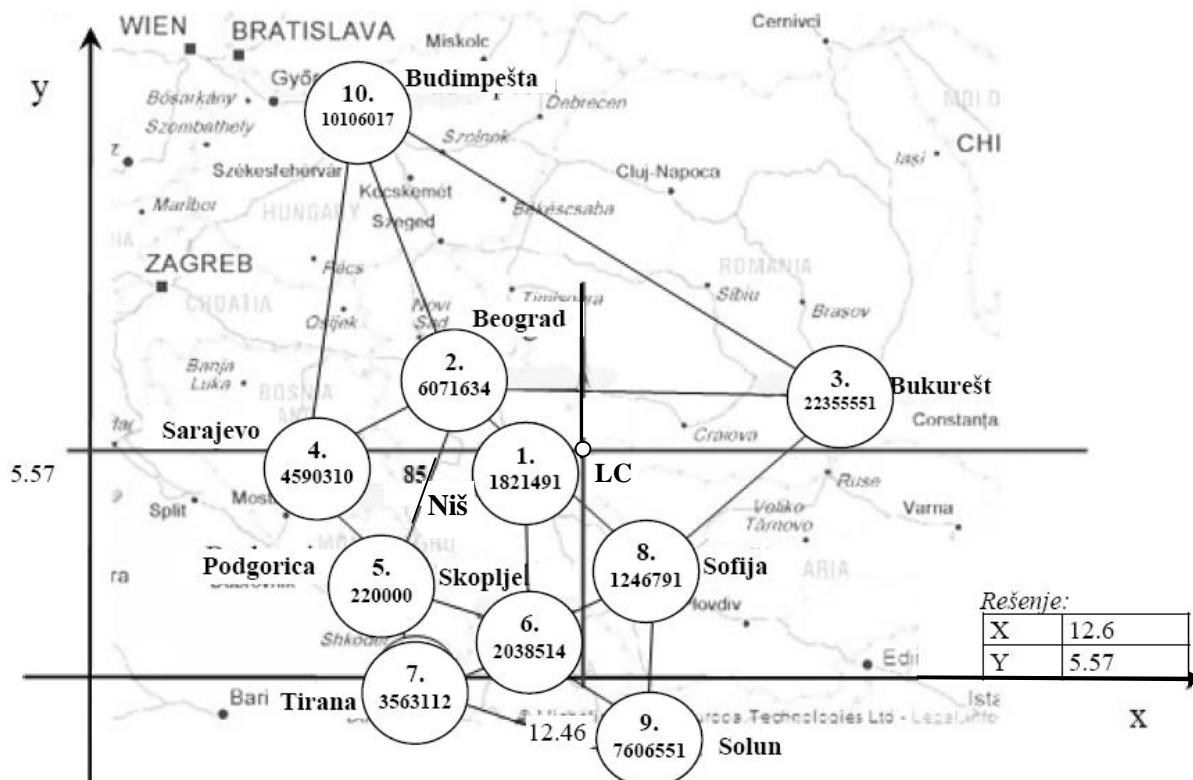
Овом инвестицијом рачуна се да ће сваки трећи контејнер који је намењен централној Европи отићи у ову луку. Из луке би се роба транспортовала железницом до Србије где би чекала даљу дистрибуцију за централну и југоисточну Европу.

Оснивањем новог ЛЦ на балканском тлу било би од велике важности не само за логистичке провајдере већ и за сама предузећа, фабрике, компаније, инвеститоре. Тиме би се ојачала логистика читавог региона, смањили транспортни трошкови, повећала сигурност испоруке, ојачала трговина између земаља истока и запада итд.

Овакав ЛЦ био би од велике користи за целу Европу, па је његова изградња сасвим оправдана, али остаје питање: која макролокација је за њега најповољнија?

Како би се роба ефикасно транспортовала за централну и јужну Европу, ЛЦ је неопходно лоцирати на раскрсници путева логистичких генератора балканских земаља. Проналазак гравитационе медијане представља утврђивање алокацијске равнотеже ресурса у простору посматраног региона. Анализа проналаска локације за изградњу новог ЛЦ представљена је раније у раду [7], где је између осталог примењен метод тежишта као математички алгоритам проналаска најповољније локације ЛЦ у делу средње и југоисточне Европе, тј. на Балкану, а резултат анализе је приказан на слици 3.

Овај алгоритам за дефинисање макролокације ЛЦ подразумева да се у координатном систему изабере све потенцијалне локације ЛЦ са вредностима захтева за опслуживањем према броју становника у региону (сл. 3). Тежиште је пронађено на координатама X и Y (12.6 и 5.57). Ова тачка налази се у Нишавском округу удаљеном 75 km путним правцем М-25 од аеродрома "Цар Константин" у Нишу. Резултати добијени применом методе тежишта на дати проблем потврђују да је оптимална локација новог ЛЦ (карго центра) на Балкану најближа граду Нишу.



Сл. 3 Одређивање најповољније локације ЛЦ на просторима Балкана методом тежишта [7]

## 5. ЛОГИСТИЧКИ ЦЕНТРИ У СРБИЈИ

Као што је већ представљено, логистичко тржиште у Србији је тренутно доста неразвијено и поседује само неколико објеката који се на неки начин баве логистичким активностима. Углавном се то односи на слободне зоне и дистрибутивна складишта која су лоцирана око важних транспортних чворова и коридора у земљи. У даљем делу рада укратко су представљени постојећи ЛЦ центри у Србији [7, 8, 9].

**Компанија Милипед**, тј. њен ЛЦ, је смештена у Београду на аутопуту Е-75 Београд-Загреб. Са преко 700 запослених и 29 пословница у Србији и Црној Гори представља водећу логистичку компанију у региону. Палета услуга обухвата транспорт робе у друмском, авио, поморском и железничком саобраћају, преко услуга царинског посредовања, складиштења, дистрибуције робе и додатних услуга у складишту.

**Слободна зона Пирот** је почела са радом априла 1998. године, по Решењу Савезне владе од 08.08.1996. год. на локацији индустријске зоне Пирота, на укупној површини од 17 ха са могућношћу проширења на 50 ха. У оквиру слободне зоне која заузима 650.000 м<sup>2</sup> и која се налази на европском коридору X, тј. пута Е-80 постоји и ЛЦ који је потребно додатно развити у мултиmodalни логистички терминал за претовар камиона.

**Слободна зона Суботица**, простира се на површини око 11 ха, тачније 116.000 м<sup>2</sup>. Располаже са 26.000 м<sup>2</sup> производног и складишног простора. Зона има изузетно повољан географски положај јер се налази на саобраћајном коридору X. Делатности којима се ова слободна зона бави су: производња робе, дорада, складиштење робе и репроматеријала, банкарски и финансијски послови, релови осигурања и реосигурања као и све врсте привређивање које не загађују животну средину. У зони је могуће закупити отворени и затворени складишни простор, канцеларијски простор, а такође је могуће користити услуге царине.

**Слободна царинска зона Нови Сад** се налази у комплексу међународне луке Нови Сад. Атрактивност локације одликује близина центра града, директна повезаност са аутопутем Е-75 и међународном пругом Беч-Будимпешта-Београд. Капацитет складишног простора ЈС Слободна царинска зона Нови Сад је 4.370 м<sup>2</sup> затвореног складишног простора и 238 м<sup>2</sup> канцеларијског простора. Објекат је комплетно опремљен и гасифициран, са обезбеђеним прилазним путевима и истоварним рампама. У понуди услуга је комплетна логистичка услуга на једном месту, транспорт робе из свих делова Европе и света до Србије, као и локални развоз робе унутар Србије, складиштење, евидентирање, утовар и истовар.

**Слободна зона Шабац** је акционарско друштво чија се основна делатност састоји из послова складиштења и претовара терета. Предузеће се налази у источној индустријској зони града, поред магистралног пута М-19 и на 98. km пловног пута реке Саве. За потребе рада и развоја, Слободна зона "Шабац" поседује у свом власништву земљиште површине 56 ха. У оквиру комплекса смештен је индустријски колосек чија је дужина 8000 m и који се користи као царински терминал. Слободна зона "Шабац" пружа разноврсну логистичку услугу преко царинења, складиштења па све до транспорта робе.

## 6. РАЗВОЈ ЛОГИСТИЧКОГ ЦЕНТРА У НИШУ

Идеја о изградњи ових центара на нашим просторима била је саставни део концепције развоја технологија и терминала интерmodalног транспорта и на теоријском нивоу је од стране наше стучне и научне јавности изучавана [1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11]. Значајнија употреба термина робно-транспортни центар почиње доношењем "Друштвеног договора о развоју интегралног транспорта" 1985. године. Касније је од стране српске Владе донет већи број докумената, тј. Стратегија привредног и просторног развоја Републике Србије од 2006. – 2020. године, у којима се, поред осталог, разматра и проблематика развоја ЛЦ [12, 13, 14].

Ниш је по величини трећи град у Србији, после Београда и Новог Сада, са око 300 000 становника насељених у пет градских општина. Административни је центар Нишавског округа и регионални индустријски, трговачки, културни, универзитетски и здравствени центар југоисточне Србије. Налази се око 240 km јужно од Београда, на раскрсници аутопута Е-75 (Београд-Скопље-Солун) и пута Е-80 (Ниш-Софија-Истамбул). Такође, паралелно овим путевима кроз Ниш пролази међународни железнички саобраћај. Према томе, два важна коридора европске транспортне мреже (X и VII) директно или индиректно повезују град Ниш са ширим европским окружењем и Блиским Истоком (сл. 4). Аеродроми "Никола Тесла" у Београду и "Константин Велики" у Нишу указују на сличан ваздушни коридор.



Сл. 4 Локација града Ниша у односу на коридор X

Поред ова три међународна правца пута и пруге (север, југ и исток), из Ниша полазе још два главна регионална правца пута и пруге према Приштини (југозапад) и Зајечару (североисток). Ниш се налази на реци Нишави у близини реке Јужне Мораве.

Генератори логистичких токова и захтева града Ниша, кога карактерише велика концентрација људства, радних места, станова, капитала и различитих функција су: становништво, индустрија, трговина, занатство, финансије, здравство, администрација, грађевинарство, туризам (угоститељство), комуналне делатности, јавни саобраћај, образовање и наука, култура и уметност, спорт и рекреација, војска, полиција итд. Из претходно реченог произилази да град Ниш треба да има ЛЦ (карго центар). Изградња ЛЦ у Нишу потписана је крајем 2009. године од стране високих званичника владе Републике Србије. У склопу овог центра налазиће се складишта, хотели и канцеларијски простор, а у првој фази простираће се на површини од 135.000 м<sup>2</sup> (сл. 5).



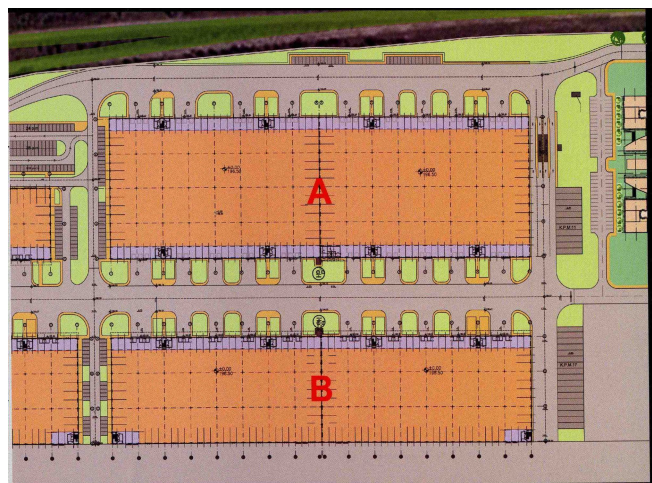
Sl. 5 Локациј будућег ЛЦ (карго центра) у Нишу поред аеродрома “Константин Велики”

Изградња логистичког-карго центра у оквиру аеродрома “Константин Велики” у Нишу, чија је укупна вредност са пратећим објектима 62 мил ЕУР, требало је да почне у мају 2009. године, али због спора око власништва земље процес је до данас одлаган. Време завршетка градње је око 6 година од дана почетка рада на објектима ЛЦ. Свакако, у будућности је планирано његово проширење, и то јужно према теретној железничкој станици “Поповац”.

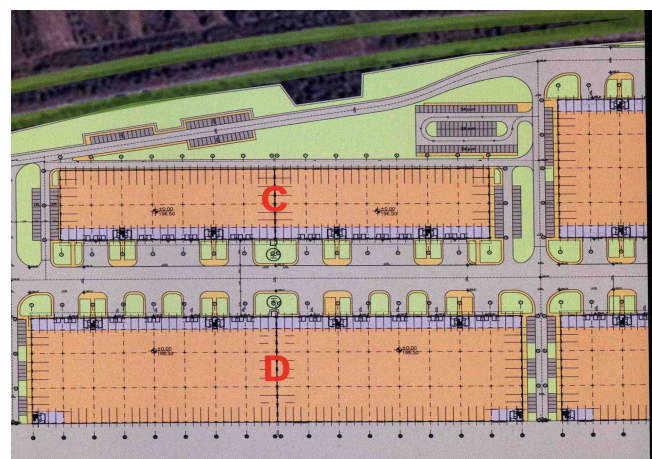
Према плану, на основу пројекта, ЛЦ ће се простирати на 26 ха земље (сл. 5) где ће се, осим карго-дистрибутивног центра од 16146 m<sup>2</sup>, налазити и манипулативно карго складиште (42228 m<sup>2</sup>), два логистичка центра површине 16000 m<sup>2</sup>, 23187 m<sup>2</sup> респективно, шопинг-мол (19870 m<sup>2</sup>), пословно-административни центар површине 9000 m<sup>2</sup>, као и хотел са 4 звезде, који ће се простирати на 9000 m<sup>2</sup>.

Садржај логистичког карго центра у Нишу требао би по пројекту да се састоји из 6 складишних објеката А, Б, Ц, Д, Е, Ф чије су основне карактеристике:

- Објекат А карго центра, површине 37000 m<sup>2</sup>, у оквиру кога је канцеларијски простор на 10000 m<sup>2</sup> и складишни простор на 27000 m<sup>2</sup>. Висина објекта је 10,5 m. Објекат А представља у ЛЦ и највећи складишни простор (сл. 6).
- Објекат Б карго центра, површине 27.000 m<sup>2</sup>, у оквиру кога је канцеларијски простор на 5500 m<sup>2</sup> и складишни простор на 21500 m<sup>2</sup>. Висина објекта је 10,5 m (сл. 6).
- Објекат Ц карго центра, површине 16500 m<sup>2</sup>, где је 4500 m<sup>2</sup> канцеларијског простора и 12000 m<sup>2</sup> складишног простора. Висина објекта је 10,5 m (сл. 7).
- Објекат Д карго центра, површине 26500 m<sup>2</sup>, где је 5500 m<sup>2</sup> канцеларијског простора и 21000 m<sup>2</sup> складишног простора. Висина објекта је 10,5 m (сл. 7). Објекти А, Б, Ц, Д представљају складишне објекте којима према пројектној документацији није прецизно дефинисана њихова функционална намена, већ се воде само као складишта.



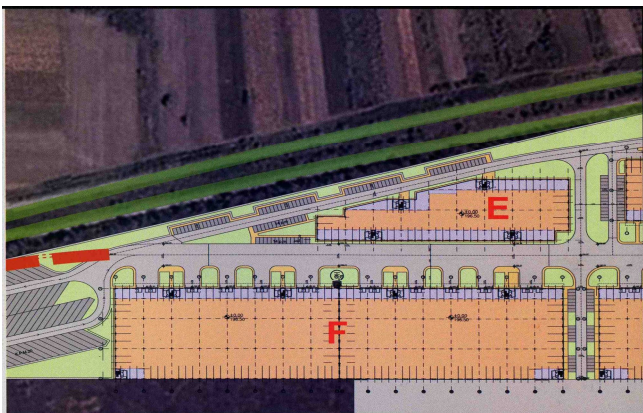
Sl. 6. Извод из пројекта, складишни објекти А и Б



Sl. 7. Извод из пројекта, складишни објекти Ц и Д



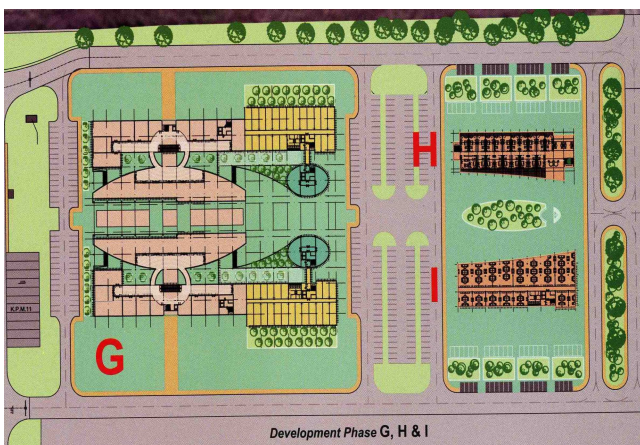
- Објекат Е, универзални простор за рентирање, површине 8500 m<sup>2</sup>. Канцелариски простор чини 2500 m<sup>2</sup>, а складишни 6000 m<sup>2</sup>. Висина објекта износи 10,5 m (сл. 8).
- Објекат Ф карго логистичког центра, површине 26500 m<sup>2</sup>. Канцеларијски простор чини 5500 m<sup>2</sup>, а складишни чини 21000 m<sup>2</sup>. Висина објекта је 10,5 m (сл. 8).



Сл. 8 Извод из пројекта, складишни објекти Е и Ф

Поред претходно приказаних складишних објеката, у оквиру логистичког карго центра налазеће се и помоћни, односно нескладишни објекти од којих су овде издвојена три највећа, и то објекти Г, Х и И:

- Објекат Г, шопинг-мол површине 20000 m<sup>2</sup>, који се простире на површини од 3,5 ha.
- Објекат Х, где је у плану хотел са 4 звездице, који ће заузети 9000 m<sup>2</sup>.
- Објекат И, пословно-административни центар површине 9000 m<sup>2</sup> (сл. 9).



Сл. 9 Извод из пројекта, складишни објекти Г, Х, И

Овакав ЛЦ имао би мултилогистички значај за Европу, Балкан, нашу земљу, нишки регион и град Ниш. Од завршених радова на овој локацији урађена је реконструкција писте и у току је добијање сертификата неопходних за обављање предстојећих великих послова. Пројектом је предвиђено да се максимално искористе сви капацитети аеродрома. Целокупан комплекс је ограђен, под 24 h видео контролом, физичким обезбеђењем и радним временом. У његовом оквиру могуће је паркирање преко 400 аутомобила као и преко 100 камиона шлепера. Сви објекти унутар ЛЦ представљаће мултифункционална архитектонска решења (сл. 10).



Сл. 10 Извод из пројекта, 3Д приказ објеката Е и Ф

Фазним развојем ЛЦ, поред аеродрома “Константин Велики” у Нишу, има све шансе да постане једна од најзначајнијих чворних тачака генератора логистичких захтева Југоисточне Европе. Постојећом инфраструктуром и даљом изградњом приступних саобраћајница, карго-логистички центар биће повезан и са путним и железничким “Коридором Х” што омогућава брзо и лако допремање и отпремање робе.

Велика предност самог комплекса је што се у непосредној близини карго центра, јужно, налази ранжирна карго теретна железничка станица “Поповац”, која ће директно бити повезана са карго центром. Због тога треба у оквиру овог железничког чвора планирати развој железничко-друмског контејнерског терминала са одговарајућим технологијама претовара и складиштења контејнера и заменљивих транспортних сандука.

Са планирањима некада треба ићи тако далеко да у даљој будућности треба размишљати о томе да овај терминал постане и лучки на реци Јужној Морави, пошто је теретна железничка станица “Поповац” у непосредној близини ове реке. Упориште ове идеје је да се средином прошлог века заговарало да луке Солун и Београд буду спојене воденим путем коришћењем река (Вардар, Пчиња, Јужна и Велика Морави) и канала. Ова идеја сада изгледа немогуће, јер припрема корита река и копање канала захтева веома обимне радове и велика улагања, која могу да се реализују само ангажовањем међународне заједнице, ако за то постоје велики светски стратешки и економски интереси. Такво међународно искуство постоји са изградњом Панамског и Суецког Канала, као и искуство Немачке са својим пловним рекама и каналима. У Немачкој се пре више од 100 година, тј. крајем предпрошлог и почетком прошлог века, кренуло са сређивањем пловних река и изградњом више канала тако да је велики број градова повезан, не само одличном путном и железничком мрежом, већ и воденим путем. На овај начин сва ранија улагања у овај облик путне инфраструктуре данас се вишеструко враћају немачкој привреди.

Саобраћајно чвориште, које је већ потпуно изграђено, омогућиће да се роба из будућег логистичког карго центра у Нишу брзо превози до Београда, Солуна и Софије. Ниједан од аеродрома у региону тренутно нема могућности да прими тежи авио саобраћај, што нишком аеродрому даје додатни квалитет и предност.

Могућност дистрибуције робе авио, друмским и железничким саобраћајем даће одличне могућности за покретање локалног и регионалног развоја. У прилог томе иде и чињеница да ће изградња оваквог комплекса,

објекта, инфраструктуре и саобраћајница ангажовати велики број домаћих фирми и обезбедити сигуран и поуздан посао за велики број радника свих струка.

Економска оцена оправданости изградње логистичко-карго центара у Нишу потврђује у потпуности реализацију једног таквог центра на овим просторима. За овакав центар пре свега заинтересовани би били: међународна заједница, држава Србија, шири регион, Привредна комора града Ниша, присутна индустрија и трговина на овим просторима, итд. Уложена средства у изградњу оваквог центра свакако да су оправдана и треба очекивати да се у релативно кратком времену врате и да ће тај центар увек позитивно пословати у будућности.

## 7. ЗАКЉУЧАК

На основу изложене проблематике, могу да се извуку следећи закључци:

- логистика снабдевања и дистрибуције игра важну улогу у савременом концепту привређивања, јер на ефикасан и економичан начин реализира токове материјала и робе,
- ЛЦ представљају незаобилазне централне чворне тачке у системима дистрибуције, врше кооперативну улогу у оквиру ланаца снабдевања и пружају низ предности и ефеката у односу на директно снабдевање без ЛЦ,
- мрежа распореда ЛЦ у Европи по регинима није равномерна и најслабија је на истоку и југоистоку (Балкану),
- анализа оправданости изградње ЛЦ на Балкану и избора макролокације указује да је његов оптимални положај у Нишавском округу, у близини града Ниша,
- најпогоднија микролокација изградње ЛЦ у Нишу је у оквиру аеродрома "Константин Велики" са могућношћу проширења јужно према теретној станици "Поповац" и укључивања овог великог железничког чвора у ЛЦ,
- изградња ЛЦ у Нишу са великим бројем подсистема и садржаја имаће велики синергијски ефекат, утицај и значај на привредни развој града, региона и државе.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] ЗЕЧЕВИЋ С.: *Робни терминали и робно-транспортни центри*, Саобраћајни факултет Универзитета у Београду, Београд, 2006.
- [2] ЗЕЧЕВИЋ С., Тадић С.: *City логистика*, Саобраћајни факултет Универзитета у Београду, Београд, 2006.
- [3] БУКУМИРОВИЋ М.: *Урбана логистика*, Машински факултет Краљево, Краљево, 2009.
- [4] LIPPOLT С.: *Sistemi skladištenja i distribucije*, Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu, Niš, 2005.
- [5] GUENTHNER W.: *Tokovi materijala i logistika*, Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu, Niš, 2005.
- [6] ZIEMS D.: *Tehnička logistika I i II*, Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu, Niš, 2005.
- [7] Tomić V., Jovanović M.: *Uparedna analiza metoda pri izboru lokacije logističkog cargo centra, slučaj Srbija*, časopis IMK-14 Istraživanja i razvoj, Institut IMK "14. Oktobar" Kruševac, godina XVI, broj 35-2/2010., str. 49 ÷ 54.
- [8] ТОМИЋ В.: *Робно транспортни центри*, семинарски рад на докторским студијама, Машински факултет Универзитета у Нишу, Ниш, 2010.

- [9] МОМЧИЛОВИЋ Ђ.: *Робно трговачки центри*, семинарски рад на дипломским студијама, Машински факултет Универзитета у Нишу, Ниш, 2010.
- [10] MARKOVIĆ G., MARINKOVIĆ Z., BULATOVIĆ B.: *City logistics in the Concept of Development of the City of Kraljevo*, МHCL'09-XIX international conference, str.211-216, Belgrade, 2009.
- [11] МАРКОВИЋ Г., ГАШИЋ М., МАРИНКОВИЋ З.: *Теоријски приступ регионалном развоју-методологија истраживања логистичких токова*, ИМК-14 истраживање и развој, Година XVI, број 4/2010, стр. 25-30, 2010.
- [12] *Стратегија привредног развоја Републике Србије за период од 2006. до 2012. године*, Влада Републике Србије, 2006.
- [13] *Стратегија развоја железничког, друмског, водног, ваздушног и интермодалног транспорта у Републици Србији од 2008. до 2015. године*, Влада Републике Србије, 2008.
- [14] *Стратегије просторног развоја Републике Србије 2009-2013-2020*, Министарство животне средине и просторног планирања, Република Србија, 2009.

## IMPORTANCE OF ESTABLISHING A LOGISTIC (CARGO) CENTER IN NIŠ AND ITS INFLUENCE ON REGIONAL ECONOMY DEVELOPMENT

*Prof. dr Zoran Marinković, dr Dragan Marinković, Vojislav Tomić, University of Niš Faculty of Mechanical Engineering of Niš mr Goran Marković, University of Kragujevac Faculty of Mechanical Engineering of Kraljevo*

### Abstract

*The paper puts focus to logistic centers which are important nodes of transport networks characterized by transformations of transport flows. They are also the points of intersection between macro- and micro-distribution within the supply chains. In the first part of the paper, some basic remarks about logistic centers, their functions, structure and characteristics are given. In the sequel, special attention is given to development of such a centre in Niš, situated on corridor X. Different aspects are covered, such as location of the centre, its development, importance and advantages for the economy development of the city of Niš, its region and even the state as a whole.*

**Keywords:** *logistics, transport network, supply chain and distribution, logistic centers*

*Адреса за контакт:*

Проф. др Зоран Маринковић,  
Машински факултет Универзитета у Нишу  
18000 НИШ  
А. Медведева 14  
E-mail: [zoranm@masfak.ni.ac.rs](mailto:zoranm@masfak.ni.ac.rs),

## УТИЦАЈ ЗАВРШЕТКА КОРИДОРА X НА РАЗВОЈ ИНТЕРМОДАЛНОСТИ СА ОСВРТОМ НА ILC<sup>1</sup> PIROT

*Dr Dragan Č. Kostić,*

*Vladan Stojanović,*

*Aleksandar Simonović,*

*Slobodna zona Pirot*

### Rezime

U procesu formiranja evropskog integralnog sistema transporta, Srbija se uključila izradom Master Plana Transporta. Kako je razvoj Integralne transportne mreže od ključnog značaja za integraciju Srbije u evropske ekonomske tokove, Slobodna zona Pirot je pokrenula projekat izgradnje Intemodalnog Logističkog Centra (u nastavku ILC) na Koridoru 10 naslonjenog na Pan-evropske koridore IV i VIII. Razvoj industrijskih postrojenja u Slobodnoj zoni Pirot direktno zavisi od kvaliteta i brzine usluga u međunarodnom provozu roba. Izgradnja autoputa na Koridoru 10 od najveće je važnosti za uključenje regiona Jugoistočne Srbije u mrežu „zelenih koridora“ Integralnog transportnog sistema Evropske unije, dok efikasnost Intemodalnog Logističkog centra direktno zavisi od brze konekcije na Koridor 10.

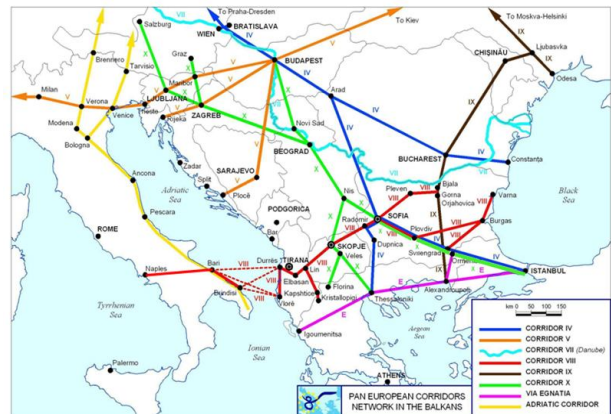
*Ključne reči: Intermodalni terminal, Pan-evropski koridori, Slobodna zona Pirot, Koridor X, Koridor Xc, Inter-modalni logistički centar Pirot, Zeleni koridori*

### 1.1. KORIDORI X, IV I VIII

Lokacija budućeg Intermodalnog Logističkog centra Slobodne zone Pirot jedinstvena je u Srbiji po povoljnom strateškom položaju neposredno uz autoput na Koridoru X.

<sup>1</sup> ILC – Intermodalni Logistički Centar Pirot

Dodatna prednost je blizina Panevropskih saobraćajnim koridora IV i VIII.



Sl. 1. Panevropski koridori X, IV, VIII

Najvažnije za uspeh poslovanja ILC i budućeg Intermodalnog terminala je položaj Slobodne zone Pirot uz Koridor 10 i budući autoput. Izgradnja infrastrukture koridora 10 na potezu Niš – Bugarska granica će imati povoljan uticaj na ekonomske veze sa susjednim zemljama. ILC i Slobodna zona Pirot dobijaju strateški položaj s obzirom da pored Koridora X ima najbližu poziciju Koridorima IV i VIII koji nam otvaraju najkraću vezu prema Italiji (koridor VIII), Turskoj (koridor X) i Grčkoj (koridor IV).



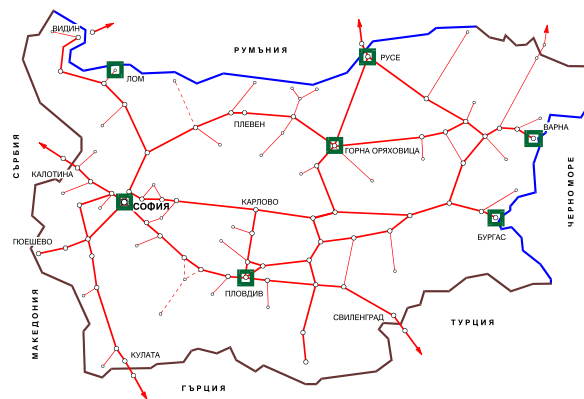
Sl. 2. Panevropski koridori gravitacionog područja Slobodne zone Pirot

Ovakav položaj, koji povezuje Koridor 10 sa mrežom transportnih tačaka koju čine aerodromi u Nišu i Sofiji i luke Burgas i Varna na Crnom moru, Solun na Egejskom, Drač na Jadranskom i Smederevo i Prahovo na Dunavu, daje Pirotu poseban značaj u mreži evropskih intermodalnih čvorova.

Osnovne činjenice koje idu u prilog povoljnog geoprometnog položaja su:

- Pirot se nalazi u blizini izuzetno značajnog graničnog prelaza Gradine od koga je Pirot udaljen 30 km;

- kroz Pirotski okrug prolazi meunarodni put (E-80), koji je uključen u mrežu evropskih puteva Budimpešta-Beograd-Niš-Sofija-Istanbul, baš kao i međunarodni železnički put istog pravca;
- glavni grad Bugarske Sofija je udaljen oko 50 km od graničnog prelaza Gradina;
- opštine Pirot i Dimitrovgrad se nalaze u neposrednoj blizini Niša, koji predstavlja centar sa izgrađenim nadregionalnim gravitacionim uticajima;
- kroz grad Pirot prolazi magistralni put Zaječar-Knjaževac-Pirot-Leskovac, koji se kod Babušnice ukršta sa regionalnim putem Svrlijig-Bela Palanka-Zvonce (Jugoslovensko-bugarska granica);



Sl. 3. Master plan Intermodalnih terminala Bugarske

Granični prelaz Gradina je jedan od najznačajnijih i najfrekventnijih graničnih prelaza u Srbiji. Preko ovog graničnog prelaza godišnje je prelazilo preko 6 miliona putnika.

povezan sa transportnom mrežom na istoku dok će vezu sa zapadom ostvariti preko mreže potencijalnih terminala u Srbiji. (Sl. 4.).

Novoizgrađeni koridor će ispuniti svoju misiju ukoliko omogući ostvarenje nekih od strateških ciljeva razvoja opštine:

1. Saobraćajno otvaranje - integrisanje Pirota u domaće i inostrane saobraćajne tokove
2. Privredni razvoj kroz stvaranje uslova za ekonomsko jačanje (razvoj privrede, Industrij-skog parka i Slobodne zone Pirot – Ekonomske zone Pirot)
3. Razvoj turizma kroz afirmaciju društvenih, prirodnih i kulturnih specifičnosti Pirota
4. Povećanje uposlenosti i izmena demografske strukture kroz smanjenje migracionih kretanja



Sl. 4. Skup potencijalnih lokacija intermodalnih terminala posle drugog proširenja intermodalne transportne mreže<sup>2</sup>

Sve ovo stvara mogućnosti za uključjenje ovog regiona u svetsku mrežu multimodalnog saobraćaja kroz izgradnju intermodalnog terminala, koji će objediniti transportne mogućnosti železnice i drumskog saobraćaja uz inteligentnog transportnog sistema. Za izgradnju intermodalnog terminala javni sektor će obezbediti baznu infrastrukturu u neposrednoj blizini (autoput, petlju i most) dok će realni sektor uložiti u vozila, opremu, terminal i svu potrebnu infrastrukturu. U ovom trenutku korisnici slobodne zone koriste usluge luka Burgas i Solun, dok će završetkom ovih koridora (koji se intezivno grade) transportno vreme biti znatno skraćeno a time lokacija Pirota dobiti na konkurentnosti. U budućnosti će značajana biti i veza sa regionom Podunavlja preko luke Prahovo. Intenzifikacija saobraćajnih tokova u koridoru uticaće na jačanje ekonomije i opšti razvoj Pirota, Bele Palanke i Dimitrovgrada.

Osnovne analize opravdanosti izgradnje Intermodalnog terminala u Slobodnoj zoni Pirot dala je predstudija izvodljivosti „Intermodal Logistic Center Pirot“ koja je urađena u kooperaciji LOGICAscarl (Agencija Regiona Kampanja, Italija za logistiku i promociju teretnog saobraćaja), Slobodne zone Pirot i Opštine Pirot u okviru projekta „ItalBalk“.

Projekat izgradnje intermodalnog terminala na teritoriji Slobodne zone Pirot podrazumeva tehnološko i strukturalno unapređenje postojećeg terminala u cilju: jeftinijeg transporta, kraćeg vremena transporta, otvaranja SZP za nove korisnike ponudom dodatnih usluga, integracije regiona u mrežu multimodalnih terminala, optimizacije logističkog lanca snabdevanja, smanjenja zagađenja životne

Vlada Republike Bugarske planira da do kraja 2015. godine završi koridore IV i VIII koji prolaze kroz glavni grad Sofiju. U isto vreme u toku je uzgradnja Inter-modalnog terminala Sofija vezanog na mrežu inter-modalnih terminala u Bugarskoj (Sl. 3.), preko koje će terminal u Pirotu biti

<sup>2</sup> Izvor podataka: Projekat IMOD-X, „Intermodalna rešenja i konkurentnost u transportnom sektoru Srbije“

sredine, podstajca razvoja intermodalnog transporta. Tačne podatke vezane za kapacitet i strukturu inter-modalnog terminala treba da pruži studija izvodljivosti, koja je u pripremi.



Sl. 5. - Plan izgradnje Intermodalnog terminala u Logističkom centru predviđenim Strateškim planom razvoja Slobodne zone Pirot

## 1.2. INTERMODALNI TRANSPORT U SRBIJI

Jasno je da mreža terminala i strateški planovi za intermodalni transport nisu još uvek realizovani. U Srbiji je delimično razvijena infrastruktura, na železnici i u lukama unutrašnjih plovnih puteva (luka Novi Sad, Beograd i Pančevo) za kontenerski pretovar. Kod postojećih terminala postoji značajno ograničenje vezano za postojeće lokacije, stara oprema i dostupnost investicija za razvoj. Intermodalni transport u Srbiji se bazira na uvozu prekomorskih kontenera i vraćanje praznih kontenera u morske luke. Kontenerski pretovar u Srbiji vrši se u lukama Beograd i ŽIT terminal (Železnički Integralni transportni Terminal u Beogradu) gde inter-modalni transport u Srbiji učestvuje u ukupnom transportu sa 0.5%, a u EU zemljama sa 6-9%.

Podrška će biti obezbeđena racionalnom i ciljanom razvoju intermodalnog transporta na međunarodnim koridorima da bi omogućili da intermodalni transport, unutrašnjim plovnim i kopnenim putevima u Srbiji, bude bezbedan, efektivan, fleksibilan, jednostavan za njegove korisnike. U skladu sa transportnim politikama EU i strategijama održivog razvoja transporta, glavni prioriteti komplementarne transportne politike do 2014 u Srbiji biće:

- Omogućavanje tehničke osnove za primenu tehnologije intermodalnog transporta, konstrukcijom i rekonstrukcijom slobodnog UIC-C profila tunela i mostova;
- Omogućavanje tehničke baze za primenu tehnologija intermodalnog transporta, razvoja terminala za intermodalni transport;

Još uvek nisu striktno definisane lokacije intermodalnih čvorova. Definisan su područja gde trebaju da budu smešteni intermodalni čvorovi, a realna potreba za

postavljanjem predviđenih terminala za intermodalni transport biće definisani studijom izvodljivosti koja će biti urađena za svaku lokaciju posebno. Trenutno je u razvoju projekat Olakšavanje intermodalnog transporta u Srbiji koji će imati za cilj, pored već pomenute 3 glavne lokacije intermodalnih čvorova (Novi Sad, Beograd, Niš), da precizno definiše lokacije ostalih intermodalnih čvorova i terminala u okviru intermodalne transportne mreže Srbije. Usvojeni prostorni plana Republike Srbije (Sl. gl. 88/10) od 2010 do 2020 definiše Slobodne zone kao generatore razvoja pojedinih regiona u Srbiji i predlaže sledeće lokacije za razvoj intermodalnih terminala: Subotica, Senta, Šabac, Sombor, Smederevo, Pančevo, Prahovo, Jagodina, Valjevo, Užice, Čačak, Kragujevac, Kraljevo, Niš, Dimitrovgrad-**Pirot**, Priština, Preševo.<sup>3</sup>

Planirana ulaganja u razvoj intermodalnog transporta po TMP su u minimalnom scenariju 26 miliona € dok su planirana ulaganja u razvojnom scenariju 136 miliona €

Vlada Republike Srbije prihvatajući integraciju transportnih puteva na osnovu Transport Master plana definisala je kao prioritete aktivnosti na izgradnji koridora X u cilju integracije domaćih transportnih puteva u evropsku transportnu mrežu, prihvatajući intermodalnost kao budući vid transporta. Razvoj terminala u Pirotu vezan je za razvoj, kako mreže intermodalnih terminala Srbije tako i razvoj intermodalnosti Republike Bugarske. Time transportni terminal u Pirotu postaje čvorište logističkih operacija između istoka i zapada.

## 1.3. PROJEKTOVANA SITUACIJA NAKON IZGRADNJE KORIDORA X NA OSNOVU PREDSTUDIJE IZVODLJIVOSTI ILC PIROT

Detaljno istraživanje zahteva za transportom, uzeto iz pred studije izvodljivosti "Intermodal Logistic Center Pirot", u odnosu na Balkan i Republiku Srbiju daje nam glavne karakteristike trgovinskih tokova preko Evrope i Balkana. Trenutna situacija je opisana korišćenjem „o-d“ matrica kroz kombinaciju desk analiza. To je u stvari pre-gled baze podataka EUROSTAT COMTEXT i UNCTAD COMTRADE koja je poslužila za dobijanje trenutne osnovne matrice za 2007. Kao rezultat, dobijene su tabele koje prikazuju godišnji protok robe prema/od odabranih balkanskih zemalja i Evro-Mediteranskog basena. Sirova nafta, struja prirodni gas nisu uzeti u proračun zato što način transportovanja obično uključuje korišćenje transporta cevima i ostalih specifičnih transportnih lanaca koji ne predstavljaju deo koji smo razmatrali. Republika Srbija igra glavnu ulogu u regionu, sa značajnom količinom uvoza/izvoza prema Evro-mediteranskom basenu.

<sup>3</sup> Zakona o prostornom planiranju Republike Srbije od 2010 do 2020 (Sl. gl. 88/10)

Matrice i tabele transporta nisu prikazane već je, u nastavku, prikazana ilustracija koja na slikovit način prikazuje transportne tokove robe između pomenutih destinacija koje predstavljaju rezultat analize urađene u predstudiji izvodljivosti izgradnje Intermodalnog Logističkog Centra.



Sl. 6. Godišnji tokovi zahteva za transportom pod hipotezom efektivnosti koridora X - u trenutnom scenariju (izraženi u tonama/godišnje)

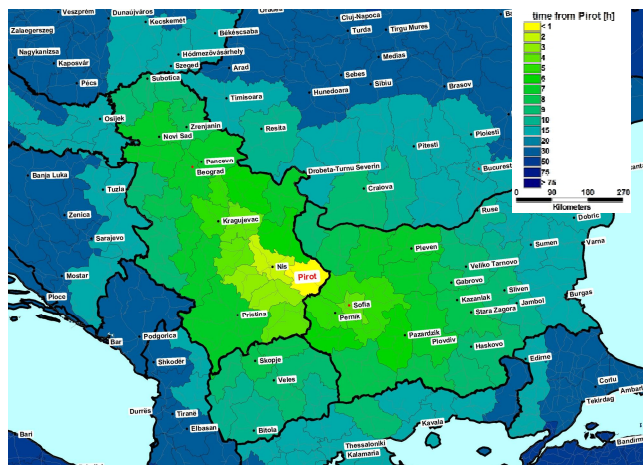
Vrednosti prikazane na slici iznad, dobijene su pod pretpostavkom izgradnje Koridora X, odnosno pretpostavljajući uklanjanje svih barijera koje otežavaju tranzitnu trgovinu kroz Srbiju. Kao što je Koridor X na glavnoj osi trgovine koja spaja sever-jug kroz Balkan, sa strateškim značajem u prihvatanju i podršci trgovini prema/od Istočne Grčke i Turske. Nakon izgradnje koridora X predviđen protok robe kroz koridor Xc biće oko 10.000.000 tona godišnje. Što predstavlja dobru priliku za razvoj intermodalnog terminala na koridoru Xc.

#### 1.4. DOSTUPNOST INTERMODALNOG LOGISTIČKOG CENTRA ZA TRGOVINU NA PODRUČJU BALKANA

Dostupnost lokacije budućeg Intermodalnog logističkog centra Pirot za trgovinu u okviru Balkana i prema/iz spoljnih destinacija analizirana je u pred studiji izvodljivosti „Intermodalni Logistički centar Pirot“. Analize je izvedena u trenutnoj situaciji, odnosno podrazumevanje trenutne fizičke i funkcionalne karakteristike mreža snabdevanja (put, železnica, more i unutrašnji plovni putevi), kao i u budućem scenariju, odnosno pretpostavljajući implementaciju transportnih politika EU u regionu Balkana, sa posebnim osvrtom na razvoj Pan-Evropskih Koridora IV (od Drezdena do Ninberga do Istambula, Konstance i Soluna), VIII (Bari-Drač-Tirana-Varna) i Koridora X (od Salburga, Graca i Budimpeste

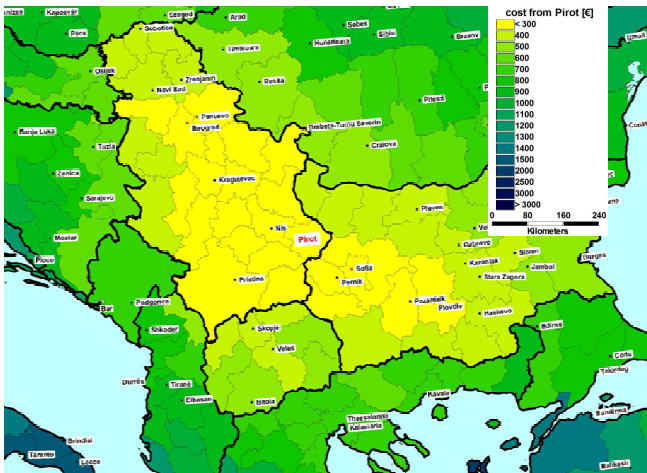
preko Sofije do Soluna i Igumenice) i njihove sinergije ili konkurentne integracije sa domaćom transportnom mrežom Republike Srbije. Za ovu svrhu, prilagođena je kvantitativna metoda zasnovana na primeni matematičkih modela koji nam izračunavaju vreme i troškove cele multimodalne mreže snabdevanja. Sistem modela, razvijen od strane istraživačkog tima na Univerzitetu u Napulju “Federico II – Dipartimento di Ingegneria dei Trasporti” u ime LOGICAscarl koji je već korišćen u različitim projektima međunarodne saradnje, pokriva detaljno 1508 NUTS3 zone (koje odgovaraju zonama na administrativnom državnom nivou), vezano za 57 zemalja u Evro-Mediterranskom basenu. Model je fino podešen da bi omogućio pouzdanu simulaciju trenutne situacije, zahvaljujući podacima obezbeđenim od strane Slobodne Zone Pirot.

U svrhu pojednostavljenja analize uzet je u obzir proračun isporuka od prosečno 20t koja ne zahteva poseban tretman (na primer smrznuti proizvodi, opasna roba). Zatim, na osnovu vremena transporta i troškova izračunatih kroz model ponude, odgovarajuće mere dostupnosti bile su definisane da bi sažele rezultate analize i prikazale prosečnu sliku situacije. U prvom delu je analizirana aktivne dostupnosti Slobodne zone Pirot u odnosu na NUTS3 zone na Balkanu i analiza je prikazana u vidu izohrona izraženih u satima, predstavljajući vreme putovanja robe najpogodnijim modom između Pirot i svake NUTS3 zone (Sl. 6) uz prikaz analize dostupnosti preko troškova izraženih u Evrima (Sl. 7) od Pirot do prikazanih NUTS 3 zona na Balkanu.



Sl. 7. Aktivna dostupnost od Pirot [h] najbržim modom transporta do NUTS3 destinacije (fokus na region Balkana)

Ovo su samo ilustracije nekih od analiza koje pokazuju da je zona u kojoj se nalazi terminal Slobodne zone Pirot težišna tačka na Balkanu i po analizama dostupnosti jedna od najdostupnijih zona za razmatrano područje.



Sl. 8. Aktivna dostupnost Pirota: transportni troškovi za tipičan tovar od 20 tona izražen u [€] najbržim modom od Pirota do NUTS 3 destinacije (fokus na Balkan)

takođe je prikazana analiza koja ističe značaj koridora X i kraka Xc, frekventne rute Istanbul-Minhen gde možemo videti da je transport znatno isplativiji koridorom X. Ovaj aspekt može biti veoma jasan kada pogledamo rastojanja. Na primer, roba između Istanbula i Minhena bi putovala:

- 2154 km Koridorom IV
- 2016 km Koridorom X, pravac Srbija-Madarska
- 1928 km Koridorom X, pravac Srbija-Hrvatska

U praksi, poslednja opcija znači dostizanje 10.5% uštede za svaku pošiljku, uzimajući u obzir da je dnevni transport na graničnom prelazu Gradina oko 900 kamiona, to vodi do uštede od 41 miliona tona/km dnevno. Ukupna trgovi-niska razmena Turske sa 57 Euro-Mediterranskih zemalja iznosi oko 42 miliona tona/godišnje u izvozu i 75 miliona tona/godišnje u uvozu. Tranzitna trgovina potencijalno privlačna Srbiji je predstavljena preko robnih tokova prema/iz zemalja Centralne Evrope (npr Francuska, Nemačka) i iznose približno 14.66 miliona tona/godišnje, pode-ljenih na 8.37 miliona tona/godišnje prema severu i 6.29 prema jugu. Pomenuti robni tokovi prvo su razvrstani na morske i drumske vidove transporta, a zatim drumski transport treba podeljen na tokove koji prolaze kroz Srbiju i tokovi koji prolaze kroz ostale zemlje (npr Bugarska). Pregled svih situacija je predstavljen u Tabeli 1.

Polovina ovog drumskog tranzita prolazi kroz Srbiju na putu prema severu. Model procene govori da će ukupna trgovina duž grane M1, krak Xc između Pirota i Niša, biti oko 6.85 miliona tona/godišnje (4.11 prema severu i 2.74 prema jugu), tako da je ukupna trgovina Turske preko Pirota je oko 40% od juga prema severu i 50% od severa prema jugu.

Tabela 1. Tranzit Turske kao potencijal razvoja pirotске okoline u trenutnom scenariju

Trgovina Turske koja je u interesu Srbije [tona/godišnje]	Smer	
	Prema severu	Prema jugu
<b>Ukupno</b>	<b>8,374,246</b>	<b>6,289,727</b>
<b>Morski transport</b>	<b>4,938,204</b>	<b>2,986,133</b>
Ro-Ro Jadransko more (luka Trst)	2,706,430	1,656,998
Ro-Ro Francuska (luka Marsej)	2,231,774	1,329,135
<b>Drumski transport</b>	<b>3,436,042</b>	<b>3,303,594</b>
Kroz Srbiju (Dimitrovgrad)	1,659,928	1,396,312
Kroz ostale zemlje (uglavnom Bg)	1,776,114	1,907,282
Udeo Srbije na tržištu	48%	42%

## 1.5. ZELENI KORIDORI

Postoji brojni programi koji se bave ovom problema-tikom, a jedan od njih je i MARCO POLO koji je usmeren na aktivnosti smanjenja zagušenja na putevima, poboljšanje ekološkog učinka sistema teretnog transporta, kao i stimulisanje multimodalnog transporta u cilju povećanja efikasnosti i održivosti transportnih sistema širom Evrope. Program podržava javno-privatno partner-stvo putem subvencija za smanjenje rizika za tržišno orijentisane usluge. Novina u odnosu na prošli ciklus je uključivanje “pomorskih autoputeva” i projekata za izbegavanje prevoza (“traffic avoidance” projects), kao i mogućnost učešća zemalja koje se graniče sa EU.

Ciljevi ovakvih programa su:

- smanjenje saobraćajnog zagušenja;
- unapređenje dimenzije zaštite životne sredine u transportnim sistemima;
- jačanje inter-modalnih transportnih sistema;
- stimulisanje javno-privatnog partnerstva.

Aktivnosti kojima je planirano postizanje ovih ciljeva odnose se na:

- *otklanjanje strukturnih barijera* za efikasno funkcionisanje novih načina prevoza i efikasnije korišćenje postojeće infrastrukture (*Catalyst Actions*);
- „pomorski autoputevi“ – inovativni projekti usmereni na direktno prebacivanje tereta sa drum-skih puteva na pomorski transport vodeći računa da drumski prevoz bude što kraći;
- *prebacivanje drumskog saobraćaja* na druge vrste prevoza (*Modal Shift Actions*);
- *izbegavanje prevoza* – integrisanje transporta u proizvodnu logistiku sa ciljem izbegavanja većeg obima transporta tereta drumskim putevima, modifikacija ili izgradnja pomoćne infrastrukture i opreme;
- *zajedničko učenje* - saradnja u sektoru logistike, unapređenje znanja, metoda i procedura za efikasno funkcionisanje transportnih lanaca.

Intermodalni terminal u okviru Slobodne zone Pirota omogućuje prebacivanje robe sa kamiona na željeznicu putem viljuškara manje nosivosti: viljuškari na dizel i električni pogon, ručno prebacivanje komadne robe, a kako je trend razvoja u pravcu sve većeg korišćenja

kontnerskog transporta u pripremi su kontnerski viljuškar i portalne dizalica kao i lokomotiva manevarka na električni ili dizel pogon, koja će dopremiti kontenere sa pružnog koloseka do pretovarnog mesta i vraćati ih nazad. Sve će ovo omogućiti prebacivanje transportnog tereta sa drumova na buduću elektrificiranu železnicu.

## 1.6. INTERMODALNI LOGISTIČKI CENTAR PIROT KAO DEO MULTIMODALNE EVROPSKE MRŽE I ZELENIH KORIDORA

Zahtev za transportnim uslugama na koridoru Xc je evidentan. Kroz SZ Pirot (krakom Xc), godišnje prođe oko 6000 kamiona, 1000 kontejnera i oko 1000 železničkih vagona. Železnički transport se pretežno organizuje kroz luke u Solunu i Burgasu, iz kojih se dovozi roba iz celog sveta (iz Azije, Južne Amerike). Većina transporta u odlasku se usmerava ka Zapadnoj Evropi kamionima. Zahtevi korisnika proističu iz planova povećanja proizvodnje. Iz plana proizvodnje guma kompanije "Tigar Tires" možemo videti da pomenuta kompanija planira da poveća proizvodnju guma sa sadašnjih 6,5 miliona guma na projektovanih 8 miliona guma u 2011, dok u se budućnosti planirana proizvodnja od 20 miliona guma godišnje. Povećanje proizvodnja neminovno povećava potražnju za prevozom proizvoda. Na primer, u ovom trenutku nam je potrebno oko 6000 kamiona za isporuku gotovih proizvoda, kao i 650 kontejnera za isporuku sirovina. Povećanjem proizvodnje od 6,5 miliona guma godišnje na 8 miliona guma u 2011 zahtevi za transportom biće povećani na dodatnih 1500 kamiona i 300 kontejnera godišnje za isporuku sirovina.

Prema scenariju predstudije izvodljivosti „ILC Pirot“ 2020, postojaće više od 12 000 kamiona za transport robe i preko 8000 kontejnera godišnje za dostavu i isporuku robe, što znači znatno povećanje transporta i viši nivo usluga utovara/istovara. Slična situacija važi i za ostale korisnike Slobodne zone Pirot, kao što su "Tigar Obuća", koja ima trenutnu proizvodnju 700.000 pari godišnje i zahteve za oko 150 kamiona godišnje. Budući da postoji plan povećanja proizvodnje "Tigar Obuće" za 15% godišnje, postoji potreba da se poveća nivo transportne opreme i nivo usluga utovara / istovara.

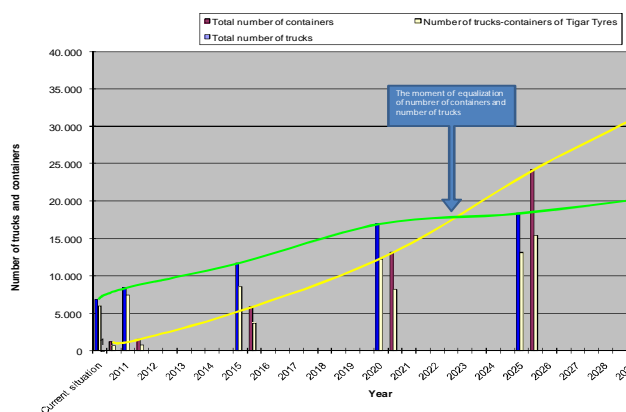
Pored parkinga koji se koristi u okviru Slobodne zone Pirot, vozači kamiona koriste i druge usluge iz *One Stop Shop* paketa, kao što su carinjenje, bankarske i finansijske usluge, osiguranja i reosiguranja i još mnogo toga. Takođe se očekuje i povećanje broja korisnika.

Projektovani protok teretnog saobraćaja kroz krak Xc, koji preseca Slobodnu zonu Pirot je 7 miliona tona robe godišnje, od čega 40% ide prema severu, dok 50% ide od severa do juga. Planirano povećanje iznosa, posle izgradnje Xc će biti oko 10 miliona tona robe godišnje. U cilju da se razjasni situacija, moramo uzeti u obzir činjenicu da

će oko 1.400 kamiona dnevno pokrenuti zajedno Xc grana Koridora 10. **Ovaj protok kamiona pruža priliku Slobodnoj zoni Pirot da izgradi logistički terminal, a time i premesti dobar broj kamiona sa puteva na železnicu, stavljajući u prvi plan železnički saobraćaj, koji manje zagađuje okolinu i jeftiniji je način prevoza.** Kako bi ostvarili tu ideju Slobodna zona Pirot planira da izgradi intermodalni terminal koji će omogućiti daleko efikasnije prenos tereta bilo iz kontejnera ili palete, u vidu rasutog tereta ili komadne robe, sa drumskog na železnički transport Ro-la i obrnuto.

Što se tiče projektovanog broja kamiona i kontenera po godinama koje će koristiti usluge Intermodalnog Logističkog Centra Pirot studija predizvodljivosti je dala sledeće rezultate, prikazane u Tabeli 2.

Tabela 2. Projektovani broj kontenera i kamiona po godinama, sa osvrtom na broj kamiona i kontenera za potrebe proizvodnje „Tigar Tyres-a“



Iz grafikona možemo videti značajan trend rasta broja kontenera kao sve manji rast broja kamiona što je i jedan od ciljeva budućeg Intrmodalnog Logističkog Centra. Iz grafika možemo primetiti tačku preseka linija koje pokazuju rast broja kamiona i kontenera i momenat kada će broj kontenera prevazići broj kamiona u transportu krakom Xc.

Projekat „Intermodalni Logistički Centar“ je već počeo i to izradom Predstudije izvodljivosti. Sledeći korak je izrada ostalih dokumenata koji su potrebni za sticanje uslova za izgradnju Intermodalnog logističkog Centra: studija izvodljivosti, idejni projekat i glavni građevinski projekat.

Predviđeno vreme za izradu studije izvodljivosti izgradnje Intermodalnog logističkog Centar je 18 meseci i završetak je planiran do sredine 2012. godine dok izrada glavnog projekta predviđena do kraja 2013. kada se planira početak izgradnje Intermodalnog Logističkog Centra.

Završetak TEN-T koridora, kao i sklapanje trgovinskih ugovora u Evro-Mediterranskom basenu, vodiće do zna-



čajnog povećanja uvoza/izvoza i tranzitne trgovine, što će usloviti razvoj potencijalno interesantnih oblasti za razvoj intermodalnog centra Pirot:

- **vezu sa lukama:** Slobodna zona Pirot može efektivno opsluživati železnicom od Crnog mora, posebno Burgasa, koji prikazuje značajan porast trgovine prethodnih godina. Dalje, luka Solun može takođe biti dostupna železnicom, sa malo manje efektivnim vezama, a u perspektivi rešavanjem trenutnih pitanja na stanicama u Nišu i Beogradu dovešće do efektivnih veza takođe i sa jadranskim lukama (Rijeka, Kopar).
- **moгуćnosti** intermodalnog centra Pirot, budućeg **interkontinentalnog i međunarodnog snabdevača**, povećati u budućnosti, zajedno sa značajnim povećanjem njene dostupnosti na Balkanu. Dakle, Pirot može biti idealan kandidat za regionalni distributivni centar u regionu. Ova mogućnost će biti naknadno istražene u detaljnoj studiji izvodljivosti koja će identifikovati potencijalne korisnike, počevši od lanca snabdevanja korisnika koji je već osnovan u Slobodnoj zoni Pirot.
- **tranzitna trgovina:** privreda u tranzitnoj trgovini imaće koristi od stalnog porasta sveukupnog saobraćaja duž koridora X. U tom smislu, detaljna studija izvodljivosti istražiće mogućnost integracije Slobodne zone Pirot i odgovarajućih internacionalnih transportnih operatera (npr Turskih kamionera).

Blizina granice Evropske Unije omogućava da se u Slobodnoj zoni Pirot obavlja proizvodnja za potrebe Evropske Unije kao i mogućnost da se koriste prednosti koje postoje za poslovanje van Evropske Unije kao i pružanje usluga transporta robe u projektovanim i fleksibilnim vremenskim okvirima. Srbija može postati proizvodni centar za slobodnotrgovinski izvoz na tržištu od 1 milijarde ljudi. Uključuje Evropsku Uniju, Sjedinjene Američke države, Rusiju, Severoistočnu Evropu, Belorusiju.

## 1.7. ZAKLJUČAK

Od strane ponude transportnih uslova, važni infrastrukturni projekti i planovi su u toku i/ili su već finansirani od strane Vlade Republike Srbije i Evropske unije, što će dovesti do značajnog povećanja broja domaćih i međunarodnih transportnih veza Slobodne zone Pirot. Naime, analiza dostupnosti eksplicitno pokazuje, da će Pirot imati izuzetne koristi od porasta železničke i putne veze sa lukama na Jadranu i Crnom moru, smanjenjujući vreme tranzita drumskog i železničkog saobraćaja. Osim toga, centralno mesto u okviru Balkana značajno će se poboljšati zahvaljujući opštem poboljšanju lokalne i regionalne putne mreže. Ovaj kontekst će omogućiti povećanje ukupne dostupnosti Slobodne zone Pirot, što znači efektivnije

moгуćnosti međunarodnih i interkontinentalnih snabdevanja i distribucije na Balkanu.

**Prema poziciji na koridorima na kraku Xc, iskustvu zaposlenih u oblasti kontenerskog transporta, zahvaljujući već postojećem dvomodalnom terminalu, postojećim korisnicima Slobodne zone Pirot (kojih ima oko 200), zahvaljujući postojećim industrijskim gigantima koji se nalaze u Slobodnoj zoni Pirot: 'Tigar Tyres', 'Tigar A.D' kao i kompletna već postojeća infrastruktura, obećavaju da će Slobodna zona Pirot zauzeti značajnu ulogu u mreži intermodalnih terminala.**

## LITERATURA

- [1] M. Georgijević, S. Roknić, V. Bojanić, Logistika kao veza Srbije sa EU, Univerzitet u Novom Sadu FTN, 2007. god.
- [2] Ministarstvo Infrastrukture, Transport Master Plan Republike Srbije, decembar 2009. god.
- [3] Dr Dragan Č. Kostić, Intermodalni terminal na Koridoru 10, Naučno-stručna konferencija, Privredna komora Beograda, Beograd, 21. oktobar 2010. god.
- [4] Prof. Dr Slobodan Zečević, dipl. inž., Prof. Dr Milorad Vidović, dipl. inž., Izveštaji "Intermodalna rešenja i konkurentnost u transportnom sektoru Srbije" IMOD-X projekta, Saobraćajnog fakulteta (SF) u Beogradu, Ministarstva za kapitalne investicije (MKI), i SINTEFA, Trondheim, Norveška (2005-2006. Beograd)
- [5] Michael Lux, Directorate general of European Commission, FREE ZONES IN THE EUROPEAN COMMUNITY, International Conference of Free Zones and Export Processing Zones, Flagstaff, Arizona, USA 1998. god.
- [6] Dr Dragan Kostić, dipl. ing. Zoran Petrović, Aleksandar Simonović, ELABORAT o ekonomskoj opravdanosti za određivanje područja proširenja Slobodne zone Pirot, Pirot 2011. god.
- [7] Intermodal Logistic Center Pirot, LOGICA Scarl, Opština Pirot, Slobodna zona Pirot, Novembar 2010. god.
- [8] [http://sr.wikipedia.org/sr-el/Panevropski\\_koridori](http://sr.wikipedia.org/sr-el/Panevropski_koridori) ;
- [9] Zakona o prostornom planiranju Republike Srbije od 2010 do 2020 (Sl. gl. 88/10)

# **EFFECT OF THE COMPLETION OF THE CORRIDOR X ON THE DEVELOPMENT OF INTERMODALITY OF ILC<sup>4</sup> PIROT**

*Ph.D Dragan Kostić, Free zone Pirot  
Vladan Stojanović,  
Aleksandar Simonović*

## *Summary*

*In the process of forming an integrated European transport system, Serbia joined the system by establishing the Master Transport Plan of the Republic of Serbia. As the development of the Integrated Transport Network is crucial for Serbia's integration into European economic developments, Free Zone Pirot has launched a project of construction the Intemodal Logistics Center on the Corridor 10 which leans on the Pan-European corridors 4 and 8 The development of industrial operations in the Free Zone is directly dependent on the quality and speed of service in the international transit of goods. Constru-ction of the highway on the Corridor 10 is of the utmost importance for the inclusion of South Serbia region in a network of "green corridors" Integrated transport system of the European Union, while the efficiency of the Intermodal Logistic Centre is directly dependent on fast connections to the Corridor 10.*

*Keywords: Intermodal Terminal, Pan-European corridors, Free Zone, Corridor X, Corridor Xc, Intermodal Logistics Center Pirot, Green Corridors*

*Adresa za kontakt:  
Dr. Dragan Č. Kostić  
Slobodna zona Pirot  
18300 Pirot  
Nikole Pašića 215  
E-mail: dragan.kostic@tigar.com*

---

<sup>4</sup> ILC (Intermodal Logistic Center Pirot)

## ПЛАНИРАЊЕ ПРЕТОВАРНИХ СТАНИЦА У СИСТЕМУ УПРАВЉАЊА КОМУНАЛНИМ ОТПАДОМ

*Данијел Марковић, дипл. маш. инж.  
Милан Јовановић,  
Проф. др Драгослав Јаношевић*

*Универзитет у Нишу  
Машински факултет у Нишу*

### **Резиме**

*Функционална, параметрска и структурна анализа претоварних станица у систему управљања комуналним отпадом. Дефинисање захтева и критеријума за развој и лоцирање претоварних станица у систему регионалног управљања отпадом. Основе пројектовања претоварних станица.*

**Кључне речи:** Трансвер станице, локације, отпад

### **1. УВОД**

Модерно доба двадесет првог века, окарактерисано је експанзијом, људског знања, технологије, информационих система и индустрије. Настао је савремени свет глобализације који нас непрестано условљава ка даљем напретку у свим сферама живота. Модерно доба није напредовало само у технологији и знању, већ и у буђењу људске свести о многобројним питањима. Отуд се данас посебан акценат ставља на важност очувања животне средине и тежи се уређењу процеса везаних за ову област. Један од низа проблема из ове области, јесте досадашњи начин прикупљања отпада и његово одлагање. Системи управљања отпадом који се користе код нас су постављени пре тридесет и више година и врло тешко могу да одговоре данашњим трендовима, који се одликују све ригорозним захтевима које намећу корисници.

Досадашња пракса у системима отклањања отпада је таква да сваки град има своју депонију у непосредној близини града која је неко решење у наредних десет или двадесет година. Међутим, за то време се сам град

шири као и његове потребе у систему отклањања отпадом, те долази до тога да постојаће депоније не задовољавају нове услове а њихова надоградња и побољшање не показују економичну оправданост, као ни изградња нових које би имале исти концепт. Сем потребе за великим улагањима јавља се и проблем у одабиру локације за нову депонију [1,5]. Овакав вид проблема је узрок томе да се данас у развијеним земљама практикује концепт санитарних депонија, који се одликује изградњом велике депоније на регионалном нивоу. Овакве депоније су великог капацитета и представљају дугорочно решење за већу регију. Мана оваквог концепта је то што повећава цену транспорта, па је у ту сврху потребно изградити претоварне станице у оквиру насељених подручја. Претоварне станице су незаобилазна карика у оваквом систему, оне сем сто смањују трошкове превоза, отварају и друге могућност у овој области.

### **2. ФУНКЦИЈЕ ПРЕТОВАРНИХ СТАНИЦА**

Примарна функција претоварних станица је смањење трошкова транспорта у системима одлагања отпада. Приликом прикупљања у претоварним станицама отпад се често и додатно третира, најпре да би му се смањила запремина и на тај начин повећала корисност возила при даљем транспорту [2].

Смањивање запремина отпада се најчешће врши сабијањем или уситњавањем. Осим своје примарне функције, претоварне станице омогућавају:

- контролу отпада пре одлагања,
- коришћење рециклабилних компоненти,
- одабир боље методе при одлагању.

Могућности претоварних станица су многобројне и варирају у зависности од потреба регије коју опслужује. Полазни фактори који утичу на даљи развој претоварне станице су свакако количина отпада коју треба опслужити и које врсте отпад би станица третирали и на који начин. У претоварним станицама отпад не би смео да се задржава дуже од неколико часова, тако да и када би се вршила додатна третирања, користан отпад би морао да се прослеђује даље, чиме се станица условљава на сарадњу са фирмама које се баве прерадом секундарних сировина, компостирањем или другим видом прераде. Рад претоварних станица у великој мери могу поспешити и други типови побољшања. Један вид побољшања је организовање сабирних станица на нижем нивоу - сортирних станица, које би служиле као центри за сакупљање различитог рециклабилног материјала који би грађани сами доносили. Други вид јесте постављање контејнера за прикупљање одређеног отпада који ће се даље третирали без додатних манипулација.

Овакви начини побољшања рада претоварних станица могу бити од велике важности али на жалост за њихову примену је потребно подићи свест грађана о важности заштите животне средине што ствара захтеве за едукацијом. На пословање једне претоварне станице доста утиче и квалитет пословања Јавних комуналних предузећа (организација, тачност...) центри за чекање возила на истовар.

### 3. КОНЦЕПЦИЈЕ ТРАНСФЕР СТАНИЦА

Најједноставнија варијанта претоварних станица се јавља у облику сортирних станица и станица орјентисаних на мање регије, са мањим захтевима за капацитетом. Једини захтев оваквих станица је објекат који наравно мора да задовољава прописане услове. У њима се обично врши само претовар отпада из аутосмећара у већа транспортна средства и отпад се ретко додатно третира. Претовар се врши директно или уз помоћ манипулативног средства. Капацитети овог типа станица су мали [3].

Нешто сложенија концепција претоварних станица су станице са таласним јамама. Структура овог типа станица такође једноставна и састоји се од прописаног објекта који је додатно проширен таласним јамама. Таласне јама су манипулативни-просторни нивои који омогућавају независни истовар аутосмећара од даље манипулације отпадом и утовара у трансфер приколице. Оваква структура станице изискује потребу за већим простором као и потребу за манипулативним средствима. На овај начин се повећава капацитет претоварних станица, али се повећавају и трошкови.

Врсте претоварних станица која данас имају све мању примену су станице са стационарним компактором. Стационарни компактор, је систем са хидрауличним РАМ компактором који директно сабија отпад у трансфер приколицама. Овакав начин сабијања отпада захтева јаче и скупље конструкције трансфер приколица и сам компактор спада у застарелу технологију, па стога није препоручљив.

Побољшана верзија компактор система је прекомпактор систем сабијања отпада. Оваква варијанта компактора састоји се од цилиндра, унутар кога хидраулички РАМ сабија отпад. Целокупан процес сабијања отпада се врши унутар компактора тако да овај систем не изискује робусне конструкције трансфер приколица. Након сабијања отпад се директно утоварује у трансфер приколице које често користе "walking floor" технологију истовара терета. Прекомпактор систем се обично састоји из две одвојене јединице за сабијање, од којих је једна резервна и користи се услед редовних одржавања коришћене јединице или њеног отказа. Систем захтева висока улагања али су искоришћење и функционалност овог система су велика.

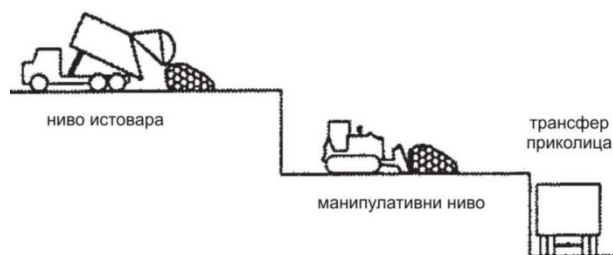
Трансфер станице са балер системом се претежно користе у областима где се преферира издвајање рециклажног материјала. Балер систем се састоји од пресе која након сабијања отпада врши његово увезивање (тракама, жицом), и формира независну транспортну јединицу-балу. Овакве транспортне јединице се транспортују на равним приколицама и потребно је манипулативно возило за њихов утовар-истовар. Балер систем се такође састоји из више радних јединица и његова цена је висока али зато има минималне захтеве за даљим транспортом.

Интермодуларни контејнер систем је варијанта претоварних станица која користи специјалне модуларне контејнере. Отпад се допрема у станицама и затим одлаже у контејнере специјалног дизајна-модуларне контејнере, који имају могућност дужег чувања отпада под контролисаним условима. Тачније они омогућавају задржавање отпада и до 24 пута, тако

да се њиховом употребом омогућује више времена за боље испуњавање капацитета и значајно редукује број возила за даљи транспорт. Уједно модуларни контејнери су таквог дизајна да их је могуће превозити разним врстама приколица, вагонима... Овакви контејнери се транспортују запечаћени и њихово пражњење се врши кип системом.



а) Основна претоварна станица



б) Претоварна станица са таласним јамама



в) Претоварна станица са стационарним компактором



г) Претоварна станица са прекомпактором



д) Претоварна станица са балер системом



е) претовара станица са интермодуларним контејнерима

Сл. 1. Типови претоварних станица

#### 4. ЛОКАЦИЈЕ ПРЕТОВАРНИХ СТАНИЦА

Број претоварних станица и избор њихових локација, проистичу из потребе да се задовоље два основна критеријума – укупан капацитет отпада за одлагање и максимална удаљеност области коју треба опслужити.

Да би се одредиле локације претоварних станица, најпре је потребно прерачунати оптималне удаљености региона и на тај начин оквирно претпоставити потенцијалне локације.

Ове удаљености се одређују на основу директних трошкова без и са претоварним станицама у систему управљања отпадом.

Трошкови директног превоза без претоварних станица:

$$C_d = \frac{d \cdot C_{pr}}{N_{as}} \quad [din/t] \quad (1)$$

где је:  $N_{as}$ - носивост средства за прикупљање отпада [t],  $C_{pr}$ - просечна цена транспорта [din/km],  $d$ -удаљеност [km].

Трошкови са употребом претоварних станица:

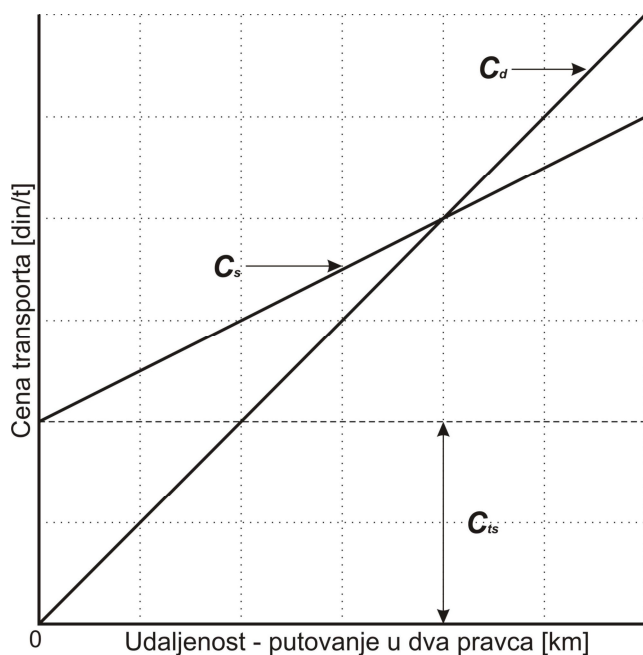
$$C_d = C_{is} + \left( \frac{d \cdot C_{pr}}{N_{as}} \right) \quad [din/t] \quad (2)$$

где је:  $C_{is}$ - трошкови претоварне станице [din/t],

На основу израчунтих трошкова одређује оптимално растојање помоћу дијаграма (сл. 2).

При избору локације претоварних станица такође треба водити рачуна и о критеријумима који утичу на заштиту животне средине [3].

Оваквим прорачуном се дефинише најмања удаљеност, потребна да би употреба претоварних станица била економски исплатива. Ова вредност варира у зависности од подручја и њене тренутне економске ситуације.



Сл.2. Трошкови транспорта са и без станица

Након одређивања оптималног растојања, при одабиру тачне локације претоварне станице, треба постићи равнотежу између више критеријума и њихових циљева, за шта је погодно ангажовање више струка. Критеријуми које треба задовољити су:

- технички критеријуми,
- критеријуми ексклузивности,
- специфични критеријуми околине.

*Технички критеријуми се односе на:* приступ главним транспортним рутама, однос централне локације са путањама сакупљања, захтеви према потребној величини локације, могућност проширења, простор за третирање отпада (рециклажу...), простор за паркинг и манипулацију теретом, простор за интерне саобраћајнице, гранични простор, топографија, приступност инсталацијама воде и енергије.

*Критеријум ексклузивности* узимају у обзир изградњу објеката на ексклузивним локацијама и локацијама које захтевају посебну техничку изградњу изискују велике трошкове или су прописима и уредбама забрањени. Овакве локације, и ако би биле законски одобрене, изградњу претоварне станице знатно поскупеле, па их је зато потребно избегавати. Такве локације су: заштићена подручја од историјског и културног значаја, угрожена и урбана подручја...

*Специфични критеријуми* разматрају утицај објекта на околину. Ови критеријуми су обично мање технички и углавном садржи локалне, друштвене и културне факторе.

#### 5. КАПАЦИТЕТ ПРЕТОВАРНИХ СТАНИЦА

Приликом планирања једног система управљања отпадом за одређену област, веома је битно извршити правилан одабир величине и капацитета претоварне станице.

Величина претоварне станице се обично одређује на основу низа фактора:

- површине подручја са ког се отпад сакупља,
- количине отпада који се генерише (укључујући могућа повећања и смањења),
- типова возила која прикупљају отпад,
- типова материјала предвиђених за трансфер,
- дневних фреквенција доношења отпада,
- расположивости трансфер приколица,
- броја и капацитета трансфер приколица,
- брзина претовара-утовара,
- однос са осталим постојећим постројењима за управљање отпадом, као што су депоније, постројења за рециклажу.
- потребан паркинг простор,
- потребан простор за манипулацију возила и броја утоварних и истоварних места,
- површине за краткорочно процесирање отпада и складишта (за задржавање отпада док се не утовари у возила за трансфер).
- потребан простор за пропратне активности семинаре, едукацију, прање возила, одлагање рецикла-жних компоненти...

У зависности од типа претоварних станица, варира и њихов капацитет који се одређује помоћу једначина:

- на основу брзине којом се отпад истовара из доставних возила:

$$C = P_c \cdot \frac{L}{W} \cdot \frac{60 \cdot H_w}{T_c} \cdot F \quad (3)$$

- на основу брзине којом се трансфер приколице утоварују:

$$C = \frac{P_t \cdot N \cdot 60 \cdot H_t}{T_t + B} \quad (4)$$

- капацитет претоварних станица са стационарним компактором:

$$C = \frac{N_n \cdot P_t \cdot F \cdot 60 \cdot H_w}{\left( \frac{P_t}{P_c} \cdot \frac{W}{L_n} \cdot T_c \right) + B} \quad (5)$$

- капацитет претоварних станица са прекомпактор системом:

$$C = \frac{N_n \cdot P_t \cdot F \cdot 60 \cdot H_w}{\left( \frac{P_t}{P_c} \cdot T_c \right) + B} \quad (6)$$

- капацитет претоварних станица са балер системом:

$$C = \frac{N_n \cdot P_t \cdot F \cdot 60 \cdot H_w}{\left( \frac{P_t}{P_c} \cdot \frac{W}{L_n} \cdot T_c \right) + B_c + B} \quad (7)$$

где је:  $C$  - капацитет претоварне станице [ $t/dan$ ],  $P_c$  - носивост прикупних возила [ $t$ ],  $P_t$  - носивост трансфер приколица [ $t$ ],  $L$  - дужина истоварног простора [ $m$ ],  $L_n$  - дужина компакторске јединице [ $m$ ],  $L_p$  - дужина цилиндра компактора - пресе [ $m$ ],  $W$  - ширина истоварног простора [ $m$ ],  $H_w$  - време трајања дневних истовара [ $min$ ],  $H_t$  - време дневног утовара трансфер приколица [ $min$ ],  $T_c$  - време истовара возила (смећара) [ $min$ ],  $T_t$  - време утовара приколице [ $min$ ],  $N$  - број трансфер приколица које се утоварују истовремено,  $N_n$  - број компакторских јединица,  $N_p$  - број компакторских преса,  $B$  - време потребно за манипулацију [ $min$ ],  $B_c$  - укупно време једног циклуса [ $min$ ],  $F$  - фактор искоришћења.

Капацитет свих претоварних станица у којима се не врши третирање отпада (умањивање запремине), се израчунава на исти начин, с' тим да је код појединих концепција омогућено привремено задржавање отпада што омогућава боље искоришћење капацитета.

## 6. ЗАКЉУЧАК

Иако су овим радом дефинисани и ближе објашњени само најзначајнији параметри претоварних станица, лако је закључити, да ће се овакав концепт у систему управљања отпадом, сам од себе наметнути у скорој будућности. Један од првих показатеља је све већа тенденција у свету да се, где год је могуће, користи рециклабилни материјал и да се отпад сведе на минимум. Јер је, насу-прот израде нових, потребно вишеструко мање енергије за прераду већ постојећих материјала. Досадашњи концепти у планирању система, полако губе битку са све драстичнијим повећањем стандарда на које треба да одговоре. Суочавају се са љутским напретком, експанзијом и развојем који проузрокују све веће потребе људи. Али иако би претоварне станице, потенцијално унапредиле системе управљања отпадом, њиховом имплементацијом у нашу средину, не би постигли жељене резултате све док не пробудимо свест људи и околине о овом проблему.

## 7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] MANUA, A, Waste Transfer Stations Making: Environmental Protection Agency SAD, 2000.
- [2] NSUO, *Nacionalna strategija upravljanja otpadom sa programom približavanja Evropskoj uniji*, Vlada Republike Srbije, 2003.
- [3] KIRCA, O, ERKIP, N, *Selecting transfer station locations for large solid waste systems*. European Journal of Operational Research, 38 pp 339-349, 1988.
- [4] <http://www.epa.gov>
- [5] GHOSE M. K, DIKSHIT A. K, SHARMA S. K, *A GIS based transportation model for solid waste disposal : A case study on Asansol municipality*, Waste Management, 2006.

## PLANNING TRANSFER STATIONS IN THE MUNICIPAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM

*M.Sc. – Ing. Danijel Marković, MFN  
Milan Jovanović, MFN*

*Prof. Dr. – Ing. Dragoslav Janošević, MFN*

### Summary

*Functional, parametric and structural analysis of transfer stations in the system of waste management. Defining the requirements and criteria for the development and location of transfer stations in the system of regional waste management. Principles of transfer stations.*

**Keywords:** *Transfer station location, waste management*

*Адреса за контакт:*

Данијел Марковић, дипл. маш. инж.,  
Универзитет у Нишу, Машински факултет у Нишу  
18000 НИШ  
А. Медведева 14 [danijel@masfak.ni.ac.rs](mailto:danijel@masfak.ni.ac.rs)

***ТРАНСПОРТНА И САОБРАЋАЈНА ТЕХНИКА***  
***TRANSPORT AND TRAFFIC TECHNOLOGY***





## ЖИВОТНИ ВЕК ВИЉУШКАРА У СРБИЈИ, ПРОБЛЕМИ СА КОЈИМА СЕ СУОЧАВАМО

*Јевто Лучић дипл.маш.инж.,*

*Проф. др Ненад Зрнић,*

*Машински факултет Универзитета у Београду*

### Резиме

У нестабилној економији обележеној падом домаће индустрије, у јеку економске кризе, Србији је неопходан опоравак индустрије кроз развој малих и средњих предузећа, као и капиталне инвестиције у нове производне објекте. Геополитички гледано, Србија је транзитна земља која је погодна за регионалне логистичке центре. Ова очекивања захтевају потребу за заменом постојећих транспортних машина и набавком нових. Због мале куповне моћи, либерализације увоза половних виљушкара, као и недостатка техничке регулативе, велики број застарелих и технички неадекватних виљушкара је ушло у Србију, и, заједно са старим виљушкарима домаће производње заситило тржиште. Због економске кризе већина малих и средњих предузећа ће наставити да користи застареле виљушкаре, одржаване и ремонтване локално. Значајан увоз нових виљушкара на српско тржиште је могућ једино уз долазак и учешће великих међународних компанија, и отварањем нових производних и логистичких капацитета. Овај рад ће се фокусирати на проблем загађења које чине половни виљушкарски у Србији којима истиче животни век.

**Кључне речи:** половни виљушкарски, утицај на животну средину

### 1. ТРЖИШТЕ ВИЉУШКАРА У СРБИЈИ

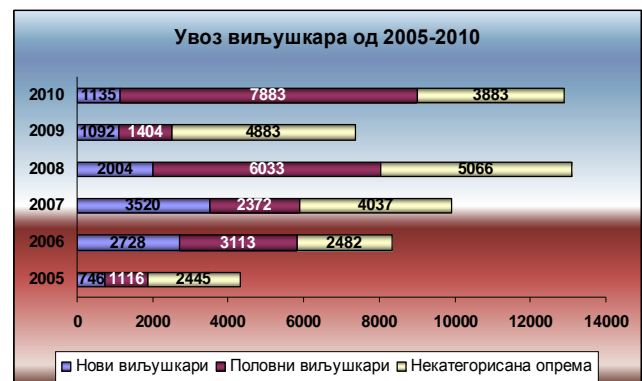
Тржиште Републике Србије је због непостојања развијене индустрије постало складиште отпада, како због мале куповне моћи предузећа у Србији, тако и због

потпуне либерализације увоза машина. За разлику од Европске Уније, код нас не постоје технички прописи за коришћење и увоз виљушкара, чиме су широм отворена врата увозу технички неадекватних машина по врло ниским ценама [1]. Оваква политика увоза је довела до значајног одлива средстава у иностранство, као и до великог засићења тржишта половним машинама. У привреди Републике Србије доминирају мала и средња предузећа са занемарљивим потребама за виљушкарима, а долазак великих међународних компанија и отварање нових производних и логистичких капацитета је још увек далеко. Према подацима Управе Царине Републике Србије, постоји константан тренд повећања увоза виљушкара [2]:

Табела. 1. Увоз виљушкара (ком) од 2005-2010, Управа Царине РС

Година увоза	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Укупан увоз	4307	8323	9929	13103	7379	12901

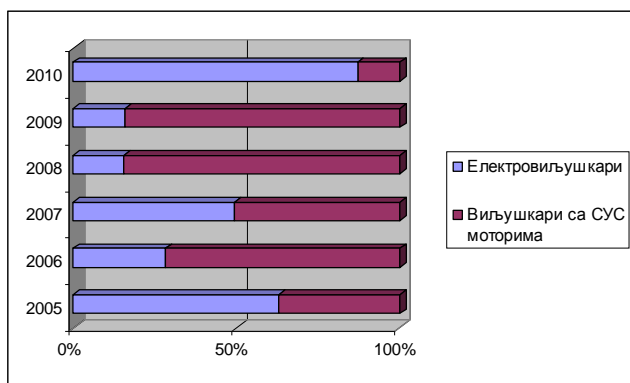
Листа увоза по годинама од 2005 до 2010 године из тарифне групе 8427 (Виљушкарски, остале аутокаре са уређајима за дизање и манипулацију) је разврстана на нове и половне виљушкарске. Остала опрема која није декларисана као виљушкарски је разврстана као некатегорисана опрема. У њу спадају средња роба и опрема за виљушкарске која је сврстана у исту тарифну групу 8427. Према подацима Управе Царине, у укупном увозу удео нових виљушкара је мали и креће се у интервалу од 9% до 17%. Изузетак су 2006. и 2007. година, када се однос увоза нових виљушкара у односу на укупан увоз повећао на трећину, првенствено због понуде повољног капитала на европском тржишту тик пре почетка економске кризе [2]. Ови подаци су приказани на следећој слици:



Сл. 1. Увоз виљушкара (ком) од 2005-2010, Управа Царине РС

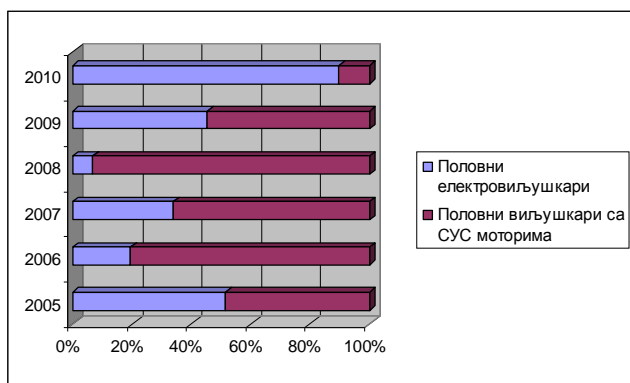
Половни виљушкарски који су увежени у Србију су различите старости, и крећу се од пар година старости па до преко педесет година старости. Према подацима Управе Царине, захваљујући непостојању законских ограничења приликом увоза, у задњих 5 година су увожени чак и виљушкарски из педесетих и шездесетих година прошлог века [2].

Међу увезеним виљушкарима заступљени су следећи погони- електровиљушкар и виљушкар са сус моторима са погоном на бензин, дизел, или ТНГ. Однос врсте погона варира од године до године, што је приказано на следећој слици:



Сл. 2. Заступљеност врсте погона увезених виљушкар од 2005-2010, Управа Царине РС

Ако посматрамо само увезене половне виљушкаре, приметно је да је однос врсте погона процентуално сличан, првенствено због тога што половни виљушкар доминирају у укупном увозу:



Сл. 3. Заступљеност врсте погона код увезених половних виљушкар од 2005-2010, Управа Царине РС

Због овакве либерализације увоза, тржиште виљушкар у Србији је тржиште застарелих машина, које имају велики утицај на загађење животне средине, и које имају сумњив животни век.

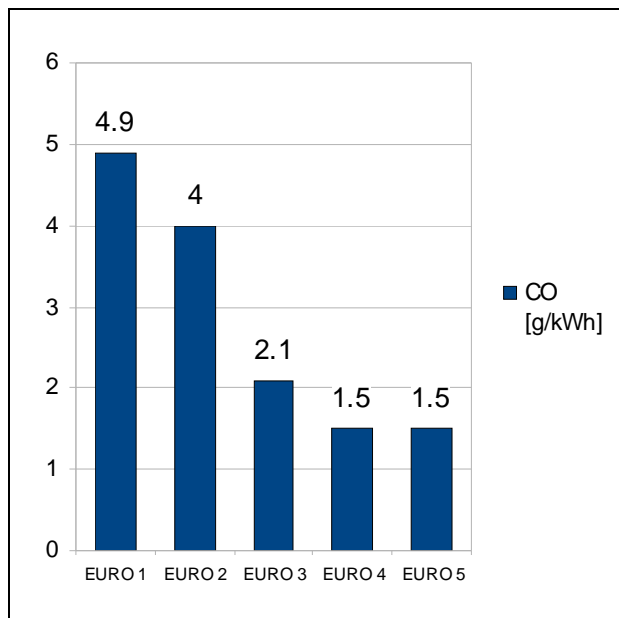
## 2. УТИЦАЈ ВИЉУШКАРА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ У РЕПУБЛИЦИ СРБИЈИ

Проблем употребе застарелих виљушкар посматрамо са два аспекта:

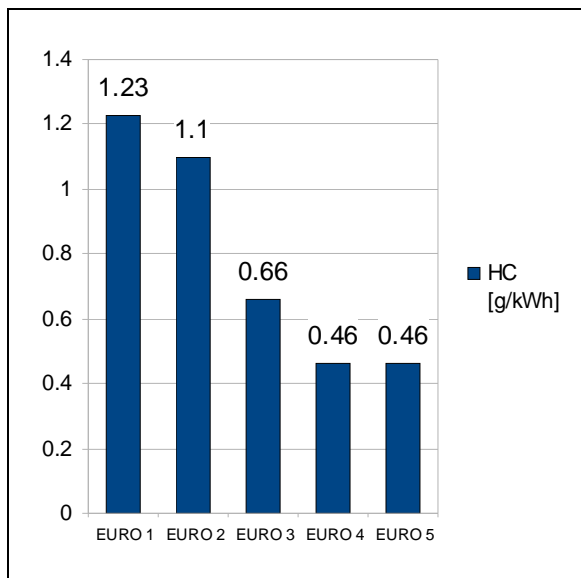
- Први код виљушкар са погоном на моторе са унутрашњим сагоревањем током њихове употребе, и
- Други код виљушкар на електропогон на крају њиховог животног века.

### 2.1. Утицај емисије издувних гасова виљушкар са погоном на моторе са унутрашњим сагоревањем на животну средину

Приликом употребе виљушкар са погоном на моторе са унутрашњим сагоревањем долази до емисије штетних гасова и честица. С обзиром да на нашем тржишту доминирају старе машине са моторима који не испуњавају еуро норме, њихов утицај је тим већи. Додатно, стари мотори имају и већу потрошњу, која је у директној корелацији са емисијом издувних гасова [3]. Својим радом, мотори са унутрашњим сагоревањем емитују угљене оксиде, азотне оксиде, угљо-водонике, честице, који су препознати као главни узрочници ефекта стаклене баште. Ради смањења утицаја издувних гасова на аеро загађење, Европска Унија (у то време Европска Економска заједница) је још 1970. године увела директиву 70/220 ЕЕС, где су дефинисане прве мере ради смањења емисије издувних гасова моторних возила и њихов утицај на загађење [4]. Пооштравање поменуте директиве почиње 1990, године дефинисањем и увођењем ЕУРО норми за моторна возила. Додатно, 1997, Кјото Протоколом, земље чланице UNFCCC (*United Nations Framework Convention on Climate Change*) су се обавезале да ће смањити емисију гасова који утичу на ефекат стаклене баште на ниво који би спречио њихов утицај на климу. Процењено је да транспорт као један од загађивача учествује са 13,1% укупне емисије издувних гасова који утичу на климатске промене [5]. Важан податак је да су произвођачи поштујући тренутно важеће ЕУРО 5 норме успели да смање емисију угљених оксида за 69,39% и емисију азотних оксида за 95,56% у односу на моторе са ЕУРО 1 нормама [4], што је приказано на сликама 4. и 5.



Сл. 4. Граничне дозвољене вредности емисије угљен монооксида у различитим Еуро нормама



Сл. 5. Граничне дозвољене вредности емисије угљоводоника у различитим Еуро нормама

Додатно, смањењем потрошње мотора за и до 30% смањена је и укупна емисија издувних гасова.

Поменуте податке можемо узети и као податке колико је процентуално већа емисија издувних гасова виљушкара у Србији, ако узмемо у обзир да је старосна доб виљушкара у Србији 2002. године била процењена на 19 година [1], и да, ако узмемо у обзир старост половних виљушкара који су у међувремену увезени, она није смањена.

## 2.2. Одлагање и рециклажа батерија код виљушкара на електропогон

При анализи виљушкара на електро погон јавља се проблем одлагања батерија на крају њиховог животног века, што представља и њихов главни еколошки потенцијални проблем [6].

Батерије припадају производима који, чак и када достигну крај свог животног века, и даље имају вредност пошто су направљене углавном од материјала који се лако рециклирају. Та чињеница може потенцијални проблем повећања количине батерија увозом половних виљушкара претворити у прерађивачки потенцијал. Основа за то су увођење и спровођење законских регулатива, као и њихова оштра контрола.

Приликом рециклаже батерија дефинисани су кључни критеријуми које идеална рециклажа обухвата [7]:

- Максимално искоришћење батерија након употребе
- Минималан извоз коришћених батерија у земље где је еколошка контрола слаба
- Минималан утицај на здравље средине где се налазе постројења за прераду, и
- Максимална заштита радника у постројењима за прераду.

У развијеним земљама скупљање, рециклирање и поновна дистрибуција батерија је систематизована, тако да су потенцијални губици олова приликом рециклаже и његова емисија у околину смањени на

минимум. Олово је погодан за рециклажу пошто је обновљив метал из скоро свих поља примене. Основни проблеми код његове рециклаже је његово скупљање и транспорт до рециклажних постројења.

Главне компоненте батерија су оловне катодe, аноде од оловног оксида, решетке и спојнице од оловних легура, електролита и кућишта [7]. Проблем који се јавља приликом рециклаже батерија је потенцијално загађење ваздуха, вода и земљишта сумпорним оксидом из електролита. Како би рециклажни процес био еколошки, постројење које се бави рециклажом батерија мора да поседује и постројење за третирање отпадних вода, како би се електролити и отпадне воде хемијски третирали. Такође, метали из отпадних вода као што су олово, кадмијум, бакар, гвожђе, калај, морају се филтрирати и скупљати ради рециклирања.

У Грчкој постоје две велике приватне фирме чија је главна активност прерада секундарног отпада добијеног из батерија, и свака годишње преради по око 21000 тона употребљених батерија, што чини 25-30% од укупног броја рециклираних батерија у Грчкој [7]. Њихово искуство је следеће - од око 100 килограма батерија добије се 35 килограма олова и 7,5 килограма пластике, чиме свака фирма произведе око 7200 тона олова и 2160 тона пластике из старих батерија. Поред ове две фирме, постоји и већи број мањих фирми које се баве истим послом.

Проблем настаје ако се батерије не рециклирају, већ заврше на отпаду. Главни утицај на животну средину код одлагања истрошених батерија имају:

- Чврст отпад,
- Отпадне воде, и
- Емисија гасова.

Проблем чврстог отпада је тај што је олово високо токсично, док киселина из електролита код нередициклираних батерија заврши у земљишту и води. Калкулативна емисија гасова се овде односи на емисију гасова возила која врше превоз батерија на отпад.

## 3. ЗАКЉУЧАК

Упркос лошој економској ситуацији потребно је дефинисати техничку регулативу и ограничити увоз половних виљушкара, како би њихов утицај на загађење био смањен. Не треба помињати да је Република Србија 24. септембра 2007. године ратификовала Кјото протокол, и да смо у обавези да смањимо емисију штетних гасова. Застарели мотори са својом великом потрошњом горива, као и емисија издувних гасова која је далеко изнад емисије издувних гасова ново произведених виљушкара утичу директно на повећање загађености и доприносе повећању ефекта стаклене баште.

Проблем рециклирања старих истрошених батерија треба решити на начин на који су га решиле развијене земље, треба систематизовати прикупљање и прераду истрошених батерија. Акцент мора бити на правној регулативи и на њеној контроли. Прикупљање мора бити систематизовано и организовано преко фирми које имају лиценцу за тај вид посла. Такође, држава мора бити ригорозна и мора контролисати фирме које се баве прерадом секундарног олова. Тренутна ситуација у Србији је да батерије или заврше на отпаду, или се

олово извади из батерија и препрода ради рециклирања, док киселина из електролита из батерија заврши у земљишту и води.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Костић, Р, Георгијевић, М, *Подна транспортна средства*, Нови Сад, 2006.
- [2] Управа Царине Републике Србије, *Редован увоз виљушара од 01.01.2005 до 31.12.2010.*, Београд, 2011.
- [3] Faуџал-Siddikou, В, Messagie, М, *Comparative LCA of electric, hybrid, LPG and gasoline cars in Belgian context*, EVS24 Symposium, Stavanger, Norway, pp. 1-8, May 13-16. 2009.
- [4] *Regulation (EC) No 715/2007 Of The European Parliament*, Official Journal of the European Union, 2007.
- [5] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2011.
- [6] Van Dan Bossche, Р, Vergels, F, *SUBAT: An assessment of sustainable battery technology*, Journal of Power Sources, Vol.162, Issue 2, pp. 913- 919, 2006.
- [7] Daniel, S, Pappis, C, Voutsinas, T, *Applying life cycle inventory to reverse supply chains: a case study of lead recovery from batteries*, Resources, conservation and recycling, Vol. 37, No. 4, pp. 251- 281, 2003.

## LIFE CYCLE OF FORKLIFTS IN SERBIA, PROBLEMS WE ARE FACING

*M.Sc. – Ing. Jevto Lučić, MF Beograd*  
*Prof. Dr. – Ing. Nenad Zrnić, MF Beograd*

### Summary

*In an unstable economy tarnished through decline of domestic industry, during the global economic crisis, Serbia is faced with the necessity of industry revival through the development of small and medium enterprises, as well as through capital investments in new production facilities. Geopolitically, Serbia is a transit country suitable for regional logistic centers, too. This expectation will lead into a necessity for disposal of existing transport machinery and purchasing new ones. Due to low purchasing power, import liberalization of used forklifts and lack of technical regulation, a large number of old and technically inadequate forklifts entered in Serbia and, together with local produced forklifts made our market saturated. As a result of economic situation, majority of small and medium enterprises in Serbia will continue to use the old existing forklifts, maintained and overhauled locally. The significant import of new and lowering average age of forklifts on Serbian market is possible only through entering and participation of major international companies in our market, by opening new production and logistic facilities. In the meantime, mayor world producers are focusing their research on new technologies based on environmentally friendly production and material use, and application of alternative fuels. This paper will focus on a problem with pollution and ecology impact of used forklifts that exists in Serbia reaching end of life.*

**Keywords:** *used forklifts, environment impact*

*Адреса за контакт:*  
дипл. маш. инж. Јевто Лучић  
Машински факултет Универзитета у Београду  
11120 БЕОГРАД  
Краљице Марије 16  
E-mail: [jevto.lucic@gmail.com](mailto:jevto.lucic@gmail.com)

## ОЦЈЕНА ЕРГОНОМСКИХ КАРАКТЕРИСТИКА МОСНЕ ДИЗАЛИЦЕ ПРЕМА СТАНДАРДУ ISO 2631-1

*Доц.др Јанко Д. Јовановић*  
Машински факултет у Подгорици

*Проф.др Миомир Љ. Јовановић*  
Машински факултет у Нишу

### *Резиме*

*Свакодневна изложеност утицају вибрација, које дјелују на читаво тијело, утиче на радну способност и удобност, а може довести и до здравствених проблема руковаоца транспортних средстава. Стога је утицај вибрација, које дјелују на читаво тијело, предмет међународног стандарда ISO 2631-1. Овај стандард класификује утицај вибрација које дјелују на читаво људско тијело на људско здравље, радну способност и удобност. Стога ће у овом раду бити извршена детаљна анализа утицаја вибрација које дјелују на читаво тијело руковаоца транспортног средства сходно критеријумима стандарда ISO 2631-1. Као показни примјер је изабрана мосна дизалица чији су руковаоци у дужем временском периоду пријављивали проблеме услед непријатности изазване интезивним радним вибрацијама дизалице, као и појаву бола у доњем дијелу кичменог стуба.*

**Кључне ријечи:** *вибрације, мосна дизалица, ISO 2631-1*

### 1. УВОД

Предмет истраживања представљеног у овом раду су вибрације које дјелују на читаво људско тијело и анализа њиховог утицаја на здравље, радну способност и удобност руковаоца мосне дизалице. Као показни примјер је изабрана мосна дизалица чији су руковаоци у дужем временском периоду пријављивали проблеме услед непријатности изазване интезивним радним вибрацијама дизалице, као и појаву бола у доњем дијелу кичменог стуба. Поред сопствене тежине и положаја тијела на оптерећење кичменог стуба највећи утицај имају вибрације које се

са радне машине преносе и дјелују на тијело руковаоца машине. Вибрације су препознате као узрочник оптерећења кичменог стуба током двадесетих и тридесетих година двадесетог вијека упоредо са убрзаним ширењем мобилних машина. Од тог времена до данас широм свијета је спроведен велики број истраживања утицаја вибрација на појаву професионалних обољења кичменог стуба. Истраживања која је спровела Р. Bongers са сарадницима показују да су радне вибрације мосне дизалице могући узрочника појаве бола у доњем дијелу кичменог стуба руковаоца дизалице [1,2]. Појава бола у доњем дијелу кичменог стуба је најчешће узрокована дегенеративним промјенама на међупршљенских дисковима.

С обзиром на пријављене проблеме руковаоца мосне дизалице, као и истраживања Р. Bongers, спроведено је истраживање радних вибрација дизалице. Добијени резултати су потом упоређени са препорукама стандарда ISO 2631-1 како би се процјенио њихов утицај на здравље, радну способност и удобност руковаоца дизалице.

### 2. МЕТОДЕ

Истраживање радних вибрација је изведено на мосној дизалици. Распон носеће конструкције дизалице је 30 m, а максимална носивост 5 t. Велики распон и врло еластична носећа конструкција дизалице, разлог су појаве интезивних вибрација у току рада дизалице. Мјерна опрема за мјерење вибрација дизалице, приказана на слици 2, се састоји од од сензора убрзања НВМ В12 класе тачности 05, мјерног појачивача НВМ 9012 С и лаптоп рачунара са програмом за аквизицију података добијених током истраживања.



Сл.2. Мјерна опрема

#### 2.1. Анализа вибрација према стандарду ISO 2631-1

Свакодневна изложеност утицају вибрација, које дјелују на читаво тијело, утиче на радну способност и удобност, а може довести и до здравствених проблема. Стога је утицај вибрација, које дјелују на читаво тијело, предмет међународног стандарда ISO 2631-1 [3]. Овај стандард класификује утицај вибрација, које дјелују на читаво тијело, на радну способност и удобност и људско здравље. За процјену утицаја вибрација на људски организам према стандарду ISO 2631-1 се примјењује

трећинско-октавна анализа вибрационог спектра. Сходно трећинско-октавној анализи фреквентни опсјег спектра вибрација, којим је изложен људски организам, дијели се на опсјеге ширине једне трећине октаве са средишњим фреквенцијама дефинисаним стандардом ISO 266 [4]. За фреквентне опсјеге ширине једне трећине октаве се потом одређује ефективно убрзање према изразу:

$$a_i = \left[ \frac{1}{\tau_i} \cdot \int_0^{\tau_i} a_i^2(t) \cdot dt \right]^{\frac{1}{2}}, \quad u = \overline{1, n} \quad (1)$$

гдје је  $a_i$  ефективно убрзање  $i$ -тог трећинско-октавног фреквентног опсега,  $a_i(t)$  регистровано убрзање вибрација у  $i$ -тог трећинско-октавном фреквентном опсјегу у функцији времена,  $\tau_i$  вријеме трајања вибрација у  $i$ -тог трећинско-октавном фреквентном опсјегу и  $n$  број трећинско-октавних опсјега.

Након одређивања ефективних убрзања трећинско-октавних фреквентних опсјега, одређује се вриједност фактора удара спектра регистрованих вибрација према изразу:

$$f_c = \frac{a_{\max}}{a_{i, \max}} \quad (2)$$

гдје је  $f_c$  фактор удара,  $a_{\max}$  максимална вриједност убрзања регистрованог током мјерења,  $a_{i, \max}$  ефективно убрзање трећинско-октавног фреквентног опсјега унутар којег се налази период осциловања са максималном регистрованом вриједношћу убрзања. За процјену утицаја вибрација на радну способност оператера у случају да фактор удара није већи од 9, према стандарду ISO 2631-1, мјеродавно је ефективно убрзања. Вриједност ефективног убрзања спектра регистрованих вибрација одређује се на основу претходно одређених ефективних убрзања трећинско-октавних фреквентних опсјега. С обзиром да утицај вибрација унутар различитих трећинско-октавних фреквентних опсјега на људски организам није исти то се при одређивању ефективног убрзања спектра регистрованих вибрација, вриједности ефективног убрзања појединих трећинско-октавних фреквентних опсјега коригују одговарајућим тежинским коефицијентима, прописаним стандардом ISO 2631-1:

$$a_b = \left[ \sum_{i=1}^n (v_i \cdot a_i)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

гдје је  $a_b$  ефективно убрзања спектра регистрованих вибрација,  $v_i$  тежински коефицијент  $i$ -тог трећинско-октавног фреквентног опсјега.

Код вибрација са максималним вриједностима убрзања које се јављају као последица краткотрајних ударних вриједности за процјену утицаја вибрација на људско здравље се користи, тзз., VDV вриједност која је знатно осјетљивија на ударне вриједности вибрације од ефективног убрзања. VDV вриједност за фреквентни опсјег ширине једне трећине октаве се одређује према изразу:

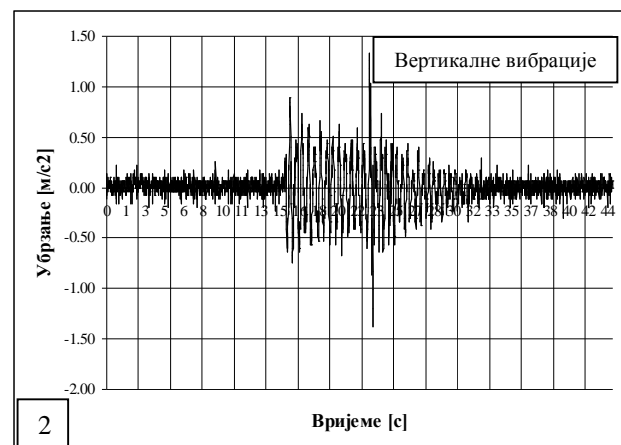
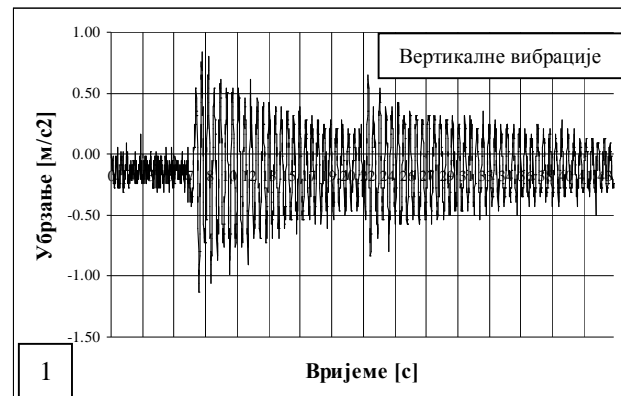
$$VDV_i = \left[ \int_0^{\tau_i} a_i^4(t) \cdot dt \right]^{\frac{1}{4}}, \quad i = \overline{1, n} \quad (4)$$

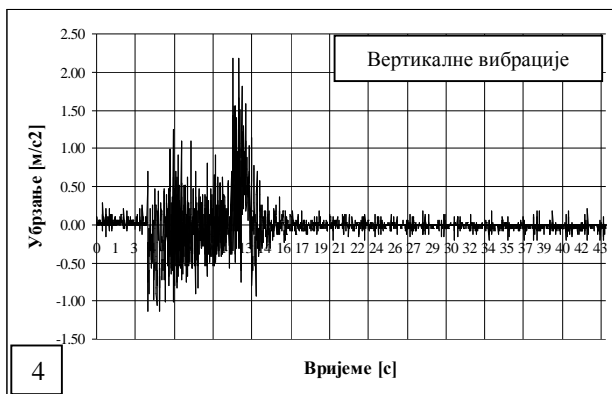
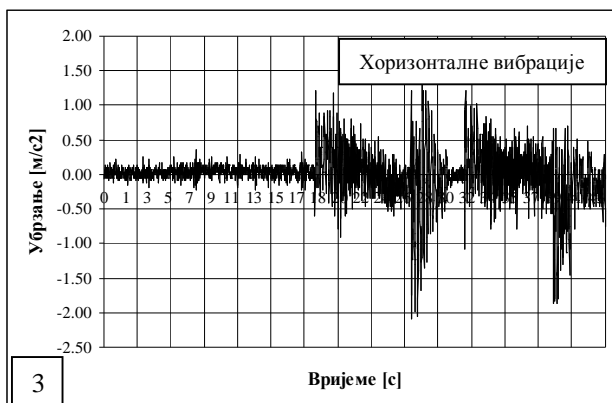
Овај додатни критеријум за процјену утицаја вибрација на људско здравље се користи уколико је испуњен следећи услов:

$$\frac{VDV}{a_v \cdot \tau^{\frac{1}{4}}} > 1.75 \quad (5)$$

### 3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

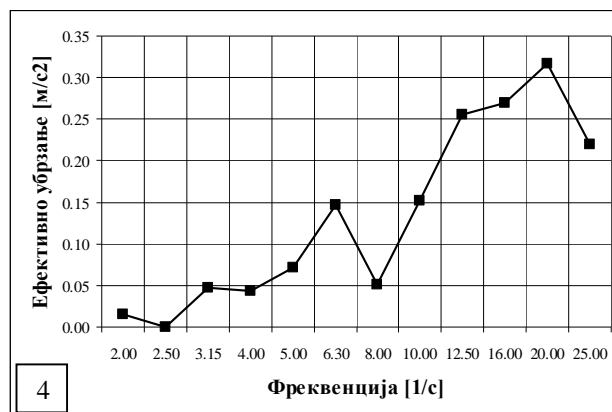
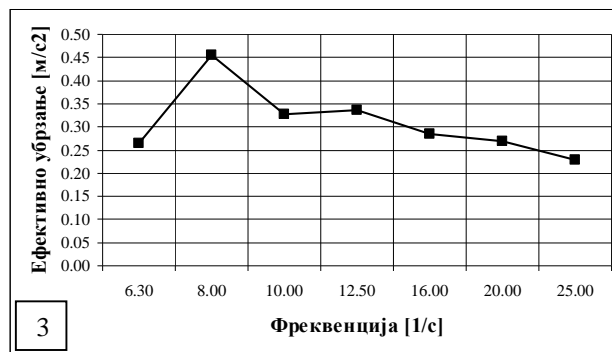
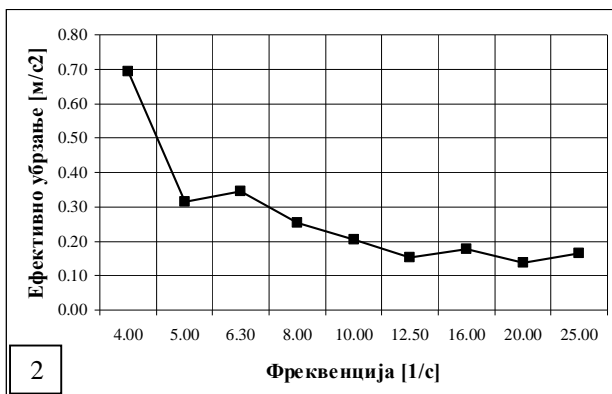
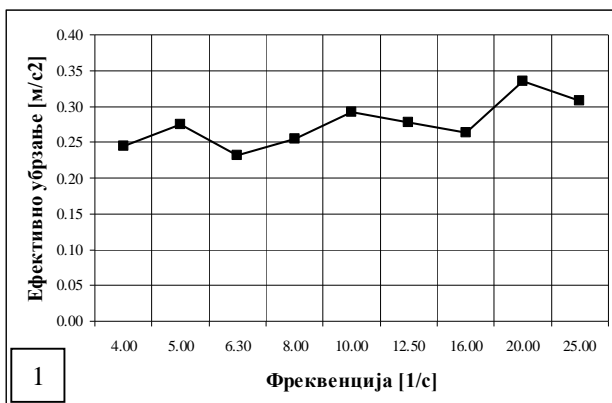
Убрзања вибрација мосне дизалице су регистрована у репрезентативним радним режимима дизалице. Током истраживања дизалица је била оптерећена теретом од 4 t који представља 80% носивости дизалице. Сензори убрзања којим су регистроване хоризонтална и вертикална убрзања вибрација дизалице су били фиксирани за сједиште руковаоца дизалице. На слици 3 је приказан дио резултата истраживања вибрација дизалице у следећим радним режимима: 1-постепено подизање терета са тла, 2-постепено спуштање терета на тло, 3-вожња са теретом и 4-нагло спуштање терета уз удар о тло.





Сл.3. Резултати мјерења вибрација мосне дизалице

Ефективна убрзања фреквентних опсјега ширине једне трећине октаве вибрационих спектра мосне дизалице, приказаних на слици 3, одређена трећинско-октавном анализом према стандарду ISO 2631-1 су дати на слици 4.



Сл.4. Ефективна убрзања фреквентних опсјега ширине једне трећине октаве

Вриједности фактора удара спектра регистрованих вибрација приказаних на слици 3, редом износе  $f_{c1}=3.32$ ,  $f_{c2}=7.76$ ,  $f_{c3}=7.74$  и  $f_{c4}=8.74$ . С обзиром да је вриједност фактора удара спектра регистрованих вибрација мања од 9, мјеродавна величина за процјену утицаја вибрација на радну способност оператера дизалице је ефективно убрзање спектра регистрованих вибрација. Вриједности ефективног убрзања спектра регистрованих вибрација за изабране радне режиме дизалице редом износе  $a_{v1}=0.72 \text{ m/s}^2$ ,  $a_{v2}=0.92 \text{ m/s}^2$ ,  $a_{v3}=0.18 \text{ m/s}^2$  и  $a_{v4}=0.10 \text{ m/s}^2$ .

На основу вриједности ефективног убрзања спектра вибрација регистрованих у изабраним радним режимима дизалице одређена је гранична вриједност временске изложености људског организма дејству спектра вибрација изнад које је потребно предузимање одређених превентивних мјера у циљу смањења ефеката вибрација, као и гранична вриједност временске изложености људског организма дејству спектра вибрација изнад које се људски организам не смије излагати дејству спектра регистрованих вибрација због опасности од губитка радне способности. Одређене граничне вриједности временске изложености дејству вибрација су дате у табели 1.

Таб.1. Граничне вриједности дозвољене временске изложености дејству вибрација

Спектар вибрација	1	2
Временски опсег [h]	3.5÷12	2÷6
Спектар вибрација	3	4
Временски опсег [h]	Неограничено	Неограничено

Описно је процјењен и утицај спектра вибрација регистрованих у изабраним радним режимима дизалице на радну удобност оператора дизалице. Резултати ове процјене су дати у табели 2.

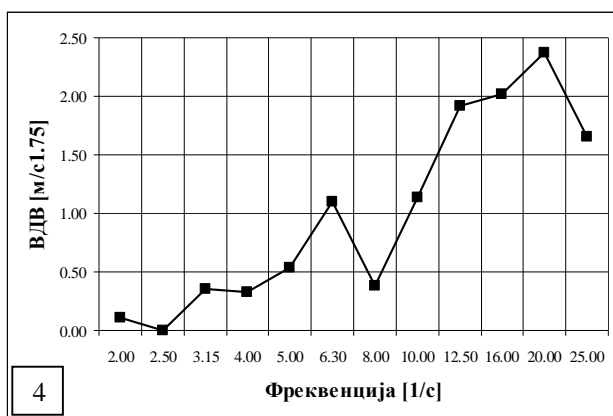
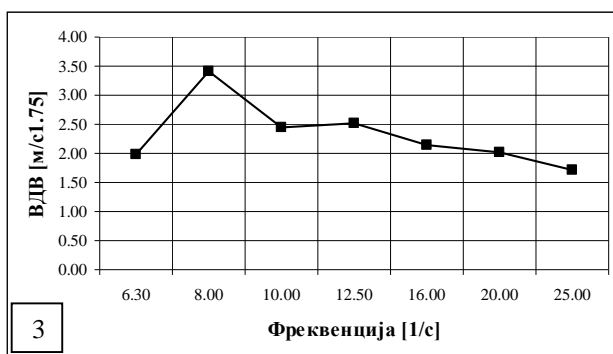
Таб.2. Процјена радне удобности оператора изложеног дејству спектра вибрација

Спектар вибрација	1	2
Радна удобност	Прилично неудобно	Неудобно
Спектар вибрација	3	4
Радна удобност	Није неудобно	Није неудобно

VDV вриједности фреквентних опсега ширине једне трећине октаве вибрационих спектра мосне дизалице, приказаних на слици 3, такође су одређене трећинско-октавном анализом према стандарду ISO 2631-1 како би се испитиване вибрације оцјениле и према овом додатном критеријуму. На основу добијених VDV вриједности се показало да критеријум (5) задовољавају само вибрације дизалице које су регистроване за радне режиме 3 и 4. Добијене вриједности критеријума (5) за ова два радна режима износе:

$$\frac{VDV_3}{a_{v3} \cdot \tau_3^{\frac{1}{4}}} = 2.2 \text{ и } \frac{VDV_4}{a_{v4} \cdot \tau_4^{\frac{1}{4}}} = 13.6$$

Стога су на слици 5 приказане VDV вриједности само за ова два радна режима.



Сл.5. VDV вриједности фреквентних опсега ширине једне трећине октаве

Због релативно ниских вриједности ефективног убрзања вибрација одређеног за радне режиме 3 и 4 оцјена

вибрација извршена према допунском критеријуму не доводи до промјене оцјене добијене према основном критеријуму. Допуштено вријеме излагања вибрацијама за све радне режиме не указује на могућност појаве замора и опадање радне способности руковаоца дизалице. Услови радне удобности су међутим окарактерисани у распону од услова који нису неудобни до услова који су прилично неудобни. Дакле, ни за један од радних режима радни услови нису класификовани као удобни за рад, а разликују се само по нивоу неудобности.

Максимална величина ефективног убрзања вибрација је регистрована у режиму спуштања терета и то у трећинско-октавном опсегу са централном фреквенцијом од  $4 \text{ s}^{-1}$ . Дакле, најизразитије радне вибрације дизалице су у области ниских фреквенција које су једнаке сопственој фреквенцији кичменог стуба. Овакве вибрације, већих амплитуда, као и принудни сједећи положај оператора дизалице могу узроковати дегенеративне промјене на кичменом стубу. Бол у доњем дијелу кичменог стуба је карактеристичан резултат наведених промјена.

#### 4.ЗАКЉУЧАК

Добијени резултати не указују на то да вибрације дизалице доводе до појаве замора и губитка радне способности оператора дизалице, али показују да доводе до радних услова које карактерише смањење радне удобности, као и да су максималне вибрације дизалице у области сопствених вибрација кичменог стуба. Све ово указују на потребу даљих истраживања вибрација мосне дизалице у изабраним радним режимима под пуним оптерећењем како се би додатно расвјетлио утицај вибрација дизалице на радну способност и удобност оператора дизалице.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] BONGERS P.M, BOSHIJZEN H.C, HULSHOF C.T.J, KOERNEESTER A.P, *Izloženost vibracijama i oboljenja donjeg dijela kičmenog stuba rukovaoca mosne dizalice*, International Archive of Occupational and Environmental Health, br. 60, str.129-137, 1988.
- [2] BONGERS P.M, BOSHIJZEN H.C, HULSHOF C.T.J, KOERNEESTER A.P, *Dugotrajna bolovanja usled oboljenja donjeg dijela kičmenog stuba rukovaoca mosne dizalice izloženih dejstvu vibracija koje djeluju na čitavo tijelo*, International Archive of Occupational and Environmental Health, br. 61, str. 59-64, 1988.
- [3] ISO 2631-1 "Mehaničke vibracije i udari –Procjena ljudske izloženosti dejstvu vibracija koje djeluju na čitavo tijelo", ISO, Ženeva, 1997.
- [4] ISO 266 "Akustika. Standardne frekvencije", ISO, Ženeva, 1997.
- [5] GRIFFIN M.J, *Priručnik o vibracijama koje djeluju na ljudsko tijelo*, Academic Press, London, 1990.



## РФИД-ТЕХНОЛОГИЈА У ЛОГИСТИЧКИМ ТРАНСПОРТНИМ СИСТЕМИМА

*Др Владислав Благојевић,  
Машински факултет у Нишу*

*Проф. др Миодраг Стојиљковић,  
Машински факултет у Нишу*

### Резиме

Развој логистичких процеса веома зависи од развоја нових информационо-комуникационих технологија. Међу њима се нарочито истиче употреба РФИД (Radio Frequency Identification) технологије, која доста поједностављује и убрзава процесе вођења евиденције о производима на складишту, превозном средству и др. У раду се приказују основе функционисања РФИД-технологије, као и њена примена на реалним логистичким транспортним системима, као и могућности и ограничења даљег развоја.

**Кључне речи:** RFID, logistički proces, transportni sistem

### 1. УВОД

Развој технологије сваким даном све више утиче на све пословне активности. Уз производњу, логистика је пословна активност на коју највише утичу технолошке иновације и унапређења и то нарочито из домена нових информационо-комуникационих технологија. Како би се што успешније остварила основна сврха логистике, која представља побољшање протока производа и информација кроз саму фабрику, али и кроз читави дистрибуциони ланац, користе се различите технологије аутоматске идентификације (AutoID - Auto Identification Technology). Аутоматска идентификација је широки појам који се односи на аутоматско прикупљање и архивирање података у рачунарским системима без присуства оператера. У аутоматску идентификацију спадају следеће технологије: баркод, ОЦР (Optical Character Recognition или технологије оптичког препознавања знакова), чип картице (Smart Card), биометријске технологије (отисци прстију и руке, препознавање гласа и идентификација очију) и РФИД технологија. Од свих технологија за

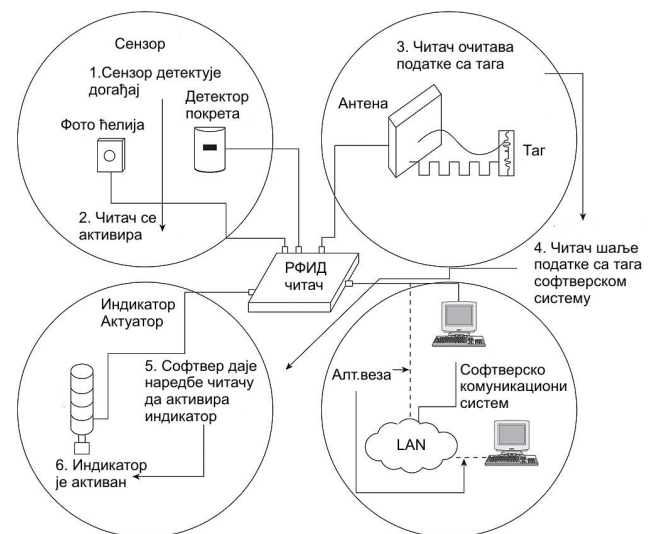
аутоматску идентификацију управо РФИД технологија показује највећу могућност за употребу у скоро свим логистичким процесима.

С обзиром да транспорт робе представља једну од главних функција логистике, у раду се разматрају могућности за примену система радио фреквентне идентификације како за потребе друмског тако и за потребе поштанског саобраћаја и транспорта уопште.

### 2. ОСНОВЕ РФИД ТЕХНОЛОГИЈЕ

Изум Леона Термина, руског проналазача, који је 1945. конструисао шпијунски алат - врсту бубице која је користила енергију радио таласа да би слала сигнале, сматра се претечом РФИД технологије. Први истраживачки рад на овом пољу везује се за дело Хари Стокмана, објављено 1948. под насловом „Комуникација посредством рефлектоване енергије“, у коме је предвидео широку примену РФИД технологије, као и мукотрпан рад на њеном развоју. Од тада до данас, прошло је нешто више од пола века развоја, да би се омогућила њена широка примена.

Типичан РФИД систем представља интегрисану колекцију компоненти, које обједињене чине РФИД решење. Типичан пример једног РФИД система приказан је на слици 1.



Сл. 1. Типичан пример РФИД система

Основне елементе сваког РФИД система чине:

- таг - носилац информације, обавезна компонента,
- читач - обавезна компонента,
- антена - обавезна компонента,
- контролер - обавезна компонента,
- сензор, индикатор и актуатор - опционе компоненте потребне за екстерни улаз и излаз система,
- рачунарски и софтверски систем - теоретски РФИД систем може да функционише независно од ових компоненти, али је практично бескористан без њих,
- комуникациона инфраструктура - обавезна компонента коју сачињавају обе врсте мрежа (жичане и бежичне) и инфраструктура потребна да

се претходно наведене компоненте повежу и остваре успешну комуникацију.

Како је већ речено, таг превентивно представља носиоца информације на коме могу бити записан читав низ информација (везаних за порекло, састав, количину производа и сл.). Тагови омогућују „читање“, односно „записивање“ података, и постоје три врсте:

- *Read Only (R)* - омогућују само читање података с тага који у процесу производње добија свој јединствени серијски број. Једном записана информација се не може мењати.
- *Write Once Read Many (WORM)* - корисник сам програмира меморију транспондера својим потребама. Податак се може уписати само први пут, након чега за стално остаје меморисан и може се неограничено читати.
- *Read/Write (R/W)* - корисник може много пута уписивати и читати информацију. Ови тагови су за сада доста скупи.

Поделу тагова могуће извршити и према врсти напајања, и то на: пасивне, полупасивне и активне тагове.

РФИД читач/писач је уређај који може да чита са тага и да уписује податке на одговарајуће тагове. РФИД читач/писач сачињавају следеће компоненте: одашиљач, антена, микропроцесор, меморија, улазно/излазни канали за екстерне сензоре, индикаторе и актуаторе, контролер, комуникациони интерфејс и напајање.

Једна од најзначајнијих карактеристика РФИД система јесте радна фреквенција. Радна фреквенција је фреквенција на којој читач врши емитовање и постоје четири основне групе:

- ниско фреквентне (LF), са опсегом 30-300 kHz,
- високо фреквентне/радио фреквентне (HF/RF), са опсегом 3-300 MHz,
- ултра високе фреквенције (UHF), са опсегом 300 MHz - 3 GHz,
- микроталасне > 3 GHz.

РФИД технологија омогућава велики напредак у многим областима, и то индустријској производњи, транспорту, продаји, електронској наплати и др. Значајне предности поменутог технологије у односу на друге идентификационе технологије јесу:

- бесконтактни пренос података,
- могућност уписивања података, чак до 100000 пута,
- није потребна оптичка видљивост,
- велика тачност читавања података, и
- могућност праћења тагова - повезивање више читача у један систем могуће је пратити кретање одређеног тага.

Поред многобројних предности, савремени РФИД системи имају следеће недостатке:

- висока цена тага,
- огромне количине података - ови системи производе огромне количине података у реалном времену, које је неопходно обрадити,
- читавање података може да буде ометано спољним електромагнетним поремећајима,
- приватност и безбедност података - различити читачи уколико раде на истој фреквенцији могу да

читају податке са истог тага. Само неке врсте тагова имају уграђену могућност енкрипције података.

### 3. РФИД ТЕХНОЛОГИЈА У ТРАНСПОРТНИМ СИСТЕМИМА

Транспорт робе представља главну карактеристику логистике дистрибуције и примена система радио фреквентне идентификације како за потребе друмског тако и за потребе поштанског саобраћаја и транспорта је веома велика.

Неке од честих и врло корисних примена РФИД технологија у друмском саобраћају су:

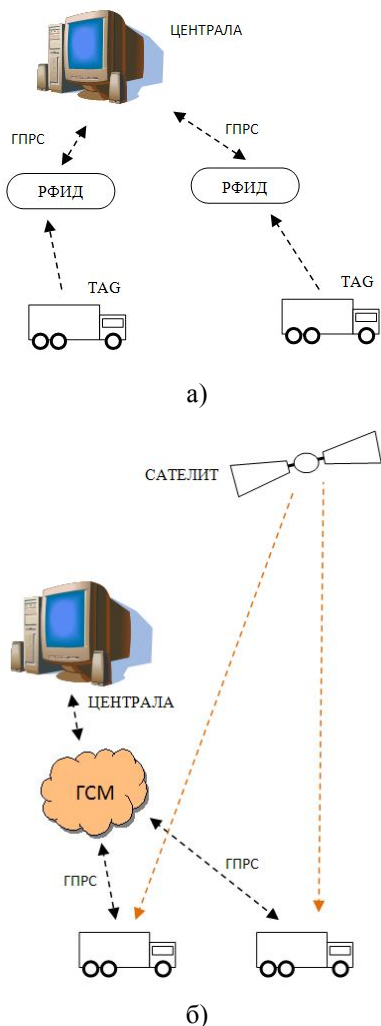
- Систем за аутоматску идентификацију возила базиран на РФИД технологији који користи активне транспондере који функционишу на 2, 4 GHz. Ови транспондери омогућују идентификацију возила док рецимо прилази рампи, без потребе за заустављањем или отварањем прозора, чиме се повећава проточност саобраћаја а самим тим смањује и време испоруке.
- Систем за контролу точења горива, обезбеђује испоруку течних горива једино у посебно обележена возила, као и аутоматску обраду свих релевантних података: време точења горива, врста и количина горива, имена возача и точиоца. Ови системи се лако инсталирају на већ постојеће бензинске станице чиме се спречава неконтролисано ненаменско точење горива.
- Систем за електронску наплату карата, у јавном градском превозу који је базиран на примени РФИД технологије, повећава комфор и безбедност путника. Са друге стране, обезбеђују се неопходни подаци за планирање саобраћаја и ефикасно коришћење ресурса.
- РФИД системи могу да се користе у гаражама или на паркинзима који би својим претплатницима додељивала налепнице (тагове), затим на аутопутевима за наплату путарина, у предузећима са великим бројем возила која желе да остваре евиденцију долазака/одлазака или присуства возила у кругу предузећа. Може се користити и додељивање јединствених тагова при регистрацији возила.

РФИД системи омогућавају даљинску контролу учинка возача и возила, контролу реализације реда вожње и централизовано управљање возним парком. Тренутно постоје два система за даљинско праћење возила и то су:

- системи са дефинисаним и
- системи са не дефинисаним путањама.

Систем са дефинисаним путањама је базиран на примени технологије глобалног пакета радио сервиса "ГПРС" (Global Packet Radio Service - GPRS) тј. преко сервиса мобилне телефоније. Принципијелни приказ таквог система је дат на слици 2а. РФИД тагови се постављају на возила, а РФИД пријемници се монтирају на контролне тачке. Пријемници региструју пролаз возила поред контролних тачака, а ГПРС модули затим шаљу податке ка централном серверу преко мреже мобилне телефоније. РФИД технологија

обезбеђује поуздану идентификацију кретања возила, а ГПРС сервис даје сигуран и брз пренос података. Овај систем је врло економичан у експлоатацији и то због мале цене и једноставне уградње ознака на возила, као и коришћења постојеће уличне инфраструктуре за постављање пријемника. Повећањем броја возила у систему, смањује се цена оваквог система по возилу.



Сл. 2. Типичан пример РФИД система: а) са дефинисаним путањама, б) са недефинисаним путањама.

Код система са недефинисаним путањама је потребно уградити интегрисани ГПС/ГПРС уређај у свако возило, слика 2б. Само инсталирање је врло једноставно и брзо. ГПС систем омогућава одређивање локације возила у сваком тренутку и праћење позиције возила на мапи у реалном времену. Добијене координате возила ГПС модул прослеђује ГПРС модулу који их затим шаљека централном серверу корисника преко ГСМ мреже.

За разлику од претходног, овакав систем није везан за дефинисање путање и контролне тачке, пошто је обезбеђена стална контрола кретања возила без обзира на њихову локацију. Овакав систем пружа значајне предности:

1. неограничено подручје на коме се могу кретати контролисана возила;

2. непрекидна и истовремена веза централног рачунара са свим возилима;
3. могућност ефикасног планирања путање возила и редукације трошкова.

Осим праћења кретања возила, постоје велике могућности примене РФИД технологија у праћењу робе, што је нарочито распрострањено у поштанским системима.

Применом РФИД система могуће је аутоматизовати процес праћења сакупљања пошиљки из ПТТ сандучића. На сваком ПТТ сандучету монтира се таг. На врећама за сакупљање се монтира микро читач за чување очитаних кодова са тагова са ПТТ сандучића. На месту на коме се врши селекција сакупљене поште обавља се очитивање садржаја микро читача чиме се аутоматски бележи код сваког ПТТ сандучића који је обиђен у процесу сакупљања пошиљки.

У случају да се поштанска возила крећу између унапред дефинисаних и фиксних одредишта могуће је аутоматизовати праћење кретања возила. На сваком возилу се фиксира таг који у тренутку доласка и одласка са одредишта читач на датом тачки у таг уписује податке о времену доласка и времену одласка. Када се возило врати на почетак ови подаци се аутоматски скидају током проласка возила кроз улаз објекта, односно преко антене и читача.

Пренос новца и осигурање депозитних трансакција, која је веома битна и са аспекта сигурности ризикантна, применом РФИД система се може подићи на виши ниво. Свака врећа са новцем садржи фиксиран таг који се очитива на машини. Када је идентификациони код са тага ауторизован, откључава се простор за смештање новца. Клијент убацује врећу са новцем у отвор и поново се приступа очитивању идентификационог кода. Ако је код исправан клијенту се штампа и издаје признаница.

Међународна поштанска корпорација ( International Post Corporation - IPC) је за контролу брзине допреме пошиљки у одређеним земљама користила "тест-писма." Од 1997. године ИПЦ користи пасивни таг као медијум за податке због потребе контроле. Таг се ставља у "тест-писмо" и очитива се на тачки уласка у административни процес, у процесу обраде и на крају процеса.

Примена РФИД система може олакшати процес праћења, евидентирања и инвентарисања стања потрошних средстава и олакшати и појефтинити пословање. На пример, поуздани и тачни подаци о статусу, стању и позицијама пнеуматика су један од виталних фактора за успешно управљање оперативним трошковима возног парка у поштанским организацијама. Вођење евиденције о сваком пнеуматику: где је постављен, датум набавке, датум протектирања, амортизована вредност итд., води се на ручни начин и обрада података је ручна, односно мануелна. Овај процес је подложен грешкама и могућим манипулацијама.

Систем за вођење евиденције о пнеуматима заснован на РФИД технологији састоји се од следећих компоненти:

1. Радио фреквентни примопредајник (таг); који има фабрички уписан јединствени идентификациони код

- те не постоје два тага са истим кодом. Таг се фиксира на спољашњу гуму, са унутрашње стране. Фиксирање се обавља једноставним лепљењем флеклице преко тага. На тај начин је сваки пнеуматик једнозначно дефинисан идентификационим кодом. Таг је мале тежине, ради у екстремним условима (висока температура и притисак), комуницира бежично, радио - фреквентним путем са ручним читачем за потребе ажурирања података.
2. Ручни читач служи за аутоматско прикупљање и чување података о сваком пнеуматику. Идентификациони код из тага се бежичним путем, преноси у базу података у ручном читачу. Поред идентификационих кодова пнеуматика уписују се и подаци о возилу, возачима итд. На исти начин прикупљу се и подаци о пнеуматичима у складишту и у сервису. Подаци из ручног читача се комуникационим путем преносе у рачунар на даљу обраду.
  3. Рачунар омогућава даљу обраду података о пнеуматичима добијених ручним читачима.
  4. Софтвер се налази на рачунару и служи за прикупљање, анализу и извештавање.
- Могућа је контрола приступа возила у различитим применама, као што је приступ претоварном месту, приступ паркингу, идентификација возила у процесу пуњења горивом, идентификација возила у току превоза итд. У случају контроле паркинга РФИД таг се ставља на возило или се налази код возача, а читач се налази на улазу у паркинг простор.
- Могућности за примену РФИД технологије у транспортним системима су многобројне и у овом раду су само најбитније примене напоменуте.

## ЗАКЉУЧАК

Како би се што успешније остварила основна сврха логистике, која представља побољшање протока производа и информација кроз саму фабрику, али и кроз читави дистрибуциони ланац, користе се различите информационо комуникационе технологије. Међу овим технологијама, једна од најзаступљенијих јесте РФИД технологија, као вид технологије аутоматске идентификације. Како транспорт робе представља једну од главних функција логистике, у раду се разматране и представљене могућности за примену система радио фреквентне идентификације како за потребе друмског тако и за потребе поштанског саобраћаја и транспорта уопште.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] FINKENZELLER, K, *RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification*, Second Edition, John Wiley & Sons, 2003.
- [2] McFARLANE, D, SARMA, S, CHIRNA, JL, WONGA, JY, ASHTONB, K, *Auto ID systems and intelligent manufacturing control*, Engineering Applications of Artificial Intelligence, Volume 16, Issue 4, June 2003, pp. 365-376.
- [3]. SANDIP, L, *RFID Sourcebook*, IBM Press, 2005.
- [4] ОСТОЈИЋ, Г, СТАНКОВСКИ, С, ЛАЗАРЕВИЋ, М, ШЕНК, И, *Примена РФИД технологије у управљању градским чврстим отпадом*, Инфотех 9, Јахорина, 2010.
- [5] СТАНКОВСКИ, С, ШЕШЛИЈА, Д, РАКИЋ-СКОКОВИЋ, М, ОСТОЈИЋ, Г, *Примена РФИД технологије у аутоматизацији*, Центар за аутоматизацију и мехатронику, Нови Сад, 2009.
- [6] DANIEL, V, PUGLIA, A, PUGLIA, M, *RFID - A guide to Radio Frequency Identification*, Wiley-Interscience, Mart, 2007.

## RFID TECHNOLOGY IN LOGISTIC TRANSPORT SYSTEMS

*Dr Vladislav Blagojević, MF – Niš  
Prof. dr Miodrag Stojiljković, MF – Niš*

### Summary

*The development of logistics processes is highly dependent on the development of new information and communication technologies. Among them there is a specific use of RFID (Radio Frequency Identification) technology, which simplifies and speeds up many processes of documenting the products in stock, transport vehicles, etc. This paper presents the basics of RFID technology operation and its application to real logistics transportation systems, as well as opportunities and constraints of RFID technology further development.*

**Key words:** *RFID, logistical process, transportation system*

*Адреса за контакт:*  
Др Владислав Благојевић  
Машински факултет у Нишу  
18000 НИШ  
А. Медведева 14  
E-mail: vlada@masfak.ni.ac.rs

***ПОСЛОВНА И ТЕХНИЧКА ЛОГИСТИКА***  
***BUSINESS AND TECHNICAL LOGISTICS***



## СТАЦИОНАРНИ ДИЈАГНОСТИЧКИ СИСТЕМИ У ОДРЖАВАЊУ ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА

*Проф. др Душан Стаменковић,  
мр Горан Петровић*

*Универзитет у Нишу  
Машински факултет у Нишу*

### **Резиме**

*У циљу повећања ефикасности одржавања и расположивости железничких возила уведени су дијагностички системи који се уграђују у возило тзв. он-борд ОБ (eng. on-board) системи и стационарна дијагностика. ОБ дијагностички систем је саставни део возила, док се стационарни систем поставља у радионици или поред пруге. У раду се даје кратак преглед технологија стационарне дијагностике које се последњих година интензивно развијају у свету.*

**Кључне речи:** *дијагностика, одржавање, железничка возила*

### **1. УВОД**

Суштина савременог приступа одржавању железничких возила према стању лежи у поузданој дијагностици и обради систематизованих мерних података. Основу за спровођење оптималног одржавања према стању железничких возила чини прецизан опис индивидуалних улога и функција склопова унутар возила, на основу кога се дефинише дијагностичка метода и дијагностичка опрема погодна за инсталирање на возилу. Поред тога неопходно је да се регистровани мерни подаци архивирају и систематизују како би на основу њих могла да се доноси одлука о спровођењу одређене активности одржавања.

Развој нових технологија значајно је утицао на савремена железничка возила. Данашња железничка возила имају снажне погонске системе, лаке и веома чврсте носеће конструкције, поуздане кочне системе. Бројна савремена решења, као што су нископодни улази, аутоматска врата, модерни санитарни уређаји,

системи за грејање, климатизацију, осветљење, и др. обезбеђују удобну вожњу путницима. Брзина кретања возова данас је достигла 300 km/h. Бројна техничка решења увећавају сложеност железничких возила, али се применом савремене електронике и рачунара обезбеђује успешна експлоатација.

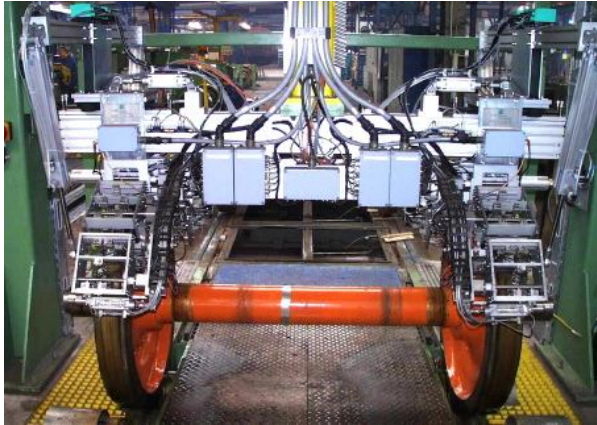
Тако комплексан систем, као што је воз, немогуће је у потпуности пратити и контролисати, али тежња је да се врши надзор што већег броја склопова, уређаја, односно система на возилу. Нова железничка возила су опремљена бројним сензорима и мониторинг возила може да се обавља и ван возила помоћу савремених информационих технологија, уз стално праћење бројних параметара на агрегатима возила. Тако су развијени бројни дијагностички системи који се уграђују у возило, ОБ дијагностика, као и дијагностички системи инсталирани на прузи (на редовној линији или у депоу), тзв. стационарна дијагностика. ОБ системи се користе за континуални надзор уређаја возила у експлоатацији док се стационарни дијагностички системи користе за повремене-периодичне прегледе исправности железничких возила. Уколико је стационарни дијагностички систем постављен у радионици, онда се врши утврђивање стања возила које је искључено из саобраћаја, у оквиру контролног прегледа. Када је дијагностички уређаји инсталиран на редовној траси, непосредно уз пругу, онда се надзор одређених склопова возила врши у оквиру редовне експлоатације, без заустављања.

Савремени дијагностички системи су значајно унапредили стални надзор железничких возила и повећали ефикасност превентивног одржавања према стању.

### **2. СТАЦИОНАРНИ ДИЈАГНОСТИЧКИ СИСТЕМИ У РАДИОНИЦИ**

Да би периодични контролни прегледи железничких возила у депоима били ефикаснији развијени су специфични дијагностички системи. Тако је Немачка железница (Deutsche Bahn) развила механизоване уређаје за испитивање трчеће површине точкова и тако унапредила контролу точкова у одржавању ICE возова. Претходно мануелно испитивање замењено је аутоматизованим испитивањем у депоима немачких железница инсталирањем опреме за испитивање точкова разграђених осовинских склопова и опреме за испитивање точкова без разградње осовинских склопова. Постројење за испитивање точкова разграђених осовинских склопова у немачком граду Падерборну (слика 1.а) обухвата ултразвучно испитивање и испитивање вртложним струјама. Вишеканални систем за испитивање поседује одговарајући софтвер за анализу резултата.

Због веће сложености возила, време потребно за разградњу осовинских склопова из возила је веће, што смањује расположивост возила и повећава трошкове одржавања. Да би се то превазишло, развијени су поступци испитивања железничких точкова без разградње осовинских склопова. Оваква опрема се често назива подземном опремом за испитивање. Прво овакво постројење постављено је у депоу при Централној Минхенској станици за ICE возове 2001. године (слика 1.б) [1].



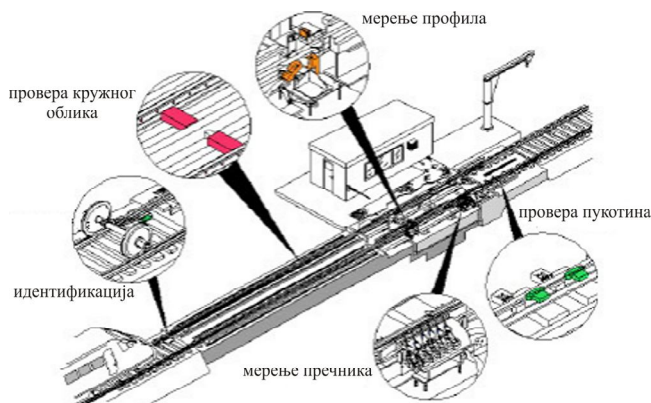
a)



б)

Сл. 1. а) Преглед точкова у депоу DB Cargo у Падерборну б); подземно постројење за испитивање точкова у ICE депоу Централне Минхенске станице

Предности ове аутоматизоване опреме су: већа поузданост испитивања, смањење времена испитивања, смањење трошкова и рачуарска обрада података. Стационарни дијагностички систем за надзор стања осовинских склопова (ULM), шематски приказан на слици 2, представља окосницу процеса одржавања ICE воза у депоима и непрекидно се усавршава и побољшава [2].



Сл. 2. Дијагностички систем за надзор точкова осовинских склопова (ULM)

Док воз пролази кроз дијагностичко постројење, проверава се центричност и профил точкова; на месту додира точак – шина, точак се ултразвучно скенира у циљу утврђивања постојања оштећења. Дијагностички подаци се сакупљају и архивирају у меморију рачунара након сваког проласка воза кроз ULM постројење. Дијагностика се врши док се воз креће кроз постројење брзином од 5 km/h. Овај дијагностички систем је у потпуности аутоматизован. Након препознавања воза, када сензори пошаљу информацију о приближавању воза, врши се преглед контактних површина точкова у циљу проналажења оштећења помоћу ултразвучног тестирања. Након тога се мере профили оба точка осовинског склопа коришћењем снопа светлосних зрака. Битни параметри геометрије точка (пречник точка и дебелина обруча точка) мере се у модулу за мерење точкова. На крају се мери радијална

истрошеност и детектују се равна места на точку. Овакав дијагностички систем представља основу континуиране дијагностике стања осовинских склопова и саставни је део процеса одржавања у депоима. Сви подаци добијени дијагностиком се прикупљају и представљају битан елемент одлучивања у процесу одржавања ICE воза.

### 3. СТАЦИОНАРНИ ДИЈАГНОСТИЧКИ СИСТЕМИ НА ПРУЗИ

Први стационарни дијагностички системи на прузи развијени су шездесетих година двадесетог века, али је њихова експанзија почела последњих 15 година [9]. Канадска национална железница је до 2002. године инсталирала 452 дијагностичка система са детекторима загревања осовинских лежајева и детекторима за откривање делова који излазе из габарита. У Америци су инсталирани разни типови детектора, међу којима су детектори буке лежајева, детектори бочног померања, детектори перформанси обртних постоља, детектори ударног оптерећења точкова и детектори профила точкова. Технологије мониторинга стања железничких возила су последњих година постале широко заступљене, тако да је то довело до могућности идентификације возила са лошим перформансама пре него што она изазову озбиљнија оштећења на инфраструктури. У земљама Европе, такође се догађа интензиван развој уређаја за мониторинг, што доводи до изузетно повољних резултата у смањењу отказа на возилима, као што су одступања од кружног облика и равне површине на точковима. У Холандији је развијен систем за детекцију равних површина точкова и за мерење осовинског оптерећења за возила у покрету. Сензори су уграђени испод шине на 38 локација и сви су повезани у централни сервер. Примена овог система довела је до смањења трошкова и за превознике и за власнике инфраструктуре. Превозници су имали смањење трошкова у одржавању точкова, али се такође смањило и број сломљених опруга огибљења, док су откази прегревања осовинских лежајева смањени за 90%. Власници инфраструктуре су добили бољи



преглед коришћења пруге (колико је тона прошло пругом). У Аустралији је инсталиран велики број детектора загрејаности осовинских лежајева, детектора за откривање делова који излазе из товарног профила, детектора ударног оптерећења точкова, система за мерење осовинског оптерећења за возила у покрету, детектора бочног померања, детектора буке лежајева, детектора перформанси обртних постоља и видео надзор за контролу вагона. На овај начин су успели да смање укупне трошкове транспорта за 50% у периоду 1990. до 1998. године. Радни век возила је продужен, а време експлоатације неких компоненти возила су увећане три пута, док је радни век шина увећан пет пута у периоду од 1972. до 2000. године.

Већина дијагностичких система за праћење стања железничких возила је усредсређено на тачкове и обртна постоља. С обзиром на то да су ти делови значајни за сигурност трчања, имају највећи утицај на трошкове одржавања. Највећи део трошкова одржавања, како возила тако и инфраструктуре, изазвана је појавама које се дешавају у контакту тачак – шина. Отказ на контакту тачак – шина може изазвати исклизнуће возила.

Неки примери стационарног дијагностичког система као што су:

- детектори за откривање делова кола који излазе из товарног профила,
  - детектори прегрејаности осовинских лежајева и загрејаности тачка и
  - детектори проклизавања тачка,
- детектују стварне недостатке на возилима, који се тешко могу предвидети или имају веома кратко време до отказа. У већини случајева информације из ових система нису погодне за утврђивање тренда, али су од значаја за заштиту опреме од даљег развоја отказа услед уоченог недостатка.

Детектори за откривање делова возила која излазе из товарног профила се најчешће користе за детекцију опреме која виси испод возила. Постоје једноставни механички детектори, као и савремени уређаји базирани на визуелној детекцији.

Детектори прегрејаности осовинских лежајева су у употреби од 1960. године и користе инфрацрвене камере које детектују топлоту генерисану услед неисправности лежаја. Прегревање лежаја може наступити веома брзо, и тада оставља мало могућности за откривање пре настанка потпуне хаварије. Лежај може да има недостатак дуже време и да показује мало одступање у температури, али после извесног времена наступа нагли скок у температури.

Детектор загрејаности тачка је сличан детектору прегрејаности осовинских лежајева. Он детектује топлотно зрачење са тачка. Ова технологија се користи за детекцију проклизавања или блокирања тачкова. Мерењем температуре тачкова на местима где налажу кочне папуче и упоређујући их међусобно могуће је открити тачкове који имају већу или мању силу кочења. Висока температура може да укаже на блокирање тачка, док ниска температура може да укаже на отказ у кочном полужју. Поред овог постијоји могућност откривања проклизавања тачка дигиталном обрадом слике. Тачак је тада опремљен местима за идентификацију (на пример: беле тачке равномерно

распоређене по тачку). Секвенце слика се анализирају да би се утврдило кретање означених тачака у односу на брзину возила. Онда је могуће предвидети да ли се тачак окреће нормално, делимично проклизава или потпуно клиза.

За разлику од ових, постоје стационарни дијагностички системи који су способни за мерење, снимање и предвиђање трендова перформанси возила, као и специфичних компоненти возила. Из прикупљених информација могуће је да се анализира стање опреме и да се предвиде могући откази и грешке које се могу десити у блиској или далекој будућности. Ово олакшава планирање активности у одржавању, а такође и обезбеђује ефикаснију експлоатацију опреме. Неки примери предиктивних дијагностичких система су:

- акустична детекција отказа лежајева;
- мониторинг перформанси возила;
- мониторинг стања тачкова;
- видео надзор возила.

### 3.1. Акустична детекција отказа лежајева

Акустично мерење је метод чија примена све више расте. Ова технологија користи микрофоне за снимање звука са возила које пролази. Мониторинг системи који се користе углавном се односе на осовинске лежајеве, јер је познато да откази лежајева производе вибрације на фреквенцијама које се могу повезати са карактеристикама неисправности.

Развој акустичких детектора је наступио због ограничења детектора прегрејаности осовинских лежајева и потребе за раним откривањем отказа лежајева. Овакви системи су у употреби у Северној Америци и Аустралији где су постигнути добри резултати. Акустични мониторинг систем за детекцију отказа осовинских лежајева (слика 3) може, на основу измереног нивоа буке, да установи отказ осовинског лежаја (и то у раној фази) и тако да спречи већа оштећења, па чак и исклизнуће возила.



Сл. 3. Акустични мониторинг систем за детекцију отказа осовинских лежајева [12]

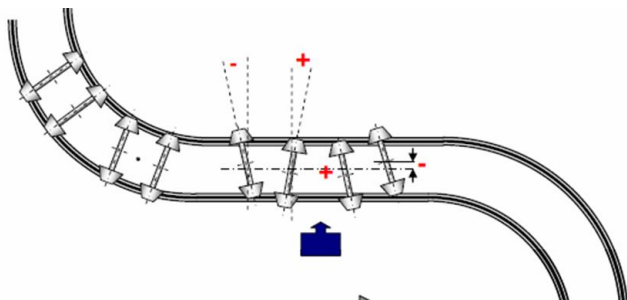
Овакви системи се могу користити и за одређивање оптималног времена за замену лежајева

### 3.2. Мониторинг перформанси возила

Мониторинг системи на шини се користе за праћење перформанси возила, обртних постоља и слободних осовинских склопова, тако што се утврђује бочно померање, змијолико кретање и нападни угао. Постоје системи који користе контактну силу и бесконтактни систем мониторинга. Контактни системи су често засновани на мерним тракама и/или акцелерометрима. Бесконтактни системи користе ласере и визуелне технологије.

Уградњом мерних трака и акцелерометра на шини могуће је да се мере силе које индукује возило на шину. Могућност да се измере и бочне (латералне) и вертикалне силе омогућава да се идентификују возила која су у опасности од исклизнуће. За оцену ризика користи се однос између бочне и вертикалне силе. Систем се инсталира са мерним тачкама у десним и левим кривинама колосека, као и на правим деоницама између кривина. То даје могућност да се прикупе подаци о понашањима возила у обе кривине, као и на правцу. Угао напада осовинског склопа је такође могуће утврдити применом одређених техника мерења. Нападни угао се одређује на основу временске разлике између преласка десног и левог точка преко мерне тачке.

Пример бесконтактне технологије је оптичка контрола геометрије шина-обртно постоље (eng. Truck/Bogie Optical Geometry Inspection -T/BOGI) канадске компаније WID (Wayside Inspection Devices) [9]. Овај производ је оптички мониторинг систем за мерење нападног угла и бочне позиције точкава у односу на шину (слика 4).



Сл. 4. Шематски приказ мерења путног угла точка

Систем користи ласер и камеру за мерење позиције осовинских склопова. Систем је такође способан да мери бочна померања кола, ако се мери више јединица за редом.

### 3.3. Мониторинг стања точкава

За процену стања точкава и њиховог радног века важно је контролисати стање површине котрљања точка, профила венца точка, као напрезања и напрелина точка.

Тензометријско мерење се примењује код детектора удара точка. Овај тип детектора има за циљ да открије оштећења на површини точка тако што мери динамичке вертикалне силе на шини током целог круга котрљања точка. Ако постоји оштећење на точку, као што су

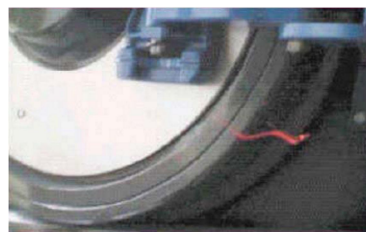
равне површине, током котрљања точка по шини могу на наступе велике ударне силе у контакту точка/шина. Овај детекторски систем такође може да открије одступања од кружног облика точкава. Током примене оваквих система у Аустралији и Шведској оцењено је да поуздано откривају оштећења.

Систем за мониторинг точкава под називом Текнис представља мерну станицу за идентификацију оштећења на точковима, који су повезани са великим ударним силама точка, одступањем од кружног облика и појавом љуштења површинског слоја, као и тежином точка (слика 5) [9].



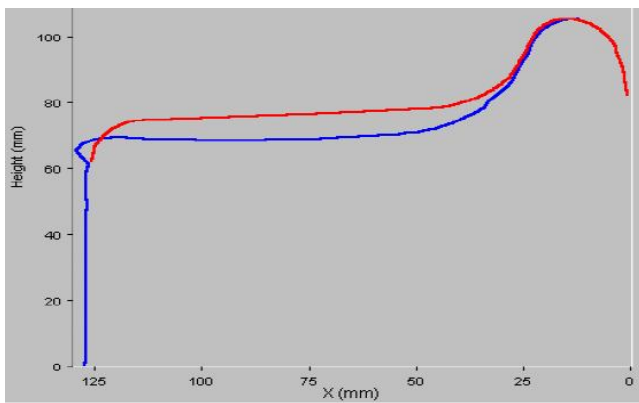
Сл. 5. Текнис систем за мониторинг точкава

Технологије мерења профила точка ласером и камером су методе бесконтактног мерења стања точкава. На слици 6 приказан је систем за ласерско мерење профила венца точка [3]. Ласерски добијене слике се аутоматски обрађују компјутерима како би се издвојио профил точка (слика 7).

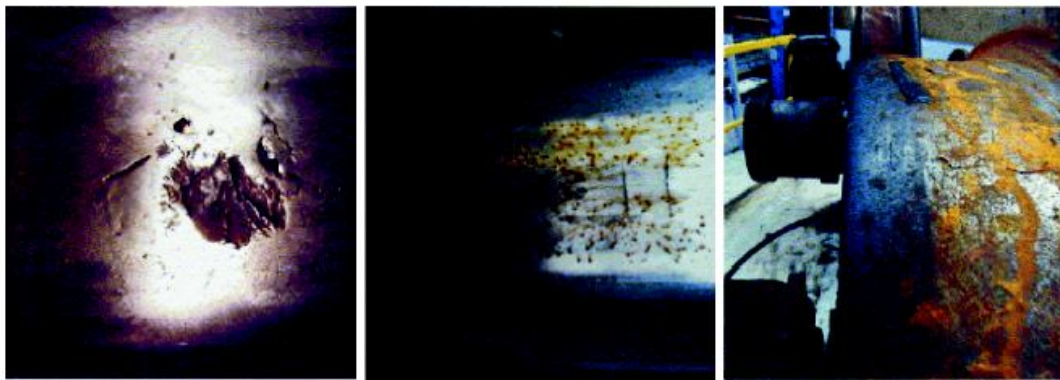


Сл. 6. Систем за ласерско мерење профила венца точка

Могуће је мерити параметре као што су: дебљина обруча точка, оштећења на носејој површини точка и висина венца. Могућност предвиђања хабања сваког точка понаособ омогућава служби одржавања да планира проактивно одржавање точкава у циљу обезбеђења максималног животног века осовинских склопова.



Сл. 7. Приказ ласерски снимљеног и стандардног профила венца точка



Сл. 8. Уобичајена оштећења на контактним површинама точкава [8]

CCD камера даје слику контактне површине и може детектовати евентуално оштећење поређењем те слике са ранијом сликом неоштећеног стања. Ласерски детектор детектује оштећења или деформације површина помоћу ласерског зрака који мери растојање до површине испитивања анализирајући време рефлектовања сигнала. CCD камера и ласерска техника се успешно користе у мерним станицама инсталираним у терминалима теретног транспорта. Док се теретни воз креће малом брзином кроз терминал, обавља се снимање CCD камером, односно ласерска контрола површина точкава.

Видео технологије се могу користити за мониторинг разних уређаја железничких возила, као што је контрола кочних уметака, детекцију оштећења опруга, неисправности ручне кочнице, оштећења спојница и др.

#### 4. ЗАКЉУЧАК

Нова железничка возила су опремљена бројним сензорима (ОБ дијагностика) помоћу којих се, током експлоатације, врши надзор стања опреме и појединих одговорних склопова. Овакви системи обезбеђују континуирано праћење стања, што је значајна предност, али је висока цена таквих возила велики недостатак. Значајну предност у односу на ове системе имају стационарни дијагностички системи који омогућавају проверу стања свих возила (без обзира на њихову опрему) која пролазе кроз инсталирану мерну станицу. Оваква дијагностика није континуална али се инсталирањем мерних станица на одређеним

Оваква мерења профила су такође корисна и за оцену перформанси возила јер неравномерно хабање профила точкава може да потиче од лоших перформанси обртног постоља.

Развој нових дијагностичких система је циљ бројних пројеката који се спроводе у институтима широм света. За праћење отказа на контактної површини точкава железничких теретних кола, у оквиру пројекта "ANEM-ONE" истраживане су технологије мониторинга са оптичким сензорима, инфрацрвеним и радарским сензорима, ласерска детекција, CCD камере и сензори вибрације [8]. Пре утврђивања мониторинг технологије спроведена је анализа очекиваних оштећења на контактної површини точкава (слика 8).

растојањима дуж пруге омогућава да се упоредним подацима установи тренд неке појаве тј. отказа.

На Железницама Србије, још увек нема инсталиране ниједне мерне станице тј. стационарног дијагностичког система, док на пругама Термоелектране Никола Тесла постоји од 2006. године мерна станица за утврђивење прегрејаности осовинских лежаја. У циљу унапређења одржавања железничких возила, неопходно је да се на железницама Србије покрене пројект развоја стационарних дијагностичких система.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Schüßler M., Hintze H., Ettlich R., DB AG, Kirchmöser: "Automated and mechanised crack detection equipment for the inspection of railway", Wheels, WCRR 2001 Cologne Germany, Congress proceedings - Presentation 91, 2001.
- [2] Bannasch, M.; Maly, C.; Saglitz, M.: „Smart and flexible train inspection for high speed passenger traffic“, WCRR 2001 Cologne, Germany, Congress proceedings - Presentation 436, 2001.
- [3] Irani F, Anderson GB, Morgan R: "Development and implementation of wayside detection systems for vehicle health monitoring" WCRR 2003 Edinburgh Scotland; Congress proceedings pp.178-184, 2003.
- [4] Kakui S, Muto Y, Isogawa K, Mano T: Study on some problems about wheel tread, WCRR 2003. Edinburgh Scotland; Congress proceedings pp.93-100, 2003.

- [5] Schöbel A., Karner J.: Components for Wayside Train Observation in Austria, XII Scientific-Expert Conference on Railways "RAILCON '06", p. 25-28, Niš, Serbia, 2006.
- [6] Shingler R., Umiliacchi P: "Advances in railway maintenance: the EuRoMain project" WCRR 2003 Edinburgh Scotland; Congress proceedings p.1364-1369, 2003.
- [7] Stamenković D., Mandić D.: Monitoring Methods in Railway Vehicles Maintenance, 16th International Conference "CURRENT PROBLEMS IN RAIL VEHICLES - PRORAIL 2003", Proceedings pp..261-266, Žilina, Slovakia 2003.
- [8] Zajicek J, Leih D: "Anemone – a monitoring system for rail cars" WCRR 2003 Edinburgh Scotland; Congress proceedings p.166-169, 2003.
- [9]Lagnebäck R.:Evaluation of wayside condition monitoring technologies for condition-based maintenance of railway vehicles, Luleå University of Technology-Sweden, 2007.
- [10] Đorđević Ž., Karner J., Schöbel A., Mirković S.: Merna stanica Batajnica za dinamičku kontrolu železničkih vozila, XIV Naučno-stručna konferencija o železnici "ŽELKON '10", str. 189-193, Niš, 2010.
- [11] Стаменковић Д.: Одржавање железничких возила, Машински факултет Ниш, 2011.
- [12] <http://www.trackiq.com.au>

## STATIONARY DIAGNOSTIC IN RAILWAY VEHICLES MAINTENANCE

**Prof. Dr. Dušan Stamenković**  
**Goran Petrović, MSc**

*University of Niš, Serbia*  
*Mechanical Engineering Faculty Niš*

### **Summary**

*On-board and stationary diagnostics have been introduced in order to increase the efficiency of maintenance and availability of railway vehicles. On-board diagnostic system is an integral part of vehicles, while stationary system is installed in the railway workshop or near the rail. The paper gives a brief overview of stationary diagnostics technologies (wayside condition monitoring) that are extensively developed in recent years over the world.*

**Keywords:** *diagnosis, maintenance, railway vehicles*

*Адреса за контакт:*

Проф. др Душан Стаменковић  
Машински факултет у Нишу  
18000 НИШ, А. Медведева 14  
E-mail: [dusans@masfak.ni.ac.rs](mailto:dusans@masfak.ni.ac.rs)

## ПРЕТОВАРНА МЕХАНИЗАЦИЈА КАО УЗРОК НЕЗГОДА ПРИ МАНИПУЛАЦИЈИ ТЕРЕТОМ

*мр Бобан Цветановић, дипл.маш.инж.*

*Милош Ристић, дипл.маш.инж.*

*Висока техничка школа струковних студија у Нишу*

### Резиме

*Логистички процеси носе велики степен ризика у погледу повреда запослених, настанка материјалних штета и угрожавања окружења. Рад указује на значај изучавања безбедности ових процеса кроз анализу могућих узрока настанка акцидента. Од многобројних фактора који се могу анализирати са аспекта безбедности (технологија реализације процеса, психологија радника...) у раду је проучавана претоварна механизација као потенцијални узрок незгода при манипулацији са теретом.*

**Кључне речи:** безбедност, претовар, незгода

### 1. УВОД

По самој својој природи, логистички процеси су динамични и реализују се кроз већи број операција и активности. Приликом обављања ових процеса постоји високи степен ризика и реална опасност да дође до нарушавања безбедности људства које је укључено у реализацију тих активности, као и до настанка материјалне штете и угрожавања радне и животне околине.

У ЕУ, на 100.000 запослених у транспорту, складиштењу и комуникацијама годишње смртно страда 12 радника, а око 6.000 задобије телесне повреде и одсуствује са посла више од три дана [1].

Неке од америчких студија дају и податке да у процесима транспорта, претовара и складиштења, на сваких 100 запошљених који раде пуно радно време, буде 9 повређених, а да укупни годишњи трошкови незгода по једном претоварном месту износе око 2.000\$ и то при релативно малим просечним обимима рада од свега 4 претоварена возила на дан [2].

Подаци организације *International Labour Organization - ILO* ([www.ilo.org](http://www.ilo.org)) казују да број повреда на раду, у оквиру логистичких процеса, износи 30% од укупног броја повреда у привреди.

У повећању безбедности логистичких процеса централно место заузима проучавање могућих узрока настанка незгода, што се спроводи кроз анализу великог броја фактора почев од технологије реализације ових процеса, примењене опреме, организације, управљања и контроле па све до обучености и психологије запосленог људства.

У раду ће се указати на претоварну механизацију као једног од најчешћих узрочника незгода у логистичким процесима и то како због неисправности саме опреме тако и због непридржавања предвиђених процедура, лоше организације, немарности и слабе обучености запослених. Само проучавањем узрока настајања незгода можемо доћи до сазнања како исте избећи тј. створити такве услове на раду да се, у највећој могућој мери елиминишу или смање повреде и професионална обољења.

### 2. БЕЗБЕДНОСТ ЛОГИСТИЧКИХ ПРОЦЕСА

Све већи значај који се придаје безбедности реализације логистичких процеса резултат је чињенице да процеси транспорта, складиштења и нарочито претовара носе веома велики степен ризика у погледу настанка незгода.

Безбедност радних процеса, па тако и логистичких, је веома сложен проблем који обухвата следеће области: безбедност рада, безбедност радне средине и пожарну безбедност [2].

Под безбедношћу рада подразумевају се активности у циљу заштите људства од повреда у току рада, док се под појмом безбедност радне средине подразумевају поступци заштите атмосфере од различитих врста загађивача или буке. Пожарна безбедност је скуп активности усмерених на заштиту људи и имовине од пожара.

У смислу повећања безбедности радних процеса уопште, па тако и логистичких, постоје два правца или аспекта деловања[3]:

- превентивно деловање
- активности у току експлоатације система

Превентивна заштита заузима централно место када је реч о повећању безбедности радних процеса и представља основ за спречавање ризика. Под превентивом се подразумевају активности које се спроводе у циљу спречавања настанка штетних догађаја, али и смањења последица када до незгоде ипак дође. У спровођењу превентиве користи се савремена научна дисциплина - превентивно инжењерство у којој се, коришћењем различитих поступака и метода, а полазећи од достигнућа више научних области, мери ризик настанка незгоде, утврђује заштита и њен утицај на ризик, те надзире спровођење мера.

Једна од превентивних мера је адекватна организација унутрашњег транспорта, складиштења и претовара чиме се ублажавају или потпуно избегавају последице незгода. Адекватна организација и управљање овим

процесима подразумева утврђивање и изградњу одговарајућих транспортних релација и путева, правилно коришћење и одржавање одговарајућих средстава и опреме, рационализацију операција и активности, утврђивање адекватног распореда радних места, вршење одговарајуће обуке радника итд.

Оно што је веома битно када се говори о превентивном деловању јесте постојање одговарајуће законске регулативе тј. одговарајућих закона и правилника који се тичу како безбедности и здравља на раду уопште, тако и прописа који се конкретно односе на безбедност логистичких процеса. Нашу регулативу из области безбедности рада средстава унутрашњег транспорта и претовара обухвата десетак Закона и Правилника, донесених пре више година и који углавном нису усклађени са развојем средстава механизације (неки од правилника су још из доба СФРЈ) [1].

Поштовање законске регулативе често није довољно да би се степен безбедности одржао на високом нивоу па све већи број компанија тежи увођењу система менаџмента заштите и безбедности здравља запослених – OHSAS (ISO 18000).

Поједине земље имају потпуно дефинисану законску регулативу у области рада средстава унутрашњег транспорта и претовара. На пример у Америци је удружење *Occupational Safety and Health Administration - OSHA* ([www.osha.gov](http://www.osha.gov)) донело читав низ обавезујућих упутстава и захтева у раду са појединим средствима претовара.

У процес повећања безбедности радних процеса укључене су и осигуравајуће компаније које сарађују са заинтересованим фирмама, развијајући програме превентивног деловања и методе за мерење и процену ризика. У оквиру тога развијају се програми превентивног инжењерства, заштите на раду и индустријске медицине, делујући на тај начин на смањење броја повреда и материјалних штета.

Другу, велику, групу активности које се спроводе у циљу безбедности радних процеса чине активности које се реализују у току експлоатације система. То је практично спровођење претходно дефинисаних мера и поступака па се може рећи да су ове активности контролне и то су прегледи и испитивања опреме.

На претоварној механизацији би требало да се врше превентивни и периодични прегледи и испитивања. Циљ је проверавање и утврђивање да ли су на опреми, која се користи у процесу претовара и унутрашњег транспорта, примењене мере безбедности и здравља на раду, утврђене прописима у области безбедности и здравља на раду, техничким прописима, стандардима и упутствима произвођача.

Са позиције логистичких процеса потребно је континуално пратити могуће промене у раду средстава механизације, планирати периодичне контроле и рокове испитивања, дефинисати упутства за безбедан рад са спецификацијама за управљање средствима унутрашњег транспорта и претовара.

### 3. ОПАСНОСТИ И МЕРЕ ЗАШТИТЕ ПРИ РУКОВАЊУ ПРЕТОВАРНОМ МЕХАНИЗАЦИЈОМ

Под појмом претоварна механизација обухватиће се средства и уређаји који се користе у пословима унутрашњег транспорта, складиштења и наравно претовара имајући у виду повезаност поменутих активности.

Средства, машине и уређаји који се користе у унутрашњем транспорту и претовару можемо поделити на средства са прекидним дејством и средства са непрекидним дејством.

Због великог броја средстава овде ће бити обрађена она средства и уређаји која су најбројнија и најчешће у употреби, а при томе носе и највећи степен ризика настајања незгода у раду.

#### 3.1. Виљушкари

Виљушкари представљају најчешће коришћено претоварно-транспортно средство. Званичних података нема, али се сматра да их у свету у употреби има неколико милиона (само у САД-у близу 860 хиљада). При томе су виљушкари носиоци значајног ризика што за последицу има велики број незгода са повредама радника и материјалним штетама. Разлози повећаног ризика јесте сама конструкција виљушкара где је при раду, врло често, угрожена његова стабилност. Са друге стране, разлог повећаног ризика је и специфично окружење у којима се они крећу (токови радника и самих средстава су укрштени) тако да и релативно мала брзина кретања (максимално 16 km/h) представља опасност. Виљушкар се не може брзо зауставити обзиром да му је тежина и двоструко већа од тежине аутомобила [3].

Позната је чињеница да сваке године велики број радника погине или се повреди при руковању виљушкарком. Према званичним подацима датим од стране удружења *Industrial truck association* ([www.indtrk.org](http://www.indtrk.org)) у САД се при раду са виљушкарима, сваке године, деси преко 80 смртних случајева, око 35.000 озбиљних незгода и преко 60.000 мањих незгода у којима је повређено близу 20.000 радника. Ови подаци показују да преко 11% свих америчких виљушкара бивају укључени у већу или мању незгоду на раду. С обзиром на век трајања виљушкара (око 8 година) долази се до закључка да око 90% свих виљушкара, током свог века трајања, имају неку врсту незгоде при обављању радног процеса.

Амерички институт за безбедност и здравље на раду *National institute for occupational safety and health - NIOSH* ([www.cdc.gov/niosh](http://www.cdc.gov/niosh)) развио је систем праћења незгода (*National Traumatic Occupational Fatalities*) који је дао податак да је у периоду између 1980. и 2001. године, само у САД, у незгодама при раду са виљушкарима, погинуло 1530 радника, а у последњих 15 година, број смртних случајева износи 1021. Овај податак говори да се број несрећа, без обзира на напредак технике и средстава заштите, није смањило.



Слика 1. Незгоде са виљушкарима

Ипак има и светлих примера који стижу из Велике Британије. Према истраживању спроведеном од стране *Health & Safety Executive -HSE* ([www.hse.gov.uk](http://www.hse.gov.uk)), 2009. године се десио, по први пут, мањи број незгода у вези са виљушкарима, у односу на 2001. годину од када постоје званични подаци (смањење од 13%).

Још један охрабрујући податак стиже из овог истраживања, а то је смањење броја смртних случајева при раду са виљушкарима за чак 59% (у В.Британији је 2009.године било 14 смртних случајева ове врсте).

Један од разлога смањења ових бројки може бити и *National forklift safety week* ([www.fork-truck.org.uk/safetyweek](http://www.fork-truck.org.uk/safetyweek)) тзв. недеља безбедности која се сваке године одржава у В.Британији и посвећена је безбедном раду са виљушкарима, бољој обуци и тренинзима (слично дешавање постоји и у Аустралији). Све ове студије, поред конкретних података о броју незгода, дају и неке значајне информације као што је чињеница да је у 75% случајева за незгоду крив возач виљушкара.

Незгоде су најчешће последица превртања (окретања) виљушкара због преношења терета преко границе носивости (26%), затим судара пешака или запошљених са виљушкарком приликом транспорта терета (18%) и падом терета са захватног органа (14%). Превртање је главни узрок смртних случајева (42%), а затим прикљештење између возила и површине (25%) и између два возила (11%)[1].

У циљу превенције несрећа и повреда при раду виљушкарком мора се водити рачуна о следећим стварима [4]. :

- оператери виљушкара морају добити потпуну обуку, процену и тестирање,
- придржавати се свих правила безбедности и знакова упозорења у току рада,
- виљушкар се морају прегледати пре сваке смене, користећи одговарајућу контролну листу,
- возачи би морали увек носити појас како би се спречило њихово испадање приликом превртања виљушкара (у том случају каросерија виљушкара пружа потпуну заштиту), као и одговарајућу заштитну опрему (шлем, заштитне наочаре итд.),
- никада се не сме прекорачити носивост изван номиналног капацитета јер прекорачење носивости по правилу доводи до превртања,
- треба осигурати да је терет стабилан и сигуран пре самог покретања, не покретати виљушкар са високо подигнутим теретом,

- оператери виљушкара увек морају пазити на људе који се налазе у околини маневрисања (видљивост оператора може бити делимично блокирана због габарита терета као и габарита самог возила), а нико не сме да стоји или пролази испод виљушки чак и када виљушкар није натоварен (такође је строго забрањено превозење људи виљушкарком) (слика 2.),
- уколико се, приликом маневрисања, дође до локација које обструирају видно поље треба успорити и сиреном упозорити,
- увек возити прописаном брзином, окретати и заустављати виљушкар полако, посебно успорити на успонима и рампама (нагли окрети могу избацити виљушкар из баланса, нарочито ако је натоварен),
- не користити виљушкар за вучу или гурање другог виљушкара или возила итд.



Слика 2. Пример неправилног коришћења виљушкара

У смислу безбедности при раду са виљушкарима, важно је и да транспортни пут буде безбедан те он мора бити за 60-75 cm шири од ширине терета односно возила. Такође, виљушкар не сме радити на косини са нагибом већим од 12%, а већ се код толиког нагиба препоручује да се терет преноси возећи уназад по косини како би се искључила могућност превртања. Тло такве косине мора бити храпаво да би дошло до клизања. Важан фактор безбедности је и осветљење и обележавање транспортних путева, нарочито из разлога што транспортни радници често сужавају путеве. Транспортни путеви морају бити обележени белом или жутом линијом ширине најмање 50 mm.

С обзиром на податак да је  $\frac{3}{4}$  незгода, насталих управљањем виљушкарком, последица грешака виљушкарите, потпуно је јасно да се највећи број незгода може спречити правилном обуком и едукацијом са иновирањем знања виљушкарита (коришћењем савета за управљање виљушкарима и праћењем сигурносних правила), сталном контролом реализације процеса и увођењем савремене заштитне опреме (слика 3.).



Слика 3. Заштитна опрема при раду са виљушкарком

### 3.2. Дизалице-кранови

Током рада ових претоварних средстава, у радном пољу, осим руковаоца, често се налазе и други радници. Велики број могућих радних операција, динамички карактер дизалица као и велики број радника утичу на повећање могућности појаве незгода које за последицу имају, како губитке у материјалном смислу, тако и губитке живота и повреде радника.

Најчешће, претоварна незгода настаје када недовољно обучено и контролисано особље рукује дизалицом. Руковалац дизалице мора увек да зна масу терета, распоне дизања и стање крана.

Подаци казују да је пад терета услед прекорачења носивости, клаћења терета или његове ротације око вертикалне осе један од најчешћих узрока несрећа. Такође, узрочник повреда је често и пад саме дизалице из субјективних или објективних разлога.

Према подацима анализе 1000 преврнутих кранова (током последњих двадесет година), од укупног броја незгода, чак 15% се догодило у чистом транспорту. Такође је утврђено да се на сваких 10.000 сати рада деси превртање дизалице што резултира са 3% незгода са смртним исходом, 8% незгода са телесним повредама, 20% са озбиљним оштећењима инфраструктуре у зони дејства крана [5].

Удружење *Division of Occupational Safety and Health California of Industrial Relations - DOSH* ([www.dir.ca.gov](http://www.dir.ca.gov)) обавило је истраживање у вези са незгодама при експлоатацији дизалица у периоду од 01.01.1997 до 31.12.1999 године. Од забележених 158 случајева, чак 115 (73 %) је у вези са аутодизалицама, 16% је у вези са мосним дизалицама, док су остале (порталне, торањске, бродске...) много мање присутне у незгодама.

Забрињавајући подаци о броју незгода, за период од 2001. до 2009. године могу се добити на званичном сајту [www.cranecrashes.com](http://www.cranecrashes.com). У овом периоду је, према прикупљеним подацима из целог света, погинуло 1309 људи (не само запошљених). Број незгода са смртним исходом значајно се повећао последњих година, а у периоду од 2007. до 2010. године сваке године је број погинулих близу 200. Само у САД годишње при раду са дизалицама изгуби живот 50 људи.

Према истраживању које је спровело удружење *Japan Crane Association* ([www.cranenet.or.jp](http://www.cranenet.or.jp)) које се односило на период од 1987. до 1992. године код аутодизалица као најважнији узрок појаве незгода био је губитак стабилности и то како нестабилности терета тако и нестабилности саме аутодизалице. У истом

истраживању се наводи податак да је проценат незгода које су биле у вези са аутодизалицама износи 52% у односу на укупан број незгода свих типова дизалица [5].



Слика 4. Незгоде са дизалицама

Битан податак за анализу је и однос броја незгода које су у вези са руковаоцима и радницима који раде у радној области дизалица. Према извештају удружења OSHA већина незгода са фаталним последицама (87%) је у вези са радницима који раде у радној области дизалице, док се остатак односи на руковоце. Америчко удружење *National Safety Council - NSC* ([www.nsc.org](http://www.nsc.org)) спровело је додатно истраживање које је дало закључак да је у 90% незгода у вези са аутодизалицама кривац руковалац што оправдава захтев да руковоаци морају поседовати лиценцу за обављање свог посла. Према последњим проценама у САД постоји 45.000 лиценцираних руковаоца за торањске и ауто-дизалице.

У раду са дизалицама идентификује се више врста опасности: на претоварном месту (механичке, од електричног удара, пожара и експлозија, зрачења...), спољњих утицаја (температура, влажност, јачина ветра, бука и вибрације...) и сопственог напора током претовара.

Кранске операције захтевају планирање и сталну обуку у смислу провере знања ради употребе најновијих технологија као што су нпр. уређаји за мерење масе терета који се постављају на захватне органе. Такви уређаји аутоматски спречавају прекорачење дозвољене носивости.

Терет мора бити захваћен захватним средством на начин да не може доћи до испадања или расипања терета, при чему је овлашћени радник у организацији дужан да, на основу расписане технологије, зависно о врсти терета, пропише начин хватања и преношења терета. Преношење терета може се вршити само ако је терет, окачен на дизалици, заузео правилан положај и ако се не њише, при чему радници који раде на утовару и истовару терета дизалицом морају напустити манипулативни простор дизалицом чим се терет одвоји од подлоге на којој је стајао. Пробно испитивање дизалице врши се пре пуштања дизалице у рад као и



након тежег оштећења и након веће реконструкције. Прегледи дизалица могу се вршити дневно, недељно, месечно или годишње, а генерални преглед је сваке треће године.

Као што је у раду већ речено, поједине земље имају потпуно дефинисану законску регулативу у области рада средстава унутрашњег транспорта. У Америци је OSHA донела читав низ обавезујућих упутстава и захтева у раду са дизалицама, а који се односе на проверу инструмената и компоненти, захватања терета, постављања стабилизатора, начина руковања теретом до завршетка посла, напуштања крана итд.

ISO технички комитет развио је нове стандарде за кранове и то ISO 9927-1:2009, ISO 9927-3:2005 и ISO 23814:2009 ([www.iso.org](http://www.iso.org)). Ови нови међународни стандарди имаће утицаја на већу безбедност кранова, али и на међународну трговину овим машинама. Активно учешће у постављању ових стандарда имали су мултинационални и мали произвођачи кранова и дизалица, корисници, надзорна тела, високошколске установе, осигуравајућа друштва и владине организације за здравље и безбедност на раду са свих пет континената.

Циљ стандарда ISO 23814:2009 јесте постизање једнаких компетенција инспектора за кранове широм света. У неким земљама постоје и додатни законски прописи које треба испунити. Друга два стандарда у овом пакету односе се на безбедност кранова и оперативну сигурност, нормалан рад и оперативне услове који морају бити одржавани. Зато сви кранови морају пролазити надзор, а он је у надлежности оператора и власника крана.

Због спровођења мера сигурности и заштите на раду и усклађивању са новим стандардима и правилницима врло често се изводи модернизација опреме. За системе који раде у специфичним радним условима развијају се посебни концепти ради оптималне заштите руковалаца опреме и терета који се транспортује и то:

- инсталација система за контролу преоптерећења са системом за снимање спектра оптерећења дизалице (ово омогућава и тачно рачуњање преосталог радног века опреме),
- сигурносни елементи за међузависност рада дизалица и осталих машина у производњи,
- аутоматска контрола препрека и њихово обилажење,
- оптички или механички подсистеми за спречавање судара ако се на истом крану налази више од једних колица са витлом или се на истој кранској стази налази више од једног крана,
- аутоматска контрола уласка дизалице у објекат уколико дизалица ради у комбинованом радном окружењу-унутра и напољу,
- монтажа одбојника на постојећим системима итд.

### 3.3. Претоварна средства са континуалним дејством

Коришћење средстава са континуалним дејством (најчешће тракасти транспортери) представља, само наизглед, мањи ризик када су у питању незгоде и повреде радника. Према подацима *Mine Safety and Health administration* ([www.msha.gov](http://www.msha.gov)), само у протеклих шест година, 21 рудар је изгубио живот у незгодама који су у вези са тракастим транспортерима. Главни узрок незгода је покушај радника да uklони материјал који се лепио за добоше док је транспортер био у погону тј. док се трака кретала.

Брзина кретања траке транспортера износи 5-8 ft или приближно 1,5 до 2,5 m/s. Време потребно да радник реагује је једна секунда, што значи да ће у том периоду трака (или неки други део транспортера) прећи око 2 метра и захватити све што се налази у њеној близини (широку одећу, рукав, алат...).

Зато је, и на овим уређајима и машинама, неопходно применити разне сигурносне уређаје. Код тракастих транспортера то су елементи између траке и саме конструкције транспортера као што су прекидачи у случају изласка траке из правца, сигурносни прекидачи, сензори, монитори брзине траке и др. (слика 5.)



Слика 5. Сигурносни уређаји код тракастог транспортера

Не треба заборавити ни утицај радних пролаза и маневарског простора од којих се очекују да буду слободни без икаквих препрека, у добром стању без оштећења. Наравно подразумева се ове површине буду правилно димензионисане, а да на критичним местима буду постављени знаци безбедности.

Ипак, и овде, највећу улогу у сигурном раду има правилна обука и стална едукација радника за рад са овим средствима и уређајима.

### 4. ЗАКЉУЧАК

Без обзира на предвиђене и испоштоване мере заштите, које су прописане за поједина средства претовара и унутрашњег транспорта, апсолутно је немогуће предвидети све акцидентне ситуације до којих може доћи при раду. Зато се безбедносне мере морају стално усавршавати и надограђивати упоредо са развојем технолошких процеса и опреме и уређаја који се у њима користе.

Први корак у свему је памћење главног безбедносног правила тзв. SAFE правила:

<i>Spot the hazard</i>
<i>Assess the risk</i>
<i>Fix the problem</i>
<i>Evaluate results</i>

У слободном преводу то би гласило:

<b>Уочити опасан подухват</b>
<b>Проценити ризик</b>
<b>Решити проблем</b>
<b>Проценити резултате</b>

У циљу спречавања незгода наводи се и једно битно правило које многи заборављају:

**Сви на радном месту су одговорни за безбедност и здравље! То није ствар појединца!**

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] ДАВИДОВИЋ,Б., НИКОЛИЋ, М., *Приступ процени и смањењу ризика у раду са аутодизалицама према захтевимаОHSAS-а*, <http://www.cqm.rs/2010/pdf/37/15.pdf>
- [2] МИЉУШ, М., РАДИВОЈЕВИЋ, Г., *Безбедност логистичких процеса и однос према еко-систему*, <http://www.scribd.com/doc/6814604/6-BEZBEDNOST-LOGISTICKIH-PROCESA>
- [3] ЦВЕТАНОВИЋ, Б., РИСТИЋ, М., *Безбедност претоварно - транспортних процеса*, Друго међународно научно-стручно саветовање Безбедносни инжењеринг, Копаоник, 2010. год
- [4] ЈОВАНОВИЋ,М, ТОМИЋ,О., *Употреба виљушкар у подсистему унутрашњег транспорта и складиштења са аспекта безбедности*, Трећи српски симпозијум са међународним учешћем Транспорт и логистика, Ниш, 2008. год.
- [5] МИЈАИЛОВИЋ,Р, *Истраживање параметара релевантних за динамичку стабилност и превентивну безбедност аутодизалице у саобраћају и транспорту*, Докторска дисертација, Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет, 2006.год.

## RELOADING MECHANIZATION AS A CAUSE OF ACCIDENTS DURING LOAD HANDLING

*mr Boban Cvetanović, VTŠ – Niš*

### Summary

**Abstract:** *Logistics processes carry a high degree of risk in terms of injuries of employees, damage and threat environment. The paper emphasizes the importance of studying safety of these processes by analyzing the possible causes of accidents. Of the many factors that can be analyzed in terms of safety (technology implementation process, the psychology of workers...) this paper explore the reloading machinery as a potential cause of accidents when handling the load.*

**Keywords:** *safety, handling, accident*

### Адреса за контакт:

мр Бобан Цветановић  
 Висока техничка школа струковних студија у Нишу  
 18000 НИШ  
 А. Медведева 20  
 E-mail: [boban.cvetanovic@vtsnis.edu.rs](mailto:boban.cvetanovic@vtsnis.edu.rs)

## ВИШЕ-КРИТЕРИЈУМСКА ОПТИМИЗАЦИЈА ПРОЦЕСА ОДРЖАВАЊА ПРИМЕНОМ НАПРЕДНИХ ЕВОЛУТИВНИХ МЕТОДА

*мр Горан Петровић, асистент*  
*Проф. др Жарко Ђобашић,*  
*Проф. др Драган Маринковић,*  
*Проф. др Зоран Маринковић,*  
*дипл. маш. инж. Данијел Марковић*

*Универзитет у Нишу*  
*Машински факултет у Нишу*

### *Резиме*

*Рад разматра могућност коришћења напредних еволутивних метода – реално кодираних генетског алгоритма у области више-критеријумске оптимизације проблема поузданости, расположивости, погодности одржавања, безбедности и укупних трошкова животног циклуса техничких система. Више-критеријумски оптимизациони проблем дефинисан је у општем смислу након чега су представљена три алтернативна приступа за његово решавање. Презентоване су теоријске основе генетских алгоритама при чему су истакнуте предности реално кодираних генетских алгоритама у односу на класичне.*

**Кључне речи:** *оптимизација, одржавање, генетски алгоритама.*

### 1. УВОД

Веома битан сегмент у животном циклусу једног система представља процес његовог одржавања. Теорија одржавања техничких система као дисциплина широко је прихваћена у смислу објективне основе за решавање проблема отказа система. Задатак очувања исправности радне опреме у предузећима представља одржавање њене радне функције и способности остварења захтеваног учинка [1]. Данас није довољно само очување што је могуће веће расположивости техничког система тиме што се они поправљају након отказа, већ је неопходно да се правовременим планирањем превентивних мера избегну откази и

ризици по сигурност система и околине са јене стране а и смање трошкови одржавања са друге стране. Посматрано генерално повећање поузданости<sup>1</sup> (*Reliability*), расположивости<sup>2</sup> (*Availability*) и погодности одржавања<sup>3</sup> (*Maintability*) система као и смањење трошкова одржавања<sup>4</sup> (*Costs*) *RAM&C* представљају приоритетне задатке савремених стратегија одржавања техничких система. За потенцијално опасне и ризичне техничке системе, какве су нпр. хемијске и нуклеарне технологије, неопходно је у разматрање укључити и безбедност<sup>5</sup> (*Safety*) односно њену мерљиву карактеристику, ризик као атрибуте од којих значајно зависе одлуке у процесу одржавања.

Оптимизација процеса одржавања мора бити разматрана као више-критеријумски проблем при чему *RAMS&C* атрибути представљају међусобно конфликтне критеријуме одлучивања, на основу којих оптимизациони процес даје релевантне параметре одржавања (интензитете отказа, периодичност замена, фреквенцију превентивних прегледа стања итд.).

*RAMS&C* концепт је широко истраживан протеклих година [5 - 8], при чему се са појавом нових (бржих и једноставнијих) оптимизационих метода отварају нове могућности за даља истраживања ове области. Реални оптимизациони проблеми често разматрају већи број различитих карактеристика као што су нелинеарност, међусобно конфликтни критеријуми, постојање већег броја оптимума итд., што их чини веома сложеним за решавање. Група метода заснована на еволуцији представља веома добар оптимизациони алат нарочито у случајевима када традиционалне оптимизационе методе не дају задовољавајуће резултате [5 - 7]. У овом раду анализирана је могућност примене реално кодираних генетских алгоритама у више-критеријумској оптимизацији процеса одржавања.

### 2. *RAMS&C* АТРИБУТИ У ПРОЦЕСУ ОДРЖАВАЊА

У најширем смислу одржавање може бити класификовано у две основне категорије: корективно и превентивно. Корективно одржавање је одржавање које се предузима након појаве отказа. У литератури врло често уместо термина корективно одржавање употребљава се термин не планирано одржавање или поправка. Према [2] (превод [3]) корективно одржавање се спроводи након настанка отказа, са циљем да се елемент врати у стање у коме може

<sup>1</sup> Поузданост представља спремност система да обавља предвиђену функцију под датим условима, током утврђеног временског периода\*.

<sup>2</sup> Распоживост је спремност система да ступи у функцију под утврђеним условима у одређено време, или да је обавља током одређеног временског периода, под претпоставком да су сви екстерни ресурси обезбеђени\*.

<sup>3</sup> Погодност одржавања представља способност система да под било којим условима рада може бити одржаван у стању у којем може обављати предвиђену функцију или доведен у такво стање – применом предвиђених поступака одржавања, под одређеним условима, уз коришћење наведених процедура и ресурса\*.

<sup>4</sup> Трошкови одржавања јесу део укупних трошкова насталих током животног века производа (система)\*.

<sup>5</sup> Безбедност односно њена мерљива карактеристика ризик представља производ фреквенције, или вероватноће, настанка и последица одређеног опасног догађаја, IEC60300-3-9, 1995 [4]

\*Термини 1,2,3,4 су преузети из стандарда CEN: EN 13306:2002, *Maintenance Terminology – превод Б. Васић и др.* [3].

да извршава захтевану функцију. Очигледно корективно одржавање се изводи као непредвидиви временски догађај зато што је време отказа компоненте непознато. Превентивно одржавање је одржавање које се одвија док је систем у стању у ком још увек извршава захтевану функцију. Према [2, 3] превентивно одржавање је одржавање које се спроводи у претходно одређеним интервалима, или у односу на прописане критеријуме, са циљем да се умањи вероватноћа појаве отказа или умањења учинка елемента.

Потпуно је јасно да превише честа примена мера превентивног одржавања сигурно одржава захтевану поузданост и расположивост система али и производи знатне трошкове одржавања. Са друге стране ако је фреквенција превентивног одржавања мала то свакако значи и ниже трошкове одржавања али доводи и до смањења расположивости система и повећања ризика за појаву отказа система. Веома је важно да се у распону поља економичност-сигурност-расположивост донесу праве одлуке у циљу постизања што повољније стратегије одржавања. Другим речима, неопходно је пронаћи оптимални баланс између конфликтних критеријума (RAMS&C) у виду скупа променљивих параметара  $x$  (величина која дефинише стратегију одржавања) који обезбеђује максималну поузданост, расположивост и погодност одржавања уз минималне трошкове и минимални ризик.

Не улазећи дубље у начин математичког представљања дефинисаних критеријума у овом раду RAMS&C критеријуми биће разматрани у виду функција оптимизационих параметара  $x$  чију је вредност потребно одредити:

- $R(x)$  – поузданост,
- $A(x)$  – расположивост система,
- $U(x) = I - A(x)$  – нерасположивост,
- $M(x)$  – погодност одржавања,
- $S(x)$  – безбедност система (мера прихватљивог ризика),
- $Risk(x)$  – ризик система,
- $C(x)$  – трошкови примене одговарајуће стратегије.

### 3. ФОРМУЛАЦИЈА ВИШЕ-КРИТЕРИЈУМСКОГ ОПТИМИЗАЦИОНОГ ПРОБЛЕМА

Проблеми налажења оптималног решења, задаци оптимизације, срећу се и решавају у свакодневном животу, како у техничким и економским тако и у било којим другим системима. Неопходне претпоставке за остварење задатка оптимизације су [8]:

- 1) *Објекат оптимизације.*
- 2) *Критеријум оптималности*, односно функција циља.
- 3) *Управљивост објектом оптимизације* - објекат оптимизације мора бити управљив, односно да има изван степен слободе.
- 4) *Метод оптимизације.*

Теорија оптимизације се бави развојем модела и метода којима се налазе оптимална решења математички формулисаних проблема. У случају оптимизације одржавања, односно налажења оптималне стратегије одржавања на бази RAMS&C критеријума, решење проблема је представљено у виду вектора  $x$ . Компоненте решења  $x_j$ , ( $j=1 \div n$ ), представљају

управљачке променљиве или променљиве одлуке. У том случају оптимално решење би било  $x^* = (x_1^*, \dots, x_n^*)$ . Да би се за неко решење рекло да је оптимално (најбоље), потребно је имати меру којом се одређује његов квалитет и која омогућава његово поређење са другим могућим решењима. У математичком смислу неопходно је дефинисати *функција циља*  $f(x)$  којом се сваком решењу придружује одговарајућа вредност која представља његову меру квалитета. Не може сваки низ величина  $x$  бити решење оптимизационог проблема. У том смислу потребно је дефинисати и скуп ограничења која одређују услове под којима величина  $x$  може бити тзв. допустиво решење.

Прихватањем овако дефинисаних категорија, више-критеријумска оптимизација процеса одржавања могла би математички да се изрази на следећи начин [9]:

$$y = (\min/\max) f(x) = f(R(x), A(x), M(x), Risk(x), C(x)), \quad (1)$$

уз ограничења:

$$g(x) = (R(x) \geq R_G, A(x) \geq A_G, M(x) \geq M_G, Risk(x) \leq Risk_G, C(x) \leq C_G). \quad (2)$$

При томе, величине  $R_G$ ,  $A_G$ ,  $M_G$ ,  $Risk_G$  и  $C_G$  представљају граничне (прихватљиве) вредности за поузданост, расположивост, погодност одржавања, ризик, трошкове (буџет). У научној литератури могуће је наћи велики број радова који разматрају претходно дефинисан више-критеријумски оптимизациони проблем. Постоји велики број метода посебно развијених за решавање RAMS&C оптимизације. Заједничка особина свих развијених метода јесте активна улога менаџера одржавања у доношењу коначне одлуке о стратегији одржавања на бази значајности појединачних критеријума. У овом раду су кратко описана три најчешће коришћена приступа.

а) Одлучивање пре оптимизације, при чему се сви оптимизациони критеријуми трансформишу у један критеријум. На овај начин се више-критеријумски оптимизациони проблем (eng. **Multi-objective Optimization Problem** –MOP) трансформише у једно-критеријумски (eng. **Single-objective Optimization Problem** – SOP). Овај приступ се у литератури често означава као традиционални. Најчешће методе базиране на овом приступу јесу: *метода тежинских коефицијената* (где се функција циља генерише у виду линеарне комбинације појединачних критеријума) и *метода ограничења* (код које се критеријум највећег значаја задржава као функција циља а остали критеријуми се трансформишу у додатна ограничења).

б) Одлучивање након оптимизације, при чему се оптимизациони процес одвија без претходно дефинисаних нивоа значајности појединачних критеријума. Резултат овако дефинисаног процеса оптимизације јесте Парето<sup>6</sup> оптимални низ могућих решења. За неко решење се каже да представља Парето оптимум ако не постоји неко друго допустиво решење у које „доминоира“ над допустивим решењем  $x$ . Ако су сви критеријуми за минимизацију допустиво решење  $x$  доминира над другим допустивим решењем  $y$ , ( $x \succ y$ ), ако и само ако,  $f_m(x) \leq f_m(y)$  по свим

<sup>6</sup> Vilfredo Pareto (1848-1923) – *The Pareto optimum theory*

критеријумима  $m=1\div 5$  и  $f_r(x) < f_r(y)$  бар по једном критеријуму оптимизације  $r$ . Другим речима, допустиво решење је Парето оптимум ако би побољшање вредности било ког критеријума проузруковало погоршање вредности неког другог критеријума. Након издвајања свих Парето оптималних решења менаџер одржавања мора извршити избор на основу субјективних преференција о нивоу значајности појединачних оптимизационих критеријума.

ц) Одлучивање у току оптимизације, при чему доносилац одлука (менаџер одржавања) активно води оптимизациони процес у сталној комуникацији са рачунаром. Овај приступ подразумева примену експерних система и система заснованих на знању [8].

#### 4. ГЕНЕТСКИ АЛГОРИТМИ ЗА RAMS&C ОПТИМИЗАЦИЈУ

Како је већ напоменуто, у многим реалним проблемима оптимизациони критеријуми су међусобно конфликтни при чему добијање најбољег решења по једном критеријуму може да доведе до појаве потпуно неприхватљивих решења по осталим критеријумима. Насупрот традиционалном приступу у оптимизацији у другој половини двадесетог века појављује се читава лепеза метода и алгоритама који значајно отклањају ограничења у погледу разнородности критеријума, нелинеарности итд. Еволутивни алгоритми засновани на Дарвиновој теорији еволуције („*Постанак врста путем природног одабирања*“) представљају веома моћне оптимизационе технике. Поред генетских алгоритама, који су најчешће заступљени развијени су и други, доста слични, приступи за решавање различитих проблема – еволутивно програмирање, еволутивне стратегије, генетско програмирање...

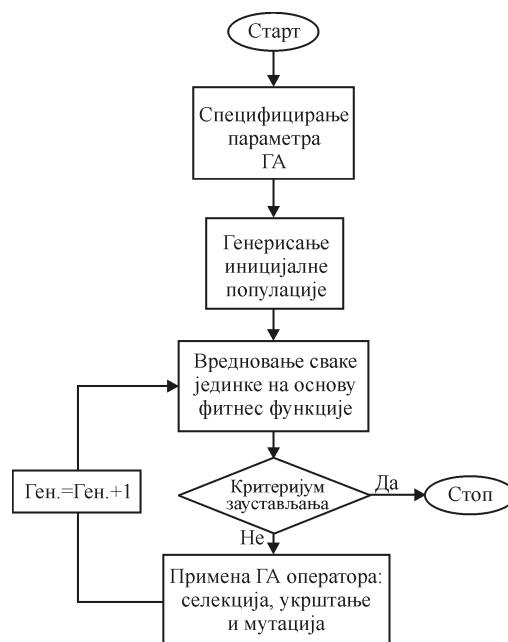
Генетски алгоритми (ГА), оптимизациони алат најчешће примењиван у различитим студијама случаја, засновани су на принципима приподне селекције и еволуције врсте [10]. ГА су базирани на два основна еволутивна концепта [11]:

1. Дарвинова дефиниција функције прилагођености (eng. fitness function), која описује способност јединке да преживи.
  2. Генетски оператори, који одређују генетски састав следећих генерација на основу тренутне генерације.
- Способност ГА да истовремено претражују различите области допустивих решења чини их веома применљивим на различите неконвексне, прекидне и вишекритеријумске проблеме [12], какав је оптимизација стратегије одржавања на бази RAMS&C критеријума.

ГА доводе до решења оптимизационог проблема помоћу случајно генерисаних низова података (хромозома) тражењем оних хромозома које имају највећу могућност да преживе. Податак о стању неке променљиве се назива *геном*, а скуп гена које дефинишу једно решење се назива *хромозомом* (или јединком). Скуп могућих решења проблема, назива се *популацијом*. Одабрана решења из популације се међусобно комбинују како би формирала нову генерацију решења која би потенцијално садржала боље потомке. Оцена квалитета могућих решења у једној популацији врши се њиховим вредновањем помоћу фитнес функције. Боље јединке у свакој

генерацији имају већу вероватноћу преживљавања и репродукције. На овај начин формира се следећа генерација при чему најлошије јединке уступају своје место новонасталим. Свака следећа генерација садржи јединке које боље задовољавају фитнес функцију него јединке из предходне генерације.

Имплементација овако дефинисаног алгоритма подразумева разматрање шест основних питања: репрезентација хромозома, функција селекције, генетски оператори, иницијализација, завршетак рада алгоритма и функција евалуације [13]. Дијаграм тока ГА приказан је на слици 1.



Сл. 1. Дијаграм тока генетског алгоритма

ГА се примарно деле на бинарне и реално кодиране. Основна разлика између ова два типа ГА је то што хромозом бинарног ГА чини низ битова, док је он код реално кодираног низ реалних вредности. У овом раду приказан је концепт реално кодираних генетских алгоритама (eng. **Real-Coded Genetic Algorithms** - RCGA) у којима се решење директно представља као низ реалних параметра оптимизационе променљиве. Оваква репрезентација решења је врло блиска са формулације многих проблема. Такође, реално кодирање је ефикасније у смислу времена рада и нуди већу прецизност са већом конзистентности решења [13].

Функција селекције има веома важну улогу у ГА у смислу избора јединке које ће чинити наредну генерацију. Процес селекције се изводи на начин да већу вероватноћу преживљавају и прелаза у наредну генерацију имају оне јединке које боље задовољавају фитнес функцију. На тај начин се *добар генетски материјал* чува и преносе на следећу популацију, а *лош* одумире. Најчешће примењивани поступци селекције су: једноставна - рулет селекција, турнирска селекција, елитизам итд.

Механизам ГА се остварује кроз репродукцију (примену генетских оператора) у циљу добијања нових хромозома (решења). Два основна типа генетских оператора су: укрштање (eng. crossover) и мутација (eng. mutation). У процес укрштања учествују две

јединке (родитељи) које укрштају свој генетски материјал производећи једну или две нове јединке (деца). Са друге стране мутација представља процес случајне промене једног или више гена.

Процес иницијализације представља процес генерисања почетне популације. Почетна популација може бити изабрана помоћу случајних бројева или дефинисана на бази постојећих решења добијених неком другом методом. Генетски алгоритам се непрекидно понавља до задовољења неког унапред задатог услова: максимални број генерација, услов конвергенције решења, достизање циљне вредности фитнес функције итд.

Функција евалуације (фитнес функција) је функција на основу које се оцењује квалитет сваке јединке. Ова функција може имати различиту форму (што је раније детаљно разматрано).

## 6. ЗАКЉУЧАК

У раду је разматрана могућност примене реално кодираног генетског алгоритма у области више-критеријумске оптимизације проблема поузданости, расположивости, погодности одржавања, безбедности и укупних трошкова животног циклуса техничких система. Презентована су три различита приступа решавању више-критеријумских оптимизационих проблема при чему све три технике (идеје) презентоване у овом раду могу бити веома корисне инжењерима и менаџерима одржавања приликом креирања годишњих планова одржавања.

Даља истраживања у овој области воде ка имплементацији предложене методологије на практичне проблеме у индустрији, који ће савкако одредити и нове задатке и правце развоја.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] MATYAS, K, *Taschenbuch Instandhaltungs logistik Qualität und Produktivität steigern*, Hanser, 2005.
- [2] CEN: EN 13306:2002, *Maintenance Terminology*, Brisel.
- [3] VASIĆ, B, TODOROVIĆ J, CUROVIĆ D, POPOVIĆ V, STANOJEVIĆ N, CUROVIĆ N, *Održavanje tehničkih sistema istraživanja i projektovanja za privredu*, Institut za istraživanja i projektovanja u privredi – iipp, 1997.
- [4] IEC 60300-3-9 Ed. 2.0: *Dependability management – Part 3-9: Application guide – Risk analysis of technological systems*, first edition, Geneva, 2006.
- [5] GEN, M, YUN, YS, *Soft computing approach for reliability optimization: state-of-the-art survey*, Reliability engin. and system safety, 91, 2006., стр. 1008-1026.
- [6] TSAI, YT, WANG, KS, TENG, HY, *Optimizing preventive maintenance for mechanical components using genetic algorithms*, Reliability engin. and system safety, 74, 2001., стр. 89-97.
- [7] YANG, F, CHANG, CS, *Optimisation of maintenance schedules and extents for composite power systems using multi-objective evolutionary algorithm*, IET Generation, transmission & distribution, 3.10, 2009., стр. 930-940.
- [8] VUJOSEVIC, M, *Uvod u optimizaciju*, Операциона истраживања: изабрана поглавља, Факултет организационих наука, Београд, 1999.

[9] MARSEGUERRA, M, ZIO, E, MARTORELL, S, *Basic of genetic algorithms optimization for RAMS applications*. Reliability Engineering and System Safety 91, 2006., стр. 997-991.

[10] HOLLAND, JH, *Adaptation in natural and artificial system*. Ann Arbor, The University of Michigan Press, 1975.

[11] DE JONG, K, *Learning with Genetic Algorithms: an overview*. Machine Learning, 3, 1988. стр. 121-138.

[12] MOGHADDAM, KS, *Preventive maintenance and replacement scheduling: models and algorithms*, PhD Thesis, Department of Industrial Engineering, University of Louisville, Kentucky, USA, 2008.

[13] ČOJBAŠIĆ, Ž, NIKOLIĆ, V, ĆIRIĆ, I, GRIGORESCU, S, *Advanced evolutionary optimization for intelligent modeling and control of FBC process*, The Scientific journal FACTA UNIVERSITATIS, Series Mechanical Engineering, 8.1, 2010., стр. 47-56

## MULTI-OBJECTIVE OPTIMIZATION OF MAINTENANCE PROCESS USING ADVANCED EVOLUTIONARY METHODS

*Goran Petrović, MSc  
Prof. Dr. Žarko Čojbašić  
Prof. Dr. Dragan Marinković  
Prof. Dr. Zoran Marinković  
M. Sc Danijel Marković*

*University of Niš, Serbia  
Mechanical Engineering Faculty Niš*

### Summary

*In this paper discusses the possibility of using advanced evolutionary methods, real-coded genetic algorithms in multi-objective optimization problems of reliability, availability, maintainability, security and total cost of the life cycle of technical systems. Multi-objective optimization problems are defined in general terms after which they were presented two alternative approaches for its solution. It presented the theoretical foundations of genetic algorithms with the advantages of real-coded genetic algorithms over classical GA.*

**Key words:** *optimization, maintenance, genetic algorithm*

*Адреса за контакт:*

мр Горан Петровић  
Универзитет у Нишу  
Машински факултет у Нишу  
Катедра за транспортну технику и логистику  
18000 НИШ  
А. Медведева 14  
E-mail: [pgoran@masfak.ni.ac.rs](mailto:pgoran@masfak.ni.ac.rs)

## ПРИМЕНА КОХОНЕНОВИХ САМООРГАНИЗУЈУЋИХ МАПА НА ТСП

*Данијел Марковић, дипл. маш. инж.,*

*Милош Модић, дипл. маш. инж.,*

*Проф. др Драгослав Јаношевић*

*Универзитет у Нишу,  
Машински факултет у Нишу*

### Резиме

У раду је примењена вештачка неуронска мрежа (*artificial neural network - ANN*) за решавање проблема трговачког путника. Описан је начин рада вештачких неуронских мрежа и објашњено је ненадгледано учење. *ANN* модел примењен у овом раду је Кохоненова самоорганизујућа мапа (*self-organizing map - SOM*). У програмском пакету *MATLAB* развијен је *SOM* модел. Симулацијом *SOM* модела утврђени су параметри мреже са којима је модел успешно тестиран на реалном проблему.

**Кључне речи:** Самоорганизујуће мапе, трговачки путник, симулација модела

### 1. УВОД

Проблем трговачког путника (*Traveling salesman problem TSP*) је класичан метод оптимизације. Проблем трговачког путника дефинише се као: Дат је скуп градова и трошкови путовања од било ког до било ког другог града. Потребно је пронаћи руту која обилази сваки град тачно једном и враћа се у почетни град, такву да је укупна цена путовања том рутом минимална. Познато је да је проблем трговачког путника (*Non-deterministic Polynomial problem- NP problem*) *NP*-комплексан проблем, што значи да време потребно за решење овог проблема експоненцијално расте са порастом величине улаза [1].

*TSP* је први пут формулисан као математички проблем 1930. године и један је од највећих проблема у решавању проблема оптимизације. Користи се као основа за многе оптимизационе методе. Иако је проблем рачунски тешко решити постоји велики број егзактних и хеуристичких метода помоћу којих се решава *TSP* тако да у неким случајевима може се

решити и проблем са десетинама хиљада градова. Неке од метода које се примењују су Хопфилдове мреже, Кохоненове самоорганизујуће мапе, симулирано кађеље, генетски алгоритам и друге методе [2].

Вештачка неуронска мрежа је математички модел направљен по узору на структуру и функционалности биолошких неуронских мрежа. Састоји се из групе међусобно повезаних неурона. Обрада података врши се помоћу веза међу неуронима (синапсама). Модерне неуронске мреже су алати за моделовање нелинеарних статистичких података. Обично се користе за моделовање комплексних спрега између улаза и излаза или за проналажење шаблона у подацима.

Први приступ *TSP*-а преко *ANN*-а је дело Хопфилда и Танка 1985. године [3], који је заснован на минимизирање функције енергије и локални минимум који треба да одговара добром решењу за *TSP* пример. Међутим, овакав приступ не обезбеђује изводљивост, тј. не представљају сви минимуми енергетске функције могуће решење за *TSP*.

*SOM* алгоритам без ненадгледаног учења је првобитно применио Кохонен [4], где учење алгоритма представља тополошки однос између уноса података. Ненадгледано учење служи за решавање класе проблема чији циљ је одређивање начина на који су подаци организовани. Оно представља спонтано учење, без учитеља, тј. без интервенције експериментатора. Овакав начин учења погодан је код задатака код којих се користи сет података (*training set*) и када је потребно одредити узајамну везу између тих података. Типични проблеми за чије решавање се користи ненадгледано учење су кластеровање и генерализација. Међу неуронским мрежама, често коришћени алгоритми, који користе ненадгледано учење, су самоорганизујуће мапе.

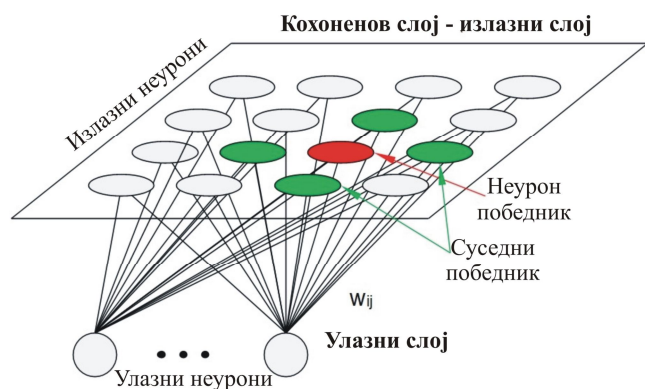
Постоји много врста *SOM* алгоритма за решавање *TSP*-а [5]. У раду је приказан развијен *SOM* модел у програмском пакету *MATLAB*. Симулацијом развијеног модела утврђени су најбољи параметри са којима је модел успешно тестиран на реалном проблему. Проблем представља снабдевање малопродајних објеката. Посматрано је 18 малопродајних објекта које трговачки путник треба да посети.

### 2. КОХОНЕНОВЕ САМООРГАНИЗУЈУЋЕ МАПЕ

Самоорганизујућа мапа је тип вештачке неуронске мреже чија обука се врши ненадгледаним учењем како би се добила нискодимензионална (најчешће дводимензионална), дискретна репрезентација улазних узорака. Оваква дискретна репрезентација података зове се мапа. Самоорганизујуће мапе разликују се од других типова неуронских мрежа по томе што чувају информацију о тополошким својствима улаза помоћу функције суседних неурона. Особине самоорганизујуће мапе омогућују јој визуалну представу нискодимензионог погледа на високдимензионе податке, тј. вишедимензионо скалирање. Овај модел је први пут као неуронску мрежу описао фински професор Теуво Кохонен, стога се ове мреже зову и Кохоненове мапе. Оне саме одређују репрезентацију интерних тежина за презентоване улазне податке без било каквог надзора корисника. Само-организујуће мапе представљају визуализациону технику за представљање података, које редукују димензије података кроз употребу

само-организујућих неуралних мрежа [6]. Само-организујуће *feature* мапе (*Self-organizing feature maps - SOMF*) уче да класификују улазне векторе према томе како су груписани у улазном простору. Начин како SOM раде редуковање димензија је тако што праве мапе од 1 или 2 димензије које исцртавају сличности између података групишући сличне податке заједно. Овај опис може да доведе до решења проблема који се разматра у овом раду [7]. Дакле, SOM раде две ствари, оне редукују димензије и уочавају сличности. Обучавање SOM даје дискретизовану репрезентацију са малим бројем димензија улазног простора обучавајућих узорака који се називају мапе. Мапа произведена само-организујућом мрежом настоји да очува тополошке особине улазног простора. SOM се састоји од елемената који се називају чворови или неурони што се може визуализовати као неурална мрежа која може имати дводимензионалну излазну решетку (слика 1).

SOM је један од најпопуларнијих ANN-а без ненадгледаног учења. Процес ненадгледаног учења састоји се из две фазе. У конкурентној фази, победнички неурон је идентификован као онај који је најближи улазним подацима (обично, квадрат минимум еуклидског растојања). У следећој фази, фаза сарадње, тежина победничког неурона и суседног неурона се ажурирају у циљу приближавања улазним подацима. Суседни неурони се обично распоређују у 2D облику, тј. правоугаоном или шестоугаоном облику, што значи да сваки неурон има 4, односно 8 најближих суседа. Такође једнодимензионални суседи могу да се примене, где сваки неурон има два суседа (са леве и са десне стране).



Сл. 1. Шематски приказ Кохоненова SOM са 2D решетком излазног неурона

Основни псеудо код за решавање SOM алгоритма је:

```

procedure train SOM
begin
  randomize weights for all neurons
  for i = 1 to predefined iterations
  do
  begin
    take one random input pattern
    find the winning neuron
    find neighbors of the winner
    update synaptic weights of these neurons
    reduce the learning rate and neighborhood function
  end
end
end

```

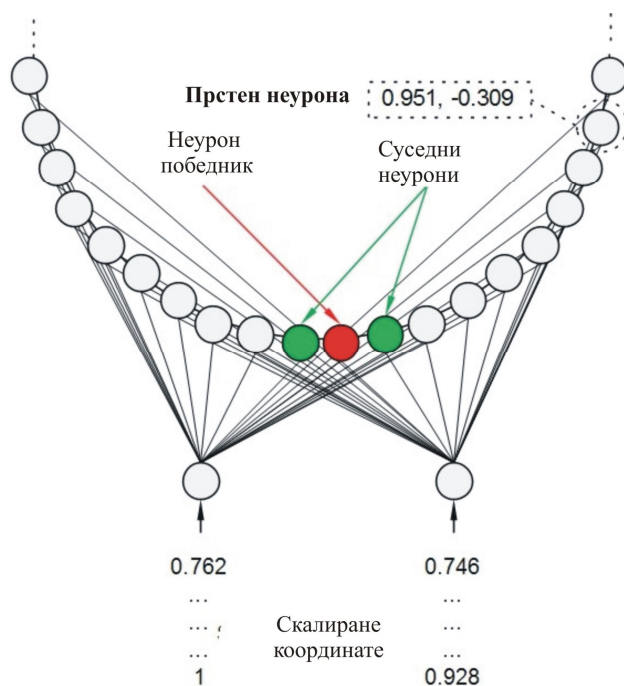
### 3. ПРИМЕНА SOM-а НА TSP

За решавање Еуклидског проблема трговачког путника примењена је двослојна SOM мрежа која се састоји од дводимензионалног улаза са улазним неуронима са једне и  $n$  излазних неурона са друге стране. Еуклидски проблем трговачког путника је онај код кога између градова важи неједнакост троугла - другим речима, између свака два града најкраћи могући пут је управо директан пут. Дводимензионални улаз дефинише координате малопродајних објеката - МО у дводимензионалном Еуклидском простору. На улазне неуроне, који су повезани са свим излазним неуронима, се доводе координате МО-а. У циљу лакше имплементације коришћене су скалиране вредности координата МО-а. Скалирање на интервал [0-1] је извршено следећом једначином:

$$x_s = \frac{(x - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})} \quad (1)$$

где је:  $x_s$  - податак који се скалира, тј. координате МО-а,  $x_{\min}$ ,  $x_{\max}$  - минималне и максималне вредности нескалираних података.

Предложена архитектура SOM се састоји од прстена на коме су неурони просторно распоређени у виду једноминезионалног низа (слика 2). Иницијалне тежине неурона које дефинишу положај неурона на прстену су постављене на следећи начин: претпостављајући да има  $n$  неурона, неурони су на кругу пречника 1 постављени на истом растојању узимајући у обзир угао положаја неурона који је једнак  $360^\circ/n$  [6].



Сл. 2. Кохоненова SOM са архитектуром у облику прстена

Улазни подаци (координате  $n$  малопродајних објеката) се доводе на улазне неуроне SOM-а на случајан начин и тај се процес итеративно понавља. У конкурентивном учењу, неурон  $I^*$  чија је тежина вектора најближа координатама МО-а је неурон-победник.



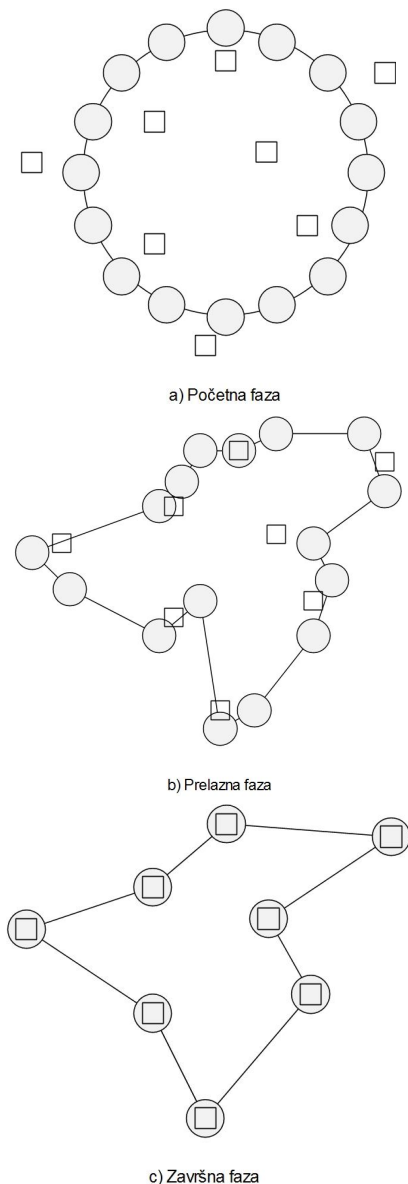
$I^* = \operatorname{argmin}_j \{\|x_i - w_j\|_2\}$ , где је:  $x_i$  - координата МО,  $w_j$  - позиција неурона  $j$  и  $\|\cdot\|_2$  - Еуклидско растојање. Према томе, неурон-победник, али и суседни неурони, мењају векторе тежине односно померају се ка  $i$ -тој представљеној координати МО-а и то помоћу функције суседства:

$$f(\sigma, d) = e^{\left(\frac{-d^2}{\sigma^2}\right)} \quad (2)$$

Према следећој функцији:

$$y_j^{new} = y_j^{old} + \alpha \cdot f(\sigma, d) \cdot (x_i - y_j^{old}) \quad (3)$$

где је:  $\alpha$ ,  $\sigma$  - коефицијент учења и варијанса функције суседства,  $d$  - једино најмање растојање мерено дуж прстена између неурона  $j$  и  $J$  које се рачуна као  $d = \min\{\|j-J\|, m-\|j-J\|\}$ , где је;  $\|\cdot\|$  - апсолутна вредност [8]. Коефицијент учења има динамичку карактеристику, односно током тренирања се његова вредност смањује, а обично узима вредности између 0 и 1. После већег броја итерација, неурони се приближавају координатама МО-а и на крају се налазе тачно у координатама МО-а.



Сл. 3. Еволуција SOM-а: (O) неурони и (□) координате малопродајних објеката

Потребно је да број неурона SOM-а буде већи од броја МО-а да не би дошло до осциловања неурона између суседних координата МО-а. У овом раду број неурона је два пута већи од броја МО-а да би се вишак неурона могао поставити између два суседна МО-а. Детаљни опис SOM-а може се наћи у [7] [8] [9] [10] [11].

#### 4. СТУДИЈА СЛУЧАЈА

Снабдевање малопродајних објеката робом са што мањим транспортним трошковима је тежња свих власника. У овом раду развијен SOM модел је примењен на снабдевање 18 малопродајних објекта. Циљ је да се направи најкраћа рута (оптимална рута) кретања возила за снабдевање свих 18 МО-а. Малопродајни објекти се налазе на територији града Ниша али због заштите нису наведена њихова имена, тј. у раду је решаван реалан проблем снабдевања. Возила која врше свакодневно снабдевање робом МО-е углавном се крећу по не-оптималним рутама, изазивају велике транспортне трошкове и самим тим прекорачују предвиђено време снабдевања.

Да би се одредила (приближно) оптимална рута прво су дефинисане координате МО-а. Локације МО-а су представљене помоћу гео-координата (табела 1). Због лакше примене развијеног SOM модела улазни подаци, тј. гео-координате МО-а, су скалирани помоћу једначине 1.

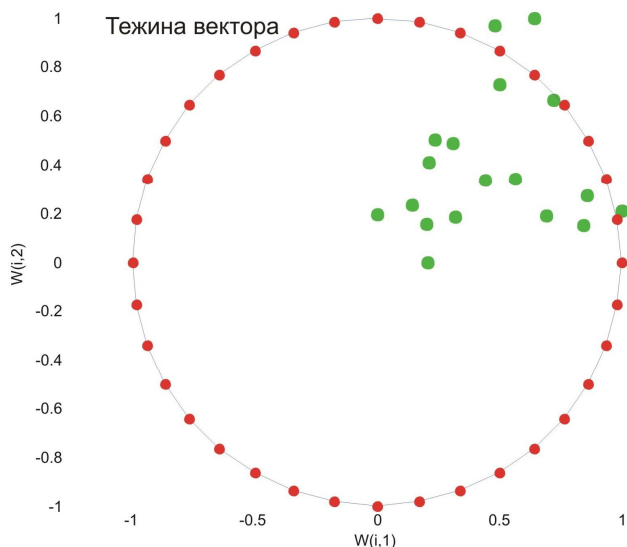
Табела 1. Локација малопродајних објеката

МО	Координате МО-а		МО	Координате МО-а	
	гео. ширина	гео. дужина		гео. ширина	гео. дужина
A	55.359	19.021	J	55.319	18.902
B	55.008	19.411	K	53.543	18.985
C	54.614	19.089	L	53.173	18.943
D	54.940	18.941	M	53.717	19.159
E	54.449	19.477	N	53.684	18.906
F	54.300	19.084	O	55.714	18.959
G	53.992	18.934	P	53.699	18.752
H	54.812	19.745	Q	53.778	19.249
I	54.396	19.711	R	53.970	19.234

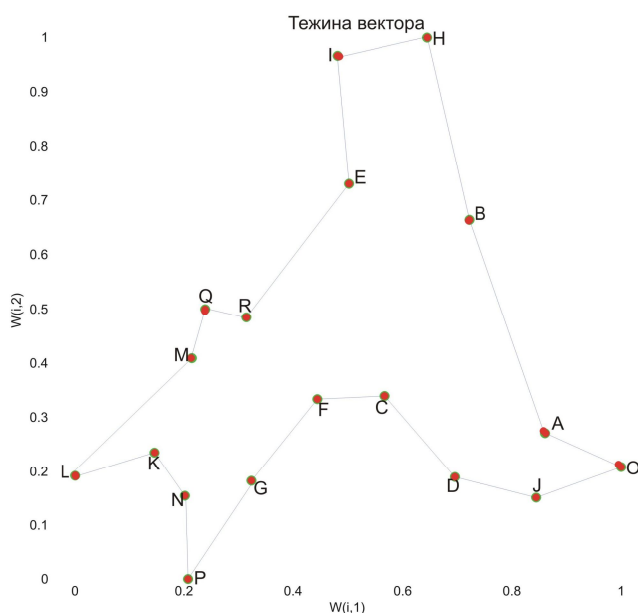
#### 5. СИМУЛАЦИОНИ ЕКСПЕРИМЕНТ

У раду су представљене три симулације модела. Прва симулација (због недостатка простора није приказана слика) је изведена са 1000 епоха и коефицијентом учења 0.99. То одговара првој фази SOM модела у којој неурони имају тенденцију да се покlope са координатама МО-а. Друга симулација је изведена са 2000 епохама и коефицијентом учења 0.99. Са продужетком учења може се видети да су сви неурони све ближе координатама МО-а, а неки су у центрима ових координата. Трећи симулација (слика 4б) одговара максималан број епоха. У овој симулацији, са максималним бројем епоха и са коефицијентом учења 0.9, сви  $n$  неурона покloпио се са координатама МО-а. Рута се може прочитати из тежинских коефицијената неурона. Овако добијена рута кретања возила преставља оптималну руту која је упоређена са рутом која је добијена Clarke Wright-овим алгоритмом уштеде. Рута гласи:

**A-O-J-D-C-F-G-P-N-K-L-M-Q-R-E-I-H-B-A**



а) Почетна фаза



б) Коначна фаза - рута

Сл. 4. Еволуција Кохоненове SOM-е на TSP

## 6. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Метод који је у овом раду примењен за решавање TSP-а представља нови метод на овом подручју. Предложена су нека прилагођавања SOM модела у циљу да се обезбеди ефикасан метод за решавање TSP-а. SOM алгоритам може генерисати решења која су за 10% мање лошија од оптималне руте кретања возила [9]. Предности примене овог модела су: лака имплементација, брзо израчунавање, велика употреба, производи добра решења. На основу наших експеримената може се закључити да се SOM може користити као флексибилан и брз начин за добијање оптималних путева за снабдевање МО-а, односно као метод за рутирање. Као недостатак примене SOM модела може се навести да је потребно извршити оптимизацију SOM параметара (коэффициент учења, растојања неурона, број итерација).

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] YANPING, B, WENDONG Z, ZHEN J, *An new self-organizing maps strategy for solving the traveling salesman problem*, Chaos, Solitons and Fractals vol. 28, 2006, pp 1082–1089.
- [2] PETERSON, C, *Parallel distributed approaches to combinatorial optimization: benchmark studies on TSP*. Neural comput vol.2, 1990, pp 1–9.
- [3] KOHONEN, T, *The self-organizing map*, Proc IEEE vol. 78, 1990, pp 74–90.
- [4] SOMHOM, S, MODARES, A, ENKAWA, T, *Competition-based neural network for the multiple traveling salesman problem with minmax objective*, Comput Operation Research vol. 26, 1999, pp 395–407.
- [5] HOPFIELD, J, TANK, DW, *Neural computation of decisions in optimization problems*, Biol Cyber vol. 52, 1985, pp 41–52.
- [6] MARKOVIC, D, MADIC, M, STOJKOVIC, S, *Simulation of self-organizing maps for solving travelling salesman problem*, The 7th international conference research and development of mechanical elements and systems, IRMES 2011, Zlatibor, Serbia, 2011.
- [7] KOHONEN, T, *Self-Organization and Associative Memory*, New York : Springer-Verlag, 1988
- [8] LEUNG, K-S, JIN, H-D, XU, Z-B, *An expanding self-organizing neural network for the traveling salesman problem*, Neurocomputing, Vol.62, 2004, pp 267-292.
- [9] BAI, Y, ZHANG, W, JIN, Z, *An new self-organizing maps strategy for solving the traveling salesman problem*, Chaos, Solitons and Fractals, Vol.28, No 4, 2006, pp 1082-1089.
- [10] BROCK, I-L, *Kohonen Self-Organizing Map for the Traveling Salesperson Problem*, Polish–Japanese Institute of Information Technology, Japan, 2007.
- [11] BEALE, M.H, HAGAN, M, DEMUTH, H, *Neural Network Toolbox User's Guide*, The Mathworks Inc, 2010.

## APPLICATION KOHONEN SELF-ORGANIZING MAPS ON THE TSP

M. Sc Danijel Marković, MFN

M. Sc Miloš Madić, MFN

Prof. dr Dragoslav Janošević, MFN

### Summary

In this paper applied artificial neural network – ANN for solving the travelling salesman problem - TSP. We describe a method of artificial neural networks and unsupervised learning is discussed. ANN model presented in this paper, Kohonen self-organizing map - SOM. The MATLAB program was developed SOM model. SOM simulation models were applied network parameters with which the model is successfully tested on real problem.

Key words: Self-organizing maps, travelling salesman problem, simulation

Адреса за контакт:

Данијел Марковић, дипл. маш. инж.

Универзитета у Нишу, Машински факултет у Нишу

Катедра за транспортну трхнику и логистику

Александра Медведева 14, 18000 Ниш, Србија

[danijel@masfak.ni.ac.rs](mailto:danijel@masfak.ni.ac.rs)

## ИЗБОР ЛОКАЦИЈЕ ТРГОВИНСКИХ ЦЕНТРА

*Проф. др Славица Цветковић,  
Факултетских наука у Косовској Митровици*

*Милан Цветковић,  
ПМФ у Нишу*

### Резиме

У овом раду биће говора о локацији трговинских центара. За решавање оваквих и сличних проблема развијене су методе које припадају области вишекритеријумске анализе и рангирања. Избор локације трговинских центара извршен је применом PROMETHEE-GAIA методологије која се успешно примењује у решавању проблема вишекритеријумског одлучивања. У раду су изнете основне теоријске поставке PROMETHEE-GAIA методологије. Прорачун је изведен применом Decision Lab програма и извршена је анализа добијених резултата.

**Кључне речи:** *Тржни центри, PROMETHEE-GAIA, вишекритеријумско одлучивање, Decision Lab*

### 1. УВОД

Трговински центри представљају скуп међусобно компатибилних продајних, угоститељско-туристичких, занатских, културно-забавних и осталих пратећих објеката, који са пројектантско - урбанистичког становишта представљају засебну целину у односу на окружење и у којима се нуди веома широк асортиман трговинских и нетрговинских роба и услуга, у зависности од обима и структуре платежно способне тражње којој су намењени. Њихов значај и величина расте почев од средине 20. века, и они данас представљају саставни део метрополитенских подручја и дају додатне импулсе савременим урбанистичким токовима.

Трговинска предузећа путем локације одређују своје окружење, а основне одреднице тржишног окружења јесу: купци, њихова куповна снага и њихова склоност потрошњи, односно њихови ставови, навике и мотивације.

У условима тржишне економије погодна локација продајних објеката представља трајну конкурентску предност предузећа. „Добре локације често надокнађују недостатке у управљању, али слабе локације представљају озбиљан хендикеп и за најумешније трговце“.

Локација, према степену обухватности, може бити:

- 1. Макролокација**, изабрано локално или регионално подручје за изградњу малопродајних објеката.
- 2. Микролокација** је тачно одабрано место за изградњу.

Оптимална локација има врло значајну улогу у обављању активности сваког привредног субјекта. Значај локације све више расте у условима масовне прозводње и потрошње, развоја технике и технологије, пораста релативног учешћа трошкова дистрибуције у укупним трошковима репродукције, па се адекватном политиком локације трошкови дистрибуције значајно снижавају. Бројни фактори техничко-технолошке природе, привредни, економски и демографски фактори утицали су на савремене токове урбанизације. Ти фактори су се испојили у депопулацији ужих градских центара у смањивању урбано-руралних разлика као и на усмеравању токова у правцу ширих метрополитенских подручја.

### 2. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ

Код услужних предузећа, од локације зависи број клијената, а самим тим и приход. Зато се у овом раду и разматра избор локације трговинских центара применом вишекритеријумске анализе. Мора се донети одлука уз уважавање више различитих, а често и противуречних критеријума. Најчешће постоје већи број локација које задовољавају постављене критеријуме, па се поставља питање како из скупа приближно једнако добрих локација изабрати најбољу, уз уважавање дефинисаних критеријума. Проблем се даље компликује чињеницом да нису сви критеријуми исте важности, нити им се додељују исте вредности пондера, као и чест случај када вредности критеријума нису квантитативне, већ су изражене квалитативно. За решавање оваквих и сличних проблема развијен је низ метода које припадају области вишекритеријумске анализе и рангирања VAO.

Ова метода вишекритеријумске анализе омогућава да се из скупа понуђених решења, изабере најприхватљивија варијанта, а на основу дефинисаних критеријума.

У моделима VAO критеријуми су задати атрибутима. Постоји коначан број унапред задатих варијанти за избор, при чему не постоје експлицитно дефинисана ограничења, већ су она укључена у атрибуте.

Модел VAO одговара лоше структурираним проблемима и има следећу општу поставку:

$$(\max)\{f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x), n \geq 2\}$$

Уз ограничења:

$x \in A = [a_1, a_2, \dots, a_m]$  где је:

$n$  - број критеријума (атрибута),  $j = 1, 2, \dots, n$ ,

$m$  - варијанте (акције)  $i = 1, 2, \dots, m$ ,

$f_j$  - критеријуми (атрибути),  $j = 1, 2, \dots, n$ ,

$a_i$  - варијанте (акције) за разматрање,  
 $i = 1, 2, \dots, m$ ,

$A$  – скуп свих варијанти

При томе су познате и вредности  $f_{ij}$  сваког разматраног критеријума  $f_j$ , добијене са сваком од могућих варијанти  $a_i : f_{ij} = f_j(a_i), (i, j)$ .

Модел VAO се на устаљени начин приказује преко матрице, која се назива матрицом одлучивања. Развијено је више метода за решавање проблема VAO (посебно вишекритеријумског рангирања) међу којима се посебно могу издвојити: ELECTRE, VIKOR, ANP, PROMETHEE i dr.

У овом раду је коришћена PROMETHEE, односно PROMETHEE-GAIA методологија (Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations – Geometrical Analysis for Interactive Assistance) је позната као најделотворнија и најлакша у области вишекритеријумског одлучивања.

Бројне успешне примене PROMETHEE методе у различитим областима су евидентне, те су као такве ове методе нашле своју примену у многим гранама.

### 3. ПРИМЕНА PROMETHEE-GAIA МЕТОДЕ

Примена PROMETHEE-GAIA методологије у овом раду је представљена на примеру избора локације за трговински центар.

Избор одговарајућег тржног подручја за изградњу и пословање трговинског центра врши се кроз следећих шест фаза:

#### 1. Сагледавање постојеће ситуације

Да би дошли до података о постојећој ситуацији, битно је да се путем истраживања сазнају најбитније карактеристике простора на којем желимо да изградимо трговински центар, тј. Да дефинишемо тржишно подручје трговинског центра. Пре свега, треба одредити трговинске институције и тржишне услове, и друго, треба одредити средства транспорта, пре свега путеве и железнице.

#### 2. Одређивање главних конкурентних фактора тржног подручја

Треба извршити анализу постојећег продајног простора у изабраним трговинским областима, и анализирати структуру постојећих институција трговине.

#### 3. Примена просторних модела, најпре Хафовог и Рилијевог модела

Треба нагласити да постоје два основна метода за одређивање просторних димензија подручја:

-*емпиријски методи* на бази примарних информација

-*математичко статистички методи* на бази секундарних и примарних извора информација

#### 4. Телефонско истраживање и

Телефонско испитивање потрошача може да укључи испитивање потрошача у вези фактора који нису наведени у Хафовом и Релијевог моделу.

#### 5. Одређивање и кватифицирање тржишног подручја

Постоје три оновне мере тржишног подручја: број насеља које укључује, укупно становништво и потенцијално тржиште.

#### 6. Избор микролокације трговинског центра по фазама

Ова одлука захтева ангажовање великог броја стручњака из следећих области: маркетинг, економска географија, урбана екологија, социологија, психологија, демографија, географија, маткетинг и сл. дисциплине.

На микролокацију трговинских центара утичу многи фактори друштвеног и економског карактера, те је потребно кроз неколико повезаних фаза изложити процес избора микролокације тј. анализе кључних фактора.

**Прва фаза:**Процењивање обима продаје

**Друга фаза:** Истраживање мотивације и навика потрошача

**Трећа фаза:** Стање аутомобилског и пешачког саобраћаја

**Четврта фаза:** Анализа приступачности и постојања паркинга простора

**Пета фаза:** Анализа постојеће тржишне структуре

**Шеста фаза:** Процена укупних трошкова пословања трговинског центра

Табела 1. Полазни подаци за дати проблем одлучивања у евалуационој табели су из задње тачке б и односе се на прву фазу

Алтернатива	Критеријум					
	$M_j$	$D_{ij}$	$M_k$	$D_{ik}$	$Y_i$	$\alpha, \beta,$
А	4	2	4	3	5	3
Б	4	5	3	5	4	5
Ц	5	3	4	4	3	4
Д	5	2	2	4	5	3
Е	4	3	3	6	3	3

$M_j$ - Величина  $j$ -тог трговинског центра у квадратним метрима пута 1000

$D_{ij}$  – удаљеност трговинског центра  $j$  од потрошача  $i$  у Km

$M_k$  – величина конкурентног трговинског центра  $k$  у  $m^2$

$D_{ik}$  – удаљеност потрошача  $i$  од конкурентног центра  $k$  у Km

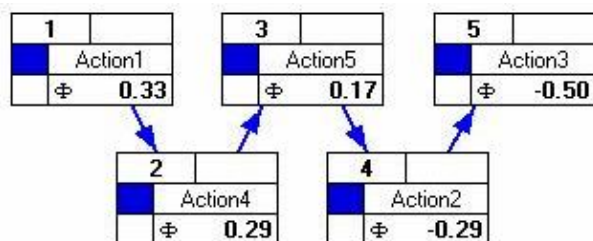
$Y_i$ - укупни малопродајни трошкови на трговинском подручју

$\alpha, \beta, ?$  – фриксиони параметри.

Рецимо да имамо 5 алтернатива избора локације са присутних 6 критеријума, датих у табели 1. Задња два критеријума су квалитативни критеријуми. За квантификовање квалитативних вредности критеријума локација коришћена је петодигрна скала са следећим значењима: 1- веома лоше, 2-лоша, 3-задовољавајућа, 4-

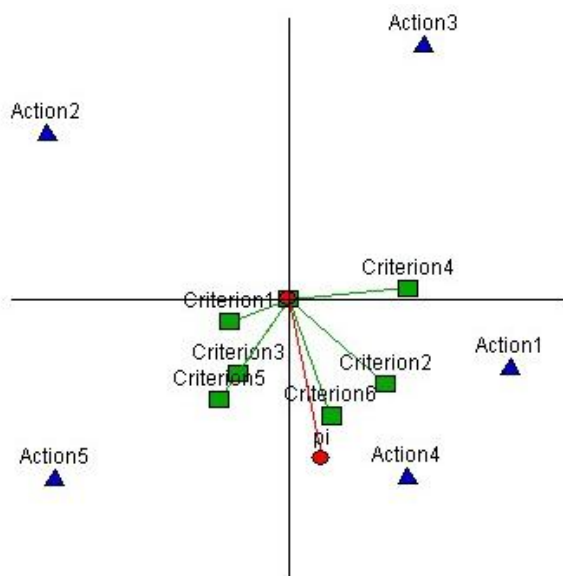
добра, 5 веома добра. Неке критеријуме је потребно минимизирати, док је остало тренба максимизирати. За прорачун је коришћен Decision Lab који резултате презентује графички.

PROMETHEE II метода омогућује доносиоцу одлуке могућност комплетног рангирања алтернатива како је приказано на сл. 2



Сл. 2. PROMETHEE II рангирање

На слици3. приказана је GAIA раван за анализирани проблем одлучивања.



Сл. 3. GAIA раван за дати проблем одлучивања

На основу положаја алтернатива и критеријума видљиво је да су сви наведени критеријуми међусобно веома конфликтни (различити правци оса). Правац показује да је најбоља прва алтернатива.

Ова метода се даље може применити на остале фазе у оквиру шесте тачке

#### 4. ЗАКЉУЧАК

Идеја овог рада је била да се дају основне теоријске и методолошке основе за одређивање локације трговинских центара. Имајући у виду да је тематика локације обрађивана много пута, и на више различитих начина, овде су објашњени поједини приступи.

Посебан део анализе припада PROMETHEE-GAIA методе која спада у најпознатије и најчешће коришћене

методе у виšekритеријумском одлучивању. У самом раду су изнете теориске основе, а сама примена је илустрована на примеру избора/рангирања трговинских центара. Употребу ових метода додатно олакшава употребу софтвера Decision Lab, којим се на веома једноставан и брз начин долази до коначних резултата. Програм такође пружа могућност анализе осетљивости добијених резултата која се спроводи применом почетних тежина критеријума. Треба нагласити да успешност примене PROMETHEE методе у процесу одлучивања у великој мери зависи од следећих фактора:

- могућност и икуства доносиоца одлуке да своје преференције између алтернатива по сваком разматраном критеријуму изрази на интервалној скали;
- доносилац одлуке мора бити у стању да важност сваког критеријума изрази на интервалној скали; и
- доносилац одлуке је сигуран да у процесу одлучивања жели да узме у обзир све релевантне критеријуме и свестан да ће добијено решење представљати најбољи компромис између свих анализираних критеријума.

Посебан део анализе треба да обухвата само пословање трговинског центра и анализу локације простора у центру, јер размештај продавница утиче, како на индивидуалне перформансе малопродаваца, тако и на укупну моћ привлачења трговинског центра.

У раду је изложен модел на бази урбане географије (теорија просторне хијерархије центра и теорија интеракције), *Hafov*, *Rilijev* и *Simonsov* модел, и на крају и *Lakšmananov* и *Hansenov* модел процена ообима трговинских центара. Сваки од ових модела показује одређене аспекте анализе локације, као и слабости и предности. Анализом различитих модела, особе заинтересоване за изградњу трговинских центара могу упоређивати резултате, или користити неке од ових модела упоредо, уз примену и PROMETHEE методе биће комплетна анализа.

На жалост, у раду није дат карактеристичан процес изградње трговинског центра на примеру из праксе, због недостатка одговарајућих извора информација.

Циљ овог рада је да изложи неопходност изградње великих трговинских центара на српском подручју, али и изложи сложеност тог процеса.

С обзиром да већи део света своје куповине обавља у тржним центрима, треба пружити прилику нашим потрошачима да сагледају предности куповине у тржним центрима и дати им могућности избор између најразноврснијих врста трговинских институција. Треба имати у виду сложеност и озбиљност изградње центра, али и последице тога, као што је повећање квалитета услуга и побољшање целокупне атмосфере куповине, уз истовремено образовање просечног српског потрошача о трговинским центрима.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ловрета С., Радуновић Д. и Петковић Г., *Трговина, теорија и пракса*, Свремена администрација, Београд, 1998.
- [2] Shopping Centers and Other Retail Properties, Edited by John R. White and Kevin D. Graz, John Wiley&Sons, Inc., 1996.
- [3] Avijit Gosh and Sara L. McLafferty, *Locaton Strategies for Retail and Service Firms*, Lexington Books, 1987.
- [4] Kerry D. Vandell and Charles C. Carter, *Store Location in Shopping Centers: Theory & Estimates*, Presented at the Asian Real Estate Society Meetings, Beijing China, July 2000
- [5] Mark J. Eppli and James D. Shiling, *How Critical Is a Good Location to a Regional Shopping Center?* The Journal Of Real Estate Research, Volume 12, Number 3, 1996
- [6] Нада Барац, Горан Миловановић, *Управљање пословном логистиком*, Ниш, 2000
- [7] Helmut Koch, *Policy Mechanisms to Influence Location Choices*, Linz, Austria, 23-24 September 1998.
- [8] Slavica Prvulović, Dragiša Tolmač, Živan Živković, Ljiljana Radovanović, “*Multi-criteria decision in the choice of advertising tools*“, Facta Universitatis, UNIVERSITY OF NIŠ

## CHOICE LOCATIONS SHOPPING CENTERS

*Prof. dr Slavica Cvetković, FTN – Kosovska Mitrovica  
Milan Cvetković, PMF – Niš*

### *Summary*

*This paper will talk about the location of shopping centers. For solving this and similar problems have developed methods that belong to the multicriteria analysis and ranking. The choice of location of shopping centers was based on PROMETHEE-GAIA methodology is successfully applied in solving the problem of multiple criteria. The paper presents basic concepts of the PROMETHEE-GAIA methodology. The calculation was performed using Decision Lab software and the analysis of the results.*

*Кључне речи: Shopping malls, PROMETHEE-GAIA, multicriteria decision making, Decision Lab*

*Адреса за контакт:  
Проф. др Славица Цветковић  
Факултет техничких наука,  
38220 Косовска Митровица  
Кнеза Милоша 7  
E-mail: smijoc@yahoo.com*

## ДИЗАЈНИРАЊЕ ГЛОБАЛНИХ ЛАНЦА СНАБДЕВАЊА<sup>1</sup>

*Проф. др Нада Барац*

*Проф. др Горан Миловановић,*

*Александра Анђелковић*

*Економски факултет у Нишу*

### Резиме

*Интегрисање фирми у ланац снабдевања спроводи се кроз две фазе. Прва укључује све активности везане за избор одговарајућих партнера, док друга фаза обухвата развојне активности ланца снабдевања у смислу изградње дугорочних односа. Циљ рада је да се, на бази одабране литературе, анализира фаза дизајнирања. Ова фаза објашњена је кроз неколико корака: утврђивање мотива за улазак у ланац снабдевања, одлучивање о броју партнера у ланцу снабдевања, одлучивање о избору домаћих или иностраних партнера, постављање критеријума за избор партнера и избор партнера у ланцу снабдевања. Посебно ће у раду бити презентовани резултати истраживања о развоју ланца снабдевања у Србији.*

**Кључне речи:** глобализација, ланац снабдевања, избор партнера, агилност

### 1. УВОД

Глобална конкуренција „присиљава“ корпорације да посматрају свој целокупан ланац снабдевања како би смањиле трошкове и повећале профит. Ефективан и ефикасан ланац снабдевања ће помоћи корпорацијама да остваре значајну предност над глобалном конкуренцијом. Формирање и одржавање ланца снабдевања је данас кључно за опстанак и успех у пословању. Стога, развој глобалних ланца снабдевања привлачи све већу пажњу теоретичара и практичара. Према П. Дракеру највећа промена на пословном плану је успостављање партнерства међу компанијама широм света [12, стр.

<sup>1</sup> Рад је настао у оквиру пројета финансираног од стране, Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије, број 179066.

4646]. Имплементација концепта ланца снабдевања је дуг и сложен процес. Концепт ланца снабдевања не подразумева само континуирано истраживање у области нових логистичких процеса које треба на одговарајући начин да реши проблем смањења појединих трошкова, кашњења, губитака, штета, елиминисања активности које не стварају вредност и слично [8, стр. 81]. Спровођење овог концепта требало би да има за резултат коришћење бројних могућности које произилазе из партнерских односа са другим фирмама у ланцу.

Примена концепта ланца снабдевања захтева спровођење трансформационих процеса у различитим областима, међу партнерима заинтересованим за улазак у ланац снабдевања. На неке од поменутих трансформација указао је професор Кристофер Мартин [9, стр. 283]:

- прелазак са оријентације на добављаче на оријентисаност на потрошаче,
- са push на pull процесе, што обезбеђује висок ниво агилности и флексибилности,
- померање фокуса са залиха на информације, што укључује дељење информација о тражњи у реалном времену,
- прелазак са трансакционих на дугорочне односе,
- пословна трансформација са функција на процесе која доводи до стварања крос-функционалних тимова заснованих на вредности,
- прелазак са појединачног конкурисања на конкурисање мрежа снабдевања.

Процес изградње ланца снабдевања укључује две фазе. Прва, се односи на селекцију и избор партнера који ће формирати ланац снабдевања, док друга укључује успостављање дугорочних односа међу партнерима. Међутим, пре спровођења процеса селекције и избора партнера неопходно је утврдити мотиве и оправданост уласка у ланац снабдевања. Процес формирања ланца снабдевања укључује и решавање дилема по питању наступа са већим или мањим бројем партнера у ланцу снабдевања, као и одлуку о сарадњи са домаћим или иностраним партнерима.



Слика 1: Фазе у процесу изградње ланца снабдевања

### 2. МОТИВИ УЛАСКА У ЛАНАЦ СНАБДЕВАЊА

Ланац снабдевања је значајан „алат“ у остваривању и задржавању конкурентске предности [12, стр. 4646]. Као додатак овој тврдњи често се наводи и уштеда трошкова у извршењу бројних операција, компанија које послују у оквиру неког ланца снабдевања. Велики број компанија посматра ланац снабдевања као моћно средство за адаптацију у турбулентном и неизвесном окружењу. Компаније улазе у ланац снабдевања са

оним партнерима који располажу критично-комплементарним ресурсима.

Значајно питање у решавању дилеме уласка у ланац снабдевања односи се на утврђивање мотива оваквог подухвата. Различите теоријске перспективе бавиле су се идентификовањем стратешких мотива. Неки од њих приказани су у Табели 1.

Табела 1: Стратешки мотиви за улазак у ланац снабдевања [3, стр. 580]

Теоријске перспективе	Стратешки мотиве
Главни ток економије	Трансфер производње у земље са нижим трошковима (1983) Одржавање конкурентске позиције (1986) Остваривање инвестиција и избегавање ризика (1988) Набавка сировина Сарадња са потенцијалним конкурентима у циљу минимизирања напада конкурената
Парадигма трансакционих трошкова	Обезбеђење диверсификације производа и услуга (1986) Лакша размена комплементарне технологије (1988) Лакши приступ знању партнера и локалним тржишним условима
Парадигма заснована на ресурсима	Бржи улазак на тржиште (1983) Обезбеђење већег тржишног учешћа (1985) Делење трошкова истраживања и развоја (1993) Бржи повратак инвестиција (1997)
Организационо учење	Бржи трансфер информација и знања
Приступ стратешког позиционирања	Упознавање конкурената Лакша међународна експанзија

У пракси се као најчешћи мотиви уласка у ланац снабдевања наводе ресурси којима располажу потенцијални партнери, као и вредност која ће бити остварена уласком у ланац. Неуспех и ризик у пословању избежнији су сарадњом са партнерима, па се и они често налазе на листи мотива.

Улазак у ланац снабдевања може елиминисати ограничења у пословању на страним тржиштима. Сарадња успостављена на овај начин олакшава улазак на нова тржишта, доприноси остварењу нижих тарифа и такси у страним земљама, обезбеђује дистрибутивну мрежу по повољнијим условима на иностраним тржиштима.

Оно што се често намеће као проблем је некомпатибилност мотива партнера из земаља различитих по економској развијености. С обзиром на чињеницу да између земаља различитог нивоа развијености постоје разлике у погледу институционалног окружења, расположивих ресурса, способности, знања, постојаће разлике и у мотивима за укључивање у ланац снабдевања [3, стр. 578.].

### 3. ДОНОШЕЊЕ ОДЛУКА О БРОЈУ ПАРТНЕРА

Одлука о уласку у ланац снабдевања мора бити праћена анализом оптималног броја партнера који ће чинити ланац снабдевања. Укључивање већег или мањег броја фирми у ланац снабдевања носи са собом како предности, тако и недостатке. Мањи број партнера у ланцу подиже сарадњу на виши ниво, олакшава спровођење заједничких иновација, убрзава поделу поверљивих информација [5, стр. 117.]. Осим ових, као предности уласка у ланац снабдевања са мањим бројем партнера наводе се [14]:

- могућност добијања производа и/или услуга вишег квалитета,
- успостављање јачих веза међу партнерима,
- боља комуникација,
- лакша кооперација код увођења нових производа и услуга,
- веће међусобно поверења,
- упућеност једних на друге повећава зависност али и заједнички напор.

Поред поменутих предности, постоје и недостаци који сугеришу да избор мањег броја партнера не даје увек позитивне резултате. Неки од недостатака одлуке уласка у ланац снабдевања са мањим бројем партнера су [14]:

- осетљивост на неуспех учесника ланца снабдевања,
- мањи број добављача може бити погођен променама у количини,
- висока зависност,
- могућност уцењивања ценом.

Одлука о наступу у ланцу снабдевања са већим бројем партнера подржана је низом предностима. Учешће већег броја партнера носи са собом више извора знања и искустава који могу бити искоришћени у процесу стварања вредности ланца снабдевања. У случају да неко од добављача не испуни обавезе на адекватан начин лако може доћи до његове замене. Међутим, учешће већег броја партнера у ланцу снабдевања отежава комуникацију међу учесницима, као и изградњу односа поверења. У ланцу са већим бројем учесника теже је обезбедити компатибилност циљева, стратегија, корпоративних култура и слично.

### 4. ОДЛУКА – ДОМАЋИ ИЛИ ИНОСТРАНИ ПАРТНЕРИ

У процесу изградње ланца снабдевања на располагању су како домаћи тако и инострани партнери. У савременим условима не постоје ланци снабдевања које чине потпуно домаћи или инострани партнери, али се може гороврити о претежном учешћу једних или других. Разлог је тај што избор само једних или других повлачи за собом одређена ограничења. Сугерише се оптимална комбинација домаћих и иностраних партнера.

Избор иностраних партнера захтева стицање знања о земљи из које су потенцијални партнери, информације о партнерима (могу постојати ограничења у овом процесу због неприступачности извора информација у другим земљама), закона и правних процедура и слично [деталније видети у извору под бројем 15, стр. 1-134]. Поред поменутих, постоје и следећи проблеми:



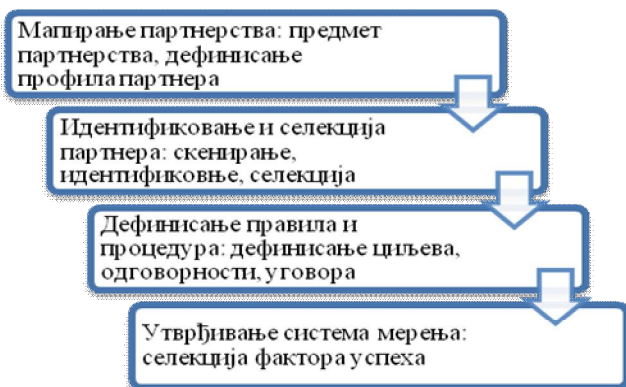
- комуникациони (различити језици, већа удаљеност, различите временске зоне због директних телефонских контаката, разлике у стандардима и слично);
- време потребно за преговарање је дуже;
- разлике у валутама;
- правни проблем (разлике у законима о спровођењу одређених трансакција, законима о кршењу патената и слично);
- кашњење у испоруци због временских услова;
- проблем међународне логистике (сложеност међународног транспорта и дистрибуције);
- разлике у јединицама мере.

## 5. ПРОЦЕС СЕЛЕКЦИЈЕ ПАРТНЕРА

Селекција пословних партнера је софистициран процес, који мора бити заснован на рационалним и систематским одлукама. Одлука о избору партнера стратешког је карактера и захтева висок ниво пажње. То је много више него класичан избор партнера из разлога што подразумева изградњу дугорочних и чврстих односа. Ова фаза у формирању ланца снабдевања мора бити подржана информацијама. Међутим, како је доступност информација ограничена, јако је тешко остварити оптимално решење. Осим недостатка информација, проблем реализације процеса селекције може постојати због ограниченог броја кандидата за улазак у ланац снабдевања, немогућности компарације расположивих информација о потенцијалним партнерима, субјективности у анализирању расположивих информација и слично. Процес селекције партнера почиње скенирањем доступних извора информација, а завршава се избором. Овај процес може се пратити кроз неколико фаза [13]:

- проналажење потенцијалних партнера,
- прелиминарна селекција,
- комплексна процена,
- преговарање са потенцијалним партнерима,
- потписивање уговора и
- мониторинг (праћење).

Процес селекције према Kaplanu и Hurdu (слика 2) започиње дефинисањем циљева и карактера партнерства.



Слика 2: Процес селекције и избора партнера према Каплану и Хурду

На пример, избор партнера захтева најпре анализу тржишта (тржишни потенцијал, идентификовање циљних купаца) и постављање циљева за операције на анализираном тржишту. У следећем кораку врши се анализа могућности и ресурса неопходних за остварење циљева. Дефинисани циљеви и утврђене могућности основа су за израду профила „идеалног партнера“. Процес идентификације и избора партнера наставља се прикупљањем информација о кандидатима за потенцијалне partnere. Најчешћи извори информација су сајмови, привредне коморе, банке, стручни часописи, независни консултанци, пословне базе података, интернет и слично.

Процес селекције партнера у ланцу снабдевања је увек двосмеран, на пример, произвођач бира дистрибутера, али истовремено и дистрибутер бира добављача. Последња фаза у процесу селекције и избора партнера је успостављање мерила успеха. Систем процене успеха требао би да одговори на следећа питања [7, стр. 38]:

- када су циљеви испуњени и
- шта су главни индикатори успеха или неуспеха.

Процес селекције и избора партнера у савременим условима олакшан је доношењем бројних стандарда и процедура. Поседовање сертификата о испуњавању поменутих стандарда представља доказ о подобности компанија за улазак у ланац снабдевања. Такав је стандард ISO 28000, утврђен од стране Интернационалне организације за стандардизацију. Реч је о стандарду који омогућава организацијама да успоставе свеобухватни систем управљања безбедношћу у ланцу снабдевања коме припадају. Стандард ISO 28000 поставља одређене захтеве организацијама, као што су испитивање и истраживање окружења у којем послују са аспекта безбедности, утврђивање адекватности примене безбедносних мера и идентификација законских захтева у складу којих морају профилисати своје пословање.

Стандард ISO 28000 намењен је компанијама свих величина и делатности које су део ланца снабдевања, почев од добављача, произвођача, дистрибутера, транспортних компанија, шпедитера, великопродаваца до малопродаваца. Увођење стандарда повлачи за собом бројне предности [6]:

- већу контролу над операцијама у ланцу снабдевања,
- превентиву и смањење губитака,
- припремљеност за ванредне ситуације,
- већу ефикасност,
- побољшану услугу клијентима,
- већу конкурентност,
- веће поверење код клијената и међу партнерима,
- углед и бољу позицију на тржишту.

Савремени ланци снабдевања, због своје сложености, многобројних активности и све већег броја учесника, подложни су утицају великог броја потенцијалних ризичних ситуација. Стандард ISO 28000 захтева од компанија да дефинишу ризике који су откривени у ланцу снабдевања путем плана безбедности, креирају извештај о рањивости ланца снабдевања како би се дефинисао безбедносни сценарио, креирају безбедносни план који описује сигурносне мере за

управљање ризицима, идентификују критичне тачке и развију програм обуке [6].

Одељење Европске комисије за безбедност ланца снабдевања 1. јануара 2008. године уводи Ауторизовани Економски Оператер (АЕО). Циљ АЕО програма је повећање контроле граница, обезбеђење сигурности интернационалног ланца снабдевања и модернизација царинских процедура у ЕУ. Испуњавање АЕО програма сугерише постојање сигурног пословног партнера на међународном тржишту. Ова сигурност проистиче из самих предности које обезбеђује АЕО, а то су: приоритетан третман при контроли робе на царини, брже кретање роба преко граница које признају АЕО статус и мањи број података за царинске декларације. Критеријуми који морају бити задовољени приликом аплицирања за статус АЕО су[6]:

- дотадашње придржавање царинским правилима,
- задовољавајући систем управљања комерцијалним и транспортним записима,
- доказ финансијске солвентности и
- високи сигурносни и безбедносни стандарди.

Од наведених критеријума највећи значај имају стандарди. У том смислу, ISO 28000 представља основу за добијање АЕО статуса. Поседовање овог статуса доноси велику компаративну предност на тржишту, јер означава поузданост пословног партнера. Испуњавање стандарда ISO 28000 и остваривање АЕО статуса пружају низ информација неопходних за доношење одлука о избору партнера, што процес избора партнера чини знатно једноставнијим.

## 6. ИЗБОР КРИТЕРИЈУМА ЗА ПОТРЕБЕ СЕЛЕКЦИЈЕ ПАРТНЕРА

Селекцију партнера карактерише микс вештина, знања и ресурса, оперативне политике и процедуре, рањивост у домаћим условима и институционалне промене. Дотадашња истраживања у овој области показују да се ради о стратешкој и специфичној одлуци при креирању ланца снабдевања и да значај и варијације у критеријумима за избор партнера долазе од великог броја фактора [12, стр. 4647]. На значај селекције и избора партнера указује утицај ове одлуке на перформансе ланца снабдевања.

Кључна тачка процењивања и селекције пословних партнера је како одабрати критеријуме за процену. Многи аутори су истраживали како да одаберу критеријуме процене перформанси. На пример, Angeles и Nath [1, стр. 241–255] су идентификовали критеријуме избора трговинских партнера код фирми у пару клијент-добављач. Коришћењем факторске анализе аутори су груписали све могуће критеријуме у шест критичних критеријума који могу бити коришћени као критеријуми избора, а то су: стратешка посвећеност, флексибилност трговинског партнера, удружено партнерство, спремност, инфраструктура и комуникације. Татоглу [11, стр. 137–147] је истраживао критеријуме селекције партнера коришћењем типологије која показује разлику између партнерских односа и задатака у вези критеријума за избор. Аутор је описао две различите методе у вези одабира критеријума и коришћења повезаних партнерских

стратегија ради испитивања мотивације за заједничко улагање на примеру западних партнерских фирми.

Почетком 1950-их учињени су први покушаји у дефинисању сета критеријума за избор партнера. Брендел је међу првима саставио листу од 20 кључних питања у вези са избором партнера. Пеграм је 1960-их дефинисао следеће критеријуме: финансијски услови, продајна снага, линије производа, репутација, тржишна покривеност, положај на тржишту, вештине управљања. Од овог периода велики број аутора покушава да изврши синтезу већ дефинисаних критеријума. Избор критеријума за потребе селекције партнера захтева коришћење квантитативних метода. Како нису сви критеријуми подједнако важни при доношењу одлука о избору партнера, ове методе имају за задатак уврђивање најважнијих критеријума у конкретној ситуацији. Процес избора најважнијих критеријума може наићи на препеке, као што су:

- промене интерног и екстерног окружења и
- субјективизам при избору критеријума.

Од тренутка избора критеријума до избора партнера на основу дефинисаних критеријума може доћи до промена како у интерном, тако и у екстерном окружењу. Избор критеријума за потребе селекције партнера зависи о постојећих услова. Промене унутар компаније могу бити праћене потребом за поновним избором критеријума, који ће бити у складу са новонасталом ситуацијом. Потреба за изменом критеријума постоји и у случају промена у екстерном окружењу.

Поред квантитативних метода који се користе при избору критеријума, свакако су присутни и менаџери различитих нивоа. Њихова веровања, ставови, мишљења могу утицати на избор критеријума. Избор критеријума треба препустити квантитативним методама, при чему субјективне методе могу бити само подржавајуће. Висок ниво субјективизма при избору критеријума може бити препрека у процесу избора партнера.

Одвек је био тежак задатак изабрати адекватну методу за доношење одлука на основу више критеријума и на више нивоа. Проблем избора реакбилних<sup>2</sup> партнера обухвата вишеструке атрибуте перформанси укључујући домене одлучивања и критеријуме реакбилности [деталније о реакбилним ланцима снабдевања видети под редним бројем 2, стр. 105-124].

Избор критеријума повезан је са стратешким ресурсима и вештинама који недостају компанији. Према томе, одговарајући партнер је онај који може да попуни одређене дефиците, што у крајњој линији обезбеђује одрживост стратешког партнерства [3, стр. 581]. Процес селекције партнера за укључивање у ланац снабдевања обухвата анализу две групе атрибута [4, стр. 160.]:

<sup>2</sup> Менаџери компанија се суочавају са новим „правилима игре“ чију основу чине брзина, флексибилност и иновативност. Да би одговорили тим правилима менаџери морају креирати реакбилне (*agile*) ланце снабдевања. Кључ успеха таквих ланца снабдевања су брзина и флексибилност извршења активности као и спознаја да су потребе и сатисфакција купаца основни разлози за њихово креирање.

- ✓ индивидуалних (техничко-технолошки капацитети, финансијско стање, знање и менаџерско искуство, способност уласка на нова тржишта) и
- ✓ колаборативних (компатибилност ресурса, базе знања, мотивација, циљеви и култура).

Табела 2: Индивидуални атрибути [4, стр. 161]

Индивидуални атрибути	Објашњење
Техничко-технолошки капацитети	Партнер располаже иновативном технологијом у одређеној области
Финансијско стање	Партнер има одличан финансијски статус у погледу стопе раста капитала, повраћаја дугорочних инвестиција, приноса на имовину и профита
Знање и менаџерско искуство	Партнер располаже адекватним нивоом знања и искуства
Способност уласка на нова тржишта	Партнер има добар однос са локалним властима, упознат је са конкуренцијом, разуме кориснике и може да пружи висок ниво услуга

Табела 3: Колаборативни атрибути [4, стр. 161]

Колаборативни атрибути	Објашњење
Компатибилни ресурси	Партнери располажу ресурсима који могу послужити као допуна у непредвиђеним ситуацијама
Базе знања	Партнери имају сличне базе знања које могу послужити за предвиђање потенцијалних пословних могућности
Мотивација	Подразумева степен у коме су партнери мотивисани да заједно доносе и спроводе одлуке
Компатибилност циљева	Партнери немају компетитивне циљеве, што обезбеђује конзистентност у сарадњи и остваривању профита
Компатибилност културе	Веровања, ставови, вредности и очекивања се не разликују међу партнерима

Приликом доношења одлука о избору партнера ове две групе атрибута мере се на различите начине. Мерење индивидуалних атрибута врши се проценом појединачних потенцијалних партнера од стране експерата. За разлику од индивидуалних, мерење колаборативних атрибута спроводи се над сортираним проценама експерата свих партнера.

Једно истраживање наводи чак 32 критеријума када се ради о тзв. реагбилним ланцима [2, стр. 105-124]. Ови критеријуми су усаглашени према детаљним интервјуима са академицима и привредницима у Великој Британији и Америци, уз подршку свеобухватних емпиријских анкета и студија случајева.

У процесу идентификовања критеријума и груписању идентификованих критеријума у одговарајуће домене одлучивања, карактеристике критеријума и домена одлучивања се морају пажљиво испитати.

Поменута 32 критеријума и десет домена одлучивања представљају квалитативне атрибуте са субјективном природом. Неминовно је да неке субјективне процене буду нејасне, а неке од њих и непотпуне. Када је постављено питање експертима да процене колико су важни атрибути, они су чешће одговорали са „70% сам сигуран да су веома важни“, или „негде између најбољег и доброг“. Очигледно је да традиционални методи не могу несигурним проценама да се изборе са проблемима на више нивоа и са више критеријума.

Приликом процене пословних партнера, морају се узети у обзир многи фактори. Пословна сарадња, на пример, је кључни део процене и селекције партнера. Међу 32 критеријума, 4 су идентификована на следећи начин:

- убрзано формирање партнерства,
- блиски односи са добављачима,
- купци базирани на поверењу,
- везе са добављачима.

*Убрзано формирање партнерства* се односи на унутрашњу сарадњу у оквиру компаније или међусарадњу између компанија да би се достигао заједнички циљ. То омогућава брзу аквизицију ресурса и то по нижим трошковима за краткорочне пројекте. Да би се квантификовало мерење овог критеријума, морају се применити две метрике: *број удружених јединица и просечно време за закључивање и операционализацију удружених јединица*.

*Стратешки односи са купцима* се односе на очување дугорочног и регуларног контакта са купцима. Информације прикупљене од купаца ће омогућити да се производи, које купци желе, дизајнирају како они желе. Могу се користити две метрике за квантификовање мера овог критеријума: *број пројеката са купцима и износ купљених набавки*.

*Блиски односи са добављачима* су увек важни за компанију. Добављачи не снабдевају само компонентама своје купце, већ постају све више виртуелни део компаније. Информације се деле и добављачи такође осећају одговорност за успех компаније купца и доприносе идејама које ће им користити. То омогућава компанији да има поуздане, ефикасне односе са добављачима. Добављачи постају знатичељни о компанији и могу да доставе значајне информације, на пример, да дизајнирају промене како би производи постали јефтинији, планирање метода да се превазиђу проблеми. Две метрике, *број пројеката са добављачима и износ купљених набавки* се могу користити за мерење овог критеријума.

*Односи купца и добављача базирани на поверењу* значи да купци сада знају да добијају квалитетне производе и имају поверење у своје добављаче. Добављачи су уверени у компанију коју услужују и обратно. То уклања несигурност и проблеме у њиховим односима. Људи знају шта добијају и када то добијају. Коефицијент броја *стратешких алијанси у укупном броју набавки* могу да буду могућа мера за коришћење код мерења овог критеријума.

Карактеристике наведена четири критеријума говоре како одржати ефективно и ефикасно „партнерство“.

Тиме се ова четири критеријума могу груписати у један домен одлучивања, који се назива „партнерство“. На тај начин се свих 32 критеријума могу категорисати у десет домена одлучивања: *интеграцију, компетенцију, изграђивање тима, технологију, квалитет, промену, партнерство, тржиште, едукацију и добробит*. Ови домени покривају главне области одлучивања у операцијама производње. Менаџмент мора да доноси одлуке у свим овим доменима, од којих сваки представља низ избора који могу имати огроман утицај на стратегију производње. Критично је да ове одлуке, настале у организацији и на свим нивоима, буду конзистентне са формацијом организације. Што је још важније, ови домени заједно са критеријумима имају врло мали значај за практиканте осим ако постоји начин да се измере. Даље, природа промена захтева тржишта говори о потреби за динамичким мерењем метода и инструмената.

## 7. ДЕФИНИСАЊЕ КРИТЕРИЈУМА ЗА ИЗБОР ПАРТНЕРА КОД ЛАНАЦА СНАБДЕВАЊА У СРБИЈИ

Ланци снабдевања у Србији су итекако присутни. Међутим, поставља се питање да ли су на адекватан начин формиран и да ли у будућности постоји могућност за њихов даљи развој, с обзиром на тренутне односе који су успостављени међу партнерима који их чине. Анализа формирања и развоја ланца снабдевања дозвољава избор компанија из различитих сектора (примарног, секундарног и терцијалног) с обзиром на то да су чланови ланца снабдевања добављачи, произвођачи, малопродавци, великопродавци, дистрибутери и други. Предмет истраживања су предузећа које послују на територији Србије, а које су чланови ланца снабдевања.

Истраживање је спроведено на узорку од 20 предузећа из Србије, подељених у две групе, с обзиром на број запослених. Прву групу чини 10 малих и средњих предузећа са бројем запослених до 250, док је код преосталих 10 број запослених изнад 250 и они чине групу великих предузећа. Узорком су обухваћена следећа предузећа: Тома Костић (Лесковац), Elixir Group (Шабац), Велефарм (Београд), Хенкел (Крушевац), Здравље (Лесковац), Fornetti (Суботица), ДИН – Philip Morris (Ниш), Хемофарм (Вршац), Техногас (Београд), Хеба (Бујановац), Трајал (Крушевац), Нафтна индустрија Србије (Нови Сад), Лисца (Бабушница), Плима Пек (Крушевац), Алфа-плам (Врање), Тоза Марковић (Киkinda), Копаоник (Београд), Агрожив (Панчево), Воћар Лутка (Пријеполје), Обућа Павле (Бела Паланка).

Процес истраживања обухватио је следеће фазе:

- израда упитника,
- избор предузећа која представљају узорак,
- прикупљање података методом анкетирања,
- обрада и анализа анкетних упитника,
- презентација резултата и извођење закључака.

Прикупљање примарних података извршено је методом анкетирања менаџера поменутих предузећа. У ту сврху коришћен је анкетни упитник. Анкетни упитник чине

два дела. Први део упитника чине општа питања везана за назив, седиште, делатност предузећа, број запослених, облик и порекло власништва и функцију менаџера одговорног за попуњавање упитника. Специфични део упитника чини једанаест питања везаних за број предузећа у ланцу снабдевања којој припада и предузеће анкетираниог менаџера, порекло предузећа укључених у ланца снабдевања (из Србије или неких других земаља), као и питања везана за критеријуме које предузеће користи при избору партнера и начин на који успоставља односе сарадње са својим партнерима.

Као што је приказано у раду, процес развоја ланца снабдевања започиње избором адекватних партнера. Према томе и најмање грешке у процесу доношења одлука могу се негативно одразити на перформансе читавог ланца снабдевања. Да би се грешке избегле користе се различити критеријуми који су основа у процесу селекције партнера на „прихватљиве“ и „не прихватљиве“ за даљу сарадњу и развој дугорочних односа. Критеријуми који се користе у селекцији истовремено представљају и атрибуте потенцијалних партнера. Како се до данас искристалисао велики број критеријума потребно је извршити њихову категоризацију на битне и небитне.

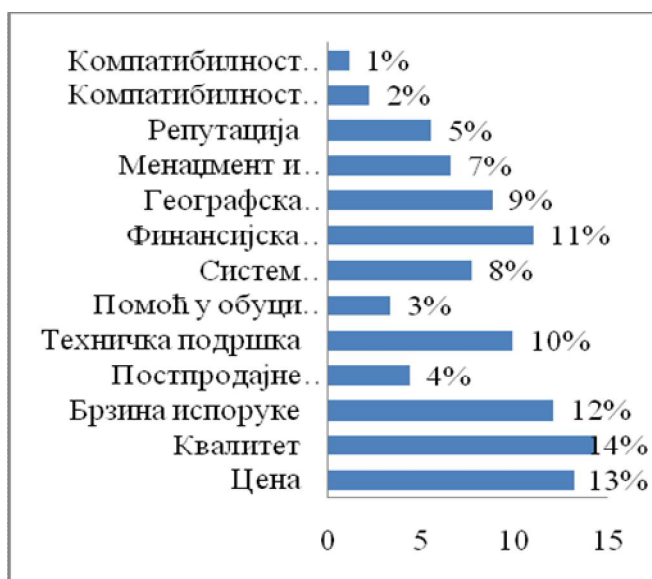
У анализу је укључено 13 критеријума који се најчешће користе у процесу доношења одлука при избору партнера. Реч је о следећим критеријумима: цена (сировина и материјала, готових производа, услуга), квалитет, брзина испоруке, постпродајне услуге, техничка подршка, помоћ у обуци запослених, систем комуницирања, финансијска стабилност, географска локација, менаџмент и организација, репутација, компатибилност циљева и компатибилност корпоративне културе.

Менаџери компанија из Србије ранговима 1 до 13 (при чему 1 представља најзначајнији критеријум, а 13 критеријум од најмањег значаја) окарактерисали су важност претходно поменутих критеријума. На основу додељених рангова утврђене су и просечне оцене појединачних критеријума (табела 4).

Табела 4: Просечне оцене појединачних критеријума

Критеријуми	Оцене
Цена	12
Квалитет	13
Брзина испоруке	11
Постпродајне услуге	4
Помоћ у обуци запослених	3
Систем комуницирања	7
Финансијска стабилност	10
Географска локација	8
Менаџмент и организација	6
Репутација	5
Компатибилност циљева	2
Компатибилност корпоративне културе	1

На основу слике 3 може се закључити да се при доношењу одлука о избору партнера менаџери највише ослањају на квалитет који партнери могу понудити. Међутим, ово свакако није једини критеријум који се узима у обзир код доношења одлуке.



Слика 3: Уочиште појединих критеријума у процесу доношења одлука о избору партнера

Резултати спроведеног истраживања нису показали поштовање принципа концепта ланца снабдевања. Међутим, како је реч о предузећима која послују у Србији, као земљи у транзицији, која још увек није одбацила обележја старе пословне филозофије приказани резултати не представљају велико изненађење. Истраживање је показало да је јако мали број менаџера у Србији упознат са чињеницом колико је данас важно градити односе сарадње кроз ланце снабдевања. Стиче се утисак да предузећа не примењују адекватно концепт ланца снабдевања.

Прве грешке предузећа чине већ при првом кораку у изградњи ланца снабдевања. Избор адекватног партнера захтева велику пажњу у састављању „листе за и против“ при дефинисању профила идеалног партнера. Чини се да предузећа малу пажњу посвећују овом кораку. Фокусираност на критеријуме какви су цена, квалитет, финансијска стабилност, чини да се занемаре критеријуми који су јако значајни за даљи развој односа у ланцу снабдевања. Поменути критеријуме свакако не треба изоставити, али је потребно комбиновати их са квалитативним критеријумима. Избор партнера искључиво на основу квантитативних критеријума могућ је код задржавања сарадње на искључиво трансакционе односе.

Као неке од основних карактеристика ефикасних односа у ланцу снабдевања напомињу се заједнички циљеви и компатибилност корпоративних култура. Резултати истраживања показују да су ова два критеријума занемарена од стране менаџера анализираних предузећа. Намеће се потреба повећања нивоа свести менаџера о значају поменутих критеријума. Запостављање циљева и корпоративне културе при избору добављача можда тренутно не изазива конфликте међу партнерима, али су они

свакако неизбежни. Резултати овакве селекције партнера се јако тешко могу искористити у изградњи односа поверења.

Некомпатибилност циљева партнера који чине ланац снабдевања може негативно утицати на развој поверења, што је свакако показало и претходно истраживање. Током развоја ланца снабдевања могуће је вршити њихово усклађивање, међутим ово би за резултат могло да има наметање циљева моћнијих чланова ланца и стварање конкурентских односа међу партнерима.

Стварање односа поверења међу партнерима је најбољи начин за превазилажење препрека које се могу јавити. Транспарентност и континуирана размена информација фактори су развоја и очувања поверења међу партнерима. Задржавање старе пословне културе свакако има велики утицај на изградњу поверења у односима међу партнерима. Претходне две деценије у Србији нису створиле адекватну подлогу за имплементацију концепта ланца снабдевања. Пословна сфера одише неповерењем, слабом разменом информација, неспремношћу за преузимање ризика, нетолеранцијом. Успостављање односа поверења међу учесницима у ланцу снабдевања захтева промену овакве атмосфере.

Из претходно наведеног проистиче да потпуна имплементација концепта ланца снабдевања у Србији захтева измене у пословним филозофијама предузећа. Ове измене се односе на:

- шири избор критеријума за доношење одлука о избору партнера,
- подстицање креативности и иновација,
- повремено подређивање сопствених циљева циљевима читавог ланца,
- подстицање транспарентности и комуникације,
- имплементирање адекватних информационих система,
- незанемаривање идеја малих и средњих предузећа, као слабијих учесника ланца снабдевања,
- посматрање ланца снабдевања као проширење сопственог предузећа.

## 8. ЗАКЉУЧАК

Савремено окружење са свим својим променама подстакло је све чешћу интеграцију великог броја предузећа. Концепт ланца снабдевања је нешто што се у савременим условима не може избећи, питање је само који је најбољи начин за његову имплементацију како резултати не би изостали. Многа предузећа су једино у оваквом виду интегрисања пронашла начин за остваривање одрживе конкурентске предности. Међутим, само повезивање предузећа у сврху обављања одређених активности није довољно за развој ланца снабдевања. Међу интегрисаним предузећима мора постојати транспарентност, подела ризика и профита, заједнички циљ, дугорочна корист, несребично дељење информација. Процес изградње ланца снабдевања укључује две фазе. Прва, се односи на селекцију и избор партнера који ће формирати ланац снабдевања, док друга укључује успостављање дугорочних односа међу партнерима. Међутим, пре спровођења процеса селекције и избора партнера неопходно је утврдити мотиве и оправданост

уласка у ланац снабдевања. Процес формирања ланца снабдевања укључује и решавање дилема по питању наступа са већим или мањим бројем партнера у ланцу снабдевања, као и одлуку о сарадњи са домаћим или иностраним партнерима.

Претходне две деценије у Србији нису створиле адекватну подлогу за имплементацију концепта ланца снабдевања. Пословна сфера одише неповерењем, слабом разменом информација, неспремношћу за преузимање ризика, нетолеранцијом. Успостављање односа поверења међу учесницима у ланцу снабдевања захтева промену овакве атмосфере

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] ANGELES R, NATH R (2000) An empirical study of EDI trading partner selection criteria in customer-supplier relationships. *Inf Manage* 37.
- [2] БАРАЦ Н., МИЛОВАНОВИЋ Г., *Стратегијски менаџмент логистике*, СКЦ Ниш, Ниш, 2006. год.
- [3] DONGA L., GLAISTER K. W., Motives and partner selection criteria in international strategic alliances: Perspectives of Chinese firms, *International Business Review* 15, Elsevier, 2005.
- [4] FENG B., FAN Z.P., MA J., A method for partner selection of codevelopment alliances using individual and collaborative utilities, *International Journal of Production Economics* 124, Elsevier, 2010.
- [5] GIBBS R., HUMPHRIES A., *Strategic Alliances and Marketing Partnership: Gaining Competitive Advantage Through Collaboration and Partnering*, Kogan page, London and Philadelphia, 2009.
- [6] [http://www.logistika-info.net/index\\_files/ISO28000.pdf](http://www.logistika-info.net/index_files/ISO28000.pdf)
- [7] KAPLAN N.J., HURD, J., Realizing the Promise of Partnerships, *The Journal of Business Strategy*, Vol. 23, No. 3, Emerald Group Publishing Limited, 2002.
- [8] КРСТИЋ Б., МИЛОВАНОВИЋ Г., Дизајнирање система мерења перформанси за управљање ланцем снабдевања, *Економске теме бр. 2*, Економски факултет Ниш, 2007.
- [9] MANGAN J., LALWANI CH., BUTCHER T., *Global Logistics and Supply Chain Management*, John Wiley & Sons Ltd., 2008.
- [10] REN J, YUSUF YY, BURNS ND (2005) Agile Partner selection: a hierarchical model and empirical investigation. *Int J Inf Syst Sci* 1.
- [11] TATOGLU E Western joint ventures in Turkey: strategic motives and partner selection criteria. *Eur Bus Rev* 12., 2000.
- [12] Wu W. Y., Shih H. A., Chan H. Ch., The analytic network process for partner selection criteria in strategic alliances, *Expert Systems with Applications* 36, 2009.
- [13] [www.leidykla.eu/fileadmin/Ekonomika/73/Juozas\\_Bivainis.pdf](http://www.leidykla.eu/fileadmin/Ekonomika/73/Juozas_Bivainis.pdf)
- [14] [www.masfak.ni.ac.rs/.../masfak\\_predavanje\\_b4planiranje\\_i\\_upravljanje\\_lancem\\_dobavljaa.ppt](http://www.masfak.ni.ac.rs/.../masfak_predavanje_b4planiranje_i_upravljanje_lancem_dobavljaa.ppt)
- [15] ZAVRŠNIK B., The Importance of Selection and Evaluation of the Supplier in Purchasing Management, *Journal of Contemporary Management Issues*, Vol. 3, No. 2, Ekonomski fakultet u Splitu, Split, 1998.

## DESIGNING GLOBAL SUPPLY CHAIN

*Prof. dr Nada Barac, EF – Niš*  
*Prof. dr Goran Milovanović, EF – Niš*  
*Aleksandra Anđelković, EF – Niš*

### Summary

*Integration companies in the supply chain is implemented in two phases. The first includes all activities related to the selection of appropriate partners, while the second phase includes the development activities of the supply chain in terms of building long term relationships. The aim is that, based on selected literature, analyze the design phase. This phase has been explained through several steps: determining the motives for entering the supply chain, deciding on the number of partners in the supply chain, the choice of domestic or foreign partners, setting criteria for selecting partners and selection of partners in the supply chain. Finally, particular the paper will presents the results of research on the development of supply chains in Serbia.*

*Key words: globalization, supply chain agility*

*Адреса за контакт:*

Проф. др Нада Барац  
Економски факултет у Нишу  
18000 НИШ  
Трг краља Александра 11  
Драгише Цветковића 28а  
E-mail: [nada\\_barac@yahoo.com](mailto:nada_barac@yahoo.com)

## IMPLEMENTACIJA LEAN KONCEPTA U SISTEM LOGISTIČKE PODRŠKE VOJNE ORGANIZACIJE

*Kapetan Predrag Pešić, dipl. inž.,  
Vojska Srbije,*

*prof. dr Zoran Marinković,  
Mašinski fakultet – Niš*

### *Rezime*

*Lean, kao biznis filozofija razvijena je u Japanu u Toyota Motor Manufacturing od 1946 – 1968. godine. Lean omogućava pojednostavljenje i ubrzanje procesa uz smanjenje ili eliminisanje rasipanja.*

*U ovom radu se izlaže metodologija implementacije Lean koncepta u sistem logističke podrške vojne organizacije. Prikazan je način poboljšanja procesa logističke podrške u hijerarhijskim organizacionim sistemima implementacijom ovog koncepta. Ističe se značaj implementacije ovog koncepta za našu vojnu organizaciju.*

**Ključne reči:** *lean, logistika, vojna organizacija.*

### 1. UVOD

Lean koncept je nastao u kompaniji Toyota koja je izuzetno reprezentativan primer uspešne japanske kompanije. Put ove kompanije od kraja drugog svetskog rata pa sve do danas, reprezentuje svu specifičnost japanskih kompanija. Neposredno posle drugog svetskog rata, Japan je bio još uvek nerazvijena zemlja, sa uništenom infrastrukturom, a Toyota je imala dug osam puta veći od vrednosti kompanije. Država je zabranila kompaniji Toyota da otpušta radnike. Da bi smanjila dug i povećala obrt kapitala, Toyota je morala da kompletno promeni sistem poslovanja. Zato su menadžeri Toyote morali da odu u proizvodne pogone i izvrše detaljnu analizu procesa proizvodnje i pokušaju da unaprede proizvodnju što je više moguće. Posle višemesečne analize sistema, tadašnji glavni menadžeri Toyote, Taiichi Ohno i Eiji Toyoda, su zaključili da je taj proizvodnji potreban reinžinjer, a oni su tada shvatili i na koji način. U takvoj situaciji menadžment Toyote je izabrao jedinu moguću strategiju – koncentrisanje na proizvodnju sa minimalnim angažovanjem energije, materijala i rada za proizvodnju proizvoda što predstavlja suštinu Lean koncepta.

Pri tome proizvodi moraju biti najvišeg kvaliteta kako bi kupci prihvatili proizvode iz zemlje sa lošom tradicijom i reputacijom. Toyotin postepeni rast od „malog igrača“ do najveće i najprofitabilnije kompanije u automobilskoj industriji, prouzrokovao je veliku pažnju i interesovanje javnosti, što je učinilo Lean koncept vrućom temom u menadžmentu u toku 20 i početkom 21 veka.

Aktuelna finansijska situacija primorala je mnoge zemlje da smanje svoje vojne budžete. Zato, vojne organizacije moraju da se fokusiraju na pojednostavljenje i ubrzanje procesa uz smanjenje ili eliminisanje rasipanja iz procesa. Lean koncept implementiran u njihov sistem logistike ispunjava sve navedene zahteve.

Cilj ovog rada nije da u detalje ponavlja teoriju koja se može naći u bespućima Interneta, već da pokuša prikazati kako se ona može primeniti u konkretnoj praksi vojne organizacije, na konkretnim ljudima i stvarnim procesima, je li stvarno toliko dobra, ili je prenapumpana priča s nerealnim očekivanjima.

### 2. OSNOVNA DEFINICIJA LEAN KONCEPTA

Reč Lean je engleskog porekla i znači mršav – vitak. Ranije se ova reč pre svega odnosila na sportiste koji su vitki, žilavi, vrhunsko efektni u sportu kojim se bave. Inače, ova reč ne označava samo fizičko stanje, već i posebnu mentalnu disciplinu (psihičku snagu). Posmatrajući samo definiciju ove reči, može se pretpostaviti, da primenjeno na poslovne organizacije, Lean znači organizaciju koja je maksimalno efektna u onome što radi, trošeći minimum potrebnih resursa, a istovremeno pruža najbolji mogući kvalitet proizvoda ili usluga. Lean ne znači samo postizanje ovakvog stanja, već i posvećenost nizu principa i praktičnih vežbi koje ovo željeno stanje kontinuirano održavaju. Lean je termin koji opisuje holistički (sveobuhvatno), održivi pristup poslovanju (organizaciji i menadžmentu) koji koristi manje svega (resursa, investicija, troškova), da pruži više (kvaliteta, profita, zadovoljstva kupca – krajnjeg korisnika). Lean je istovremeno biznis filozofija i poslovna strategija. Najviši planirani rezultat Lean-a, kao biznis filozofije je kontinualno smanjenje vremena procesa od prijema porudžbine do isporuke proizvoda ili usluge. U tom cilju on [1]:

- fokusira se na maksimiziranje brzine procesa,
- obezbeđuje alate za analizu toka procesa i vremena kašnjenja u svakoj aktivnosti procesa,
- koncentriše se na izdvajanje rada “koji dodaje vrednost” od rada “koji ne dodaje vrednost”, alatima koji eliminišu korene uzroka aktivnosti koje ne dodaju vrednost i tako eliminišu njihove troškove,
- obezbeđuje način za kvantifikovanje i eliminaciju troškova kompleksnosti procesa.

Lean kao poslovna strategija je bazirana na zadovoljenju kupca (u vojsci – krajnjih korisnika), isporukom kvalitetnih proizvoda i usluga, koji su baš ono što kupac želi, kad ih želi, u željenoj količini, po pravoj ceni, koristeći minimum materijala, opreme, prostora, rada i vremena.

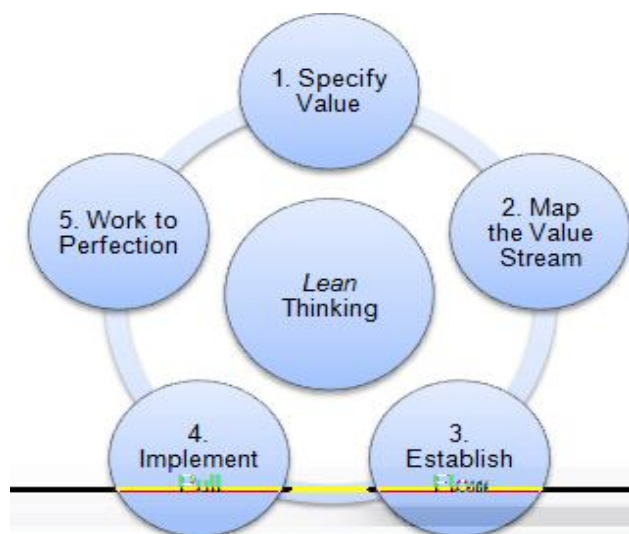
### 3. SISTEM LOGISTIČKE PODRŠKE

Sistem logističke podrške vojne organizacije podsistem je sistema odbrane kao hijerarhijski višeg sistema i u sebi sadrži sva njegova obeležja. Kao sistem obrazuje jedinstvo sa svojim okruženjem, zavisi od njega ali i sam doprinosi njegovom

razvoju. Svaki složeni, višenivojski organizacioni sistem, kao što je sistem logističke podrške vojne organizacije da bi bio efikasan i efektivan, mora biti kvalitetno organizaciono-tehnološki isprojektovan i kvalitetno vođen. Istovremeno, mora da ima dugoročni koncept razvoja i jasno izražena težišta i prioritete u funkcionisanju, a takođe i precizno definisane pokazatelje uspešnosti. Neophodno je da prati promene u bližem i daljem okruženju i da im se prilagođava, ali i da aktivno utiče na svoje okruženje. Takođe, i svaki proces u višenivojskim organizacionim sistemima, da bi se odvijao kvalitetno, mora biti dobro isprojektovan i upravljiv. Da bi se dostigao potreban nivo operativne sposobnosti i željeno stanje sistema logistike, neophodno je ostvariti jedinstvo operanda, operatora i operacija unutar samog sistema logistike, a zatim i sa ostalim podsistemima vojne organizacije, kojima ovaj sistem pruža logističku podršku pri izvršavanju zadataka u okviru dodeljenih misija. Zato je između ostalog, potrebno obezbediti dugoročni "konsenzus", po najvažnijim pitanjima logistike, svih logističara i svih logističkih stelholder-a<sup>1</sup> [2].

#### 4. LEAN ORGANIZACIJA

Lean organizacija je organizacija koja je maksimalno efektna u onome što radi, trošeći minimum potrebnih resursa, a pri tome isporučuje najbolji mogući kvalitet proizvoda ili usluga [3]. Da bi Lean organizacija mogla efektno i efikasno da funkcionise, potrebno je ispuniti sve zahteve i principe Lean filozofije. Osnovni principi Lean koncepta (sl. 1) su:



Sl. 1. Osnovni principi Lean koncepta

1. – Uspostaviti vrednost u očima korisnika,
2. – Mapirati tok vrednosti,
3. – Učiniti da vrednost teče bez prekida,
4. – Vući šta želite, kada želite to,
5. – Tragati za perfekcijom bez rasipanja.

Ako se svi navedeni principi efikasno implementiraju u organizaciju i sprovede svakodnevno od strane svih zaposlenih, takva organizacija postaje "Lean organizacija". U Lean organizaciji "svi dobijaju sve", odnosno:

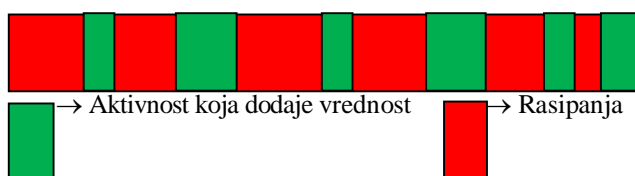
- zaposleni: bolji proces i ideje za promene ("da me čuju i da dozvole da oblikujem proces u kome radim"),
- organizacija: poboljšani ključni indikatori (kvalitet, trošak, bezbednost, moral) i
- kupac (krajnji korisnik): povećano zadovoljstvo (bolji kvalitet, niži troškovi).

#### 5. SISTEMATIZACIJA RASIPANJA U LEAN ORGANIZACIJI

Aktivnosti koje ne dodaju vrednost – rasipanja, mogu se (po japanskoj terminologiji) predstaviti sa tri M:

- **Muda** (waste–šteta) – aktivnosti koje troše resurse bez kreiranja vrednosti za kupca (korisnika) i mogu biti:
  - aktivnosti koje ne dodaju vrednost, ali se smatraju neophodnim za funkcionisanje poslovanja,
  - aktivnosti koje ne dodaju vrednost, ali se ne smatraju neophodnim za funkcionisanje poslovanja.
- **Mura** (nejednakost) – šteta koja je prouzrokovana varijacijama u kvalitetu, troškovima ili isporuci. Dešava se kad god aktivnosti ne idu glatko i bez prekida. Mura se dešava kad god se troše resursi, a ne može se predvideti kvalitet (kako proizvodnih i uslužnih procesa tako i samog proizvoda).
- **Muri** (preterivanje) – predstavlja nepotrebno ili nerazumno opterećenje, kako ljudi, tako i mašina ili sistema, tako da se prevaziđe njihov normalni kapacitet funkcionisanja. Vezana je za to kako su dizajnirani radni procesi i radni zadaci (veoma aktuelno rasipanje u vojnim organizacijama).

Krajnji cilj Lean-a je da eliminiše rasipanje. Rasipanje se često krije u procesu (sl. 2) ili u radnoj oblasti.



Sl. 2. Udeo rasipanja u procesu

Prvi planirani rezultat je da se "vidi" rasipanje, a zatim da se ukloni. Da bi se "videlo" rasipanje, prvo mora da se razume vrednost. Razumevanje vrednosti je ključni koncept Lean-a. Vrednost se u vojnim organizacijama definiše od strane krajnjih korisnika i nadležnih starešina, koji su ovlašćeni za kontrolu i ocenu odgovarajućeg sistema.

Postoje sedam osnovnih tipova rasipanja koje su definisali menadžeri Toyote. To su [1]:

- suvišna proizvodnja,
- defekti,
- transport,
- kretanje,
- čekanje,
- obrada i
- zalihe.

Ova sistematizacija se može primeniti u bilo kom sistemu, za bilo koji proces i osnov je Lean koncepta – Organizacija bez gubitaka.

<sup>1</sup> Svi oni koji su zainteresovani za logistiku i oni koji mogu uticati na rešenja u logistici.



Da bi se potpuno sagledala navedena rasipanja, mora da se izvede *Gemba*<sup>2</sup> šetnja (posmatrati – pitati – slušati) kroz ceo sistem logistike. Na ovaj način dobijaju se:

- nove činjenice,
- Kaizen novine (mesta),
- podatke za izradu karte (tabele) rasipanja.

U Lean pristupu analizi procesa, rasipanje je vidljivo i identifikuju se male prilike koje zajedno stvaraju veću vrednost za korisnika, što omogućava proaktivno poboljšanje procesa. Kod tradicionalnih pristupa, rasipanje se ne definiše ili nije lako vidljivo pa je i eventualno poboljšanje procesa reaktivno.

## 6. ALATI I METODE LEAN KONCEPTA

Kao što je više puta naglašeno, Lean koncept se zasniva na konstantnom pojednostavljenju i ubrzanju procesa i traženju i otklanjanju rasipanja u toku vrednosti. Zbog toga, sve metode i alati ovog koncepta imaju za krajnji cilj poboljšanje toka vrednosti u sistemu – organizaciji.

Ključni alati i metode za postizanje navedenog cilja su: mapiranje toka vrednosti – vizuelizuje tok procesa, dokumenata, informacija i ključnih podataka, 6S – alat za pojednostavljene i čišćenje procesa i Kaizen – metoda kontinualnog unapređenja, Drugi alati, takvi kao mapiranje procesa, vizuelni menadžment procesa, 5xZašto se takođe dobro dopunjuju sa alatima za Lean napore.

Mapiranje toka vrednosti<sup>3</sup> (Value Stream Mapping – VSM) je metod mapiranja procesa korišćen da dokumentuje tekuća i buduća stanja informacija i tokova materijala u toku vrednosti, od krajnjeg korisnika (kupca) do isporučioaca [1]. Termin tok vrednosti koristi se u Lean-u da pokaže kako postoji pravi redosled (optimalniji) za sve poslovne aktivnosti, kako su one međusobno povezane, i kako sve one zajedno doprinose uspešnom poslovanju. Mapiranje je aktivnost čiji su proizvodi crteži koji se nazivaju mape (karte) toka vrednosti (VSM – Value Stream Map). Mape toka vrednosti su crteži koji vizuelizuju tok procesa, dokumenata, informacija i ključnih podataka. I ne samo to. One su i grafička prezentacija toka vrednosti, koja vizuelno predstavlja kako su svi koraci u nekom procesu poređani da ostvare željenu transformaciju proizvoda ili usluge, kao i da obezbede tok informacija koji pokreće delove pojedinih procesa u akciju. *Ove mape nam daju merljive parametre kojima možemo da ustanovimo gde se nalazimo, gde želimo da stignemo i da li smo stigli na željeno mesto.*

Sistem 6S je jedan od fundamentalnih pristupa kvalitetu, i jedan od najkopiranih sistema koji vodi poreklo iz Japana. On pruža osnovu i udara temelj za upotrebu svih osnovnih alata kvaliteta. Ključ zašto se ovaj sistem toliko proširio i zašto su ga mnoge kompanije uspešno implementirale je u njegovoj jednostavnosti, i to je zapravo njegova glavna snaga. Sve što je novo teže se prihvata, ali ako je jednostavno, lakše ga je

razumeti, a samim tim i prihvatiti. 6S je modeliran posle dizajnirana 5S stubova. 5S stubovi, obezbeđuju metodologiju za organizovanje, čišćenje, razvijanje i održavanje produktivne radne okoline. Hiroyuki Hirano u svoj knjizi *“Pet stubova vizuelnog radnog mesta”* značaj 5S opisuje rečenicom: *“Dobra radna okruženja se razvijaju sa 5S, a loša se sa njima raspadaju”*. 5S je dodatak listi od pet japanskih reči koje, prevedene na engleski, počinju sa slovom S i čine ime metodologije: Seiri – Sort – *Sortirati*, Selton – Set in Order – *Urediti*, Seiso – Shine – *Očistiti*, Seiketsu – Standardize – *Standardizovati*, Shitsuke – Sustain – *Održati*. 6S koristi ovih pet stubova, plus dodaje stub za Safety – *bezbednost*. 6S pobornici veruju da prednosti ove metode dolaze iz odlučivanja *šta treba biti sačuvano, gde treba biti sačuvano i kako treba biti sačuvano*. 6S može se predstaviti kao 5 aktivnosti i jedno uverenje da se nastavi sa tim aktivnostima. Zato je 6S:

- strukturiran pristup za razvoj radne discipline,
- tehnika u pet koraka i jedno uverenje, koja služi za promenu svesti zaposlenih o radnom okruženju,
- alat za pojednostavljenje i čišćenje procesa (identifikuje i eliminiše otpad na radnom mestu),
- alat za uspostavljanje produktivnijeg i kvalitetnijeg radnog okruženja,
- skup pravila za organizovanje radnog mesta svakog radnika,
- osnova (temelj) na koji se grade ostale aktivnosti kvaliteta.

Prvi stub, Sortirati (Sort) se fokusira na eliminisanje nepotrebnih jedinica na radnom mestu, koje nisu potrebne za tekuće aktivnosti u sistemu logistike. Drugi stub, Urediti (Set in Order) se fokusira na kreiranje efikasnih i efektivnih metoda uskladištenja radi uređenja jedinica, tako da su one lake za korišćenje, i da su obeležene, tako da ih je lako naći. Urediti može samo da bude implementirano pošto je prvi stub, sortirati, uklonio nepotrebne jedinice iz radne oblasti. Nakon sortiranja i uređenja radnih jedinica, sledeći korak je temeljno čišćenje radne oblasti, odnosno implementacija trećeg stuba, Očistiti (Shine). Poznata misao *“Ako vam je radno mesto u neredu tako će biti i sa vašim umom i razmišljanjem. Radno mesto je ogledalo vašeg srca”*, najslikovitije objašnjava značaj ovog stuba u Lean-u. Četvrti stub, Standardizovati (Standardize) se koristi da održi prva tri stuba, kreirajući konzistentan prilaz kojim se izvršavaju zadaci i procedure. U suštini, ovaj stub označava standardizovanu poslovnu praksu, jer svi zaposleni tačno znaju šta se od njih očekuje, koji su njihovi zadaci. Stub, Bezbednost (Safety) se fokusira na eliminisanje hazarda i kreiranje bezbedne sredine za rad. Ovaj stub je posebno aktuelan i značajan za sistem logistike u vojnoj organizaciji, jer kroz njega cirkulišu velike količine *“opasnog”* materijala, sa ograničenim rokom trajanja, koji zahteva rigorozne mere pri transportu, manipulaciji i skladištenju. Navedenih pet stubova predstavljaju pet aktivnosti za organizovanje radnog okruženja. Šesti stub, Održati (Sustain), predstavlja uverenje da se nastave ovih pet aktivnosti i često je najteži stub za implementaciju, pošto promena svesti zaposlenih o radnom okruženju i njihovih ukorenjenih navika može da bude veoma teška. Kada se navedenih 6 stubova implementira i organizacione i bezbednosne procedure održavaju, radno mesto postaje bezbednije i efikasnije za rad, što vodi ka povećanoj produktivnosti i poverenju zaposlenih.

Kaizen je metoda kontinuiranog unapređenja u Lean organizaciji. Već je istaknuto da mapa toka vrednosti

<sup>2</sup> *Gemba – japanska reč koja znači „Stvarno mesto“ gde se stvara vrednost.*

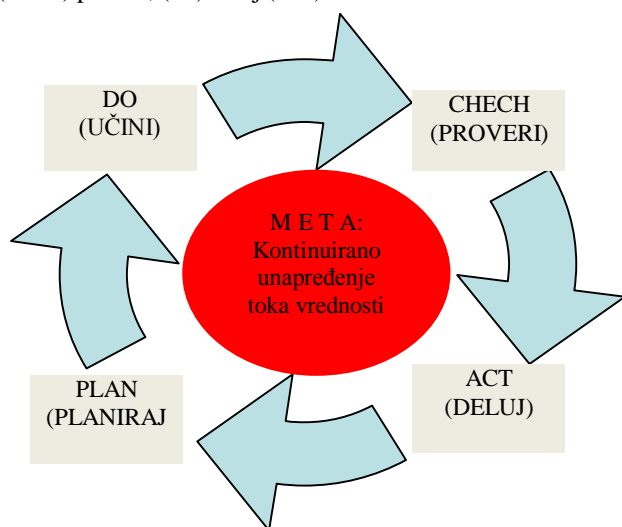
<sup>3</sup> *Tok materijala i informacija kroz poslovni proces, kako bi se isporučio proizvod ili usluga krajnjem korisniku, u Lean terminologiji se naziva tok vrednosti (Value stream). Tok vrednosti je tok svih aktivnosti, kako onih koje dodaju vrednost završnom proizvodu ili usluzi, tako i onih koje ne dodaju vrednost (rasipanja-gubici), koje su potrebne da se zahtev krajnjeg korisnika ispuni.*

predstavlja osnovu Lean implementacije. Međutim, mapa toka vrednosti je samo mapa, i pokazuje vam gde se nalazite i gde želite da stignete. Ona ne pokazuje kako ćete tamo stići? Kao kad planirate neko putovanje, mapa je veoma korisna, čak neophodna, ali da bi ste stigli na odredište, potrebno vam je mnogo više od mape. Treba da znate kako ćete se prevesti, treba vam prevozno sredstvo, treba vam put, trebaju vam znaci na putu, hrana, voda i ostali resursi. Kaizen je “kako” postizete željeni cilj i željena unapređenja. Reč kaizen potiče od dve japanske reči, “kai” što znači izdvojiti i reči “zen” što znači popraviti ili steći mudrost. Kako i same reči objašnjavaju, potrebno je izolovati problem, analizirati ga, rešiti problem i zatim implementirati rešenje. Kaizen ne cilja na fundamentalna unapređenja procesa, jer je njih jako teško postići, nego na mala, ali konstantna unapređenja. Mala konstantna unapređenja kada se gledaju tokom dužeg vremenskog aspekta, pružaju velike uštede i velika poboljšanja u svim procesima organizacije. Kaizen se temelji na nekoliko poslovnih pravila:

- ne sme se prihvatati postojeće stanje,
- treba podržavati pozitivan pristup, odnosno usmerenost,
- ne sme se tražiti izgovor i opravdanja, nego ustrajati na rešavanju problema,
- treba podržavati akcije i sprovoditi ideje,
- treba koristiti svoje znanje u timskom radu,
- glavna prednost organizacije su njeni radnici,
- unapređenje procesa će se pre desiti ako se unapređuje po malo nego odjednom,
- unapređenja treba implementirati čim se ukaže mogućnost za to,
- preporuke za unapređenje moraju biti bazirane na kvantitativnim i statističkim metodama evolucije procesa.

Iz ovih poslovnih pravila možemo i videti zašto Kaizen znači kontinuirano poboljšanje. Možemo zaključiti da se to postiže tako da *sebi stalno postavljamo nove ciljeve kojima onda težimo, a kad ih dostignemo, oni su zapravo samo odskočna daska za nove ciljeve.*

Kaizen svoje temelje zasniva na učenjima Edvardsa Deminga i njegovog kruga kvaliteta PDCA – (plan) planiraj, (do) učini, (check) prover, (act) deluj (sl. 3).



Sl. 3. Demingov PDCA krug kvaliteta

Kaizen mora biti pažljivo pripremljen, efikasno vođen i implementiran ako se žele uspešni rezultati.

*U vojnim organizacijama veoma često važi moto: “Ako nešto dobro funkcioniše nemoj ga dirati – popravljati“. Kaizen kaže suprotno, da: “Sve, uključujući i ono što dobro funkcioniše, može i mora biti unapređivano“. Učiniti ga, boljim, bržim, efektivnijim, lepšim, atraktivnijim ... Alternativa ne unapređenju je stagnacija i opadanje operativne sposobnosti sistema”.*

## 7. IMPLEMENTACIJA LEAN KONCEPTA

Ne postoje dve vojne organizacije kod kojih bi se mogao implementirati jednak Lean koncept u sistem logistike, zbog njihove specifičnosti. Zbog toga, ne postoji recept za njegovu univerzalnu primenu. Ipak, bez obzira na te specifičnosti, tokom implementacije ovog koncepta potrebno je poštovati načela njegovog modela od kojih su najznačajnija:

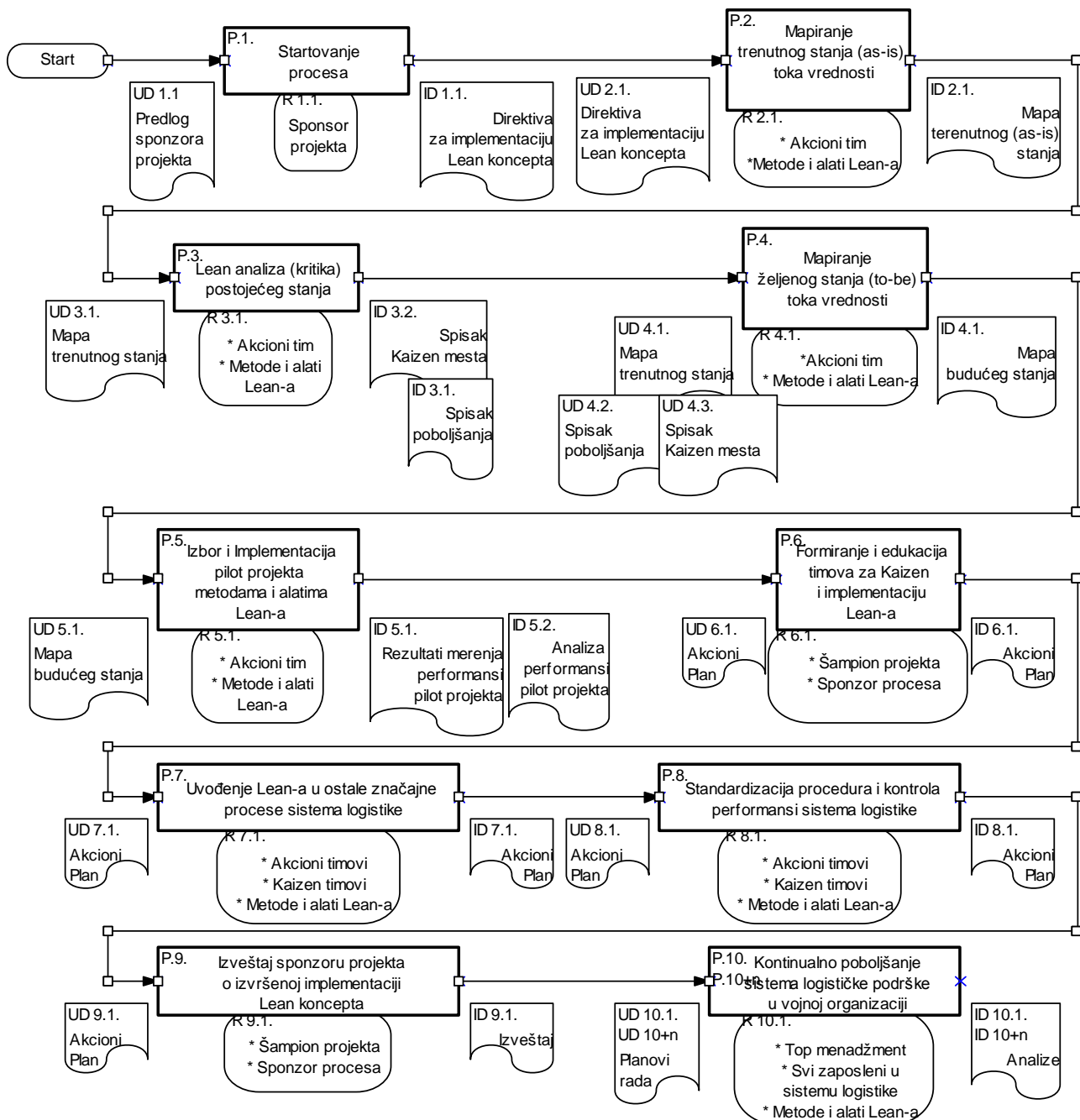
1. sve što je manje od idealnog to je prilika za poboljšanje,
2. tokom vrednosti se može i treba upravljati,
3. svaka organizacija ima korisnike i potrošače,
4. problem su procesi, a ne ljudi,
5. razumevanje procesa i njihovo stalno poboljšanje je najefikasniji način za postizanje trajnih rezultata,
6. probleme treba izbeći, a ne samo ispraviti (koncentrisanje na prevenciju, a ne na ispravljanje),
7. tok vrednosti treba meriti,
8. poboljšanja toka vrednosti treba da budu konstantna,
9. standard kvaliteta treba da budu bez grešaka,
10. ciljevi su bazirani na potrebama, a ne na dogovaranju,
11. menadžment treba da bude uključen i da vodi projekat,
12. za poboljšanje kvaliteta toka vrednosti bitni su planiranje i organizacija,
13. proces planiranja je lepak koji drži zajedno sve aktivnosti Lean koncepta,
14. svaki zaposleni treba da razume viziju organizacije i da bude odgovoran za kvalitet u svojoj oblasti rada.

Mega proces implementacije ovog koncepta dat je na sl. 4.

Pri projektovanju MEGA procesa sistema logistike u vojnoj organizaciji primenjeni su sledeći principi:

- glavnokomandujući starešina mora da odobri Lean viziju sistema logistike, jer je to projekat od strateškog značaja za vojnu organizaciju,
- “Lean razmišljanje”: prilaz korak-po-korak,
- primenom procesnog pristupa i strukturnom analizom realnog sistema, dobija se model procesa, koji predstavlja jedinstvenu osnovu za projektovanje, razvoj i implementaciju ovog koncepta,
- procesni model obezbeđuje stalno poboljšanje kvaliteta proizvoda i usluga, što je glavni moto Lean koncepta,
- finalno preispitivanje posle podesnog perioda,
- “Lean poslovna kultura” – bitan uslov za uspeh projekta,
- MEGA proces obuhvata sve ključne procese pri implementaciji Lean koncepta u sistem logističke podrške vojne organizacije.

Model projektovanja procesa logistike treba da se zasniva na filozofiji cikličnih ili spiralnih modela projektovanja. Stalnom verifikacijom rezultata poboljšanja i kontinualno unapređenje, obezbeđuje se cikličnost postupka. Zato, u dijagramu MEGA procesa nije naveden kraj procesa, jer u Lean konceptu, *ovo je “proces bez kraja” jer nova poboljšanja predstavljaju istovremeno i polaznu osnovu za naredna, koja slede iza njih.*



Sl. 4. MEGA proces implementacije Lean koncepta u sistem logistike vojne organizacije

## 8. OPIS MEGA PROCESA IMPLEMENTACIJE

Prilikom pokretanja procesa moraju se ispoštovati principi jednostarešinstva i subordinacije, što između ostalog, podrazumeva odobravanje na više hijerarhijskih nivoa komandovanja. Tokom procesa startovanja, određuje se akcioni tim, izrađuju se potrebni planovi rada i naredjenja. Mapiranje tekućeg toka vrednosti sistema logistike vrši se izvođenjem šetnje kroz ceo sistem od početka do kraja. Tokom šetnje sakupljaju se informacije iz komande i jedinica vojne organizacije i analizira se tekući sistem logističke podrške. Problem kod mapiranja trenutnog stanja toka vrednosti je sklonost (onog koji mapira<sup>4</sup>) da se idealizuju postupci u sistemu.

<sup>4</sup> Pri projektovanju – mapiranju treba imati u vidu da su i projektanti ljudi od navike, pa su samim tim skloni da se odupiru promenama.

Zato je potrebno da se tačno prikaže šta se dešava, i ne dozvoliti da mapiranje predstavi procese onako kako bi trebalo da izgledaju. Potrebno je prikazati procese i veze između njih. Za mapiranje je neophodno da se vrši u samom sistemu logistike, neposredno kod upravnih i izvršnih organa sistema. Mapiranje toka vrednosti počinje iz perspektive krajnjeg korisnika, od momenta kada on podnese zahtev za izvršenje usluge. U vojnim sistemima, mapiranje se i završava kod krajnjeg korisnika kada on podnosi izveštaj o izvršenoj usluzi. U tome je i suština vojne logistike u celini, jer ona predstavljaju “dvosmernu ulicu”, jer informacije cirkulišu u oba smera [5].

*Kreiranje mape toka vrednosti kao i svaki drugi konsultantski posao praktično se sprovodi postavljanjem pravih pitanja. Odgovori na ta prava pitanja preslikani u mapu toka vrednosti najbolje pokazuju trenutno stanje sistema, ali su i osnova za mapiranje njegovog željenog stanja.*

“Današnji problemi potiču od jučerašnjih rešenja”, prva je poruka poznatog stručnjaka za menadžment Petera Sengea [4]. Zato je nakon izrade mape toka vrednosti trenutnog stanja, sledeći korak njena Lean analiza (Lean kritika) jer je ona jedan od glavnih alata Lean metodologije koja će pokazati trenutno stanje sistema snabdevanja. Detaljna analiza procesa i protoka informacija kroz tok vrednosti je ono što razlikuje Lean pristup od ostalih jednostavnih analiza procesa. Analiza trenutnog stanja je veoma bitna za uspeh celog procesa implementacije. Tek kada ustanovimo gde se u ovom trenutku nalazimo, možemo razmišljati o tome gde želimo da idemo, pa tek onda možemo pokrenuti promenu prema tom željenom stanju. Ako nismo dobro analizirali trenutno stanje, onda će nam zaključci biti pogrešni, pa ćemo imati pogrešne ciljeve, a samim tim i metode ostvarenja tih ciljeva biće pogrešne. To se može uporediti sa plivačem koji jako dobro pliva, ulažući maksimalan trud, koristeći vrhunsku tehniku plivanja, ali nažalost, ako pliva u pogrešnom smeru, sav trud mu je uzaludan.

Već je rečeno, da se kreiranje mape toka vrednosti u suštini svodi na postavljanje pravih pitanja. Pitanja koja se obično postavljaju pri analizi trenutnog stanja su:

- Da li korak kreira vrednost? Ako ne, zašto uopšte postoji ovaj korak?
- Da li korak kreira rasipanje ili grešku u sistemu ili procesu logističke podrške?
- Da li se korak u procesu dešava onako kako je planirano?
- Da li oprema koja se koristi funkcioniše na pravi način?
- Da li su materijali i informacije na raspolaganju u pravo vreme i u pravoj količini?
- Koji je kapacitet koraka i kako se poredi sa vremenom takta (idealnim)?
- Kada se prelazi iz jednog koraka u drugi koliko je vreme praznog hoda?
- Da li je tok neometan u tom koraku ili postoje prepreke koje ga zagušuju?
- Kako se vreme trajanja koraka poredi sa očekivanjima krajnjih korisnika?

Nakon Lean analize (kritike) mape toka vrednosti as-is stanja treba da dobijemo odgovore na sledeća pitanja:

- Koje aktivnosti u procesu logističke podrške su na nivou *Lean kvaliteta* (“*Lean sposobne*“)? Ove aktivnosti treba da budu sačuvane i one se unose u mapu željenog to-be toka vrednosti.
- Koje aktivnosti u ovom procesu treba poboljšati (modifikovati) da bi postale “*Lean sposobne*“. Ove aktivnosti se nakon modifikacije unose u to-be mapu toka vrednosti.
- Koje aktivnosti u procesu treba da budu eliminisane?
- Koje nove aktivnosti treba uključiti u proces da bi se postigao željeni nivo kvaliteta?
- Da li treba zadržati ili promeniti (kako) redosled aktivnosti u procesu?
- Da li treba zadržati ili promeniti (kako) angažovanje resursa u procesu?

Odgovore na sva navedena pitanja, moguće je dobiti pomoću niza konsultantskih metoda i alata, kao što su: Sedam osnovnih alata za upravljanje kvalitetom<sup>5</sup>, metode statističkih ocena, metode projektovanja eksperimenta, matrica prioriteta, SIPOC

analiza, 5Xzašto, Oluja mozгова (Brainstorming) i dr. Lean analiza korena uzroka problema ukazuje na aktivnosti koje prouzrokuju štetne korake (rasipanja) u toku vrednosti i one koje ne donose vrednost za krajnjeg korisnika. Pošto “Svaki problem predstavlja novu mogućnost za unapređenje”, mesta uzroka problema u Lean metodologiji se nazivaju kaizen mesta, jer se primenom kizen-a vrše konstantna poboljšanja. Kaizen mesta, odnosno spisak poboljšanja omogućuju nam da generišemo moguća a zatim da izvršimo izbor pravog (optimalnijeg) rešenja. “Današnja rešenja su veoma često sutrašnji problemi. Kakve su moguće posledice predloženog rešenja i *zašto mislimo da bi predložena rešenja omogućila ostvarivanje željenog cilja*, su pitanja koja moramo stalno sebi da postavljamo kada kreiramo željeno stanje”, drugi je stav već pomenutog Petera Senge [4]. Odgovor na navedena pitanja će nam pomoći da izvršimo identifikaciju potencijalnih poboljšanja i Kaizen mesta kao i zbor pravog rešenja za ostvarivanje željenog cilja.

Nakon analize mape toka vrednosti trenutnog (as-is) stanja, pristupa se izradi mape toka vrednosti budućeg (željenog – idealnog) to-be stanja. Pri mapiranju toka vrednosti budućeg stanja sistema snabdevanja vojne organizacije, moraju se dosledno ispoštovati sledeći zahtevi Lean koncepta:

- razumevanje procesa kojim se bavite, koji želite promeniti ili poboljšati,
- razumevanje cilja koji želite postići,
- razumevanje mogućnosti/sredstava koje vam stoje na raspolaganju,
- volju i želju za promenama.

Pri kreiranju to – be stanja stalno tražimi odgovore na dva pitanja:

- Zašto mislimo da bi predloženo rešenje omogućilo ostvarenje željenog cilja?
- Kakve su moguće dugoročne posledice predloženog rešenja?

Ideja Lean toka vrednosti je *da se kreira samo ono što je potrebno kada je potrebno*. To će se postići samo ako su uklonjene sve smetnje neometanom toku vrednosti. To znači da su u mapu budućeg stanja uključene samo one aktivnosti koje donose vrednost krajnjem korisniku i celokupan tok vrednosti optimiziran je za maksimalnu efektivnost i efikasnost u postizanju zadovoljstva svih korisnika usluga sistema snabdevanja. Na mapi budućeg stanja posebno se ucrtavaju kaizen mesta. Pri crtanju mape budućeg stanja treba nastojati da se ona može podeliti na segmente ili petlje jer se i proces implementacije najčešće ne može izvršiti u jednoj fazi. Na ovaj način ova mapa će postati dobra osnova za izradu plana implementacije i realizaciju samog procesa implementacije.

Plan implementacije opisuje specifične načine kojima će mapa budućeg stanja biti ostvarena. Pri izradi akcionog plana koriste se metode i alati Lean koncepta, jer je to odlučujući uslov za realizaciju željenog poboljšanja toka vrednosti. Ovaj plan treba da pokaže:

- šta se radi i kada se radi, tačno korak po korak,
- ciljeve čija uspešnost može lako da se ispita (SMART<sup>6</sup> ciljevi),
- merljive planirane rezultate i tačke provere,

<sup>5</sup> U literaturi poznati kao 7QCI

<sup>6</sup> SMART (*Specific – posebni, Measurable – merljivi, Achievable – ostvarljivi, Realistic – realni, Time specific – vremenski definisani*).

- tačne etape i odgovorna lica koja su zadužena za realizaciju i nadgledanje procesa,
- završna kontrola procesa i merenje njegovih performansi,
- standardizovanje procedura i institucionalizacija procesa.

Tek onda se može sistem povesti u promenu od trenutnog do željenog stanja, onog koje donosi optimalni tok vrednosti za krajnje korisnike.

Nijedna organizacija, pa ni vojna, nema dovoljno resursa da bi pravila greške, odnosno da poboljšava proces koji nije značajan umesto da to radi sa značajnim procesom. Zato je sledeći korak, Lean implementacije izbor procesa za poboljšanje. U sistem logističke podrške, implementacija 6S je dobra baza za početak, odnosno za pilot projekat. Da bi se obezbedila što veća privrženost zaposlenih za implementaciju i održavanje 6S, najčešće se fotografije stanje pre uvođenja 6S i posle njegovog uvođenja. Rezultati na fotografijama su lako vidljivi i zaposleni vrlo lako prepoznaju vrednost ovog alata Lean-a.

Pošto je realizovan pilot projekat, misija i vizija sistema logistike razvijene na svim nivoima vojne organizacije i obezbeđena privrženost glavnokomandujućeg starešine za nastavak procesa akcioni tim i top menadžment nastavljaju sa realizacijom plana implementacije. Implementacija je ključ za postizanje planiranih rezultata. Implementaciju je najbolje uraditi po etapama i to na taj način što se karta budućeg stanja podeli na segmente i petlje, pa se implementiraju promene unutar jedne petlje u podesno vreme. U planu implementacije su određeni značajni procesi, njihovi prioriteti i redosled realizacije. U ovom stadijumu implementacije, ostaje samo da se imenuju kaizen timovi i da oni počnu da rade po istoj metodologiji i sa naučenim lekcijama iz realizacije pilot projekta na uvođenju Lean koncepta. Proces implementacije se završava stabilizacijom pozitivnih rezultata i ugrađivanjem novih standarda u sistem i proces rada. Nakon stabilizacije nove organizacije i njeno uključivanje u kulturu, u vojnim organizacijama se vrši osiguranje izvršenih promena. To se realizuje izradom odgovarajućih regulativnih dokumenata u vidu pravila i uputstva. Pravilima se precizno regulišu zadaci i njihovi izvršioци a uputstvima se propisuju postupci za njihovu realizaciju.

## 9. KONTINUALNO POBOLJŠANJE SISTEMA LOGISTIČKE PODRŠKE

Koncept stalnog poboljšanja predpostavlja da nijedna organizacija nije savršena (perfektna) i da mogu da se pojave problemi. Poznata je misao "Niko nije dovoljno dobar da ne bi mogao da bude bolji". Sa druge strane poznata je i misao "Izvršnost je bolje od najboljeg". Jedna od karakteristika poslovne izvršnosti je: "Kontinualna poboljšanja i permanentno učenje zasnovano na dvijema premisama: organizacija koja uči<sup>7</sup> i koja ima tri sadržaja rada, poboljšanje procesa, poboljšanje poboljšanja procesa i poboljšanje poboljšanja poboljšanja procesa"<sup>[6]</sup>.

Kada organizacija postigne izvršnost, ili kada dostigne nivo Lean-a, ona treba da nastavi putovanje ka višem nivou izvršnosti, odnosno viši nivo kvaliteta. Odnosno, kada buduće željeno stanje postane novo tekuće stanje, treba da se crta karta

novog stanja i da se ciklus nastavi. To je proces bez kraja, proces kontinualnog poboljšanja. Taj proces je garancija da će organizacija opstati bez obzira u kojim uslovima posluje. Ona će biti sposobna da savlada sve prepreke sa manje posledica od drugih organizacija koje imaju manji nivo kvaliteta i sposobnosti procesa. Izvršnost nije korak već konstanta Lean organizacije. U ovakvoj organizaciji je odgovornost za izvršnost delegirana na sve zaposlene, jer samo tako će se ona i zaista kretati ka savršenstvu.

## 10. SPECIFIČNOST I ULOGA TIMOVA U LEAN ORGANIZACIJAMA

Timovi su ključ uspeha. Bez timova, metode i tehnike Lean-a nikada ne bi uspele. U Lean organizacijama, postoje razni oblici timova, ali im je zajedničko nekoliko svojstava: maksimalno su efikasni, imaju delegiranu odgovornost i teže ka konstantnom unapređenju svih procesa. Svaki od timova ima vođu tima, koji neformalno komunicira sa timom. Vođa tima je zadužen za tok informacija ka vrhu menadžmenta i odgovoran je za rad tima.

Lean timovi: „Jato divljih gusaka u letu“<sup>[7]</sup>.

- *Letenjem u „V formaciji“ jato leti brže za 71% nego kada bi svaka od njih letela sama.*
- *Guske teže da ne zaostaju jer to loše utiče na efikasnost jata.*
- *Kada se „vođa“ jata umori prepušta mesto drugome.*
- *Guske u pozadini formacije ohrabruju one napred da održe brzinu kojom lete.*
- *Kada se guska razboli ili biva pogođena, dve guske iz jata nose je dok se ne oporavi.*

Osobina Lean organizacije je da se apsolutno veruje u sposobnosti učenja zaposlenih. Kada zaposleni budu spremniji i njihove operacije će trajati kraće. Kada zaposleni unapređuju do određenog nivoa i brzine, postaju mentori ili vođe timova. Mentorstvo je posebno cenjeno i uvek se dodatno nagrađuje. Za napredovanje u hijerarhijskoj lestvici, rotacija na radnim mestima je jedan od posebnih uslova. Tako, radnici promene nekoliko radnih jedinica pre nego što budu unapređeni na viši hijerarhijski nivo. Na taj način, svi zaposleni su upoznati sa procesima, a promenom radnika u radnim jedinicama obezbeđuju se uslovi za konstantno unapređenje, jer novi akteri imaju drugačije viđenje procesa nego oni koji su duže u radnim jedinicama.

Sušтина Lean organizacije je u harmoničnom usklađivanju dejstva ljudi, organizacije i tehnika rada – sredstva rada. Skladno dejstvujući elementi – ljudi, organizacija i mašine, traže i skladno dejstvuje informacione i komunikacione sisteme kao i skladno dejstvo svih funkcija organizacije. Za obezbeđenje datog prilaza, prilagođenog kulturi sredine, neophodno je izgraditi informatičko-tehnički sistem i pažljivo ga održavati, što je, u suštini, glavna uloga timova u Lean organizaciji<sup>[8]</sup>.

Sve što je napred rečeno za timove u Lean organizacijama, primenljivo je i u hijerarhijskim organizacijama. Za donošenje kvalitetnih odluka neophodni su komplementarni timovi pošto ne postoje savršeni pojedinci<sup>8</sup> - komandanti (nijedna osoba nema sve vreme savršenu sposobnost presuđivanja svih aspekata).

<sup>7</sup> Organizacija koja uči je mesto gde zaposleni neprekidno otkrivaju kako da kreiraju svoju stvarnost, i kako mogu da je menjaju.

<sup>8</sup> Izuzev u udžbenicima menadžmenta koji uče šta menadžer treba da bude, ne vodeći računa da li on to može da bude.

## 11. ZAKLJUČAK

Vojna organizacija čiji je sistem logističke podrške svoje delovanje usaglasio sa principima Lean koncepta, može pretendovati na postupno dostizanje poslovne izvrsnosti. Ovaj koncept omogućava napredak u razvoju i otvara nove vidike i domete u realizaciji logističke podrške Vojske, što predstavlja nadmoć za stranu koja uspeva da ga spozna i iskoristi, dok onu koja to ne učini vodi u inferiornost.

Ukoliko naša zemlja i Vojska teže najvišim vojnim standardima i žele partnerski odnos sa drugim vojnim organizacijama, mora se modernizovati između ostalog i njen sistem logistike, tako da bude interoperabilan sa sistemom logistike ostalih savremenih Armija. To se može uraditi onako kako nama odgovara ako se počne odmah ili će se sačekati trenutak kada će rešenja biti nametnuta i kada će čitav sistem morati da se prilagođava nametnutim rešenjima. Ovaj rad između ostalog imao je zadatak da ukaže i na tu činjenicu.

Primena Lean koncepta neće biti jednostavna. Umesto na vojnički odsečan i čvrst korak mladića spremnog na sve izazove vremena, nalikovaće (on) više na zamišljeni korak opreznog intelektualca s bogatim iskustvom. I pri tome veoma svesnog da bez ovog koncepta nema, ne samo toliko željene interoperabilnosti Vojske Srbije s oružanim snagama drugih zemalja, već i zajedničke budućnosti, kojoj svakako težimo, kako u okruženju, tako i šire. Ovaj koncept pruža solidnu osnovu za bekstvo od inferiornosti na koju i pored besparice ne moramo biti osuđeni.

Mogući problemi prilikom implementacije Lean koncepta u našoj vojnoj organizaciji (pa i u domaćim preduzećima) su neiskustvo u primeni naučnih metoda i problemi u utvrđivanju konkretnih ciljeva. Posebno zabrinjavaju problemi u vezi sa neiskustvom i obukom u primeni naučnih metoda, pa je zato pomoć konsultanata neophodna. To je, čini se, jedini pristup i za kompanije i ostale državne institucije u Srbiji, ukoliko žele da se aktuelna finansijska kriza prebrodi što brže i sa manje bola. Dinamika događaja ne dozvoljava tišinu već postiže da se u oblasti kvaliteta stalno mora iznova stvarati, dograđivati i poboljšavati.

## LITERATURA

- [1] STOILJKOVIĆ V. i dr.: *Implementacija Lean Six Sigma u proizvodne i uslužne delatnosti*, Internacional Journal „Total Quality Management & Excellence“, Vol. 37, No. 1-2, 2009.
- [2] ANDREJIĆ V. i dr.: *Koncept razvoja službi logistike*, Vojnotehnički glasnik 4/2010, Beograd, 2010.
- [3] KOSTIĆ M.: *Lean Six Sigma u prodaji*, Profit Magazin br.19, Novi Sad, 2009.

- [4] SENGE P.: *Današnji problemi su sutrašnja rešenja*, Nedeljnik o ekonomiji Novac br. 108, Beograd 2010.
- [5] PEŠIĆ P.: *Menadžment procesom lanca snabdevanja u vojnoj organizaciji primenom logističkog Controllinga*, Vojnotehnički glasnik 2/2010, Beograd, 2010.
- [6] PEROVIĆ M.: *Nacionalna strategija kvaliteta i poslovna izvrsnost*, Kvalitet kao poslovna strategija – zbornik radova XIII, stručni seminar o kvalitetu, Petrovac 2003.
- [7] ĐOKIĆ Ž.: *Timski rad – tehnika za sve tehnologije*, Kvalitet kao poslovna strategija – zbornik radova XIII, stručni seminar o kvalitetu, Petrovac 2003.
- [8] ZELENOVIĆ D: *Tehnologija organizacije industrijskih sistema – preduzeća*, Naučna knjiga, Beograd, 1999.

## IMPLEMENTATION OF LEAN CONCEPT IN THE LOGISTIC SUPPORT SYSTEM MILITARY ORGANISATION

*Kapetan Predrag Pešić, dipl.inž., VS  
prof. dr Zoran Marinković, MF Niš*

### Summary

*Lean, as business philosophy to develop in the Japanu in the Toyota Motor Manufacturing from 1946 – 1968. year. Lean to enable simplify and acceleration process up reduction or eliminations waste.*

*This work presents methodology implementation of Lean concept in the logistic support system military organisation. Presents practical improvement to the process logistic support in hierarchical organisations implementation this concept. It accents importance of implementation this concept for ours military organisation.*

**Key words:** *lean, logistics, military organisation.*

*Adresa za kontakt:*

Predrag Pešić, dipl.inž.

tel. 062/676129,

e-mail: [ruplje1974@verat.net](mailto:ruplje1974@verat.net)

Prof. dr Zoran Marinković,

Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu,

18000 NIŠ,

A. Medvedeva 14, Srbija

tel. 018/500-644, 500-679, 500-680.

e-mail: [zoranm@masfak.ni.ac.rs](mailto:zoranm@masfak.ni.ac.rs)

***ТРАНСПОРТНА И САОБРАЋАЈНА ТЕХНИКА***  
***TRANSPORT AND TRAFFIC TECHNOLOGY***





## DIGITALNE METODE MERENJA UGAONE BRZINE MOTORA I POGONSKIH MEHANIZAMA

*Prof. dr Miodrag Arsić,*

*Prof. dr Dragan Denić,*

*dipl. ing. Goran Miljković,*

*Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet u Nišu*

### Rezime

Tačno merenje srednje i trenutne ugaone brzine u digitalnom obliku zahtev je savremene instrumentacije i kontrolnih sistema u različitim primenama u transportnim sistemima. U ovom radu su prikazane metode digitalnog merenja ugaone brzine korišćenjem optičkih inkrementalnih enkodera. Ove metode omogućavaju brzo dobijanje rezultata uz visoku tačnost i rezoluciju u širokom opsegu merenja, uključujući i brzine bliske nuli. Prikazano je i jedno rešenje digitalnog tahogeneratorskog uređaja za primenu u analognu/digitalnim sistemima kontrole.

**Ključne reči:** enkoder, ugaona brzina, tahogenerator

### 1. UVOD

Merenje ugaone brzine je neophodno u različitim sistemima energetike, industrije i transporta i to u oblasti monitoringa i upravljanja procesima. Ugaona brzina je konstrukcioni i pogonski parametar koji se održava, kontroliše ili nadgleda, a merenjem trenutne ugaone brzine mogu da se prate ponašanja mehanizama u prelaznim procesima, udari, torzione vibracije i slično. U mnogim aplikacijama dovoljno je jednokanalno merenje srednje ili trenutne ugaone brzine. Razvoj digitalnih mernih pretvarača ugaone brzine, pratećih elektronskih sistema za obradu signala i savremenih mikroracunara omogućio je razvoj mernih metoda za višekanalno merenje, monitoring i kontrolu. Dobar primer za ilustraciju su ABS sistemi na putničkim vozilima ili kontrola pogona na više točkova u transportnim sistemima.

Digitalni merni pretvarači ugaone brzine su inkrementalni enkodери најчешће оптички, obzirom na mogućnost visoke

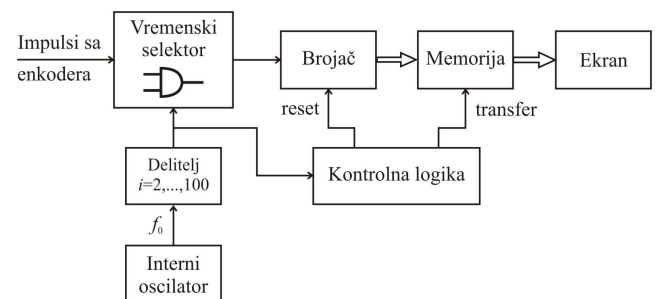
rezolucije u širokom opsegu, zavisno od namene. Digitalni izlazni signal enkodera bio je baza za razvoj više različitih metoda za merenje ugaone brzine [1, 3, 4]. Najveći značaj i primenu imaju brojačke metode bazirane na dva osnovna principa: brojanje impulsa u datom vremenskom intervalu (merenje srednje ugaone brzine) i merenje proteklog vremena za jedan ciklus signala sa enkodera (merenje trenutne ugaone brzine). Realizacija ovih metoda rezultira u vidu različitih instrumenata – tahometara i tahogeneratorskog [2, 5].

Trend korišćenja koncepta virtuelne instrumentacije u ovom slučaju rezultirao je razvojem virtuelnog instrumenta – tahometra koji koristi personalni računар, grafičko programiranje i odgovarajući softver (LabVIEW), kao i modularni hardver [6].

Za potrebe kontrole i regulacije ugaone brzine u automatizovanim sistemima prikazana je metoda i instrument – tahogenerator za generisanje digitalnog i odgovarajućeg analognog signala kod niskih brojeva obrtaja mašina.

### 2. BROJAČKE METODE MERENJA – M I T METODA

Brojačka M metoda merenja ugaone brzine (M se odnosi na broj izbrojanih impulsa tokom periode odabiranja) se zasniva na merenju frekvencije impulsa sa enkodera. Odnosno, merenje se bazira na brojanju impulsa sa enkodera u jednom fiksnom, unapred definisanom periodu odabiranja  $T_S$  [1, 4]. Tahometar koji bi koristio ovu metodu se može hardverski realizovati pomoću diskretnih komponenta ili pomoću mikroprocesora. Uopštena blok šema tahometra koji radi po ovoj metodi je data na slici 1.



Sl. 1. Blok šema uređaja za merenje ugaone brzine brojačkom metodom

Impulsi koji dolaze sa enkodera se vode na ulaz vremenskog selektora, koga kontroliše interni oscilator, tako da propušta impulse sa enkodera tokom vremena  $T_S$ . Vreme  $T_S$  predstavlja u stvari poluperiodu signala iz lokalnog oscilatora, čija se frekvencija definiše faktorom deljenja  $i$ .

Izlaz vremenskog selektora, koji praktično predstavlja logičko „I“ kolo, vodi se na brojač osnovne  $n$ , koji broji prispele impulse. Radom uređaja upravlja kontrolna logika, koja služi da resetuje brojač nakon isticanja perioda odabiranja  $T_S$ , zatim da omogući upis izbrojane vrednosti u memoriju i kontroliše postupak prikazivanja na displeju.

Vremenski interval  $T_S$ , tokom kojeg vremenski selektor propušta impulse je

$$T_S = i / (2f_0), \quad (1)$$

Ako je broj markera enkodera  $P$  (odnosno broj impulsa u toku jedne rotacije, ili eventualno broj impulsa u toku jedne rotacije posle operacije kvadraturnog dekodiranja) i ugaona brzina obrtanja  $\omega$ , onda je frekvencija impulsa sa enkodera

$$f_{VA} = \frac{\omega}{60} P. \quad (2)$$

Broj impulsa koji dolaze na brojač u toku perioda odabiranja i koje on izbroji je

$$C_P = T_S f_{VA} = \frac{i}{2f_0} \frac{\omega}{60} P. \quad (3)$$

Vidi se da između broja impulsa brojača i ugaone brzine postoji linearna veza

$$C_P = k\omega. \quad (4)$$

Odnosno, izmerena ugaona brzina se može izraziti jednačinom

$$\omega = \frac{2\pi C_P}{PT_S} \text{ [rad/s]}, \text{ ili } \omega = \frac{60C_P}{PT_S} \text{ [ob/min]}. \quad (5)$$

Analizom rada uređaja, lako je zaključiti da je greška merenja veća ukoliko je broj obrtaja manji. Pošto je kao posledica primene enkodera (digitalnog pretvarača) ugaona brzina kvantovana, postoje vrednosti između dve kvantovane vrednosti koje se ne mogu izmeriti. Uvedimo sledeće oznake

$\omega_{C_P}$  – ugaona brzina kojoj odgovara sadržaj brojača  $C_P$ ,

$\omega_{C_{P+1}}$  – ugaona brzina kojoj odgovara sadržaj brojača  $C_{P+1}$ , tj. za 1 veći nego prethodni.

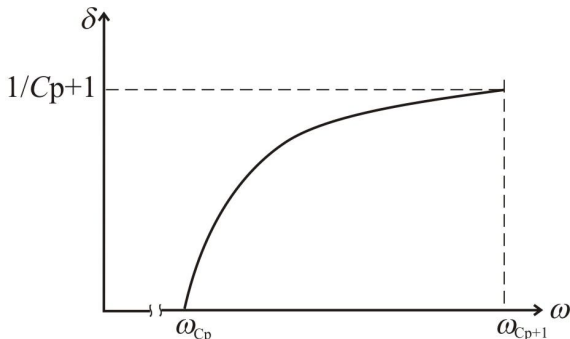
Relativna greška izmerene vrednosti ugaone brzine, računata u odnosu na pravu, odnosno tačnu vrednost merene ugaone brzine je

$$\delta(\%) = \frac{\omega_T - \omega_M}{\omega_T} 100\%, \quad (6)$$

gde indeksi T i M označavaju tačnu i merenu vrednost, respektivno. Ako je ugaona brzina takva da važi  $\omega_{C_P} \leq \omega < \omega_{C_{P+1}}$ , ta ugaona brzina će biti izmerena kao vrednost  $\omega_{C_P}$ , te će greška merenja biti

$$\delta(\%) = \frac{\omega - \omega_{C_P}}{\omega} 100\% = \left[ 1 - \frac{\omega_{C_P}}{\omega} \right] 100\%, \quad (7)$$

čiji je grafik dat na slici 2, sa kojeg se vidi, da je za  $\omega = \omega_{C_P}$ , greška  $\delta$  jednaka nuli, dok je za  $\omega \rightarrow \omega_{C_{P+1}}$ , greška  $\delta$ , saglasno formuli (7) jednaka  $1/(C_{P+1})$ .



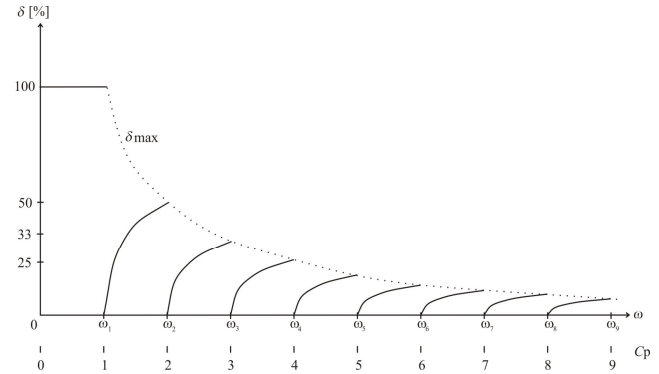
Sl. 2. Zavisnost relativne greške od ugaone brzine na segmentu između dve merljive ugaone brzine

Posmatranjem  $\omega$  na različitim segmentima, dobija se grafik zavisnosti  $\delta=f(\omega)$  koji je prikazan na slici 3. Sa dobijenog grafika se vidi da maksimalna relativna greška na segmentu

opada sa povećanjem ugaone brzine, te je ovakav uređaj dobar za merenje velikih ugaonih brzina.

Donja granica ugaone brzine koja može da se meri, određena je željenom maksimalnom relativnom greškom. Maksimalna relativna greška, saglasno prethodnim razmatranjima i činjenici da je očekivani sadržaj brojača  $C_P = m$ , je na  $m$ -tom segmentu jednaka

$$\delta(\%) = \frac{1}{m+1} 100\%. \quad (8)$$



Sl. 3. Zavisnost relativne greške merenja od ugaone brzine

Na osnovu zadate maksimalne relativne greške, može se korišćenjem izraza (8) izračunati sadržaj brojača  $C_{Pmin}$  koji je dopustivi minimum i za sve sadržaje brojača veće od njega, maksimalna relativna greška će biti manja. Donja granica ugaone brzine koja se može meriti, dobija se na osnovu izraza (3) i iznosi

$$\omega_{donja} = \frac{2 \cdot 60 f_0}{iP} C_{Pmin} = \frac{60}{PT_S} m = \frac{60}{PT_S} \left( \frac{1}{\delta_{max}} - 1 \right). \quad (9)$$

Donja granica ugaone brzine se može dodatno sniziti povećanjem broja markera na enkoderu i/ili produženjem periode odabiranja  $T_S$ .

Gornja granica brzine je određena karakteristikama upotrebljenog brojača, njegovom osnovom brojanja i graničnom frekvencijom rada. Dakle, u skladu sa tim je

$$\omega_{gornja} = \min \left[ \frac{60 f_{VAmax}}{P}, \frac{60}{PT_S} C_{Pmax} \right], \quad (10)$$

gde je  $C_{Pmax} = 2^n$ , gde je  $n$  broj bitova brojača, a  $f_{VAmax}$  maksimalna frekvencija rada brojača.

Ukoliko se za obradu signala koristi mikroprocesor koji ima ugrađene brojače/tajmere, obično je frekvencija rada tajmera duplo veća od frekvencije rada brojača, što povlači činjenicu da je prvi član u izrazu (10) manji, a to ima za posledicu da je za gornju graničnu ugaonu brzinu  $\omega_{gornja}$  u mikroprocesorskim sistemima presudna frekvencija rada brojača.

Za širinu mernog opsega važi

$$\Delta\omega = \omega_{gornja} - \omega_{donja}. \quad (11)$$

Zamenom izraza (9) i (10) u izraz (11) dobijamo

$$\Delta\omega = \left( \frac{60 f_{VAmax}}{P} \right) - \left( \frac{60(1 - \delta_{max})}{PT_S \delta_{max}} \right). \quad (12)$$

Ukoliko bi uređaj bio realizovan pomoću mikroprocesora, kod kojih je maksimalna frekvencija rada brojača duplo manja od frekvencije rada tajmera, odnosno

$$f_{TAJMER} = 2^n / T_S = 2 f_{VABROJAC}, \quad (13)$$

za širinu mernog opsega bi imali

$$\Delta\omega = \frac{60 f_{VAmax} (2^{n-1} \delta_{max} - 1 + \delta_{max})}{2^{n-1} P \delta_{max}} \approx \frac{60 f_{VAmax} (2^{n-1} \delta_{max} - 1)}{2^{n-1} P \delta_{max}} \quad (14)$$

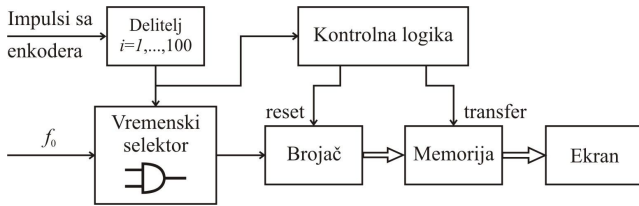
Rezolucija merenja ugaone brzine M metodom se može dobiti promenom sadržaja brojača  $C_P$  za jedan i predstaviti izrazom

$$Q_V = \frac{2\pi(C_P + 1 - C_P)}{PT_S} = \frac{2\pi}{PT_S}. \quad (15)$$

Vreme merenja M metodom je konstantno i jednako je

$$T_m = T_S. \quad (16)$$

Recipročna metoda merenja je T metoda (T se odnosi na vremenski interval između dva susedna impulsa) bazirana na merenju trajanja periode impulsa sa enkodera, [4]. Principijelna blok šema tahometra za merenje ugaone brzine recipročnom metodom prikazana je na slici 4.



Sl. 4. Blok šema uređaja za merenje ugaone brzine recipročnom metodom

Vremenski selektor propušta impulse iz osnovnog oscilatora u periodu kada je otvoren impulsom sa enkodera. Aktivna zona impulsa sa enkodera može biti proširena korišćenjem delitelja frekvencije, kako bi se omogućilo merenje većih ugaonih brzina. Širina aktivnog dela impulsa sa enkodera  $\Delta t$  obrnuto je proporcionalna ugaonoj brzini osovine na koju je enkoder pričvršćen, tj. važi

$$\Delta t = \frac{60i}{2\omega P}, \quad (17)$$

gde je  $i$  – faktor deljenja frekvencije impulsa sa enkodera, a  $P$  broj markera enkodera. U toku ovog vremena je omogućen prolaz impulsa iz oscilatora kroz selektorsko kolo do brojača, koji broji impulse iz lokalnog oscilatora frekvencije  $f_0$ . Za vreme  $\Delta t$  brojač će izbrojati  $C_t$  impulsa, pa je

$$C_t = f_0 \Delta t. \quad (18)$$

Smenom izraza (18) u (17) dobijamo

$$C_t = \frac{60if_0}{P} \frac{1}{\omega} = \frac{k}{\omega}; k = C^{ta}. \quad (19)$$

Na osnovu prethodnog izraza ugaona brzina se računa po jednačini

$$\omega = \frac{2\pi}{C_t PT_0} \text{ [rad/s], ili } \omega = \frac{60}{C_t PT_0} \text{ [ob/min]}. \quad (20)$$

Pošto je  $C_t$  iz skupa prirodnih brojeva, a  $\omega$  iz skupa realnih, to ukazuje na činjenicu da postoje ugaone brzine  $\omega$ , koje se ne mogu tačno izmeriti. Uvedimo sledeće oznake:

$\omega_{C_t}$  – ugaona brzina kojoj odgovara sadržaju brojača  $C_t$ ,

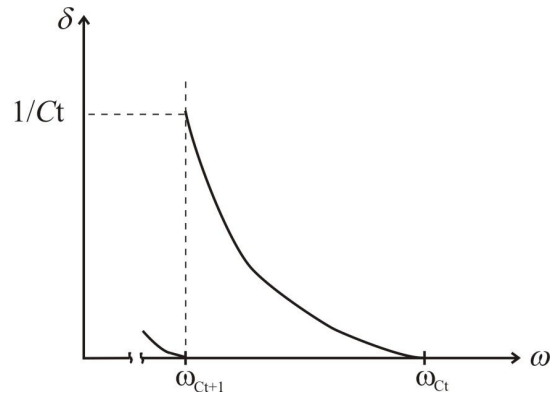
$\omega_{C_{t+1}}$  – ugaona brzina kojoj odgovara sadržaj brojača  $C_{t+1}$ , za 1 veći od prethodnog.

U skladu sa načinom izračunavanja relativne greške (6), posmatrajmo interval kada važi da je  $\omega_{C_{t+1}} \leq \omega < \omega_{C_t}$ , jer sada manjem sadržaju brojača odgovara veća ugaona brzina. U skladu sa već opisanim načinom rada uređaja, zaključujemo da će ova ugaona brzina  $\omega$  biti izmerena kao  $\omega_{C_t}$ , te ako obeležimo da je  $\omega_T = \omega$ , a  $\omega_M = \omega_{C_t}$ , dobijamo da je

$$\delta(\%) = \frac{\omega_M - \omega_T}{\omega_T} 100\% = \frac{\omega_{C_t} - \omega}{\omega} 100\%, \quad (21)$$

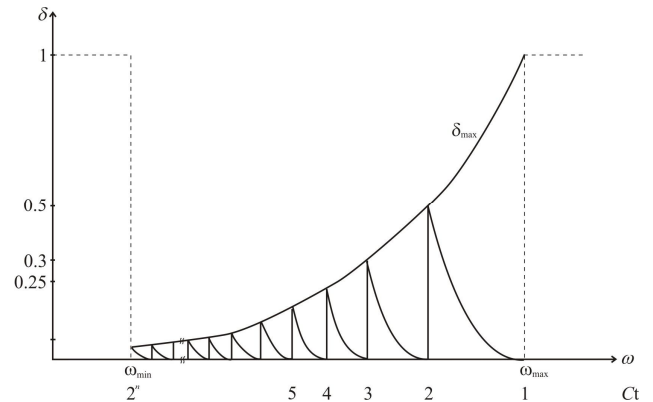
čiji je grafik zavisnosti dat na slici 5. Na ovom intervalu relativna greška će biti nula za  $\omega = \omega_{C_t}$ , a maksimalna je kad važi  $\omega \rightarrow \omega_{C_{t+1}}$  i tada je, uz uzimanje u obzir izraza (19)

$$\delta_{\max}(\%) = \frac{\omega_{C_t} - \omega_{C_{t+1}}}{\omega_{C_{t+1}}} = \left( \frac{C_{t+1}}{C_t} - 1 \right) 100\% = \frac{1}{C_t} 100\%. \quad (22)$$



Sl. 5. Zavisnost relativne greške od ugaone brzine na intervalu između dve merljive ugaone brzine

Inače, u tačkama  $\omega_{C_t}$  za  $C_t = 1, \dots, C_{\max}$  je relativna greška  $\delta$  jednaka nuli. Posmatranjem  $\omega$  u svim intervalima između pojedinačnih sadržaja brojača, dobija se grafik zavisnosti relativne greške od merene ugaone brzine, koji je prikazan na slici 6.



Sl. 6. Zavisnost relativne greške od ugaone brzine pri merenju recipročnom metodom

Sa grafika na slici 6 se vidi da sa porastom ugaone brzine maksimalna relativna greška merenja raste. Ukoliko bi kvalitet merenja definisali željenom maksimalnom relativnom greškom, time bi ograničili gornju vrednost ugaone brzine koju može uređaj da meri, a da pri tome relativna greška bude sigurno manja od zadate. Korišćenjem izraza (22) za  $\delta_{\max}$ , dobija se minimalan sadržaj brojača za koji je relativna greška merenja jednaka zadatoj maksimalnoj

$$C_{t \min} = \frac{100}{\delta_{\max}(\%)}. \quad (23)$$

Smenom izraza (23) u (19) nalazi se maksimalna ugaona brzina  $\omega_{gornja}$  za koju je tačnost uređaja jednaka  $\delta_{\max}$

$$\omega_{gornja} = \frac{60if_0}{2P} \frac{1}{C_{t\min}} = \frac{60if_0}{2P} \frac{\delta_{\max}(\%)}{100}. \quad (24)$$

Donja granična ugaona brzina diktirana je mogućnostima brojača, tj. zavisi od maksimalnog broja koji brojač može izbrojati, dakle od broja bitova brojača

$$\omega_{donja} = \frac{60if_0}{2P} \frac{1}{C_{t\max}} = \frac{60if_0}{2P2^n}, \quad (25)$$

gde je  $n$  – broj bitova brojača.

Za širinu mernog opsega imamo

$$\Delta\omega = \omega_{gornja} - \omega_{donja}. \quad (26)$$

Smenom izraza (24) i (25) u (26) dobijamo

$$\Delta\omega = \frac{60if_0}{2P} \left[ \frac{1}{C_{t\min}} - \frac{1}{C_{t\max}} \right] = \frac{60if_0}{2P} \left[ \frac{\delta(\%)}{100} - \frac{1}{2^n} \right]. \quad (27)$$

Rezolucija T metode merenja ugaone brzine se dobija promenom sadržaja brojača  $C_t$  za jedan. Rezolucija i vreme merenja T metode se mogu izraziti relacijama koje slede, respektivno

$$Q_v = \frac{2\pi}{C_t(C_t - 1)PT_0}, \quad (28)$$

$$T_m = C_t T_0 \quad (\text{gde je } C_t = 2\pi P \omega T_0). \quad (29)$$

Pri izboru broja markera treba tražiti kompromis između malog vremena merenja, s jedne strane, željenog opsega merenja i male relativne greške, s druge strane. Prednost merenja ovom metodom je visoka tačnost pri maloj ugaonoj brzini. Nedostatak je relativno mala gornja granična vrednost ugaone brzine i zavisnost vremena merenja od ugaone brzine.

### 3. METODA KONSTANTNOG VREMENSKOG INTERVALA

Metoda konstantnog vremenskog intervala, CET metoda, koristi kombinaciju brojanja impulsa sa enkodera i merenja vremena trajanja izbrojanih impulsa sa enkodera [3]. CET metoda zahteva relativno kratko vreme merenja koje malo varira kroz opseg merenih ugaonih brzina. U globalu gledano, CET metoda predstavlja kompromis između rezolucije i vremena merenja. Rezultati poređenja ove metode sa klasičnim metodama merenja ugaone brzine dati su u tabeli 1.

Vreme se meri brojanjem pomoćnih impulsa iz internog oscilatora periode  $T_0$  (obično frekvencija rada tajmera mikrokontrolera). Mereni vremenski interval se selektuje tako da je duži ili jednak predodređenom CET intervalu  $T_{el}$  i on je celobrojni umnožak impulsa sa enkodera.

Tabela 1. Poređenje CET metode sa brojačkim metodama za merenje ugaone brzine

	$\Delta n/n$ (relativna greška)		
	M metoda	T metoda	CET metoda
pri 30 ob/min	85 %	0.025 %	0.025 %
pri 3000 ob/min	0.85 %	2.5 %	0.05 %

	Vreme merenja		
	M metoda	T metoda	CET metoda
pri 30 ob/min	2.3 ms	1.95 ms	1.95 ms
pri 3000 ob/min	2.3 ms	0.02 ms	1.02 ms

Princip procesa brojanja u CET metodi ilustrovan je na slici 7(a). Brojač impulsa sa enkodera i brojač impulsa takta (tajmer) se istovremeno startuju uzlaznom ivicom impulsa sa enkodera. Brojač se zaustavlja prvom uzlaznom ivicom impulsa sa enkodera, koja se pojavi nakon što je istekao CET interval  $T_{el}$ . Sadržaj brojača impulsa je tada  $C_p$ . Sadržaj brojača impulsa takta (tajmera) je  $C_t$ .

Ugaona brzina se može izračunati preko priraštaja  $\Delta\varphi/\Delta t$ .  $\Delta\varphi$  je priraštaj ugaonog pomeraja u toku vremenskog intervala  $\Delta t$ , tako da imamo

$$\Delta\varphi = C_p \frac{2\pi}{P} [\text{rad}], \quad (30)$$

$$\Delta t = C_t T_C [\text{s}], \quad (31)$$

gde je  $P$  broj markera na disku enkodera. Korišćenjem izraza (30) i (31) dobijamo za vrednost ugaone brzine

$$\omega = 60C_p / (PT_0C_t) = 60f_0 C_p / (PC_t) [\text{ob/min}]. \quad (32)$$

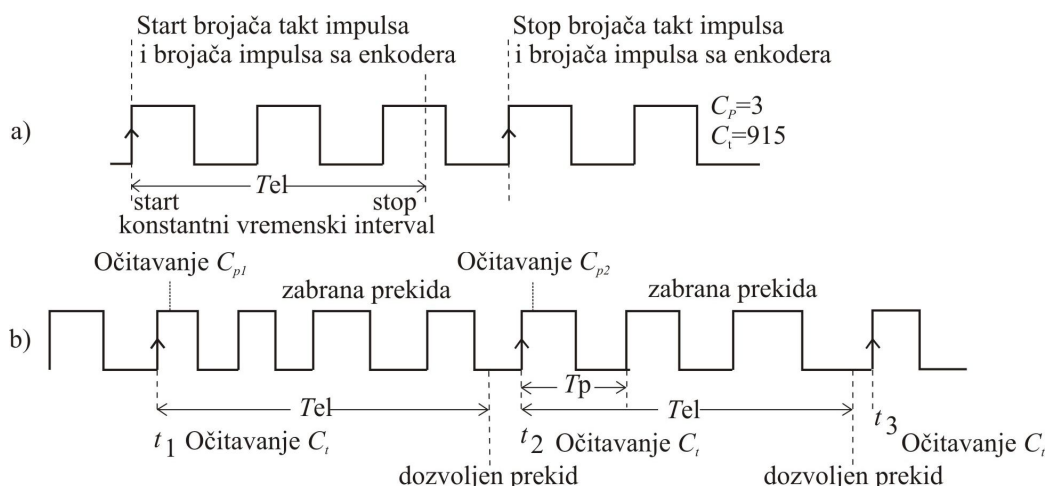
Razmatranjem procesa merenja, vidi se da je  $\Delta t$  zavisno od vrednosti ugaone brzine, sa varijacijama koje su manje od 1:2.  $\Delta t$  je duže od trajanja impulsa sa enkodera, a kraće od vremena  $T_{el}$ .

Pri vrlo malim brzinama, trajanje impulsa sa enkodera se povećava i prevazilazi na kraju uobičajene varijacije od  $2T_{el}$ . Dakle, pri malim brzinama CET metoda je identična metodi merenja trajanja impulsa sa enkodera. Pri brzinama koje se približavaju nultoj brzini, trajanje impulsa sa enkodera i odgovarajući vremenski odziv teže beskonačnosti. U praktičnim kontrolnim sistemima zahteva se da vreme merenja bude unutar određenog opsega, pa se definiše maksimalno vreme merenja  $T_{\max}$ . Ako trajanje impulsa sa enkodera prevazilazi vreme  $T_{\max}$ , izmerena ugaona brzina će biti 0 ob/min. Minimalna merljiva ugaona brzina je osobina svih digitalnih tahometara i definiše se kao

$$\omega_{\min} = \frac{60}{T_{\max} P}. \quad (33)$$

Prilikom implementacije ove metode merenja ugaone brzine nije potrebno ponavljanje restartovanja i stopiranja brojača impulsa sa enkodera i brojača impulsa takta. Ponovljeno startovanje i stopiranje brojača je nedostatak, jer zahteva reinicijalizaciju brojača. Ovaj proces troši određeno vreme, pa se smanjuje brzina odabiranja prilikom merenja ugaone brzine.

Bolji pristup je merenje vremenskog intervala pomoću brojača koji kontinualno radi i očitavanje vrednosti brojača na kraju svakog intervala merenja. Na slici 7 (b) je prikazan vremenski dijagram za ovakav način rada. Pri uzlaznoj ivici impulsa sa enkodera trenutak  $t_1$  se registruje i očitava se vrednost brojača impulsa sa enkodera  $C_{P1}$ .



Sl. 7. Vremenski dijagram CET metode: a) izračunavanje nakon svakog odabiranja, b) izračunavanje nakon nekoliko odabiranja

Posle minimalnog proteklog intervala vremena  $T_{el}$ , pri sledećoj uzlaznoj ivici impulsa sa enkodera registruje se trenutak  $t_2$  i vrednost brojača impulsa sa enkodera  $C_{p2}$ . Brzina se može odrediti korišćenjem izraza (32), sa vrednošću  $C_i$  koja je razlika vremena  $t_2$  i  $t_1$ , i sa vrednošću  $C_p$  koja je razlika između  $C_{p2}$  i  $C_{p1}$ . Kako je perioda takta tajmera reda mikrosekunde, očitavanje tajmera se mora implementirati hardverski. Prihvatni registri memorišu sadržaj slobodnog brojača na uzlaznoj ivici izabranog spoljašnjeg signala. Impulsi sa enkodera se broje pomoću akumulatora impulsa. Nailaskom rastuće ivice prihvatni registar memoriše sadržaj tajmera i generiše se prekid. Prekidna rutina uzima očitavanja brojača impulsa sa enkodera i zatim zabranjuje funkciju prihvatnog registra dok ne istekne vreme  $T_{el}$ . Posle toga se reaktivira funkcija prihvatnog registra da bi se odazvala na sledeću rastuću ivicu impulsa sa enkodera.

Očitavanje brojača impulsa sa enkodera i zabrana funkcije prihvatnog registra se vrši softverski u prekidnoj rutini. Dostupno vreme za izvršavanje ovih zadataka je perioda impulsa sa enkodera, zbog činjenice da se funkcija prihvatnog registra mora zabraniti pre pojave sledeće rastuće ivice. Ovo vremensko ograničenje određuje maksimalnu frekvenciju impulsa sa enkodera, odnosno maksimalnu ugaonu brzinu koja se može meriti.

Greška merenja ugaone brzine je uslovljena greškom merenja ugaonog pomeraja  $\Delta\varphi$  i greškom merenja vremena  $\Delta t$ , kao i greškama nastalim prilikom računanja. CET metod merenja ugaone brzine za svoju realizaciju koristi dva softverska tajmera i dva hardverska tajmera/brojača unutar mikrokontrolera. Metoda ima zadovoljavajuću tačnost i dobre dinamičke karakteristike.

#### 4. REALIZACIJA MERENJA UGAONE BRZINE PRIMENOM VIRTUELNE INSTRUMENTACIJE

Virtuelnu instrumentaciju izdvajaju njene prepoznatljive osobine fleksibilnosti, jednostavnosti i primenljivosti u različitim aplikacijama. U cilju istraživanja mogućnosti virtuelne instrumentacije za merenje ugaone brzine, izvršena je realizacija brojačkih metoda, kao što su M, T i M metoda sa usrednjavanjem. Za realizaciju i testiranje

ovih metoda je korišćena PCI multifunkcijska akviziciona kartica NI 6251, PC sa instaliranim softverom LabVIEW i generator funkcija HP 8116A za simulaciju impulsa sa enkodera. Univerzalni brojač HP 5316B je iskorišćen za tačno merenje izlazne frekvencije generatora funkcija. Akviziciona kartica ima dva brojača opšte namene, koji su iskorišćeni za realizaciju različitih metoda za merenje ugaone brzine. Ona ima interni takt frekvencije 80 MHz. Razvijen je jedan virtuelni instrument koji kombinuje prethodne tri metode, M, T i M metodu sa usrednjavanjem.

Najznačajnije greške koje se javljaju pri merenju ugaone brzine baziranom na konceptu virtuelne instrumentacije sa bilo kojom od ovih metoda su klasifikovane kao: greške uvedene od strane kvarcnog oscilatora na akvizicionoj kartici  $\delta_{f_c}$ , greške okidanja usled šuma u signalu  $\delta_{trigger}$  i kvantizaciona greška  $\delta_q$ :

$$\delta_{\omega} = \frac{\Delta\omega}{\omega} = \delta_{f_c} + \delta_{trigger} + \delta_q, \quad (34)$$

Vrednosti grešaka uvedenih od strane kvarcnog oscilatora na akvizicionoj kartici mogu biti određene iz specifikacija proizvođača. Tačnost oscilatora PCI 6251 akvizicione kartice je oko  $5 \times 10^{-5}$ , ali ova greška može biti smanjena kalibracijom projektovanog virtuelnog instrumenta pomoću tačnijeg spoljašnjeg instrumenta.

Greške okidanja i uobličavanja usled šuma u signalu zavise od kvaliteta signala na ulazu akvizicione kartice, a mogu biti smanjene sa odgovarajućim kolima za kondicioniranje. Ova greška ne dominira ako se primenjuje M metoda, ili ako je primenjeno merenje sa usrednjavanjem nekoliko perioda ulaznog signala.

Kvantizaciona greška je definisana relacijom:

$$\delta_q = \left| \frac{\omega(C+1) - \omega(C)}{\omega(C)} \right|, \quad (35)$$

gde je  $C$  sadržaj brojača.

Nezavisno od korišćene metode za određivanje ugaone brzine, ili M metode ili T metode, može se zaključiti da kvantizaciona greška direktno zavisi od sadržaja brojača,

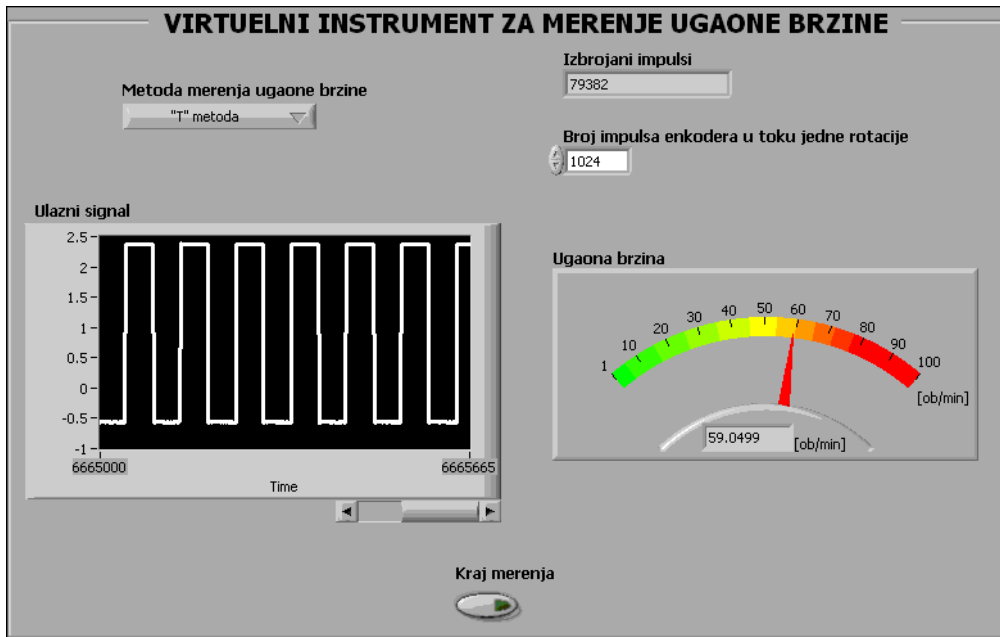
$$\delta_q \approx \frac{1}{C}. \quad (36)$$

Ovde konkretno nisu razmatrani uticaji grešaka koje unosi sam enkoder.

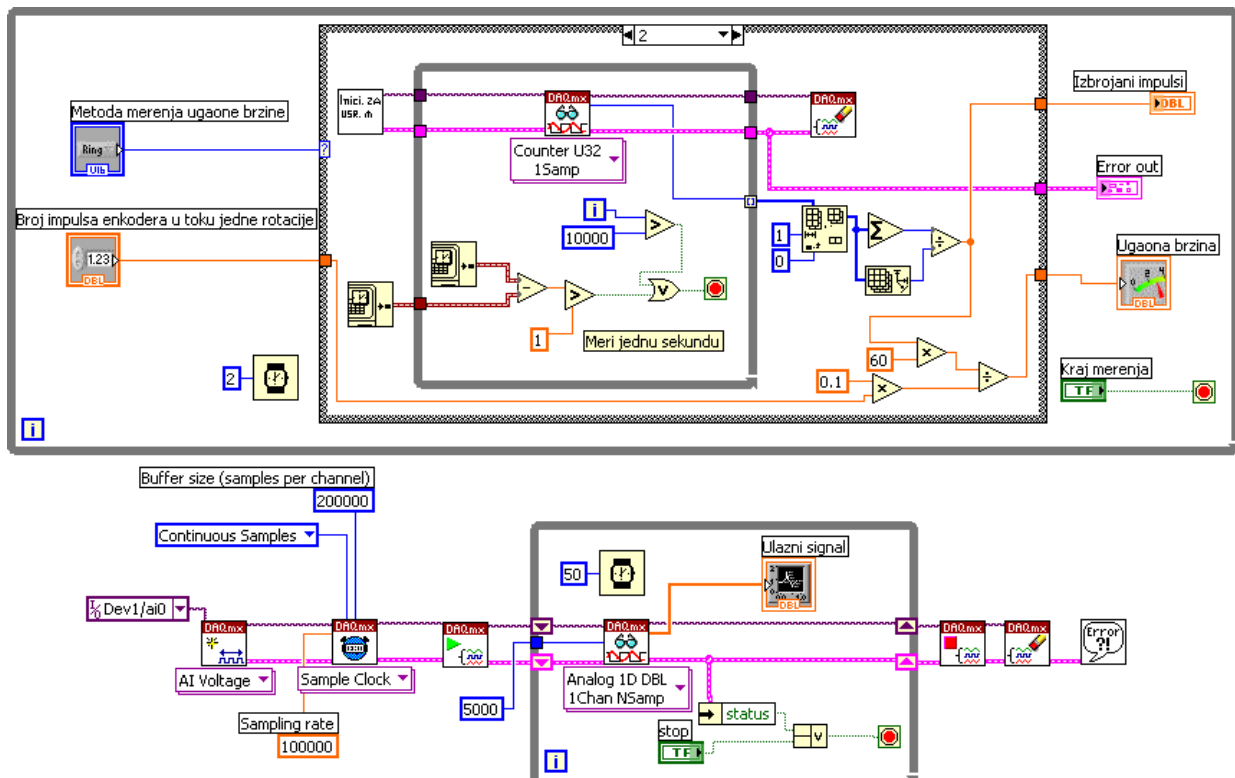
Prednji panel i blok dijagram realizovanog virtuelnog instrumenta, koji koristi prethodne tri metode merenja ugaone brzine, su prikazani na slikama 8 i 9, respektivno. Broj impulsa enkodera po obrtaju može biti promenjen na prednjem panelu virtuelnog instrumenta. Ring kontrola je iskorišćena za izbor metode merenja. Čart na prednjem panelu prikazuje ulazni signal. Iz blok dijagrama na slici 9 može se videti da u slučaju M metode sa usrednjavanjem

je izvršeno unutar vremenskog intervala od 1s, koji se može menjati.

Eksperimentalni rezultati izvršenih merenja pomoću realizovanog virtuelnog instrumenta su prezentovani u tabeli 2. U gornjem delu tabele 2 su frekvencije testiranja, merenje ovih frekvencija tačnijim spoljašnjim brojačem i izračunata ugaona brzina na osnovu toga. Za svaki od tri metode merenja rezultati merenja ugaone brzine i odgovarajuće relativne greške su date u donjem delu tabele 2.



Sl. 8. Prednji panel realizovanog virtuelnog instrumenta



Sl. 9. Blok dijagram M metode sa usrednjavanjem

Tabela 2. Eksperimentalni rezultati merenja ugaone brzine  $M$ ,  $T$  i  $M$  metode sa usrednjavanjem

Izlaz generatora funkcija		10 Hz	100 Hz	1 kHz	10 kHz	100 kHz	1 MHz	2 MHz	5 MHz
Očitavanje frekvencmetra		10.09 Hz	99.39 Hz	1.0071 kHz	10.031 kHz	103.054 kHz	1.0389 MHz	2.0678 MHz	5.126 MHz
Ekvivalentna ugaona brzina (za $P = 1024$ ) [ob/min]		0.5912	5.8236	59.0097	587.754	6038.32	60873.0	121160	300351
M metoda	Ugaona brzina [ob/min]	0.538	5.55	58.85	587.95	6037.7	60868.1	121155	300349
	Relativna greška [%]	8.96	4.698	0.27	0.033	0.01	0.008	0.004	0.0006
T metoda	Ugaona brzina [ob/min]	0.591198	5.8238	59.0085	587.748	6036.5	60325.1	114980.8	278875.9
	Relativna greška [%]	0.0003	0.0034	0.002	0.001	0.03	0.9	5.1	7.15
M metoda sa usrednjavanjem	Ugaona brzina [ob/min]	0.5374	5.5254	58.91528	587.775	6038.52	60873.8	121159.5	300350.429
	Relativna greška [%]	9.1	5.12	0.16	0.0036	0.003	0.0013	0.0004	0.00019

## 5. REALIZACIJA DIGITALNOG TAHOGENERATORA

U automatskim sistemima za kontrolu broja obrtaja važnu ulogu uma tahogenerator – merni pretvarač broja obrtaja koji daje informaciju o smeru obrtanja i trenutnoj ugaonoj brzini osovine sa kojom je spregnut. Klasični tahogenerator generiše jednosmerni napon (pozitivnog ili negativnog polariteta, zavisno od smera obrtanja), niske je tačnosti, nelinearan i temperaturno zavisian, i u mnogome je prevaziđen elektronskim digitalnim tahogeneratorom.

Ovde je predloženo rešenje pogodno za merenje niskog broja obrtaja (0-3000 ob/min) sa digitalnim izlaznim signalom (10 bit) i analognim izlaznim signalom 0-10 V (greška 0,1 %).

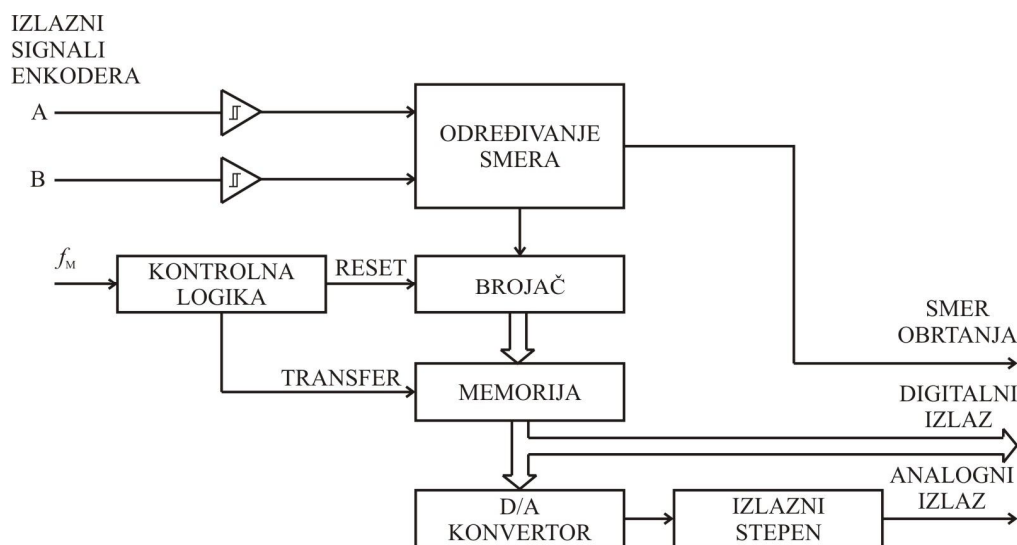
Funkcionalna blok šema realizovanog modela prikazana je na slici 10. Signali A i B su impulсни iz enkodera fazno pomereni za  $\pi/2$ , što je uslov za određivanje smera obrtanja. Merenje broja obrtaja ostvareno je brojačkom M

metodom, a generisanje analognog signala blokom digitalno/analognog konvertora (D/A).

Promena stanja D/A konvertora je u taktu sa frekvencijom  $f_M$ , koja se projektuje prema brzini promena ugaone brzine. Analogni izlazni napon dobija se posle procesiranja u izlaznom stepenu kalibracijom u referentnim uslovima. Prenosna funkcija digitalnog tahogeneratora je linearna, a digitalni odgovor se ispituje test sekvencom sa modulacijom linearnom i sinusnom funkcijom.

## 6. ZAKLJUČAK

Razmatrane su metode merenja niskih i visokih vrednosti ugaone brzine i odgovarajuće realizacije tahometara. Izbor merne metode za kontrolu pogonskih sistema, mehanizama i transmisije zavisi od prirode procesa, odnosno opsega brzina, prolaznih pojava, vibracija, udara, zakašnjenja, promena opterećenja i slično.



Sl. 10. Tahogenerator za merenje malih ugaonih brzina

Povećanje tačnosti tahometra uslovljava povećanje vremena merenja i suženje mernog opsega, te se za određene realizacije mora tražiti kompromisno rešenje. CET metoda predstavlja dobru alternativu i obezbeđuje visoku tačnost, koja je gotovo konstantna u celom opsegu merenja ugaone brzine. Realizacija na bazi mikroracunara pruža određenu fleksibilnost i ona je u ovom slučaju iskorišćena u smeru maksimiziranja karakteristika digitalnog tahometra. Dodatno, obezbeđena mogućnost dvostruke komunikacije sa računom doprinosi velikoj fleksibilnosti realizovanog uređaja i pruža mogućnost kvalitetnog praćenja procesa u realnom vremenu.

Korišćenje LabVIEW softvera i realizacija digitalnog tahometra kao virtuelnog instrumenta povećava fleksibilnost i mogućnosti primene uređaja. Ovim pristupom realizovani inteligentni merni modul može biti sastavni deo nekih kompleksnih multifunkcionalnih instrumenata, što je često slučaj u današnjim industrijskim aplikacijama.

## LITERATURA

- [1] Cenzo C. D., Szabados B. and N. K. Sinha, *Digital measurement of angular velocity for instrumentation and control*, IEEE Trans. Ind. Electron. Contr. Instrum., Vol. IECI-23, pp. 83-86, Feb. 1976.
- [2] Denić D., Milenković V., Arsić M., Đorđević J., *Wide range high accuracy digital tachometer*, IMECO TC-4 Symposium on Development in Digital Measurement Instrumentation and Control, 3<sup>rd</sup> Workshop on ADC Modelling and Testing, Sept. 17-18, Naples, Italy, pp. 930-933, 1988.
- [3] Bonert, R., *Design of a high performance digital tachometer with a microcontroller*, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol. 38, No. 6, pp. 1104-1108, 1989.
- [4] Kavanagh, R.C., *Performance analysis and compensation of M/T-type digital tachometers*, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol. 50, pp. 83-98, 2004.
- [5] Denić, D., Miljković, G. and D. Živanović, *Microcomputer based wide range digital tachometer*, Electronics and Electrical Engineering, Vol. 3, No. 67, pp 31-36, 2006.

[6] Miljković, G., Živanović, D., Arsić, M., Simić, M., Denić, D., *Merenje ugaone brzine primenom virtuelne instrumentacije*, YU INFO, 2011.

## DIGITAL METHODS FOR MEASURING ANGULAR VELOCITY OF MOTORS AND DRIVING MECHANISMS

*Prof. dr Miodrag Arsić, EF Niš*  
*Prof. dr Dragan Denić, EF Niš*  
*dipl. ing. Goran Miljković, EF Niš*

### Summary

*Accurate measurement of the mean and the instantaneous angular velocity in digital form is required in modern instrumentation and control systems in various transportation systems applications. This paper presents methods to perform digital measurements of angular velocity using optical incremental encoders. Such approach allows to quickly obtain results with high accuracy and resolution over a wide range of measurements, including those when the velocity is close to zero. It is also presented one possible solution for digital tachogenerator applied in analog and digital control systems.*

*Keywords: encoder, angular speed, tachogenerator*

*Adresa za kontakt:*  
Prof. dr Miodrag Arsić  
Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet u Nišu  
18000 Niš  
Aleksandra Medvedeva 14  
E-mail: [miodrag.arsic@elfak.ni.ac.rs](mailto:miodrag.arsic@elfak.ni.ac.rs)



## ОЦЕНА ВИБРОУДОБНОСТИ АКТУЕЛНИХ RCV ВОЗИЛА

*Mr Горан Радоичић,  
JKП „Медиана“ Ниш*

*Проф. др Миомир Јовановић,  
МашиНСКИ факултет у Нишу*

*Проф. др Драган Цветковић,  
Факултет заштите на раду у Нишу*

### Резиме

Истраживање се бави утицајем технологије и изведених техничких решења на појаву осцилаторног кретања структуре која у току процеса рада угрожава удобност возача и посаде возила за сакупљање отпада. Рад упоређује савремене и некадашње технологије и даје правце даљег побољшања виброудобности техничких решења ових возила. Испитивање виброудобности у раду засновано је на утврђивању амплитудних спектра убрзања вибрација у правцу координатних оса у реалним условима рада возила на сакупљању отпада.

**Кључне речи:** осцилаторно кретање, виброудобност, возило за сакупљање отпада

### 1. УВОД

Возило за сакупљање чврстог комуналног отпада (*refuse collection vehicle*, у даљем тексту RCV) садржи механизме за: утовар, редукацију запремине и истовар отпада, и представља савремени вибро-активни технички систем. Осцилаторно кретање, изазвано радом свих наведених механизма као и погонских механизма возила (мотор, систем трансмисије), дејствује на посаду, односно опслужеоце возила у форми временске таласне функције. Лице које је најдуже изложено утицају осцилаторног кретања механичких система на возилу (често и више од 8 часова непрекидно) јесте возач. Остатак посаде RCV чине радници на утовару отпада и они су повремено изложени дејству вибрација. Услед дуготрајне изложености вибрацијама могући су разни поремећаји

здравља, који се код возача манифестују кроз болове у: леђима, врату, рукама и кичменом стубу.

Поред маса, пригушења и крутости елемената структуре, као и спољашњих пубудних сила, на осцилаторна кретања код RCV утиче и техничко-технолошко решење возила, које може припадати двома основним категоријама: возилима са праволинијским потискивањем отпада у сандуку (потисна плоча) и возилима са ротационим сабијањем отпада (хидраулични ротациони бубањ) [3]. Истраживање у овом раду односи се на одређивање вибрације код возила са механизмом за ротационо сабијање отпада, за које се, на бази искуства, сматра да постоји нижи степен вибро-удобности.

### 2. ДЕФИНИСАЊЕ ПРИСТУПА У ИСТРАЖИВАЊУ ВИБРОУДОБНОСТИ RCV

Возач RCV је у току управљања возилом изложен комплексном утицају осцилаторног кретања елемената структуре преко четири контактна места, и то: седишта, точка управљача, ручице мењача и ножних команди. Енергија осцилујућих елемената структуре преноси се на возача путем вибрација које се, према утицају на делове тела, разврставају у две основне категорије: сегментне вибрације и вибрације читавог тела. Посредством седишта преносе се вибрације на цело тело у седећем положају (*whole body vibration*, у даљем тексту WB вибрације). Према стандардима ЕУ, вредност WB вибрација, изнад које се субјекти не смеју изложити у току 8-часовног дневног рада, износи  $1,15 \text{ m/s}^2$  (ЕЛ вредност), док акциона вредност изложености у истом трајању, изнад које послодавац мора предузети одређене превентивне мере, износи  $0,5 \text{ m/s}^2$  (ЕА вредност) [2]. Најчешће сегментне вибрације јављају се при експозицији еластичне везе рука-раме осцилаторног кретању точка управљача (*hand-arm*, у даљем тексту HA вибрације). Сегментне вибрације, које се преносе путем ножних команди и ручице мењача, нису од посебног значаја јер је изложеност у ова два случаја повремениа и краткотрајна (искуствена норма). ЕЛ вредност HA вибрација, изнад које се радници (возачи) не смеју изложити у току 8-часовног дневног радног времена, износи  $5 \text{ m/s}^2$ , а ЕА акциона вредност изложености у истом трајању износи  $2,5 \text{ m/s}^2$  [2].

За одређивање изложености дејству вибрација примењује се више метода: дијаграм дневне изложености, номограм дневне изложености, табела тачака изложености (*exposure points table*). Изложеност вибрацијама  $A_i$  ( $i=x,y,z$ ) у три основна правца простирања (сл.1), у зависности од броја различитих функција које се обављају у току расположивог радног времена, може се израчунати помоћу једначина (1-3). У случају да субјект (возач) извршава само једну врсту посла, парцијалне вибрације износе (1):

$$\begin{aligned} A_x(8) &= k \cdot a_{wx} \sqrt{\frac{T_{\text{exp}}}{T_0}}, A_y(8) = k \cdot a_{wy} \sqrt{\frac{T_{\text{exp}}}{T_0}}, \\ A_z(8) &= k \cdot a_{wz} \sqrt{\frac{T_{\text{exp}}}{T_0}}, \end{aligned} \quad (1)$$

где су:

$a_{wx}, a_{wy}, a_{wz}$  [ $m/s^2$ ] – измерена убрзања у три правца,  
 $T_{exp}$  [h] – време изложености вибрацијама у току рада,  
 $T_0$  [h] – референтно 8-часовно радно време,

$k = \begin{cases} 1,4 & - x, y \text{ правац} \\ 1 & - z \text{ правац} \end{cases}$  – мултипликациони фактор.

Парцијалне вибрације, под условом да се у току радног времена обавља више различитих послова, за  $i$ -ти посао или  $i$ -ту радну машину у сваком од правца износе (2):

$$A_{x,i}(8) = k \cdot a_{wx} \sqrt{\frac{T_{exp,i}}{T_0}}, A_{y,i}(8) = k \cdot a_{wy} \sqrt{\frac{T_{exp,i}}{T_0}},$$

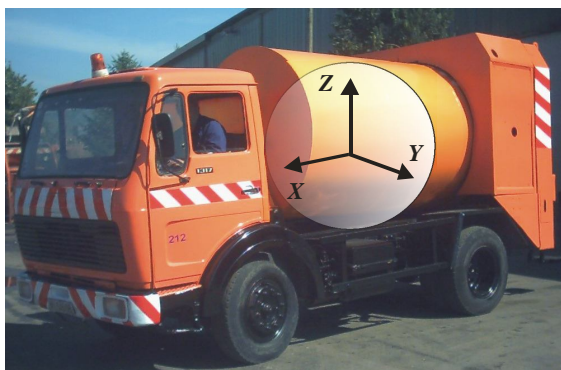
$$A_{z,i}(8) = k \cdot a_{wz} \sqrt{\frac{T_{exp,i}}{T_0}}. \quad (2)$$

Укупне вибрације за сваку од оса ( $j$ ) износе (3):

$$A_j(8) = \sqrt{\sum_{i=1}^n A_{ji}(8)^2}, \quad (3)$$

при чему је  $n$  – укупан број различитих радних задатака или машина. Остале величине имају исто значење као у једначинама (1).

Дневну изложеност вибрацијама [ $m/s^2$ ] представља највећа од израчунатих вредности:  $A_x, A_y, A_z$  (1), односно  $A_j$  (3) коју затим треба упоредити са дозвољеним вредностима вибрација EA и EL.



Сл. 1. Основни правци простирања вибрација

Дневна изложеност WB вибрацијама се може израчунати и према дози вибрација  $VDV$  (*vibration dose*), основне јединице [ $m/s^{1,75}$ ], и не сме бити већа од  $EA=9,1 m/s^{1,75}$ , односно  $EL=21 m/s^{1,75}$ , према: (4) – када се ради о изложености при обављању само једног посла, (5,6) – ако је реч о више послова.

Парцијалне дозе вибрација за три глобална правца су:

$$VDV_{exp,x} = 1,4 \cdot VDV_x \left( \frac{T_{exp}}{T_m} \right)^{1/4},$$

$$VDV_{exp,y} = 1,4 \cdot VDV_y \left( \frac{T_{exp}}{T_m} \right)^{1/4}, \quad (4)$$

$$VDV_{exp,z} = VDV_z \left( \frac{T_{exp}}{T_m} \right)^{1/4}.$$

У једначини (4) фигуришу:

$T_m$  [h] – време трајања мерења,

$T_{exp}$  [h] – дневно трајање изложености вибрацијама.

Ако је реч о изложености при обављању више послова ( $i=1 \div n$ ) у току рада онда се доза вибрација израчунава помоћу једначина (5,6):

$$VDV_{exp,x,i} = 1,4 \cdot VDV_x \left( \frac{T_{exp,i}}{T_m} \right)^{1/4},$$

$$VDV_{exp,y,i} = 1,4 \cdot VDV_y \left( \frac{T_{exp,i}}{T_m} \right)^{1/4}, \quad (5)$$

$$VDV_{exp,z,i} = VDV_z \left( \frac{T_{exp,i}}{T_m} \right)^{1/4}.$$

Укупна дневна доза вибрација за сваку осу ( $j$ ) износи:

$$VDV_j = \sqrt[4]{\sum_{i=1}^n VDV_{j,i}^4} \quad (6)$$

Дневну дозу вибрација [ $m/s^{1,75}$ ] представља највећа добијена вредност  $VDV_{exp,j}$  (5), односно  $VDV_j$  (6) коју затим треба упоредити са дозвољеним вредностима дозе вибрација EA и EL.

Значајан број међународних стандарда уређује област механичких вибрација путем: упутстава о мерењу и израчунавању WB вибрација [6,7] лабораторијских метода за процену вибрација седишта возила [8], метода за смањење ризика од вибрација при инжењерском дизајнирању механизације [9], итд.

### 3. ИСПИТИВАЊЕ И АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА

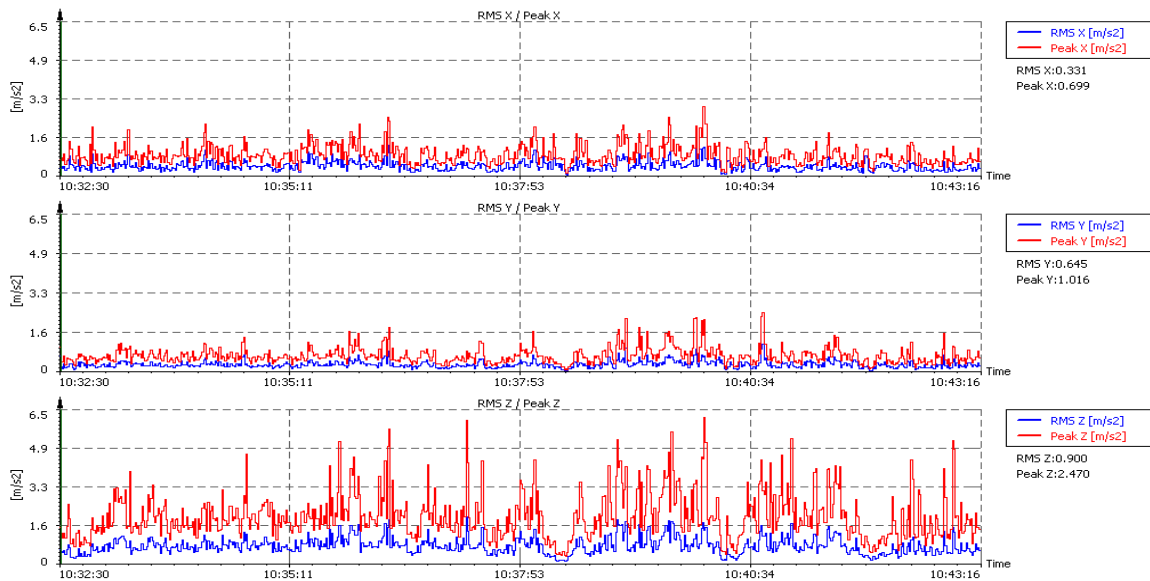
За процену изложености возача RCV вибрацијама, неопходно је претходно дефинисати садржај његовог дневног ангажовања. Две основне варијанте употребе возила су: 1) употреба само једног возила, 2) замена возила у току рада. Такође, присутна су два приступа у раду са отпадом: 1) јединствени третман отпада, 2) подела третмана отпада на више парцијалних функција (уговар, сабијање у циљу смањења запремине, транспорт, истовар). У овом раду посматра се третман отпада као обједињена функција свих парцијалних функција, што значи да ће се истраживање вибрација односити на случај изложености при једном радном задатку возача RCV – управљању само једним типом возила у функцији дневног „третмана отпада“.

Целовито истраживање се односило на испитивање вибрација у неколико радних режима RCV. Овај рад ће се задржати на испитивању вибрација у WB моду у реалним условима рада возила, односно у процесу сакупљања отпада у регуларном дневном радном циклусу. Мерно место представља седиште возача RCV. Објекат испитивања је специјално возило за сакупљање отпада типа хидрауличног ротационог бубња на основи ФАП 1921, старости 9 година, у власништву комуналног предузећа „Медиана“ из Ниша. Мерење се састоји из два мерна процеса и то: 1) процеса сакупљања отпада (садржи: излазак возила из базе комуналног предузећа, рад на сакупљању отпада у граду, транспорт отпада до места одлагања и истовар отпада), 2) процеса повратка празног возила у базу предузећа. Укупно трајање испитивања износило је 3,12 часова. Временска константа мерења износила је 1 sec.

За испитивање вибрација у овом истраживању коришћена је мерна опрема Brüel & Кјæг (сл.2) подржана софтвером BZ56.23.ver.2.0.0 (сл.2-поз.4). У саставу подметача (сл.2-поз.7) налази се акцелерометар за мерење убрзања у правцу координатних оса  $x$ ,  $y$ ,  $z$ . Након калибрације (сл.2-поз.8) измерене величине се читавају на инструменту (сл.2-поз.1). Пратећа опрема такође је приказана на сл.2 (поз:2,3,5,6).



Сл. 2. Мерна опрема

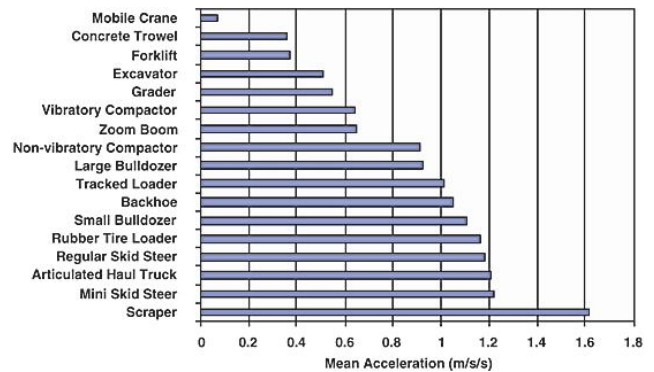


Сл. 3. Амплитудни спектри убрзања друге фазе мерења („повратак возила у базу“)

#### 4. ЗАКЉУЧАК

Производња возила за масовну употребу условљена је захтевима стандарда у циљу ограничења вибро-активности. Стандардизација дефинише „оштрије“ захтеве у погледу вибро-удобности у последњих 20 година. Код возила се временом смањује техничка исправност, склопови и механизми добијају повећане зазоре, а сама конструкција губи чврстоћу услед оштећења структуре и старења материјала. Губитком ових својстава, возила губе и удобност (тине и виброудобност). Посебно је то изражено код групе мобилних транспортних машина, чији је један од представника и возило за сакупљање отпада.

Прва фаза мерења (сакупљање смећа у реалним условима), у трајању од 2,94 часа, није указала на постојање убрзања већих од прописаних, мада се дневна изложеност вибрацијама, за пројектовани период од 8 часова рада, приближава прописаној вредности акционог убрзања  $A(8)=0,425 \text{ m/s}^2 < 0,5 \text{ m/s}^2$ . Друга фаза мерења (повратак празног возила у базу у реалним условима) трајала је знатно мање, свега 0,18 часова, и указала је на постојање нешто израженијих акционих вредности убрзања за осмочасовну и четворочасовну експозицију у односу на прву фазу ( $A(8)=0,841 \text{ m/s}^2 < 0,5 \text{ m/s}^2$ ;  $A(4)=0,594 \text{ m/s}^2 < 0,5 \text{ m/s}^2$ ). Кретање објекта мерења – возила подложно је утицају пута (неравнина на путу), начину и брзини вожње, као и старости самог возила. Проблем повећаних вибрација израженији је при кретању празног у односу на пуно возило, што може значити да мања укупна маса возила има и мање пригушење осциловања. Вредности убрзања седишта возача RCV, у обе фазе мерења, нису прелазиле граничну вредност дневне осмочасовне експозиције ( $1,15 \text{ m/s}^2$ ). На сл.3 приказани су амплитудни спектри убрзања у правцу координатних оса за фазу мерења „повратак возила у базу“.

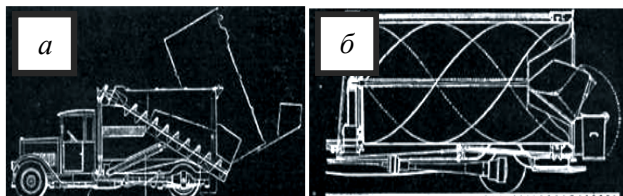


Сл. 4. Вредности вибрација при изложености читавог тела раду различитих врста мобилне опреме

Према извору [5], највећа убрзања јављају се код машина за стругање асфалта (*scraper*) и износе око  $1,6 \text{ m/s}^2$ . Затим следи група машина са знатно мањим вредностима убрзања: мале комбиноване машине (*mini skid steer*) и тешки зглобни камиони тегљачи (*articulated haul truck*), са вредностима убрзања око  $1,2 \text{ m/s}^2$ , итд. Са друге стране, најмање вредности убрзања, у посматраној групи машина, имају мобилне дизалице (мање од  $0,1 \text{ m/s}^2$ ).

Вредности убрзања RCV, у односу на машине из дијаграма са сл.4, налазе се у рангу: а) виљушкар (*forklift*) и машине за равнање бетона (*concrete trowel*), у првој фази мерења; б) вибрационог ваљка (*vibratory compactor*) и утоваривача са телескопском стрелом (*zoom boom*), у другој фази мерења.

На сл.5 приказана су два модела првобитних техничких решења RCV, са краја треће деценије 20. века [4], која се одликују механизмом за транспорт отпада унутар сандука у виду завојнице (а) и додатном функцијом сабијања отпада унутар ротационог бубња (б).



Сл. 5. Ранија решења RCV са завојним транспортером: а) за потискивање отпада, б) за сабијање отпада

Савремена техничка решења RCV омогућују знатно виши ниво комфора у односу на ранија, поготово када је у питању боравак посаде у кабини. Код некадашњих решења ових возила осећао се изузетно велики утицај осцилација које су долазиле споља, као производ кретања радних механизма, пре свих завојног транспортера отпада. Одсуство селекције отпада, и раније је утицало на повећање вибрација механизма за сабијање, нарочито ако би се у отпаду налазили изузетно крути предмети (метал, бетон и сл.). Такође, погонски уређаји били су робустнији и тежи, што је само по себи изазивало повећане вибрације у кабини.

Нови модели возила са ротационим сабијањем отпада треба да дају решења која ће омогућити: боље улежиштење ротационог бубња, примену бољих материјала за изолацију буке и вибрација, равномернији распоред маса на возилу, смањење хабања ротирајућих елемената надградње.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] ЈОВАНОВИЋ, М, ЈОВАНОВИЋ, С, ЦВЕТКОВИЋ, Д, *Један концепт динамичког моделирања машинског система*, XVII YU Конференција "Бука и вибрације", Ниш, 2000. год.
- [2] Directive 2002/44/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibration).
- [3] РАДОИЧИЋ, Г, *Специфичност критеријума за избор возила за сакупљање отпада*, Истраживања и

пројектовања за привреду, бр.21, ИССН 1451-4117 УДЦ 33, Београд, 2008. год.

[4] РАДОИЧИЋ, Г, *Кораџи у развоју комуналне хигијене - технологија сакупљања смећа кроз историју*, МедианаИнфо, бр.27-32, ИССН 1452-4813, Ниш, 2008-9.

[5] Construction Safety Association of Ontario, USA

[6] EN 14253, Mechanical vibration - Measurement and calculation of occupational exposure to whole-body vibration with reference to health - Practical guidance.

[7] European Committee for Standardization, Whole-body vibration - Guidelines for vibration hazards reduction - Part 2: Management measures at the workplace. CEN/TR 15172-2:2005

[8] International Organization for Standardization, Mechanical vibration (1992), Mechanical vibration - Laboratory method for evaluating vehicle seat vibration - Part 1: Basic requirements. EN ISO 10326-1:1992

[9] European Committee for Standardization, Whole-body vibration - Guidelines for vibration hazards reduction - Part 1: Engineering methods by design of machinery. CEN/TR 15172-1:2005

[10] Vladić J., Babin N., Đokić R., Živanić D.: DETERMINATION OF DYNAMIC BEHAVIOUR FOR VERTICAL LOAD, XVIII International conference MHCL, 2006, Beograd, processing, pp. 93-96,

**Напомена:** Рад је урађен у оквиру пројекта бр. **35049** под називом „Теоријско-експериментална истраживања транспортних машинских система“ који је део програма Технолошког развоја Србије под покровитељством Министарства за просвету и науку Републике Србије.

## EVALUATION OF VIBRATORY COMFORT ACTUAL REFUSE COLLECTION VEHICLES

*M.Sc.Eng. Goran Radoičić, PUC "Mediana" Niš  
Prof. dr Miomir Jovanović, Faculty of Mech. Eng. - Niš  
Prof. dr Dragan Cvetković, Faculty of Occ. Safety - Niš*

### Summary

*This research examines the influence of technology and derived technical solutions on the appearance of the oscillatory movement (vibration) of the structure that in the working process endangers the comfort of the driver and crew of refuse collection vehicles. The work compares the present and former technologies and provides directions for further improvements of vibratory comfort of technical solutions of these vehicles. Testing of vibratory comfort in the work is based on determining the amplitude specters of acceleration in the direction of the coordinate axes in real working conditions of waste collection vehicles.*

*Key words: oscillatory movement, vibratory comfort, refuse collection vehicle*

*Адреса за контакт:*

Мр Горан Радоичић,  
ЈКП „Медиана“ Ниш  
18000 НИШ, Мраморска 10  
E-mail: [goran.radoicic@jkrpmediana.rs](mailto:goran.radoicic@jkrpmediana.rs)

## РЕГУЛАЦИЈА ХИДРОСТАТИЧКИХ ПОГОНА МОБИЛНИХ МАШИНА

*Проф. др Драгослав Јаношевић,  
Весна Николић, дип. маш. инж.  
Миљан Ђорђевић, студент  
Срђан Поткоњак, студент*

Универзитет у Нишу, Машински факултет

### Резиме

У раду су дати резултати анализе начина и критеријума регулације хидростатичких система мобилних машина. Посматрају се хидростатички системи које образују затворена хидрауличка кола: а) са хидропумпом променљивог и хидромотором константног специфичног протока, б) са хидропумпом и хидромотором променљивог специфичног протока. При упоредној анализи, за наведене варијантне хидростатичких система, посматра се однос улазних и излазних параметара и дефинишу могућности регулације система. Начини регулације хидростатичких система дати су кроз структурну анализу механичких система као носиоца сигнала регулације и анализу софтвера у којима су садржани критеријуми регулације система.

**Кључне речи:** хидростатички системи, регулација

### 1. УВОД

Хидростатички системи са хидропумпама и хидромоторима, за пренос енергије код мобилних машина, образују следећа могућа затворена хидрауличка кола:

- а) са хидропумпом и хидромотором константног специфичног протока,
- б) са хидропумпом променљивог и хидромотором константног специфичног протока (сл.1а),
- в) са хидропумпом константног и хидромотором променљивог специфичног протока (сл.1б),
- г) са хидропумпом и хидромотором променљивог специфичног протока (сл.1в).

Наведене могуће варијанте хидростатичких система имају различите катактеристике и могућности регулације али у основи имају исту конфигурацију коју чине: дизел мотор 1 (сл.1), еластична спојница 2, главна хидропумпа 3, помоћна хидропумпа за прехранивање система 3.1, систем управљања 4, хидромотор

5, вентил сигурности потисних водава главне хидропумпе 6.1 и вентил сигурности помоћне пумпе 6.2.

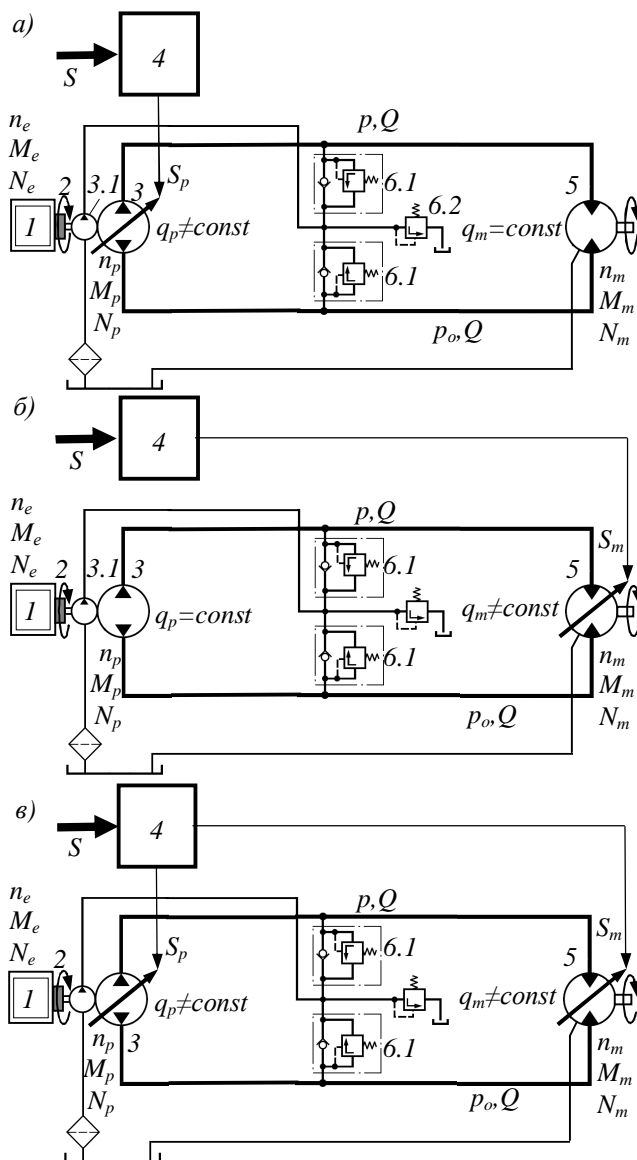
У овом раду, при упоредној анализи, посматра се однос улазних и излазних параметара система.

Улазни параметри система су број обртаја  $n_p$  (сл.1) и момент  $M_p$ , односно снага  $N_p$  на вртилу хидропумпе 3. Параметри механичке снаге на вратилу хидропумпе одговарају броју обртаја  $n_e$  и моменту  $M_e$ , односно снази  $N_e$  погонског мотора 1.

Хидропумпа механичке параметре снаге претвара у параметре хидрауличке снаге  $N_h$  у облику притисака  $p$  и протока  $Q$  система, које хидромотор 5 трансформише поново у параметре механичке снаге  $N_m$ , у облику броја обртаја  $n_m$  и момента  $M_m$  на излазном вратилу хидромотора, односно на излазу система.

При упоредној анализи посматрају се идеални хидростатички системи, без механичких, хидрауличких и других губитака, са укупним степеном искорисности  $\eta_u=1$ . Осим тога, узима се да погонски дизел мотор ради константним бројем обртаја  $n_{en}=const=n_p$  при максималној снази  $N_{en}=N_p$ .

Наведене претпоставке немају утицаја на принципијелне анализе функција система [1].



Сл.1 Хидростатички системи са хидропумпама и хидромоторима у затвореним хидрауличким колама који се користе за пренос енергије код мобилних машина

На основу уведених претпоставки, према једначини континуитета, проток  $Q_p$  хидропумпе једнак је протоку  $Q_m$  хидромотора, односно протоку система  $Q$ :

$$Q_p = Q_m = Q \quad (1)$$

Према изразима за проток хидропумпе и хидромотора

$$Q_p = \frac{q_p \cdot n_p}{1000} = k_p \cdot q_p \cdot n_p \quad (2)$$

$$Q_m = \frac{q_m \cdot n_m}{1000} = k_p \cdot q_m \cdot n_m \quad (3)$$

на основу једначине 1 добија се преносни однос  $i_n$  система:

$$i_n = \frac{n_m}{n_p} = \frac{q_p}{q_m} \quad (4)$$

који показује да се излазни број обртаја  $n_m$  хидромотора може мењати, за константни улазни број обртаја хидропумпе,  $n_p = n_{en} = const$ , променом специфичног протока хидропумпе  $q_p$  и хидромотора  $q_m$ .

За идеални систем, снага  $N_p$  хидропумпе једнака је снази  $N_m$  хидромотора, односно снази система  $N_h$ :

$$N_p = N_m = N_h \quad (5)$$

Према изразима за снагу хидропумпе и хидромотора:

$$N_p = k_n \cdot M_p \cdot n_p \quad (6)$$

$$N_m = k_n \cdot M_m \cdot n_m \quad (7)$$

на основу једначина 3 и 4 добија се коефицијент трансформације  $i_M$  система:

$$i_M = \frac{M_m}{M_p} = \frac{q_m}{q_p} = \frac{1}{i_n} \quad (8)$$

који показује да се излазни момент  $M_m$  хидромотора може мењати, за константни улазни момент погонског мотора,  $M_p = M_{en} = const$ , променом специфичног протока хидропумпе  $q_p$  и променом специфичног протока хидромотора  $q_m$ .

## 2. РЕГУЛАЦИЈА ПАРАМЕТАРА СИСТЕМА

У наставку рада дата је анализа параметара система са хидропумпом променљивог и хидромотором константног специфичног протока и система са хидропумпом и хидромотором променљивог специфичног протока који су највише заступљени као погонски системи мобилних машина.

### 2.1. Системи са хидропумпом променљивог и хидромотором константног специфичног протока

Код ових система, на основу одређеног мануелног, хидрауличког, електричног или електронског улазног сигнала управљања  $S$  (сл.2а), који се у регулатору 4 трансформише у сигнал регулације  $S_p$  хидропумпе 3, врши се промена специфичног протока хидропумпе у интервалу  $q_p = [0, q_{pmax}]$ .

Пошто је специфични проток хидромотора 5 константан,  $q_m = const$ , према једначини 4, променом специфичног протока хидропумпе постиже се линеарна промена излазног броја обртаја хидромотора:

$$n_m = n_p \frac{q_p}{q_m} = n_{en} \frac{q_p}{q_m} = k \cdot q_p \quad \forall \quad q_p = 0 \Rightarrow n_m = 0 \quad (9)$$

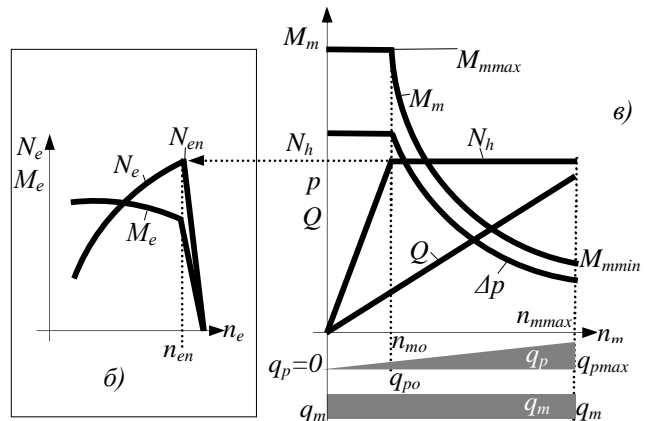
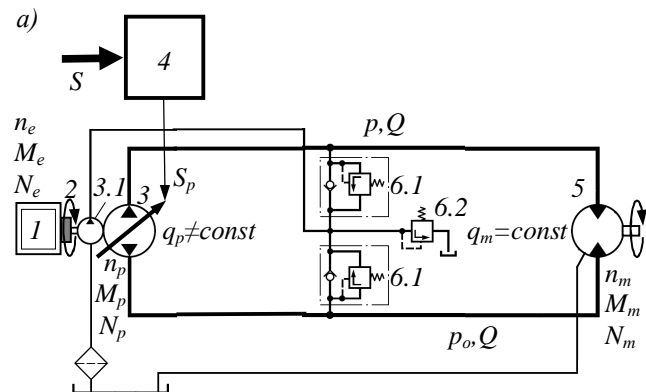
Када је хидропумпа у неутралном положају ( $q_p = 0$ ) нема преноса енергије кроз систем - вратило хидромотора се не окреће ( $n_m = 0$ ) (сл.2в).

Са порастом специфичног протока хидропумпе расте проток  $Q$  и снага  $N_p$  хидропумпе, односно система, уз могућност постизања максимално могућег момента  $M_{mmax}$  на излазном вратилу хидромотора који има вредност:

$$M_{mmax} = \frac{q_m \cdot \Delta p_{max}}{2\pi} \quad (10)$$

где је:  $\Delta p_{max} = p_{max} - p_o$  - максимални пад притиска у хидромотору изражен као разлика максималног притиска  $p_{max}$  у потисном воду хидромотора (одговара притиску отварања вентила сигурности 6.1 система) и притиска  $p_o$  у повратном воду хидромотора.

Са порастом броја обртаја хидромотора максимални излазни момент је могуће одржати све до достизања максималне снаге  $N_h$  система, када специфични проток  $q_{po}$  хидропумпе, према једначинама 4 и 10, има вредност:



Сл.2 Систем са хидропумпом променљивог и хидромотором константног специфичног протока: а) шема, б) карактеристике дилематора, в) излазне карактеристике хидромотора

$$q_{po} = \frac{M_p}{M_{mmax}} q_m = \frac{2\pi \cdot M_{en}}{\Delta p_{max}} \quad (11)$$

коме одговара број обртаја  $n_{mo}$  хидромотора:

$$n_{mo} = n_p \frac{q_{po}}{q_m} = n_p \frac{2\pi \cdot M_{en}}{q_m \cdot \Delta p_{max}} \quad (12)$$

Да би се, при даљем повећању броја обртаја хидромотора ( $n_m > n_{mo}$ ), одржала константна снага  $N_h = N_{en} = const$  потребно је да се специфични проток  $q_p$  хидропумпе мења према једначини:

$$q_p = \frac{M_{en}}{M_m} q_m = \frac{2\pi \cdot M_{en}}{\Delta p} = \frac{k_m}{\Delta p} \quad \forall n_m > n_{mo} \quad (13)$$

где је:  $\Delta p = p - p_o$  - пад притиса у хидромотору при притиску  $p < p_{max}$  у потисном воду хидромотора, односно хидропумпе,  $k_m$ - константа.

Последња једначина показује да се, при постављеном услову, специфични проток хидропумпе мења обрнуто пропорционално повећању притиска хидромотора, што одговара регулацији хидропумпе по критеријуму **константне снаге**.

На основу једначина 4 и 8 добија се хиперболична зависност момента  $M_m$  и броја обртаја  $n_m$  хидромотора (сл.2в):

$$M_m = M_p \frac{q_m}{q_p} = M_{en} \frac{n_{en}}{n_m} = \frac{k_e}{n_m} \quad \forall n_m > n_{mo} \quad (14)$$

односно, према претходној једначини, следи и хиперболична зависност пада притиска  $\Delta p$  и броја обртаја  $n_m$  хидромотора (сл.2в):

$$\Delta p = 2\pi \cdot M_{en} \frac{n_{en}}{q_m \cdot n_m} = \frac{k_p}{n_m} \quad \forall n_m > n_{mo} \quad (15)$$

где је:  $k_e, k_p$ - константе.

Према једначинама 1 и 3, пошто је специфични проток хидромотора константан, проток хидропумпе се линеарно мења са порастом броја обртаја хидромотора (сл.2в):

$$Q_m = Q = \frac{q_m \cdot n_m}{1000} = k_Q \cdot n_m \quad (16)$$

Максимални број обртаја  $n_{mmax}$  хидромотора се постиже при максималном специфичном протоку  $q_{pmax}$  хидропумпе:

$$n_{mmax} = n_{en} \frac{q_{pmax}}{q_m} \quad (17)$$

при чему је могуће остварити минимални момент хидромотора:

$$M_{mmin} = M_{en} \frac{q_m}{q_{pmax}} \quad (18)$$

Максимални преносни однос система износи:

$$i_{nmax} = \frac{q_{pmax}}{q_m} \quad (19)$$

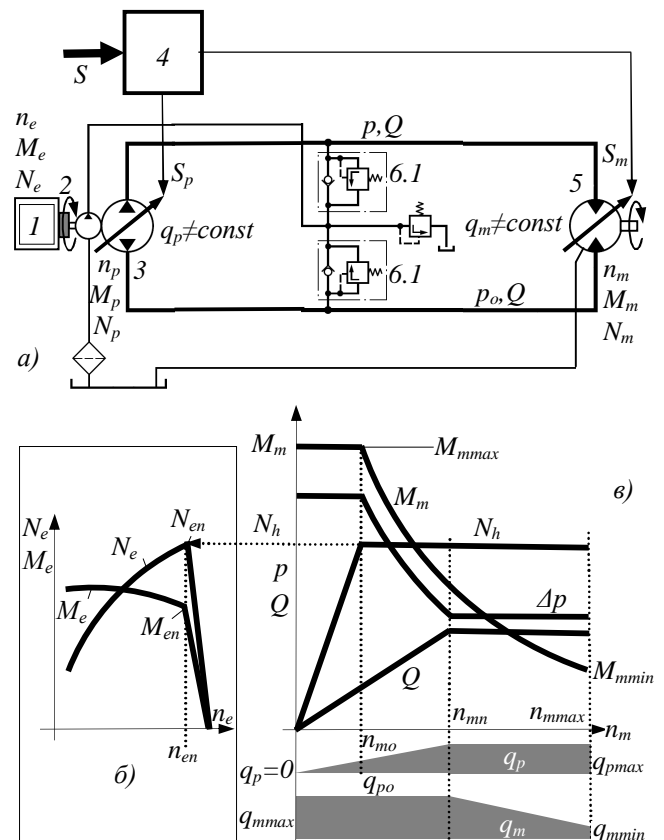
Хидростатички системи са хидропумпом променљивог и хидромотором константног специфичног протока се често примењују. Омогућују континуалну промену броја обртаја хидромотора променом специфичног протока хидропумпе. Осим тога могуће је остварити регулацију хидропумпе тако да се при различитим оптерећењима хидромотора користи максимална расположива снага дизел мотора.

### 2.3. Системи са хидропумпом и хидромотором променљивог специфичног протока

Код ових система, на основу одређеног мануелног, хидрауличког, електричног или електронског улазног сигнала управљања  $S$  (сл.3а), који се у регулатору 4 трансформише у сигнал регулације  $S_p$  хидропумпе 3 и сигнал  $S_m$  регулације хидромотора 5, врши се, наизменично или симултано, промена специфичног протока хидропумпе у интервалу  $q_p = [0, q_{pmax}]$  и специфичног протока хидромотора у интервалу  $q_m = [q_{mmin}, q_{mmax}]$ . Промена броја обртаја  $n_m$  хидромотора, према једначини 4, зависи од промене специфичног протока  $q_p$  хидропумпе и специфичног протока  $q_m$  хидромотора:

$$n_m = n_p \frac{q_p}{q_m} = n_{en} \frac{q_p}{q_m} \quad (20)$$

тако да се минимални број обртаја  $n_{mmin}$  хидромотора постиже при минималном специфичном протоку  $q_{pmin}$  хидропумпе и максималном специфичном протоку  $q_{mmax}$  хидромотора:



Сл.3 Систем са хидропумпом и хидромотором променљивог специфичног протока: а) шема, б) карактеристике дизел мотора, в) излазне карактеристике хидромотора

$$n_{mmin} = n_p \frac{q_{pmin}}{q_{mmax}} = n_{en} \frac{q_{pmin}}{q_{mmax}} \quad \forall q_{pmin} = 0 \Rightarrow n_{mmin} = 0 \quad (21)$$

а максимални број обртаја  $n_{mmax}$  хидромотора при максималном специфичном протоку  $q_{pmax}$  хидропумпе и минималном специфичном протоку  $q_{mmin}$  хидромотора:

$$n_{mmax} = n_p \frac{q_{pmax}}{q_{mmin}} = n_{en} \frac{q_{pmax}}{q_{mmin}} \quad (22)$$

Први део регулације система је са константним специфичним протоком хидромотора,  $q_m = const$ , (сл.3в) и променљивим специфичним протоком хидропумпе,  $q_p \neq const$ , и одвија се до броја обртаја  $n_{mn}$  хидромотора чија је вредност:

$$n_{mn} = n_p \frac{q_{pmax}}{q_{mmax}} = n_{en} \frac{q_{pmax}}{q_{mmax}} \quad (23)$$

У овом делу регулације система максимално могући момента  $M_{mmax}$  на излазном вратилу хидромотора износи:

$$M_{mmax} = \frac{q_{mmax} \cdot \Delta p_{max}}{2\pi} \quad (24)$$

Други део регулације система је са константним специфичним протоком хидропумпе,  $q_p = const$ , (сл.3в) и променљивим специфичним протоком хидромотора,  $q_m \neq const$  при чему је могући минимални момент хидромотора:

$$M_{mmin} = M_p \frac{q_{mmin}}{q_{pmax}} = M_{en} \frac{q_{mmin}}{q_{pmax}} \quad (25)$$

Максимални преносни однос система износи:

$$i_{nmax} = \frac{q_{pmax}}{q_{mmin}} \quad (26)$$

Хидростатички системи са хидропумпом и хидромотором променљивог специфичног протока су нашли широку примену јер омогућују, у односу на остале системе, знато већи преносни однос  $i_n$  система, поред континуалне промене броја обртаја хидромотора уз коришћење максималне расположиве снаге погонског мотора.

### 3. ПРИМЕРИ РЕГУЛАЦИЈЕ СИСТЕМА

Системи управљања савремених мобилних машина се остварује мекатроничким системима које у основи граде (сл. 4а): а) електронске компоненте са: сензорима, потенциометрима и микроконтролерима и б) хидростатичке компоненте са: регулаторима дизел мотора, хидропумпи, хидромотора и актуатора погонског система машине.

Уопштено, мекатронички систем управљања функционише тако што **сигнали стања** кинематичког ланца и погонског система машине, прикупљени сензорима 1 (сл.4б), и **командни сигнали** руковаоца, пренети преко потенциометара 2, чине улазне (најчешће аналогне) сигнале микроконтролера 3. Помоћу микроко-

нтролера улазни аналогни сигнали се прво петварају у дигиталне а затим се обрађују одговарајућим софтвером. Обрађени дигитални сигнали се поново претварају у излазне аналогне сигнале помоћу којих се преко регулатора одговарајућих карактеристика врши управљање и регулација компонената погонског система машине: дизел мотора 4, хидропумпи 5 и актуатора (хидромотора и хидроцилиндара) 6.

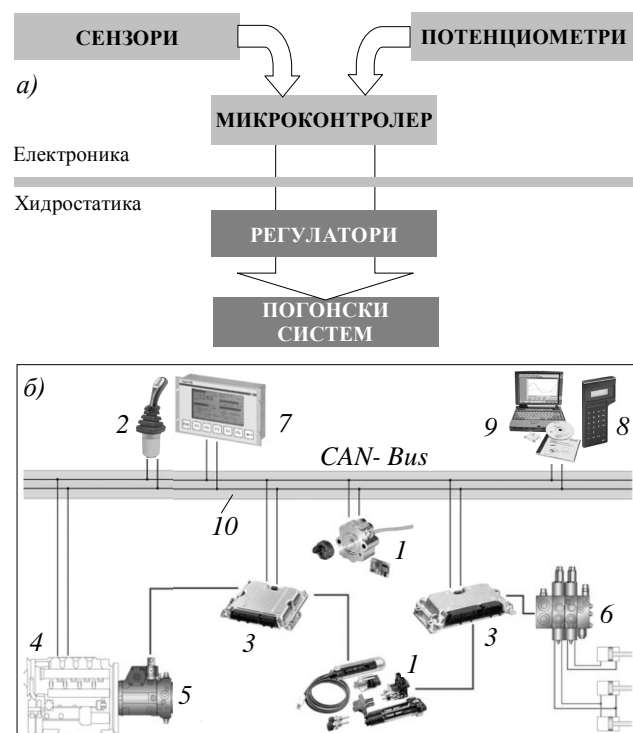
Микроконтролер је, осим са сензорима и потенциометрима, повезан са мониторинг системом (дисплејом) 7 за праћење параметара саатања система и са спољним уређајима: командним пултом 8 или рачунаром 9 са софтвером за дијагностику и параметарско подешавање система. Комуникација сигнала мекатроничког система остварује се CAN Bus (*Controller Area Network*) магистралама 10.

Мекатроничким системима управљања код мобилних машина, поред осталог, постигнута је: а) аутоматска регулација трансмисија кретања према програмираним критеријумима функција уз ограничења везана за стабилност кретања при проклизавањању, преоптерећење погонског мотора и његову минималну и еколошку потрошњу горива, б) аутоматизација (роботизација) функција манипулатора и в) непрекидна дијагностика и мониторинг параметара система према ергономским захтевима и стандардима.

Према захтевима функција мобилних машина развијени су софтверски пакети (програмиране картице) са којима се опремају микроконтролери мекатроничких система управљања. У наставку се дају неколико примера решених захтева мекатроничким системом управљања и регулације код мобилних машина.

#### 3.1. Регулација броја обртаја

Хидростатички погонски систем затвореног кола са хидромотором 4 (сл.5а), константног специфичног



Сл.4 Општи модел мекатроничког система са компонентама за управљање мобилних машина



протока, и хидропумпом 3, променљивог специфичног протока, погођеном преко елестичне спојнице 2 дизел мотором 1, има мехатронички систем управљања и регулације који омогућује жељену континуалну промну броја обртаја  $n$  (сл.5б) излазног вратила хидромотора без обзира на број обртаја дизел мотора и оптерећење система.

Жељено управљање и регулација система је остварена микроконтролером 5, са одговарајућом програмском картицом. Улазне сигнале добијене од сензора 4.1 броја обртаја на излазном вратилу хидромотора и потенциометра 6 којим се помоћу командне ручице бира жељени број обртаја хидромотора, микроконтролер 5 обрађује одговарајућим софтвером тако да се добијају излазни сигнали за регулатор 3.1 хидропумпе и регулатор 1.1 пумпе за убризгавање горива дизел мотора. Зависно од разлике сигнала који дају сензор 4.1 и потенциометар 6, односно зависно од разлике тренутног и жељеног броја обртаја хидромотора, микроконтролер даје сигнале регулације за промену убризгавања горива, односно броја обртаја, дизел мотора и специфичног протока хидропумпе. При чему се оствари жељени број обртаја  $n$  (сл.5б) хидромотора, од минималне до максималне вредности, у оба смера  $R$  и  $V$  окретања, према задатом ходу командне ручице, односно према јачини струје  $I$  потениометра 6.

### 3.2. Регулација тарансмисије кретања

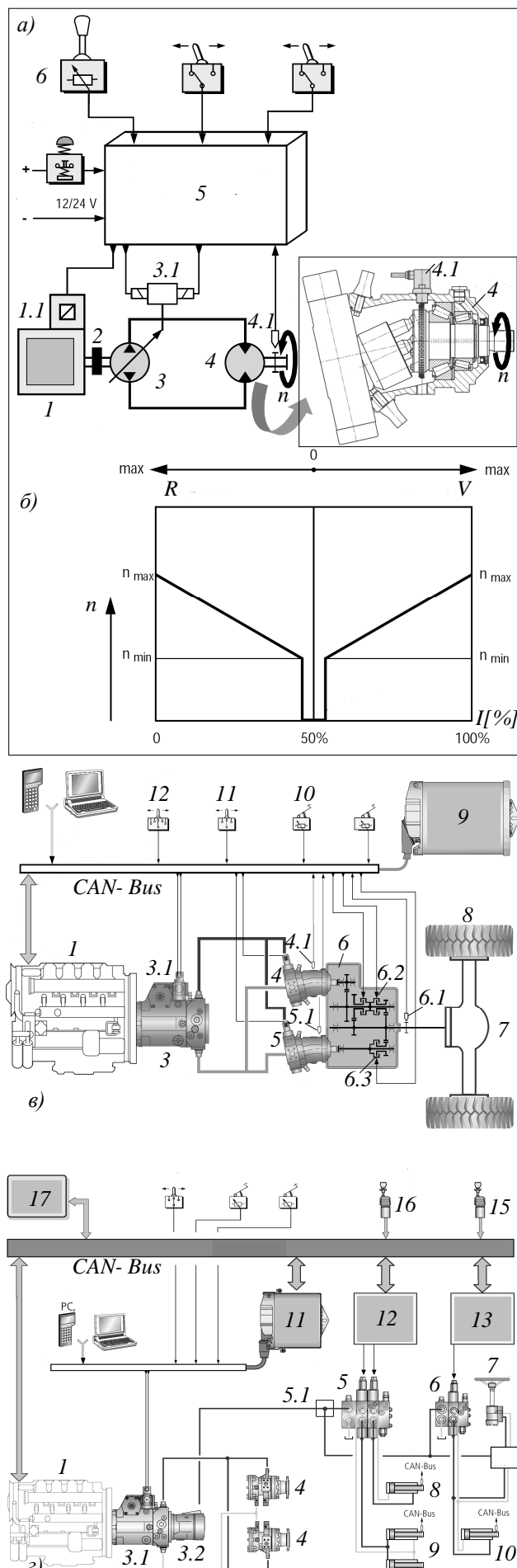
Мехатронички систем са CAN Bus магистралом се користи, поред осталог, и за управљање променом степена преноса, под оптерећењем, мењача 6 (сл.5в), на пример, код трансмисије утоваривача. Хидропумпа 3 трансмисије, погођена дизел мотором 1, напаја у затвореном колу два хидромотора 4 и 5 спојена за улазним вратилима мењача 6. Излазна вратила мењача су карданским вратилима повезана са погонским мостовима 7 за чије су бочне редукторе причвршћени точкови 8 кретног механизма машине.

CAN Bus магистралом микроконтролер 9 добија улазне сигнале: сензора броја обртаја и положаја педале гаса 10 дизел мотора 1, сензора 4.1 и 5.1 броја обртаја хидромотора 4 и 5, сензора 6.1 на излазном вратилу мењача, и сигнале: положаја ручице 11 за промену степена преноса мењача и положаја команде 12 смера кретања машине. Као излазне величине микроконтролер 9 даје електричне сигнале за управљање спојницама 6.2 и 6.3 мењача 6 и електрични сигнал за регулатор 3.1 хидропумпе 3 који омогућују да се под оптерећењем мењача синхронизованим укључивањем спојница и регулацијом протока хидропумпе 3, односно броја обртаја хидромотора 4 и 5, оствари непрекидна и безтрзајна промена степена преноса мењача 6 зависно од услова кретања машине и стања погона трансмисије, уз пун комфор руковаоца.

### 3.3. Синхронизација управљања

Као пример издвојн је мехатронички систем управљања виљушкар са дизел мотором 1 (сл.4.20г) који погони две хидропумпе 3.1 и 3.2 хидростатичког погоноског система машине.

Хидропумпа 3.1 напаја хидромоторе 4 за погон кретног механизма. Хидропумпа 3.2 помоћу приоритетног



Сл.5 Мехатронички систем управљања мобилних машина [2][3]

вентила 5.1 напаја: а) преко главних разводника 5 и 6 са електричним активирањем, хидроцилиндре 8 и 9 за закретање рама и подизање виљушке манипулатора, б) преко сервоуправљача 7 хидроцилиндар 10 на управљачком мосту кретног механизма машине. Микроконтролером 11 се управљају и регулишу параметри трансмисије кретања машине. Микроконтролери 12 и 13 управљају и регулишу кретање манипулатора, добијајући сигнале од електронских командних разводника 14 и 15. Заједничким радом свих микроконтролера, опремљених одговарајућим софтверима, постигнуто је синхронизовано кретање и манипулисање машине уз еколошки и економични рад дизел мотора и пун комфор руковоаца.

#### 4. ЗАКЉУЧАК

Хидростатички системи са хидропумпама и хидромоторима у затвореном хидрауличком колу су нашли велику примену као погонски системи и системи управљања бројних мобилних (грађевинских, транспортних, рударских, комуналних, пољопривредних, шумских, ...) машина.

Карактеристично је да се параметри хидростатичких система коришћењем мехатроничких система управљања могу врло лако регулисати програмирањем софтвера и прилагодити потребним параметрима функција система.

Најновији модели свих врста мобилних машина имају комплетне мехатроничке системе управљања које, према захтевима, модуларно решавају и изводе специјализовани светски произвођачи [3].

Мехатроничким системима управљања код мобилних машина, поред осталог, постигнута је: а) аутоматска регулација погонских система, б) аутоматизација (роботизација) функција манипулатора и в) непрекидна дијагностика и мониторинг параметара система према ергономским захтевима и стандардима.

Рад је урађен у оквиру пројекта технолошког развоја број **035049** који финансира Министарство просвете и науке Републике Србије.

#### 5. ЛИТЕРАТУРА

[1] Јаношевић Д.: *Пројектовање мобилних машина*, Машински факултет Универзитета у Нишу, ISBN 86-80587-44-3 (COBISS.SR-ID 136572428), Свен, Ниш, 2006.

[2] Bosch Rexroth AG: *Mobile 2006*, International Mobile Hydrauliks Conference, Ulm, Elchingen, 2006.

[3] Bosch Rexroth AG: *Produktkatalog Mobilhydraulik*, Ulm, Elchingen, 2010.

## HYDROSTATIC DRIVE REGULATION ON MOBILE MACHINES

*Prof. dr Dragoslav Janosević,  
M.Sc. – Ing. Vesna Nikolić,  
Miljan Đorđević,  
Srđan Potkonjak*

*University of Nis  
Mechanical Engineering Faculty*

**Abstract:** This paper presents the results of the method analysis and criteria for regulation of hydrostatic system control for mobile machines. Observing the hydrostatic systems that form closed hydraulic circuits: a) with variable hidropump and hidromotor with constant specific flow rate, b) with hidropump and hidromotor with variable specific flow. In the comparative analysis of these variants of hydrostatic systems, the relationship between input and output parameters is observed and possibilities of systems regulation are defined. Ways to control hydrostatic system are presented through the structural analysis of mechatronic systems as the regulation signal carrier and analysis of software containing the criteria for systems control.

**Key words:** hydrostatic systems, regulation

**Адреса:**

проф. др Драгослав Јаношевић,  
Универзитет у Нишу,  
Машински факултет у Нишу,  
А. Медведева 14,  
18000 Ниш, Србија,  
[janos@masfak.ni.ac.rs](mailto:janos@masfak.ni.ac.rs)

## СИСТЕМ МОНИТОРИНГА И ДИНАМИЧКОГ РУТИРАЊА У ПРОЦЕСУ САКУПЉАЊА ОТПАДА

*Милић Предраг,  
Проф. др Миомир Јовановић,  
Проф. др Зоран Маринковић,  
Универзитет у Нишу,  
Машински факултет у Нишу*

### Резиме

Радам је представљена идеја развијеног система мониторинга и динамичког рутирања у процесу сакупљања отпада. Системом давача на возилу повезаних са мерним и GPS уређајем посредством Интернет везе омогућује се увид у стање возила и количину отпада на сабирним местима. Добијени подаци о количини отпада на сабирним местима се статистички обрађују и као такви служе као улазне величине у процесу формирања нових рута.

**Кључне речи:** динамичко рутирање, мониторинг возила

### 1. УВОД

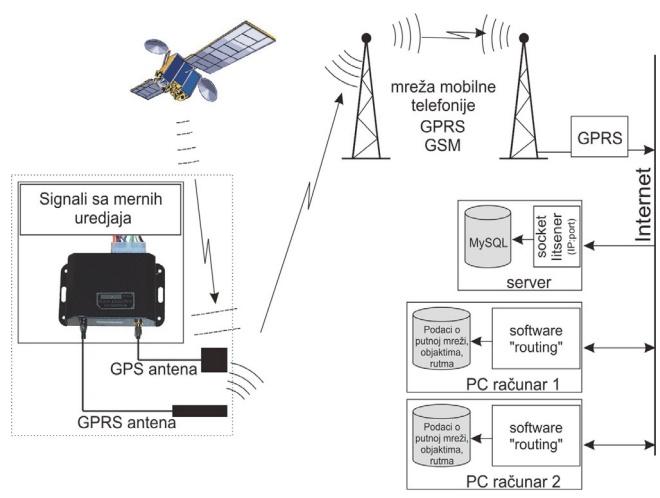
Чињеница да транспортни трошкови чине значајан део укупних трошкова, а да се применом оптимизационих метода могу значајно смањити, то и оптимизација у области рутирања саобраћајних средстава има значајну улогу. Проблеми смањења транспортних трошкова, који се углавном везују за процесе испоруке или прикупљања робе генерално се називају проблеми рутирања возила (Vehicle routing problems - VRP). Под проблемом рутирања, подразумева се сваки проблем који се укључује у генерисању тура или група тура, у мрежи или делу мреже, са задатим скупом ограничења са циљем оптимизације једне или више функција критеријума. Проблеми који се јављају при оптимизацији нису у непознавању самих метода већ у недостатку улазних података. Развој сателитских технологија за дефинисање тачних локација на земљи као и мобилних технологија за комерцијалну употребу омогућили су пређење позиције возила, стања возила и обострану комуникацију са диспечарским центром. Применом ових технологија могу се снимити тачне локације за преузимање отпада, времена трајања операција, маса и испуњеност товарног простора возила. Ови подаци се могу користити за:

праћење возила на основу тачних координата позиције и прецизних дигиталних мапа града или региона, за оптимизационе алгоритме како би се у реалном времену могло утицати на дефинисање нових рута возила, за увођење дисциплине при руковању саобраћајним средствима (праћење прекорачења брзине и напуштања дозвољене области кретања, проценат реализације посла...).

### 2. ОПИС СИСТЕМА

Процес прикупљања комуналног отпада у градској средини представља проблем мрежног планирања (рутирања саобраћајних средстава). Доскорашњи проблеми прикупљања комуналног отпада су користили познате технологије из рутирања са коришћењем рачунара као помоћног средства за бржа математичка израчунавања. Овако формиране руте возила у случају да на терену дође до одступања од жељених ситуација тешко се могу мењати. Свако мењење руте конкретног возила утиче на промену рута и осталих возила у систему. Због временског оквира (могућност одвожења само у неком периоду дана или недеље) овај поремећај се често преноси и на остале дане за које је постављен план сакупљања отпада.

Процес рутирања се може поделити у више фаза. Почетни задатак је прикупљање података са терена, који би служили диспечару за бољи увид стања, а нумерички обрађени су погодни за логичка софтверска закључивања. Задржавање положаја возила одређено време на локацији у близини места за сакупљање смећа би нпр. значио да се врши сакупљање смећа са те локације. Овај процес се може и регистровати применом одговарајућих сензора (у зависности од типа возила и посуда разликоваће се и начин прикупљања податка) који би податке у дигиталном облику даље проследили. На посудама је могуће поставити и носиоце података (применом баркода или RFID носиоца информација). На овај начин би се систему прослеђивала и информација о конкретном суду који се празни. Ови подаци могу бити од значаја и за надокнаду услуга комуналног предузећа. На слици 1 приказана је принципијелна шема овог система.



Сл. 1. Основна шема рутирања система возила за сакупљање смећа

На слици се уочавају два нивоа преноса података. Први ниво представља пренос података од возила ка серверу. Подаци о GPS позицији као и подаци са мерних канала (уређаја ORIS 08D) се посретством мреже мобилне технологије GPRS-ом преносе Интернетом до мрежног сервера. На страни сервера инсталиран је софтвер који има задатак да сваки података који прими на одређеном мрежном порту обради и сними у базу. Ови подаци се снимају у бази сервера, а како је за тип базе изабрана MySQL база са php, платформом могу се прочитати преко web browsera са било које локације.

Други ниво преноса подака представља пренос података од сервера ка *host* апликацијама (радним станицама). Подацима из базе може истовремено приступити више *host* апликација које могу само читати податке са сервера и засебно их интерпретирати.

*Host* апликација под називом “*роутинг*” има следећу намену:

- праћење возила и података о стању возила применом GPS-GPRS уређаја,
- рутирање саобраћајних сретстава за сакупљање отпада (дефинисање рута возила којим треба да се креће приликом сакупљања смећа),
- аутоматско прерачунавање рута возила на основу података са терена.

### 3. ПРАЋЕЊЕ ВОЗИЛА

Праћење возила омогућено је применом GPS-GPRS уређаја. Намена уређаја је за слање података о положају возила и одређених параметара стања возила. Сам уређај возачу не даје ове податке већ их интернетом прослеђује до сервера. Пружање услуга праћења возила се може срести на тржишту и то је већ позната технологија. У развоју апликације овај модул није настао првенствено из потребе за праћењем возила иако и за овом услугом компаније које врше услуге сакупљања отпада имају интересовања. Овај модул је неопходан за формирање базе стварног стања процеса сакупљања отпада на терену. На основу ових података можемо тачно знати како се одвија процес сакупљања (да ли су све локације посећене, да ли је добро планирано време за остваривање руте и ако није где су били застоји).

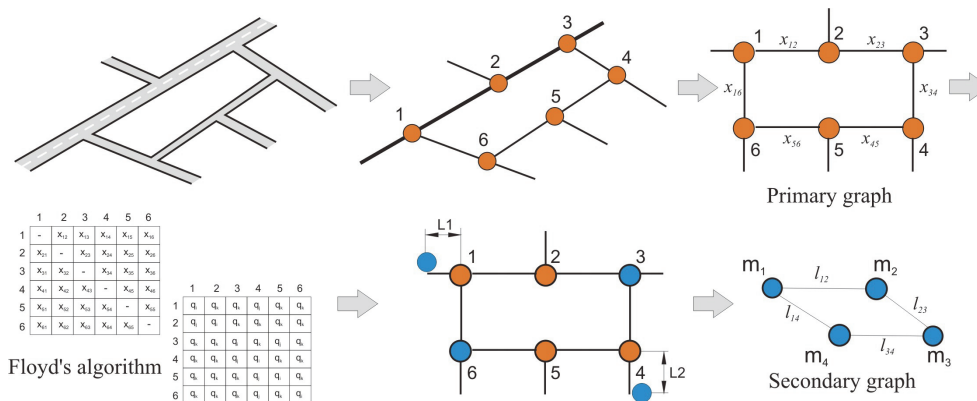
### 4. ФОРМИРАЊЕ РУТА

Мрежа путева, која се користи за транспорт роба, углавном се описује помоћу графа где везе (лукови) представљају изабрани пут а чворови представљају

спојеве путева-раскрснице, депое или сабирне локације. Путна мрежа мора да одговара стварном стању (прецизно дефинисане GPS координате за *World Geodetic System* WGS84 елипсоид, дефинисан смер пута, величина пута, назив пута). Осим ових података за путну мрежу се могу везати и подаци као што су застоји на семафорима, пропустност пута итд. За израчунавања дистанци коришћена је *Vincent-ова* итеративна формула, па и дистанце израчунате на овај начин имају високу тачност. Већи проблем при коришћењу GPS уређаја у граду су тзв. засенчена места, тј. места где је ниво сигнала са сателита слаб (или је број доступних сателита са тог места недовољан за прецизно позиционирање) а које проузрокују високи стамбени блокови.

Свака градска улица-пут треба у бази да има следеће неопходне податке: интерну ознаку (бројчану), назив улице или пута, ниво пута (ниво пута говори о намени и величини пута) како би софтвер знао које возило може саобраћати тим путем, ознаку да ли је пут једносмеран или не (за дефинисање усмереног графа) и парове координата за дефинисање простирања пута. Да би путна мрежа могла користити за рутирање саобраћајних возила потребно је формирати примарни граф. Примарни граф представља граф где су чворови графа раскрснице на путној мрежи а лукови графа сегменти улица. Применом *Floyd-овог* алгоритма се може на овај начин израчунати најкраће растојање између било која два чвора (раскрсница). Једном израчуната најкраћа растојања за унету мапу више се не морају прерачунавати. Примарни граф мора садржати све могућности кретања и свако рачвање путне мреже ма како се оно чини безначајним. Формиран примарни граф је само међуфаза која је неопходна за формирање секундарног графа са знатно мањим бројем чворова. Загушења у путној мрежи, спора укључења на појединим раскрсницама (светлосна сигнализација) могу се укључити у процес рутирања у овој фази.

Ова додатна времена могу се третирати и као одговарајућа продужење дистанци. Она се везују или за конкретну раскрсницу или за сегмент пута. За град величине Ниша број чворова примарног графа је пар хиљада а број сабирних локација је знатно мањи. Поступак формирања примарног и секундарног графа приказан је на слици 2. Дефинисање сабирних локација за одвожење смећа потребно је извршити пре формирања примарног графа. Свако сабирно место дефинише нови чвор примарног графа. Његова локација је на постојећем сегменту улице са дефинисаним додатним растојањем до сабирног места.



Сл. 2. Поступак формирања примарног и секундарног графа

Проблем се на овај начин своди на проблем рутирања на секундарном графу.

Основни параметри сабирних места су:

- географска локација чвора, локација чвора у графу и корисника кога представља,
- количина и врста посуде у којој се отпад одлаже,
- врста возила која могу опслужити ту локацију (обзиром на тип посуда, локацију),
- период дана у коме се отпад може сакупити,
- време које је потребно за сакупљање отпада на одређеној локацији (операције утовара) зависе и од врсте транспортног средства као и типова судова који се користе.

Параметри возила су:

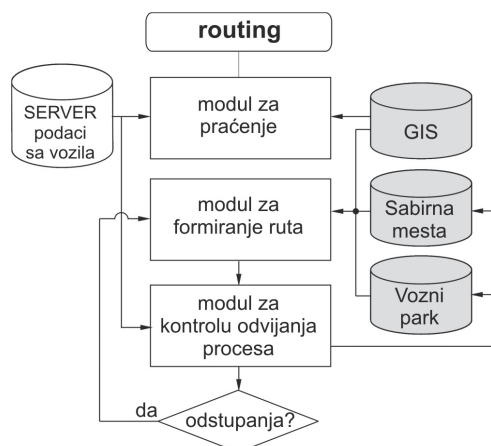
- капацитет возила, изражен као максимална тежина или запремина за смештај отпада,
- области путне мреже на којима се користи возило,
- трошкови везани за коришћење возила (по јединици пређеног пута, у јединици времена),
- позиција депоа возила,
- аутономија возила.

При решавању проблема рутирања возила јављања се низ ограничења а циљ се добија на основу постављања једне или више функција циља.

Циљеви могу бити:

- минимизација глобалних транспортних трошкова, који су у функцији дужине руте (или главног времена путовања) и фиксних трошкова коришћења возила и возача,
- минимизација броја возила или возача са циљем опслуживања свих корисника,
- усклађивање рута у зависности од времена пута и оптерећења возила,

На слици 3 приказан је алгоритам тока информација кроз софтвер. За рад софтвера неопходно је формирати базу са неопходним подацима за процесе праћења возила и рутирања. Модул за праћење користи елементе GIS система града или области за постављање основне мапе и податке са сервера за приказивање позиције. На основу података са сервера о самој позицији и временима бележења података могу се приказати и вредности пређеног пута, просечне брзине, максималне брзине и осталих података изведених из основних или добијених са мерних уређаја постављених у возилу. На основу ових података се могу формирати руте возила.



Сл. 3. Алгоритам тока информација кроз софтвер

Сама апликација треба у коначном облику да подржава рутирање у временском облику. Као почетак

формирања рута коришћен је Clark Wright-ов алгоритам. Формирање рута се врши за унапред дефинисане зоне (градске области) па сам процес зонарања није разматран. Clark Wright-ов алгоритам разматра случај хомогеног возног парка кад су капацитети свих возила једнаки. Овако формиране руте су основ за почетак процеса сакупљања смећа. Свако возило има дефинисану путању и сабирна места које треба да опслуже.

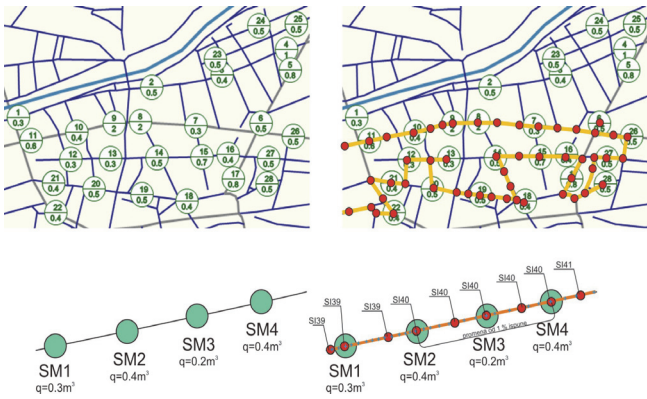
## 5. ПЕРАЧУНАВАЊЕ РУТА

У току процеса сакупљања из одређених разлога дешава се да се планирана рута не може остварити. Узроци могу бити различити. Неки од њих су: прекорачење количине смећа у односу на планирану, ненајављене промене у путној мрежи, откази транспортних средстава (искључење појединих возила и прерасподела оптерећења на остала возила), прекорачење планираног времена. Уколико се приликом поређења планираног и стварног стања утврди да процес одступа од планираног неопходно је променити руте возила. Овај корак се може остварити одлуком диспечара који ће на основу показатеља промене стања или на основу самосталне процене утицати на промену рута или софтверски на основу имплементираних логике. Проширењем система увођењем уређаја за мерење испуњености товарног дела (сл. 4) омогућено је формирање посебне базе са подацима о количини отпада и локацији на којој он настаје.



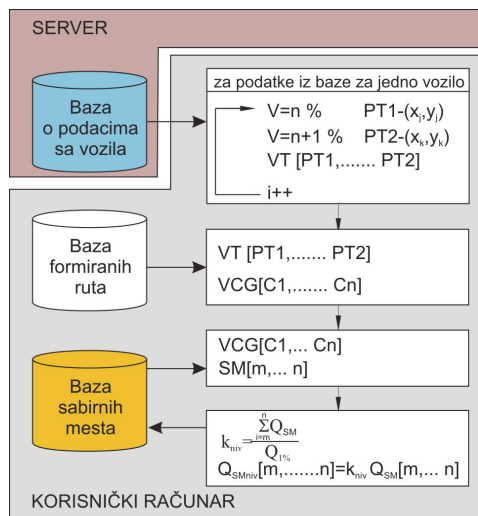
Сл. 4. Давач испуњености товарног дела возила

Давач положаја угла хидроцилиндра подешен је тако да даје промену од 0 до 100% за промену положаја потисне плоче од почетка до краја товарног дела. Овај податак се даље прослеђује серверу заједно са осталим подацима. За дефинисана сабирна места, возилу које их опслужује дефинише се и унапред очекивана количина отпада. Почетне руте формирају се на основу ових података о сабирним местима. Сегмент једне овако дефинисане руте приказан је на слици 5. Динамичко рутирање возила одвија се на основу алгоритма приказаног на слици 6.



Сл. 5 Графичка интерпретација закључивања о количини отпада на сабирним местима

На основу мерних података из возила бележе се GPS координате промене степена испуњености возила. Подаци о испуњености нису континуални већ се дају у вредностима од стотог дела укупне запремине. Из тог разлога је потребно издвојити координате у којима долази до промене испуњености товарног дела (тачке  $PT_1$  и  $PT_2$ ). На основу ових тачака из базе формираних рута одређују се пресечне (најближе) тачке GPS позиције и формиране руте. Скуп чворова графа (чворова руте) између тачака  $PT_1$  и  $PT_2$  формирају вектор чворова  $VCG[C_1...C_i]$ .



Сл. 6 Алгоритам нивелације количине отпада

На овај начин се издваја сегмент руте на коме је настао отпад од 1% испуњености товарног дела возила, а што представља одговарајућу запремину отпада у зависности од врсте возила. Како се на основу VCG тачака могу издвојити чворови у којима су сабирна места то се може и извршити поређење предпостављених количина отпада са измереним. Однос збира предпостављених запремина отпада на сабирним местима са јединичном запремином возила даје фактор нивелације. Овај фактор говори да је количина отпада на датој локацији већа или мања од претпостављене. При формирању нових рута може се користити количина отпада на сабирним местима из првобитне базе сабирних места или из нивелисане. Овим поступком за дужи временски период могуће је пратити количину отпада у појединим градским зонама, сезонска одступања, тенденције раста или пада количине отпада итд.

## 6. ЗАКЉУЧАК

Примене савремених техника у процесу рутирања возила има велики значај. Њима се постиже већа ефикасност самог процеса, контролише степен извршења задатака, стиче увид у могуће понашање система. Применом ових техника се прати и општи тренд у свету за повећање енергетске ефикасности. Применом различитих судова за сакупљање смећа, применом примарног третмана смећа (разврставање смећа на самом извору), постојање конкуренције процес сакупљање отпада постаје све сложенији и аутоматизација овог процеса постаје неопходна.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Kim, B., Kim, S. and Sahoo, S.: Waste collection vehicle routing problem with time windows, *Computeres & operations research*, Vol. 33, pp. 3624-3642, 2006.
- [2] Giaglis, G. M., Minis, I., Tatarakis, A., Zeimpekis, V.: Minimizing logistics risk through real-time vehicle routing and mobile technologies, *Minimizing logistics risk*, Vol. 34, No. 9, pp. 749-764, 2004.
- [3] Toth, P., Vigo, D.: *The vehicle routing problem*, SIAM, Philadelphia, 2002.
- [4] Golden, B., Raghavan, S., Wasil, E.: *The vehicle routing problem – Latest advances and new challenges*, Springer science, New York, 2008.
- [5] Ball, M. O., Magnanti, T. L., Monma, C. L., Nemhauser, G. L.: *Network routing*, Handbooks in operations research and management science Vol. 8. Elsevier science B. V., 1995.

## SYSTEM OF MONITORING AND DYNAMIC ROUTING IN THE PROCESS OF WASTE COLLECTING

*Milić Predrag,*  
*Prof. dr Miomir Jovanović,*  
*Prof. dr Zoran Marinković,*  
*University of Niš, Serbia*  
*Mechanical Engineering Faculty Niš*

### Summary

In this paper is present the idea of a developed system of monitoring and dynamic routing in the process of waste collecting. With encoders system of the vehicle connected with the measurement and the GPS device via an Internet connection provides an insight into the state of the vehicle and the amount of waste at the collection places. Obtained data about the waste quantity at the collection places are statistically processed and as such serve as input values in the process of forming of new routes.

**Кључне речи:** *dynamic routing, vehicle monitoring*

Адреса за контакт:  
 Predrag Milić  
 Машински факултет у Нишу  
 18000 НИШ  
 А. Медведева 14  
 E-mail: [pmilic@masfak.ni.ac.rs](mailto:pmilic@masfak.ni.ac.rs)

## 1. УВОД

Жичаре се широко користе као средство превоза у центрима планинског туризма као и средство јавног превоза, превоза добара и превоза у урбаним срединама.

Аспекти безбедности жичара захтевају посебну пажњу у току планирања, пуштања у погон и периодичних провера у току експлоатације.

Повећање капацитета превезених људи код туристичких или терета код индустријских жичара намеће потребу за нова конструктивна решења елемената подсистема жичара која обезбеђују сигурнији транспорт. Као што је познато вуча терета код жичара остварује се бескрајним челичним ужетом које је повезано са погонском (1) и окретном станицом (2) и елементима између њих (сл.1) [1],[2],[3]. Поред тога што је вучно, челично уже је носеће.

С обзиром на сталну тежњу за повећаним капацитетом превезених скијаша код путничких, односно терета код индустријских жичара, то је неопходно обезбедити сигуран и поуздан транспорт људи, односно терета. Овај захтев је од посебног значаја за превоз скијаша. Хаваријска појава изражена кроз кидање челичног ужета је веома ретка [4], али појава спадања ужета са батерије ролни стуба и уједњаче окретне станице је присутнија.

У току експлоатације двоседне жичаре Крчмар на Копанику дошло је до учесталог спадања вучног ужета са уједњаче окретне станице чиме је угрожена безбедност скијаша.

Прегледом саме уједњаче окретне станице утврђено је да постоје знатна оштећења њене гумене облоге. Из тог разлога извршено је снимање геометрије окретне станице при чему је утврђено да постоји закретање хоризонталне равни уједњаче у негативном смеру у правцу трасе као и закретање исте у бочном правцу. Услед наведених закретања средње равни уједњаче долази до појаве оштећења гумене облоге као и спадања вучног ужета услед његовог неправилног уласка.

## ПРИЛОГ ПОБОЉШАЊУ ВЕЗЕ УЈЕДЊАЧЕ СА СТУБОМ ОКРЕТНЕ СТАНИЦЕ ЖИЧАРЕ

*Проф. др Миле Савковић,*

*Проф. др Миломир Гашић,*

*Мр Небојша Здравковић,*

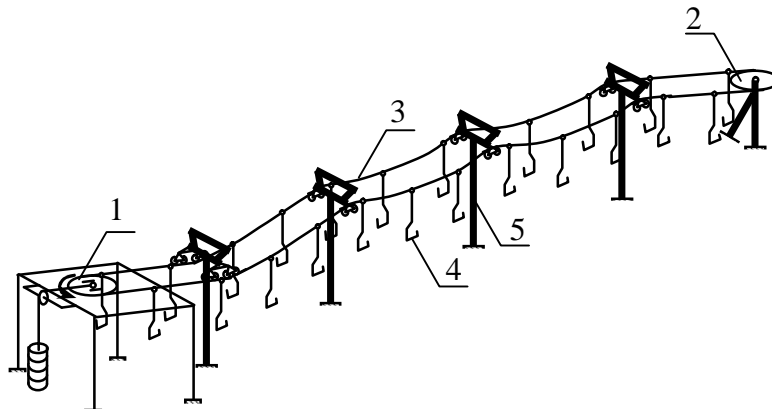
*Машински факултет у Краљеву*

### Резиме

*Стандардно решење везе уједњаче окретне станице, изведено преко рукавца који је заварен са стубом није погодно за отклањање депланације уједњаче која настаје због денивелације темеља стуба.*

*У раду су анализирани узроци такве појаве и предложено решење везе уједњаче са стубом преко рукавца која даје могућност подешавања равни уједњаче. Са таквом везом смањена је појава спадања ужета са уједњаче што директно утиче на сигурност превоза скијаша код туристичких, односно терета код индустријских жичара.*

**Кључне речи:** жичара, уједњача, окретна станица



1. погонска и затезна станица
2. окретна станица
3. бескрајно уже за ношење и вучу
4. седиште
5. стуб

Сл. 1. Једноужетна жичара

Ова појава је нарочито изражена код окретних станица са једним носећим стубом (слика 2) или носећим стубом са подупирачем (слика 3), али се ретко јавља када се изводе масивни стубови окретне станице велике крутости са одговарајућим уводником ужета (слика 4).



Сл. 2. Окретна станица-вертикални стуб



Сл. 3. Окретна станица-вертикални стуб са подупирачем



Сл. 4. Окретна станица велике крутости

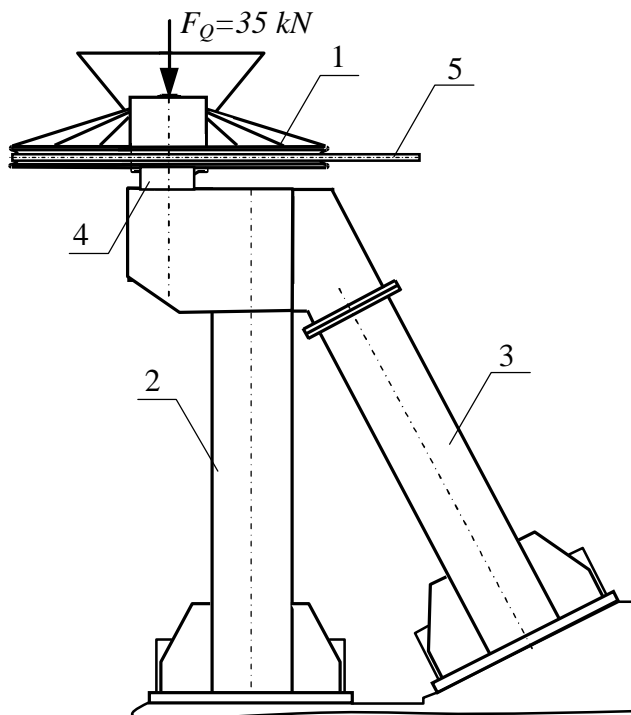
Стабилност носећих стубова, као и погонске и окретне станице жичара услед вертикалних и бочних осцилација је од изузетног значаја за њихов исправан рад. Вертикалне и бочне осцилације седежница су узроковане осциловањем терета и јаким дејством уздужног и бочног ветра и могу довести до спадања или чак и кидања ужета.

## 2. АНАЛИЗА УЗРОКА СПАДАЊА УЖЕТА СА УЖЕТЊАЧЕ ОКРЕТНЕ СТАНИЦЕ ЖИЧАРЕ КРЧМАР

Окретна станица на жичари Крчмар је изведена од челичне конструкције у облику вертикалног стуба са косим подупирачем (сл. 5).

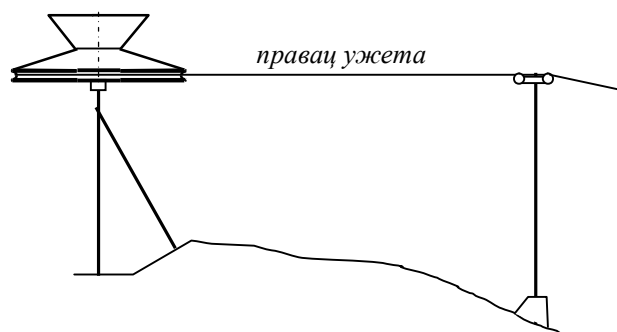
Стуб и подупирач су изведени у облику кутијастог носача. На горњем делу стуба (2) се налази цилиндрични рукавац (4) око којег се слободно okreће ужетњача (1).

Да би вучно и носеће уже имало исправан "улаз" у жлеб ужедњаче, потребно је да се раван која пролази кроз осу жлеба ужетњаче и раван у којој се налази уже при улазу у жлеб ужедњаче поклапају. Тај услов је остварив ако се правац ужета од ваљчића са задњег стуба поклапа са правцем жлеба ужедњаче (сл.6).



1. Уедњача
2. Вертикални стуб
3. Подупирач стуба
4. Цилиндрични рукавац
5. Уже

Сл. 5. Окретна станица жичаре Крчмар



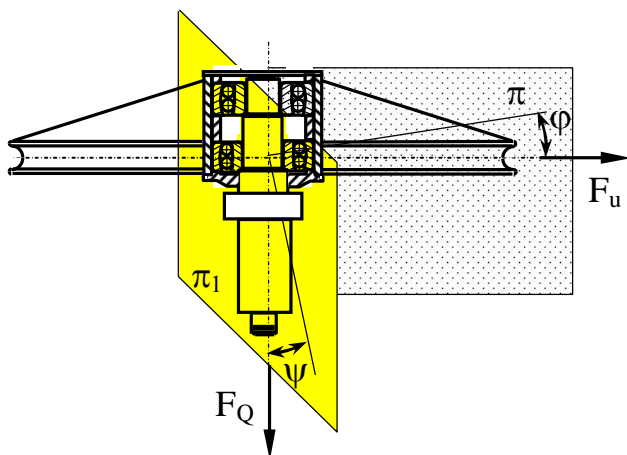
Сл. 6. Услов правилног уласка ужета у ужедњачу окретне станице



Такође, од великог значаја је и обезбеђење одговарајуће силе затезања ужета како би се спречила појава великог угиба у вертикалној равни између окретне станице и задњег стуба трасе (слика 6). Овај проблем се најчешће решава тако што се постављају допунске котурне батерије на окретној станици пре самог наиласка ужета на ужетњачу (слика 2 и слика 3).

У експлоатационим режимима рада жичаре Крчмар показало се да долази до промене правца уједњаче у односу на правац ужета. Узрок ове негативне појаве је слегање земљишта, које изазива денивелацију фундамента стуба окретне станице. Тада уже не улази правилно у профилисани жлеб, чиме се, поред дејства оптерећења ужета, стварају услови за његово спадање са уједњаче. Решења са рукавцем уједњаче, који је фиксно везан за стуб погодују спадању ужета са уједњаче.

Конструктивно решење везе уједњаче са стубом преко рукавца који омогућује закретање равни уједњаче у међусобно управним равнима  $\pi$  и  $\pi_1$  (сл. 7) даје могућност, пре сваке сезоне или повремено у току сезоне, подешавање уједњаче окретне станице тако да се обезбеђује правилан улаз ужета. Тако је појава спадања ужета са уједњаче окретне станице сведена на минимум.

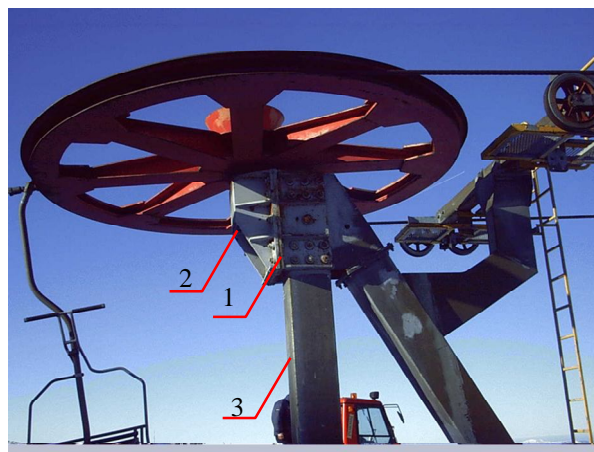


Сл. 7. Равни закретања уједњаче

Побољшано решење везе уједњаче са стубом мора, такође, да пренесе оптерећење од силе у ужадима  $F_u$  и од тежине уједњаче са њеном носећом конструкцијом на стуб окретне станице  $F_Q$ .

Решење које пружа могућност угаоних померања рукавца уједњаче ( $\phi$  и  $\psi$ ) се састоји из два бочна угаона носача (1) и једног чеоног носача (2) (сл.8 и сл.9) [1].

Чеоно носач има у себи уграђену чауру у коју се поставља стожер, на коме се налази ужетњача. Закретање стожера са ужетњачом се врши тако што се закрећу угаони или чеони носач, зависно од измерених одступања пре пуштања жичаре у погон.



1 - Бочни угаони носачи који су окретни око осе x-x  
2 - Чеони угаони носач који је окретан око осе у-у  
3 - Стуб

Сл. 8. Носачи рукавца уједњаче који обезбеђују угаоно померање рукавца уједњаче

### 3. ПРОВЕРА НОВОГ РЕШЕЊА НА ЖИЧАРИ КРЧМАР-КОПАОНИК

Израз за силу затезања ужета услед сопствене тежине, тежине скијаша и силе затезања тегом за  $i$ -ти стуб у вучној грани може се добити коришћењем модела приказаног на слици 10 [4] [5] [6], [7].

Пошто је конструктивно решење жичаре Крчмар тако изведено да је погонска станица уједно и затезна и да се налази у подножју брда шема за прорачун вучне силе за савладавање висинске разлике приказана је на слици 11 [7].

Основне техничке карактеристике жичаре Крчмар су:  
Пројектовани капацитет транспорта  $Q=1200 [skuj/\text{čas}]$

Транспортна брзина за скијаше  $v_t=2.5 [m/s]$

Убрзање код погонског мотора  $a_p=0.2 [m/s^2]$

Маса једног скијаша  $m_{sk}=80 [kg]$

Број путника по једном седишту  $n_{sk}=2$

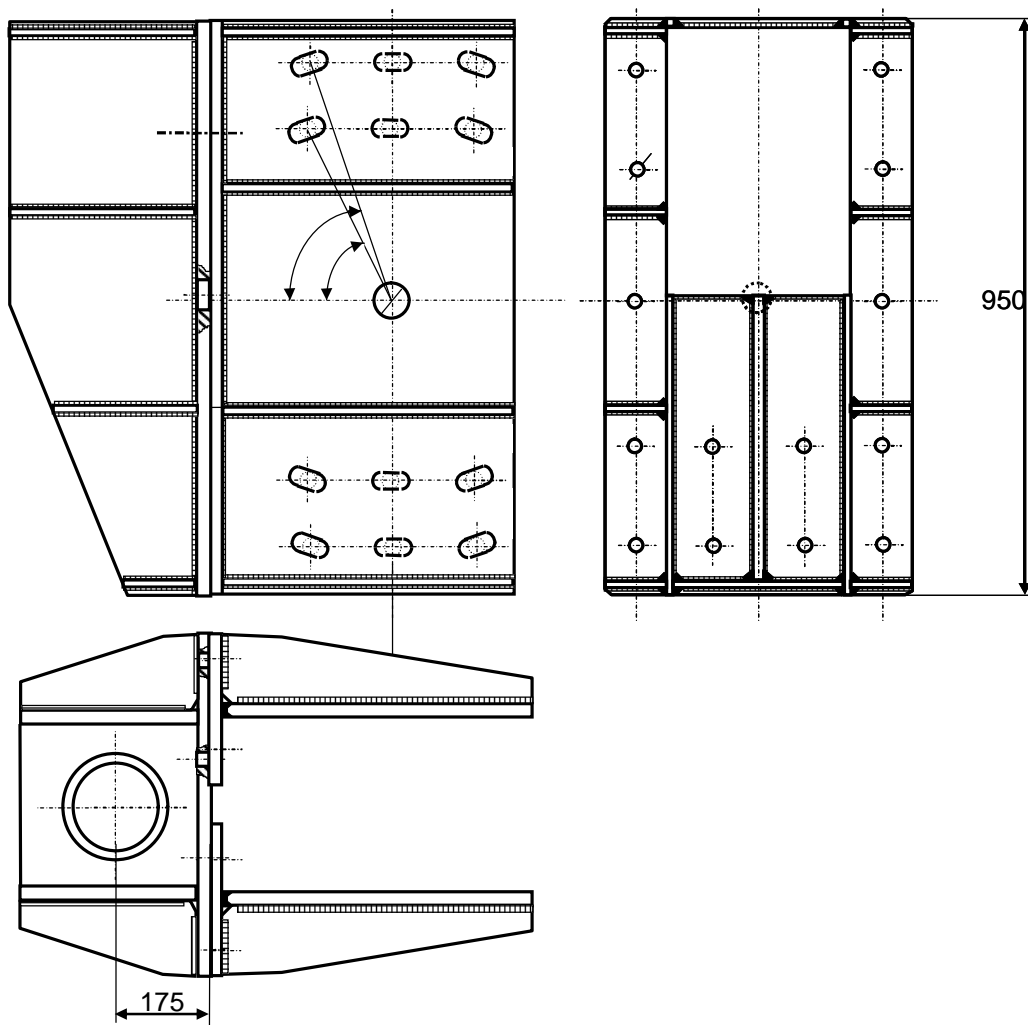
Пречник погонске и повратне ужетњаче  $D_u=3.6 [m]$

Пречник транспортног ужета  $d_u=40 [mm]$

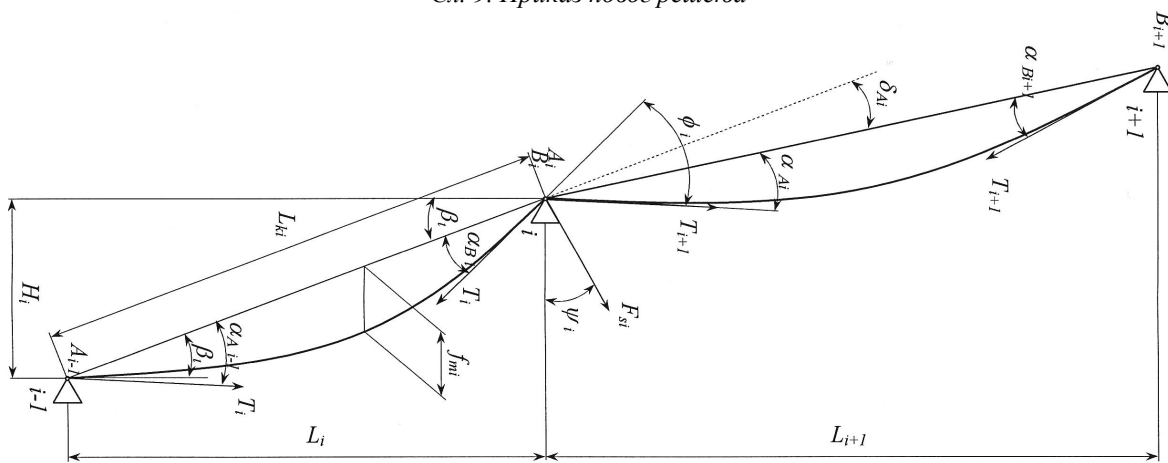
Број стубова  $n_s=18$

Прорачун је спроведен за следеће карактеристичне случајеве оптерећења:

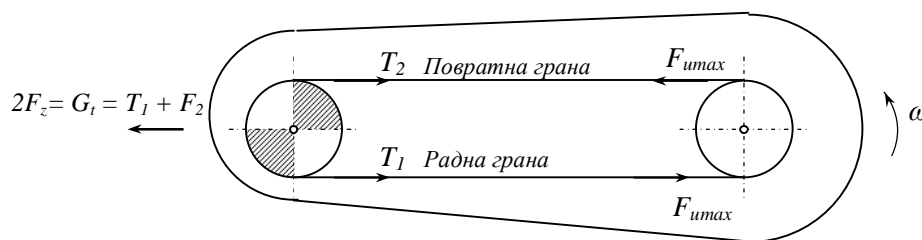
- Вучна страна оптерећена, повратна страна празна
- Вучна страна оптерећена, повратна страна оптерећена
- Вучна страна празна, повратна страна празна
- Вучна страна само уже, повратна страна само уже
- Вучна страна празна, повратна страна пуна
- Вучна страна празна, повратна страна празна-Сила затезања увећана 40%
- Вучна страна празна, повратна страна празна-Сила затезања умањена 40%
- Оптерећење ледом – постројење мирује



Сл. 9. Приказ новог решења



Сл. 10. Модел за израчунавање силе затезања ужета



Сл. 11. Шема за прорачун вучне силе за савладавање висинске разлике

За реализацију прорачуна развијен је програмски пакет за израчунавање сила на ослонцима стубова у радној и повратној грани. Улазни подаци представљају координате тачака ослањања вучног ужета на котурну батерију у радној и повратној грани (табела 1) као и сила затезања зжета. Општи приказ дела излазних резултата из програмског пакета за израчунавање силе у вертикалном павцу по ослонцима, за вучну и повратну грану, приазан је у табелама 2 и 3. Сила у ужету на окретној станици, меродавна за прорачун, износи:  $2F_u = 664 \text{ kN}$ .

Табела 1.

	x (m)	y (m)
P	-14	1506.8
P1	-11.4	1506.8
1	-1.5	1506.8
2	65	1540.66
3	135	1569.78
4	245	1607.69
5	375	1643.01
6	465	1664.96
7	560	1687
8	660	1699
9	710	1699
10	830	1734.37
11	960	1770.22
12	1050	1795.12
13	1160	1825.09
14	1275	1847.68
15	1365	1864.5
16	1435	1874.42
17	1535	1903.16
18	1630	1932.06
19	1730	1958.65
20	1820	1977.65
O1	1847.5	1977.65
O	1850	1977.65

Табела 2.

VUČNA GRANA						
Ya-Yb	I	II	III	IV	V	VI
daN	Slucaj	Slucaj	Slucaj	Slucaj	Slucaj	Slucaj
	opterecenja	opterecenja	opterecenja	opterecenja	opterecenja	opterecenja
P	-29.3	-29.3	-15.5	-7.7	-15.5	-29.3
P1	-141.0	-141.0	-74.5	-37.0	-74.5	-141.0
1	3513.0	4514.6	5162.8	5526.5	6163.2	5869.6
2	-2110.0	-2265.0	-1623.7	-1261.2	-1777.3	-2473.9
3	-2543.7	-2673.4	-1769.0	-1258.7	-1897.3	-2848.0
4	-3332.3	-3477.3	-2230.2	-1523.7	-2371.0	-3670.9
5	-2703.6	-2764.0	-1619.4	-970.2	-1675.8	-2843.5
6	-2171.5	-2197.2	-1229.0	-682.1	-1253.3	-2231.2
7	-3642.4	-3880.2	-2705.7	-2041.8	-2941.6	-4201.0
8	-3377.6	-3641.7	-2654.0	-2096.2	-2916.9	-3998.4
9	2172.1	2795.7	3207.7	3439.3	3831.2	3639.7
10	-2958.7	-2998.6	-1689.8	-949.9	-1727.4	-3051.3
11	-2365.1	-2366.0	-1247.9	-615.4	-1246.7	-2366.1
12	-2237.5	-2246.6	-1210.4	-625.9	-1218.8	-2258.5
13	-3685.9	-3842.1	-2460.3	-1680.2	-2615.2	-4052.9
14	-2427.4	-2448.6	-1350.2	-730.1	-1370.4	-2476.8
15	-2578.2	-2674.5	-1679.0	-1117.4	-1774.8	-2804.7
16	678.7	978.3	1348.7	1557.2	1648.3	1383.9
17	-1818.0	-1786.0	-853.4	-327.3	-820.9	-1742.4
18	-2800.5	-2876.2	-1728.3	-1081.0	-1803.6	-2978.5
19	-3130.5	-3242.3	-2021.9	-1333.6	-2133.2	-3393.5
20	-5708.2	-6164.0	-4520.3	-3593.6	-4975.7	-6780.8
O1	-338.6	-338.6	-178.8	-88.8	-178.8	-338.6

Табела 3.

POVRATNA GRANA						
Ya-Yb	I	II	III	IV	V	VI
daN	Slucaj	Slucaj	Slucaj	Slucaj	Slucaj	Slucaj
	opterecenja	opterecenja	opterecenja	opterecenja	opterecenja	opterecenja
P	-15.5	-29.3	-15.5	-7.7	-29.3	-15.5
P1	-118.0	-223.4	-118.0	-58.6	-223.5	-118.0
1	6696.3	5971.6	5419.9	5669.0	3699.1	6696.3
2	-1920.7	-2583.5	-1724.7	-1313.7	-2256.0	-1920.7
3	-2210.2	-3283.2	-2045.4	-1399.4	-3014.8	-2210.2
4	-2584.2	-3880.8	-2404.3	-1612.9	-3616.0	-2584.2
5	-1491.0	-2414.0	-1420.1	-870.7	-2323.6	-1491.0
6	-1299.0	-2278.6	-1268.0	-701.9	-2238.1	-1299.0
7	-3133.2	-4161.9	-2832.3	-2108.2	-3811.6	-3133.2
8	-2805.1	-3332.1	-2470.0	-2008.3	-2954.2	-2805.1
9	3811.9	2515.3	3016.5	3353.5	1623.4	3811.9
10	-1804.0	-3124.2	-1756.0	-983.6	-3071.2	-1804.0
11	-1019.8	-1943.2	-1022.2	-502.2	-1947.6	-1019.8
12	-1336.0	-2460.6	-1325.0	-683.4	-2448.3	-1336.0
13	-2716.6	-3890.1	-2519.0	-1711.6	-3750.0	-2716.6
14	-1234.9	-2173.7	-1209.5	-660.0	-2158.3	-1234.9
15	-1701.0	-2432.2	-1579.0	-1068.9	-2361.8	-1701.0
16	1590.5	532.3	1208.4	1491.6	325.3	1590.5
17	-781.4	-1752.6	-823.0	-311.6	-1771.0	-781.4
18	-1855.3	-2870.5	-1759.3	-1097.6	-2835.8	-1855.3
19	-2109.8	-3033.1	-1968.0	-1308.2	-2996.0	-2109.8
20	-4758.6	-5044.9	-4177.8	-3429.9	-4924.8	-4758.6
O1	-29.8	-56.5	-29.8	-14.8	-56.5	-29.8

#### 4. ПРОРАЧУН ЗАВРТАЊСКЕ ВЕЗЕ

Момент савијања који оптерећује завртањску везу бочних носача са чеоним износи:

$$M_f = 2F_u \cdot 13 - F_Q \cdot 17.5 = 8019.5 \text{ kNcm}$$

Сила у завртњу од момента савијања, меродавна за прорачун, износи:

$$F^m = \frac{M_f \cdot h_{\max}}{(2h_1^2 + 2h_2^2 + 2h_3^2 + 4h_4^2 + 4h_{\max}^2)} = 14.4 \text{ kN}$$

где је:

$h_i$  - растојање завртња од ивице окретања везе

Аксијална и сила смицања у завртњима износи:

$$F^A = \frac{2F_u}{14} = 47.4 \text{ kN}$$

$$F^Q = \frac{F_Q}{14} = 2.5 \text{ kN}$$

Напон смицања звртвања за везу бочних носача са чеоним износи:

$$\tau = \frac{F^Q}{A} = 0.4 \text{ kN / cm}^2 < \tau_{\text{доп}}$$

Момент савијања који оптерећује подужну завртањску везу износи:

$$M_{f1} = 2F_u \cdot \left(13 + \frac{95}{2}\right) - F_Q \cdot 45 = 38597 \text{ kNcm}$$

Сила у најудаљенијем завртњу услед дејства овог момента износи:

$$F^{m1} = \frac{M_{f1} \cdot h_{\max}}{2k \sum_{i=1}^n h_i^2} = 29.5 \text{ kN}$$

Моћ ношења једног завртња износи:

$$F_{TS} = \frac{F_P \cdot m \cdot \mu}{V_2} = 75.4 \text{ kN}$$

где је:

$m$  - број тарних површина у споју

$\mu = 0.3$  - коефицијент трења између тарних површиона

$F_P = 353 \text{ kN}$  - сила притезања за завртањ M30

$v_2 = 1,4$  - коефицијент сигурности против проклизавања споја

Пошто је  $F_{TS} > F^{ml}$  ова завртањска веза задовољава.

## 5. ЗАКЉУЧАК

Изведено решење задовољава захтеве закретања конструкције носача уједњаке у обе равни за задату вредност углава. Промена вредности ових углава остварује се брзо и једноставно без скидања уједњаке или ужета са стуба.

Носивост конструкције и вијчаних веза у потпуности задовољава критеријум допуштеног напона.

Конструкција се састоји од елемената који су једноставни за израду и имају релативно малу цену коштања.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] ГАШИЋ, М, САВКОВИЋ, М, *Пројекат реконструкције стуба окретне станице Крчмар-Копаноник*, Машински факултет Краљево, 1998. год.
- [2] ŠTOLLMANN, V, ILČIČ, Š, *Assessment of the current theory for projecting cableway routes in term of the risk level in overloading*, Res. Arg. Eng., 55,2009 (1):35-38.
- [3] HOFFMAN, K, *Recent Developments in Cable-Drawn Urban Transport System*, FME Transactions., 34,2006:205-212.
- [4] MAPELI, C, BARELLA, S, *Failure analysis of a cableway rope*, Engineering Failure Analysis., 16,2009:1666-1673.
- [5] NAN, C, MEYER-PIENING, H.R, DECKING, C, *Dynamic behaviour of cable supporting roller batteries:basic model*, Computers&Structures, 69,1998:95-104.
- [6] SUCH, M, JIMENEZ-OCTAVIO, J.R, CORNICRO, A, LOPEZ-GARCIA, O, *An approach based on the catenary equation to deal with static analysis of three dimensional cable structures*, Engineering Structures, 31,2009:2162-2170.
- [7] ЈЕВТИЋ, В, *Транспортне машине*, Машински факултет Ниш, 2001.
- [8] *Горнолыжные подъемники*, Каталог, is-sport.ru.

# ENHANCED CONNECTION BETWEEN CHAIR ROPEWAY ROPEWHEEL AND ROTARY STATION

*Prof. dr Mile Savković, Faculty of Mechanical Engineering  
Kraljevo*

*Prof. dr Milomir Gašić, Faculty of Mechanical  
Engineering Kraljevo*

*Mr Nebojša Zdravković, Faculty of Mechanical  
Engineering Kraljevo*

## Summary

*The rope wheel us connected to the rotary statuon by the spundle which us welded to the column. Thus solutuon, however, cannot eluminate deplanatuon of the rope wheel which us caused by denuvelatuon of the column base. The causes of the above mentuoned deplanatuon are analysed un the paper and an advanced connectuon us suggested. The plane of the rope wheel can be adjusted by advanced connectuon. Thus, the rope us unlukely to fall from the rope wheel which duremently unfluences the skuers' safety during their transport by tourustuc ropeway, u.e. the safety of load when transported by undustrual ropeways.*

**Key words:** *Chair ropeway, rope wheel, rotary station*

*Адреса за контакт:*

Проф. др Миле Савковић  
Машински факултет у Краљеву  
36000 Краљево  
Доситејева 19  
E-mail: savkovic.m@mfv.kg.ac.rs

## УПРАВЉАЊЕ ЗАЛИХАМА СА ПОСЕБНИМ ОСВРТОМ НА ПРЕДУЗЕЋЕ „ЛАГЕРТОН“

*Душан Радосављевић,*

*Висока техничка школа струковних студија Ниш*

*Др Драган Маринковић,*  
*Машински факултет у Нишу*

*Мр Бобан Цветановић,*

*Висока техничка школа струковних студија Ниш*

*Тони Ђорђевић*  
*Лагертон ДОО*

### Резиме

*Циљ овог рада је да на једном месту покаже читав логистички процес који прати кретање робе од њеног настанка до крајњег потрошача. У раду је поред теорије о логистици, складиштима, појму, значају, дефиницији и примерима залиха приказан и пример оптимизације залиха у предузећу „Лагертон“. Рад показује да оптимизација залиха представља један јако комплексан, стратешки припремљен, одговоран, скуп, а на крају и ризичан посао који је од случаја до случаја сам себи својствен.*

**Кључне речи:** *Залихе, Складишта, Управљање*

### 1. УВОД

Посматрајући савремене начине пословања намеће се закључак да се тржиште у последњих 30 година у основи значајно променило. У зачетку праћења тржишног пословања тржиште се могло дефинисати као „тржиште произвођача“ где је основно обележје пословања било вишак потражње како за производима тако и за услугама. Временом, са развојем друштва, оно се претвара у „тржиште потрошача“, које карактеристично вишак понуде свих елемената, да би у данашње време оно могло да буде окарактерисано као „тржиште компетитивности“, односно као тржиште на коме влада вишак понуде производа и услуга високог квалитета и конкурентних цена.

Посматрајући привредно пословање, може се приметити да процеси производње, размене као и потрошње нису ни временски, ни просторно усклађени. Такође, постоји временска и просторна неусклађеност улаза у систем и излаза из система. Како би се превазишла просторна и временска неусклађеност производње, размене и потрошње, односно, како би се смањило несклад између улаза у систем и излаза из система неопходно је формирање залиха. Залихе представљају све количине материјала, енергије, информација које су одређено време искључене из процеса производње или потрошње, а са циљем да се у датом тренутку указане потребе могу искористити [1].

### 2. ЛОГИСТИКА И СКЛАДИШТЕЊЕ

Логистика је научна дисциплина која истражује интеграцију две или више активности са циљем планирања, имплементације и контроле ефикасног тока сировина, материјала у производњи и процесних залиха, као и финалних производа од изворишта до места потрошње. Те активности могу обухватити, али на то нису ограничене, корисничку услугу, прогнозу тражње, комуникацију у дистрибуцији, управљање залихама, руковање материјалом, обраду, снабдевање деловима и сервисирање, избор локације складишта и постројења, набавку, паковање, руковање повратним материјалима, одлагање отпада, саобраћај и транспорт и складиштење.

Складиште као и сваки систем можемо да посматрамо са више аспекта и то: технолошког, саобраћајног, економског, грађевинско-урбанистичког, правног, еколошког, и сл. Тешко је строго издвојити један аспект и само по њему анализирати систем јер су велике интеракције. Логистика захтева свеобухватно сагледавање скупа релевантних утицаја и законитости њихових међусобних веза.

У складишном систему се могу разматрати следеће области:

- основни процеси који се одвијају у складишту;
- роба која се складишти и њене карактеристике;
- врсте складишних објеката;
- складишна опрема.

Складиште је систем чији су подсистеми функционално заокружене целине у оквиру којих се реализују неке од трансформација на току материјала или информација, могу се издвојити четири основна подсистема или основне класе складишних процеса:

- пријем робе;
- чување робе;
- прерада робе;
- отпрема робе.

Пријем и отпрему робе у и из складишта реализују различита транспортна средства: друмска, железничка, ваздушна, речног и поморског транспорта итд. У самом складишту, руковање материјалима (истовар, утовар, ускладиштење, искладиштење, транспорт унутар складишта) реализују разна средства за руковање материјалима која су циклична или континуална.

Чување робе се може реализовати различитим складишним технологијама са складишном опремом или без опреме (подна складишта). Поред чувања робе, у складиштима се појављује и случај отпреме робе

директно са пријемног претоварног фронта на отпремни претоварни фронт (crossdocking).

Комплексна складишта карактеришу сложени процеси, а примењују се различите технологије складиштења, комисионирања, више врста складишне и комисионе опреме. Најчешће, у складиштима постоје различити процеси прераде који могу бити на улазу као што су палетизација, обележавање, сортирање према неком критеријуму, паковање и др. Процеси прераде могу бити у току складиштења а то су занављање, промена појавног облика и др. Или процеси на излазу као што је депалетизација, комисионирање, сортирање, и др. Слика 1.



Сл. 1. Складиште и процеси.

### 3. ЗАЛИХЕ

Залихе су све којичине материјала, енергије и информација које су одређено време искључене из процеса производње или употребе (потрошње) а са циљем да се у датом тренутку указане потребе могу користити.

Залихе у пракси представљају широк спектар, од залиха у виду боце са течним детергентом за прање стакла код чистачице до комплексног скупа залиха сировина, полупроизвода, међуфазних производа, подсклопова и сл. које се користе као улази у појединим фазама у производном процесу.

С обзиром на значај, место и ефикасност који настају њиховим формирањем, залихе су изузетна област интересовања а са циљем да се истраже њихове законитости и могућности утицаја на њих. Ово је такође последица чињенице да су оне практично присутне у свим људским делатностима од домаћинства, трговине, услуга, производње у фабрикама итд.

#### 3.1. Подела залиха

Постоји велики број подела, класификација залиха, па тако по месту и улози могу се поделити на:

- калкулативне залихе;
- заштитне залихе;
- антиципативне залихе;
- шпекулативне залихе.

Могу да се формирају као:

- залихе у промету;
- залихе отпадних материја, отписаних материја ...

#### 3.2. Одређивање жељеног стања залиха

Имајући претходно у виду, јасан је значај залиха. Трошкови (али и друге последице), које настају постојањем или недостатком залиха, генеришу захтев да залихе буду на жељеном нивоу. Овај циљ је наметнуо истраживање могућности оптимизације залиха. Проблем једне класе оптимизације залиха су прво решавали инжењери у производњи (серисјка производња). Временом је решавање проблема оптимизације залиха, због њихове велике комплексности, врсте, улоге и значаја, прерасло у посебну грану операционих истраживања.

Оптимизација залиха захтева познавање функционисања пословног система у коме се истражују проблеми залиха и његове везе са окружењем (токови материјала и информација). На залихе у производњи или трговини утиче низ фактора који могу бити од значаја за одређивање оптималног (жељеног) стања залиха. Ови фактори се могу груписати или класификовати на више начина, различити су по природи, а најчешћи су:

- врсте залиха и њихова структура;
- физичка и хемијска својства залиха;
- структура система снабдевања и потрошње;
- потрошња (пласман) залиха;
- попуњавање залиха (снабдевање);
- функција трошкова насталих постојањем залиха;
- функција трошкова насталих одсуством залиха;
- стратегија управљања (залихама);
- систем контроле;
- ограничења.

#### 3.3. Структура залиха, врсте залиха, систем снабдевања и потрошње

Структура залиха дефинише све артикле од којих се формирају залихе као и везе које постоје између артикала у оквиру залиха (артикли могу да буду апсолутно или релативно изменљиви, да се искључују и сл.). Врсте залихе (према намени у току роба-новац-роба) су типичне:

- залихе репродукционог материјала (сировине, полупроизводи, ...);
- залихе готових производа;
- залихе недовршене производње;
- залихе алата и средстава за рад;
- залихе делова и материјала за техничко одржавање и текуће оправке средстава за рад;
- залихе материјала за одржавање чистоће, заштите на раду, противпожарну заштиту, канцеларијске послове, итд.

Систем снабдевања и потрошње (пласмана) залиха има такво место да се једним својим делом понаша као подсистем система залиха у предузећу, а другим делом излази из предузећа у окружење. Да би се сопствени систем на најбољи могући начин уклопио у окружење, морају се сагледати сва места снабдевања и потрошње, са свим својим важнијим карактеристикама, која могу бити испоручиоци или потрошачи за сваки артикал посебно, а такође и остварење и могуће везе између њих. У односу на број пунктова где је могуће присуство једног артикла и та везе између њих, постоји низ

различитих облика повезаности, од којих се, илустрације ради, могу као карактеристични уочити следећи:

- артикал се производи на више места, одакле, преко великог броја пунктова, иде у крајњу потрошњу. Овај облик повезаности не искључује и могућност постојања веза између ових пунктова, а тиме и тока артикала из једног у други пре крајње потрошње;
- артикал се производи на једном месту, одакле, преко великог броја пунктова, иде у крајњу потрошњу. Овај облик повезаности може искључивати могућност постојања везе између пунктова пре крајње потрошње, а такође може условљавати сваком крајњем потрошачу место снабдевања;
- артикал се производи на једном месту, одакле се може кретати само од пункта вишег нивоа у правцу пункта нижег нивоа, све до крајње потрошње, при чему се само крајњем потрошачу не условљава место снабдевања.

### 3.4. Попуњавање залиха (снабдевање)

У принципу, за попуњавање залиха, у односу на различит карактер који може имати, важи све што је наведено и за потрошњу. Ово се може прихватити само уз напомену да је код попуњавања залиха у односу на потрошњу најчешће потенцирана:

- дисконтинуалност у односу на континуалност (какав је најчешће случај са трговином, мања фреквенција допреме већих количина роба);
- детерминистичност у односу на стохастичност;
- присутност ограничења;
- могућност одлучујућег утицаја самог предузећа.

У већини случајева могуће је остварити одлучујући утицај на попуњавање залиха у предузећу, тако да попуњавање као карактеристика залиха најчешће представља, бар што се тиче квантитативних обележја, излазну величину из математичког модела којим се оптимизира управљање залихама. У пракси се често заборавља или недовољно користи чињеница да залихе коштају. Издвајање и складиштење ових материјалних добара кошта преко различитих врста трошкова, као што су трошкови:

- везивања одговарајућих новчаних средстава;
- складиштења;
- осигурања;
- набавке;
- пласмана;
- контроле;
- квара, лома, отуђења;
- појаве рекурентне робе, итд.

За оцену оправданости формирања залиха и каснијег целисходног управљања њима, потребно је познавање сваког од трошкова који се јављају постојањем залиха, а у зависности од променљивих од којих исти зависи.

Трошкови настају одсуством или недостатком залиха. Ови трошкови могу бити исказани као маргинални трошкови за додатну производњу или специјалну хитну набавку у шпичу захтева, затим као трошкови стајања линија производних процеса или изгубљена разлика у цени и губитак угледа код клијената при чему су то само неки од уобичајених трошкова насталих одсуством залиха.

Ови трошкови се јављају у ширем спектру врста, облика, начина настајања и квантитета, па се може десити да се и поред изузетне пажње при дефинисању функције трошкова њиховим непогодним избором оствари лоше управљање залихама.

### 3.5. Систем контроле залиха

Систем контроле је својим највећим делом обухваћен стратегијом управљања залихама, а издвојен је у посебну техноекономску карактеристику из разлога што представља јасно изражену целину са посебном улогом коју обавља. То је последица да он у сваком систему залиха мора бити апсолутно дефинисан, било као величина која улази у поступак оптимизације, било као величина која излази из њега.

Иначе, систем контроле дефинише **шта** се све контролише, **како** (на који начин) и **када**.

У односу на то **шта** контрола обухвата, систем контроле може бити за целокупне залихе или део (узорак) залиха.

У односу на то **како** се контрола обавља, систем контроле може бити мерењем (маса, запремине, физ./хем. својстава...) или бројањем. У овим задацима знатно могу да помогну нове интелигентне технологије.

У односу на то **када** се контрола обавља, систем контроле може бити са оперативном (сталном) провером који у сваком тренутку омогућава праћење и коришћење потребних података о нивоу залиха или са периодичном провером који омогућава коришћење потребних информација само у одређеним тренуцима (пресецима) времена. Зависно од делатности, ови периоди могу бити дефинисани и правном регулативом.

## 4. АНАЛИЗА ЗАЛИХА У ПРЕДУЗЕЋУ „ЛАГЕРТОН“

Предузеће Д.О.О. „Лагертон“ из Ниша је основано 2001. године и од тада послује на националној територији, мада своју делатност шири и ван граница наше земље. Основна делатност предузећа је увоз и великопродаја машинских елемената: лежајева, звегера, семеринга и каишева. Предузеће располаже широким асортиманом производа тако да заузима значајну позицију на регионалном и националном тржишту. Предузеће „Лагертон“ послује по свим стандардима једне компаније, а основни циљ коме тежи је задовољење захтева својих купаца, у уговорено време и на уговорени начин.

Крајем 19. века, италијански економиста Вилфредо Парето запазио је да 80% богатства се налази у рукама 20% популације. Ова релација, често названа као “правило 80/20” или “Парето принцип”, изгледа истинита у многим приликама: 20% људи даје 80% притужби, 20% врхунских продавача оствари 80% продаје, 20% студената одузима 80% времена професору, 80% нашег времена потрошимо на 20% проблема итд.

Суштина АБЦ метода је да се свакој компоненти (нпр. артиклу) у складишту придружи број продатих комада и добија тотал, потом се изврши сортирање, од највећег тотала ка најмањем. Прве, највише продаване позиције, које чине 80% промета добијају ознаку „класа

A<sup>4</sup>. Следећих 10-15% позиција „класа Б“. Преостале позиције добијају „класа Ц“. У предузећу Лагертон извршена је анализа једног од складишта, тачније складишта „НСК“. Ово складиште је попуњено производима који се увозе из Јапана. Предузеће „Лагертон“ се интересовало како се у 2010. години кретала продаја производа и стање залиха у овом складишту, због адекватне припреме за наредну пословну годину. На основу података који су добијени из предузећа урађене су табела 1, 2, 3:

Табела 1: „Класа А“

Р.бр.	Сифра	Производ	Продато	Мах	Стање	Цена	%	Кумулатив
1	66203	Лежај 6203 ЗЗ	1083	31	1437	204,00	7,310	7,31
2	66204	Лежај 6204 ЗЗ	990	70	110	238,00	6,682	13,99
...								
77	64610	Лежај 32310	30	5	50	2809,00	0,202	80,19
78	66010	Лежај 6010 ЗЗ	30	6	30	731,00	0,202	80,39

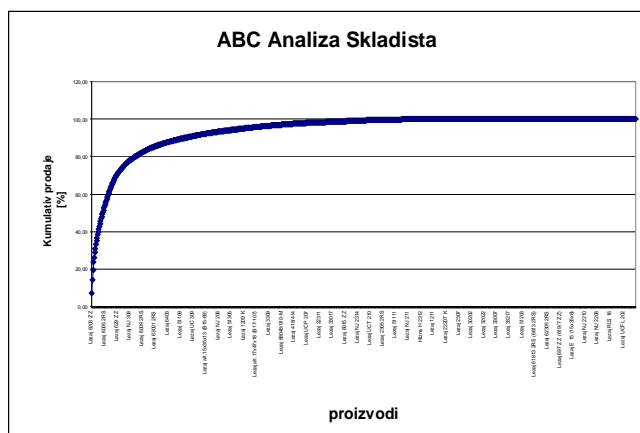
Табела 2: „Класа Б“

79	66300	Лежај 6300 зз	29	10	41	214,00	0,196	80,59
80	65004	Лежај 16004	28	10	22	322,00	0,189	80,78
...								
263	69726	Лежај уц 206	6	6	4	1149,00	0,040	94,98
264	69730	Лежај уц 210	6	2	4	2103,00	0,040	95,03

Табела 3: „Класа Ц“

265	69429	Лежај 1209 К	5	2	2	1352,00	0,034	95,06
266	69508	Лежај 2208 К	5	2	3	2811,00	0,034	95,09
...								
945	69679	Лежај УУ209	0	0	2	2339,00	0,000	100,00
946	69680	Лежај УУ 210	0	0	2	2560,00	0,000	100,00
			14815				100	100,00

АБЦ анализа нам јасно показује учешће сваког од артикала понаособ у промету. АБЦ анализа коју смо добили потврђује најчешће правило у трговини, а то је да 5-10% артикала чини 80-90% промета у јединицама целокупног асортимана, количински гледано. Резултати АБЦ анализе су јако корисни код управљања залихама, јер нам помажу да категоризујемо артикле којима тргује предузеће и оптимизацију залиха за сваку категорију понаособ. Суштина је врло јасна, висина жељених залиха за одређену категорију се дефинише у складу са учешћем те категорије артикала у целокупном промету. Из табела које су приложене може се видети да само 78 производа чине продају од 80,38%, према томе ови производи морају бити на стању, тј. на залихама у довољним количинама тако да обезбеде предузећу непрекидну понуду.



Сл.2. Графички приказ АБЦ Анализе складишта „Лагертон“.

Што се тиче производа из класе Б њих има укупно 175, а чине око 15% продаје предузећа, ових производа на

стању треба имати али у минималним количинама, и пратити даљи ток кретања. А на крају производи из класе Ц њих има укупно 692 а чине мање од 5 % промета у предузећу. По свему судећи ови производи представљају на стању „мртав“ капитал и треба што пре смањити ниво залиха ових производа, а у будућем периоду не планирати залихе за производе из класе Ц. На Парето дијаграму слика 2, јасним повлачењем линије на 80% и 90% и увидом те вредности на х-оси добијамо који то производи чине 80 односно 90% продаје предузећа „Лагертон“.

Анализа продаје појединих производа предузећа „Лагертон“ табела 4, 5, 6.

Табела 5. Анализа продаје Лежаја ХК2520

Лежај ХК 2520 ком за период од 01,01,2009, до 31,12,2009, године

месец 2009	јан	феб	мар	апр	мај	јун	јул	авг	сеп	окт	нов	дец	Уку
Улаз [ком]	85	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	185
Изназ [ком]	0	0	0	5	0	5	2	0	111	16	0	0	139
Залихе [ком]	85	85	85	80	80	75	73	173	62	46	46	46	46

Табела 6. Анализа продаје Лежаја СЛ 11 (W209ППБ30)

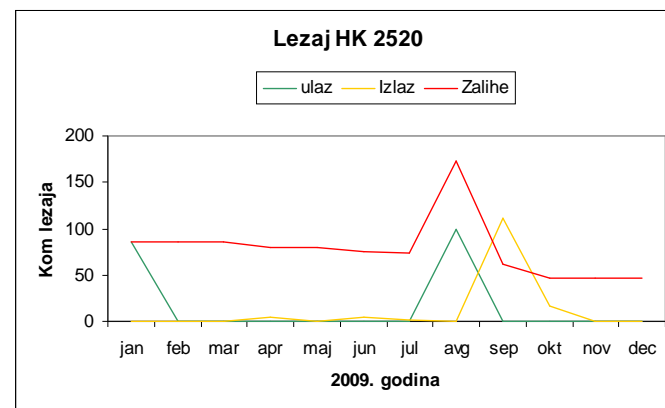
Лежај СЛ 11(W209ППБ30) ком за период од 01,01,2009, до 31,12,2009, године

месец 2009	јан	феб	мар	апр	мај	јун	јул	авг	сеп	окт	нов	дец	Уку
Улаз [ком]	67	108	0	0	36	0	0	0	2	36	0	0	249
Изназ [ком]	0	34	40	38	6	2	6	10	24	5	19	0	184
Залихе [ком]	67	141	101	63	93	91	85	75	53	84	65	65	65

Табела 7. Анализа продаје Лежаја 6205 ZZ

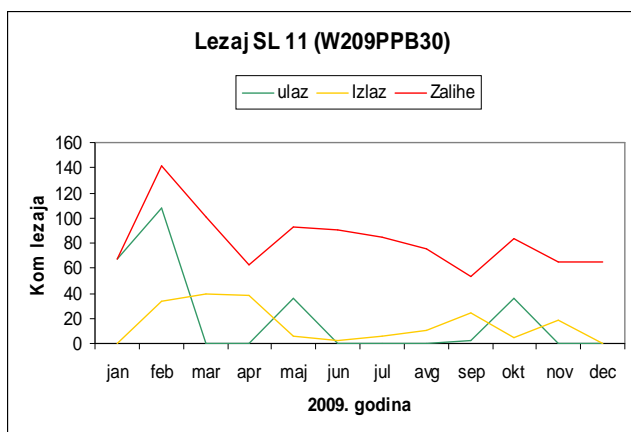
Лежај 6205 ZZ ком за период од 01,01,2009, до 31,12,2009, године

месец 2009	јан	феб	мар	апр	мај	јун	јул	авг	сеп	окт	нов	дец	Уку
Улаз [ком]	1776	0	1069	200	2000	1000	10	0	0	0	5000	0	11055
Изназ [ком]	310	564	740	377	803	899	674	331	585	318	241	599	6441
Залихе [ком]	1466	902	1231	1054	2251	2352	1688	1357	772	454	5213	4614	4614

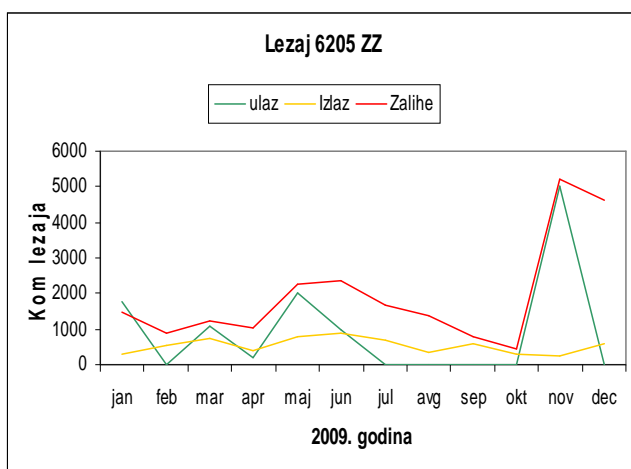


Сл.3. Графички приказ стања залиха, улаза и излаза Лежај ХК2520





Сл.4. Графички приказ стања залиха, улаза и излаза Лежај СЛ 11



Сл.5. Графички приказ стања залиха, улаза и излаза Лежај 6205 ZZ

На основу приказа Лежаја ХК 2520, иначе Ц производа у понуди ове компаније, ситуација је следећа. С обзиром да није у питању високофреквентни производ који се мање или више равномерно продаје током целе године, већ сезонски артикал, нема потребе ни током целе године држати исти ниво залиха. Као што се може видети на основу анализе продаје у 2009. години, пик у продаји овај артикал достиже у месецима септембар и октобар тако да посебну пажњу треба обратити на ова два месеца приликом планирања залиха. Подаци о продаји ових артикала у осталим месецима у години нам дају једну јако важну информацију за планирање залиха у следећој години за периоде јан-авг и нов-дец, а то је да је максимална месечна продаја (5 комада) овог артикла. Уколико су нам пословни планови такви да не очекујемо раст продаје овог артикла за 2011 годину, значи да минималне месечне залихе које морамо имати на овом артиклу у периоду јан-авг и нов-дец је максимална продаја у једном месецу (5 комада), како бисмо успели сигурно да покријемо планирану продају. Даље на те минималне залихе треба додати и један месец сигурносних залиха пошто је у питању производ Ц класе, што све укупно даје два месеца залиха на стању и додајемо четири месеца у транзитним залихама, уколико се поручивање врши сваког месеца у складу са месечним плановима продаје. Посебну пажњу треба обратити на залихе за период сеп-окт, тј. сезону овог

артикла. Уколико се очекује продаја на нивоу оне из прошле године у том периоду, максимално се треба фокусирати на поручивање у априлу јер од њега зависи успешност покривања продаје у сезони сеп-окт, тако да тада треба тако направити план набавке да се на крају августа на стању има целокупна количина планирана за продају у сеп-окт увећана за 20%. Даље од маја планове набавке за снабдевање тржишта за нов-дец треба планирати исто као и за период продаје јан-авг.

У вези лежаја СЛ 11 (W209ППБ30), иначе Б производа у понуди ове компаније, ситуација је следећа. Дакле, у питању је умерено фреквентни производ, сезонски артикал, чији се пикови у продаји дешавају у пролеће и јесен, нема потребе ни током целе године држати исти ниво залиха. Као што се може видети на основу анализе продаје у 2009. години, пик у продаји овај артикал достиже у периодима феб-апр и сеп-нов тако да посебну пажњу треба обратити на ова два периода приликом планирања залиха. Подаци о продаји ових артикала у осталим месецима у години, дају нам једну јако битну информацију за планирање залиха у следећој години за периоде дец-јан и мај-авг, а то је да је максимална месечна продаја 10 комада овог артикла. Уколико су нам пословни планови такви да не очекујемо раст продаје овог артикла за 2010 годину, значи да минималне месечне залихе које морамо имати на овом артиклу у периоду дец-јан и мај-авг су максимална продаја у једном месецу (10 комада), како бисмо успели сигурно да покријемо планирану продају. Даље на те минималне залихе треба додати и један месец сигурносних залиха пошто је у питању производ Б класе. То све укупно даје два месеца залиха на стању. Додајемо четири месеца у транзитним залихама, уколико се поручивање врши сваког месеца у складу са месечним плановима продаје. Посебну пажњу треба обратити на залихе за периоде феб-апр и сеп-нов, тј сезоне овог артикла. Уколико се очекује продаја на нивоу оне из прошле године у тим периодима, максимално се треба фокусирати на поручивања у периодима апр-јун и сеп-нов, јер од њих зависи успешност покривања продаје у сезонама сеп-нов и феб-април респективно, тако да тада треба тако направити план набавке да се на почецима сезона, почетак фебруара и почетак септембра има два месеца залиха, спрам планираних продајних количина у сезонским месецима.

И на крају што се тиче лежаја 6205 ZZ, иначе А производа у понуди ове компаније, ситуација је следећа. С обзиром да је у питању високофреквентни производ који се јако добро продаје током целе године и учествује у промету компаније са високим процентом, на њега треба обратити посебну пажњу. Код управљања залихама оваког артикла, минималне залихе су једнаке количини која је планирана за продају у следећем месецу а даље на те минималне залихе треба додати и два месеца сигурносних залиха спрам продајних количина у наредна два месеца, пошто је у питању производ А класе за који је потребан висок „service level“ клијената, што све укупно даје три месеца залиха на стању и додајемо четири месеца у транзитним залихама, уколико се поручивање врши сваког месеца у складу са месечним плановима продаје. Ово правило треба примењивати у поручивању сваког

месеца пошто продаја артикла нема сезонски карактер, као што је наведено у опису задатка.

## 5. ЗАКЉУЧАК

Пословање у условима тржишне неизвесности намеће потребу велике флексибилности организације и правремено реаговање на сваки облик промене у окружењу. Циљ сваке организације која послује у модерном окружењу је да своје пословање, у процесу складиштења, у што је могуће већој мери прилагоди постављеним захтевима јер је то једини начин да тржишту, које је из дана у дан све захтевније и сложеније, понуди производ који ће успети да подмири све захтеве који се пред њега постављају, а самим тим и одржи позицију у организацији која јој припада на тржишту.

Пословање у условима тржишне неизвесности подразумева низ елемената који морају предузећу обезбедити опстанак на тржишту и омогућити остварење постављене функције циља. Задржавање конкурентске позиције на тржишту подразумева повећану осетљивост у погледу: квалитета, цена, поштовања рокова испоруке, прилагођавања захтевима купаца, односно подразумева увођење специјалне стратегије менаџмента. У оквиру стратегије менаџмента значајно место мора да заузима и логистички менаџмент, са циљем да уз најмање трошкове повежу све функције снабдевања и дистрибуције. Улога логистичког менаџмента је да кроз смањење залиха и поштовање рокова утиче на повећање конкурентности предузећа. Имплементацијом система менаџмента квалитетом у пословању, а самим тим и у логистичку функцију складиштења, могуће је постићи боље резултате и у условима тржишне неизвесности остати конкурентан на тржишту.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Вукићевић, С. : Складишта, Превинг, Београд, 1995.год
- [2] Др В.Вулановић, Др Д.Станивуковић, Др Б.Камберовић, Др Р.Максимовић, Др Н.Радаковић, Мр В.Радловачки, Мр М.Шилобад – Систем квалитета ИСО 9001:2000, Факултет техничких наука, Нови Сад 2007.
- [3] ЈУС ИСО 9001:2001 – Системи менаџмента квалитетом – Извод из стандарда
- [4] Зеленовић, Д. : Технологија организације, Научна књига, Београд, 1995.год
- [5] Барац Н, Миловановић Г.: Стратегијски менаџмент логистике, Економски факултет Универзитета у Нишу, Ниш 2006.

## INVENTORY MANAGEMENT WITH SPECIAL REFERENCE TO ENTERPRISE „LAGERTON“

**Dusan Radosavljevic**

*High Technical School of Professional Studies Nis*

**Dr Dragan Marinkovic**

*Faculty of Mechanical Engineering in Nis*

**Mr Boban Cvetanovic,**

*High Technical School of Professional Studies Nis*

**Toni Djordjevic**

*Lagerton LLC*

### Summary

*The aim of this paper is to demonstrate in one place the entire logistics process, which follows the movement of goods from its creation to the final consumer. The paper, in addition to the theory of logistics, warehouse, the concept, significance, definition and examples of inventories shows an example of optimization of stock in the company, „Lagerton“. The paper shows that the optimization of inventories is a very complex, strategically prepared, responsible, expensive, and finally a risky business that is on a case by case unique to itself.*

*Keywords: Inventory, Storage, Management.*

*Адреса за контакт:*

*Душан Радосављевић*

*Висока техничка школа струковних студија Ниш*

*18000 НИШ*

*А. Медведева 20*

*Хаџи Проданова 46*

*E-mail: dusan\_222@yahoo.com*

Osetite proleće.  
Da svako godišnje doba bude posebno  
**vreme je za Audi Top Servis**



**BrosAuto**

ovlašćeni diler i serviser

- Prodaja vozila  
018 4566 800, 4566 999
- Servisiranje vozila u garantnom  
i vangarantnom roku  
018 4566 900
- Dijagnostika
- Vulkanizerske usluge
- Prodaja originalnih rezervnih delova  
018 4567 100 Fax: 018 4566 560
- Pranje vozila
- Provera i punjenje auto klima



**Audi**  
Vorsprung durch Technik



**SEAT**



Niš, Dimitrija Tucovića bb (preko puta METRO-a) • E-mail: [office@brosauto.rs](mailto:office@brosauto.rs)



a ticket for the future  
**MIN Holding Co.**



Mašinska industrija Niš osnovana je 1884. godine i danas je to savremeno organizovana Holding korporacija sa skoro četiri hiljade zaposlenih.

Nastala je kao radionica za održavanje i remont železničkih sredstava saobraćaja - lokomotiva i vagona izrasla je vremenom u korporaciju sa sopstvenim livnicama čelika, sivog liva i obojenih metala, sa sopstvenom kovačnicom, prerajem, tehnički zaokruženim celinama za sve vrste prerade i obrade metala, sa vlastitim Institutom i laboratorijama. Ima i dislocirane pogone u Svrlijgu, Gadžinom Hanu, Žitorađi, Merošini i Velikom Bonjincu. Saraduje sa brojnim istraživačkim, naučnim i drugim specijalizovanim institucijama u zemlji i inostranstvu. Posедуje ugovore o polovno-tehničkoj saradnji sa mnogim renomiranim firmama u svetu - LURGI, O&K, ABB, FAUN, COLES, POTAIN, PWH... Stvaranje i održavanje kvaliteta proizvoda obezbeđuje visokostručni kadar, laboratorije, savremena merila i oprema. Proizvodni programi pozitivno su atestirani kod ABB, TEI, FAO, TÜV i drugih, za to specijalizovanih institucija, a visok nivo kvaliteta proizvoda potvrđuju reference, kako iz Srbije i Crne Gore, tako i iz preko pedeset zemalja sveta.

Okosnicu proizvodnog programa čini železnički program, program termoenergetskih postrojenja, transportni sistemi, oprema za rudarstvo, procesna oprema i oprema za zaštitu životne sredine. Posebni mesto zauzima projektovanje, izrada i montaža železničkih i drumskih mostova. U oblasti energetskih postrojenja MIN je najveći proizvođač opreme za termičku pripremu vode u Srbiji i Crnoj Gori. Jedini je proizvođač kondenzatora zagrejača pare niskog pritiska, napojnih rezervoara, topifikacionih zagrejača, ejektorskih sistema i izmenjivača tolove, u okviru poslovno-tehničke saradnje sa švajcarskom firmom ABB. U saradnji sa nemačkom firmom MANESSMAN projektuje i proizvodi kompletne sisteme za otpeljavavanje, a sa renomiranom firmom LURGI elektrofiltere za termoelektrane, gde su reference Kolubara, Kosovo, Kostolac i Obrenovac. Sedište MIN Holding korporacije i većeg broja preduzeća je u Nišu.

Adresa: ul. Šumadijska br. 18000 Niš, <http://www.minholding.rs/>



### ŠTAMPAČ plastičnih ID kartica P330i

ID kartice za zaposlene, članove kluba,  
mesečne karte, poklon kartice...



### TERMINAL HT630

Prenosni terminal sa bar kod čitačem  
za: inventar osnovnih sredstava,  
popis magacina, ulaz/izlaz robe...



### ŠTAMPAČ Gk420t

Desktop štampač  
(bar kod) etiketa

### KIOSK ŠTAMPAČ KR203

Za ugradnju u parkomate, bankomate, info kioske...  
Štampa na termalnom papiru širine od 58 do 216mm.



INFOKOD je firma sa skoro decenijom iskustva i posvećenosti kupcima AUTO ID opreme. Partneri smo vodećih svetskih proizvođača ove opreme: ZEBRA, HANDHELD, UNITECH, JLT, EUROPLUS... Oprema koju nudimo tržištu je od svih vrsta bar kod čitača i štampača, kiosk i štampača plastičnih ID kartica, svih konfiguracija prenosnih terminala, do tablet i industrijskih PC-ja. Kao specijalisti za termo transfer tehnologiju i repromaterijale, našim klijentima pružamo adekvatna rešenja i najzahtevnijih aplikacija obeležavanja u proizvodnji i uslugama. INFOKOD osoblje je obučavano kod proizvođača opreme tako da smo za svu nuđenu opremu i autorizovani serviseri sa pristupom tehničkoj podršci, razvojnim odeljenjima i originalnim rezervnim delovima.

# INFOKOD

tel/fax: +381 (0)11 2282 310  
+381 (0)11 2282 311  
info@info-kod.rs  
www.info-kod.rs  
Gandijeva 176  
BEOGRAD



Mercedes-Benz



## Za kilometar ispred drugih.

Kada smo izumeli prvi automobil pre 125 godina, bili smo pioniri automobilizma. Mercedes-Benz od tada predstavlja sinonim za tradiciju, kvalitet i inovativnost.



125 godina inovacija

**Lizing bez kamate!** Mercedes-Benz je prethodnih 125 godina proveo odgovarajući na različite izazove i zahteve za efikasnijim rešenjima. Kako bismo Vam pomogli da na najefikasniji način odgovorite na Vaše predstojeće poslovne poduhvate obezbedili smo Vam neverovatne uslove kupovine vozila Viano, Vito, Sprinter i Atego sa kamatnom stopom od 0%.

Najpovoljniji uslovi finansiranja u saradnji sa SOCELEASE

EuroStar d.o.o. Niš, Vojvode Mišića bb, tel: 018 512 064

Kada govorimo o servisu, kvalitetan i autorizovani servis nema alternative. Na raspolaganju su Vam redovno održavanje, dijagnostika, popravke svih obima, prodaja originalnih rezervnih delova, usluga servisa 24h kao i saveti za održavanje vozila našeg stručnog osoblja.

Kapacitet naših servisnih usluga su od nedavno prošireni puštanjem u rad lakirnice izgrađene prema Mercedes-Benz standardima kvaliteta. U sklopu limarsko-lakirerskih usluga nudimo Vam:

- Lakiranje vozila
- Sve vrste limarijskih popravki
- Zamenu stakala
- Ispravljanje šasija.

Ne prepuštajte ništa slučaju i omogućite vašem vozilu tretman koji zaslužuje.

Kompanija EuroStar d.o.o. Niš je autorizovani Mercedes-Benz prodavac i serviser.

Kompanija EuroStar je osnovana 2004 godine. U njenom sastavu posluje prodajni salon za Mercedes-Benz vozila u ulici Vojvode Mišića bb, dok se ovlašćeni servisa nalazi na adresi Toponički put bb (pored Motela Nais).

U prodajnom salonu EuroStara, koji je nalazi u strogom centru Grada Niša, možete kupiti kompletnu gamu Mercedes-Benz putničkih i komercijalnih vozila po najpovoljnijim uslovima finansiranja. Ljubavno i sertifikovano osoblje sa velikim iskustvom i znanjem iz oblasti automobilske industrije Vam uvek stoji na usluzi.

EuroStar d.o.o. Niš. Ovlašćeni Mercedes-Benz prodavac i serviser.

Servis: Toponički put bb, tel: 018 45 85 893, fax: 018 45 85 901.

Prodajna vozila; Vojvode Mišića bb, tel: 018 512 064



## Servis EuroStar.

Ovlašćeni servis Mercedes-Benz vozila.

**Kvalitetan i autorizovan servis nema alternativu.** Na raspolaganju su Vam redovno održavanje, dijagnostika, popravke svih obima, prodaja originalnih rezervnih delova, usluga servisa 24h kao i saveti za održavanje vozila našeg stručnog osoblja.

Kapaciteti naših servisnih usluga su odnedavno prošireni puštanjem u rad lakirnice izgrađene prema Mercedes-Benz standardima kvaliteta. U sklopu limarsko-lakirerskih usluga nudimo Vam:

- Lakiranje vozila
- Sve vrste limarijskih popravki
- Zamenu stakala
- Ispravljanje šasija

Ne prepuštajte ništa slučaju i omogućite Vašem vozilu tretman koji zaslužuje.



**Mercedes-Benz**

Ovlašćeni servis Mercedes-Benz vozila EuroStar d.o.o. Toponički put bb, tel: 018 45 85 893, fax: 018 45 85 901

# poslovna Logistika

Specijalizovani časopis za upravljanje lancem snabdevanja

Izdavač:  
Beologistika doo  
Jedrenska 10  
Beograd

Redakcija:  
bpetronijevic@logistika-info.net

Marketing:  
Bane Petronijević  
marketing@logistika-info.net  
tel. 060 1384 961

Pretplata:  
Sanja Ilić  
pretplata@logistika-info.net  
tel. 060 1384 961, fax 011 2468 565

Fotografija: Marko Berić

Dizajn: The Portman Consultancy Ltd. London

<http://www.logistika-info.net/>

## PC TRADE

18000 Nis, ul. Jug Bogdanova 29a  
tel/fax: 018-4513-266 018-4526-752 018-4526-753  
email: office@pctrade.co.rs



Firma je registrovana maja 1992. god. Osnovna delatnost je proizvodnja, servis i održavanje računara, instalacija sistemskog S/W kao i intervencije na istom, umreživanje računara i održavanje mreže. Pružamo podršku i za LINUX operativni sistem. Firma ima direktora/vlasnika, administrativnog radnika i 3 servisera. Za ostale usluge angažuje agencije.



Osnovni moto firme, ono po čemu smo prepoznatljiviji i zahvaljujući čemu opstajemo preko 18 god. na tržištu je profesionalnost, znanje, korektnost i briga o svakom korisniku. Naši korisnici su zadovoljni jer su dobili najbolju uslugu i najveću pažnju.

PC TRADE se nalazi u ulici Jug Bogdanova br. 29A (od "Šojka" svećare idući ka pruzi sa leve strane), u Nišu.

Radno vreme:  
radnim danom od 8 do 18 časova a  
subotom 9 do 15 h.

Telefon/fax:  
(018) 4 513 266 ,  
(018) 4 526 752 ,  
(018) 4 526 753

Email: [office@pctrade.co.rs](mailto:office@pctrade.co.rs)



# RESOR

PRIVREDNO DRUŠTVO ZA SPECIJALNU NADogradnju KOMUNALNIH VOZILA, Miloša Obilića bb ; 18240 Gadžin Han, Srbija  
tel/fax: + 381 (0)18 860 152; (0)18 860 458; (0)18 860 177; (0)18 860 176; mobtel: 064/13 59 386  
www.resor.rs e-mail: resor@orion.rs e-mail: resorindustry@trzistesrbije.com



## VOZILA IZ KOMUNALNOG PROGRAMA

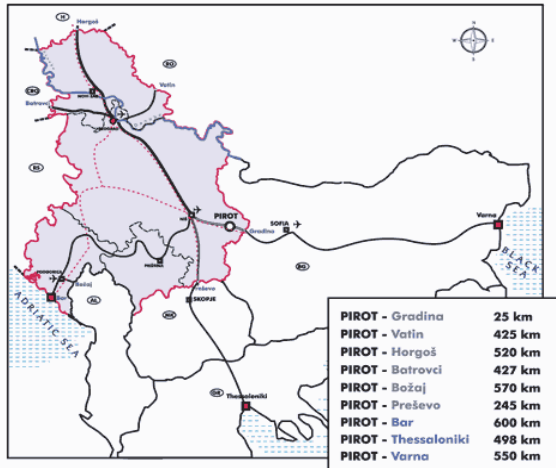


Miloša Obilića bb; 18240 Gadžin Han, Srbija  
tel/fax: + 381 (0)18 860 152; (0)18 860 458; (0)18 860 177; (0)18 860 176;  
mobtel: 064/13 59 386

[www.resor.rs](http://www.resor.rs) e-mail: [resor@orion.rs](mailto:resor@orion.rs) e-mail: [resorindustry@trzistesrbije.com](mailto:resorindustry@trzistesrbije.com)

**Municipality Pirot and Free Zone Pirot offer to investors some special incentives within the framework of the development of the new industrial park, logistic centre and duty free system.**

**BUILD & WORK FREE – NO CUSTOM DUTIES, NO VAT, NO MUNICIPAL TAXES**



Free Zone Pirot (FZP) is one of the most successful examples of public-private partnership in the South-Eastern Europe region. The Free Zone is the largest Free zone in Serbia, with its location near the border between Serbia and Bulgaria, on the Corridor X, 80 kilometers from the corridors IV and VIII and 150 kilometers of corridor VII.

Zone is infrastructure completed area to attract foreign investments. FZP provides services in freight forwarding, shipping and custom agency. Providing logistic support to haulers on the Corridor Xc, FZP plans to provide services for international combined road and railway transport.

According to the Law on Free Zones, all business activities are permitted except those that pollute the environment. FZP is supporting production of goods, processing, warehousing and other. Free Zone is located on the area of 65 ha and prepares for expanding to the total area of 110 ha.

In the Free zone operates 8 productions and over 100 trade companies which currently employ more than 4.100 workers.

**INCENTIVES OFFERED BY PIROT MUNICIPALITY FOR CONSTRUCTION WITHIN THE BORDERS OF FREE ZONE**

**CONSTRUCTION FREE OF:**

- Construction land development fee
- Fees and taxes for the Municipality administration
- Fee for the use of the city construction land
- Connection to the local infrastructure, water supply and sewerage.

**PLANNED FUTURE ACTIVITIES:**

Free Zone is finalizing the study of the economic feasibility of the expansion of the area of the zone up to 110 ha and is preparing the Feasibility Study of the development of Intermodal logistic terminal in Pirot.



*Free zone Pirot 2010*

Further activities will be directed towards the preparation of documents (studies, project and technical documentation) as well as providing funds for their realization.

Free Zone Pirot aims to finalize the Feasibility Study, Conceptual Design and construction project for the establishment of intermodal terminal in Pirot, till the end of 2011.





СР – Каталогизација у публикацији  
Народна библиотека Србије, Београд

658. 286(082)

**СРПСКИ семинар са међународним учешћем  
Транспорт и логистика (4 ; 2011 ; Ниш)**

Зборник радова = Proceedings / Четврти  
српски симпозијум са међународним учешћем  
Транспорт и логистика , ТИЛ 2011, Ниш,  
Србија, 27.05.2011. = The Fourth Serbian  
Symposium with International Participation  
Transport and Logistics, Niš, Serbia, 27.05.2011. ;  
[уредник, edited by Миомир Јовановић]. – Ниш :  
Машински факултет, Катедра за транспортну  
технику и логистику = Niš : Faculty of  
Mechanical Engineering, Chair for Transport  
Technology and Logistics,; 2011 (Ниш : СВЕН).  
– [8], 136 стр. : илустр. ; 30 cm + 1 електронски  
оптички диск (CD – ROM ; 12 cm)

На врху насл. стр.: Универзитет у Нишу =  
University of Nis. – Текст ћир. и лат. –  
Текст штампан двостубично. – Тираж 50. – Стр.  
[6]: Предговор четвртој конференцији ТИЛ 2011  
/ Миомир Љ. Јовановић. – напомене и  
библиографске референце уз текст. –  
Библиографија уз сваки рад. – Summaries.

ISBN 978-86-6055-014-1

а) Логистика – Зборници  
COBISS.SR – ID 183879436