

| SISTEM RADA                      | Gateway sistemi sa shuttle i Y shuttle vozovima | HUB sistemi sa shuttle i Y shuttle vozovima | Direktni blokovski i deljeni vozovi | HUB sistemi sa blokovskim i deljenim vozovima | Linijski vozovi  |
|----------------------------------|---|---|-------------------------------------|---|------------------|
| <b>Operativni uslovi</b>         |   |   |                                     |   |                  |
| godišnji obim saobraćaja (TEU)   | 20.000  | 10.000-20.000                               | 10.000-20.000                       | 10.000  | 5.000            |
| stabilnost saobraćaja            | veoma važno                                     | veoma važno                                 | važno                               | nije važno                                    | nije važno       |
| <b>Operacioni aspekt</b>         |   |   |                                     |   |                  |
| rastojanje (km)                  | 500   | 200   | 300                                 | 200   | 100-200          |
| dostupnost terminala             | veoma važno                                     | veoma važno                                 | nije tako važno                     | nije važno                                    | važno            |
| fleksibilnost opreme             | veoma važno                                     | veoma važno                                 | nije tako važno                     | nije važno                                    | važno            |
| <b>Indikatori karakteristika</b> |   |   |                                     |   |                  |
| učestalost usluge                | 6 vozova nedeljno                               | 1 voz dnevno                                | 3 voza nedeljno                     | 1 voz dnevno                                  | 3 voza nedeljno  |
| pouzdanost                       | veoma pouzdano                                  | veoma pouzdano                              | pouzdanost                          | pouzdanost                                    | ne tako pouzdano |

**Табела 5:Анализа односа оперативних решења и тржишних фактора**

#### **4.1.4. Копнено-речне ( поморске ) технологије транспорта**

Технологија транспорта коришћењем друмских и поморских – речних транспортних средстава може се поделити у 3 основна подсистема:

- технологија транспорта ISO конテナра,
- технологија транспорта товарних јединица (возила друмског саобраћаја – Roll on –Roll off) RO-RO систем,
- технологија транспорта баржи речног саобраћаја ( поморско-речни саобраћај)

Ова врста технологија интегралног-интермодалног саобраћаја омогућује успешно повезивање копнених и поморских система превоза у циљу реализације непрекидног транспортног ланца.

Поред коришћења железнице за транспорт седластих приколица или комплетних друмских возила може се користити, ако постоје одговарајући услови, и речни (поморски) саобраћај. У случају да се друмска возила превозе средствима речног односно поморског саобраћаја онда се говори о Ro-Ro технологијама. Ове технологије подразумевају хоризонталан претовар преко рампи на чеоној или бочној страни брода. Возила се могу аспоређивати на више нивоа на броду уз помоћ рампе или покретних платформи (Roll on – Roll ff). У случају да се распоређивање возила реализује специјалним лифтовима ватехнологија се назива LO-LO (lift on – lift on) технологија.

Техничку базу ове технологије чине Ro-Ro бродови, товарне јединице Ro-Ro технологије транспорта, Ro-Ro рампе и терминали са пратећом механизацијом и инфраструктуром. Као што је већ поменуто, товарно манипулативне јединице које се јављају у Ro-Ro саобраћајусу: комплетна или делови друмских теретних возила, железничка кола или комплетне композиције, комадна роба на посебним носачима (трејлерима), контенери на трејлерима итд.



**Слика 23:Технологија Ro-Ro**

Товарне јединице Ro-Ro технологије транспорта су:

- транспортна средства друмског саобраћаја – комплетна / седласте приколице
- железнички вагони



**Слика 24:Ro Ro брод**

Основне карактеристике овог начина интермодалног саобраћаја су :

- реализација транспорта од врата до врата
- потпуна интеграција друмског и водног и железничког и водног превоза ,
- транспорт терета у свим облицима ( контејнери,палете камиони, полуприколице,вагони)
- брз утовар / истовар бродова у лукама – краће задржавање и повећење обрта,
- смањен ризик од оштећења роба,смањен ризик у транспорту,
- за манипулације потребан минималан простор, овбављање утовара/истовара је непрекидно

#### 4.2. КРАТКИ ПРИКАЗ ИСТРАЖИВАЊА ИЗ ДОМЕНА РАЗВОЈА ИНТЕРМОДАЛНИХ КОПНЕНИХ ТЕРМИНАЛА

Обим робног саобраћаја у Европи, само у току последње деценије, порастао је за више од 30% у односу на ранији период. У свему томе, на значају је највише добио удео друмског-путног транспорта у свеукупном превозу добара. Без обзира на негативне ефекте које ствара у окружењу (бука, загађење од издувних гасова, велики проценат саобраћајних незгода, а нарочито проблем везан за загушење друмских саобраћајница због великог обима транспорта), његова експанзија се очекује и у даљој будућности.

Међутим, нове технологије робног транспорта заговарају управо смањење претходно наведених негативних утицаја друмског-путног саобраћаја на окружење и то првенствено увођењем интегрисаног транспортног ланца, тј. интермодалног транспорта.

У суштини, основна сврха коришћења интермодалног (интегрисаног) транспорта је обједињавање предности сваког од коришћених видова који су укључени у превоз одређене врсте и количине робе. Уобичајено је да се железница користи за већа растојања и веће количине робе, док се друмски транспорт користи првенствено за доставу, односно транспорт на краћим растојањима, при чему су укупне превезене количине значајно мање у поређењу са железничким видом транспорта.

Увођење интермодалног транспорта је у робном промету у Европској заједници приоритетни циљ. У том контексту, Европска Комисија (European Commission) лансирала је бројне пројекте који су усмерени на организационо унапређивање, тако да се створе могућности за побољшање перформанси транспорта робе железницом. У исто време, Европа подржава и развој бројних пилот-пројеката и истраживања на ову тему који су уперени у правцу усаглашавања међународних инфраструктурних стандарда, безбедоносних регулатива, помоћне и пратеће опреме за мрежу интермодалног транспорта и сл.

Како су најважнији елементи мреже интермодалног транспорта свакако интермодални терминали, односно чворови у којима се врши укрштање два или више праваца превоза, решавању различитих класа проблема из овог домена посвећује се све више пажње, па се у великом броју радова разматрају поједини аспекти проблема.

У публикацији<sup>8</sup>, се развијају макро и микро модели интермодалних система. Макромодел за анализу оправданости преласка са унимодалног на мултимодалне системе транспорта у оквиру кога се на бази функције минималних трошкова, за сваку варијанту развоја терминала може добити оптимално решење у односу на цену по претовареној интермодалној јединици. Микро моделом дефинише се локација и основни layout. За одређивање потребног броја претоварних колосека, односно колосека за чекање састава развијен је трошковни модел који респектује инвестиционе и трошкове одржавања терминала, количину терета, односно број јединица. У раду се наводе и следећи резултати анализе, случај да се сви возови опслуже у предвиђеном времену, односно када се 95% приспелих састава опслужи у року од 20 минута:

| Br. intermodalnih jedinica po danu | Br. pretovarnih koloseka | Br. koloseka za čekanje |
|------------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 250                                | 4                        | 0                       |
| 500                                | 4                        | 4                       |
| 750                                | 2x4                      | 2x2                     |

**Табела 6: Однос броја интермодалних јединица приспелих на претовар у року од 20 минута**

Такође, велики број радова обрађује тематику лоцирања интермодалних терминала. Утицај локације нових и алокације постојећих терминала на удео мултимодалног

<sup>8</sup> A. Ballis, J. Golias, 2004. Towards the improvement of a combined transport chain performance. European Journal of Operational Research 152, 420-436

транспорта разматран је на моделу који је тестиран на области Иберијског полуострва (Шпанија).

Развијени модел анализирао је перформансе интермодалног транспортног система у оквиру различитих сценарија добијених на бази варирања пет основних група улазних величина:

1. промене у транспортним трошковима на железници
2. промене у трошковима претовара
3. техничка усклађеност железничке мреже на међународном нивоу (дефинисана као проблем услед чињенице да се ширина колосека у Шпанији разликује од остатка Европе)
4. лоцирање нових терминала
5. оптимизација локације постојећих терминала.

Европска мрежа мултимодалног саобраћаја посматрана је у оквиру два подсистема:

- аутопутеви и друмске саобраћајнице) који садрже 2191 правац и 1745 чворова
- железница, коју чини 1706 праваца и 1745 чворова

Ова Европска мрежа у свом саставу има 175 постојећих терминала од чега 15 на територији Шпаније, и још 13 потенцијалних терминала на подручју Шпаније. Сваки од сценарија упоређен је са референтном ситуацијом. При томе, разматрани су правци дужи од 500 km.

Резултати истраживања показују да удео мултимодалног транспорта на тржишту зависи од односа трошкова друмског и железничког саобраћаја, а готово уопште не зависи од избора локације нових, односно релоцирања постојећих терминала.

Генерално гледано, веома често разматрани проблеми односе се на избор оптималне локације терминала интермодалног транспорта, тзв. hub-ова, који би били повезани фиксним саставима, тзв. *shuttle* возовима.

Постоји велики број модела везаних за лоцирање hub-ова који се конципирају са циљем давања одговора на неке од кључних дилема:

- коју количину робе сваки (потенцијални) центар може да прими, или опслужити?
- у ком проценту се *shuttle* возови могу издвојити из блока возова?
- који коридори се могу користити за саобраћај теретних возова великих брзина?
- на који начин се могу оценити ефекти реализације робних токова који би се реализовали у складу са предходним условима?

Присутни су и неки одговори. Једноструки итинерери (који имају један извор и једно одредиште) могу бити ефективни (остварити добит) са прагом растојања од преко 740 km, док такозвани bi-hub системи (један извор, а два одредишта), на основу процењених дневних трошкова суисплативи на дистанцама око 950 km. Такође, код bi-hub система оправдано је коришћење директних линија возова великих брзина.

Проблем оптималне локације центара (hub-ова) је у последњој деценији разматран највећим делом у контексту ваздушног транспорта и телекомуникација. Међу првима, проблемима локације hub-ова бавили су се O'Kelly и Klincewicz.

У циљу увођења фактора смањења трошкова транспорта између хуб-ова коришћен је линеарни discount фактор.

Генерално, дефинисани проблем је прилично тежак за решавање те се по правилу предлаже примена хеуристика.

Проблем лоцирања hub-ова на мрежи интермодалних терминала разматрају И. Рацуница и L. Wynter. Студија је реализована за 32 терминала у Алпској области а у моделу су коришћени следећи варијабилни трошкови:

| Operacija                 | Troškovi (euro/kontener) |
|---------------------------|--------------------------|
| Ranžiranje                | 57                       |
| Kretanje iz/ka hub-ovima  | 163                      |
| Kretanje direktnih vozova | 0.5 / km                 |
| Ranžiranje u hub -ovima   | 8                        |
| Razdvajanje po pravcima   | 0.5                      |

**Табела 7:Анализа трошкова по сегментима транспортно-претоварних операција**

Фиксни трошкови развоја hub-ова процењени су понаособ, тако да су развијена три сценарија: за високе, средње и ниске трошкове. При томе, модел решава проблеме до 3 hub-а. Коришћене су три хеуристике, чија решења одступају 5-15% од оптималних. Решења су показала да се развојем терминала у Минхену, Милану и Мајнхајму обезбеђује задовољавајући ниво функционисања система.

Као важан сегмент истраживања у области интермодалног транспорта јавља се свакако и проблематика везана за идентификацију параметара који утичу на сама решења терминала у смислу layout-а, примењене технологије претовара и организације железничког саобраћаја итд. Параметри идентификовани као значајни за упоредну анализу различитих конфигурација терминала у смислу примењене технологије претовара и организације железничког саобраћаја су следећи:

- дужине претоварних колосека
- искоришћење претоварних колосека
- тип и број претоварно-манипулативних средстава
- расподела/организација наилазака возова и друмских транспортних средстава
- просечна висина слагања/одлагања интермодалних транспортних јединица
- систем приступа терминалу (нарочито железнице) и процедуре

Дакле, на основу наведених параметара извршено је поређење терминала у погледу трошкова. Са једне стране посматрани су терминали где се примењују класичне технологије претовара: рамне дизалице и манипулатори са телескопирајућом захватном направом.

При томе треба истаћи да се овај манипулатор обично користи за мање терминале и то због ниске цене и флексибилности (у Италији 32 од 34 терминала користе ова средства), док се рамне дизалице користе за већи обим рада у комбинованим терминалима и где је организација возова таква да се транспорт врши ноћу док се опслуживање возова реализује током дана. Са друге стране, разматрани су терминали у којима се примењују иновативне технологије претовара (брзи претовар и висок степен аутоматизације), док се за организацију функционисања железнице примењују различити системи као што су линијски возови, hub-and-spoke и shuttle системи. За терминале са класичним технологијама разматран је различит број претоварних средстава (максимално 3), док су код терминала са иновативним технологијама разматране четири различите технике.

За анализу је коришћен модел који је сачињен из четири дела и то: експертског система (заформирање конфигурације терминала), генератора наилазака возова и друмских транспортних средстава, симулациони модел терминала (узето је у обзир време рада терминала, начин рада манипулативних средстава, модел наилазак камиона и синхронизација наилазак камиона и операција у терминалу) и модел трошкова. Критеријуми за прихватљивости одређеног решења терминала билу су да сви возови буду опслужени унутар реда војње као и да време чекања камиона задовољи критеријум квалитета опслуге. Критеријум квалитета опслуге је био задовољен уколико се 95% пристиглих камиона опслужи у периоду од 20 минута. Овај критеријум је коришћен у истраживачким пројектима Европске Уније и потврђен је од стране оператера у терминалу.

Значајно је истаћи, да је питање трошкова у комбинованом транспорту увек било "сива" зона и да не постоји универзална методологија утврђивања трошкова на железници. Такође, веома је мало доступних информација које су везане за оперативне трошкове у случају квара. Модел који је развијен за потребе поређена терминала обухватио је трошкове инфраструктуре (за период амортизације је усвојено 30 година за земљиште и 20 година за различите инсталације и опрему у оквиру терминала; каматна стопа 7% за читав период амортизације – базирано на претпоставкама експертских оцена, одржавања и енергије, персонала, процедуре приступа возова и трошкове времена опслуге средстава (ови трошкови су рачунати на основу просечног времена чекања воза од 37,525 Еуро/х).

Закључено је да постоје извесне сличности али и значајне разлике када су у питању терминали у којима се примењују класичне односно иновативне технологије. Наиме, са аспекта захтева за простором односно уштеде у простору не постоје велике разлике, али је лауоут терминала где се примењују иновативне технологије флексибилнији. Супротно наведеном, постоје значајне разлике са аспекта броја ангажованих средстава за скоро исти обим претовара интермодалних транспортних јединица. Наравно, за терминале са иновативним технологијама потребан је мањи број средстава, али то захтева обезбеђење континуалности процеса јер отказ ових средстава производи значајне негативне ефекте.

Анализа различитих решења терминала са аспекта трошкова показала је да су трошкови у случају мањег обима рада релативно високи и да они опадају са повећањем обима али се такође може запазити и одређени асимптотски тренд на нивоу од 30 Еуро/ИТУ. Поред наведеног, значајно је уочити чињеницу да много више алтернатива постоји за средње и велике терминале (350 ИТУ/дан), док за мање терминале доминирају класичне технологије. Без обзира на горе наведене разлике односно предности које имају поједина решења намеће се закључак да свака конфигурација терминала може бити ефикасна за одређени обим рада.<sup>9</sup>

#### **4.3. КРИТЕРИЈУМИ ЗА ИЗБОР МИКРОЛОКАЦИЈЕ ТЕРМИНАЛА**

На основу методолошког приступа који је развијен на катедри за логистику Саобраћајног факултета у Београду, дат је начин и метод за дефинисање и утврђивање критеријума који одређују избор микролокације интермодалног терминала-чворишта. Овакав приступ укључује разматрање свих параметара са микро и макро аспекта, као и међусобну интеракцију интересних група- учесника, њихових интереса и циљева. Интересне групе су сви учесници у транспортном процесу интермодалног саобраћаја:

##### **Корисници**

- Пошиљаоци/примаоци,
- Шпедитери
- Транспортни оператери
- Интермодални транспортни оператери
- Удружења комбинованог ( интегралног ) транспорта

##### **Терминал**

- Инвеститори
- Оператери

##### **Друштво**

- Управа ( државна, регионална, градска)
- Привредни субјекти
- Остале организације

<sup>9</sup> Методологије истраживања из области интермодалних технологија су преузета из публикација које су обрађивале ову област а представљене су у оквиру Студије IMOD интермодална решења и конкурентност у транспортном сектору Србије - Ефекти развоја интермодалних терминала у Србији – ПРОЈЕКАТ Министарства за капиталне инвестиције, Саобраћајног факултета и SINTEF-a

Развојем методолошког поступка долази до међусобних релација интересних група у процесу утврђивања микролокације интермодалних терминала кроз реализацију циљева интересних група ( квалитет услуге, минимални логистички трошкови, заштита животног окружења, растерећење друмских саобраћајница ).

Овај метод је дао излазне параметре кроз следеће критеријуме:

Критеријуми корисничког система:

- транспортни трошкови
- време транспорта
- поузданост
- доступност
- флексибилност
- структура понуде услуга
- инегрисаност видова транспорта
- приступ робама
- удаљеност корисника од терминала
- могућност умрежавања у интермодалну саобраћајну мрежу

Критеријуми система терминала:

- степен развоја терминала
- положај у односу на транспортне коридоре
- степен развоја привредног центра и логистичког система
- степен изграђености капацитета система
- законска регулатива, власништво земљишта
- веза са лукама и другим терминалима
- интензитет интермодалних транспортних ланаца

Критеријуми друштвеног система:

- усклађеност са стратегијом привредног развоја, просторно-планском документацијом и плановима развоја интермодалног транспорта
- енергетска потрошња
- заштита ресурса
- еколошки критеријуми
- визуелно уклапање у окружење
- заштита саобраћајне инфраструктуре
- безбедност саобраћаја
- утицај на посебне, осетљиве зоне и др.

Овакав методолошки принцип подразумева вишекритеријумско вредновање које ће на крају дати потенцијалну микролокацију интермодалног терминала.

#### **4.4. СИМУЛАЦИОНИ ПРИСТУП У УТВРЂИВАЊУ ПЕРФОРМАНСИ ИНТЕРМОДАЛНИХ РЕШЕЊА\***

Модел квантитативне анализе ефеката развоја интермодалних решења, због саме природепроблема кога је карактерисао значајан степен неизвесности и неодредјености практичних кључних улазних величина, морао је бити конципиран на начин да се у највећој могућој мери ублажи утицај и умање негативни ефекти присуства два основна проблема:

- неизвесности у процени будућих интермодалних токова узроковану практично

---

\* IMOD интермодална решења и конкурентност у транспортном сектору Србије - Ефекти развоја интермодалних терминала у Србији – ПРОЈЕКАТ Министарства за капиталне инвестиције, Саобраћајног факултета и SINTEF-а

- непредвидивим темпом економског развоја појединих региона и непоузданим, непрецизним и често нерасположивим статистичким подацима
- непредвидивости будуће структуре робне размене у смислу врста и количина робе, изворишних и одредишних дестинација и односа појединих интермодалних и традиционалних технологија у реализацији тих токова

У суштини, имајући ово у виду, проблем решаван у оквирима овог пројекта био је типични проблем одлучивања у условима неизвесности, што је, логично, захтевало и одговарајући приступ дефинисању улазних величина, односно перформанси самог система. С обзиром да је са циљем респектовања назначених неодређености и неизвесности развијено одговарајући симулациони модел, то је било неопходно и дефинисање расподела свих стохастичких величина које су биле предмет анализе.

Отуда, утврђивање перформанси система у оквиру различитих сценарија, сагласно дефинисаним основним циљевима пројекта, подразумевало је:

- развој симулационог модела система
- утврђивање расподела стохастичких величина које описују токове транспорта
- утврђивање трошkových, временских и карактеристика које описују утицај на окружење

#### 4.4.1. Концепт симулационог модела и стохастичне величине коришћене у анализи

Симулациони модел коришћен у анализи развијен је са идејом да испита утицај три основне групе стохастичких величина:

- **Расподела вероватноћа учешћа појединих интермодалних технологија у укупним увозно-извозним токовима** (контенери, hucke-pack, Ro-Ro)
- **Расподела вероватноћа увозно извозних токова између терминала и изворишних, односно одредишних региона у Србији.** –

Транспортни токови између парова *“терминал у Србији – изворишна/одредишни региони”*, такође су класификовани у четири групе, чије учешће је дефинисано одговарајућим расподелама вероватноћа базираним на статистичкој обради расположивих података, превасходно оних из 2002. године. На бази тога, моделом се врши симулација учешћа сваке од група и потом симулира транспортне токове између појединих региона и терминала у оквиру посматраног сценарија. При томе, интензитет токова до/од појединих терминал био је обрнуто пропорционалан растојању до терминала, док је учешће појединих врста интермодалних јединица на сваком од токова такође симулирано на бази одговарајућих расподела вероватноћа чији су параметри одредјени комбиновањем статистичке анализе расположивих података и експертских оцена. Аналогно претходном концепту симулација учешћа појединих региона и симулација токова до појединих терминала, и у овом случају значила је, у исто време и симулацију дводимензионе расподеле количина-релација. Поред овога, у циљу елиминације проблема повезаних са пресликавањем постојећих односа у економској развијености појединих региона, и сам степен перспективног развоја региона није посматран као константа, већ је на бази дефинисаних вероватноћа допуштена могућност измене статуса региона, премештањем у групу са већим, односно мањим степеном развоја, што у суштини значи економски развој, односно деградацију региона, што за последицу има могућност промене интензитета токова из неког региона или ка њему.

• **Расподела вероватноћа увозно извозних токова између терминала у Србији и изворишних, односно одредишних тачака у иностранству.** – Транспортни токови између парова *“терминал у Србији – изворишна/одредишна тачка тока”*, класификованису у четири групе, чије учешће је дефинисано одговарајућим расподелама вероватноћа базираним на статистичкој обради расположивих података, превасходно оних из 2002. године. Унутар сваке од тих група дефинисане су и расподеле вероватноћа учешћа појединих земаља које припадају групи. На бази тога,



моделом се врши симулација учешћа сваке од група дестинација, а потом и учешћа сваке од земаља унутар групе. Како су укупне количине роба дефинисане сценаријима, симулација учешћа значи, у исто време и симулацију количине на одређеној релацији. С обзиром да су све изворишне/одредишне земље на познатим растојањима, то овакав приступ, очигледно, одговара симулацији дводимензионе расподеле количина растојања. Истовремено, на овај начин елиминише се и проблем пресликавања постојећих односа између токова према различитим дестинацијама, који је, без сумње, неизван за будући период. Обзиром да је у овом пројекту разматрано постојање три интермодалне технологије транспорта то је морао бити дефинисан и однос интензитета ових токова. Респектујући уведени концепт неизвесности удела сваке од технологија у посматраном периоду, учешће *huckersack*, односно Ro-Ro технологије, описани су нормалним расподелама са средњим вредностима 5%, односно 3% и стандардним одступањима 1.5% и 0.7%, респективно.

Учешће контејнерских токова дефинисано је потом као ресидуал до 100%. Вредности од 5 односно 3 процента као средње вредности учешћа *huckersack* и Ro-Ro технологије, дефинисани су на основу експертских процена, у зависности од врсте робе и одредишне земље, при чему је структура дестинација и роба коришћених у симулацији била базирана на расположивим статистичким подацима из 2002.год.

Аналогно учешћу појединих технологија у робним токовима 2002.год. утврђене су и просечне тежине робе која се транспортује у јединицама интермодалног транспорта, чиме је омогућено да се, уз претходно дефинисано учешће појединих технологија одреди и број интермодалних јединица у појединим сценаријима.

На основу показатеља привредне развијености Србије сви региони су подељени у четири велике групе. Прва група обухвата само град Београд. Друга обухвата седам региона (Северно-бачки, Средње-банатски, Северно-банатски, Јужно-банатски, Западно-бачки, Јужно-бачки и Нишавски региони), четврта шест (Косовски, Пећки, Призренски, Косовскомитровачки, Косовско-поморавски региони и Црна Гора), а у трећу групу спадају сви остали региони. Учешће сваке групе је дефинисано на основу учешћа у робним токовима добијеним из статистичких података за 2002.год. Учешћа појединих група у моделу су представљена равномерним расподелама на следећим интервалима:

- прва група 30-35%
- друга група 23-30%
- трећа група 26-32%
- четврта група 9-15%,

Након симулације вредности наведених расподела, коначно одређивање учешћа сваке групе реализовано је пондерисањем симулираних вредности на начин да се обезбеди 100%.

Такође, како је то претходно истакнуто, остављена је и могућност промене у односима (јачини) региона, на начин што је у свакој симулацији (која означава једну реализацију укупних годишњих токова) на бази одговарајуће вероватноће «пружана» могућност промене структуре тако што је вршена пермутација учешћа региона (добијених на основу података из 2002.год.) у оквиру истих група. Такође, симулирана је и могућност "преласка" једног или два региона из друге у трећу групу, што је, наравно, подразумевало и прелазак региона у супротном смеру. Вероватноће промене статуса региона су дате у табели 12.

| Број региона који<br>менја статус | 0   | 1    | 2   |
|-----------------------------------|-----|------|-----|
| Вероватноћа<br>реализације        | 0.6 | 0.35 | 0.5 |

**Табела 8: Вероватноће промене статуса региона**

Пондерисањем учешћа појединих класа добијено је учешће сваке у укупним токовима. При томе, учешћа појединих земаља добијена су на бази симулације равномерних расподела учешћа сваке од земаља из класе.

За примену симулационог модела, поред утврђивања локацијских и сценарија анализе интензитета токова и поред дефинисања расподела токова по релацијама и регионима, било је неопходно дефинисати и остале релевантне величине.

На основу радова објављених у стручној литератури која покрива посматрану област предвиђен је пораст количине робе која се транспортује интермодалним токовима у случају постојања већег броја терминала, па је предходно наведена количина намењена контејнерским и *hucke-pack* јединицама увећавана за 1.5% у сценаријима у којима је предвиђено постојање 5 и 6 терминала, односно за 3% у сценаријима у којима је предвиђено постојање више од 6 терминала.

Обзиром да модел разматра три међусобно независна тока ИТ јединица, растојања се могу посматрати на основу јединица чији се ток анализира. На тај начин, на једној страни имамо растојања која се везују за контејнерске и *hucke-pack* токове, а на другој растојања која су релевантна за *Ro-Ro* токове, обзиром да је реч о дистанцама на пловном путу.

У погледу растојања која се прелазе контејнерским и *hucke-pack* токовима растојања од полазних (одредишних) локација до терминала су представљена растојањима од центра посматраног региона до локације терминала. Растојања између терминала су рачуната од посматраног терминала до центра одредишне (полазне) земље, при чему је у обзир узимано још и растојање од центра одредишне земље до одредишне локације, а које је рачунато на бази просечних вредности.

Што се тиче растојања која се прелазе *Ro-Ro* технологијом, узимана су растојања реком од Београда (као јединог *Ro-Ro* терминала) до одредишне земље, при чему су у обзир узимане само земље које се налазе на Дунаву. Растојања до терминала у одредишној земљи прилагођена су положају луке.

Поред описаних, у наставку су размотрене и остале улазне величине коришћене у моделу: временске, трошковне, и карактеристике које одређују утицај на окружење.

Свакако, треба нагласити да су поред прорачуна перформанси токова интермодалног транспорта рачунате и перформансе процеса транспорта робе друмским саобраћајем, како би се обезбедила могућност поређења технологија.

#### **4.4.2. Трошковни аспект**

Анализа ефеката увођења интермодалних система на снижење трошкова била је базирана на идеји сагледавања трошкова примене класичних са једне и интермодалних технологија са друге стране. Дакле, поређени су трошкови директног друмског транспорта од изворишта до одредишта, са трошковима примене одговарајуће интермодалне технологије: контејнерског, *hucke-pack*, односно *Ro-Ro* транспорта.

У случају трошкова транспорта (С), јединице интермодалног транспорта, посматрани су следећи парцијални трошкови (слика 25):

1. трошкови превоза ИТ јединице од полазне тачке до терминала
2. трошкови претовара јединице на пуфер уколико се ради о контејнерској технологији
3. трошкови претовара (утовара) јединице на железнички вагон (брод, у случају *Ro-Ro* технологије)
4. трошкови транспорта између полазног и одредишног терминала
5. трошкови претовара (истовара) јединице са железничког вагона (брода, у случају *Ro-Ro* технологије)
6. трошкови претовара јединице на транспортно возило уколико се ради о контејнерској технологији
7. трошкови превоза до одредишне локације

За трошкове транспорта ТЕУ јединице до терминала коришћени су подаци из тарифа за превоз робе железницом чије су вредности дате у табели 13.

За трошкове транспорта ТЕУ јединице железницом преузете су вредности из тарифа за превоз робе железницом (дати у табели 14) при чему је вредност множена коефицијентом 0,55 што је у складу са постојећим тарифама. За транспорт *hucke-pack* технологије коришћене су исте тарифе, али је вредност коефицијента једнака 1.



Слика 25 : Парцијални трошкови који су били предмет анализе

| Rastojanje (km) | Cena (Eura)                                    |
|-----------------|--|
| 20              | 110  |
| 50              | 150  |
| 100             | 230  |
| preko 100       | $230 + ((\text{rastojanje} - 100) * 2) * 1.05$ |

| km  | Eura | km   | Eura | km   | Eura |
|-----|------|------|------|------|------|
| 150 | 156  | 700  | 401  | 1300 | 661  |
| 300 | 212  | 750  | 423  | 1400 | 704  |
| 360 | 238  | 800  | 443  | 1500 | 744  |
| 400 | 262  | 850  | 468  | 1600 | 784  |
| 450 | 287  | 900  | 489  | 1700 | 824  |
| 500 | 305  | 950  | 519  | 1800 | 864  |
| 550 | 332  | 1000 | 533  | 1900 | 904  |
| 600 | 354  | 1100 | 574  | 2000 | 944  |
| 650 | 381  | 1200 | 618  | 2100 | 984  |

Табела 9 : Тарифе коришћене за транспорт конテナра железницом

Трошкови транспорта конテナра реком добијени су на основу податка о возарини која сенаплаћује на линији Београд-Констанца и која износи 400 Еура за 20-стопни контејнер, и коришћена је вредност од 0.4 еура/контејнеру по километру пловног пута.

За трошкове претовара јединица интермодалног транспорта коришћена је вредност из тарифа запревоз робе железницом у којој она износи 30 еура по ТЕУ, при чему је иста вредност коришћена и за претовар hucke-pack јединица.

За трошкове транспорта ТЕУ јединица до терминала у одредишној земљи коришћена је вредност од 0.5 еура/км, која је добијена на бази експертске процене о транспорту 40'-стопног контејнера на територији ЕУ и која износи 0.86 еура/км, при чему је иста тарифа коришћена и за одвоз hucke-pack и RoRo технологије.

За трошкове довоза hucke-pack и RoRo интермодалних јединица до терминала у земљи

коришћена је тарифа од 0.95 еура/км за јединице које нису у месту где је лоциран терминал, а за јединице које потичу из места где се налази терминал коришћена је тарифа од 110 еура/ИТ јединици Трошкови транспорта RoRo јединица одређени су на основу података о тарифама које се примењују на линији Vidin-Passau што износи 85 еура/метру дужине полуприколице, што се може свести на 0.8 еура/Ro-Ro јединици, при чему су, на основу истих података, у обзир узимани и трошкови утовара/истовара јединице у износу од 10 еура/јединици. У прорачуну транспортних трошкова за транспорт робних токова друмским транспортом коришћена је процена од 1 еура/км.

#### 4.4.3. Временски аспект

У случају времена транспорта (Т) јединица интермодалног транспорта, парцијални елементи

обухватају следећа времена (слика 29):

1. време транспорта ИТ јединице од полазне тачке до терминала
2. време задржавања у терминалу
3. време чекања до формирања воза (брота)
4. време транспорта између терминала
5. време задржавања у терминалу
6. време транспорта ИТ јединице до одредишне локације



Слика 26: Парцијална времена реализације процеса респектована у моделу

Време транспорта друмским саобраћајем је рачунато аналогно интегралном а просечна брзина возила у међународном транспорту је процењена на 70km/h. У обзир је узимано и просечно време које возило проведе у стању мировања (из било којих разлога), при чему је оно процењено за 6 h.

Време транспорта јединица до терминала је добијено на основу односа растојања од терминала до полазне (одредишне) тачке тока и просечне брзине кретања возила на том растојању, при чему је у обзир узимано и време задржавања возила у терминалу, а сви подаци су добијени на бази експертских процена и приказани у табели 15.

| Rastojanje (km) | Prosečna brzina (km/h) | Zadržavanje u terminalu (u odnosu na vreme vožnje) |
|-----------------|------------------------|--|
| ≤25             | 35                     | 0.772727   |
| >25             | 50                     | 0.216216   |

Табела 10: Параметри коришћени у моделу

Као просечно време чекања конテナ на формирање воза коришћена је процена од 48 h чекања, док је код *hucke-rack* и RoRo технологије то време процењено на 5 h. За брзину кретања воза коришћена је просечна брзина коју оствари воз Сава Експрес на релацији Љубљана-Београд и која износи око 45 km/h. За брзину кретања речног брода коришћена је просечна брзина коју оствари брод на релацији Vidin-Passau и која износи око 25 km/h.

#### 4.4.4. Еколошки аспект

У прорачуну уштеда које се постижу у емисији штетних гасова коришћени су подаци дати у [14]. У случају посматрања еколошких параметара – E, парцијални елементи обухватају следеће (слика 30):

1. еколошки ефекти у транспорту ИТ јединице од полазне тачке до терминала
2. еколошки ефекти у транспорту ИТ јединице од терминала до одредишне тачке



**Слика 27: Парцијални елементи узимани у обзир при процени утицаја на окружење**

Најзначајнији штетни утицај који транспорт има на окружење јесте у загађењу ваздуха. Свака литра горива које транспортно средство сагори, односно потроши, ослободи у окружење 100 грама угљен монооксида (CO), 20 грама веома штетних органских једињења, 30 грама оксида азота, чак 2,5 килограма угљен диоксида (CO<sub>2</sub>), укључујући и многа друга штетна дејства као што су једињења олова, сумпора и других загађивача.

Свако од поменутих једињења доприноси загађењу ваздуха, а угрожавање људског здравља је крајњи ефекат који настаје њиховом емисијом у животну средину. У развијеним земљама, интенција је да се емисије штетних гасова смање за најмање 5 % до 2008. односно до 2012. године.

#### 4.4.4.1. Састав загађења која емитују друмска возила

Велики број активности које обављају транспортна средства генерално су окарактерисана као активности које угрожавају, односно загађују животну средину, тј. окружење. Заступљеност неких материја, тј. загађивача анализира се до детаља, из разлога што за њих постоје расположиви, релевантни и поуздани подаци који се редовно прате, мере и упоређују са дефинисаним границама. За остале загађиваче, ти подаци су веома оскудни и ограничени, тако да су недовољни у смислу да могу да осликају право стање у животnoj средини. Отуда се намеће закључак да се за неке загађиваче може обезбедити чврста и поуздана основа у смислу релевантних података за све типове возила. За другу групу истих је пак могуће обезбедити само неке просечне показатеље углавном базирани на одређеним проценама, и то преко интензитета емитовања штетних утицаја, док је за такве загађиваче правих, односно релевантних и поузданих података веома мало. Генерални списак загађивача животне средине (који долазе од транспортних средстава) укључује следеће материје:

1. угљен-диоксид -  $\text{CO}_2$  (који још увек, према постојећим прописима није законски дефинисан као загађивач, обично се узима у разматрање јер се сматра најважнијим "гасом стаклене баште" који доприноси глобалном загревању);
2. угљен моноксид -  $\text{CO}$ ;
3. испарљива органска једињења (позната као угљоводоници) -  $\text{VOC}$  ( $\text{HC}$ );
4. оксиди азота -  $\text{NO}_x$  (творевина оксида азота добијена реакцијом азота и кисеоника; веома осетљива на промену температуре приликом сагоревања);
5. чврсте супстанце (атоми, честице) -  $\text{PM}$ ;
6. сумпор-диоксид -  $\text{SO}_2$ ;
7. једињења олова -  $\text{Pb}$ ;
8. азот диоксид -  $\text{NO}_2$ ;
9. амонијак -  $\text{NH}_3$ ;
10. азот субоксид -  $\text{N}_2\text{O}$  (познат као гас смејавац);
11. тешки метали -  $\text{HM}$  - (кадмијум -  $\text{Cd}$ , цинк -  $\text{Zn}$ , бакар -  $\text{Cu}$ , хром -  $\text{Cr}$ , никл -  $\text{Ni}$ , селен -  $\text{Se}$ );
12. хидроген сулфид -  $\text{H}_2\text{S}$ .

Са предходно наведене листе загађивача окружења, који су продукти рада транспортних средстава, за потребе овог пројекта разматрани су други, трећи и четврти загађивач са наведеног списка (угљен-моноксид, разна органска једињења која својим испаравањем угрожавају окружење и оксиди азота).

Испарљива органска једињења  $\text{VOC}$  (volatile organic compound) обједињују широку лепезу различитих органских једињења, са различитим, али углавном штетним утицајима на људско здравље и окружење, па се према утицају ова група загађивача разматра у оквиру две подкатегије:

1. метан -  $\text{CH}_4$
2. неметански угљоводоници ( $\text{NMVOC}$ ).

Узевши у обзир ове две подкатегије загађивача, следећа табела 16, дели их у три нивоа.

Ова класификација обављена је према нивоу доступности и поузданости расположивих података:

- **Ниво 1:** укључује загађиваче за које постоје расположиви, релевантни, односно подаци са високим степеном поузданости, који се лако прате и мере, те су стога узети у разматрање у даљим анализама;
- **Ниво 2:** овај ниво укључује оне загађиваче за које су на располагању само неки подаци, тако да се не могу разматрати као релевантни, односно репрезентативни;
- **Ниво 3:** односи се на оне врсте загађења за које постоји врло мало података, који, између осталог, немају ни задовољавајући ниво поузданости.

| Zagađivač                            | Nivo 1 | Nivo 2 | Nivo 3 |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|
| Energetska potrošnja CO <sub>2</sub> | *      |        |        |
| CO                                   | *      |        |        |
| VOC                                  | *      |        |        |
| NO <sub>x</sub>                      | *      |        |        |
| PM                                   | *      |        |        |
| SO <sub>2</sub>                      | *      |        |        |
| Pb                                   | *      |        |        |
| N <sub>2</sub> O                     |        | *      |        |
| CH <sub>4</sub>                      |        | *      |        |
| NMVOС                                |        | *      |        |
| VOC                                  |        | *      | *      |
| NH <sub>3</sub>                      |        |        | *      |
| H <sub>2</sub> S                     |        |        | *      |
| NO <sub>2</sub>                      |        |        | *      |
| HM                                   |        |        | *      |

**Табела 11: Категорије загађивача разврстаних по нивоима**

#### 4.4.4.2. Процена загађења која потичу од друмског транспорта

##### **Емисија теретних возила на радним температурама**

У “Workbook on Emission Factors for Road Transport”, приказани су утицаји зрачења за све типове возила, укључујући теретна возила и аутобусе, а од мноштва параметара у обзир су узети нагиб пута и товареност возила; возила су даље подељена у групе према укупној тежини. Овај приручник обезбеђује и посебне емисионе факторе за сваку од група возила (предходно категорисаних према тежини). Функција релевантна за прорачун дата је следећим изразом:

$$\varepsilon = K + av + bv^2 + cv^3 + \frac{d}{v} + \frac{e}{v^2} + \frac{f}{v^3}$$

где су:

ε – степен зрачења у грамима по километру за празна (нетоварена) возила, за аутобусе или за вагоне

К је константа

а – ф су коефицијенти

v је брзина возила у km/h

Када се ради о загађењима, разматрани су угљен-диоксид, угљен-моноксид, угљоводоници, као и оксиди азота. Коефицијенти неопходни за примену горњег израза наведени су у табели 17, за класу теретних возила од 16 до 32 тоне.

|                 | K     | a      | b | c        | d    | e   | f |
|-----------------|-------|--------|---|----------|------|-----|---|
| CO              | 1.53  | 0      | 0 | 0        | 60.6 | 117 | 0 |
| CO <sub>2</sub> | 765   | -7.04  | 0 | 0.000632 | 8334 | 0   | 0 |
| VOC             | 0.207 | 0      | 0 | 0        | 58.3 | 0   | 0 |
| NO <sub>x</sub> | 9.45  | -0.107 | 0 | 7.55E-6  | 132  | 0   | 0 |
| PM              | 0.184 | 0      | 0 | 1.27E-7  | 15.2 | 0   | 0 |

**Табела 12: Емисије штетних гасова за класу возила од 16 до 32 тоне**

#### 4.5. УТВРЂИВАЊЕ ПЕРФОРМАНСИ ИНТЕРМОДАЛНИХ РЕШЕЊА ПРИМЕНОМ р-HUB ЛОКАЦИЈСКОГ МОДЕЛА \*

Због природе копнених интермодалних технологија код којих се главни део транспортног пута реализује железницом, унутрашњим пловним путевима или морем, при чему се почетна изадња фаза транспортног процеса реализују друмским транспортом, проблем лоцирања интермодалних терминала може се представити као р-HUB локацијски проблем. Први р-HUB локацијски проблем, формулисан је као проблем квадратног целобројног програмирања у Од тада проблем је интензивно изучаван и предложене су и бројне линеарне формулације

Проблемима овог типа посвећивана је у протеклој деценији изузетно велика пажња, с обзиром на значај који имају у ваздушном транспорту и телекомуникацијама. Такође, с обзиром да је р-HUB локацијски проблем могуће једноставно проширити на проблем локације интермодалних терминала, велики број радова посвећен је и овом сегменту.

У оквиру пројекта, р-HUB локацијски модел био је базиран на идеји мрежног р-HUB проблема са могућношћу вишеструке алокације корисника терминалима, према концепту изложеном у раду<sup>10</sup>. Међутим, приступ коришћен у овом раду морао је бити модификован сагласно специфичности овде решаваног проблема. Наиме, транспортни токови копненог интермодалног транспорта реализују се преко два терминала (хаба), при чему је први у близини изворишта, а други у околини одредишта. Но, због чињенице да су предмет анализе биле потенцијалне локације терминала у Србији, за познате (претпостављене) локације терминала у иностранству, формулација предложена у модификована је са циљем респектовања наведене чињенице. Поред овога, с обзиром на идеју да се анализира и утицај гравитационе зоне на локацију терминала, било је неопходно проблем формулисати и на начин да се респектује овај захтев. Отуда, у оквиру анализе спроведене у овом пројекту, коришћена је следећа формулација:

$$Z = \sum_{i \in O} \sum_{j \in D} \sum_{k \in H} W_{ij} (C_{ik} + C_{kj} + C_j) \cdot X_{ijk} \rightarrow \min \quad (1)$$

уз ограничења:

\* IMOD интермодална решења и конкурентност у транспортном сектору Србије - Ефекти развоја интермодалних терминала у Србији – ПРОЈЕКАТ Министарства за капиталне инвестиције, Саобраћајног факултета и SINTEF-a

<sup>10</sup> O'Kelly, D. Bryan, D. Skorin-kapov, J. Skorin-kapov 1996. Hub network design with single and multiple allocation: a computational study Location science, 4, no. 3, 125-138



$$\sum_{k \in H} X_{ijk} = 1, \forall i \in O, j \in D \quad (2)$$

$$X_{ijk} - Y_k \leq 0, \forall i \in O, j \in D, k \in H \quad (3)$$

$$\sum_{k \in H} Y_k = p, Y_k \in \{0, 1\} \quad (4)$$

где су:

$p$  – број потенцијалних локација хабова (терминала)

$W_{ij}$  – транспортни ток од изворишта и до одредишта  $j$  (контенера годишње)

$C_{ik}$  – транспортни трошкови друмског транспорта од изворишта и до терминала  $k$  (по контенеру)

$Sk_j$  – транспортни трошкови између терминала  $k$  и терминала  $y$  у близини одредишта  $j$  (по контенеру)

$C_j$  – транспортни трошкови друмског транспорта од терминала блиског одредишту  $j$  до одредишта  $j$  (по контенеру)

$X_{ijk}$  – део тока од изворишта и до одредишта  $j$ , који се реализује преко терминала  $k$   
 $X_{ijk} \geq 0$

$Y_k$  – бинарна променљива,  $Y_k = 1$  ако се на локацији  $k$  отвара терминал,  $Y_k = 0$  у супротном

Ограничење (2) обезбеђује да се токови између парова изворишта и дестинација ( $i, j$ ) реализују преко неког од хабова. Ограничење (3) обезбеђује да се токови рутирају само преко хабова и ограничење (4) спецификује број хабова који се отвара.

Да би се обезбедило и респектовање гравитационих зона, претходна формулација модификована је додавањем још једне групе ограничења и изменом ограничења (4) у облик дат изразом (6). Отуда,  $p$ -HUB локацијски модел који респектује и постојање гравитационе зоне терминала, радијуса  $R_k$  може се формулисати коришћењем израза (1) ~ (3) уз додавање ограничења представљеним изразима (5) и (6).

$$(d_{ik} - R_k) \cdot X_{ijk} \leq 0 \quad (5)$$

$$\sum_{k \in H \cup \{D\}} Y_k = p + 1, Y_k \in \{0, 1\} \quad (6)$$

где су:

$D$  – dummy (виртуелни чвор - терминал)

$d_{ik}$  – растојања између изворишта  $i$ , и хубова  $k$ , ( $d_{iD} \approx 0$ )

$R_k$  – радијус гравитационе зоне хуба (терминала)  $k$

Виртуелни (dummy) чвор укључен је са циљем да "обезбеди" реализацију токова од зонакоје су на удаљености већој од  $R_k$  од сваког отвореног терминала, чиме се спречава нарушавање претходних ограничења. Транспортни трошкови преко dummy чвора узимају седа буду довољно велики како би се спречило рутирање токова, осим када не постоји други хаб који је на растојању мањем од  $R_k$ .

Претходно формулисани  $p$ -HUB локацијски модел решаван је применом LP solve IDE v5.1 софтверског пакета који је под GNU лиценцом.

## 5. ПРИМЕНА МОДЕЛА И ПЕРФОРМАНСЕ ВАРИЈАНТНИХ РЕШЕЊА \*

### 5.1. РЕЗУЛТАТИ ПРИМЕНЕ СИМУЛАЦИОНОГ МОДЕЛА

#### 5.1.1. Ефекти реализације увозно-извозних токова

Резултати квантитативне анализе ефеката развоја интермодалних терминала, добијени као резултат примене развијеног симулационог модела представљени су на сликама и у табелама у наставку. Ови прикази односе се на три сценарија интензитета транспортних токова у 2015. години (песимистички, од 80000, реалистички 120000 и оптимистички од 160000 ТЕУ). При томе резултатима је обухваћено свих 10 локацијских сценарија.

У овом материјалу презентирани су само јединични ефекти развоја интермодалних терминала, односно укупни ефекти сведени на тону превезене робе у увозним, односно извозним токовима. Треба истаћи да је за просечно оптерећење 20-стопних конテナ у моделу коришћена вредност од 17,3 t. Отуда ова вредност може се користити за прорачун номиналних ефеката развоја интермодалног транспорта, једноставним множењем јединичних ефеката са бројем конテナ у сценарију и просечним оптерећењем конテナ. У оквиру квантитативне анализе посматране су три групе ефеката:

- **Економски ефекти**, утврђивани као разлика укупних транспортних трошкова за случај развоја интермодалних решења, односно примене друмског транспорта у реализацији увозно извозних токова (сходно томе негативне вредности економских ефеката, односно негативне вредности уштеда говоре о вишим трошковима реализације транспорта применом интермодалних технологија)

- **Ефекти временских уштеда**, утврђивани су као разлика укупних времена реализације транспортних токова за случај развоја интермодалних решења, односно примене друмског транспорта у реализацији увозно извозних токова (аналогно претходном, негативне вредности ових ефеката говоре о дужим временима реализације транспорта применом интермодалних технологија)

- **Ефекти заштите човекове околине**, утврђивани су као разлика у штетној емисији као последици реализације транспортних токова, за случај развоја интермодалних решења, односно примене друмског транспорта у реализацији увозно извозних токова. Ефекти штетне емисије базирани су на утврђивању количине емитованог угљен монооксида (CO), азотних оксида (NOx) и испарљивих угљоводоника VOC

Резултати анализе приказани су у оквиру три основне групе:

- Прву групу чине табеларни прикази у табелама 13, 14 и 15. С обзиром на чињеницу да се резултати примене модела расподеле вероватноћа дефинисаних ефеката, то су у табели 19 презентиране минималне очекиване вредности, у табели 20, средње очекиване вредности и у табели 21 максималне очекиване вредности. Свака од табела садржи свих 10 локацијских сценарија, три варијанте односа друмских и железничких тарифа, и три варијанте интензитета контејнерских токова који се реализују речним саобраћајем.

- Другу групу чине графички прикази утврђених расподела вероватноћа квантификованих ефеката, дати на сликама 28, 29 и 30. Свака од слика садржи расподеле очекиваних ефеката свих 10 локацијских сценарија, за економске, временске и уштеде удомену утицаја на окружење. На слици 28 презентирани су ефекти варијанте у којој се контејнерски токови не реализују речним транспортом, на слици 29 ефекти за случај када се 5% контејнерских токова реализује реком, а на слици 30 ефекти за случај када се 10% контејнерских токова реализује реком.

- Трећу групу чине графички прилози базирани на приказу резултата алатима пакета

---

\* IMOD интермодална решења и конкурентност у транспортном сектору Србије - Ефекти развоја интермодалних терминала у Србији – ПРОЈЕКАТ Министарства за капиталне инвестиције, Саобраћајног факултета и SINTEF-а

ArcView. Сваки од графичких прилога приказује једну варијанту локацијског распореда, са подацима о интензитетима токова кроз поједине терминале и номиналним вредностима ефеката.

Са дијаграма приказаних у наставку, јасно се уочавају тенденције, тј. да је за постојећи однос цена железничког и друмског транспорта, развој интермодалних решења економски неисплатив, али да се у случају повећања конкурентности железнице, снижавањем транспортних трошкова железничког превоза за 20% или више, може очекивати економска исплативост интермодалног транспорта.

Када је реч о временским уштедама, очигледно је да је примена традиционалне технологије директног друмског транспорта супериорнија, али да разлике нису значајне.

Поред тога, негативни ефекти могу бити и последица процењених улазних величина (времена формирања воза, средње брзине,...), које у перспективи можда могу бити промењене укорист интермодалних технологија.

Такође, евидентна је и очигледна супериорност интермодалних технологија у погледу заштите човекове околине.

Анализа очекиваних средњих вредности трошковних уштеда, у зависности од изабраног сценарија лоцирања терминала, указује да најбоље резултате, имајући у виду само овај критеријум показује варијанта развоја терминала у Београду, Новом Саду и Нишу, а да је по овом критеријуму одмах иза ње варијанта која подразумева развој терминала у Београду, Новом Саду, Нишу, Суботици, Смедереву, Сенти, Сомбору, Шапцу, Јагодини, Прешеву, Ужицу, Крушевцу, Крагујевцу и Прахову.

**Овде треба имати у виду да већи број терминала подразумева, логично, и веће укупне инвестиције у изградњу инфраструктуре терминала. Уколико би се инвестиције у терминале базирале на средствима пореских обвезника (финансирале из буџета), јасно је да критеријум инвестиционих улагања мора бити узет у обзир.**

**Међутим, уколико се ови резултати схвате као подлога за стварање услова (законских, урбанистичких, грађевинских, електроенергетских, и др.) за развој терминала на одређеној локацији, тада инвестиције потенцијалних логистичких оператера, без сумње, не могу бити узете у обзир приликом вредновања.**

Добијена, најбоља решења уједно указују на велику осетљивост резултата на дефинисање улазних величина. Међутим, иста ова решења са аспекта избора локације не показују значајне разлике у погледу остала два квантитативна критеријума, по којима су презентирана решења такође готово најбоља.

| Lokacijski scenariji   | Minimalne vrednosti troškovnih ušteda (eura/t) |                |                 |                             |                |                 |                             |                |                 |                |                |                 | Minimalne vremenske ušetede (časova/t) |                |                 |
|--|--|----------------|-----------------|-----------------------------|----------------|-----------------|-----------------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|--|----------------|-----------------|
|  | postojeći odnos žel. i dr. tarifa              |                |                 | žel. tarife umanjene za 20% |                |                 | žel. tarife umanjene za 30% |                |                 |                |                |                 |  |                |                 |
|  | 0% kont. tokom                                 | 2% kont. tokom | 10% kont. tokom | 0% kont. tokom              | 2% kont. tokom | 10% kont. tokom | 0% kont. tokom              | 2% kont. tokom | 10% kont. tokom | 0% kont. tokom | 2% kont. tokom | 10% kont. tokom | 0% kont. tokom                         | 2% kont. tokom | 10% kont. tokom |
| BG   | -12,3  | -12,6          | -12,7           | -8,5                        | -8,7           | -8,8            | -8,8                        | -8,8           | -7,0            | -3,66          | -3,68          | -3,69           |  |                |                 |
| BG, NS   | -13,4  | -13,6          | -13,8           | -9,6                        | -9,7           | -9,8            | -7,8                        | -7,8           | -8,1            | -3,67          | -3,68          | -3,70           |  |                |                 |
| BG, NI   | -11,4  | -11,6          | -11,6           | -7,5                        | -7,5           | -7,7            | -5,5                        | -5,6           | -5,7            | -3,70          | -3,71          | -3,72           |  |                |                 |
| BG, NS, NI   | -10,8  | -10,8          | -10,7           | -6,9                        | -6,8           | -6,9            | -4,9                        | -5,0           | -5,1            | -3,68          | -3,67          | -3,66           |  |                |                 |
| BG, NS, NI, SU, SD   | -11,9  | -12,1          | -12,1           | -8,0                        | -8,0           | -8,1            | -5,9                        | -6,1           | -6,3            | -3,68          | -3,69          | -3,70           |  |                |                 |
| BG, NS, NI, SU, SD, UE   | -11,7  | -11,8          | -11,8           | -7,7                        | -7,6           | -7,8            | -5,6                        | -5,7           | -5,8            | -3,69          | -3,69          | -3,68           |  |                |                 |
| BG, NS, NI, SU, SD, SE, SO, SA, JA, Preševo, UE, KG            | -11,6  | -11,6          | -11,6           | -7,5                        | -7,4           | -7,5            | -5,4                        | -5,4           | -5,6            | -3,70          | -3,70          | -3,69           |  |                |                 |
| BG, NS, NI, SU, SD, SE, SO, SA, JA, Preševo, UE, KŠ            | -11,5  | -11,6          | -11,6           | -7,5                        | -7,4           | -7,4            | -5,3                        | -5,3           | -5,5            | -3,70          | -3,70          | -3,70           |  |                |                 |
| BG, NS, NI, SU, SD, SE, SO, SA, JA, Preševo, UE, KŠ, Prahovo   | -11,7  | -11,8          | -11,8           | -7,7                        | -7,5           | -7,6            | -5,5                        | -5,5           | -5,7            | -3,71          | -3,71          | -3,70           |  |                |                 |
| BG, NS, NI, SU, SD, SE, SO, SA, JA, Preš., UE, KŠ, KG, Prahovo | -11,4  | -11,5          | -11,5           | -7,4                        | -7,2           | -7,3            | -5,2                        | -5,2           | -5,4            | -3,70          | -3,70          | -3,70           |  |                |                 |

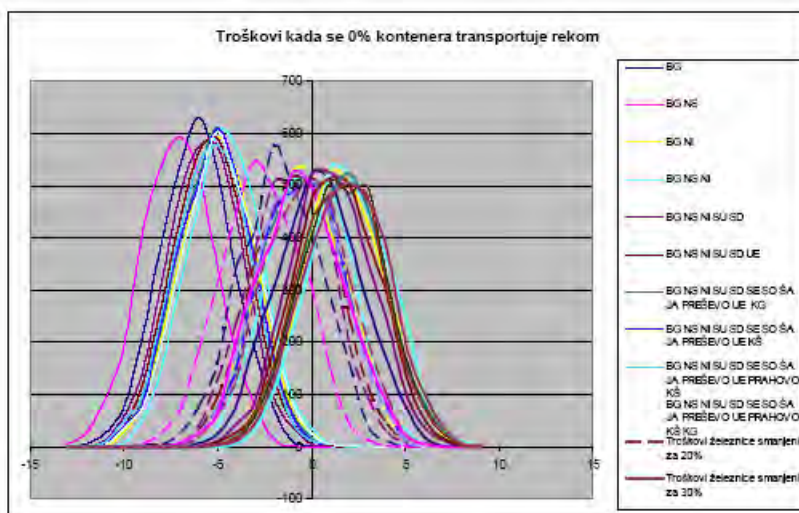
Табела 13: Минимални очекивани ефекти развоја интермодалног транспорта

| Lokacijski scenariji   | Srednje vrednosti troškovnih ušteda (eura/t) |                        |                        |                             |                        |                        |                             |                        |                        |                        |                        |                        | Srednje vremenske uštede (časova/t) |  |  |
|--|--|------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------------|--|--|
|  | postojeći odnos žel. i dr. tarifa            |                        |                        | žel. tarife umanjene za 20% |                        |                        | žel. tarife umanjene za 30% |                        |                        |                        |                        |                        |                                     |  |  |
|  | 0%   | 5%                     | 10%                    | 0%                          | 5%                     | 10%                    | 0%                          | 5%                     | 10%                    | 0%                     | 5%                     | 10%                    |                                     |  |  |
|  | kont. tokova<br>rekom.                       | kont. tokova<br>rekom. | kont. tokova<br>rekom. | kont. tokova<br>rekom.      | kont. tokova<br>rekom. | kont. tokova<br>rekom. | kont. tokova<br>rekom.      | kont. tokova<br>rekom. | kont. tokova<br>rekom. | kont. tokova<br>rekom. | kont. tokova<br>rekom. | kont. tokova<br>rekom. |                                     |  |  |
| BG   | -6,6   | -6,7                   | -6,8                   | -2,2                        | -2,4                   | -2,5                   | -0,1                        | -0,2                   | -0,4                   | -3,37                  | -3,38                  | -3,39                  |                                     |  |  |
| BG, NS   | -7,6   | -7,7                   | -7,8                   | -3,2                        | -3,4                   | -3,5                   | -1,1                        | -1,2                   | -1,4                   | -3,39                  | -3,40                  | -3,41                  |                                     |  |  |
| BG, NI   | -5,5   | -5,6                   | -5,7                   | -1,0                        | -1,2                   | -1,2                   | 1,2                         | 1,1                    | 1,0                    | -3,41                  | -3,41                  | -3,42                  |                                     |  |  |
| BG, NS, NI   | -5,1   | -5,1                   | -4,9                   | -0,6                        | -0,7                   | -0,6                   | 1,5                         | 1,6                    | 1,5                    | -3,39                  | -3,38                  | -3,38                  |                                     |  |  |
| BG, NS, NI, SU, SD   | -6,2   | -6,3                   | -6,3                   | -1,6                        | -1,8                   | -1,9                   | 0,5                         | 0,5                    | 0,3                    | -3,39                  | -3,40                  | -3,41                  |                                     |  |  |
| BG, NS, NI, SU, SD, UE   | -5,9   | -5,9                   | -5,8                   | -1,3                        | -1,4                   | -1,4                   | 0,8                         | 0,9                    | 0,8                    | -3,40                  | -3,39                  | -3,40                  |                                     |  |  |
| BG, NS, NI, SU, SD, SE, SO, ŠA, JA, Preševo, UE, KG            | -5,7   | -5,7                   | -5,6                   | -1,0                        | -1,1                   | -1,1                   | 1,1                         | 1,2                    | 1,1                    | -3,40                  | -3,40                  | -3,40                  |                                     |  |  |
| BG, NS, NI, SU, SD, SE, SO, ŠA, JA, Preševo, UE, KŠ            | -5,7   | -5,7                   | -5,6                   | -1,0                        | -1,1                   | -1,1                   | 1,2                         | 1,2                    | 1,1                    | -3,40                  | -3,40                  | -3,40                  |                                     |  |  |
| BG, NS, NI, SU, SD, SE, SO, ŠA, JA, Preševo, UE, KŠ, Prahovo   | -5,8   | -5,9                   | -5,8                   | -1,1                        | -1,2                   | -1,2                   | 1,1                         | 1,1                    | 1,0                    | -3,41                  | -3,41                  | -3,41                  |                                     |  |  |
| BG, NS, NI, SU, SD, SE, SO, ŠA, JA, Preš., UE, KŠ, KG, Prahovo | -5,4   | -5,5                   | -5,4                   | -0,8                        | -0,9                   | -0,9                   | 1,4                         | 1,4                    | 1,3                    | -3,41                  | -3,41                  | -3,41                  |                                     |  |  |

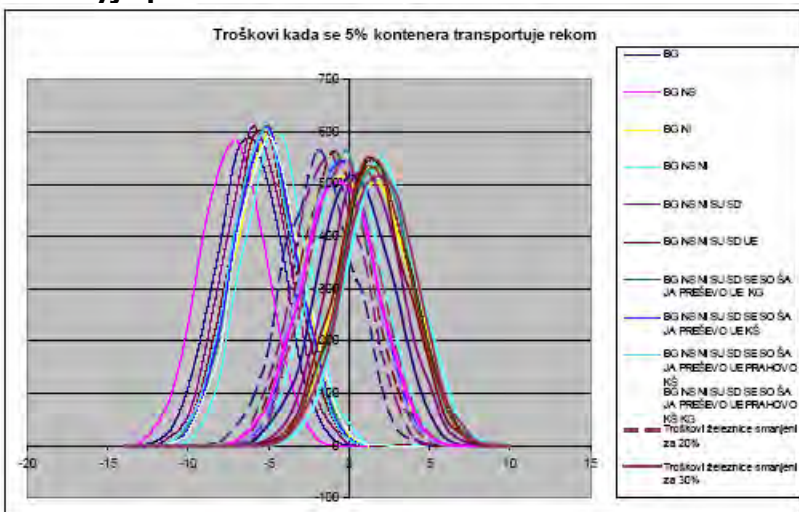
Табела 14: Средње очекивани ефекти развоја интермодалног транспорта

| Lokacijski scenariji   | Maksimalne vrednosti troškovnih ušteda (eura/t) |                        |                        |                             |                        |                        |                             |                        |                        |                        |                        |                        | Maksimalne vremenske uštede (časova/t) |  |  |
|--|---|------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--|--|--|
|  | postojeći odnos žel. i dr. tarifa               |                        |                        | žel. tarife umanjene za 20% |                        |                        | žel. tarife umanjene za 30% |                        |                        |                        |                        |                        |  |  |  |
|  | 0%  | 5%                     | 10%                    | 0%                          | 5%                     | 10%                    | 0%                          | 5%                     | 10%                    | 0%                     | 5%                     | 10%                    |  |  |  |
|  | kont. tokova<br>rekom.                          | kont. tokova<br>rekom. | kont. tokova<br>rekom. | kont. tokova<br>rekom.      | kont. tokova<br>rekom. | kont. tokova<br>rekom. | kont. tokova<br>rekom.      | kont. tokova<br>rekom. | kont. tokova<br>rekom. | kont. tokova<br>rekom. | kont. tokova<br>rekom. | kont. tokova<br>rekom. |  |  |  |
| BG   | -0,9  | -0,9                   | -0,9                   | 4,2                         | 4,0                    | 3,8                    | 6,6                         | 6,5                    | 6,2                    | -3,08                  | -3,09                  | -3,10                  |  |  |  |
| BG, NS   | -1,8  | -1,8                   | -1,8                   | 3,3                         | 3,0                    | 2,9                    | 5,7                         | 5,5                    | 5,4                    | -3,10                  | -3,11                  | -3,12                  |  |  |  |
| BG, NI   | 0,3   | 0,3                    | 0,3                    | 5,5                         | 5,2                    | 5,3                    | 7,8                         | 7,8                    | 7,6                    | -3,11                  | -3,12                  | -3,13                  |  |  |  |
| BG, NS, NI   | 0,5   | 0,7                    | 0,9                    | 5,7                         | 5,4                    | 5,7                    | 7,9                         | 8,1                    | 8,1                    | -3,10                  | -3,09                  | -3,10                  |  |  |  |
| BG, NS, NI, SU, SD   | -0,4  | -0,5                   | -0,4                   | 4,8                         | 4,4                    | 4,4                    | 7,0                         | 7,0                    | 6,9                    | -3,11                  | -3,11                  | -3,12                  |  |  |  |
| BG, NS, NI, SU, SD, UE   | -0,1  | -0,1                   | 0,1                    | 5,1                         | 4,8                    | 4,9                    | 7,3                         | 7,4                    | 7,4                    | -3,11                  | -3,10                  | -3,11                  |  |  |  |
| BG, NS, NI, SU, SD, SE, SO, ŠA, JA, Preševo, UE, KG            | 0,2   | 0,2                    | 0,3                    | 5,5                         | 5,2                    | 5,2                    | 7,7                         | 7,7                    | 7,8                    | -3,11                  | -3,10                  | -3,11                  |  |  |  |
| BG, NS, NI, SU, SD, SE, SO, ŠA, JA, Preševo, UE, KŠ            | 0,2   | 0,2                    | 0,3                    | 5,5                         | 5,2                    | 5,2                    | 7,7                         | 7,7                    | 7,8                    | -3,11                  | -3,10                  | -3,11                  |  |  |  |
| BG, NS, NI, SU, SD, SE, SO, ŠA, JA, Preševo, UE, KŠ, Prahovo   | 0,1   | 0,1                    | 0,2                    | 5,4                         | 5,1                    | 5,1                    | 7,6                         | 7,6                    | 7,7                    | -3,11                  | -3,11                  | -3,12                  |  |  |  |
| BG, NS, NI, SU, SD, SE, SO, ŠA, JA, Preš., UE, KŠ, KG, Prahovo | 0,6   | 0,5                    | 0,6                    | 5,8                         | 5,5                    | 5,5                    | 8,0                         | 8,0                    | 8,1                    | -3,11                  | -3,11                  | -3,11                  |  |  |  |

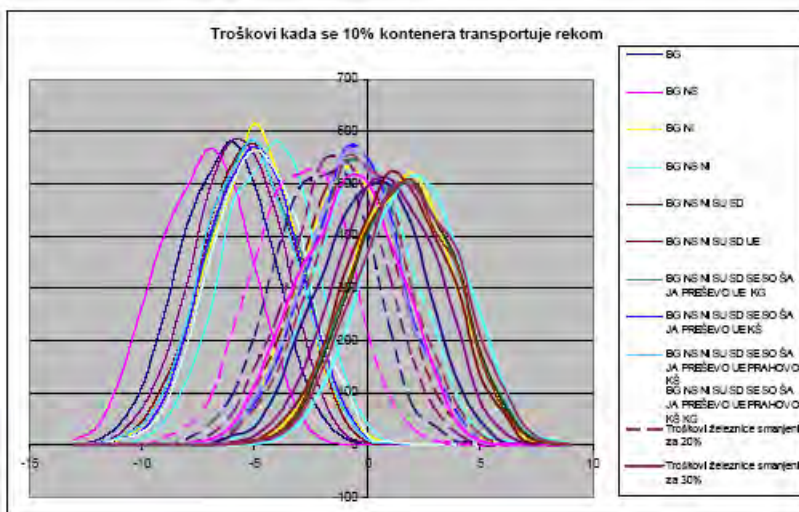
Табела 15: Максимални очекивани ефекти развоја интермодалног транспорта



**Слика 28: Трошковни ефекти за случај када се контејнерски транспорт реализује реком**



**Слика 29: Трошковни ефекти за случај када се 5% контејнерског транспорта реализује реком**



**Слика 30: Трошковни ефекти за случај када се 10% контејнерског транспорта реализује реком**

### 5.1.2. Ефекти реализације транзитних токова

Применом симулационог модела анализирани су и потенцијални ефекти реализације транзитних токова, базирани на пројекцији образложеној у тачки 3.3.1. У наставку су приказани само очекивани јединични трошковни ефекти, а анализа времена путовања показује нешто инфериорнији положај ових технологија у односу на друмски превоз, што се опет може повезати са улазним величинама коришћеним у моделу, а које су одраз постојећег стања.

Но, и за такве улазне величине, време путовања је дуже за око 0.95 h/т, што би се бољом организацијом система свакако могло још умањити. Логично, ефекти на окружење су свакако позитивни јер се на тај начин смањује број друмских возила која транзитирају нашу земљу.

Како, очигледно, постојање једног или два терминала, преко којих би се токови реализовали, не утиче значајније на трошковне ефекте, то су у табели 22 презентирани просечни ефекти реализације транзитних токова преко терминала у Србији.

| Ефекти на смањенју трошкова (EUR/t) |                 |                 |
|-------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Žel. tarife 100%                    | Žel. tarife 80% | Žel. tarife 70% |
| 1.16 – 1.30                         | 1.45 – 1.65     | 1.62 – 1.82     |

**Табела 16: Ефекти реализације транзитних токова преко терминала у Србији**

Презентирани резултати без сумње говоре о оправданости реализације теретних транзитних токова коришћењем интермодалних сервиса у Србији. Међутим, овакав сценарио подразумевао би да се у окружењу не развијају системи интермодалног транспорта што јемало вероватно, а ову претпоставку демантује и ове јесени покренути Ro-La систем повезујући Турску са западном Европом. Јасно је да увођење ових сервиса свакако обезбеђује веће позитивне ефекте него што је то случај коришћења терминала у Србији, али то не значи да у перспективи, давањем повољнијих услова, не би могао бити преузет један део токова земаља из блиског окружења.

## 5.2. РЕЗУЛТАТИ ПРИМЕНЕ p-НУВ ЛОКАЦИЈСКОГ МОДЕЛА

Резултати анализе добијени коришћењем оптимизационог приступа, који представљају оптимална решења локације терминала за минималне транспортне трошкове за случајеве са и без респектовања утицаја гравитационе зоне, приказани су у табели 23. У случају када је респектована, гравитациона зона терминала износила је 100 км.

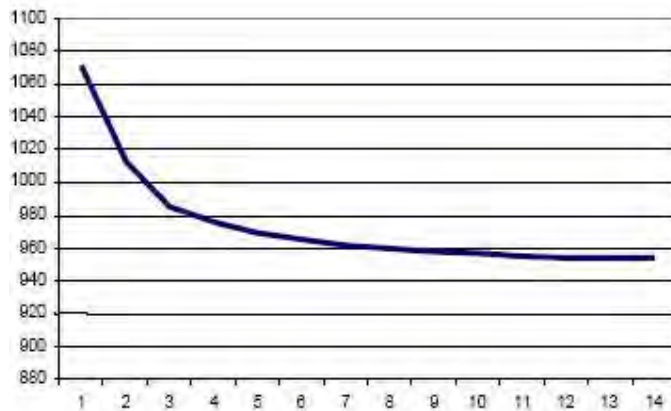


| p-HUB model                      | Broj terminala |       |          |             |                |                   |                      |
|----------------------------------|----------------|-------|----------|-------------|----------------|-------------------|----------------------|
|                                  | 1              | 2     | 3        | 4           | 5              | 6                 | 7                    |
| Bez gravitacione zone terminala  | BG             | BG,NI | BG,NI,NS | BG,NI,NS,UE | BG,NI,NS,UE,SD | BG,NI,NS,UE,SD,JA | BG,NI,NS,UE,SD,JA,SE |
| Sa gravitacionom zonom od 100 km | NS             | NS,BG | NS,BG,KŠ | NS,BG,KŠ,PŠ | NS,BG,KŠ,PŠ,PH | NS,BG,KŠ,PŠ,PH,UE | NS,BG,KŠ,PŠ,PH,UE,NI |

| p-HUB model                      | Broj terminala          |                            |                               |                                  |                                     |  |   |
|----------------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--|---|
|                                  | 8                       | 9                          | 10                            | 11                               | 12                                  | 13                                     | 14  |
| Bez gravitacione zone terminala  | BG,NI,NSUE,SD,JA,SE,ŠA  | BG,NI,NS,UE,SD,JA,SE,ŠA,SO | BG,NI,NS,UE,SD,JA,SE,ŠA,SO,PŠ | BG,NI,NS,UE,SD,JA,SE,ŠA,SO,PŠ,KŠ | BG,NI,NS,UE,SD,JA,SE,ŠA,SO,PŠ,KŠ,SU | BG,NI,NS,UE,SD,JA,SE,ŠA,SO,PŠ,KŠ,SU,KG | BG,NI,NS,UE,SD,JA,SE,ŠA,SO,PŠ,KŠ,SU,KG,PH |
| Sa gravitacionom zonom od 100 km | NS,BG,PŠ,PH,UE,NI,SD,SE | NS,BG,PŠ,PH,UE,NI,SD,SE,ŠA | NS,BG,PŠ,PH,UE,NI,SD,SE,ŠA,KŠ | NS,BG,PŠ,PH,UE,NI,SD,SE,ŠA,KŠ,SO | NS,BG,PŠ,PH,UE,NI,SD,SE,ŠA,KŠ,SO,JA | NS,BG,PŠ,PH,UE,NI,SD,SE,ŠA,KŠ,SO,JA,SU | NS,BG,PŠ,PH,UE,NI,SD,SE,ŠA,KŠ,SO,JA,SU,KG |

**Табела 17: Резултати примене p-HUB локацијских модела**

У случају примене LP оптимизационог модела функција циља је монотono опадајућа са порастом броја терминала, што је резултат смањења просечних дужина транспорта, али је и последица чињенице да нису разматрани трошкови отварања терминала, нити пораст интензитета токова који је, иако у малој мери, респектован у симулационом приступу. Оптимизациони приступ пружа и додатну могућност анализе процента токова који се уопште



**Слика 31: Транспортни трошкови отварања терминала**

могу реализовати системима интермодалног транспорта уколико се респектују гравитационе зоне терминала. Уједно, ови токови, како њихове почетно завршне тачке нису алоциране ниједном од терминала, морају бити реализовани применом конвенционалних технологија, па је онда могуће анализирати "покривеност" корисника и трошкове који су са тим повезани. У табели 24 презентирани су резултати те анализе, при чему су коришћени подаци за реалистичку варијанту реализације токова у 2015. години.

| Broj Terminala | Troškovi transporta bez prisustva gravitacionih zona [mil. EUR] | Troškovi transporta sa prisustvom gravitacionih zona [mil. EUR] | Procenat tokova realizovanih preko terminala [%] | Troškovi direktnog drumskog transporta [mil. EUR] | Ukupni troškovi sa prisustvom gravitacionih zona [mil. EUR] |
|----------------|---|---|--|---|---|
| 1              | 107.27  | 57.01   | 54   | 55.16   | 112.17  |
| 2              | 101.28  | 73.73   | 78   | 28.92   | 102.65  |
| 3              | 98.53   | 80.63   | 85   | 20.53   | 101.16  |
| 4              | 97.56   | 83.60   | 88   | 16.68   | 100.28  |
| 5              | 96.90   | 85.95   | 90   | 13.92   | 99.87   |
| 6              | 96.46   | 87.54   | 92   | 11.59   | 99.13   |
| 7              | 96.17   | 87.08   | 92   | 11.35   | 98.43   |
| 8              | 95.98   | 86.80   | 92   | 11.35   | 98.15   |
| 9              | 95.81   | 86.60   | 92   | 11.35   | 97.95   |
| 10             | 95.65   | 86.43   | 92   | 11.35   | 97.78   |
| 11             | 95.52   | 86.26   | 92   | 11.35   | 97.61   |
| 12             | 95.42   | 86.12   | 92   | 11.35   | 97.47   |
| 13             | 95.37   | 86.02   | 92   | 11.35   | 97.37   |
| 14             | 95.36   | 85.93   | 92   | 11.35   | 97.28   |

**Табела 18: Степен "покривености" корисника и трошкови**

Резимирајући резултате приказане у табели 24 може се уочити да у случају када је радијус гравитационе зоне 100 км, потпуну покривеност територије Србије (у односу на укупне увозно-извозне токове који се генеришу у појединим областима) није могуће постићи са прелиминарно дефинисаном структуром од 14 потенцијалних локација терминала. При томе се, покривеност од 92% остварује већ са шест терминала лоцираних у Новом Саду, Београду, Крушевцу, Прешеву, Прахову и Ужицу.



**Слика 32: Степен покривености**

Наравно, радијус гравитационе зоне од 100 км у анализи је узет само као је само као оријентација да се омогући илустровање могућих ефеката који произилазе из овог, свакако важног, параметра када је реч о лоцирању интермодалних терминала.



Због његовог значаја, наставак анализе свакако треба да буде усмерен ка изналажењу растојања до кога се може очекивати значајније усмеравање транспортних токова ка интермодалном терминалу.

## 6. ПРЕДЛОГ МРЕЖЕ ПОТЕНЦИЈАЛНИХ МИКРОЛОКАЦИЈА

Имајући у виду презентирани резултате истраживања, с обзиром да је Београд присутан у практично свим решењима и да већ има у одређеној мери развијену инфраструктуру на неколико микролокација, могуће је прихватити да се даљи развој овог логистичког чвора започне са имплементацијом интермодалног концепта. Такође, сагласно резултатима симулационог модела, локације које својом позицијом према генераторима интермодалних логистичких токова заузимају доминантно место јесу Нови Сад и Ниш. Међутим, ако се имају у виду резултати р-HUB модела то не важи у потпуности за локацију Ниш.

Отуда, у сваком случају детаљније истраживање, као наставак онога што је урађено у оквирима овог пројекта мора бити усмерено ка детаљнијем изучавању очекиваног радијуса гравитационе зоне и ефеката које то има на развој мреже интермодалних терминала. Поред тога треба размотрити и утицај трошкова градње или развоја терминала на појединим локацијама с обзиром на расположиву инфраструктуру коју је потребно градити. Исто тако, део одговора на питање развоја интермодалних решења лежи у сегменту дефинисања технологија и организације терминала, што је у значајној мери повезано и са бројем терминала, с обзиром да се са њиховим повећањем токови расподељују на више логистичких чворишта те је њихов очекивани интензитет по једном терминалу мањи.

Ипак, давање прецизнијих одговора на сва ова питања, која заједно пружају одговор на основно: ***Која је то оптимална структура мреже интермодалног транспорта у Србији?*** подразумева да се тежиште анализе пребаци на микролокацијску, анализу технологија и анализу очекиване алокације корисника.

**За коначно уобличавање решења, које без сумње мора укључити и микролокацију терминала неопходна је и примена SWOT анализе, с обзиром да, генерално, практично сва анализирана логистичка чворишта на макро плану имају сличне основне карактеристике, а да се тек на микролокацијском плану могу утврдити компаративне предности односно мане појединих решења.**

**На крају, будући да је и сама природа процеса одлучивања у домену логистике и логистичких система вишекритеријумска, то одлуке свакако треба доносити на бази резултата примене одговарајућег вишекритеријумског приступа чија структура је у кратким цртама резимирана блок дијаграмом на слици 36.**



**Слика 33: Вишекритеријумска анализа микролокације интермодалних терминала**

| Потенцијална микролокација |
|----------------------------|
| Апатин                     |
| Суботица                   |
| Сомбор                     |
| Сента                      |
| Нови Сад                   |
| Ср.Митровица               |
| Панчево                    |
| Б.Паланка                  |
| Ковин                      |
| Богојево                   |
| Инђија                     |
| Стара Пазова               |
| Бечеј                      |
| Н.Бечеј                    |
| Б.Топола                   |
| Кикинда                    |
| Зрењанин                   |
| Вршац                      |

**Табела 19: Предлог потенцијалних микролокације ИМ терминала**

## **ЛИТЕРАТУРА**

1.ИМОД интермодална решења и конкурентност у транспортном сектору Србије - Ефекти развоја инетрмодалних терминала у Србији – ПРОЈЕКАТ Министарства за капиталне инвестиције, Саобраћајног факултета и СИНТЕФ-а 2006. год.

2.ГЕНЕРАЛНИ ПЛАН И СТУДИЈА ИЗВОДЉИВОСТИ ЗА УНУТРАШЊИ ВОДНИ ТРАНСПОРТ У СРБИЈИ - Master Plan and Feasibility Study Inland Waterway Transports for Serbia (Мастер План унутрашњих пловних путева у Србији) – 2005. год.

3.Ребис ( REBIS ) студија - Regional Balkans infrastructure study –Transport – final report 2003. – Студија инфраструктуре региона Балкана - сектор транспорт – финални извештај 2003.год.

4.Перишић Ристо: "Савремене технологије транспорта", Саобраћајни факултет, Београд 1995.год

5.ПУТНА МРЕЖА КАО БИТАН ЕЛЕМЕНТ ОДРЖИВОГ РАЗВОЈА СРБИЈЕ - Михаило Малетин Војо Анђус