

Техничко-технолошке предности железничког транспорта са аспекта одрживог развоја

ИВАН БЕЛОШЕВИЋ¹, МИЛАНА КОСИЈЕР²,
МИЛОШ ИВИЋ¹, ЗДЕНКА ПОПОВИЋ²,
ЛЕПОСАВА ПУЗАВАЦ², ЛУКА ЛАЗАРЕВИЋ²

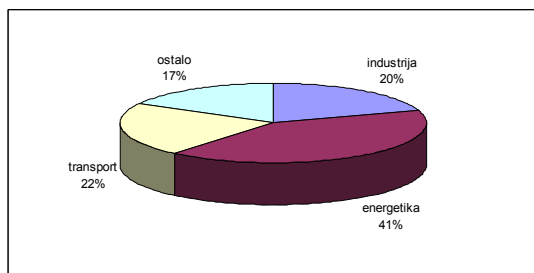
Оригинални научни рад
UDC:330.34.014:656.2

УВОД

Економски развој остварен у претходних неколико деценија има за последицу нарушавање животне средине на глобалном нивоу [4]. Очување животне средине је доведено у питање привредним концептом који се заснива на наглашеном развоју потрошачког друштва. Даљи раст производње и употребе сировина може имати за последицу довођење природних ресурса до минимума. Афирмисање и прихватање философије одрживог развоја кроз све привредне секторе омогућава ублажавање еколошких последица.

ПРИТИСЦИ НА СТАЊЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

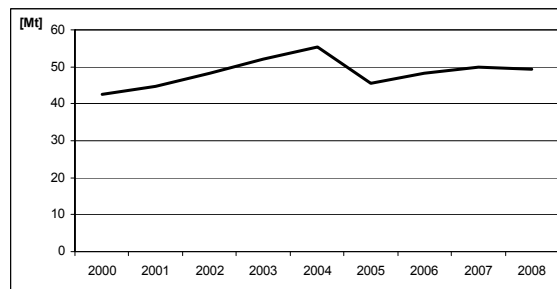
У последњих тридесет година емисија гасова који изазивају ефекат стаклене баште се повећала за 60 % или стопом раста од 1.4 % на годишњем нивоу [8]. Највећи удео у укупној емисији има емисија CO₂ која се у посматраном временском периоду удвостручила. Енергетски сектор, индустрија и транспорт имају доминантну улогу у укупној емисији CO₂ сагоревањем фосилних горива (слика 1). Процењује се да транспорт сноси одговорност за четвртину емисије, при чему је првенствено одговоран друмски транспорт.



Слика 1 - Учешће сектора у укупној емисији CO₂

Адресе аутора: ¹Саобраћајни факултет, Београд, Војводе Степе 305, ²Грађевински факултет, Београд, Бул. Краља Александра 73

Из овако великог учешћа у укупној емисији може се закључити да транспортни сектор може имати једну од кључних улога у борби за очување животне средине и промовисању философије одрживог развоја. Највећи део емисије CO₂ у оквиру транспортног сектора ствара друмски транспорт 73 %, док железница само 2 %. Управо у овом односу може се видети потенцијал у смањењу транспортног притиска на стање животне средине. У циљу илустрације наведеног може послужити пример упоређивања реализације путовања од Лондона до Брисела различитим видовима превоза¹. Путовање авионом или аутомобилом ствара три до четири пута већи притисак на животну средину него путовање железницом.

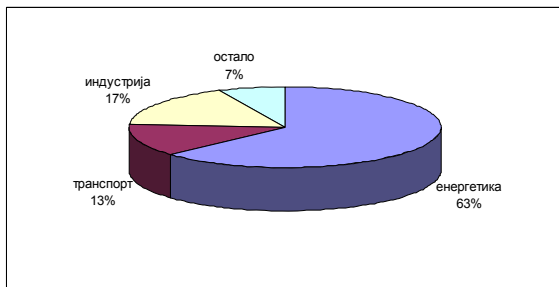
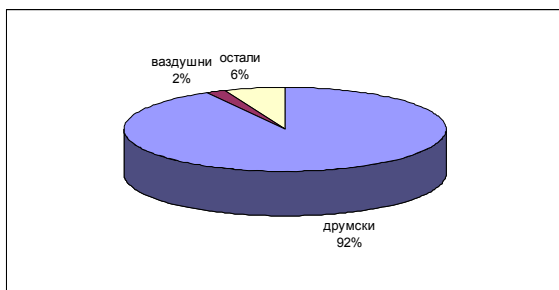


Слика 2 - Емисија CO₂ у Србији 2000-2008. год.

Процењена укупна емисија угљен диоксида у Републици Србији за период од 2000. године је приказана на слици 2. Као и на светском нивоу, за највеће загађиваче су означени енергетски и транспортни сектор (слика 3).

У производњи енергије термоелектране учествују са преко 50 %, док су друмска возила заслужна за преко 90% емисије транспортног сектора (слика 4).

¹ www.traincopenhagen.org

Слика 3 - Емисија CO₂ у Србији по секторимаСлика 4 - Емисија CO₂ у Србији по видовима транспорта

Узрок овако високе емисије може се пронаћи у великим количинама лигнита у производњи енергије, не примењивању еколошких стандарда и великом броју друмских возила. Смањење емисије може се постићи применом нових технологија филтрирања, већим учешћем обновљивих извора електричне енергије и смањењем учешћа друмског транспорта.

ЖЕЛЕЗНИЧКИ ТРАНСПОРТ У ФУНКЦИЈИ ОДРЖИВОГ РАЗВОЈА

У циљу успостављања одрживог транспорта потребно је објективно сагледати карактеристике железничког транспорта као система који има највећи потенцијал у смањењу притиска на стање животне средине.

Железнички транспорт пре свега ствара знатно мање загађење медијума животне средине. У претходном поглављу су изнети подаци који указују на односе у загађењу ваздуха сагоревањем горива. У радовима [2, 7] је дат приказ загађења земљишта и вода на подручју железничке инфраструктуре. За узрочнике загађења земљишта су означене материје које се користе у експлоатацији и одржавању, као и токсичне материје које железница превози. Утврђени ниво загађења органским и неорганским материјама је повишен али у дозвољеним концентрацијама и у поређењу са друмском инфраструктуром неколико пута мањи.

Ниво буке и вибрација је такође битан критеријум са аспект погодности транспортних видова. Железнички транспорт ствара мање буке него друмски и ваздушни. Код превоза истих количина терета и истог броја путника железнички транспорт у просеку ствара и до 50% мање буке. Максималне вредности буке су веће, али трају свега 20% од укупног времена вожње. У друмском транспорту максималне вредности трају и до 95% возног времена. Може се рећи да бука код железничких возила варира, док је код друмског транспорта константна. У раду [3] је дат приказ извора буке у оквиру железнице. При конвенционалним брзинама механички извори (контакт точак шина) буке су доминантни. Аеродинамичка бука је најизраженија код возова великих брзина и условљена је променом струјања ваздуха око делова и опреме возне композиције.

Треба напоменути и релативно мале површине које заузима железница обзиром на превозну моћ. За изградњу железничке пруге потребно је мање земљишта него за изградњу аутопута или пловног канала (табела 1). Анализа настанка могућих неповољних последица на окружење од стране железничке инфраструктуре, као и листа критеријума за вредновање утицаја на просторне структуре у процесу планирања и пројектовања је дата у раду [5].

Табела 1 - Просечна заузетост

Заузетост земљишта саобраћајном инфраструктуром [m]	
пруга	21
аутопут	75-80
пловни канал	20-120

Железница има високу поузданост и сигурност у погледу безбедности одвијања превоза. Ова предност у односу на друге видове се огледа у карактеристици кретања воза по издвојеном путу (колосеку). Предности железнице у процесу превоза и манипулације са опасним материјама су разматране у раду [6]. У раду су дефинисани техничко – експлоатациони параметри манипулативног места за рад са опасним материјама.

Основна предност железнице лежи у малој специфичној потрошњи енергије. Железница је погодна за превоз масовне робе, или великих количина робе, која долази до изражаја нарочито на средњим и дужим одстојањима. У табели 2 је дата потрошња енергије по јединици транспортног рада (тонски километар). Превоз робе камионом троши четири пута више енергије не-

го железницом или бродом. Поређењем потрошње енергије превоза путника по јединици превозног пута види се да путнички воз троши трећину енергије авиона или шестину енергије аутомобила у коме се вози један човек.

Табела 2 - Потрошња енергије

Врста превоза	Специфична потрошња (kWh/ 10 ³ ntkm)
воз (100 km/h)	120
камион (100 km/h)	520
брод	120
авион (800 km/h)	7570

Недостатак железничког транспорта је у високим трошковима изградње, експлоатације и одржавања инфраструктуре. Овако високи трошкови захтевају и високу искоришћеност односно продуктивност система. Да би се постигла што већа искоришћеност система возови се формирају на принципу обједињавања група упућивања на истим превозним путевима. Из овог груписање и обједињавање колских пошилики произилази још једна негативна карактеристика – нефлексибилност према потребама корисника.

Техничко - технолошко усавршавање и иновације омогућују постојање резерви у капацитетима система. Техничким иновацијама у области вучних и вучених возила омогућава се повећање масе и дужине воза. Модернизацијом система управљања и регулисања саобраћаја повећава се пропусна моћ железничке инфраструктуре. Новим технолошким концептима превоза пре свега робе тежи се елиминисању поменутих негативних карактеристика железничког система и његовом што бољем искоришћењу.

СИСТЕМ ОРГАНИЗАЦИЈЕ ВОЗОВА У СКЛАДУ СА ОДРЖИВИМ РАЗВОЈЕМ

У складу са концептом одрживог развоја железничке управе настоје да усаврше технологију транспорта робе. Уједно новом организацијом возова нуди се концепт који је прилагођен захтевима савременог транспортног тржишта. Савремена организација возова обухвата:

- **Шатл воз (Shuttle train)** директни воз са фиксном композицијом кола (исти број кола у сваком возу) који саобраћају између два терминала.
- **Y - шатл воз (Y - Shuttle train)** воз фиксног састава који се састоји од две групе кола.

Воз се у станици дели на две групе кола које настављају пут као посебне композиције.

- **Блок воз (Block train)** директни воз променљивог састава (броја кола) који саобраћа између два терминала.
- **Дељиви воз (Train Coupling and Sharing)** воз променљивог састава са две или више групе кола које имају различите правце упућивања.
- **Линијски воз (Liner train)** воз на одређеној траси који се зауставља у више терминала у којима се врши утовар и истовар контејнера или других транспортних јединица.

Шатл возови имају фиксни састав тако да кола саобраћају на одређеној релацији. Ово омогућава ниже трошкове јер не постоји потреба за маневрисањем, а са друге стране скраћује време обрта кола (повећава се ефикасност). Шатл возови захтевају велики и константни обим транспортних токова између два терминала. Због унапред дефинисаних полазних постоји опасност да возови буду празни. Једноставност технологије и ниска цена превоза морају бити у равнотежи са ризиком да се јави низак степен искоришћености капацитета воза. Y - шатл возови нуде решење када су токови стабилни, али нижи него што је потребно за директне шатле возове и када се деле на две дестинације. Карактеристика је у томе што се воз дели, а то повећава оперативни трошак. Постоје и додатни трошкови због покретања кратких возова на релацијама од места где се деле до крајњих одређишта.

Блок возови имају променљив састав што их чини прилагодљивим тржишним захтевима. Користе се за нестабилне токове. Могу представљати прелазно решење док се не створе тржишни услови за увођење шатл возова. Променљивост састава омогућава оперативну прилагодљивост условима обима и структуре транспорта. Захтева се озбиљно планирање јер кола не саобраћају само на једној релацији и мора се водити рачуна о оптимизацији и функционисању целог система да би доступност кола била правовремена. Операције маневрисања изазивају додатне трошкове.

Највише изгледа за побољшање квалитета услуге на релацијама које генеришу само по неколико кола дневно има систем дељивих возова. Суштина концепта је у формирању директних возова састављених од модула. Ови модули су мали састави, који могу бити са класичном локомотивском вучом или посебне моторне гарнитуре, што омогућава кориснику отпрему директним возовима и за пошилике од свега неколико кола. Систем омогућава заква-

чивање више модула у композицију (Train-Coupling), која иде у таквом саставу на дужој релацији користећи једну трасу (Sharing) до одређене станице у којој се врши расквачивање. Композиције модула на дужим релацијама и флексибилност самих модула у опслуживању корисника на кратким растојањима омогућава постизање пуне ефикасности и искоришћења железничког система.

КОМБИНОВАНИ ТРАНСПОРТНИ СИСТЕМ У СКЛАДУ СА ОДРЖИВИМ РАЗВОЈЕМ

Поред развијања сопствених технологија превоза железница може допринети концепту одрживог развоја и кроз комбиноване транспортне ланце.

Растућа свест о заштити животне средине и одрживости даљег развоја стварају услове за развој комбинованог железничког друмског транспорта у Србији. Суштина технологије комбинованог друмско - железничког транспорта је у комбинацији предности брзог, јефтиног и безбедног железничког превоза великих количина робе на дугим релацијама, са предностима брзог и ефикасног опслуживања гравитационог подручја средствима друмског транспорта, уз остваривање рационалне поделе рада унутар транспортног ланца. У раду [1] је разматрана могућност примене технологије А на делу коридора Х кроз Србију. Технологија А подразумева превоз комплетних возила друмског саобраћаја на специјалним железничким колима. Код ове технологије транспорта железничка кола су посебне конструкције, са врло ниском површином товарења, а међусобно су повезана и образују писту за кретање друмских возила приликом утовара и истовара. Предности технологије А су у растерећењу друмских саобраћајница, смањењу времена претовара, заштити животне средине смањењем емисије гасова и буке.

Један од актуелних концепата интермодалног транспорта је *dry port*. *Dry port* концепт успешно комбинује железнички и поморски транспорт са становишта одрживости. Уједно ослобађа луке додатне инфраструктуре и операција које су саставни део транспортног ланца, а нису везани за контејнерске бродове. *Dry port* концепт користи железницу да успостави везу између терминала (лука на обали и терминала у копну). Корист од примене *dry port* концепта могу имати сви учесници транспортног ланца поморски оператери, луке, железница, друмски

оператери, локалне власти и становништво. Поморски оператери имају корист у виду смањења задржавања бродова у лукама. Лучке власти кроз изградњу копнених терминала добијају веће учешће у транспортном ланцу и контролу над копненим делом транспортног ланца. Железница има користи у повећању учешћа у транспортном обиму. Друмски транспорт кроз поделу транспортног рада губи одређени удео. На другој страни бољим искоришћавањем и оријентисањем на кратке дестинације могу остварити позитиван ефекат. Корист за локалу заједницу се огледа у смањењу гужви и загађења на аутопутевима и на мрежи путева у насељима непосредне зоне морских лука. Овај концепт директно смањује негативни утицај транспорта на животну средину и повећава квалитет живота у близини лука.

ЗАКЉУЧАК

Примена концепције одрживог развоја у транспортном сектору има кључну улогу у борби за заштиту животне средине. Одговорност транспортног сектора произилази из његове зависности од необновљивих извора енергије и растуће емисије угљен диоксида и других полутаната. Железнички транспорт се може сматрати релативно чистим и енергетски ефикасним. И поред свих наведених предности железнице које произилазе из њених основних карактеристика, рад на даљем развоју технике као и на примени нових технологија транспорта не треба зауставити. Даљим развојем у области железничког транспорта пружа се подршка концепту философије одрживог развоја.

Захвалност

Овај рад је реализован уз подршку Министарства науке и технолошког развоја Републике Србије у оквиру технолошког пројекта под евиденционим бројем 36012.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Алексић Д. и др., "Могућност примене мулти-модалне технологије „А“ на делу коридора Х кроз Србију у циљу смањења емисије ЦО₂ гаса.", *Ecologica*, 2009, вол. 16, бр. 54, стр. 241-248.
- [2] Белошевић И. и др., "Железничка постројења као потенцијални извори загађења животне средине", *Ecologica*, 2010, вол. 17, бр. 59, стр. 419-424.
- [3] Граовац С. и др., "Извори буке код железничких возила и мере које се предузимају за њену редукцију", *Ecologica*, 2009, вол. 16, бр. 54, стр. 261-266.

- [4] Јовановић Л. "Принципи одрживог развоја у решавању глобалних еколошких проблема", Ecologica, Београд 2011.
- [5] Косијер М. и др. "Аспект заштите и унапређења животне средине у процесу планирања и пројектовања железничких пруга", Ecologica, 2009, вол. 16, бр. 54, стр. 256-260.
- [6] Максић Г. и др. "Избор утицајних параметара манипулативног места за рад са опасним материјама", Ecologica, 2009, вол. 16, бр. 54, стр. 249-255.
- [7] Rasula G. and Rasula M. : "Groundwater quality monitoring system in zones of infrastructure facilities", Engineering Geology, 2001, vol. 60, pp. 351-360.
- [8] The International Transport Forum, "Reducing Transport Greenhouse Gas Emissions", OECD, 2010.

ИЗВОД

ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКЕ ПРЕДНОСТИ ЖЕЛЕЗНИЧКОГ ТРАНСПОРТА СА АСПЕКТА ОДРЖИВОГ РАЗВОЈА

Економски развој остварен у претходних неколико деценија има за последицу нарушавање животне средине на глобалном нивоу. Очување животне средине је доведено у питање привредним концептом који се заснива на наглашеном развоју потрошачког друштва. Даљи раст производње и употребе сировина може имати за последицу довеђење природних ресурса до минимума. Афирмисање и прихватање философије одрживог развоја кроз све привредне секторе омогућава ублажавање еколошких последица.

Примена философија одрживог развоја у транспортном сектору има кључну улогу у борби за заштиту животне средине. Одговорност транспортног сектора произилази из његове зависности од необновљивих извора енергије и растуће емисије угљен диоксида и других полутаната. Железнички транспорт се може сматрати релативно чистим и енергетски ефикасним. Електрификација омогућава смањење емисије штетних гасова. У просеку железнички транспорт емитује три пута мање угљен диоксида у односу на друмски и пет пута мање у односу на ваздушни саобраћај. Слична ситуација је и код превоза масовних терета где железница користи неколико пута мање енергије у односу на друге облике транспорта. У погледу утицаја буке на животну средину железнички транспорт има знатно мање штетно дејство него поменути друмски и ваздушни транспорт. Железница је повољна и са аспекта заузимања простора јер у поређењу са аутопутевима заузима мање од 50 % простора. Све ове карактеристике дају за право да се железница сматра најприхватљивијим обликом превоза са аспекта заштите животне средине.

И поред свих ових предности железнице које произилазе из њених основних карактеристика, рад на даљем развоју технике као и на примени нових технологија транспорта не треба зауставити. Даљим развојем у области железничког транспорта пружа се подршка концепту философије одрживог развоја.

Кључне речи: железнички транспорт, одрживи развој, заштита животне средине

ABSTRACTTECHNICAL-TECHNOLOGICAL ADVANTAGES OF TRANSPORT
FROM THE ASPECT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Economic development of last few decades consequently distorts environment on the global level. Economy concept based on emphasized consumer society has brought environmental protection into question. Further growth of production and resources exploitation can cause reducing natural resources to its minimum level. Affirmation and acceptance of sustainable growth philosophy in all economic sectors can mitigate ecological consequences.

Sustainable growth philosophy in transport sector has a key role in the battle for environmental protection. Transport sector responsibility relates to its dependency on non-renewable energy resources and rising carbon dioxide emission and other pollution sources. Railway transport is considered relatively clean and energy effective. Electrification enables reduction of pollution gasses emissions. In average, railway transport emits tree times less carbon dioxide comparing to road traffic, and five times less carbon dioxide comparing to air traffic. Similar situation is with load transport where railway uses a few times less energy comparing to other transport means. Regarding noise influence on environment, railway has significantly less detrimental effect than above mentioned road and air transport. Railway is also favorable in the aspect of space occupation because it occupies 50% less space comparing to highways. All these characteristics support the consideration of railway as the most acceptable means of transport from the aspect of environmental protection.

Still, further development of techniques and new technology application in transport should not be stopped. Further development in railway transport supports sustainable growth philosophy.

Key words: railway transport, sustainable development, environmental protection