

ЕКОЛОГИЧНА ЕФЕКТИВНОСТ ОТ РЕАЛИЗАЦИЯТА НА RO-LA ПРЕВОЗИ

Теодор Беров, Димитър Стойков, Веселин Стаменов, Ивайло Стоянов

tberov@vtu.bg, dstoikov@vtu.bg, vstamenov@abv.bg, ivop100@abv.bg

Главен ас. инж., главен ас. инж., главен ас. инж., главен ас., ВТУ "Тодор Каблешков"
БЪЛГАРИЯ

Резюме: Разгледан е примерен подход за интегрирано отчитане на екологичната ефективност от използването на интермодални товарни превози по технологията RO-LA (Rollende Landstrasse) - "подвижно шосе" с отчитане влиянието и на емисионните фактори във влаково движение.

Ключови думи: транспорт, товарен, автомобилен, железопътен, РО-ЛА, екологична ефективност

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Интермодалните товарни превози намират все по-голямо приложение в редица европейски страни. Една от основните причини за развитието на тези превози е търсенето на нови възможности за успешното решаване на транспортните проблеми свързани със замърсяването на околната среда. Така например, товарния автомобилен транспорт оказва съществено въздействие за замърсяването на жизнената среда. Ето защо, в Европейските директиви са заложили национални тавани /норми/ за допустими количества на отделяните в атмосферата вредни емисии от двигатели с вътрешно горене, като задължителни изисквания прилагани в организацията и реализацията на превозните процеси. За постигането на тези норми следва да се използват подходящи методи, методики и подходи за интегрирано отчитане на екологичната ефективност от прилагането на интермодалните превози.

От проучване на специализираната литература е видно, че за отчитане на екологичната ефективност от автомобилен транспорт, съществуват основно три подхода – опростен, детайлен и комплексен. Прилагането на тези подходи в практиката, в достатъчна степен отразяват степента на влияние на вредните емисии отделяни от двигателите на превозните средства, тоест при движение на автомобила на собствен ход. Така например, опростеният подход се базира на използване на емисионни параметри, определени на базата на изразходваното гориво (вредни емисии, отделени при изгаряне на единица количество гориво – дизел). Режим на работа на двигателя – топъл и условие на пътуване – извън населено място /автомагистрала.

$$(1) \quad E_{AT,i}^{cx} = L_{AT} \cdot EF_i, \quad [g]$$

където:

E_i – масата на съответната емисия;

L_{AT} - изминат път [km];

EF_i – емисионен параметър за съответната емисия i [g/km].

Детайлният подход се основава също на емисионни параметри, определени на базата на използваното гориво. Използват се трите основни условия на пътуване; населено място, извън населено място и по автомагистрала. Емисията за всяко едно от тях се получава от сумиране на емисиите при два режима на работа на двигателите - топъл и студен (само за условие - населено място). Могат да се въведат показатели за отчитане наклоните по маршрута и възраст на превозното средство.

$$(2) E_i^{общо,j} = E_i^{студен,j} + E_i^{топъл,j}, [g]$$

където:

E_i – масата на съответната емисия;

j – отчита съответния режим на движение - населено място, извън населено място и по автомагистрала.

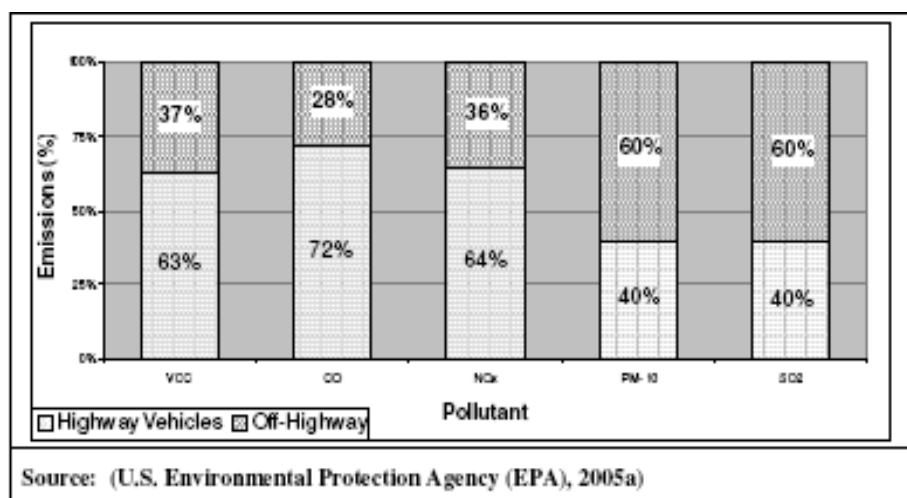
Комплексният подход се прилага при програмни продукти (*Mobile6*, Модул “Емисии” на компютърен пакет *TRAFFIC ORACLE*), симулиращи превозния процес. Базира се на: техническите характеристики на превозните средства – година на производство (съответния екологичен стандарт), възраст, технически въведения за намаляване на замърсяването и др.; бруто и нето тегло; реален маршрут на движение и съответните режими на работа на двигателя; стандарт на използваното гориво; външна температура и др.

Базирайки се на разгледаните подходи, методи и програмни продукти (модели, калкулатори и др.), прилагани за определяне нивото на отделяните вредни емисии при движения на автомобили [1], [2], [3], [8] могат да се направят следните основни заключения:

- разглеждат се основно три режима в работа на двигателя - на *празен ход*, *студен* и *топъл*;
- условия на пътуване - населено място, извън градско и по автомагистрала;
- технически средства – автомобил, двигател, катализатор и др.
- експлоатационни показатели – бруто тегло, скорости, наклони и др

При интермодалните превози обаче, имаме участие и на друг вид транспорт, т.е. железопътен. В този смисъл, за електрифицирани участъци следва да се прилага подход и за отчитане количеството на отделяните вредни емисии при производството на електроенергия необходима за реализацията на влаковото движение.

Ето защо, в настоящият доклад е разгледан примерен подход за интегрирано отчитане на екологичната ефективност от използването на интермодални товарни превози по технологията RO-LA (Rollende Landstrasse) - “подвижно шосе” с отчитане влиянието и на емисионните фактори във влаково движение.



Фиг. 1. Разпределение на емисиите вредни вещества в отработените газове

Видовете вредни емисии, оказващи съществено влияние за замърсяването на околната среда, включително и от реализацията на транспортните процеси, са:

NOx-Азотни оксиди – (еквивалент на NO₂), VOC-Летливи органични съединения, CH₄-Метан, CO-Въглероден оксид, CO₂-Въглероден диоксид, N₂O Двухазотен оксид, PM-Частици (сажди), SO₂-Серен диоксид, NH₃-Амоняк, Cd-Кадмий, Pb-Олово, PAH*-Полицикл. ароматни въглеводороди, DIOX-Диоксини и фурани, PCBs-Полихлорирани бифенили.

2. ИНТЕГРИРАН ПОДХОД ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ЕКОЛОГИЧНАТА ЕФЕКТИВНОСТ С ОТЧИТАНЕ И НА ЕМИСИОННИТЕ ФАКТОРИ ВЪВ ВЛАКОВО ДВИЖЕНИЕ

Основните параметри и етапи използвани в разглеждания подход са, както следва:

- Дефиниране на емисионните фактори на въздействие;
- Избор на вариант за комбиниран превоз:

Първият тип са т. нар. Ro-La придружавани превози с вагон за шофьорите на камионите. Целият камион се качва на платформени вагони. Това значително оскъпява превоза, който е ефективен до 1000 км, като се осигурява задължителната почивка за водачите.

Вторият тип са Ro-La не придружаваните превози на автомобилни ремаркета и каросерии с джоб вагони, при които на влак се качват само ремаркетата без влекачите. Проблем е намирането на специализирани вагони и наличието на терминали за разтоварване.

При *третия* тип Ro-La превози се комбинират контейнерни и не придружавани превози с джоб вагони.

- Определяне дължината на автомобилния и на железопътния маршрут, съответно L_{AT} [km.], $L_{жпт}$ [km.];

- Определяне броят на автомобилите в една влакова композиция, който е равен и на броят на специализираните платформени вагони,

$$(3) \quad N_a^{B/I} = \frac{Q_{c.max} - Q_{cn}}{q_{авт} + q_{ВАГ}} [\text{бр.}];$$

където:

$Q_{c.max}$ - максимална тежина на влака, t;

Q_{cn} - масата на спалния вагон, t;

$q_{авт}$ - тегло на автомобила, t;

$q_{ВАГ}$ - тегло на един платформен вагон(тара), t.

- Изчисляване на вредните емисии от движение на автомобила на собствен ход- $E_{AT,i}^{cx}$ [g]

$$(4) \quad E_{AT,i}^{cx} = K_a L_{AT} \cdot EF_i, [g]$$

където:

E_i – масата на съответната емисия;

L_{AT} - изминат път [km];

EF_i – емисионен параметър за съответната емисия i [g/km];

K_a - коефициент, отчитащ допълнителни фактори на влияние.

- Изчисляване на вредните емисии от превоз на автомобила с железопътен транспорт - E_{ro-la} [g]

$$(5) \quad E_{B/I,i} = k_{\epsilon} \cdot Q_{бр.} \cdot L_{вл.} \cdot P_{ел.} \cdot EF_{ел,i}, [g]$$

където:

$Q_{бр.}$ – бруто тегло на влака [t];

$L_{вл.}$ - изминат път [km];

$P_{ел.}$ - консумирана ел.енергия [kWh/бр.тон.км];

E_{FEL_i} - емисионен параметър за съответната емисия i [g/kWh];
 K_e - коефициент, отчитащ допълнителни фактори на влияние.

$$(6) \quad E_{AT,i}^{жст} = \frac{E_{BЛ,i}}{N_A^{BЛ}}, [g]$$

където:

$E_{AT,i}^{жст}$ - съответната емисия, отнесена на автомобил;

$E_{BЛ,i}$ – съответната емисии от един влак, извършващ превоз на товарни автомобили;

$N_A^{BЛ}$ - броят на автомобилите които се превозват с един влак.

• Сравнение на получените резултати от двата вида превози и определяне на ефективността по условието, отнесено за един автомобил

$$(7) \quad E_{AT}^{жст} < E_{AT}^{cx}$$

• Изчисляване на екологичната ефективност в стойностно изражение – Пек

$$(8) \quad П_{ек} = (E_{AT}^{cx} - E_{AT}^{жст}).C_{EF}, \text{ лв. или /EUR/}$$

където:

C_{EF} - съответната емисионна ставка;

Възможните технологически варианти за обработка на автомобилите по подаване и изваждане на и от специализираните вагони, са: в Халкали (до Истанбул) и да преминават транзит през България; обработка на терминалите в Свиленград и Драгоман.

Използват се данни за Емисионни параметри (съгласно Методика “CORINAIR-94”), отнесени на километър пробег (Табл. 1).

Таблица1

Вид МПС	Замърсители, g/km					
	NO _x	VOC	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O
дизелови тежкотоварни автомобили и автобуси (ср. разход 30,8 л/100 km)	10,9	2,08	0,06	8,71	800	0,03

За разглеждания вид транспорт – около 35 л/100 км.

При железопътното движение, като фактор оказващ най-голямо количествено въздействие е отчетено влиянието на CO₂, при разпределение на емисиите вредни вещества в отработените газове.

3. РЕЗУЛТАТИ

На база така предложените подход и методическа последователност, са направени конкретни изчисления за отчитане на екологичната ефективност при RO-LA превози по маршрута Драгоман - Свиленград. За изходни данни са ползвани публикуваните в [9] резултати от направени изчисления, относно:

- дължина на автомобилния маршрут **351 km;**
- дължина на железопътния маршрут **356 km;**
- максимална тежина на влака **1450 t;**
- локомотиви – водещ и помощен **46 серия;**

- максимален брой вагони, превозващи автомобили, в една влакова композиция 24бр.

Използваните емисионните параметри за автомобилен транспорт са посочени в Табл.1, докато тези за железопътен транспорт са намерени различни стойности и измерители публикувани в отделни литературни източници. Така например, в [2] са посочени данни за CO_2 0,465 t/MWh на национална база за производство на електроенергия през 2008 година. В труд [4], са посочени данни за консумирана енергия в товарно влаково движение от различни източници, но не е оказано при какъв вид тяга са посочените стойности /електрическа или дизелова/. В [1] при мощност от 1900 kW, консумираната енергия възлиза на около 0,029 kWh/бр.тон км. В хода на изчисленията е ползвана стойност 28,45 Wh/бр.т.км, на база отчетни данни на железопътния транспорт в реално влаково движение при товарни превози.

При изчисляването на екологичната ефективност в стойностно изражение – Пек, е ползвана емисионна ставка от **30 EUR** на тон , в съответствие с публикуваните в [2] данни.

Получените от изчисленията резултати по формули 1, 4, 5 и 6 за отделните компоненти, са:

- вредни емисии от движението на автомобилите на собствен ход /Табл. 2/:

Таблица 2

МПС,бр	Замърсители, g					
	NO_x	VOC	CH_4	CO	CO_2	N_2O
1	4591,08	876,096	25,272	3668,652	336960	12,636
24	110185,9	21026,3	606,528	88047,648	8087040	303,264

- вредни емисии / CO_2 / от железопътния превоз:

- $E_{\text{вд}}$ = **6720924 g.**;

- $E_{\text{AT}}^{\text{жст}}$ = **280038,5 g.**

Екологичната ефективност за CO_2 от Ro-La превоза е:

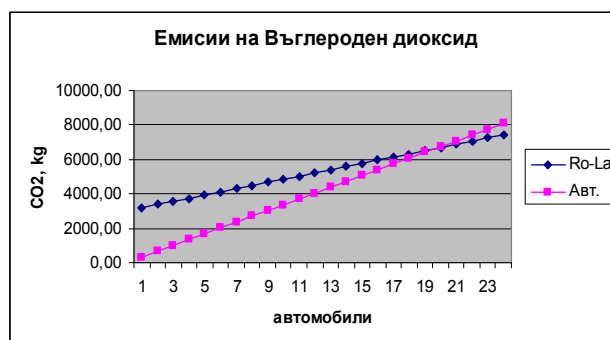
- за влака - **673920 g.**;

- за автомобил - **56921,5 g.**

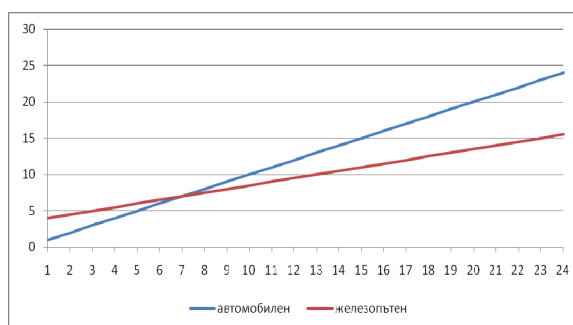
Екологична ефективност в стойностно изражение:

- за влака - **-80,27 лв.**;

- за автомобил - **- 3,34 лв.**



Фиг.2. Разпределение на емисиите CO_2 в зависимост от броя на автомобилите на собствен ход и във влаково движение



Фиг.3. Енергийни разходи за товарни превози в зависимост от броя на автомобилите

4. ИЗВОДИ

Настоящата методическа последователност и математически апарат в достатъчна степен отразяват комплексното влияние на вредните емисии върху околната среда при интимодалните превози, и по-конкретно RO-LA превозите.

Предложения в настоящата статия интегриран подход, позволява отчитане не само на количеството на отделяните вредни емисии при движение на автомобилите на собствен ход, но и на количеството на емисиите при разходване на електроенергия необходима за реализацията на влаковото движение.

При отчитане екологичната ефективност са използвани само емисиите на CO₂, защото само за него са намерени референтни стойности при производството на електроенергия за страната.

От фиг. 2 е видно, че за постигане на екологична ефективност от прилагане на RO-LA превози е целесъобразно превозване на не по-малко от 20 автомобиля с един влак при разглеждания маршрут. Следва да се има предвид и това, че процентното отношение за енергийните разходи при автомобилния транспорт е доста по-голямо от това при железопътния /виж фиг.3/.

Получените от изчисленията резултати, в значителна степен се влияят от бъдещи промени на основните транспортни параметри в посока на тяхното намаляване или увеличаване.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] [HTTP://SLPBSV.COM/PLATFORM1.HTM](http://slpbsv.com/platform1.htm)
- [2] <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:001:0010:01:BG:HTML>
- [3] Актуализирана “Методика за изчисляване по балансови методи на емисиите на вредни вещества (замърсители), изпускани в атмосферния въздух (съгласно ЕМЕП/CORINAIR 1997 и 2000г., 3-то издание от м. септември 2004г.)”
- [4] Качаунов Т, Борисов А. Взаимодействие между видовете транспорт, ВТУ Т.Каблешков, 2009
- [5].Станев Ж. “Ро-Ла превозите в България: прогнози, надежди, реалности”, сп.Железопътен транспорт, №1, 2010, стр.28.
- [6]. “40% от турските камиони се качват на влак ” , Електронен вестник за жп инфраструктура, 2010.
- [7].Г.Карастоянова, Х.Карастоянов- “Автомобилни превози” – Техника, 1993г.
- [8] [HTTP://WWW.EPA.GOV/OTAQ/M6.HTM](http://www.epa.gov/otaq/m6.htm) - Vehicle Emission Modeling Software
- [9] Подход за определяне ефективността на РО-ЛА превози през България, БЕРОВ

ECOLOGICAL EFFECTIVENESS OF THE IMPLEMENTATION OF RO-LA FREIGHT TRANSPORT

Teodor Berov, Dimitar Stoykov, Veselin Stamenov, Ivaylo Stoyanov

Todor Kableshkov University of Transport, Sofia, 158 Geo Milev str.
BULGARIA

Keywords: *railroad conveyance, freight, automotive, Ro-la, TIR, ecological efficiency.*

Abstract: *The main issues are considered in this topic: the mathematical model to determine the ecological efficiency of intermodal freight transport; there are calculations for the rail route Dragoman-Svilengrad; the results obtained are shown.*