



ПОДХОДИ ЗА ОЦЕНКА И ИНТЕРНАЛИЗИРАНЕ НА ВЪНШНИТЕ РАЗХОДИ, ПРИЧИНЕНИ ОТ ЗАДРЪСТВАНИЯ

Христина Николова

hrnikolova@unwe.bg

**УНСС, катедра „Икономика на транспорта и енергетиката”,
Студентски град „Христо Ботев”, 1700, София
БЪЛГАРИЯ**

***Ключови думи:** външни разходи за транспорт, разходи за задръствания, интернализирани*

***Резюме:** В доклада се предлага методологическа рамка за икономическа и социална оценка на външните разходи, причинени от транспортни задръствания на национално ниво, като се използва подходът на интернализация. Предложената рамка добавя към съществуващата теория някои нови гледни точки, основани на холистичен социално-икономически подход, като се вземат предвид съществуващите методологии за оценка на външните разходи за транспорт. Тя гарантира прозрачност и дава възможност за правилна обосновка на ефективни мерки за намаляване и ограничаване на задръстванията, като по този начин се гарантира устойчиво и ефективно развитие на транспортната система. Прилагането на подхода е емпирично тествано и на тази основа е направено предложение за използване на резултатите от анализите за целите на приоритизирането политическите мерки за устойчиво развитие, основани на потенциални икономии за обществото.*

УВОД

В транспортния сектор външните разходи за задръствания възникват поради възникването на недостиг на капацитет от транспортната инфраструктура (при възникването на задръствания) и други външни ефекти, възникващи за трети страни (като аварии и въздействия върху околната среда). Тези разходи включват: разходи за недостиг на инфраструктура, разходи за загубено време и допълнителни оперативни разходи за потребителите на транспортни услуги, които възникват вследствие от задръстванията; разходи за осигуряване на редовен транспорт: разходи за закъснения, както и допълнителни разходи в градските райони – включително загуби на време от немоторизиран трафик в градските райони.

Разходите, свързани с недостиг на капацитет от транспортна инфраструктура (разходите за задръствания) възникват, защото наличието на засилено търсене на достъп до инфраструктурата в определен времеви период води до конкуренция между потребителите за ограничен капацитет на транспортната инфраструктура [1]. Те се идентифицират със загубата на благосъстояние, свързана с факта, че използването от

транспортната инфраструктура от едно допълнително превозно средство води до разходи за другите потребители, които не се отчитат в цените за транспортните услуги и таксите за достъп до транспортната инфраструктура.

В зависимост от вида транспорт, поведението на потребителите, характеристиките на инфраструктурата, необходимото време за пътуване и алтернативните дейности, развивани в обхвата на транспортната инфраструктура, прекомерното търсене на инфраструктурен капацитет може да причини няколко ефекта [2], а именно:

- Времето за пътуване се увеличава (този компонент е най-важен за оценка на разходите за задръствания и обикновено се оценява чрез стойността на времето – value of time - VOT). Оценката на времето за пътуване обикновено се извежда чрез изследване на заявените потребителски предпочитания [1];
- Затруднено осигуряване на достатъчен брой превозни средства и възникване на допълнителни оперативни разходи за транспортните компании (особено за обществените видове транспорт);
- Увеличаване на времето за пътуване и закъснения с доставките на товари;
- Допълнителни разходи за гориво, произтичащи от задръстванията (свързани с изчакване на място, многократно спиране и потегляне за движение по пътищата и/или изчакване за приземяване или акостиране за самолети и кораби);
- Понижаване на надеждността на транспортните услуги;
- Недостиг на капацитет от инфраструктура за достъп на транспортните средства;
- Алтернативни разходи за доставчиците на услуги заради липсата на възможност за заминаване или пристигане на транспортните средства в желаното време;
- Положителни външни ефекти от подобрените услуги за пътниците, които използват транспортната инфраструктура след подобрението на достъпа до нея (т.нар. ефект на Моринг).

В зависимост от вида на инфраструктурното съоръжение ефектите от задръстванията могат да бъдат разделени на:

– Задръствания, които се появяват на пътни възли, железопътни гари, пристанища и летища чрез възникване на опашки и необходимо изчакване за преминаване и използване на съответния инфраструктурен обект. Допълнителните потребителски разходи, които възникват, зависят от капацитета и необходимото време за обработка на съоръжението.

– Задръстванията на потока от превозни средства, свързани с превишаване на капацитета за достъп, които лесно могат да бъдат описани чрез диаграми на скоростните потоци или микросимулационни модели и зависят от скоростите на превозните средства [3].

Съществуват различни определения за задръствания [4]. От обективна гледна точка, задръстванията могат да се определят като невъзможност за достъп, която превозните средства налагат едно на друго, тъй като трафикът се доближава до максималния капацитет на съответния вид инфраструктура [5]. Следователно, задръстванията могат да се определят като състояние, при което превозните средства се забавят при пътуване. Съответно, разходите за задръствания възникват, когато движението на едно допълнително превозно средство води до намаляване на скоростта на другите превозни средства в потока и по този начин увеличава времето им за пътуване.

МЕТОДОЛОГИЯ ЗА ОЦЕНКА НА РАЗХОДИТЕ, ПРИЧИНЕНИ ОТ ЗАДРЪСТВАНИЯТА

При оценката на разходите за задръствания се използват три водещи показателя, които влияят върху нивото на тези разходи – оценката на времето за пътуване, съотношението "време за пътуване - търсене на транспортни услуги" и функцията на търсенето.

Стойността на времето за пътуване може да бъде оценена по няколко различни начина. Първо, чрез оценка на стойността на времето за обществото като цяло. В този случай трябва да се прави разлика между времето за работа и останалото време, изразходвано за пътуване. Заплатата на час може да отразява производствения резултат, който може да бъде постигнат за времето, използвано за транспорт [6].

Що се отнася до времето за почивка, следва да се оцени готовността да се плаща за действителни или хипотетични предпочитания на потребителите. Тези предпочитания се изучават с помощта на проучвания. Оценката на частните пътувания се извършва с помощта на неокласическия модел на потребителите, максимизиращи полезността от потреблението на услугата при определени бюджетни ограничения. Бизнес пътуванията отчитат индивидуалните аспекти на производителността на човека. Необходими са допълнителни изследвания в тази област, за да се дефинират по-прецизно показателите, които определят оценката на времето за пътуване.

Оптималното равнище на таксите за задръствания се определя от пресечната точка на кривата на разходите на ползвателите на транспортната инфраструктура и кривата на търсенето на транспортни услуги. Така търсенето на достъп до транспортна инфраструктура ще отговори на изискванията за интернализацията (включването) на тези разходи в таксите за достъп, а самите разходи ще бъдат намалени. По този начин функцията на търсенето определя връзката между действителните външни разходи и равновесните такси за справяне с последиците от претоварването.

Потоъкът от превозни средства, предоставящи транспортни услуги, може да се обясни като физическа връзка между броя на превозните средства, използващи транспортната инфраструктура за определен период, и съответната скорост, с която тези превозни средства се движат. *Съотношението "време за пътуване - търсене на транспортни услуги"* може да се опише с различни *функции* (хиперболични, логитни, линейни) [7]. В този случай е от решаващо значение да се вземе предвид относителният дял на отклоненото търсене поради задръствания, което ще бъде насочено към друго време или алтернативен маршрут.

Съществен фактор, влияещ върху възникването на задръствания, са разходите на отделните ползватели на инфраструктурата. Тези разходи се увеличават с увеличаването на броя на потребителите. По този начин, ако таксите, заплащани от потребителите, са определени така, че да отразяват действителните външни разходи за задръствания, търсенето на достъп ще бъде намалено, а заедно с него и самите външни разходи.

В ЕС са проведени няколко проучвания относно външните разходи за справяне с последиците от задръстванията. Тези последици обаче не са достатъчно проучени [8]. Освен това, не е ясно дали тези разходи следва да се определят като външни, когато се предлагат редовни услуги. Например разходите, свързани със закъснения поради задръствания, причинени от един железопътен оператор на друг, са външни. Спорно е обаче дали закъсненията в присъствието само на един оператор следва да се считат за съществени за определянето на цените или да бъдат включени в тях. С оглед на това и въз основа на заключенията за състоянието и използването на инфраструктурата при различните видове транспорт може да се обобщи, че тези разходи трябва да се вземат

предвид при определяне на инфраструктурните такси за автомобилен и въздушен транспорт и имат по-малко значение в железопътния транспорт. В това отношение е необходимо те да бъдат допълнително проучени и включени в таксите при достигане на подходящо ниво на използване на инфраструктурата.

ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ПРЕДЕЛНИТЕ ВЪНШНИ РАЗХОДИ, ПРИЧИНЕНИ ОТ ЗАДРЪСТВАНИЯТА В АВТОМОБИЛНИЯ ТРАНСПОРТ

Изчисляването на пределните разходи за задръствания, причинени от движението на едно допълнително превозно средство по инфраструктурата, е възможно с помощта на подхода за трансфер, предложен в Наръчника за външните разходи за транспорт [1]. В този случай е необходима подробна информация за конкретни пътни сегменти или инфраструктурни обекти. Поради това не се препоръчва директно прилагане на коефициентите, получени от Наръчника. Вместо това е необходимо те да се коригират според икономическите условия на страната и годината на изчисление. В резултат на изчисляването на факторите на зависимост на разходите от обема на превозите се определят пределните външни разходи. За разпределяне на останалите допълнителни разходи могат да се използват предварително определени фактори за зависимост от разходите за всяка категория превозни средства.

Една от възможните референтни бази за по-нататъшна оценка на външните разходи за задръствания е Наръчникът за външните разходи за транспорт [1]. Тъй като входящите референтни стойности са изразени в парично изражение, свързани със специфичната стойност, като например EUR за 1 пътничкилометър или тонкилометър, методологията за изчисляване на тези разходи може да се прилага широко. В този случай изходните стойности са представени по начин, който може да бъде използван за целите на интернализацията на тези разходи в инфраструктурните такси за достъп. Въпреки че насоките за оценка на външните разходи за транспорт са приблизителни, те все пак предоставят надеждни данни за целите на политиката за тяхното интернализирание. С ограничени специфични за конкретния случай данни, Наръчникът предоставя готови за използване оценки на разходите. Референтните стойности за общите/средните и пределните външни разходи са предоставени за всички държави и видове транспорт. Освен това при необходимост се включват диференциации въз основа на характеристиките на превозното средство (напр. вид гориво, клас на пътя и т.н.), условията на движение (напр. ден/нощ, спокоен или натоварен трафик) и типа на използваната инфраструктура (в градски или междуградски райони).

За да се представи потенциалът за оценка на външните разходи за задръствания, примерът, предоставен в този раздел, показва как пределните стойности могат да се използват за изчисляване на пределните външни разходи за задръствания в автомобилния транспорт в България и за определяне на потенциалните добавки като средство за интернализирание на тези разходи в инфраструктурните такси.

Като се използват референтните стойности (€/ct/tkm), предоставени в Наръчника за различните видове транспорт през 2016 г., пределните разходи за задръствания се изчисляват за конкретен маршрут. Тези стойности се коригират чрез прилагане на БВП на човек от населението в паритети на покупателна способност (БВП по ППС) за 2016 г. и съответните коефициенти за хармонизираните индекси на потребителските цени (ХИПЦ) за 2022 г. спрямо 2016 г. (отчетени като индекс 100 за 2020 г.) (вж. таблица 1). По този начин се взема предвид икономическото развитие на страната и стойностите се актуализират, за да отразят настоящите условия [9].

Таблица 1. Корекционни коефициенти за изчисляване на пределните външни разходи за задръствания

Показател	Коефициент
БВП на глава от населението в коефициент на ППС (2016)	0.49
Корекционен коефициент въз основа на съотношението на ХИПЦ (2022—2016 г.)	1.25

Източник: Собствени изчисления

За апробирането на подхода са изчислени пределните външни разходи за задръствания, падащи се на 1 тонкилометър извършена превозна работа в товарния автомобилния транспорт за 382 км магистрално трасе между Бургас и София. Методиката, използвана за изчисляване на пределните външни разходи за задръствания, е следната:

- Първо се определя вида на превозните средства (лекотоварни превозни средства - LDV и тежкотоварни превозни средства - HDV), вида на мрежата (магистрала и извънградски пътища и др.), интензивността на движение (над наличния инфраструктурен капацитет, в задръстване, близо до наличната пропускателна способност или слаб трафик) и обема на извършената превозна работа в ткм за всеки тип превозно средство за съответния участък от мрежата.

- Второ, пределните стойности на разходите за задръствания (€/tkm) на европейско ниво се избират за 2016 г. и след това се коригират до 2022 г., като се използва подходът, посочен по-горе (вж. таблица 2).

Таблица 2. Референтни и коригирани стойности на пределните външни разходи за задръствания в автомобилния транспорт в България, €/tkm

Ситуации на трафика	Лекотоварни автомобили (LDV) €/tkm	Тежкотоварни автомобили (HDV) €/tkm
За движение в трафик близо до пропускателната способност на пътя, референтна стойност за 2016 г.	34,5	2,3
За движение в трафик близо до пропускателната способност на пътя, коригирана стойност за 2022 г.	21,13	1,41
За движение в трафик със задръстване, референтна стойност за 2016 г.	49,1	3,3
За движение в трафик със задръстване, коригирана стойност за 2022 г.	30,07	2,02

Източник: Собствени изчисления

- Общите пределни разходи за задръствания за движението на едно превозно средство по маршрута се изчисляват, като коригираните пределни стойности се умножат по общия обем на извършената превозна работа в тонкилометри.

И накрая, добавките, които могат да бъдат включени в таксите за достъп до транспортната инфраструктура, се изчисляват за 1 ткм за съответния маршрут, както е показано в таблица 3.

Таблица 3. Общи пределни външни разходи за задръствания по видове транспортни средства за маршрут Бургас – София, 382 км, EUR

Ситуация на трафика	<=3.5 t	3,5-7,5 t	7,5-12 t	12-20 t	20-26 t	26-40 t	44-60 t
За движение в трафик близо до пропускателната способност на пътя	80,72	40,36	64,58	107,63	139,92	215,26	322,89
За движение в трафик със задръстване	114,88	57,91	92,65	154,42	200,75	308,85	463,27
Добавки за включване в инфраструктурните такси при трафик близо до пропускателната способност на пътя	0,0604	0,0141	0,0141	0,0141	0,0141	0,0141	0,0141
Добавки за включване в инфраструктурните такси при трафик със задръстване	0,0859	0,0202	0,0202	0,0202	0,0202	0,0202	0,0202

Източник: Собствени изчисления

Окончателните изчисления на общите външни пределни разходи за задръствания се извършват, като се използва следният модел на уравнение:

$$TC_{cong} = RV \cdot K_{GDP \text{ in PPP } 2016} \cdot \frac{K_{HICP 2022}}{HICP 2016} \cdot Q \cdot L, \quad (1)$$

където:

T_{cong} са общите пределни външни разходи за задръствания за движение на едно превозно средство по съответния маршрут през деня,

RV – референтни стойности за съответните външни разходи за задръствания, избрани от Наръчника за външните разходи за транспорт (препоръчан на европейско равнище за 2016 г.),

$K_{GDP \text{ in PPPs } 2016}$ - БВП на човек от населението в ППС за 2016 г. за България,

$\frac{K_{HICP 2022}}{HICP 2016}$ - коефициент за хармонизираните индекси на потребителските цени (ХИПЦ) за 2022 г. спрямо 2016 г.,

Q – общо брутно тегло на превозните средства (като се използва 80 % коефициент на натоварване),

L – разстояние на маршрута в км.

Изчисляването на пределните външни разходи за задръствания за 1 ткм извършена превозна работа по видове превозни средства позволява сравнение на разходите по маршрути и видове транспорт. Трансферът на стойности, обаче варира в различните страни според местните и националните специфики и се извършва само при липса на национални проучвания. Следователно резултатите са само приблизителни

оценки. Те биха могли да се използват като добавки, които да бъдат интернализирани в инфраструктурните такси, след като окончателните пределни външни разходи за задръствания са изчислени за 1 ткм по видове превозни средства.

Резултатите от изчисленията за избрания маршрут показват, че съответните пределни външни разходи за задръствания намаляват с увеличаване на товароносимостта и използвания капацитет на превозните средства и са най-високи за лекотоварните превозни средства – т.е. колкото по-малък е капацитетът на превозните средства в автомобилния транспорт, толкова по-високи са пределните външни разходи за задръствания. Причината за това е свързана с факта, че по-високата товароносимост на превозните средства осигурява по-голям обем на трафика в тонкилометри, като по този начин позволява да се превозват повече товари с едно превозно средство по съответния маршрут и да се намали общия брой на движещите се транспортни средства.

Ако са налични данни за трафика (като например броя на превозните средства, движещи се по всеки маршрут и обема на трафика), общите пределни външни разходи за задръствания по съответния маршрут биха могли да бъдат оценени за даден период от време [10].

Подходът за интернализирание, представен в доклада, предоставя възможност за точно отразяване на външните разходи за задръствания в транспортните цени и инфраструктурните такси. Освен това осигуряването на пълно възстановяване на разходите, базирано на този подход, ще спомогне за балансиране на транспортната система на страната чрез отразяване на разходите за задръствания, като по този начин ще се предложат правилни ценови сигнали за потребителите на транспортната инфраструктура за разходите, които възникват при нейното използване. Въпреки че е необходимо да се определят точните размери на разходите за задръствания, които трябва да се покриват от инфраструктурните такси, от решаващо значение е също така да се обясни защо останалите външни разходи следва да се поемат от обществото, а не само от ползвателите на транспорта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статията се разглежда приложението на интернализацията на външните разходи за задръствания в инфраструктурните такси, за да се повиши ефективността от използването на транспортната инфраструктура и да се осигури правилно ценообразуване на инфраструктурните такси за отразяване на действителните разходи, които потребителите предизвикват чрез своя модален избор. Авторът прави преглед на съществуващата теория за оценка и измерване на външните разходи за задръствания в транспорта и представя емпиричен пример за прилагането на този подход за изчисляване на потенциалните добавки към таксите за достъп до транспортна инфраструктура в България. Дискутиран е потенциалът на подхода на интернализация да осигури солидна основа за постигане на целите на транспортната политика.

Авторът защитава тезата, че прилагането на подхода за определяне инфраструктурните такси при отчитане на пределните външни разходи за задръствания ще бъде от полза за обществото. Резултатът ще бъде подобряване на ефективността от използването на транспортната инфраструктура и оптимизация на търсенето на транспортни услуги [11]. Освен това, представеният подход за оценка на външните разходи за задръствания позволява да се определи икономическото въздействие на транспортната политика и да се планират подходящи мерки и дейности за подобряване на използването на инфраструктурата и за нейното развитие и разширяване [12].

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Essen, H., et al. Handbook on the external costs of transport : version 2019 – 1.1. . Directorate-General for Mobility and Transport, European Commission. Brussels : Publications Office, 2020. doi/10.2832/51388.
- [2] Maibach M., C. Schreyer, D. Sutter, H.P. van Essen, B.H. Boon, R. Smokers, A. Schroten; C. Doll; B. Pawlowska, M. Bak, , Handbook on estimation of external cost in the transport sector. Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport. Delft, CE. 2007.
- [3] Miola, A., et al. Review of the measurement of external costs of transportation in theory and practice. Maritime transport. Report 1. Institute for Environment and Sustainability, Joint Research Centre. Brussels: Publications Office, 2011. Available at: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC49328>
- [4] Grant-Muller, S. & Laird, J., Costs of Congestion : Literature Based Review of Methodologies and Analytical Approaches, Edinburgh: Scottish Executive, 2007.
- [5] Goodwin, P., The economic costs of road traffic congestion, London: University College London (UCL), The Rail Freight Group, 2004.
- [6] ITT. WP 6: ADB and Green Transport, Deliverable 6.1 External costs of transport in ADB area: lessons learnt. Ljubljana : Institute of Traffic and Transport, 2013.
- [7] Doll, C. and Jansson, J. User costs and benefits. [book auth.] B. and Nash, C. Matthews. Measuring the Marginal Social Costs of Transport. Amsterdam, Oxford : Elsevier, 2005.
- [8] Wijngaarden, L., et al. Sustainable Transport Infrastructure Charging and Internalisation of Transport Externalities: Executive summary. Directorate-General for Mobility and Transport, European Commission. Brussels : European Commission, 2019. doi/10.2832/246834.
- [9] Nikolova, C., Providing Sustainable Transport Infrastructure through Internalization of External Costs: A Case Study from South-Eastern European Countries, In: Di Pietro, A. and Marti, J. (eds.). Critical Infrastructure - Modern Approach and New Developments [Working Title], IntechOpen, London, 2022, doi: 10.5772/intechopen.108429.
- [10] Bossche, M. et al., Marginal cost methodology. Unification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency. Leeds: University of Leeds, 2002.
- [11] Doll, C. and Janssen, J.O. User costs and benefits, In: Nash, C. and Matthews, B. (eds). Measuring the Marginal Social Costs of Transport, Amsterdam, Oxford, Elsevier, 2005.
- [12] European Commission. Report from the Commission to the European parliament and the Council: Review report on the implementation of the Recovery and Resilience Facility. Brussels (2022). Available at: https://commission.europa.eu/document/download/5381f4d7-4a31-4189-8806-b52dad964556_en?filename=com_2022_75_1_en.pdf

ASSESSMENT AND INTERNALISATION APPROACHES FOR THE EXTERNAL CONGESTION COSTS

Christina Nikolova
hrnikolova@unwe.bg

*University of National and World Economy, Sofia,
Economics of Transport and Energy Department,
Students Town, 1700, Sofia
BULGARIA*

Key words: *external costs of transport, congestion costs, internalization*

Abstract: *The report proposes a methodological framework for the economic and social assessment of the external costs caused by transport congestion at national level, using the internalization approach. The proposed framework adds to existing theory some new perspectives based on a holistic socioeconomic approach, taking into account existing methodologies for estimating the external costs of transport. It ensures transparency and allows for proper justification of effective measures to reduce and limit congestion, thus ensuring sustainable and efficient development of the transport system. The application of the approach has been empirically tested and on this basis a proposal has been made to use the results of the analyses for the purpose of prioritizing policy measures for sustainable development based on potential savings for society.*