

Анализ и сравнителна оценка на екологичното въздействие на видовете пътнически транспорт в междуградско съобщение

Елисавета Малинова*

Резюме: В статията са представени методология и резултати от извършен сравнителен анализ на количествени и стойностни оценки на въздействието на видовете пътнически транспорт върху околната среда. Обект на изследване са пътуванията с автомобилен (лични автомобили и автобуси) и железопътен транспорт в междуградско съобщение, по основни направления, релации и пунктове на зараждане и погасяване на пътникопотоци в транспортната мрежа на България. Периодът, за който е направено изследването, е 30-годишен – от 2011 до 2041 г. Оценките включват някои от основните показатели за оценяване на отрицателното въздействие на транспорта върху околната среда.

Резултатите от сравнителната оценка, съответно и анализите, са получени с помощта на разработен модел за целия разглеждан период. Моделът е разработен за разглежданите видове пътнически транспорт в два варианта. Единият от тях представлява реална ситуация за разглежданите видове транспорт, без подобрения за целия изследван период. В другия вариант са отчетени променливи при разглежданите видове транспорт според европейските изисквания и нарастване дела на железопътния транспорт за сметка на автомобилния.

* Елисавета Малинова е доктор, хоноруван преподавател в катедра „Икономика на транспорта“, e-mail: elisavetabogomilova@gmail.com

Ключови думи: сравнителна оценка, модел за оценка, екологично въздействие, сухопътни пътнически превози, външни ефекти.

JEL: Q5, R4.

1. Въведение

Целият транспортен сектор, с всички му превозни средства, е огромен източник на замърсяване на атмосферния въздух. Замърсяването се проявява под формата на газове и прахови частици, оказващи негативно влияние върху качеството на въздуха. То, от своя страна, води до увреждане на човешкото здраве и причиняване на различни ракови, сърдечно-съдови, дихателни и неврологични заболявания. Основните замърсители от транспортната дейност, като емисиите на азотен диоксид (NO₂), могат да доведат до намаляване функциите на белите дробове, да засегнат имунната система и увеличават риска от дихателни проблеми. Други емисии, като емисиите на въглероден оксид (CO), при вдишване се отразяват на състоянието на кръвта, тъй като намаляват наличието на кислород и могат да бъдат много опасни за човешкото здраве. Емисиите на серен диоксид (SO₂), спомагат образуването на киселинни съединения, които при смесване с водни пари създават облак и предизвикват киселинни дъждове. Причинените образувания на смог от емисиите намаляват видимостта и имат редица неблагоприятни последици върху качеството на живот като цяло.

Замърсителите на въздуха с най-голям отрицателен ефект върху здравето на хората са:

- **азотни оксиди (NO_x)** – представляват група от силно реактивни газове и се състоят от азот и кислород, главно азотен диоксид (NO_2) и азотен оксид (NO), в съотношение, вариращо в зависимост от редица фактори. Като цяло, тази група газове приемат обозначението NO_x (азотни оксиди). По принцип азотните оксиди са без цвят и мирис, освен в случаите, когато си взаимодействат с праховите частици. В резултат на това се формира червеникаво-кафяв смог, който се вижда над силно замърсени градове и промишлени зони. Когато азотните оксиди си взаимодействат с въздуха се образуват много високи концентрации на приземен озон, който е вреден както за хората (изключително вреден за дихателната система), така и за растителните култури. При реакция на азотните оксиди с водните пари във въздуха се образуват така наречените киселинни дъждове.

Основни източници на азотни оксиди са енергетиката и транспорта. В областта на транспорта, най-големи източници на азотни оксиди се явяват автомобилните двигатели. Емисиите на азотни оксиди от сектор „Транспорт“ достигат до 28,3% от националните емисии към 2012 г. Емисиите на азотни оксиди от транспорта на България в годините от 2010 до 2012 г. нарастват с 20,8% (ИАОС, 2013). Това се дължи главно на увеличеното потребление на дизеловите горива. В областта на енергетиката са най-вече различните видове топлоелектрически централи, които изгарят фосилни горива при температури над 1500°C , най-вече мазут и въглища. Азотните оксиди, отделени в атмосферата от автомобилния транспорт, се регулират с помощта на Европейските норми относно съдържанието на токсични компоненти в отработилите газове на дизеловите двигатели (Евро стандартите). Допустимите нива на съдържание непрекъснато намаляват – Евро

5 нормите допускат съдържание на азотни оксиди редуцирано до $0,18 \text{ g/km}$, в сравнение с Евро 4 – $0,25 \text{ g/km}$ (EP and CEU, 2007).

- **фини прахови частици (PM)** – те са вид замърсител с тежки последици за човешкото здраве. Фините прахови частици включват различни твърди вещества в суспензия в атмосферата, като дим, сажда и прах и резултати от непълното изгаряне на изкопаемите горива, и най-вече въглищата. В тях се съдържат и други токсични вещества. Едни от основните източници на прахови частици са транспортът, енергетиката, промишлеността, както и използването на горива за битово отопление.

В областта на автомобилния транспорт, най-големият им източник са дизеловите двигатели, а в областта на железопътния са топлоелектрическите централи, когато се използва електроенергия, произведена от тях.

Фините прахови частици са канцерогенни и имат тежки последици за човешкото здраве. Прахът попада в организма на хората, най-вече чрез дихателната система, при което по-едриите частици се задържат в горните дихателни пътища, а фините попадат в по-ниските отдели на дихателната система и увреждат тъканите на белия дроб.

По данни на Евростат към 2012 г. отделените количества фини прахови частици от сухопътния транспорт на европейско ниво са около 15%, а за България, техният дял е 5%.

- **въглеводороди и летливи органични съединения – (HC/VOC)** – това са група химични съединения, които се състоят от въглерод и водород. Когато въглеводородите са в газообразна форма, се наричат още летливи органични съединения (VOC). Въглеводородите и летливи органични съединения притежават силна миризма. Отделят се най-вече при непълното изгаряне на горивата, както и с изпарения при дейности свързани главно с непълното изгаряне на бензин или вторични продукти на нефтохимическата промишленост (пластмаси и разтвори-

Управление на ресурси и разходи

тели). Те включват метан (CH_4), бензинови (C_8H_{18}) и дизелови изпарения, бензен (C_6H_6), формалдехид/метанол (CH_2O), бутадиен (C_4H_6) и ацеталдехид (CH_3CHO). Като съотношения могат да се отделят в следните граници: от непълното изгаряне около 70%, по време на зареждане около 10% и чрез изпаряване от съхраняващите ги единици (газови резервоари) около 20% (Rodrigue, 2013). Въглеродородите и летливите органични съединения са канцерогенни и могат да имат фатални последици за здравето на хората, растенията и в хранителната верига, при големи концентрации. Те са фотооксиданти и имат гразнещо действие върху кожата и лигавиците на дихателната система и очите, могат да причинят ракови заболявания.

Въглеродородите и летливите органични съединения са компонент на киселинните дъждове, атмосферния смог и различните неприятни мирисми. Те са и катализатор за озона. Отделените емисии на летливи органични съединения от сухопътния транспорт за Европейския съюз по данни на Евростат към 2012 г. са 13%, а за България съответно 8%.

Представеният в статията сравнителен анализ от извършените количествени и стойностни оценки на видовете сухопътен транспорт позволява да се оценят някои от външните ефекти по отношение на околната среда, както и да се определят икономическите разходи за обществото. Основната цел на статията е да се сравнят в количествено и стойностно изражение въздействието на разглежданите видове транспорт върху околната среда по изследвани показатели и набелязани направления и релации. При извършването на оценките и анализите са използвани три показателя, а именно – фини прахови частици (PM), азотни оксиди (NOx) и въглеродороди (HC). Отчетени са само въздействията върху околната среда, свързани с експлоатацията на разглежданите видове транспорт. Не са включени ефектите в резултат на използването на земята, шума, изчерпва-

нето на озоновия слой, както и ефектите от изграждането и поддръжката на транспортната инфраструктура, както и производството и поддръжката на транспортните средства.

Емисиите от пътническите превози с влакове с електрическа тяга са косвени емисии от производството на електроенергия и зависят главно от използвания енергиен микс на тяговата електроенергия. Във връзка с това оценката и при двата варианта е направена при източник на електроенергия – атомната централа АЕЦ Козлодуй, т.е. реална ситуация (Малинова, 2015b).

2. Методология на изследването.

За извършването на анализа на количествените и стойностни оценки при определяне на въздействието на видовете пътнически транспорт в междуградско съобщение върху околната среда по изследваните показатели е изготвен модел, който отчита в количествено и стойностно отношение въздействието от всеки от разглежданите видове транспорт.

В модела са включени основни направления, релации и пунктове на зараждане и погасяване на пътникопотоци в транспортната мрежа на Република България. Анализът обхваща 5 основни направления (фигури 1 и 2) и 11 пункта на зараждане и погасяване на пътникопотоци или общо 110 релации. Изследваните направления обхващат основната част от извършваните пътнически превози по транспортната мрежа на България. Те са представени на фигури 1 и 2.

В модела е отчетено това, че към момента БДЖ „Пътнически превози“, единственият железопътен превозвач на пътници в страната, набавя своята електроенергия от АЕЦ „Козлодуй“.

При изчисляването на отделените количества емисии за личните автомобили и автобусите е използвана единната методология на модела на Британския департамент по

транспорта – моделът NAEI (NAEI, 2013). Този модел отчита отделените количества замърсители от един автомобил за един пропътван километър в зависимост от средната скорост. Обхванати са различни видове автомобили, класифицирани според вид, тегло, кубатура, гориво и евро стандарти. За пътниците през прогнозните години от разглеждания период е приет ръст на броя на пътниците за всички обхванати видове транспорт с 1% годишно (Малинова, 2015а).

На фигура 1 са представени основни направления с железопътен транспорт, включени в изследването.

На фигура 2 са представени основни направления с автомобилен транспорт (лични автомобили и автобуси), включени в изследването.

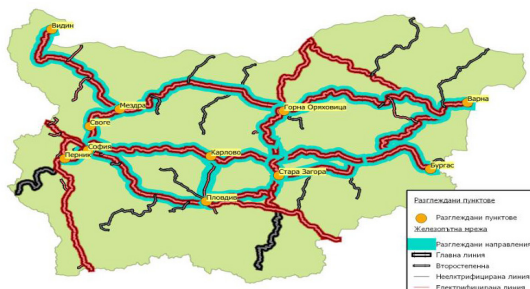
Моделът е разработен в два варианта, както следва:

Вариант I

Във вариант 1 е описан сценарий на умерено нарастване на пътниците. При него се приема, че броят на пътниците нараства с 1 % на година до края на разглеждания период (т.е 2041 г.), както за автомобилния, така и за железопътния транспорт. Този ръст е съобразен с основните препоръки на европейската нормативна уредба за по-нисък годишен ръст в транспортното търсене в сравнение с ръста на БВП.

Емисиите и консумацията на гориво за автомобилния транспорт се определят за превозно средство. При определянето на броя превозни средства по всяко направление се приема, че средният брой на пътниците в един автомобил е 1,5, а средният брой на пътниците в един автобус е 25 (МФ, МТИТС, НКЖИ, „Метрополитен“ ЕАД и АПИ, 2008).

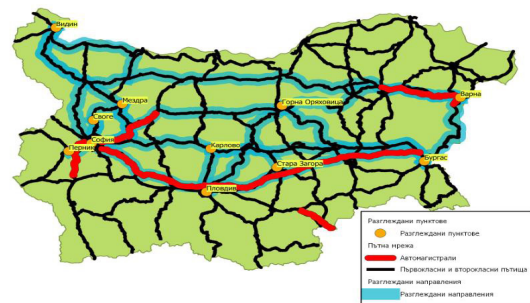
Железопътна мрежа на страната



- София – Карлово – Бургас
- София – Пловдив – Стара Загора – Бургас
- София – Свигове – Мездра - Г.Оряховица – Варна
- София – Перник
- София – Свигове – Мездра – Вигин

Фигура 1. Основни направления по железопътния транспорт

Пътна мрежа на страната



- София – Карлово – Бургас
- София – Пловдив – Стара Загора – Бургас
- София – Свигове – Мездра - Г.Оряховица – Варна
- София – Перник
- София – Свигове – Мездра – Вигин

Фигура 2. Основни направления с автомобилен транспорт

Управление на ресурси и разходи

Консумацията на електроенергия в железопътния транспорт се определя на базата на специфичното енергийно потребление за един пътник километър за страните – членки на Международния съюз на железниците (UIC), за 2010 г. без промяна за целия разглеждан период (UIC, 2012). Това е ситуация, при която не се правят никакви подобрения в железопътния транспорт.

Взето е под внимание реалното състояние при доставянето на електроенергия за железопътния транспорт, т.е. електроенергията е произведена от АЕЦ „Козлодуй“.

Вариант II

При този вариант, освен естественото нарастване на броя на пътниците с 1%, за разглежданите видове транспорт в изследваните години се приема и друга промяна. Този вариант разглежда развитие в железопътния транспорт, в резултат на което в периода от 2020 г. до 2030 г. делът на железопътния транспорт нараства с 5% (0,5% годишно). Това представлява реализиране на част от препоръките в Бялата книга по транспорта за увеличаване дела на превоз на пътници с железопътен транспорт (ЕК, 2011).

Средният брой на пътниците в един автомобил намалява от 2 до 1,5 за разглеждания период. Средният брой на пътниците в един автобус е 25.

За специфичното енергийно потребление за един пътник километър в железопътния транспорт са приети прогнозите от Международния съюз на железниците (UIC), което се явява резултат от подобренията в железопътния транспорт.

И тук е взето под внимание реалното състояние при доставянето на електроенергия за железопътния транспорт, т.е. електроенергията е произведена от АЕЦ „Козлодуй“.

3. Количествени оценки на въздействието на видовете пътнически транспорт върху околната среда в междуградско съобщение

Анализите на екологичните ефекти от сухопътния пътнически транспорт са направени на базата на описаните по-горе варианти. Извършена е количествена оценка на засегнатите в изследването замърсители.

3.1 Количествена оценка на емисиите на фини прахови частици

Фините прахови частици са един от основните замърсители на въздуха, влияещи негативно върху здравето на човека. В таблица 1 е представена количествената оценка на емисиите на фини прахови частици по изследваните варианти за разглеждания период.

Таблица 1. Количествена оценка на емисиите на фини прахови частици

Количествена оценка									
PM	Вариант	Вариант I				Вариант II			
Мерна единица	Година	2011	2021	2031	2041	2011	2021	2031	2041
тона	Железопътен транспорт	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Автобусен транспорт	38,33	16,83	3,31	0,55	38,33	16,75	3,14	0,52
	Лични автомобили	374,06	132,80	22,26	24,66	280,54	108,09	18,99	23,38
	Общо	412,39	149,63	25,57	25,21	318,87	124,83	22,13	23,90
г/пкм	Железопътен транспорт	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Автобусен транспорт	0,013	0,005	0,001	0,000	0,013	0,005	0,001	0,000
	Лични автомобили	0,024	0,008	0,001	0,001	0,018	0,006	0,001	0,001
%	Железопътен транспорт	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Автобусен транспорт	9,29%	11,25%	12,94%	2,19%	12,02%	13,42%	14,17%	2,19%
	Лични автомобили	90,71%	88,75%	87,06%	97,81%	87,98%	86,58%	85,83%	97,81%

Източник: Собствени изчисления

От направения анализ се наблюдават следните тенденции:

За железопътния транспорт и при двата варианта не се наблюдават отделни вредни емисии, тъй като използваната електроенергия за Български държавни железници е произведена от АЕЦ „Козлодуй“.

При автобусния транспорт и при двата варианта се отчита една и съща тенденция, а именно – рязък спад на количествата емисии на прахови частици, като при варианта с ръст на дела на железопътния транспорт (Вариант 2) количествата прахови частици намаляват незначително. Количествата емисии, отнесени на един пътник километър, съответно също бележат спад. Този спад се дължи на промяната на автобусния парк в съответствие с високите екологични норми (Евро 5 и 6), както и на привлечените пътници от автомобилния към железопътния транспорт в резултат на евентуалните реализирани проекти и увеличаване на комфорта и качеството след 2020 г.

При пътуванията с лични автомобили и при двата варианта се наблюдава рязък спад в отделените количества прахови частици, дължащ се на високите екологични норми. При Вариант 2 количествата емисии са по-малки от тези при Вариант 1. Тази разлика се дължи на по-високия брой пътници в един автомобил при Вариант 2 (намаляващ от 2 до 1,5 през целия разглеждан период). Влияние оказва също така и прехвърлянето на част от пътниците

от автомобилния към железопътния транспорт, след 2020 г. при Вариант 2.

3.2. Количествена оценка на емисиите на азотни оксиди

Количествената оценка на емисиите на азотни оксиди е направена също в два разглеждани варианта и е за периода от 30 години. В таблица 2 са показани резултатите от извършената количествената оценка.

От анализа на количествена оценка се наблюдават следните тенденции:

При железопътния транспорт и в двата разглеждани варианта не се наблюдават вредни емисии на азотни оксиди, тъй като електроенергията е произведена от АЕЦ „Козлодуй“. Емисиите, отнесени на пътник километър, отново са нулеви.

При автобусния транспорт, и при двата варианта за целия разглеждан период се отбелязва плавно намаляване на отделените количества азотни оксиди. При емисиите, отнесени на пътник километър, се наблюдава същата тенденция на спад на отделените количества емисии за превоза на един пътник, изминаващ един километър. Тенденциите са аналогични, а именно – отчитането на въвежданите високи екологични стандарти за парка. При Вариант 2 намаляванията на отделените емисии както общо, така и отнесени на пътник километър, са по-значителни. Това се дължи на прехвърлянето на част от пътниците от автомобилния към железопътния транспорт.

Таблица 2. Количествена оценка на емисиите на азотни оксиди

		Количествена оценка							
NOx	Вариант	Вариант I				Вариант II			
Мерна единица	Година	2011	2021	2031	2041	2011	2021	2031	2041
кг	Железопътен транспорт	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Автобусен транспорт	1 093 292,56	899 856,52	283 637,55	89 699,69	1 093 292,56	895 178,36	268 891,85	85 036,40
	Лични автомобили	11 459 463,93	3 016 687,41	1 216 253,79	950 424,25	8 594 597,95	2 455 367,16	1 037 721,06	901 013,76
	Общо	12 552 756,49	3 916 543,93	1 499 891,34	1 040 123,94	9 687 890,51	3 350 545,52	1 306 612,91	986 050,16
г/пкм	Железопътен транспорт	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Автобусен транспорт	0,358	0,266	0,076	0,022	0,358	0,265	0,072	0,020
	Лични автомобили	0,740	0,176	0,064	0,045	0,555	0,143	0,055	0,043
%	Железопътен транспорт	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Автобусен транспорт	8,71%	22,98%	18,91%	8,62%	11,29%	26,72%	20,58%	8,62%
	Лични автомобили	91,29%	77,02%	81,09%	91,38%	88,71%	73,28%	79,42%	91,38%

Източник: Собствени изчисления

Управление на ресурси и разходи

За пътуванията с лични автомобили също се наблюдава тенденция, аналогична на тази при количествената оценка на емисиите на прахови частици, а именно – намаляване на отделяните количества азотни оксиди и при двата варианта, за целия разглеждан период. Това се дължи основно на въвежданите екологични стандарти при производството на новия автомобилен парк, които са отчетени в оценките. При вариант 2 отделяните количества отново са по-малки, дължащо се на прехвърляните пътници към железопътния транспорт.

3.3 Количествена оценка на емисиите на въглеродороди

Извършената количествена оценка за емисиите на въглеродороди за изследвания период е представена също в два варианта, които са представени таблично в таблица 3.

При анализа на количествената оценка на емисиите на въглеродородите за разглежданите варианти се наблюдават следните зависимости:

За железопътния транспорт и в този случай и при двата варианта не се наблюдават никакви отделени емисии на въглеродороди за целия 30-годишен период. Тенден-

цията е аналогична и при емисиите, падащи се на пътник километър.

При автобусния транспорт и в двата разглеждани варианта, аналогично на тези при емисиите на прахови частици и азотни оксиди, се отбелязва рязък спад до края на разглеждания период. Тази тенденция се наблюдава и за емисиите на въглеродороди, отнесени на пътник километър. Това ясно се вижда на фигура 1. Причините са аналогични, а именно – промяната в характеристиките на автобусния парк с по-високите екологични норми (Евро 5 и 6).

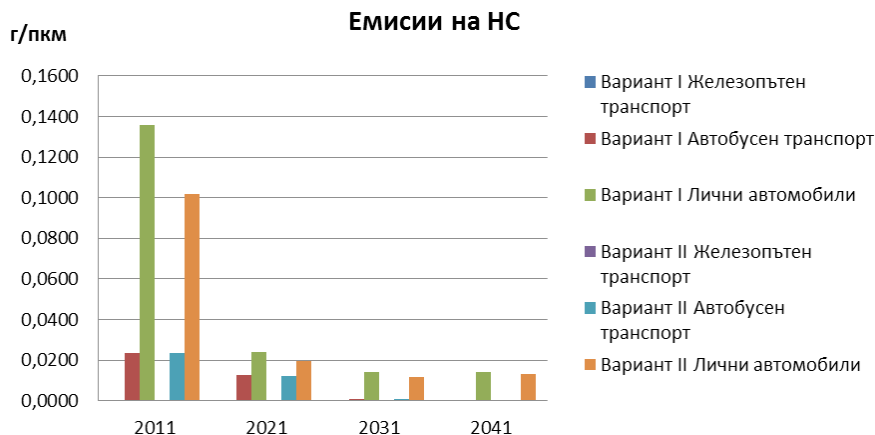
За пътуванията, осъществени с лични автомобили, в резултат на отчетените по-високи екологични норми се наблюдава бърз спад на емисиите и при двата варианта до 2030 г., след което се наблюдава леко увеличение. Този спад е по-голям при вариант 2, което се дължи на пренасочените пътници от автомобилния към железопътния транспорт. Същата тенденция се наблюдава и при емисиите, отнесени на един пътник километър.

На фигура 3 са представени отделените количества емисии на въглеродороди, отнесени на пътник километър за разглежданите видове транспорт, през изследвания период.

Таблица 3. Количествена оценка на емисиите на въглеродороди

		Количествена оценка							
НС	Вариант	Вариант I				Вариант II			
Мерна единица	Година	2011	2021	2031	2041	2011	2021	2031	2041
тона	Железопътен транспорт	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Автобусен транспорт	71,29	42,07	2,48	1,09	71,29	41,85	2,35	1,03
	Лични автомобили	2 103,79	413,57	263,58	292,03	1 577,84	336,62	224,89	276,84
	Общо	2 175,09	455,64	266,06	293,11	1 649,14	378,46	227,24	277,87
г/пкм	Железопътен транспорт	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
	Автобусен транспорт	0,02334	0,01243	0,00066	0,00026	0,02334	0,01237	0,00063	0,00025
	Лични автомобили	0,13589	0,02411	0,01387	0,01387	0,10191	0,01962	0,01183	0,01315
%	Железопътен транспорт	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Автобусен транспорт	3,28%	9,23%	0,93%	0,37%	4,32%	11,06%	1,03%	0,37%
	Лични автомобили	96,72%	90,77%	99,07%	99,63%	95,68%	88,94%	98,97%	99,63%

Източник: Собствени изчисления



Фигура 3. Количество въглеродороди на пътник километър при разглежданите видове транспорт

4. Стойностни оценки на въздействието на видовете пътнически транспорт върху околната среда в междуградско съобщение

Целта на стойностната оценка е да се покаже каква е социалната цена, която обществото заплаща за последиците от вредните емисии.

Един от основните фактори за увеличаващите се парични разходи през разглеждания период са покачващите се цени на единица количество отделен замърсител. Покачващите се цени са инструмент за прилагане на различни стратегии, целящи намаля-

ването на вредното влияние на транспорта върху здравето на хората и околната среда.

4.1 Стойностна оценка на емисиите на прахови частици

Стойностната оценка за емисиите на прахови частици е направена отново за два варианта и е представена в таблица 4. Определени са общите разходи за обществото, както и дялът на видовете транспорт при формирането им.

В таблица 4 са представени резултатите от стойностната оценка на въздействието на отделените фини прахови частици за разглежданите варианти.

Таблица 4. Стойностна оценка на емисиите на фини прахови частици

		Стойностна оценка							
PM	Вариант	Вариант I				Вариант III			
Мерна единица	Година	2011	2021	2031	2041	2011	2021	2031	2041
млн. лв	Железопътен транспорт	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Автобусен транспорт	5,07	2,70	0,68	0,14	5,07	2,68	0,64	0,14
	Лични автомобили	49,47	21,28	4,55	6,43	37,10	17,32	3,88	6,09
	Общо	54,54	23,97	5,22	6,57	42,17	20,00	4,52	6,23
лв/пкм	Железопътен транспорт	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
	Автобусен транспорт	0,00166	0,00080	0,00018	0,00003	0,00166	0,00079	0,00017	0,00003
	Лични автомобили	0,00320	0,00124	0,00024	0,00031	0,00240	0,00101	0,00020	0,00029
%	Железопътен транспорт	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Автобусен транспорт	9,29%	11,25%	12,94%	2,19%	12,02%	13,42%	14,17%	2,19%
	Лични автомобили	90,71%	88,75%	87,06%	97,81%	87,98%	86,58%	85,83%	97,81%

Източник: Собствени изчисления

Управление на ресурси и разходи

От анализа за отделните видове транспорт се забелязва, че:

При железопътния транспорт и при двата варианта, където е използвана електроенергия от АЕЦ „Козлодуй“, се отчита, че няма социални разходи за косвени емисии на прахови частици. Тенденцията е аналогична и при разходите от замърсяването с фини прахови частици, отнесени на един пътник за един пропътуван километър.

За автобусния транспорт и при двата варианта се наблюдава една и съща тенденция на рязко намаляване на социалните разходи за фини прахови частици. Този рязък спад се отчита и при разходите, отнесени на пътник километър. Тенденциите на спад се дължат на настъпилите промени в автобусния парк в съответствие с по-високи екологични норми (Евро 5 и 6).

При пътуванията с лични автомобили и в двата варианта също се наблюдава тенденция на рязък спад на социалните разходи по отношение емисии на прахови частици. Спадът се наблюдава до към 2030 г. След този период разходите започват съвсем малко да се повишават. Този спад се дължи на отчетените високи екологични норми за автомобилите. Слабото нарастване на разходите за тези емисии, т.е. след 2030 г., се дължи на това, че към 2030 г. вече всички автомобили ще бъдат с висок екологичен стандарт Евро 6, а броят на пътниците има естествено нарастване през годините. Също така при вариант 1 разходите са по-високи, отколкото при вариант 2. Това се дължи на по-големия брой пътници в един автомобил при вариант 2 (намаляващ от 2 до 1,5 през целия разглеждан период), както и на пренасочения брой пътници към железопътния транспорт при двата варианта.

По отношение на разходите на един пътник километър се наблюдават същите тенденции.

4.2 Стойностна оценка на емисиите на азотни оксиди

Стойностната оценка на емисиите на азотни оксиди от сухопътните пътнически превози в междуградско съобщение, по набелязаните релации е представена в таблица 5.

Стойностната оценка на емисиите на азотни оксиди от сухопътния пътнически транспорт също е направена в два варианта. От извършената стойностна оценка се отчитат следните тенденции:

При железопътния транспорт, като резултат от използване на електроенергия, добивана от АЕЦ „Козлодуй“, не се отчитат никакви социални разходи за емисии на азотни оксиди във варианти 1 и 2. При емисиите, отнесени на един пътник километър и в двата варианта се наблюдават аналогични тенденции.

При автобусния транспорт и при двата варианта, подобно на емисиите на прахови частици, се наблюдава рязък спад на социалните разходи по отношение на азотните оксиди. Така в резултат на отчетените промени в автобусния парк и въвеждането на автобуси с по-високи екологични норми (Евро 5 и 6), този значителен спад се забелязва и при емисиите на един пътник километър. Впечатление прави отново това, че при втори вариант разходите за азотни оксиди от автобусния транспорт са по-малки. Това се дължи на това, че част от пътниците от автомобилния транспорт се пренасочват към железопътния, след 2020 г., което намалява и социалните разходи за обществото от емисии на азотни оксиди.

При личните автомобили, в резултат на отчетените изисквания за по-високи екологични норми и намаления дял на автомобилния транспорт в полза на железопътния, се наблюдава тенденция на рязък спад на разходите при емисиите на азотни оксиди, който е значителен. Това се забеляза и при разходите, отнесени на един пътник километър, които към края на разглеждания период са едва около

0,00259 лв./пкм, при вариант 1 и 0,00246 лв./пкм за вариант 2.

4.3 Стойностна оценка на емисиите на въглеродороди

Изчислените социални разходи от емисиите на въглеродороди е представена в таблица 6.

В стойностната оценка на социалните разходи за емисиите на въглеродородите се наблюдават следните тенденции:

При железопътния транспорт, и при двата варианта, отново не се отчитат никакви разходи.

При автобусния транспорт, в резултат на отчетените характеристики за

по-високи екологични стандарти на парка, се наблюдава рязък спад в социалните разходи по отношение на въглеродородите. От около 0,000036 лв./пкм през 2011 г. стойността им спада до около 0,000001 лв./пкм към края на разглеждания период.

По отношение на превоза на пътници с лични автомобили също се наблюдава аналогична тенденция като при разглежданите вече замърсители. Наблюдава се и плавен спад на разходите около 2031 г., след което те отново се увеличават. Същото се наблюдава и за разходите, отнесени на пътник километър. Това се дължи на по-високите евростандарти за автомобилния парк и увеличаването на броя на пътниците.

Таблица 5. Стойностна оценка на емисиите на азотни оксиди

Стойностна оценка									
NOx	Вариант	Вариант I				Вариант II			
Мерна единица	Година	2011	2021	2031	2041	2011	2021	2031	2041
млн. лв	Железопътен транспорт	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Автобусен транспорт	31,84	31,75	12,76	5,15	31,84	31,58	12,10	4,88
	Лични автомобили	333,73	106,44	54,73	54,55	250,30	86,63	46,70	51,71
	Общо	365,57	138,19	67,49	59,69	282,14	118,22	58,80	56,59
лв/пкм	Железопътен транспорт	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
	Автобусен транспорт	0,01042	0,00938	0,00340	0,00124	0,01042	0,00933	0,00323	0,00118
	Лични автомобили	0,02156	0,00621	0,00288	0,00259	0,01617	0,00505	0,00246	0,00246
	Общо	0,03204	0,01259	0,00628	0,00403	0,03261	0,01438	0,00572	0,00474
%	Железопътен транспорт	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Автобусен транспорт	8,71%	22,98%	18,91%	8,62%	11,29%	26,72%	20,58%	8,62%
	Лични автомобили	91,29%	77,02%	81,09%	91,38%	88,71%	73,28%	79,42%	91,38%
	Общо	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Източник: Собствени изчисления

Таблица 6. Стойностна оценка на емисиите на въглеродороди

Стойностна оценка									
HC	Вариант	Вариант I				Вариант III			
Мерна единица	Година	2011	2021	2031	2041	2011	2021	2031	2041
лв	Железопътен транспорт	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Автобусен транспорт	108 595,69	77 631,01	5 829,14	3 261,46	108 595,69	77 227,43	5 526,09	3 091,90
	Лични автомобили	3 204 533,16	763 223,98	620 382,97	876 606,57	2 403 399,87	621 209,58	529 317,55	831 033,70
	Общо	3 313 128,85	840 855,00	626 212,11	879 868,03	2 511 995,56	698 437,00	534 843,64	834 125,60
лв/пкм	Железопътен транспорт	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
	Автобусен транспорт	0,000036	0,000023	0,000002	0,000001	0,000036	0,000023	0,000001	0,000000
	Лични автомобили	0,000207	0,000044	0,000033	0,000042	0,000155	0,000036	0,000028	0,000000
	Общо	0,000243	0,000067	0,000035	0,000043	0,000191	0,000060	0,000029	0,000000
%	Железопътен транспорт	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Автобусен транспорт	3,28%	9,23%	0,93%	0,37%	4,32%	11,06%	1,03%	0,37%
	Лични автомобили	96,72%	90,77%	99,07%	99,63%	95,68%	88,94%	98,97%	99,63%
	Общо	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Източник: Собствени изчисления

Заключение

От анализа на всеки от разглежданите варианти за изследвания период могат да се направят следните заключения:

В железопътния транспорт, в резултат от използването на електроенергия от АЕЦ „Козлодуй“, и при двата варианта не се наблюдават разходи за косвени емисии на разглежданите три замърсителя.

При автобусния транспорт и в двата варианта се наблюдава рязък спад на разходите, предизвикани от вредните емисии, което се дължи на промяната в характеристиките на парка – увеличаване дела на автобусите с високи екологични норми (стандарту Евро 5 и Евро 6), и в същото време бавното нарастване на броя превозени пътници. Така специфичните разходи за отделени емисии (лв./пкм) плавно намаляват.

При личните автомобили и за двата варианта също се наблюдава рязък спад на общите разходи, последван от плавно увеличение, към края на изследвания период. Това се дължи на това, че до 2030 г. вече всички автомобили ще са високо екологични, т.е. Евро 5 и 6, а броят на пътниците има свое естествено нарастване, отчетено в модела с около 1 % годишно. Резкият спад се дължи, както при автобусите, основно на резкия спад в нормите за отделените замърсители на въздуха (PM, NO_x и HC), въведени чрез евростандартите. При вариант 2 се наблюдава същата тенденция, обаче започваща с по-ниски разходи, което се дължи на по-големия среден брой пътници в един автомобил (намаляващ от 2 до 1,5 през целия период).

Като извод може да се каже, че въвеждането на екологичните стандарти при производството на пътни транспортни средства са ефективна мярка за значително намаляване на количествата замърсители на въздуха, въпреки нарастващия брой пътувания. Въпреки това, значителният обем на пътуванията с автомобили предизвик-

ват емисии, които превишават с порядъци емисиите от пътуванията с обществен транспорт. Една от ефективните възможни мерки за ограничаване замърсяването на въздуха от пътническия транспорт според извършения анализ и сравнителните оценки на сухопътния пътнически транспорт, е нарастването на броя пътници в личните автомобили. Друга такава, която е и приета в Европейските стратегии за развитие, е преструктурирането на транспортния пазар в посока нарастване дела на железопътните пътувания. Тази мярка би била приложима, обаче само при положение, че железопътният транспорт потребява електроенергия, при производството на която не се предизвиква отделянето на вредни емисии.

Цитирани източници:

Европейска комисия, 2011. Бяла книга 2011: „Пътна карта за постигането на Единно европейско транспортно пространство – към конкурентоспособна транспортна система с ефективно използване на ресурсите.“

(Evropeyska komisija, 2011. Biala kniga 2011: „Patna karta za postiganeto na Edinno evropeysko transportno prostranstvo – kam konkurentosposobna transportna sistema s effektivno izpolzvanе na resursite“)

ИАОС, 2013. Национален доклад за състоянието и опазването на околната среда в Република България.

(IAOS, 2013, Natsionalen doklad za sastoyaniето i opazvaneto na okolnata sreda v Republika Bulgaria)

Малинова., Е., 2015. „Междуградските пътнически превози като фактор за общественото здраве“, ВТУ „Тодор Каблешков“, София.

(Malinova., E., 2015. „Mezhdugradskite patnicheski prevozi kato faktor za obshtestvenoto zdrave“, VTU „Todor Kableshkov“, Sofia)

Малинова., Е., 2015. „Екологична ефективност на управленските решения в железопътния транспорт“, ТУ – София.

(Malinova., Е., 2015. „Ekologichna efektivnost na upravlenskite resheniya v zhelezopatniya transport“, ТУ – Sofia)

МФ, МТИТС, НКЖИ, „Метрополитен“ ЕАД и АПИ, 2008, Указания за изготвяне на АРП в транспортния сектор.

(MF, MTITS, NKZhI, „Metropoliten“ EAD i API, 2008, Ukazania za izgotvyane na ARP v transportniya sektor)

European Parliament and the Council of the European Union, 2007, REGULATION (EC) No 715/2007.

Rodrigue, J. P., 2013. THE GEOGRAPHY OF TRANSPORT SYSTEMS, THIRD EDIT., New York: Routledge.

UIC, 2012. Energy consumption and CO2 emissions 1990-2010 European data overview.

UK NAEI - National Atmospheric Emissions Inventory, [Online]. Available at: <http://naei.defra.gov.uk/>, [Accessed 19 November 2015].