

# ТРАНСПОРТОТ ВО СКОПЈЕ – РЕАЛНОСТ И ПРЕДИЗВИЦИ

Александар Дединец<sup>1</sup>, Александра Дединец<sup>2</sup>, Верица Тасеска-Ѓоргиевска<sup>1</sup>, Наташа Марковска<sup>1</sup>,  
Павлина Здравева<sup>3</sup>, Јасмина Белчовска Тасевска<sup>3</sup>, Глигор Каневче<sup>1</sup>

e-mail: dedinec@manu.edu.mk

<sup>1</sup>Македонска академија на науките и уметностите, <sup>2</sup>Факултет за информатички науки и компјутерско инженерство, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ - Скопје, <sup>3</sup>UNDP-Скопје

## АПСТРАКТ

Транспортниот сектор е одговорен за една четвртина од емисиите на стакленички гасови на ниво на Европска унија, додека во Македонија неговото учество од 10% во 2012 година се зголемило на 13% во 2014 година. Значењето на овој сектор се зголемува со тоа што тој значајно придонесува и за проблемите со квалитетот на воздухот. Во Европската унија, споредено со 1990 година се забележува напредок во намалување на локалните емисиите. Во Македонија се проценува дека учеството на транспортот во вкупните национални емисии на CO и NO<sub>x</sub> изнесува 13% и 17%, соодветно.

Податоците за квалитетот на воздухот за 2016 година покажуваат надминувања на годишните гранични вредности за концентрации на PM<sub>10</sub> речиси на сите мерни места на ниво на Република Македонија, како и на концентрации на PM<sub>2,5</sub> на двете мерни места (лоцирани во град Скопје). Во поглед на CO надминување на граничните вредности има на мерните места Лисиче во Скопје, Битола 2 и Тетово, додека на мерните места Ректорат во Скопје и Битола 1, концентрациите се многу блиску до граничните вредности.

Во овој труд со помош на посебно развиена методологија во која е вклучен и моделот MARKAL-Скопје, оценети се 10 мерки и политики за намалување на потрошувачката на енергија, емисиите на стакленички гасови и локалните емисии од патниот транспорт. За студија на случај е земен град Скопје како најголем град во земјата, и град со најголем број на регистрирани возила (околу 36%). Анализите се направени за периодот 2012 – 2025 година преку две сценарија: референтно сценарио и сценарио кое ги вклучува предложените политики и мерки.

Резултатите покажуваат дека со имплементација на сите предложени мерки може значително да се намалат емисиите во 2025 година и тоа на PM<sub>2,5</sub> за дури 94%, додека CO и NMVOC за 78% споредено со 2015 година. За да се реализираат сценариото со сите предложени мерки потребно е во периодот до 2025 да се вложат дополнителни 686 милиони EUR споредено со референтното сценарио.

**Клучни зборови:** транспорт, емисии на стакленички гасови, загадувачи на воздух

## ABSTRACT

A quarter of the greenhouse gas emissions at the European Union level come from the transport sector, while in the Republic of Macedonia its share in the total national emissions increased from 10% in 2012 to 13% in 2014. Additionally, the transport sector significantly contributes to air quality problems in Europe, but since 1990, a progress has been made. In the Republic of Macedonia the share of this sector in the total national emissions of CO and NO<sub>x</sub> is 13% and 17%, respectively.

According to the data for 2016, there are exceedances in the annual limit values for the PM<sub>10</sub> concentrations, almost in all measuring points in the Republic of Macedonia. There are also exceedances in the annual concentrations of PM<sub>2,5</sub> at both measuring points located on the territory of the city of Skopje. The CO concentrations exceed the limit value at the measuring points of Lisice in Skopje, Bitola 2 and Tetovo, while at the measurement points of Rectorate in Skopje and Bitola 1, the concentrations are very close to the limit values.

In this paper, 10 measures and policies are proposed and evaluate with specially developed methodology

involving the MARKAL-Skopje model, with the aim to reduce energy consumption, emissions of greenhouse gases and polluting substances from road transport. The case study is the city of Skopje, the largest city in the country, and the city with the largest number of registered vehicles (about 36%). The analyzes were made for the period 2012-2025 through two scenarios: a reference scenario and a scenario that includes all proposed policies and measures.

The results show that with the implementation of the scenario that includes all proposed policies and measures the quantity of pollutants in 2025 could be significantly reduced, PM<sub>2.5</sub> by 94%, while CO and NMVOC by 78% compared to 2015. In order to realize this scenario, it is necessary to invest an additional 686 million euros in the period 2018-2025 compared to the reference scenario.

## 1 ВОВЕД

Една четвртина од емисиите на стакленички гасови на ниво на Европската Унија доаѓаат од транспортниот сектор. Дополнително, овој сектор е еден и од главните причинители за загадување на воздухот во градовите. Намалувањето на емисиите на стакленички гасови од секторот транспорт започна дури во 2007 година, но тие се сè уште повисоки од нивото во 1990 година, што е различно од останатите сектори каде емисиите почнувајќи од 1990 година наваму постепено опаѓаат. Најголем дел од емисиите на стакленички гасови од транспортот се од патниот сообраќај (повеќе од 70% во 2014 година).

Европската унија како лидер во глобалниот премин кон ниско-јаглеродна економија, со усвојување на Европската стратегијата за мобилност со ниски емисии во 2016 година постави цел до 2050 година, емисиите на стакленички гасови од транспортот да бидат најмалку за 60% пониски споредено со нивото во 1990 година и цврсто да целат кон нула [1].

Во поглед на подобрување на квалитетот на воздухот главната цел на Европската унија е постигнување на такво ниво на квалитет на воздухот, при кое нема да се предизвикуваат значителни негативни влијанија врз здравјето на човекот и врз животната средина. За да се постигне ова европската политика вклучува неколку меѓусебно поврзани инструменти, како што се: правилата и стандардите поврзани со изворите на емисии (на пример, за транспорт, индустриски инсталации, електрани) и прописите поврзани со производите (на пример, за растворувачи, горива, апарати), Директивата за квалитет на амбиентниот воздух [2] и Директивата за горните граници на емисиите на национално ниво [3].

Според Европската агенција за животна средина транспортот значително придонесува за проблемите со квалитетот на воздухот во Европа, но сепак после 1990 година се забележува напредок во намалувањето на емисиите на многу загадувачи на воздухот од овој сектор. Така, во периодот од 1990 до 2015 година емисиите на NO<sub>x</sub> од транспортот се намалени за 41%, емисиите на SO<sub>x</sub> за 49%, емисиите на CO за 85% и на NMVOC за 86% [4]. Емисиите на PM се намалени за 42% споредено со нивната количина во 2000 година, од кога се започнало со нивно мерење.

Анализите направени во рамките на Вториот двогодишен извештај за климатски промени за Македонија [5], покажуваат дека транспортот е еден од секторите каде во последните години се забележува растечки тренд на финалната потрошувачката на енергија (24% во 2012 на 32,5% во 2015 година). Од патниот, железничкиот и воздушниот, најдоминантен во оваа потрошувачка е патниот сообраќај, со 97% учество. Зголемувањето на потрошувачката резултира со зголемување на учеството на транспортниот сектор во вкупните емисии на стакленички гасови и тоа од 10% во 2012 на 13% во 2014 година.

Според Годишниот извештај за квалитет на животната средина за 2016 година [6], на национално ниво, клучен сектор кој придонесува за загадување на воздухот е секторот домаќинства од согорување на огревно дрво (за емисии на суспендирани честички PM<sub>10</sub> и PM<sub>2.5</sub> и CO), како и секторот за производството на електрична и топлинска енергија (за емисиите на SO<sub>x</sub> и NO<sub>x</sub>). Локалните емисии од секторот транспорт во вкупните количини на CO и NO<sub>x</sub> учествуваат со 13% и 17% соодветно. Според овој извештај се забележуваат надминувања на годишните гранични вредности за концентрации на PM<sub>10</sub> речиси на сите мерни места на ниво на Република Македонија. Надминување има и на годишните концентрации на PM<sub>2.5</sub> на двете мерни места кои се лоцирани на територијата на град Скопје. Концентрациите на CO ја надминуваат граничната вредност само на мерните места Лисиче во Скопје, Битола 2 и Тетово, додека на

мерните места Ректорат во Скопје и Битола 1, концентрациите се многу блиску до граничните вредности.

Според Светската здравствена организација [7], секоја година, околу четири милиони смртни случаи во светот се препишуваат на загадувањето на амбиентниот воздух од суспендираните честички  $PM_{10}$  и  $PM_{2.5}$  (поради мозочен удар, срцеви заболувања, рак на белите дробови и хронични респираторни заболувања). Во Република Македонија оваа бројка за 2012 година изнесува 1366.

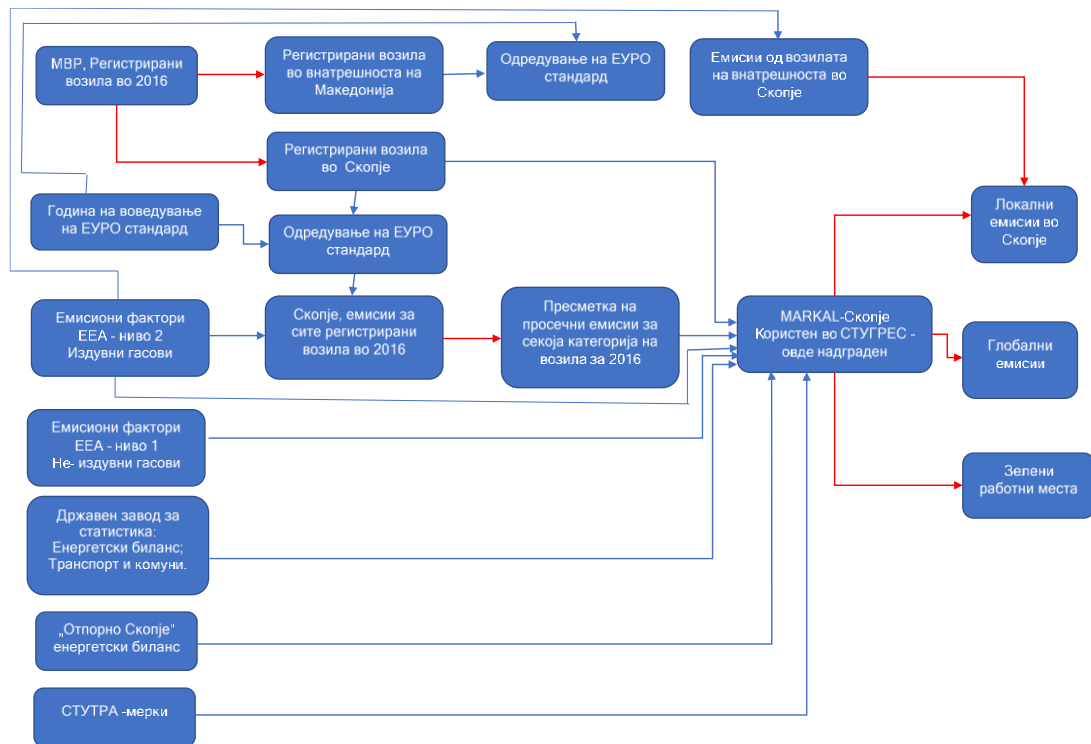
За да се намали билансот на заболени и смртни случаи предизвикани од загадувањето на амбиентниот воздух потребно е да се цели кон политики и мерки што поддржуваат почист транспорт, енергетски ефикасно домување, почисто производство на електрична и топлинска енергија, почиста индустрија и подобро управување со комуналниот отпад, што ќе придонесе за намалување на загадувањето на амбиентниот воздух од клучните извори. За таа цел во рамките на проектот Вториот двогодишен извештај за климатски промени изработени се две студии во кои се предложени политики и мерки за намалување на загадувањето во град Скопје кое е резултат на загревање на домаќинствата (СТУГРЕС) [8] и намалување на глобалното загадување од патничките автомобили во Република Македонија (СТУТРА) [9].

Целта на овој труд е да се развие методологија за одредување на количеството на локалните емисии кои се резултат на активноста на возилата во патниот сообраќај, како и нивна проекција во иднина. Методологијата е применета на град Скопје како најголем град во земјата, и град со најголем број на регистрирани возила (околу 36%). Како основа во методологијата е искористен моделот MARKAL–Скопје развиен за Стратегијата за ублажување на климатските промени во градот Скопје - „Отпорно Скопје“ [10], а потоа надграден во рамките на студијата СТУГРЕС [8]. Дополнително, со овој труд, е направено прилагодување на модулот за транспортниот сектор во MARKAL–Скопје моделот користејќи ги податоците за регистрираните возила во Скопје и се вовеле можноста да се пресметуваат локалните емисиите од овој сектор ( $CO$ ,  $NMVOG$ ,  $NOx$ ,  $NH_3$  и  $PM_{2.5}$ ).

Во трудот се предложени и со помош на развиената методологија, оценети 10 мерки и политики за намалување на потрошувачката на енергија, емисиите на стакленички гасови и локалните емисии од патниот транспорт. Анализите се направени за периодот 2012 – 2025 година преку две сценарија: референтно сценарио „Исто како сега“ и сценарио кое ги вклучува предложените политики и мерки „Движење во вистинска насока“.

## 2 МЕТОД

Во овој труд е развиена методологија со која се овозможува пресметување на количината на локалните емисии кои се резултат од движењето на возила и тоа за базната година, како и проекции за во иднина (Слика 1). Методологијата е составена од четири дела. Првиот дел е анализа и обработка на податоците за бројот на регистрирани возила во Република Македонија во 2016 година добиени од Министерството за внатрешни работи (МВР). Во овој дел направена е поделба на возилата на возила регистрирани во Скопје и возила регистрирани во внатрешноста на Македонија. Потоа, врз основа на годината на производство и годината на воведување на ЕУРО стандардите е одреден ЕУРО стандардот на секое возило. Дополнително, за да се пресмета инвентарот на локалните емисиите, потребно е да се знае и просечниот број на километри кои ги поминуваат возилата, податок кој не се собира од страна на институциите во Р. Македонија. Користејќи го моделот за одредување на потрошувачката во транспортниот сектор кој е дел од моделот MARKAL–Скопје и користејќи го енергетскиот билансот за градот Скопје за 2012 година од студијата „Отпорно Скопје“ [10] е одреден просечниот број на km кои го поминуваат возилата регистрирани во Скопје. Дополнително на ова, за периодот 2013-2016 направено е и соодветно прилагодување на потрошувачката, користејќи ги енергетските биланси на Република Македонија изработени од Државниот завод за статистика (ДЗС) [11].



Слика 1. Методологија за пресметување на локални и глобални емисии, Скопје

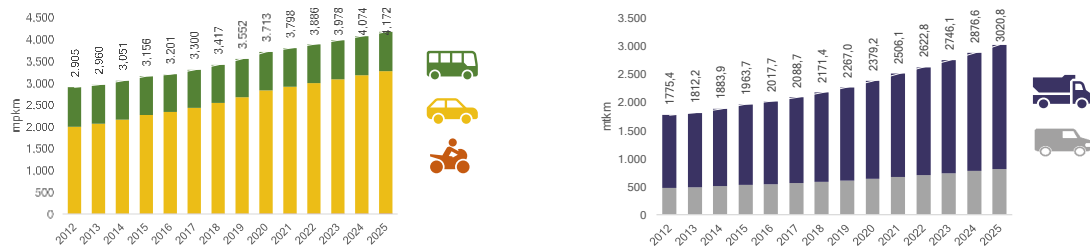
Вториот дел од методологијата вклучува имплементирање на методологијата за пресметување на локалните емисии „Ниво 2“ предложена од страна на Европската агенција за животна средина (ЕЕА) [12]. За таа цел направена е поделба на возила по категории (моторцикли, патнички автомобили, лесни товарни возила (до 3.500 t), тешки товарни возила (поголеми од 3.500 t) и автобуси). Користејќи ги емисионите фактори предложени од ЕЕА кои се базираат на историски мерени податоци на ниво на Европска Унија [12], добиен е инвентарот на локални емисии на ниво на град Скопје за 2016 година.

За третиот дел од методологијата, искористен е MARKAL-Скопје моделот, првично развиен за стратегијата за ублажување на климатските промени на градот Скопје „Отпорно Скопје“ [10], а потоа надграден во рамките на студијата СТУГРЕС [8]. Во овој труд, MARKAL-Скопје моделот е надграден со можност за пресметување на локалните емисии од сите видови на возила од патниот сообраќај (патнички автомобили, лесни товарни возила, тешки товарни возила, автобуси и мотоцикли). Имено, имплементирана е „Ниво 2“ методологијата. Дополнително, инвентарот на локалните емисии добиен во вториот дел од методологијата развиена во овој труд е искористен за пресметување на просечните емисиони фактори за секој тип на возило и за соодветниот тип на гориво. Овие емисиони фактори се влез во MARKAL-Скопје моделот за базната година. MARKAL-Скопје моделот дополнително е надграден и со можноста да ги пресметува и емисиите кои се резултат на трошење на гумите и кочниците, како и трошење на асфалтот односно имплементирана е „Ниво 1“ методологијата на Европската агенција за животна средина за овој тим на емисии (non-exhaust) [13].

Со помош на податоците за раст на БДП и популација во периодот до 2025 година земени од СТУГРЕС [8] како и нивната поврзаност со растот на бројот на возила, направена е проекција за бројот на патнички и тонски километри за возилата од градот Скопје (Слика 2).

Во последниот дел од методологијата опфатена е и активноста на возилата кои доаѓаат од внатрешноста на Република Македонија во градот Скопје. За да се пресметаа емисиите од овие возила од

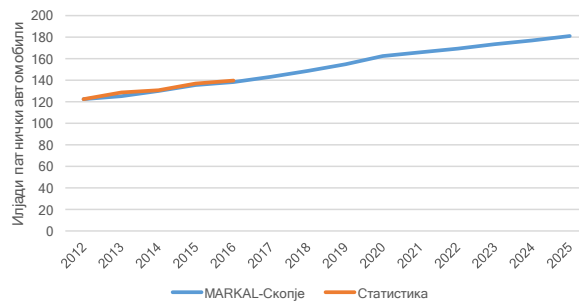
податоците од МВР пресметан е просечен емисионен фактор за сите возила од внатрешноста на Република Македонија за 2016 година. Во однос на проекциите и нивниот придонес во иднина, претпоставено е дека секоја година во просек 10% од бројот на патнички автомобили, коишто се добиени во студијата СТУТРА [9], а се од внатрешноста на Македонија на дневна основа ќе влегуваат во градот Скопје.



Слика 2. Проекции за бројот на патнички километри и тонски километри по категорија на возила

## 2.1 Валидирање на моделот

Не изоставен дел од самото моделирање е валидацијата на моделот. За таа цел направено е валидирање на моделот за периодот 2012-2016. На Слика 3 прикажана е споредба на излезот од MARKAL-Скопје моделот и реалните податоци од ДЗС во поглед на бројот на патнички автомобили, од каде може да се забележи дека речиси и да не постои разлика помеѓу нив.



Слика 3. Разлика на бројот на патнички автомобили според статистика и според MARKAL-Скопје моделот

## 3 РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Решавањето на проблемот со емисиите на загадувачи на воздухот опфаќа идентификација на изворот на проблемот и предлагање на соодветни мерки и политики. На почетокот на ова поглавје прикажани се резултатите од тоа како изгледа транспортот во Скопје во 2016 година и кои возила се најпроблематични во поглед на локалните емисии. Во вториот дел од оваа глава е прикажано како би изгледал овој сектор до 2025 година ако не се преземат соодветни мерки и што би се случило ако се преземат одредени мерки и политики, а во третиот и четвртиот дел се предложени соодветни мерки и политики и кои се резултатите кои произлегуваат од нивната реализација.

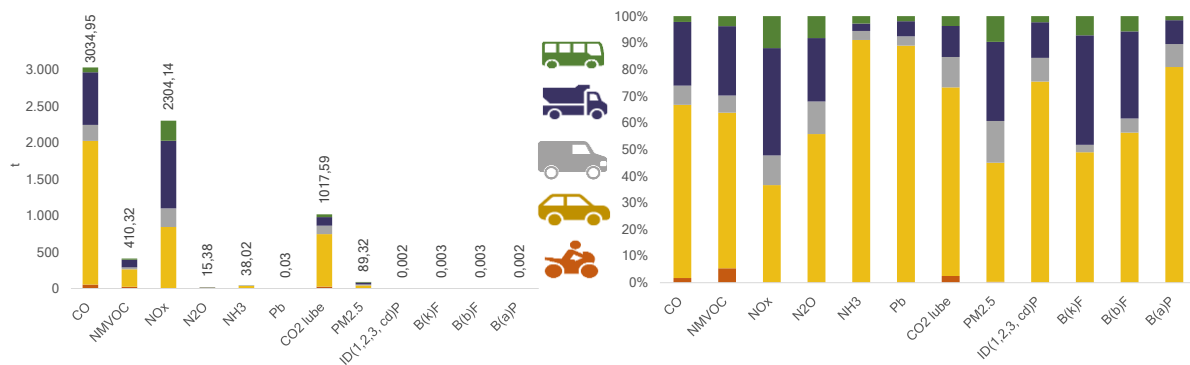
### 3.1 Транспортот во Скопје во 2016 година

Во периодот 2012-2016 бројот на регистрирани возила во Скопје е зголемен за 15,3% во 2016 година во однос на 2012 година [13]. Најголем удел во вкупниот број на возила во 2016 година имаат патничките автомобили околу 88%, а најголемо зголемување има кај мотоциклите од 33% во 2016 во однос на 2012 година. Порастот кај товарните и патничките автомобили е 23% и 14% соодветно. Намалување се забележува само кај бројот на автобуси и тоа за 10% во 2016 во однос на 2012 година. Во поглед на типот на гориво најголемо зголемување кај патничките автомобили има на дизел возилата и тоа за 77% во 2016

во однос на 2012 година, со што нивниот удел во патничките автомобили од 25% во 2012 година, се зголемил на 38% во 2016 година. Речиси идентична е ситуацијата и кај тешките товарни возила каде бројот на оние кои користат дизел се зголемил за 62%, додека бројот на бензин возила се намалил за 9% во 2016 во однос на 2012 година. Уделот на дизел/бензин возила од вкупниот број на товарни возила во 2012 година изнесувал 54% и 39% (останатите 7% се бензин-гас), соодветно, додека во 2016 веќе се променил на 71% и 29%.

Распределбата на возниот парк во градот Скопје според Европските стандарди за емисии за различните типови на возила покажува дека само кај моторциклите доминира највисокиот стандард (EURO 3) и тоа со 73%. Кај патничките автомобили најголем дел (28%) имаат EURO4 стандард, додека 7% од возилата имаат понизок стандард од EURO1. Слична е ситуацијата и кај лесните товарни возила, каде најголемиот дел (34%) имаат EURO4 стандард, а 6% имаат стандард помал од EURO1. Загрижувачка е состојбата кај тешките товарни возила каде дури 40% имаат стандард понизок од EURO1 (кој е воведен во 1992 година). Најголем проблем се тешките товарни возила и патничките автомобили каде 70% односно 60% од возилата имаат понизок стандард од EURO4.

Со помош на вториот дел од методологија опишан во поглавјето „Метод“ пресметани се вкупните количини на загадувачи на воздухот на ниво на град Скопје за 2016 година. Резултатите покажуваат дека од издувните гасови во транспортот, најмногу се создаваат емисии на CO, по што следуваат емисиите на NOx (Слика 4). Најголем удел во сите емисии, освен во NOx имаат патничките автомобил со учество од 65% во CO, 58% во NMVOC, 91% во NH<sub>3</sub> и 45% во PM. Од другите категории на возила, тешките товарни возила и автобусите најмногу придонесуваат во емисиите на NOx, и тоа со 40% и 12% соодветно, додека лесните товарни возила се најзастапени во емисиите на PM со 16%.

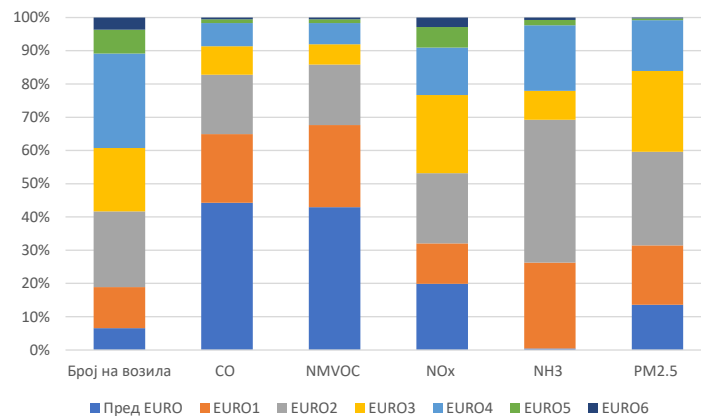


Слика 4. Вкупни емисии и процентуално учество во различните типови на емисии на мотоциклите, патничките автомобили, лесните товарни возила, тешките товарни возила и автобусите во 2016 година

Количината на не-издувните емисии за 2016 година изнесуваат околу 35 t или околу 28% од вкупните емисии на PM<sub>2,5</sub> во транспортот (во кои се вклучени и емисиите од издувните гасови). Најголем дел од не-издувните емисии доаѓаат од патничките автомобили (50%) и тешките товарни возила (33%).

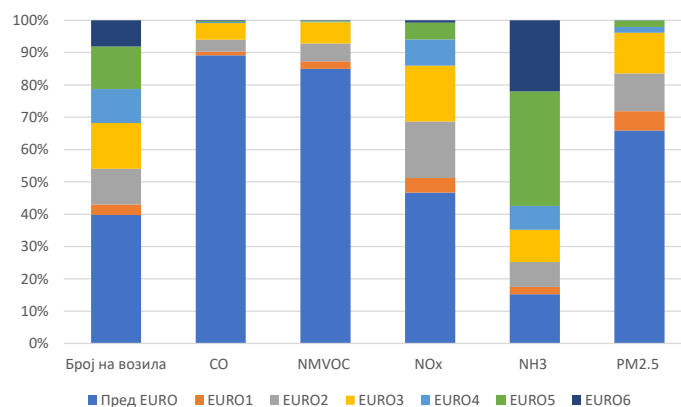
Ако се погледне во резултатите за секој тип на возило посебно се забележува дека иако патничките автомобили со стандард понизок од EURO1 во вкупниот број на патнички автомобили учествуваат со само 7% во 2016 година (9.122), нивниот удел во вкупните емисиите на CO е најголем и изнесува 44% (874 t CO) (Слика 5). Спротивно на ова, патничките автомобили со стандард EURO4 и повисок во вкупниот број на патнички автомобили учествуваат со 39%, додека нивниот удел во емисиите на CO изнесува само 9% (170 t CO). Речиси идентична е ситуацијата со NMVOC, додека резултатите за емисиите на NOx се

разликуваат од резултатите за CO затоа што возилата со стандард помал од EURO1 и возилата со стандард EURO4 и повисок имаат речиси подеднаков удел во вкупните емисиите, (односно 20% и 23% соодветно), иако возилата со стандард понизок од EURO1 во вкупниот број на возила учествуваат со 7% споредено со 39% учество на возилата со EURO4 стандард. Ова го потенцира значењето на EURO стандардот и неговата важност во поглед на NOx.



Слика 5. Процентуална застапеност на бројот на возила и емисиите од патничките автомобили во 2016 година

Анализата на резултатите за тешките товарни возила покажува дека учеството на возилата со стандард понизок од EURO4 (околу 70%) во вкупните емисии на CO и NMVOC е 99%, во PM е 96% и NOx е 86%, додека во NH<sub>3</sub> е 35%. Од Слика 6 е очигледно дека далеку најлоши се возилата со пред EURO стандард (40%) кои во емисиите на CO и NMVOC учествуваат со над 85%, а во PM со околу 65%.



Слика 6. Процентуална застапеност на бројот на возила и емисиите од тешките товарни возила во 2016 година

Деталните резултати за сите останати категории на возила и локалните емисии се дадени во [14].

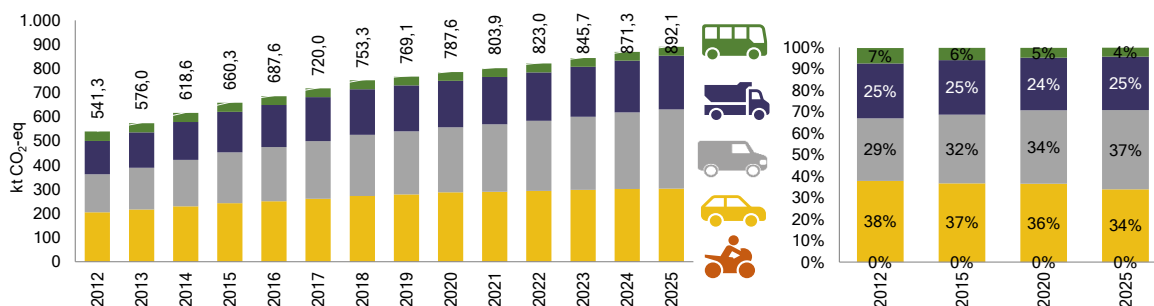
### 3.2 Референтно сценарио – „Исто како сега“

Намалувањето на емисиите на стакленички гасови и на локалните емисии со примена на развиената методологија е основната цел на овој труд. Постигнувањето на оваа цел зависи од мерките и политиките кои би можеле да бидат имплементирани. Дополнително, од исклучителна важност е да се види иднината на градот Скопје доколку се продолжи со моменталните политики во транспортниот сектор. За таа цел креирано е референтно сценарио „Исто како сега“, кое го опфаќа периодот до 2025 година и во кое е продолжено со имплементирање на мерката за увоз на половни возила, односно, во 2016 година можат да се увезуваат возила со минимум EURO4 стандард, т.е. возила со година на производство поголема од 2005. Овој период од 11 години е пресликан за секоја наредна година, односно во 2025 година се претпоставува

дека ќе се купуваат возила кои се со година на производство 2014 (ЕУРО6 стандард). Имајќи го предвид ова, како и земајќи ги предвид трошоците за енергенти, цената на возилата, нивната ефикасност, животниот век, MARKAL-Скопје моделот врз основа на најниски трошоци го одредува миксот на возила во периодот до 2025 година, а врз основа на тој микс ја одредува и финалната потрошувачка на енергија. Резултатите покажуваат зголемување на потрошувачка на енергија во транспортот за 34,8% во 2025 година (288 ktce) во однос на 2015 година (213 ktce) и продолжување на политика на зголемување на бројот на дизел возилата што ќе придонесе учеството на дизелот да достигне 81% во 2025 година (75% во 2015 година). За сметка на тоа се намалува учеството на бензинот од 21% во 2015 на 15% во 2025 година. Останатите енергенти (ТНГ, КПП и електрична енергија) заедно учествуваат со помалку од 4%.

Споредено по категории на возила, во 2015 година најголемо учество во финалната потрошувачка во секторот транспорт имаат патничките автомобили со 37,2%, додека после нив се лесните товарни возила со учество од 31,5%. Состојбата во 2025 година во референтното сценарио се менува и најголемо учество во финалната потрошувачка на енергија имаат лесните товарни возила со 36,2%, а потоа следуваат патничките автомобили со учество од 34,5%. Тешките товарни возила, во периодот на планирање, имаат континуирано учество од околу 25%.

Зголемувањето на потрошувачката за 35% резултира и во зголемување на емисиите на стакленички гасови за исто толку проценти во 2025 година (892,1 kt CO<sub>2</sub>-eq) во однос на 2015 (660,3 kt CO<sub>2</sub>-eq), Слика 7. Доминантни со околу 98% се CO<sub>2</sub> емисиите. Соодветно на потрошувачката на енергија, доминантно учество имаат патничките автомобили и лесните товарни возила.



Слика 7. CO<sub>2</sub>-eq емисии во сценариото „Исто како сега“

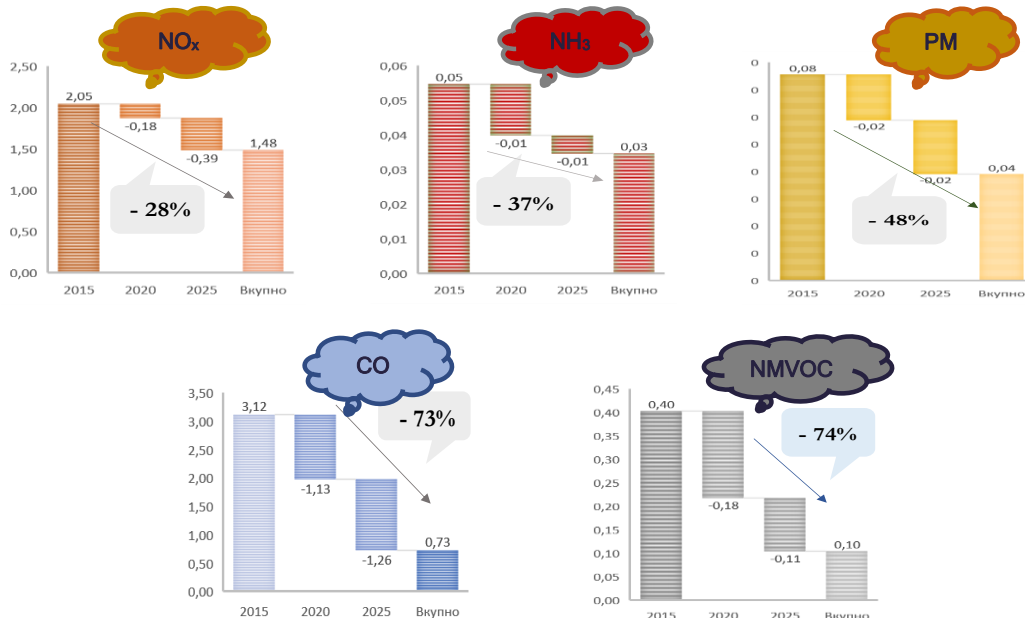
За разлика од емисиите на стакленички гасови каде има зголемување, во сценариото „Исто како сега“ и покрај тоа што има купување на половни возила има континуирано намалување на локалните емисии во текот на целиот период на планирање, како резултат на повисокиот просечен ЕУРО стандард, споредено со 2015 година (Слика 8). Најголемо намалување има на CO и NMVOC за околу 74% кое дополнително се должи и на намалување на бројот на возила кои користат бензин. Од друга страна, подобрувањето на ефикасност на дизел возила ќе придонесе за намалување на емисиите на NO<sub>x</sub>, иако уделот на дизел возилата се зголемува во периодот на планирање.

Очигледно е дека самото референтно сценарио придонесува за значително подобрување на моменталната состојба во секторот транспорт. Ова се должи на политиките кои се спроведуваат на глобално ниво за производство на се поефикасни возила и возила со се помало влијание врз животната средина и човековото здравје.

Во поглед на локалното загадување од огромна важност е да се потенцира дека ова е „најцрно“ референтно сценарио, затоа што сите возила кои се регистрирани во Скопје и покрај тоа што се знае дека

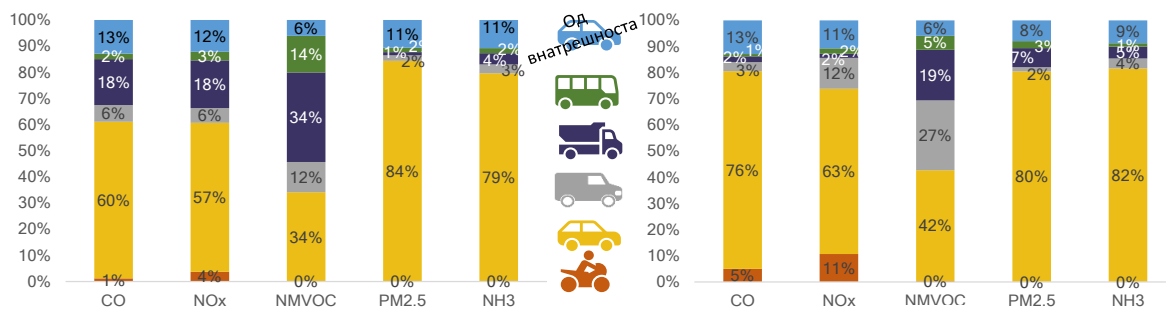


имаат активност и надвор од границите на Скопје, се претпоставува дека цело време се возат во границите на градот Скопје. Ова ни овозможува да видиме кои се максималните емисиите кои можат да ги создадат возилата регистрирани во град Скопје.



Слика 8. Локални емисии во сценариото „Исто како сега“ [kt]

Од вкупниот број на емисии од издувни гасови кои ги создаваат возилата од градот Скопје, плус возилата од внатрешноста на Република Македонија кои на дневна основа влегуваат во градот Скопје, се добива дека во 2015 година најголемо учество во сите емисии имаат патничките автомобили регистрирани во градот Скопје и тоа со околу 60% во емисиите на CO и NO<sub>x</sub>, 34% во NMVOC, 84% во PM<sub>2,5</sub>, и 79% во NH<sub>3</sub> (Слика 9). Оваа доминација на патничките автомобили продолжува и во 2025 година што укажува на тоа дека посебно внимание треба да се посвети на оваа категорија на возила. Возилата од внатрешноста на Република Македонија, учествуваат во зависност од емисиите од 6% до 13%.

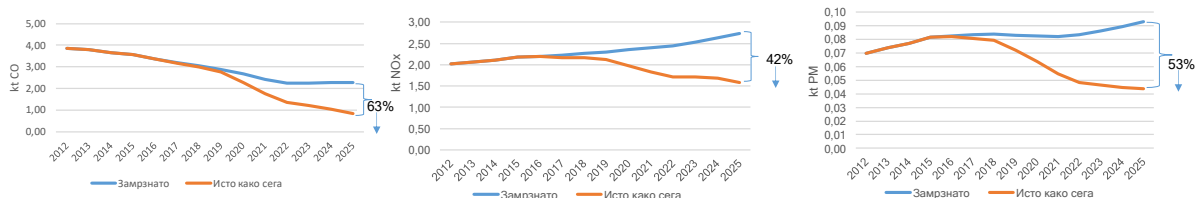


Слика 9. Учество на различните категории на возила во вкупните локални емисии во 2015 и 2025 година (вклучувајќи ги и возилата од внатрешноста кои влегуваат во Скопје)

Дополнително пресметани се и не-издувните PM<sub>2,5</sub> емисиите кои во периодот 2015-2025 се зголемуваат за 45% како резултат на зголемувањето на бројот на возила, како и нивната зголемена активност (поминуваат поголем број на километри).

За да се анализира политиката за увоз на половни возила стари 11 години, која се претпоставува

дека ќе продолжи и во иднина, креирано е дополнително сценарио со „замрзнување” на технологиите (сценарио „Замрзнато”), во кое нема да се купуваат возила со повисок стандард од ЕУРО3-ЕУРО4. Резултатите покажуваат дека дури и во вакви услови (кои се далеку од реалноста и се невозможни), во зависност од типот на емисии може да се добие и намалување на локалните емисии во текот на периодот на планирање, како што е случајот со емисиите на CO (Слика 10). Кај останатите типови на емисии се добиваат константни или благо зголемени емисии кои се резултат на зголемувањето на бројот на возила и зголемувањето на просечните km на патување.



Слика 10. Споредба на емисии на CO, NOx и PM во сценариото „Исто како сега” и „Замрзнато” сценарио

### 3.3 Политики и мерки

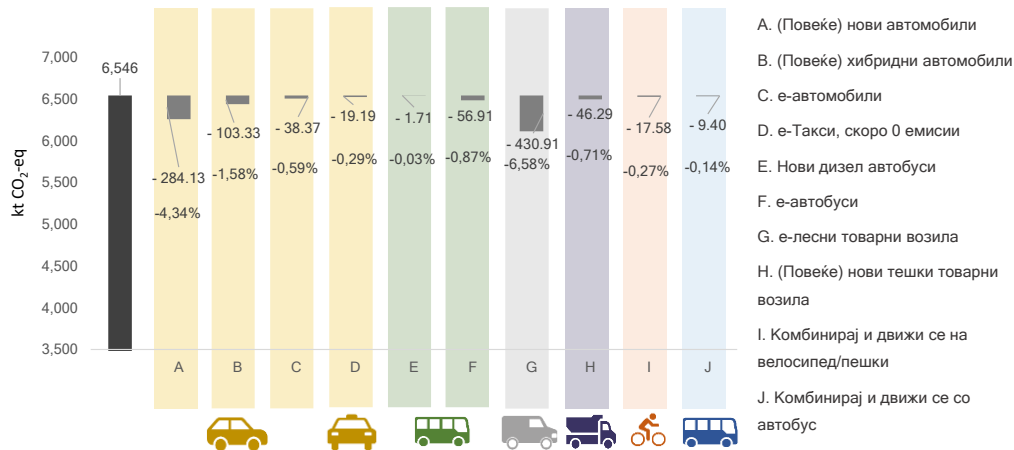
Во овој труд предложени се и анализирани десет политики и мерки кои може да се применат на различните типови на возила и кои се во насока на намалување на емисиите на стакленички гасови, како и на загадувачките супстанции:

1. (Повеќе) нови автомобили - обнова на возниот парк (во Скопје) со нови конвенционални автомобили кои користат бензин, дизел или ТНГ;
2. (Повеќе) хибридни автомобили - обнова на возниот парк, така што во 2025 година 20% од патничките автомобили ќе бидат хибридни возила на бензин (HEV-бензин), а 3% хибридни возила на дизел (HEV-дизел);
3. е-автомобили - обнова на возниот парк, така што во 2025 година 3% од автомобилите ќе бидат електрични возила со батерија (BEV), додека 2% ќе бидат „plug-in“ хибридни возила (PHEV).
4. „е- такси, скоро 0 емисии” за такси возилата со која се претпоставува дека до 2025 година 60% од такси возилата ќе бидат електрични возила со батерија – BEV, а останатите 40% ќе бидат „plug-in“ хибридни возила – PHEV.
5. „Нови дизел автобуси“ обнова на возниот парк со автобуси кои користат дизел гориво,
6. „е-автобуси“ се претпоставува електрификација на автобусите, така што во 2025 година 85% ќе бидат хибридни електрични автобуси на дизел, а останатите 15% ќе бидат електрични возила со батерија.
7. „е-лесни товарни возила“ во 2025 година 12% да бидат хибридни електрични возила на дизел, 13% хибридни електрични возила на бензин и 4% електрични возила со батерија.
8. (Повеќе) „нови тешки товарни возила“ со која во 2025 година 50% од овие возила ќе се заменат со нови дизел возила, а 16% ќе бидат хибридни возила на дизел.

Земајќи предвид дека најголем удел во скоро сите емисии имаат патничките автомобили, покрај обнова на возниот парк, секако се препорачува и намалено користење на автомобилите, односно нивна замена со пешачење, велосипед и со јавен транспорт. Согласно на тоа, една од предложените мерки е „Комбинирај и движи се на велосипед/пешки“. Во однос на јавниот транспорт, се предлага мерка „Комбинирај и движи си со автобус“<sup>1</sup> автомобили ќе се заменат со јавен транспорт.

<sup>1</sup> Претпоставено е дека со автобус би поминувале 1800 km во текот на годината (10km дневно 180 денови во годината или пола година). Еден патнички автомобил во 2025 година се претпоставува дека ќе поминува околу 5500 km годишно, што значи дека тројца кои од автомобили почнале да се возат со автобус ќе заменат километри колку

Резултатите за емисиите на стакленички гасови покажуваат дека секоја од предложените политики и мерки придонесува за намалување на емисиите на CO<sub>2</sub>-eq (Слика 11). Најголем придонес има мерката за лесните товарни возила која овозможува намалување за 6,58% на емисиите, а потоа следува мерката за обнова на патничките возила со конвенционални возила- „(Повеќе) нови автомобили“ со која се постигнува 4,34% намалување.



Слика 11. Кумулативни CO<sub>2</sub>-eq емисии за периодот 2018-2025 и разлика во однос на сценариото „Исто како сега“

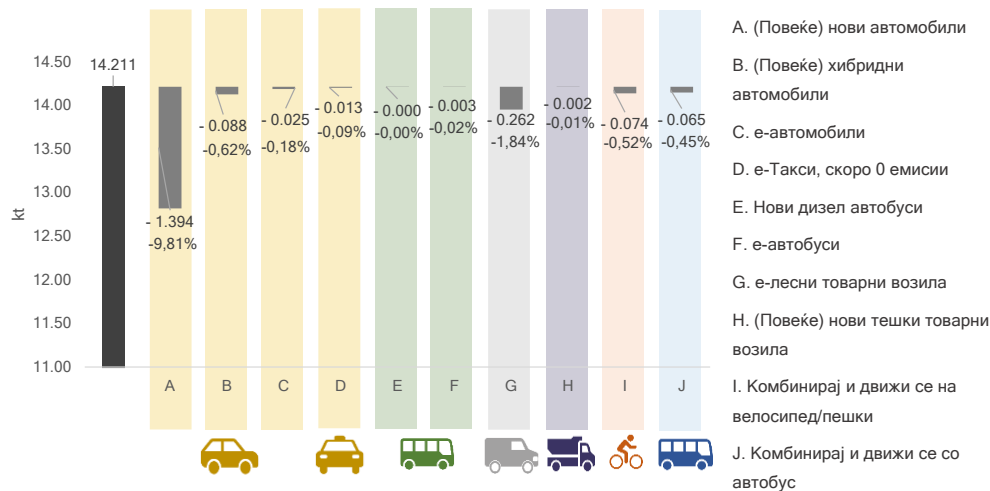
Воведувањето на поефикасни возила и напуштањето на бензинските мотори со големи емисии на CO, придонесува мерката „(Повеќе) нови автомобили“ да има најголем придонес кон намалување на овие емисии (Слика 12). Само оваа мерка придонесува за намалување од околу 10% на кумулативните емисии во периодот од 2018-2025 година. Кај останатите мерки нема значително намалување затоа што се заменуваат многу мал дел од возилата на бензин кои ги има во сценариото „Исто како сега“. Исклучок е мерката „е- лесни товарни возила“, со чија помош кумулативните емисии на CO во периодот на планирање може да се намали за околу 2%.

Затоа што во сценариото „Исто како сега“ има голем број на дизел возила сите предложени мерки придонесуваат за намалување на овие емисии. Мерката „(Повеќе) нови автомобили“ придонесува за намалување на NO<sub>x</sub> емисиите за 13.1% додека мерката „(Повеќе) хибридни возила“ ги намалува емисиите за 6,9%. Од останатите категории најголеми заштеди има кај лесните товарни возила и тоа 6.8% и тешките товарни возила 6.5%.

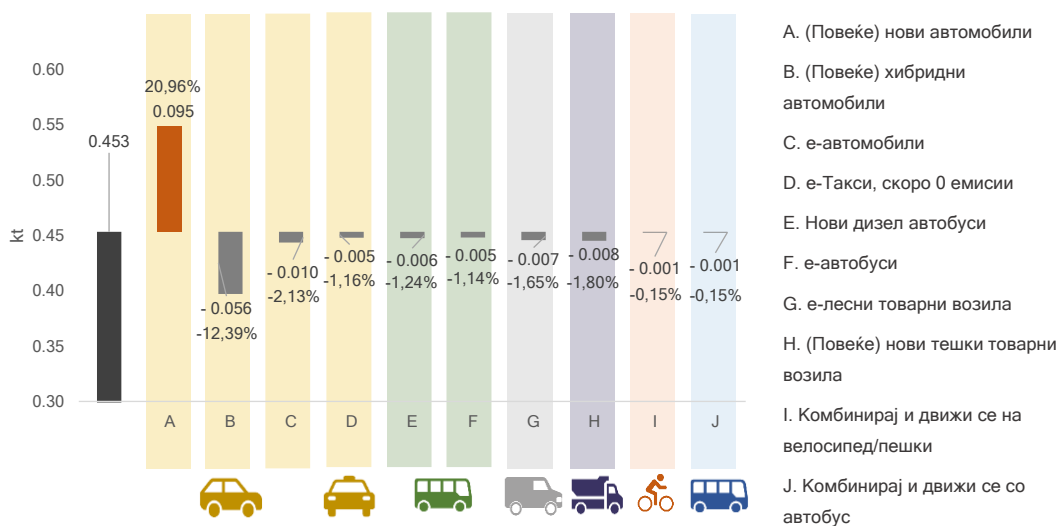
Доста интересни за анализа се PM<sub>2.5</sub> емисиите. Мерката која што беше најдобра во поглед на намалување на CO и NO<sub>x</sub> емисиите, во намалување на PM<sub>2.5</sub> покажува сосема спротивни резултати (Слика 13). Во сценариото „Исто како сега“ доминира учеството на дизел возилата, но со имплементација на мерката „(Повеќе) нови автомобили“ постепено дизел возилата се заменуваат со возила на бензин, односно се предвидува град Скопје постепено да се приклучува на иницијативата за забрана на користење на дизел возила во урбана средина. Интересно е тоа што се предвидува од страна на ЕЕА, а се однесува на емисионите фактори за дизел и бензински патнички автомобили во периодот после 2020. Во [12] може да се види дека се предвидува патничките автомобили на бензин да имаат повисок емисионен фактор од патничките автомобили на дизел. Тоа е и главната причина зошто со оваа мерка се добива зголемување на

што поминува еден автомобил. 2400 автомобили ќе бидат заменети (по километри) од 7.200 патници кои од автомобил почнале да се возат со автобус.

PM<sub>2,5</sub> емисиите и тоа за 21%. За разлика од оваа мерка, мерката „(Повеќе) хибридни автомобили“ овозможува најголемо намалување на PM<sub>2,5</sub> и тоа за околу 12%. Останатите мерки намалуваат од 0,1% до околу 2%.



Слика 12. Кумулативни CO емисии за периодот 2018-2025 и разлика во однос на сценариото „Исто како сега“



Слика 13 Кумулативни PM<sub>2,5</sub> емисии за периодот 2018-2025 и разлика во однос на сценариото „Исто како сега“

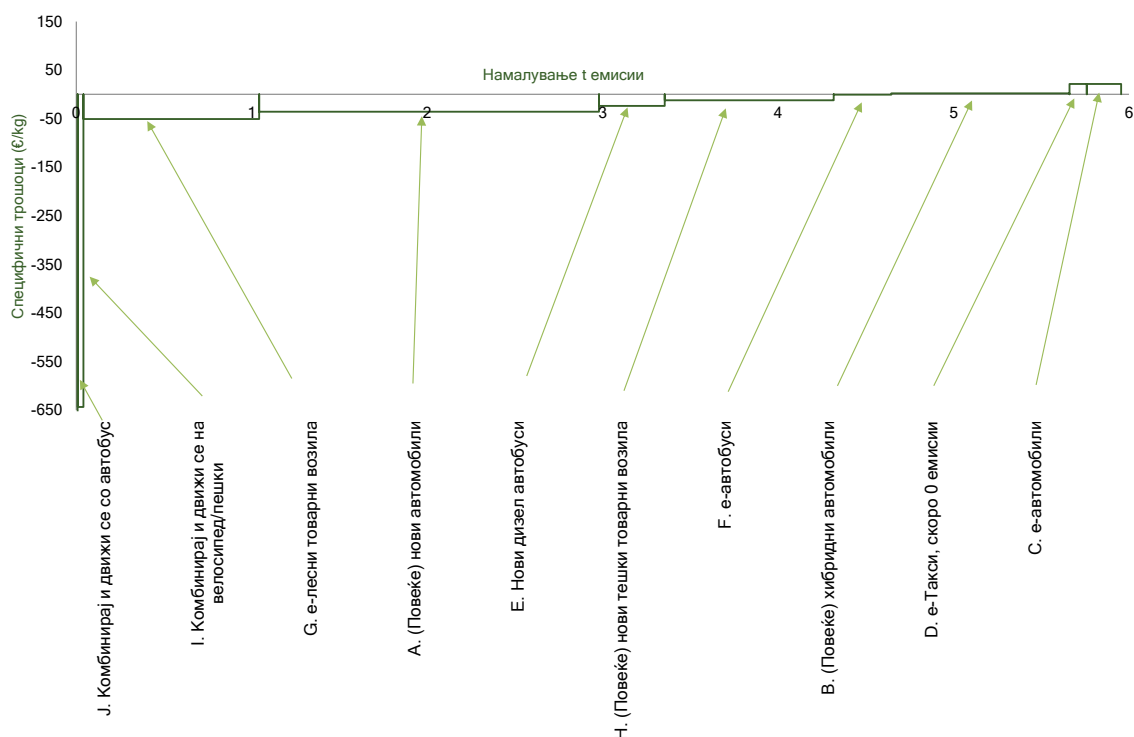
Во сите емисиите кои беа претходно разгледани, мерката „(Повеќе) хибридни автомобили“ е онаа која што генерално има намалување, а во некои од нив е и најдобра. Меѓутоа тоа не е случај со NH<sub>3</sub> емисиите каде оваа мерка најмногу придонесува за зголемување на овие емисии и тоа за 17% во однос на сценариото „Исто како сега“. Во глобала во сите мерки каде што има хибридни возила има зголемување на овие емисии како резултат на батериите.

За реализација на мерката „(Повеќе) нови автомобили“ потребни се за 589 милиони EUR или 44,9% повисоки инвестиции споредено со сценариото „Исто како сега“ (1,313 милиони EUR), додека за мерката „(Повеќе) хибридни автомобили“ потребни се дополнителни 166 милиони EUR. Единствено помали инвестиции има кај мерките „Комбинирај и движи се на велосипед/пешки“ за 17 милион EUR и „Комбинирај и движи се со автобус“ и тоа за 14 милиони EUR споредено со сценариото „Исто како сега“.

Од исклучителна важност е да се напомене дека ова се само средства за купување на нови возила и во нив не се вклучуваат трошоците за гориво и одржување како и трошоците кои би настанале во другите

сектори како што се на пример, увоз на деривати, производство на електрична енергија итн. Покрај тоа не мора да значи дека онаа мерка која што бара најмала инвестиција е и најдобра за имплементирање.

За да се оцени ефектот на секоја од овие мерки во поглед на вкупните трошоци врз системот (инвестиции, трошоци за одржување, трошоци за набавка на гориво) и вкупното намалување на емисиите, секоја од мерките е претставена на крива на маргинални трошоци. Затоа што станува збор за пет вида на локални емисии и плус CO<sub>2</sub>-eq емисиите (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O) како глобални емисии, прилично е сложено секој тип да се претстави на крива на маргинални трошоци и потоа да се извлечат соодветни заклучоци. За таа цел, а како резултат на тоа што транспортот придонесува најмногу за емисиите на NO<sub>x</sub>, во продолжение е прикажана само кумулативната крива на маргинални трошоци за NO<sub>x</sub> за периодот 2018-2025 (Слика 14). Од 10 мерки, шест се со негативни трошоци односно се win-win опции, што значи дека освен што намалуваат емисии, тоа го прават по цена која што е пониска од референтната опција. Од овие мерки најдобра е мерката „Комбинирај и движи се со автобус“. Мерка која што најмногу придонесува за намалување на емисиите на NO<sub>x</sub> е „(Повеќе) нови автомобили“. Лесните товарни возила се трета мерка која најмногу ги намалува емисиите на NO<sub>x</sub>, а истовремено и трета мерка со најниски трошоци. Вкупно во периодот 2018-2025 година со имплементирање на предложените мерки емисиите на NO<sub>x</sub> може да се намалат за околу 6кt, односно околу 40% споредено со емисиите во истиот период во сценариото „Исто како сега“.



Слика 14. Кумулативна крива на маргинални трошоци за NO<sub>x</sub> за периодот 2018-2025

Трите мерки кои имаат позитивни специфични трошоци се поврзани со електрификација на возилата. Тоа пред се се должи на повисоката инвестиција споредено со референтната опција. За да се стимулира купувањето на вакви возила и за да се реализираат овие мерки потребно е и одредено субвенционирање, како што е предложено во студијата СТУТРА [9].

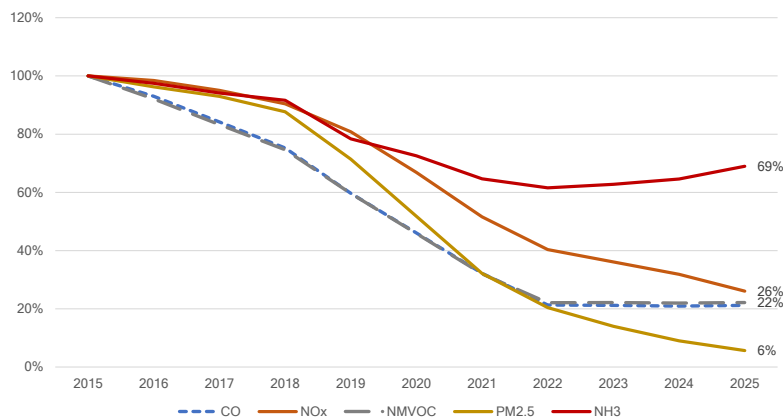
### 3.4 Сценарио „Движење во вистинска насока“

Во претходната глава Политики и мерки, е покажано колку секоја политика, односно мерка може поединечно да придонесе за намалување на емисиите на стакленички гасови и емисиите на загадувачи на воздухот. Меѓутоа од огромно значење е доколку се успее да се преземат истовремено повеќе мерки, односно политики. За таа цел во оваа глава направено е сценарио наречено „Движење во вистинска насока“ во кое се имплементирани сите претходно опишани мерки.

Кога би се имплементирале сите мерки и политики заедно, емисиите на стакленички гасови би се намалиле за 22,2% (198 kt CO<sub>2</sub>-eq) во 2025 година споредено со сценариото „Исто како сега“. Најголем придонес во намалувањето на емисиите на стакленички гасови имаат патничките автомобили и лесните товарни возила. Во 2025 година лесните товарни возила учествуваат во намалувањето со 47%, додека патничките автомобили со 42%.

И покрај тоа што сценарио „Исто како сега“ значително придонесува кон намалување на локалните емисии, имплементирањето на „пакетот“ на мерки и политики дополнително ќе го забрзува овој процес на намалување на емисиите. Добиените резултати покажуваа намалување на PM<sub>2,5</sub> за 94%, CO и NMVOC за 78%, NO<sub>x</sub> за 74% и NH<sub>3</sub> за 31% во 2025 година во однос на нивното количество во 2015 година (Слика 15). Кај сите емисии има тренд на опаѓање освен кај NH<sub>3</sub>, каде после 2022 година емисиите повторно почнуваат да растат. Ова се должи на тоа што бројот на хибридни возила се зголемува после оваа година, а тие имаат повисок емисионен фактор за NH<sub>3</sub> од останатите возила, како резултат на тоа што имаат батерии.

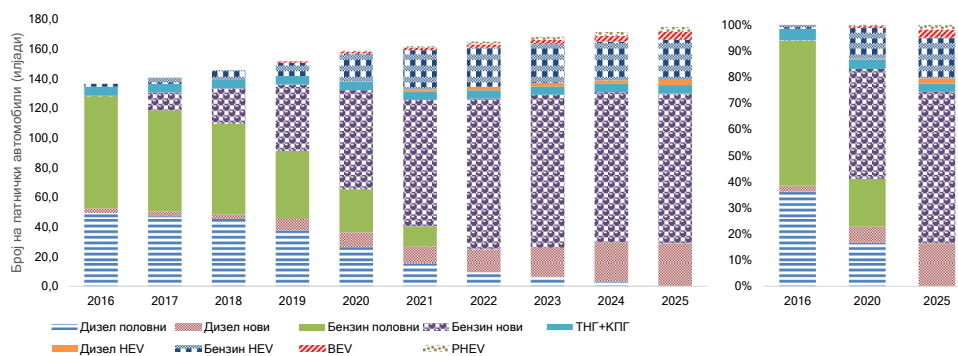
Дополнително како резултат на имплементирање на замена на 2.400 автомобили со автобус и замена на 2.800 автомобили со велосипеди и пешачење, се добива и намалување за 0,7% на не-издувните емисии.



Слика 15. Намалување на локалните емисии во 2025 година во однос на 2015 година во сценариото „Движење во вистинска насока“

Со имплементирање на сценариото „Движење во вистинска насока“ први на удар би се нашле дизел возила чие учество од 53% во 2016 година, ќе се намали на 30% (нови дизел возила) во 2025 година што ќе придонесе до драстична промена на возниот парк (Слика 16). Ова намалување се должи и на тоа што голем дел од компаниите кои произведуваат патнички автомобили излегоа со став дека после 2020 година ќе го намалат или целосно прекинат производството на дизел патнички автомобили што неминовно ќе се одрази и на пазарот во Република Македонија. Најголемо зголемување има кај хибридните возила кои во 2025 година се предвидува да учествуваат со 15%. Периодот на планирање е краток, но сепак значаен за да се почне со постепен продор на електричните возила како и на „Plug-in“ хибридни возила. Се

предвидува електричните возила да учествуваат со 3%, додека „Plug-in“ хибридни возила со 2%, што би значело дека во 2025 година секој 20-ти патнички автомобил ќе биде електричен или „Plug-in“.



Слика 16. Број на патнички автомобили и нивна распределба

За да се реализира сценариото „Движење во вистинска насока“, потребно е да се вложат дополнителни 686 милиони евра во периодот 2018-2025 година споредено со сценариото „Исто како сега“. Ако овие дополнителни вложувања се сведат на годишно ниво, излегува дека секоја година треба да се инвестираат дополнителни 85,7 милиони EUR. Најголем број од овие вложувања доаѓаат од правните и физичките лица. Овде повторно треба да се потенцира дека дополнителните вложувања не значат и повисоки трошоци, затоа што вкупните трошоци во времето на експлоатирање на возилата во сценариото „Движење во вистинска насока“ споредено со сценариото „Исто како сега“ се пониски.

## 4 ЗАКЛУЧОК

Во рамките на овој труд е развиена методологија за одредување на количеството на локалните емисии кои се резултат на активноста на возилата во патниот сообраќај, како и нивна проекција во иднина. Методологијата е применета на град Скопје. Предложени се 10 мерки кои генерално се во насока на искористување на поефикасни возила, поголем продор на хибридни возила и електрификација на транспортот. Анализите се направени за периодот 2012 – 2025 година преку две сценарија: референтно сценарио наречено „Исто како сега“ и сценарио кое ги вклучува предложените политики и мерки наречено „Движење во вистинска насока“. Добиените резултати покажуваат намалување на PM<sub>2,5</sub> за 94%, CO и NMVOC за 78%, NO<sub>x</sub> за 74% и NH<sub>3</sub> за 31% во 2025 година во однос на нивното количество во 2015 година.

За да се реализира сценариото „Движење во вистинска насока“ потребно е во периодот до 2025 да се вложат дополнителни 686 милиони EUR споредено со сценариото „Исто како сега“. Најголем дел од овие средства треба да дојдат од приватните и од физичките лица.

За да се спроведат предложените мерки за намалување на емисиите од транспортот потребно е да се вклучат голем број чинители и да се имплементираат политики од највисоко до најниско ниво.

Препораки за политики на национално ниво:

1. Методологиите за пресметување на еколошките такси при увоз на возила и при регистрацијата да се базираат на CO<sub>2</sub> емисии и да се преточат во законска регулатива;
2. Субвенционирање на електрични возила со околу 5.000 EUR и на хибридните со 2.000 EUR по возило.
3. Постојано ажурирање на дозволената граница за увоз на половни автомобили со можност за намалување на максимум 8 години.

4. Постојани контроли на издувните гасови на возилата при техничките прегледи и воведување на казни за оние кои ги извадиле катализаторите од возилата.

Препораки за политики на локално ниво:

1. Од вкупните 2.400 лиценцирани такси возила, 60% да се субвенционираат за замена со електрични возила и 40% за замена со Plug-in хибридни возила.
2. Субвенции за велосипеди и електрични тротинети (продолжување и зајакнување на постојната пракса);
3. Воведување на налепници со кои ќе се групираат возилата според нивото на издувни гасови, а по претходно добиени податоци од станиците за технички прегледи;
4. Барање од МВР за редовни контроли на исполнувањето на условите од налепниците (од претходната точка) на возилата и барање на регулатива за строги казни за учесниците во издавањето на несоодветни (лажирани) резултати од техничките прегледи и/или налепници.

Генерална препорака е да се изготви соодветна стратегија за комуникација на резултатите од соодветните анализи, на предложените мерки и на ефектот од предложените мерки кон различни целни групи – политичари, медиуми, невладини организации, како и општата јавност.

## 5 РЕФЕРЕНЦИ

- [1] COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS A European Strategy for Low-Emission Mobility {COM(2016) 501 final}. n.d.
- [2] Directive 2008/50/EC OF on ambient air quality and cleaner air for Europe. n.d.
- [3] Directive 2008/81/EC on national emission ceilings for certain atmospheric pollutants. 2001.
- [4] European Environmental Agency. Emissions of air pollutants from transport, 2017. Emiss Air Pollut from Transp 2017 2019:21.
- [5] Втор двогодишен извештај за климатски промени на Република Македонија. 2017.
- [6] Министерство за животна средина и просторно планирање. Годишен извештај од Обработените податоци за квалитетот на животната средина, 2016. 2017.
- [7] GHO | By category | Deaths - by country. WHO n.d.
- [8] Студија за греење на Град Скопје, анализа на политики и мерки (СТУГРЕС). 2017.
- [9] Студија за секторот транспорт, анализа на политики и мерки (СТУТРА). 2017.
- [10] Скопје Г. Стратегија за климатски промени - Отпорно Скопје. 2017.
- [11] Државен завод за статистика на Република Македонија. Енергетски биланс на Република Македонија 2018. [http://makstat.stat.gov.mk/PXWeb/pxweb/mk/MakStat/MakStat\\_\\_Energija\\_\\_EnergetBilansi/175\\_Ene\\_Mk\\_EnBilt\\_mk.px/?rxid=58870881-5d5e-41a1-a765-0c6c285afb08](http://makstat.stat.gov.mk/PXWeb/pxweb/mk/MakStat/MakStat__Energija__EnergetBilansi/175_Ene_Mk_EnBilt_mk.px/?rxid=58870881-5d5e-41a1-a765-0c6c285afb08) (accessed January 23, 2019).
- [12] Ntziachristos L, Samaras Z. EMEP EEA Guidebook 2016 - Exhaust Emission Calculation 2017:140.
- [13] Leonidas, Ntziachristos; Paul B. EEA Guidebook 2016 - Non exhaust emission calculation. 2016.
- [14] ИЦЕОР-МАНУ. Транспорт во Скопје реалност и предизвици. 2018.

### Благодарница:

Претставените анализи се дел од активностите на три проекти на УНДП, подготвени со финансиска и техничка поддршка на Глобалниот фонд за животна средина, Министерството за финансии на Република Словачка и Град Скопје. Авторите се заблагодаруваат за поддршката од Град Скопје и Министерството за животна средина и просторно планирање.