

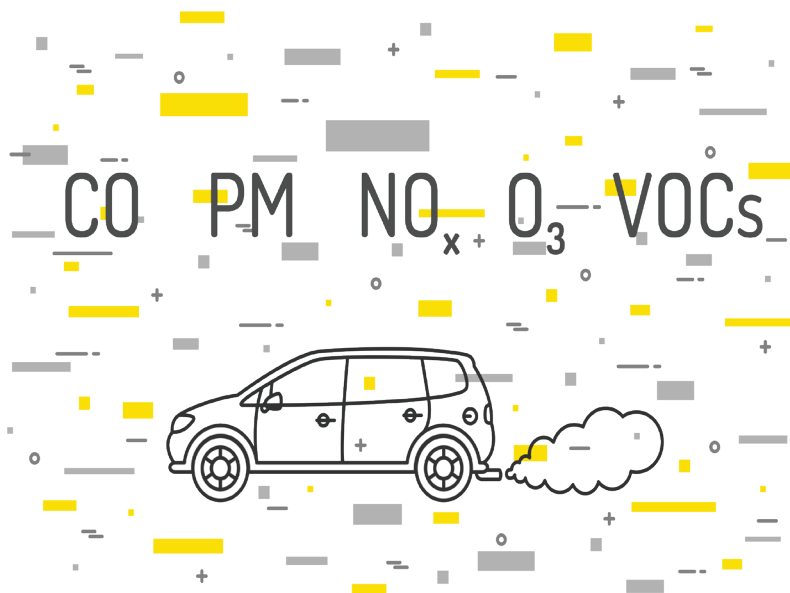


אנרגיה וסביבה

סקר אמצעים ממבחר מדינות וערים להפחתת זיהום אוויר מפעילות ענף התחבורה

פרופ' אופירה אילון
ד"ר מרים לב-און
ד"ר פרי לב-און
שירי פרוינד קורן
נעמה שפירא
עידן ליבס

חוקר ראשי: פרופ' דוד מהלאל



תכנון
ארוך טווח

תעשייה
וחדשנות

תשתיות
פיזיות

בריאות

הון
אנושי

השכלה
גבוהה

חברה

חינוך

כלכלה

מדע
וטכנולוגיה

מחקר מספר 171-4-1

מוסד שמואל נאמן
למחקר מדיניות לאומית



סקר אמצעים ממבחר מדינות וערים להפחתת זיהום אוויר מפעילות ענף התחבורה

Lessons Learned from Select Countries and Cities Policy Measures to Reduce Air Pollution from the Transportation Sector

חוקרים:

פרופ אופירה אילון

ד"ר מרים לב און, ד"ר פרי לב און

שירי פרוינד קורן

נעמה שפירא

עידן ליבס

חוקר ראשי: פרופ דוד מהלאל

מוגש למדענית הראשית - המשרד להגנת הסביבה

30.04.2019

אין לשכפל כל חלק מפרסום זה ללא רשות מראש ובכתב ממוסד שמואל נאמן, מלבד לצורך ציטוט של קטעים קצרים במאמרי סקירה ופרסומים דומים תוך ציון מפורש של המקור.

הדעות והמסקנות המובאות בפרסום זה הן על דעת המחבר/ים ואינן משקפות בהכרח את דעת מוסד שמואל נאמן.

תוכן העניינים

| | | |
|----|--|-------|
| 6 | רשימת איורים | |
| 7 | רשימת טבלאות | |
| 8 | תקציר מנהלים (אנגלית) | |
| 16 | תקציר מנהלים (עברית) | |
| 19 | מילות מפתח | |
| 20 | תכנון מול ביצוע | |
| 21 | רשימת קיצורים | |
| 22 | הקדמה | 1 |
| 26 | המצב בישראל | 1.1 |
| 28 | מטרות סקר זה | 1.2 |
| 29 | רקע מדעי | 2 |
| 31 | מקורות פליטה ומזהמים עיקריים | 2.1 |
| 37 | שיפור באמצעות טכנולוגיות רכב ודלקים | 2.2 |
| 37 | כללי | 2.2.1 |
| 38 | גישות להפחתת פליטות מכלי רכב | 2.2.2 |
| 39 | תקני פליטה לרכבי כביש | 2.2.3 |
| 42 | טכנולוגיות רכב | 2.2.4 |
| 47 | שימוש בדלקים חלופיים | 2.2.5 |
| 51 | אמצעים כלכליים והתנהגותיים | 2.3 |
| 53 | היבטים מערכתיים של מגזר התחבורה - תכנון תחבורה | 2.4 |
| 53 | ניהול שילוח סחורות | 2.4.1 |
| 55 | שיתוף נסיעות ושיתוף כלי רכב | 2.4.2 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 57 | עידוד תחבורה ציבורית והגדלת קישוריות בין אמצעי תחבורה | 2.4.3 |
| 58 | עידוד תחבורה לא ממונעת | 2.4.4 |
| 60 | הגדרת אזורי פליטה מופחתת | 2.4.5 |
| 62 | אמצעי מדיניות להפחתת זיהום אוויר מתחבורה | 3 |
| 63 | אמצעי מדיניות למניעת זיהום אוויר | 3.1 |
| 63 | תוכניות לגריטת כלי רכב ישנים ומזהמים | 3.1.1 |
| 65 | איסור יבוא ומכירה של כלי רכב מזהמים | 3.1.2 |
| 67 | תכנון וניהול נגישות בת קיימא | 3.1.3 |
| 70 | מיסוי סביבתי של דלקים לתחבורה | 3.1.4 |
| 73 | מיסוי סביבתי של כלי רכב | 3.1.5 |
| 75 | מיסוי ותגמול עובדים על השימוש בכלי רכב | 3.1.6 |
| 78 | ניהול ציי רכב לשילוח סחורות | 3.1.7 |
| 83 | אמצעי מדיניות להסטת אופני התחבורה | 3.2 |
| 83 | ניהול נבון / ניהול חניה במרחב הציבורי | 3.2.1 |
| 85 | יישום אזורי פליטה מופחתת ואזורים ללא פליטה | 3.2.2 |
| 87 | אגרות גודש | 3.2.3 |
| 89 | תמרוץ ניהול דרישת נסועה על ידי המעביד | 3.2.4 |
| 92 | הגדלת מקדם מילוי רכב | 3.2.5 |
| 94 | אמצעי מדיניות לשיפור פליטות מכלי רכב | 3.3 |
| 94 | מעקב אחר עמידה בתקן מינימלי מחייב לכל רכבי הכביש | 3.3.1 |
| 96 | הדממת מנועים (Idling) | 3.3.2 |
| 99 | שדרוג מערך הבקרה והתחזוקה של כלי רכב | 3.3.3 |
| 101 | תקן מחייב לאיכות דלקים משווקים | 3.3.4 |
| 104 | תמיכה בתשתיות לדלקים חלופיים | 3.3.5 |
| 107 | סבסוד אוטובוסים מונעי תחליפי דלקים ו/או שלפחות עומדים בתקינת Euro 6 | 3.3.6 |
| 109 | סבסוד מוניות מונעות בתחליפי דלקים | 3.3.7 |
| 112 | סיכום ממצאים והמלצות ליישום בישראל | 4 |
| 113 | סיכום ממצאים – זיהום אוויר מתחבורה בישראל | 4.1 |
| 115 | יישום אמצעים למניעת זיהום אוויר מתחבורה בישראל | 4.2 |
| 128 | המלצות | 4.3 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 129 | מגבלות המחקר | 4.4 |
| 130 | המלצות למחקר המשך | 4.5 |
| 131 | נספחים | |
| 131 | נספח א – תקני Euro לרכבי כביש | |
| 135 | נספח ב – מדיניות מוצהרת לעידוד כלי רכב נקיים ברחבי העולם | |
| 137 | נספח ג – פליטת גז"ח וצריכת אנרגיה ממחזור החיים של דלקים חלופיים | |
| 139 | נספח ד – מדיניות מיסוי במדינות נבחרות | |

רשימת האיורים

- איור 1 - אסטרטגיות להפחתת זיהום אוויר ופליטת גז"ח מתחבורה..... 30
- איור 2 - אחוז התמותה הנגרם על ידי פליטת תחמוצות חנקן ממנועי דיזל בשנת 2015 33
- איור 3 - עקומת מכירות מצטברות של כלי רכב חשמליים, שוטף ותחזית..... 42
- איור 4 - השוואת צפיפות אנרגטית עבור דלקים שונים ליחידת משקל ונפח..... 48
- איור 5 - תחומי ההערכה עבור חלופות להפקת דלקים מבוססי מגז טבעי..... 50
- איור 6 - יעדי הפחתת פליטות הגז"ח של ציי המטענים באירופה..... 55
- איור 7 - פילוח גורמים להחמרה בגודש בסן פרנסיסקו..... 57
- איור 8 - ניתוח עלות-תועלת של הפעלת תוכניות גריטה..... 64
- איור 9 - מתווה לאישור כלי רכב חדשים באירופה..... 65
- איור 10 - הערים המובילות בעולם בתחבורה ציבורית ביורית בת קיימא..... 68
- איור 11 - שיעור מיסוי אפקטיבי ממוצע ממס בלו ומס פחמן על צריכת אנרגיה במגזר התחבורה .. 72
- איור 12 - שיעור המיסוי האפקטיבי על בנזין ודיזל לתחבורה במדינות שונות (2015)..... 72
- איור 13 - תשלומי מס בניכוי זיכויים בעבור כלי רכב פרטי ביחס לרמת פליטות פד"ח..... 74
- איור 14 - השפעות כלכליות של תת-מיסוי של רכבי חברה..... 77
- איור 15 - התפלגות נסיעות לעבודה באוסטין טקסס..... 89
- איור 16 - השוואת תקני פליטות תחמוצות חנקן לפליטות אמיתיות ברכבי בנזין ודיזל..... 94
- איור 17 - ציר הזמן לאימוץ תקני פליטה עבור כלי רכב קלים וכבדים..... 95
- איור 18 - ציר הזמן להחלת תקני פליטה עבור כלי רכב כבדים במדינות שונות..... 95
- איור 19 - חיסכון שנתי בעלות הדלק כתוצאה ממשך הדממת המנוע באוטובוסים..... 97
- איור 20 - מפת חובת הדממת המנועים בארה"ב..... 98
- איור 21 - התפלגות סוגי הדלקים החלופיים השונים בהתאם לחקיקה בארה"ב..... 102
- איור 22 - השקעות בפיתוח תשתיות לכלי רכב חשמליים שהוכרזו לאחרונה..... 105
- איור 23 - אמצעי מדיניות לתמיכה בפרישת תשתיות טעינה בערים ראשיות בעולם..... 106
- איור 24 - שיעור פליטות גז"ח "מהבאר לגלגל" עבור אוטובוסים ללא פיח..... 108
- איור 25 - רמות תחמוצות החנקן הנמדדות בצידי הדרכים בלונדון..... 110
- איור 26 - פליטות מזהמי אוויר וגז"ח מתחבורה בהשוואה לגורמים אחרים..... 113

רשימת הטבלאות

- טבלה 1 - תרומת התחבורה למצאי הפליטות הארצי לשנת 2016 (טון לשנה) 27
- טבלה 2 - מזהמי אוויר וגזי חממה עיקריים והשפעתם 35
- טבלה 3 - השוואה בין תקני פליטת כלי רכב למזהמים בארה"ב ובאיחוד האירופי 40
- טבלה 4 - מגבלות האיחוד האירופי לממוצע פליטות פד"ח 41
- טבלה 5 - השפעות של מכוניות מקושרות ואוטומציה על צריכת אנרגיה 44
- טבלה 6 - צעדי מדיניות במדינות שונות בעולם להחדרת כלי רכב נקיים יותר 45
- טבלה 7 - תוכניות לגריטת כלי רכב בעולם 63
- טבלה 8 - סיווג גישות המיסוי לרכבי חברה במדינות שונות 76
- טבלה 9 - דוגמאות להחלת אזורי מופחתי זיהום 86
- טבלה 10 - התפתחות מיזם אזורי מופחתי ומאופסי פליטות בלונדון 88
- טבלה 11 - התפלגות פליטות ונסועה יחסית בהתאם לקטגוריות כלי הרכב 114
- טבלה 12 - יישום בישראל והמלצות לקידום אמצעים **למניעת** זיהום אוויר מתחבורה 116
- טבלה 13 - יישום בישראל והמלצות לקידום אמצעים **להסטת** אופני תחבורה 120
- טבלה 14 - יישום בישראל והמלצות לקידום אמצעים **לשיפור** איכות הדלקים וכלי הרכב 123
- טבלה 15 - תקני פליטה לכלי רכב פרטיים המונעים בבנזין 131
- טבלה 16 - תקני פליטה לכלי רכב פרטיים המונעים בדיזל 131
- טבלה 17 - תקני פליטה לכלי רכב מסחריים קלים המונעים בבנזין 132
- טבלה 18 - תקני פליטה לכלי רכב מסחריים קלים המונעים בדיזל 133
- טבלה 19 - תקני פליטה לכלי רכב כבדים המונעים בדיזל (טסט דינמומטר במצב יציב) 134
- טבלה 20 - תקני פליטה לכלי רכב כבדים המונעים בדיזל (טסט בתנאי כביש משתנים) 134
- טבלה 21 - מדיניות להגבלת כלי רכב עם מנועי בעירה פנימית במדינות שונות 135
- טבלה 22 - הגבלת כלי רכב בעלי מנועי בעירה פנימית בערים שונות בעולם 136
- טבלה 23 - פליטות גז"ח ממחזור החיים של דלקים חלופיים 137
- טבלה 24 - צריכת אנרגיה במחזור החיים של דלקים חלופיים 138
- טבלה 25 - מדיניות מיסוי והטבות לרכב מופחת פליטות, האיחוד האירופי 139

Management of air pollution from transportation refers to the dynamic process a regulatory authority undertakes to reduce, prevent/eliminate air pollution emissions and their harmful effects on human health and the environment. The process of managing air quality, including from the transportation sector sources, consists of a cycle of inter-related activities, including periodic assessments and reviews of needed improvements.

Air pollution is caused by many sources including from industry, commercial, residential and a myriad of transportation modes. Air pollution emitted from transportation contributes to smog and to poor air quality, which has negative impacts on the health and welfare of the exposed population¹. The impacts stem from emissions of a variety of what is known as local air pollutants (particulate matter, oxides of nitrogen and sulfur, carbon monoxide, metals and volatile organic compounds) and those known as global pollutants that contribute to climate change (carbon dioxide, methane and other greenhouse gases). Among the pollutants emitted are compounds that are known or suspected to cause cancer or other serious health and environmental effects. Examples of mobile source air toxics include: benzene, formaldehyde and diesel particulate matter. Moreover, adverse effects from multi-pollutants may be more than the sum of the effects from individual pollutants².

A viable air quality management framework should address the following:³

- **Direct Emissions:** carbon monoxide (CO), nitrogen oxides (NO₂ and NO_x); particulate matter (PM₁₀ and PM_{2.5}); hydrocarbons and volatile organic compounds (VOCs) – which may also include air toxics; and carbon dioxide (CO₂) which is the primary greenhouse gas in the atmosphere.
- **Secondary Emissions:** formation of Ozone (O₃) in the atmosphere as a result of photochemical reactions between hydrocarbons and nitrogen oxides; formation of submicron

¹ HEI (Health Effects Institute) (2017). "State of Global Air 2017. Special Repo", Boston, MA: Health Effects Institute. http://www.ccacoalition.org/sites/default/files/resources/2017_state-of-global-airreport.pdf

² Chow, J.C., and Watson, J.G. (2011). "Air Quality Management of Multiple Pollutants and Multiple Effects"[online]. *Air Quality and Climate Change*, Vol. 45, No. 3, Aug 2011: 26-32. <http://search.informit.com.au/documentSummary;dn=336189995835589;res=IELENG>

³ IEA (International Energy Agency) (2016). "Energy and Air Pollution: World Energy Outlook", Special Report, OECD/IEA, Paris

particles that are aerosols of sulfates, nitrates, and black carbon compounds that are also formed by atmospheric reactions.

The air pollution caused by the transportation sector is comprised of the atmospheric emissions from all vehicles (passenger cars, light duty and heavy-duty trucks, buses, and more). The impact of these emissions from the transportation sector is especially pronounced in dense urban environments. Transportation emissions which are the subject of the current study constitute 40% of nitrogen oxides, 11% of fine particulates (< 2.5 µm) and 9% of non-methane volatile organic compounds (NMVOC)⁴.

An integrated and structured air quality management approach is needed to establish and attain air quality objectives at the national and local levels. It goes beyond the clean fuels and vehicles strategy and requires appropriate information about best practices and policy measures that would lead to the attainment of pollution reduction goals.

Mobile sources of air pollution are divided into two main categories: on-road vehicles and non-road vehicles and engines. The mobile sources that contribute to local emissions in the on-road category include motorcycles, passenger cars and trucks, and commercial trucks, buses and taxis while aircraft, heavy equipment, locomotives, marine vessels and small engines and tools comprise the non-road sources. **The current study aimed to address policy measures to minimize air pollution from on-road vehicles.**

In the past decade there has been stepped up global activity to advance regulatory programs to reduce air pollution from transportation with heightened emphasis on moving towards decarbonization of the transportation fleet. Clearly, the magnitude of the air quality problem and the contribution of the transportation sector to overall emissions will determine the extent of motor vehicle emissions control requirements. The biggest component of a vehicle emission control strategy in any air quality management plan must be improved vehicle technology, which can be enabled, or assisted, by changes to fuel quality. Additionally, a strategy should incorporate improved intermodal transportation to enhance mobility and address the expected increase in passenger-km travelled.

⁴ http://ec.europa.eu/environment/eir/pdf/study_costs_not_implementing_env_law.pdf

Cleaner vehicles will emit lower quantities of air pollutants per km travelled, yet, their benefits may sometimes be limited due to the rate of turnover of the entire vehicle fleet. One has also to consider the rebound effects which refer to the increased km traveled caused by increased fuel efficiency, cheaper fuels, or roadway expansion that increases traffic speeds. In a typical situation, about a third of the fuel or the time saved are used for additional vehicle travel⁵.

In addition to clean fuel and added vehicle options the global programs advocate different mobility management strategies⁶:

- Strategies that improve transport options (like walking, cycling, public transit, car-sharing, etc.) tend to provide direct user benefits.
- Pricing reforms (like distance-based insurance and parking cash out) provide direct user savings (they are optional so users only reduce vehicle travel if they directly benefit), while others (such as higher road tolls, parking fees and higher fuel prices) increase user costs but are economic transfers so their overall impacts depend on how revenues are used.
- Smart growth policies, which result in more compact and multi-modal development tend to provide both direct user benefits (improving accessibility and reducing transport costs) and some user costs (increased local congestion and some development costs).

When formulating policy measures, one must consider all possible impacts to try and avoid unintended consequences. The principles that govern the considerations of best policies are those that can help identify win–win emission reduction strategies that provide multiple benefits and opportunities for cooperation among interest groups.

The report is organized around an Introduction (Chapter 1), Technical Background (Chapter 2), Examples of Policy Measures (Chapter 3) and Conclusions & Recommendations (Chapter 4) where we also discuss the status of those policy measures that are already starting to be implemented in Israel. The most notable observation is that the range of strategies described in the literature is vast and there are many variants to similar approaches. Additionally, there are differences and sometime conflicts between strategies that aim to reduce air pollution vs. those that target decarbonization.

⁵ Litman, T. (2013). "Comprehensive evaluation of energy conservation and emission reduction policies", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 47, 153-166. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2012.10.022>

⁶ European Commission (2016). Commission staff working document Accompanying the document: *A European Strategy for Low-Emission Mobility*. EU Commission, Brussels. <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/10102/2016/EN/SWD-2016-244-F1-EN-MAIN-PART-1.PDF>

For this study we have elected to adopt the classification of policies according to the ***Avoid, Shift and Improve*** framework. From the policies reviewed we selected close to 20 measures from countries and cities around the world for inclusion in this survey. The selected policies were subdivided as those formulated to *avoid* air pollution, *shift* passenger and goods transport to lower emission modes, and introduce *technological improvements* to increase energy efficiency and minimize vehicles' emissions. For each of the strategy measures we described how it was implemented, in one or more jurisdictions and their implementation strategy along with the policy's strength and weakness. Table 1 provides a listing of these policy measures along with the countries/cities cited in the full report.

Table 1 - Listing of Policy Measures Compiled in Chapter 3 of this Report

| Category | Policy Measure Title | Example Countries/Cities cited in the full report |
|--------------|---|---|
| AVOID | | |
| | Scrapping old and polluting vehicles | Germany, France, USA, Canada |
| | Ban on importation of polluting vehicles | 16 countries among them China, India, France, Norway, UK |
| | Planning and managing a Sustainable Transportation System | ARCADIS index for sustainable urban mobility in cities such as Hong Kong, Shanghai, Frankfurt, Berlin and Amsterdam |
| | Economic tools | EU, OECD and more |
| | Freight logistics management | EU, G-20 |
| SHIFT | | |
| | Parking management | Mexico City, Amsterdam, Paris |
| | Establishing Low Emission Zones | Berlin, Brussels, Vienna, Lisbon, Mont Blanc tunnel |
| | Travel demand management by employers | Washington State, USA; UK |
| | Congestion charge | London |
| | Higher Occupancy Vehicles | Multiple states in the US in compliance with Clean Air Act |

| Category | Policy Measure Title | Example Countries/Cities cited in the full report |
|----------------|--|---|
| IMPROVE | | |
| | Setting and tracking vehicle emissions standards | US, EU, China, Canada, Japan, South Korea, Turkey, Mexico, Brazil, India, Australia, Russia |
| | Vehicle Idling | US (California, New York), Belgium, France |
| | Upgrading vehicle Inspection & Maintenance Systems | US, EU |
| | 'Clean Fuel' standards | US, EU |
| | Infrastructure for Alternative Fuels | India, Japan, Canada, Germany, UK, EU, US, |
| | Subsidies for buses fueled by alternative fuels | Abidjan, Accra, Addis Ababa, Bangkok, Bogota, Buenos Aires, Casablanca, Dar es Salaam, Dhaka, Istanbul, Jakarta, Johannesburg, Lagos, Lima, Manila, Mexico City, Nairobi, Santiago, Sao Paulo, Sydney |
| | Subsidies for taxis fueled by alternative fuels | New York City, London, Nottingham |

Study Goals

1. Survey of countries' fiscal and regulatory policy measures to address cleaner fuels and vehicles as well as mobility management practices to reduce air pollution from transportation,
2. Review of lessons learned from implementation successes for different transportation modes,
3. Description of technological barriers and market failures to implementation,
4. Compilation of findings including preliminary recommendations of policy measures that may be applicable to Israel.

State of Affairs in Israel

In Israel, it was found that in Gush Dan (Tel-Aviv and environ) and the Haifa region the transport sector emissions account for 25% and close to 50%, respectively, of particulate matter emissions. For

the same two regions, nitrogen oxides from transport constitute 96% and 50%, respectively. In 2014 the transportation sector also contributed about one third of carbon dioxide emissions associated with the Energy sector.

Israel has a few notable characteristics that would impact the choice of policy measures:

1. Israel is not a car manufacturing nation hence technological improvements in the vehicle fleet depends on manufacturers' availability of advanced technology vehicles and would rely on the enforcement of strict regulations that limit the import of high emission vehicles,
2. Like many nations, attainment of air quality improvement goals relies on the cooperation among various governmental ministries (environmental protection, energy, transport, health, economy and finance),
3. Transportation planning is dependent on the coordinated effort between the national planning commission and regional and local planning bodies, including local authorities,
4. Introduction of innovative technologies demands a joint effort by research and development authorities and governmental initiatives to advance innovation.

Israel is a small and very congested country. Even though its motorization rate is medium among OECD countries it is the most congested one. This congestion does not contribute only to local air pollution (primarily in urban areas) which impacts the population health; it is also detrimental to the Israeli economy by leading to lost productivity, traffic accidents and noise.

Recommendations

Transport is the backbone of the economy, an enabler of growth and jobs, essential for the functioning of the market and the free movement of goods and people. Market integration, economic growth and transport activity are strongly related. The global transition towards a low-carbon economy has started, supported by the Paris Climate Agreement, however, currently transport still relies on oil for 94% of its energy needs. Making transportation more sustainable will require different transitions in terms of technology, urban planning and societal behavior. Avoiding the use of transportation where possible; shifting toward more environmentally friendly modes of transport and improving the efficiency of all modes of transport can not only be cost-effective but can also offer environmental co-benefits and reduce the environmental impact of transport.

In general, mobility management strategies could achieve improved outcomes when compared to cleaner vehicle strategies, particularly if we account for rebound effects. Of the various types of

mobility management strategies, improving transport options tend to provide the greatest range of benefits because they directly benefit users. Pricing reforms are primarily economic transfers; their ultimate impacts depend on the quality of accessibility options available and how revenues are used. Smart growth policies tend to provide a mix of benefits and costs.

The principle recommendations stemming from this study call for an integrated effort to take immediate actions such as banning the import of high emission cars (for example, private cars fueled by diesel); changing vehicle taxation to make car ownership more expensive to encourage a shift to other transportation modes; amending the planning process to ensure proper transportation planning for all municipalities; and incentivizing innovation in the areas of navigation, vehicle control and accident avoidance.

Key tenets for accomplishing reduction of Air Pollution from transportation

1. **Formulation of a broad strategy** to reduce emissions from transport based on reducing the vehicle miles travelled along with emissions per mile, while increasing the proportion of trips on public transportation. Use increased taxation on polluting vehicles and low emission zones restriction in city centers to incentivize switching to electric vehicles.
2. **Allocation of resources and setting priorities to promote various measures to reduce air pollution from transport**
3. **Change of transport taxation system (vehicles and fuels).** Update taxation of fuels and private vehicles in order to reduce dependence on private cars.
4. **Promotion of planning and regulatory measures** to reduce travel by private cars while focusing on reducing congestion in urban streets and intercity roads.
5. **Promote increasing the proportion of travel by public transportation and other modes, such as trains, buses, bike riding and walking.**
6. **Improving and streamlining the freight forwarding system,** while paying special attention to the issue of goods distribution in cities (The last mile).
7. Use of **regulatory and economic measures** to encourage the installation of technologies to reduce emissions of vehicles in existing fleets with special emphasis on using clean fuels,
8. **Expand** the designation of reduced or low emissions zones,
9. Development and implementation of **innovation** in the field of smart transportation, and smart cities,

10. **Making optimal use of existing infrastructure** while applying advanced traffic management methods
11. **Involving all the stakeholders into the process.** Including, the national and the local government administrations, non-governmental organizations, business companies and the academia. All this, in order to raise awareness, work with partners to be part of the process and promote implementation.

In order to implement these principles, it is necessary to **track and monitor the effect of policy measures** on improving air quality due to conflicting trends (increase in kilometers traveled with technological improvement of vehicles). Reliable tools should be developed to **monitor improvement in air quality**.

תקציר מנהלים (עברית)

זיהום אוויר נגרם ממקורות שונים: תחבורה (יבשתית, ימית, אווירית), תעשייה, חקלאות ועוד. זיהום האוויר גורם לתחלואה, תמותה מוקדמת, לידות מוקדמות, פגיעה במערכות ביולוגיות ועוד. בין המזהמים יש להזכיר: חלקיקים, תחמוצות חנקן וגופרית, פחמן חד-חמצני, מתכות כבדות, תרכובות אורגניות נדיפות וכן גזי חממה כמו פחמן דו חמצני ומתאן.

תחבורת הכבישים, נשוא מחקר זה, יוצרת כ-40% מסך פליטות תחמוצות החנקן, 11% מפליטות חלקיקים עד קוטר 2.5 מיקרון (PM2.5) ו-9% מהתרכובות האורגניות הנדיפות (NMVOC).

בגוש דן ובחיפה תרומת החלקיקים הנפלטים מסקטור התחבורה עומדת על כ-25% וכמעט 50%, והיקף תחמוצות החנקן מהוות 96% וכ-50%, בהתאמה. בנוסף, בישראל, תרם סקטור התחבורה בשנת 2014 כשליש מכלל פליטות הפחמן הדו חמצני של פליטות סקטור האנרגיה.

בכל העולם מקודמות תוכניות, הן ברמה הלאומית והן ברמת המקומית, להפחתת זיהום אוויר מסקטור התחבורה ו/או לחלופין, תוכניות לדה-קרבונזציה של סקטור התחבורה. הצלחת התוכניות האלה היא חלקית בלבד עקב העובדה שכלי רכב מזהמים ממשיכים לנוע בכבישים, היקף הנסועה וההובלה היבשתית עולים בהתמדה, יישום התוכניות כרוך בעלויות גבוהות ואכיפה קפדנית, נדרשים שינויים מהותיים בהתנהגות ועוד. הגודש בכבישי ישראל, בעיקר בערים, תורם לא רק לזיהום אוויר ולתחלואה עודפת, אלא גם לפגיעה משקית חמורה: אובדן זמן, תאונות דרכים, מפגעי רעש, הרס מיסעות ועוד.

בעבודה זו נסקרו מספר רב של אמצעים תכנוניים, רגולטוריים וכלכליים המתרכזים במניעה של זיהום אוויר מתחבורה, הסטה של נוסעים ותעבורה לאופני תחבורה בת קיימא ואמצעים לשיפור הנצילות האנרגטית והפחתת הפליטות מכלי רכב.

פרק 2 נותן הסבר כללי ומציג את הרציונל עבור כל אחד מאמצעי המדיניות הנידונים ופרק 3 משרטט לכל אמצעי "תעודת זהות" הכוללת את תיאור האמצעי, מטרתו, הגוף המיישם (שלטון מרכזי/ מקומי/ מעסיק), דוגמאות ליישום מהעולם, חוזקות האמצעי ואתגריו. בפרק 4 מוצג סטטוס היישום של אותם האמצעים המיושמים כבר בישראל ומפורטים המלצות ואמצעים הנדרשים להרחבת היישום וליישום כלים חדשים.

כידוע, ישראל אינה יצרנית של כלי רכב ולכן תלויה בתקינה ובטכנולוגיות הקיימות במדינות המייצרות כלי רכב. בהתחשב בנתון זה, יש לאסור יבוא של כלי רכב שאינם עומדים בתקינה של הקהילה האירופית או האמריקאית.

אחת המסקנות הבולטות מסקר הספרות היא שעל מנת להשיג את יעדי הפחתת הזיהום, יש צורך ב**תיאום של כל הגורמים**: גופי התכנון הארציים והמקומיים; משרדי ממשלה (תחבורה, הגנת הסביבה, אנרגיה, כלכלה, אוצר, ראש הממשלה ומנהלת תחליפי נפט ותחבורה חכמה, בריאות); והשלטון המקומי.

הגוף המרכזי האמון על סקטור התחבורה הוא משרד התחבורה והסוגיות הסביבתיות אינן, בהכרח, בראש סדר העדיפות של משרד זה. המשרד להגנת סביבה יכול להשפיע רק בחלק המתייחס להפחתת זיהום מסקטור זה. ממצאי עבודה זו יעניקו נדבך נוסף בהבנה כי תועלות מתכנון תחבורתי נכון, מקידום תחבורה ציבורית, מהקטנת התלות ברכב הפרטי ואמצעי מדיניות נוספים הנסקרים בעבודה זו, יכולים לקדם תועלות סינרגיות כמו הפחתת גודש, הפחתת רעש, תאונות דרכים, התייעלות אנרגטית ועוד.

מסקנה נוספת היא שעל מנת להפחית מזהמים, נדרשת פעילות נחושה עם סדר עדיפויות ברור של מוסדות השלטון. כידוע, אין כוחות השוק מסוגלים להתמודד בצורה יעילה עם פעילויות הכרוכות ביצירת השפעות חיצוניות (Externalities). מכאן שעל מנת למנוע את העלויות הכלכליות והחברתיות של פעילויות אלה יש צורך בהתערבות פעילה של הממשלה וביישום ארגז הכלים המגוון שעומד לרשותה לצורך כך.

אמצעי מדיניות להפחתת זיהום אוויר מתחבורה כוללים:

צעדים כלכליים שתכליתם להשפיע על התנהגות המשתמשים ולגרום להסטת השימוש מרכב פרטי לתחבורה ציבורית ואמצעים לא ממונעים, **צעדים טכנולוגיים** המתייחסים לתקני הדלקים ולטכנולוגיות של כלי הרכב, וכן **היבטים טכנוניים** המקדמים תכנון מוטה תחבורה ציבורית וקידום אמצעי תחבורה לא ממונעת.

ההמלצות העיקריות העולות מעבודה זו כוללות המלצה לשילוב כוחות ואמצעים להפחתת זיהום אוויר מתחבורה, תוך נקיטת פעולות מיידיות (איסור מידי על יבוא כלי רכב פרטיים המונעים בדיזל, לדוגמא), שינויים בבסיס מיסוי הרכב בארץ על מנת לייקר את השימוש ברכב הפרטי ולתעדף שימוש באמצעי ניידות אחרים, הטמעה מהירה של עקרונות התכנון התחבורתי, המוטה תחבורה ציבורית ואמצעי ניידות אחרים וכן, ניצול היתרון היחסי של ישראל בתחומי ההייטק, האוטומציה והיזמות לשם קידום פתרונות מתקדמים.

העקרונות המרכזיים המומלצים בעבודה זו להפחתת זיהום אוויר מתחבורה:

1. **גיבוש אסטרטגיה רחבה** לצמצום פליטות המזהמים ממערכות התחבורה המבוססת על צמצום הנסועה במכוניות פרטיות, הגדלת החלק היחסי של נסיעות בתחבורה ציבורית ואמצעים לא מוטוריים, מגבלות שימוש והגדלת מיסוי על כלי רכב מזהמים, מעבר לכלי רכב מונעים בחשמל ומגבלות שימוש בכלי רכב במרכזי ערים.
2. **הקצאת משאבים וקביעת סדר עדיפויות לקידום האמצעים השונים להפחתת זיהום האוויר מתחבורה.**
3. **שינוי מערך מיסוי התחבורה - מיסוי דלקים וכלי רכב פרטיים לשם הפחתת השימוש במכוניות.**
4. **שימוש באמצעים רגולטוריים וכלכליים לעידוד התקנת טכנולוגיות להפחתת פליטות והצרת כלי הרכב והקפדה על שימוש בדלקים נקיים.**
5. **קידום אמצעים טכנוניים ורגולטוריים להקטנת הנסועה בכלי רכב פרטיים תוך התמקדות בהפחתת הגודש ברחובות עירוניים ובדרכים בינעירוניות.**
6. **הגדלת החלק היחסי של נסיעות בתחבורה ציבורית ובשילוב אמצעי נסיעה: רכבות, אוטובוסים, רכיבה באופניים והליכה ברגל.**

7. **שיפור וייעול מערך שינוע הסחורות (Freight)** ומתן טיפול מיוחד לסוגית חלוקת הסחורות בערים (The last mile).

8. **הרחבת אזורים המוכרזים כמופחתי פליטות או נקיים לחלוטין.**

9. **עשיית שימוש מיטבי בתשתיות קיימות תוך יישום שיטות ניהול תנועה מתקדמות.**

10. **פיתוח ויישום חדשנות בתחום תחבורה חכמה וערים חכמות.**

11. **שילוב בעלי העניין (Stakeholders) בתהליכים:** שלטון מרכזי ומקומי, ארגונים לא ממשלתיים, חברות עסקיות במשק, אקדמיה. כל זאת, לצורך העלאת מודעות ורתימת השותפים למחויבות לקידום ההטמעה.

על מנת ליישם עקרונות אלו נדרש לבצע ניטור ומעקב אחר השפעת אמצעי המדיניות על שיפור איכות האוויר. בגלל מגמות סותרות (עלייה בנסועה מחד גיסא, אך שיפור טכנולוגי של כלי הרכב מאידך גיסא) יש לפתח כלים אמינים לניטור השיפור באיכות האוויר.

מילות מפתח

מדיניות תחבורה (Transportation policies)

ניהול תחבורה (Mobility management)

איכות אוויר (Air quality)

זיהום אוויר (Air pollution)

תחליפי דלקים (Alternative fuels)

אסטרטגיות רכבים נקיים (Cleaner vehicle strategies)

תכנון מול ביצוע

| חודש | משימה | ביצוע |
|------------------|---|-------|
| ינואר 2018 | סקירת ספרות – אמצעי מדיניות להפחתת זיהום אוויר – מידע מארגונים בינלאומיים | בוצע |
| פברואר 2018 | סקירת ספרות – אמצעי מדיניות להפחתת זיהום אוויר – מידע מארגונים בינלאומיים | בוצע |
| מרץ 2018 | סקר ספרות מעמיק – אמצעי מדיניות להפחתת זיהום אוויר – מידע ממדינות נבחרות | בוצע |
| אפריל 2018 | סקר ספרות מעמיק – אמצעי מדיניות להפחתת זיהום אוויר – מידע ממדינות נבחרות | בוצע |
| מאי 2018 | סקר ספרות מעמיק – אמצעי מדיניות להפחתת זיהום אוויר – מידע ממדינות נבחרות | בוצע |
| יוני 2018 | סקר ספרות מעמיק – אמצעי מדיניות להפחתת זיהום אוויר – מידע ממדינות נבחרות | בוצע |
| יולי 2018 | סיכום ממצאים וניתוחם | בוצע |
| אוגוסט 2018 | סיכום ממצאים וניתוחם | בוצע |
| ספטמבר 2018 | המלצות ליישום בישראל | בוצע |
| אוקטובר 2018 | טיוטת דו"ח סופי | בוצע |
| נובמבר 2018 | כתיבת דו"ח סופי | בוצע |
| דצמבר 2018 | כתיבת דו"ח סופי | בוצע |
| ינואר-אפריל 2019 | עריכת המסמך והגשת דו"ח מסכם | בוצע |

| | |
|---|---|
| BEV – Battery Electric Vehicle | PM – Particulate Matter |
| BTL – Biomass to Liquid | PN – Particles Number |
| BTX – Benzene, Toluene, Xylene | SDG – Sustainable Development Goals |
| CCZ – Congestion Charge Zone | SLoCaT – Sustainable Low Carbon Transport |
| CNG – Compressed Natural Gas | THC – Total Hydrocarbons |
| CO – Carbon Monoxide | TTW – Tank to Wheel |
| CTL – Coal to Liquid | ULEZ – Ultra-Low Emission Zone |
| DME – Dimethyl Ether | WTT – Well to Tank |
| FCEB – Fuel Cell Electric Busses | WTW – Well to Wheel |
| FCEV – Fuel Cell Electric Vehicles | ZEZ – Zero Emission Zone |
| FCH – Fuel Cell and Hydrogen | הגנ"ס – המשרד להגנת הסביבה |
| FT – Fisher-Tropsch diesel | גט"ד – גז טבעי דחוס |
| GHG – Green House Gas | גזי חממה – גז"ח |
| GTL – Gas to Liquid | נת"צ – נתיבי תחבורה ציבורית |
| HDV – Heavy Duty Vehicles | פד"ח – פחמן דו חמצני |
| HOV - High Occupancy Vehicles | תחב"צ – תחבורה ציבורית |
| HVO – Hydrotreated Vegetable Oils | |
| ICE – Internal Combustion Engine | |
| kWh – kilo-watt-hour | |
| LDV – Light Duty Vehicles | |
| LEZ – Low Emission Zone | |
| LNG – Liquefied Natural Gas | |
| LPG – Liquefied Petroleum Gas | |
| MJ – Mega Joule | |
| MMT – Million Metric Tons | |
| NMHC – Non-Methane Hydrocarbons | |
| NOx – Nitrogen Oxides | |
| OECD – Organization for Economic Cooperation and Development | |
| PHEV – Plug-in Hybrid Electric Vehicle | |

1 הקדמה

ארגון הבריאות העולמי (WHO) קובע כי חשיפה לזיהום אוויר, בעיקר באזורים עירוניים, קשור קשר הדוק עם עליית שכיחות מחלות קרדיוסקולאריות, מחלות נשימתיות, סרטן, לידות מוקדמות פגיעה ומוות של ילודים. זיהום אוויר זה נובע הן מפליטות מהתעשייה והן מהתחבורה. עיקר מזהמי האוויר הנפלטים מסקטור התחבורה הם חלקיקים נשימים עדינים בקוטר של עד 2.5 מיקרון (PM2.5), היקף החלקיקים הנפלטים המשויכים לסקטור התחבורה עומד על כ-30% בערי אירופה וכ-50% מערי מדינות ה-OECD.^{7,8}

בישראל נמצא כי בגוש דן תרומת החלקיקים הנפלטים מסקטור התחבורה עומדת על כרבע מכלל הפליטות ובחיפה על כמעט 50%. תחמוצות חנקן אשר נפלטות מסקטור התחבורה פוגעות פגיעה ישירה בבריאות ומהוות גם מרכיב עיקרי בהיווצרות אוזון כתוצאה מתהליכים פוטוכימיים באטמוספירה. היקף תחמוצות החנקן הנפלטות מסקטור התחבורה באזור גוש דן מהווה 96% מכלל הפליטות של תחמוצות החנקן בגוש דן ובאזור חיפה כ-50%.⁹

בנוסף, בישראל, תרם סקטור התחבורה בשנת 2014 כשליש מכלל פליטות הפחמן הדו חמצני (פד"ח) מכלל פליטות סקטור האנרגיה.¹⁰

בעולם ניתן לראות כי בין השנים 2000-2015 צמח היקף הנסועה הפרטית בכ-74% כאשר רוב הצמיחה אירעה במדינות מתפתחות. בין השנים הללו השתנו אופני התחבורה לעבר העדפה מובהקת של מכוניות פרטיות (תוך מתן עדיפות לכלי רכב גדולים יותר, כגון, רכבי שטח) וכן עלייה במספר הטיסות וירידה בשימוש בתחבורה ציבורית (תחב"צ).¹¹

בנוסף, באותה תקופה היקף התעבורה עלה בכ-177%. היקף שילוח הסחורות בתעבורה הפנים עירונית הוא כ-12% מכלל המטען המועבר בכל ישראל, בעוד שהנסועה עבור השילוח הפנים עירוני מהווה 50% מכלל הנסועה הארצית לשילוח סחורות ומטענים. מגזר התחבורה אחראי לעלייה הגבוהה ביותר בפליטות בין השנים 2000-2016, כאשר "תרומת" המדינות המתפתחות צפויה לעלות מ-40% בשנת 2015 לכ-56-72% בשנת 2050.¹²

מגמות עולמיות ומקומיות אלה מצביעות על הצורך בניהול מושכל של התחבורה בכללותה וצמצום השפעתה השלילית הניכרת על איכות האוויר, כולל זיהום אוויר ופליטת גזי חממה (גז"ח), בפרט.

ניהול משאבי האוויר הוא תהליך דינמי שבו הרשות הרגולטורית הרלוונטית נוקטת צעדים להפחתת או למניעת פליטות של מזהמים שונים, כולל גז"ח, מתחבורה בכדי למנוע השפעות שליליות על בריאות הציבור והסביבה.

⁷ <https://www.who.int/sustainable-development/transport/health-risks/air-pollution/en/>

⁸ EC (2019). Study: The costs of not implementing EU environmental law

http://ec.europa.eu/environment/eir/pdf/study_costs_not_implementing_env_law.pdf

<http://www.moin.gov.il/LOCALGOVERNMENT/Documents/book.pdf> קיימות וסביבה ככלי פיתוח בשלטון המקומי

¹⁰ https://www.cbs.gov.il/he/publications/DocLib/2016/27.%20ShnatonEnvironment/st27_07.pdf

¹¹ OICA (2018). Vehicles in Use. International Organization of Motor Vehicle Manufacturers. Available at:

<http://www.oica.net/category/vehicles-in-use/>

¹² SLoCaT (2018). Transport and Climate Change Global Status Report 2018. Available at: <http://slocat.net/tcc-gsr>

זהו תהליך המורכב ממגוון רב של מנופי פעולה (חקיקה, תקנים ותקנות, אמצעים כלכליים, מנגנוני תכנון עירוניים ועוד) המחייב הערכה תקופתית של הזיהום הסביבתי, תרומת התחבורה לזיהום זה והשיפורים המתבקשים.

תהליך זה צריך להתמקד בשני היבטים:

- **הפחתת פליטות ישירות** – כולל פליטות של תחמוצות חנקן, חלקיקים, תרכובות אורגניות נדיפות (הכוללות גם מזהמי אוויר רעילים (Air Toxics)), ופליטות של פד"ח ומתאן שהינם גז"ח העיקריים הנפלטים ממגזר זה.
 - **צמצום היווצרות מזהמים שניוניים** – כולל היווצרות של אוזון באטמוספירה כתוצאה מריאקציה פוטוכימית בין פחמימנים ותחמוצות חנקן, היווצרות של אירוסולים תת-מיקרוניים של סולפטים וניטרטים יחד עם תרכובות הקרויות "פחמן שחור" שאף הן תוצר של תהליכים אטמוספריים.
- זיהום האוויר הנגרם על ידי מגזר התחבורה כולל פליטות **מתחבורת כביש**, כגון: כלי רכב פרטיים, אופנועים, משאיות קלות וכבדות, מוניות ואוטובוסים. ההשפעה של זיהום אוויר זה מורגשת בעיקר באזורים עירוניים צפופים.

בנוסף יש להתייחס לתחבורת **אוויר, ים ושטח**, שבה נכללים: רכבות, מטוסים, אוניות, ציוד מכני הנדסי הפועל בערים לרבות, דחפורים, טרקטורים, מלגזות, מנפים, גנרטורים ניידים ועוד, למשל, במסגרת פרויקטים של בנייה, מפעלים בתחום המטרופוליני וכד. האחרונים לא יסקרו במסגרת מחקר זה (המשרד להגנת הסביבה (הגנ"ס) הכין מסמך המלצות לנושא זה¹³, אך מידת יישומו והשפעתו טרם נחקרה).

כלי מדיניות שונים בתחום התחבורה יכולים לסייע לשימור אנרגיה ולהפחתת פליטות מזהמי אוויר קונבנציונליים וכן להפחתת פליטות גז"ח.

כלי מדיניות להפחתת זיהום אוויר מתחבורה כוללים הן אמצעים כלכליים המהווים תמריץ לשוק לאימוץ צעדים אלה והן רגולציה אשר מטילה יישום של סטנדרטים מסוימים. ככלל, ניתן לסווג אמצעי מדיניות אלה כ"אסטרטגיות רכב נקי", אשר מקטינות את **שיעורי הפליטות לכל ק"מ נסיעה**, או כ"ניהול ניידות" אשר אמור להוביל **להפחתת סך הנסיעה ברכב וגודש התנועה**. שתי הקטגוריות הללו חשובות היות וזיהום האוויר מתחבורה הוא תוצר של רמת הפליטות לק"מ נסיעה כמו גם של סך הנסועה. ישנם מחקרים הטוענים כי אסטרטגיות "רכב נקי" עדיפות בעוד מחקרים אחרים מצביעים על היתרונות של אסטרטגיות "ניהול ניידות". במחקר זה נבדוק את שתי הגישות.

¹³ הגנ"ס (2017). המלצות לצמצום זיהום אוויר מכלי ציוד מכני הנדסי (צמ"ה) הפועלים באזורים עירוניים. <http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/SvivaAir/CarPollution/Documents/reducing-air-pollution-non-road-mobile-machinery.pdf>

בנושא הפחתת זיהום האוויר ופליטות גז"ח מסקטור התחבורה מתפרסמים עשרות ואף מאות מסמכים על ידי ארגונים בינלאומיים (ארגון הבריאות העולמי, האו"ם ועוד) ומדינות (האיחוד האירופי והמדינות השונות החברות בו, הממשל הפדרלי בארה"ב והמדינות השונות, וכן מדינות נוספות). בנוסף, ערים רבות בעולם בשיתוף עם ארגונים לא ממשלתיים מאמצות תוכניות של "ערים חכמות" לקידום נייודות בת קיימא.

תוך הכרת הקשר החיוני בין תחבורה, בריאות ואיכות הסביבה, האיחוד האירופי החל במיזם משותף בשנת 2002 לקידום תוכנית פאן אירופית ייחודית שנועדה לזרז שיתוף פעולה בין-ממשלתי ואימוץ אסטרטגיות רב-מגזריות לפתרון בעיות של נייודות בת קיימא, תוך התייחסות לשיקולים סביבתיים ובריאותיים¹⁴. בחרנו להציג את המסמך הממצה של ארגון PEP (Pan-European Programme) לנושא תחבורה, בריאות וסביבה¹⁵.

היעדים לקידום תחבורה בת קיימא, סביבתית, בריאה וכלכלית הינם:

1. לתרום לפיתוח כלכלי בר קיימא ולעודד יצירת מקומות עבודה באמצעות השקעה בתחבורה ידידותית לסביבה ולבריאות הציבור.
2. לנהל נייודות בת קיימא ולקדם מערכת תחבורה יעילה יותר.
3. להפחית פליטות של גז"ח, מזהמי אוויר ורעש הנובעים מתחבורה.
4. לקדם מדיניות ופעולות המסייעות להסטת התחבורה לאופנים בריאים ובטוחים.

המלצות עיקריות להפחתת זיהום אוויר ופליטת גז"ח מתחבורה בתוכנית הפאן-אירופית:

תקינה מחייבת המגבילה את שיעור הזיהום המותר מכלי הרכב (רמת פליטות מזהמי אוויר ופד"ח או צריכת הדלק של הרכב),

הגברת השימוש בתחליפי דלקים דלי פחמן, כולל ממקורות מתחדשים/ביולוגיים, וקידום רכבים חשמליים וכאלה המונעים בגז טבעי דחוס,

שימוש בכלים כלכליים לשינוי התנהגות, על מנת להסיט את התחבורה הפרטית לאמצעים אחרים, הכוללים תחב"צ ואמצעים לא ממונעים - מיסוי רכבים, מיסוי נסועה, מיסוי חניה, הטלת אגרות גודש וכד,

עיצוב ורגולציה של שימושי קרקע באמצעות תכנון ותשתיות משודרגות המתעדפים תחב"צ ותחבורה לא ממונעת.

¹⁴ UNECE-WHO, "Transport, Health and Environment Pan-European Program (THE PEP)", October 2015

¹⁵ https://thepep.unece.org/sites/default/files/2016-10/THE_PEP_Brochure-1_0.pdf

ממשלות התוכנית PEP פרסמו הנחיות מפורטות למדינות החברות הבונות על הליכים קיימים ומעודדים פיתוח יוזמות ואסטרטגיות בהתאם לצורכי האזרחים והיכולת הסוציו-אקונומית של הרשות המיישמת¹⁶. כמו כן, ארגון PEP הצביע על הקשר בין יעדי השיפור באיכות האוויר הנפלט מסקטור התחבורה לבין השגת **יעדי הפיתוח בר הקיימא של האו"ם**¹⁷. מתוך הכתוב עולה כי מדינת ישראל תענה על חלק מיעדי הפיתוח בר הקיימא של האו"ם¹⁸ אם תיישם תוכניות להשגת שיפור איכות האוויר באמצעות תכנון תחבורתי נכון, שיפור טכנולוגיות כלי הרכב הנעים על כבישי הארץ, הקטנת התלות במכוניות פרטיות ועידוד שימוש בתחב"צ ובאמצעים לא ממונעים. הגדלת הניידות עונה על היעדים: SDG1, SDG5, ו-SDG7 בכך שמתאפשרת ניידות וגישה הוגנת לאנרגיה גם לקבוצות מוחלשות, לרבות נשים וילדים; עמידה ביעד SDG3 מקדם בריאות ואיכות חיים; יישום תוכניות להפחתת זיהום אוויר מתחבורה מאפשרת עמידה גם ביעד SDG8 החותר לפיתוח כלכלי בר קיימא, קידום תשתיות עמידות וחדשניות בהתאם ליעד SDG9. כמובן, שיעדים SDG11, SDG12, ו-SDG13 הם תוצאות ישירה של היישום (הפיכת הערים לבטוחות ובנות קיימא והבטחה של ייצור וצריכה בת קיימא וכמובן, הפחתת פליטות גז"ח, בהתאמה). יעד SDG17 מושג על ידי שותפויות של כלל מחזיקי העניין (ממשל מרכזי, מקומי, צבור, קהילה עסקית ועוד).

המחקר המובא להלן סוקר את היישום ואת הלקחים שנלמדו במדינות ובערים שונות בעולם, בהקשר לאמצעי מדיניות כגון:

- **צעדים כלכליים** - מתן מענקים וסובסידיות, הטלת מיסים (כגון אלו החלים באזורים שהוגדרו כמופחתת פליטות) ותמריצי מס, אמצעים אלה משמשים כדי להשפיע על ההתנהגות.
- **צעדים טכנולוגיים** - תקנים לביצועי כלי רכב, כולל אימוץ של "כלי רכב נקיים" התואמים את הדירקטיבות האירופיות. דרישות איכות הדלק ואימוץ של תחליפי דלקים ודלקים ממקורות מתחדשים לשם צמצום זיהום האוויר המיוחס למגזר התחבורה.
- **צעדי מדיניות** - אימוץ אסטרטגיות התואמות את הדירקטיבות האירופיות והתקנים האמריקאים, אסטרטגיות לניהול ניידות במדינות כגון: מדינות האיחוד האירופי, הממשל הפדרלי בארה"ב ומדינות שונות בארה"ב (קליפורניה, ניו יורק ועוד), סין, הונג קונג, סינגפור, מקסיקו, נורבגיה והודו. חשוב לציין כי חלק מאמצעי המדיניות מופעלים ברמה העירונית ו/או המוניציפלית וחשוב לעמוד על הכוח שיש לשלטון המקומי בהיבט זה.

¹⁶ Schweizer, C., Racioppi, F., & Nemer, L. (2014). Developing national action plans on transport, health and environment: A step-by-step manual for policy-makers and planners. Transport Health and Environment Pan European Programme.

¹⁷ http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0004/375511/9789289053334-eng.pdf?ua=1

¹⁸ SDGs are global Sustainable Development Goals. <http://17goals.org/the-sdg-tracker/>

עבור כל אחד מאמצעי המדיניות הנידונים מובאות דוגמאות מהמדינות ומהערים שנבחנו בכדי להעריך את הקשרם לישראל ולהצביע על אמצעים רלוונטיים שניתן ליישם בכדי לצמצם את זיהום האוויר מתחבורה בישראל, תוך התייחסות לשלטון המרכזי (משרדי התחבורה, הגנ"ס, אנרגיה, אוצר) והשלטון המקומי. חשוב לציין בהקשר של "כלי רכב נקיים", שמאחר וישראל אינה יצרנית אלא רק יבואנית של כלי רכב, אמצעי המדיניות שנבדקו כוללים מניעת יבוא של כלי רכב מזהמים (כאלה שאינם תואמים סטנדרטים מחמירים) וכן תמריצים והטבות לעידוד רכישת כלי רכב נקיים, כולל כלי רכב עם הנעה היברידית וחשמלית.

1.1 המצב בישראל

בשנת 2011 הכין הגנ"ס תוכנית לאומית להפחתת זיהום אוויר בישראל, כאשר ב-2013 פורסמו נוסח מתוקן ונספח לתוכנית¹⁹. כחלק מהרקע לתוכנית זו העריך הגנ"ס את הנזקים הבריאותיים הצפויים בשנת 2020 כתוצאה מזיהום אוויר המאופיין בריכוזים גבוהים של חלקיקים נשימים. חשיפת האוכלוסייה לריכוז גבוה של חלקיקים אלה עשויה לגרום לעודף תמותה ממחלות לב ולמחלות כרוניות במערכת הנשימתית. נזקים אלה תורמים לעודפי אשפוז ולשימוש מוגבר בתרופות אשר יחדיו עלולים לתרום לנזקים כלכליים המוערכים בכ-8.5 מיליארד שקלים בשנת 2020.

בנוסף למזהמי אוויר ישנן פליטות גז"ח מתחבורה התורמים לשינויי אקלים. בהתאם לנתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה עבור שנת 2016 תחבורה יבשתית בישראל אחראית לפליטות של כ-22.5% מכלל פליטות הפד"ח כתוצאה משריפת הדלקים בישראל, כאשר תחבורה המונעת בדיזל תורמת 12.5%.

היקף פליטות בישראל בכלל ותחבורה בפרט, מוצגים בטבלה 1 עבור מזהמי אוויר וגז"ח נבחרים. בטבלה מסוכמים נתוני מצאי הפליטות הארצי לשנת 2016 של הגנ"ס²⁰ ונתוני הלמ"ס על פליטות גז"ח, לפי מקור²¹.

¹⁹ הגנ"ס, תוכנית לאומית לצמצום ולמניעת זיהום אוויר בישראל

<http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/SvivaAir/Pages/nationalplan.aspx>

²⁰ הגנ"ס, מצאי פליטות מזהמים לאוויר-PRTRIsrael/Pollutant-emissions-inventory/Pages/Pollutant-Emissions-Inventory-GIS.aspx

²¹ הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, פליטות גז"ח לפי מקור, טבלה 27.7 (אוחזר ביום 4.9.2018).

טבלה 1 - תרומת התחבורה למצאי הפליטות הארצי לשנת 2016 (טון לשנה)

| תרכובות | סה"כ | תחבורה | % תחבורה מסה"כ |
|--|------------|------------|----------------|
| תחמוצות חנקן NOx | 98,899 | 23,385 | 23.6 |
| תחמוצות גופרית SOx | 69,063 | 301 | 0.4 |
| פחמן חד-חמצני CO | 76,146 | 49,591 | 65.1 |
| פד"ח CO ₂ | 79,951,000 | 17,991,000 | 22.5 |
| חלקיקים עדינים נשימים PM2.5 | 7,121 | 1,129 | 15.9 |
| תרכובות אורגניות נדיפות ללא מתאן NMVOC | 33,157 | 3,582 | 10.8 |

זיהום אוויר תחבורתי הינו פעיל גם מבחינה כימית באטמוספירה והוא גורם משמעותי ביצירת גז האוזון, שהינו מזהם אוויר שניוני.

הפחתת זיהום האוויר מתחבורה מצריכה פעולות רבות הכוללות בין השאר שיפור טכנולוגיות הרכב הפרטי והציבורי כאחד וכן צמצום התלות בתחבורה פרטית. נדרשת תוכנית עבודה עם יעדים מוגדרים, בקרה ומעקב בכדי להביא למעבר משמעותי למערכות הסעת המונים שהינן אטרקטיביות לציבור.

מבקר המדינה פותח את הדו"ח המיוחד שהוציא במרץ 2019²², במילים אלו: "תושבי ישראל מתמודדים מדי יום ביומו עם מציאות תחבורתית קשה ומעיקה. אין מדובר כלל ועיקר רק באי נוחות. המציאות הזאת פוגעת בפריון העבודה; מביאה לאי-מיצוי הפוטנציאל של התוצר המקומי הגולמי ושל ההכנסות ממיסים; תורמת לזיהום האוויר ולמפגעי רעש".

מבקר המדינה עסק בדו"ח זה בעיקר בהיבטים של תכנון תחבורתי וליקויים בתחום קידום התחב"צ. אולם ברור כי היבטים אלה המביאים לגודש בדרכים תורמים רבות לזיהום האוויר.

בתחום הפחתת זיהום אוויר מתחבורה, מיושמים בישראל חלק מכלי המדיניות שיוצגו להלן. אולם, בפועל, שיעורי זיהום האוויר מתחבורה עדיין מהווים, שיעורים ניכרים מסך מקורות זיהום האוויר.

²² מבקר המדינה, דו"ח ביקורת מיוחד. משבר התחבורה הציבורית, מרץ 2019. <https://www.mevaker.gov.il/sites/DigitalLibrary/Pages/Publications/127.aspx>

חשוב לציין כי עם השנים עלתה הנסועה בישראל בהיקפים משמעותיים (סך הנסועה משנת 2012 עד 2017 עלתה בכ-20%, מ-50,107 מיליון ק"מ ל-59,602 מיליון ק"מ, כאשר כשלושה רבעים מנסועה זו נובע מרכב פרטי)²³. כלומר, העובדה כי היקף הנסועה השנתי עולה והיקף זיהום האוויר מהתחבורה לא עולה במידה זיהום יכול להצביע על סימנים ראשונים של השפעה חיובית.

עם זאת, רמת המינוע (כלי רכב לכל 1,000 נפש) בישראל הינה עדיין כמחצית מהמדינות המובילות ברמות מינוע²⁴, כך ש"שאיפה" להגיע לרמות מינוע גבוהות יותר, מטבע הדברים, מזמנת אתגרים לא פשוטים בתחום התחבורה בכלל וזיהום האוויר בפרט.

עבודה זו לא עוסקת בהיבטים שליליים אחרים של התחבורה - התלות ברכב הפרטי, הגורמת לצורך בהקמת תשתיות וכבישים שאף פעם לא מצליחים לספק את הביקוש הגובר, בזבוז שעות עבודה בכבישים, תאונות דרכים, "הרחקת" הפריפריה ועוד. נושאים אלה, ככל שתיושם מדיניות להגדלת הנגישות והניידות התחבורתית, מטבע הדברים ישתפרו אף הם.

1.2 מטרות סקר זה

1. סקירת אמצעי מדיניות (כלכליים ורגולטוריים) במדינות נבחרות המיועדים לטפל בנושאים של דלקים וכלי רכב נקיים וניהול תחבורה מושכל לשם הפחתת זיהום האוויר הנגרם על ידי מגזר התחבורה;
2. הפקת לקחים שנלמדו מיישום של אמצעי המדיניות השונים עבור מגוון מקטעי מגזר התחבורה;
3. תיאור של חסמים טכנולוגיים וכשלי שוק המעכבים את יישום האמצעים השונים;
4. גיבוש הממצאים ומתן המלצות ראשוניות ליישום אמצעי המדיניות המתאימים לישראל.

²³ <https://www.cbs.gov.il/he/publications/doclib/2018/1734/t01.pdf>

²⁴ https://www.cbs.gov.il/he/publications/DocLib/2013/28.%20ShnatonInternationalComparisons/28_19.pdf

ניהול יעיל של משאבי אוויר מותנה – מהכרת מקורות הפליטה, יישום אמצעי מדיניות מתאימים וכיפת אמצעי מדיניות והטלת סנקציות במקרים של אי-ציות²⁵.

פליטות שמקורן במגזר התחבורה תורמות באופן משמעותי לרמת איכות האוויר באזורים עירוניים ולשינויי אקלים כתוצאה מפליטת גז"ח. בעשור האחרון נאלצות מדינות ברחבי העולם להתמודד עם האתגר של הידרדרות איכות האוויר העירוני כתוצאה מצמיחה כלכלית, פרוור המגורים וניידות מוגברת. מחקרים ודו"חות רבים שהתפרסמו בתקופה האחרונה²⁶ עוסקים בניתוח אסטרטגיות אפשריות להפחתת פליטות מכלי רכב בכדי לקדם את השגת יעדי איכות האוויר המומלצים על ידי ארגון הבריאות העולמי²⁷ ואת מזעור הפליטות (כולל גז"ח) לשם השגת יעדי אוויר נקי²⁸.

צמצום זיהום אוויר מתחבורה הוא קודם כל צמצום נסועה של מכוניות בנוסף להיקף הפליטה מכל כלי רכב.

בהקשר זה חשוב, כבר בשלב זה של הצגת ממצאי המחקר, להדגיש כי למשל, מעבר לשימוש ברכב חשמלי פרטי אינו רלוונטי לצמצום נסועה, מלבד אם כלי רכב אלה יהיו שיתופיים או ישתפו נסיעות. כמוכן, שיש גם להזהיר מאפקט הריבאונד, בו זמינות, מחיר ונוחות של כלי רכב או נסיעות שיתופיות יסיטו אנשים שכבר כיום נוסעים בתחב"צ בחזרה לכלי רכב פרטיים. בנוסף, יש לזכור כי מכונית פרטית, יעילה ככל שתהיה יכולה לעודד רכישת רכב (כיוון שההוצאות השוטפות נמוכות) ובד בבד לעודד נסועה גדולה יותר (וצורך בתשתית כבישים שרק הולכת וגדלה) ואף חסכון כספי שיתעל את הכסף הפנוי, לדוגמא, לטיסות רבות יותר.

בנוסף, יש לזכור כי התלות ברכב הפרטי היא, כשלעצמה, תוצאה של מדיניות כלכלית אשר נהנית מהכנסות של למעלה מ-40 מיליארד שקלים בשנה לתקציב המדינה הן ממיסוי כלי הרכב והן ממיסוי הדלק²⁹.

ניתן, באופן כללי, לסווג את אמצעי המדיניות לשלוש קטגוריות:

- **אמצעים מבוססי טכנולוגיה** – אלו אמצעים המתמקדים בטכנולוגיות הרכב והדלקים שבהם משתמשים, כולל נהלי תחזוקה נכונים;
- **אמצעים כלכליים והתנהגותיים** – שמטרתם להביא לצמצום הנסועה תוך הגבלת השימוש בכלי רכב פרטיים, ובמיוחד בכלי רכב מזהמים, בין השאר, תוך שימוש בכלים כלכליים לשם השגת ההתנהגות הרצויה;

²⁵ US EPA, Transportation, Air Pollution, and Climate Change. Available at: <https://www.epa.gov/transportation-air-pollution-and-climate-change>

²⁶ Frey, H. C. (2018). Trends in onroad transportation energy and emissions. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 68(6), 514-563.

²⁷ WHO (2015). Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide Global. Update 2005, Geneva, Switzerland; Available at: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69477/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf?sequence=1

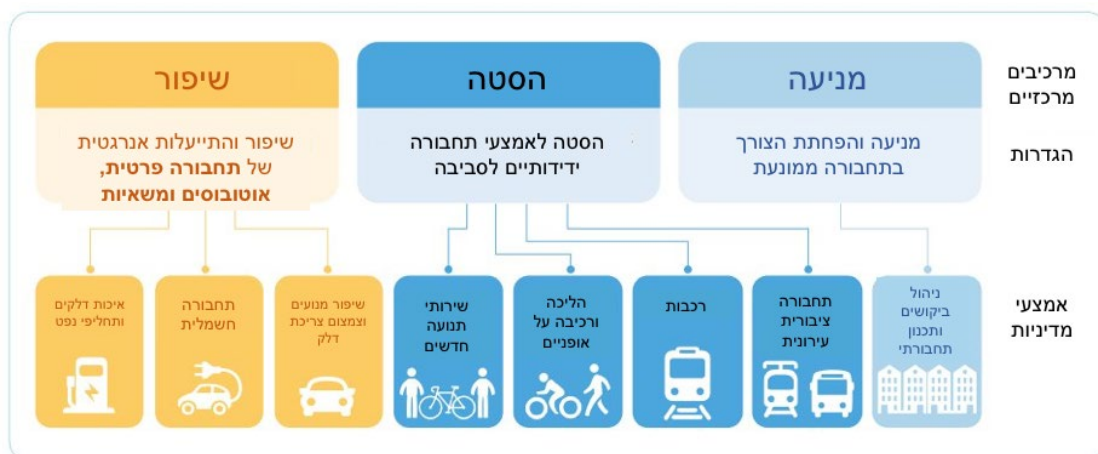
²⁸ EEA (2017). European Environment Agency. Air quality in Europe 2017 report: Report No 13/2017

²⁹ https://mof.gov.il/ChiefEcon/StateRevenues/StateRevenuesReport/DocLib/2015-2016/Report2015-2016_14.PDF

- **היבטים מערכתיים של מגזר התחבורה – כולל תכנון תחבורה וראיה אינטגרטיבית של מערך התחבורה המאפשר גמישות, קישוריות (מעבר גמיש בין אמצעי תחבורה שונים), נוחות ובטיחות.**

כפי שצוין לעיל, הפליטות מתחבורה מורכבות מפליטות ישירות של מזהמי אוויר ופליטות של תרכובות הגורמות להיווצרות מזהמים שניוניים חשובים, כגון אוזון ואירוסולים אורגניים. דלקים פוסיליים כבנזין ודיזל צפויים להמשיך להוות מקורות אנרגיה עיקריים להנעת כלי רכב עד אמצע המאה³⁰. מעבר לכלי רכב חשמליים אינו ערובה להפחתת פליטות מזהמי אוויר וגז"ח אלא אם תיושם מדיניות לשינוי תמהיל הדלקים לייצור חשמל. באותה מידה, השימוש בכלי רכב שיתופיים או אוטונומיים עלול להביא מחד להפחתה ומאידך לעלייה גדולה בצריכת האנרגיה (אם אנשים יוותרו, לדוגמא, על השימוש בתחב"צ) – כאשר האפקט הריאלי יהיה תלוי בשיטת יישום בשטח.

דרך אחרת לסווג את האמצעים להפחתת זיהום האוויר מתחבורה מוצגת באיור 1 להלן. הסיווג מציג אמצעים למניעה, הסטה ושיפור מערכת התחבורה על מנת להשיג שיפור לא רק באיכות האוויר, אלא גם הגברת הבטיחות וצמצום תאונות דרכים, שיפור אפשרויות הנגישות והניידות בערים (למשל, על ידי תכנון עירוני המעודד הליכה ברגל ורכיבה באופניים), צדק חברתי (תחב"צ בת השגה, אמינה, תדירה, נוחה, מכבדת את נוסעיה, מתואמת במעברים בין אמצעי תחבורה שונים) ותועלות חברתיות, סביבתיות וכלכליות נוספות.



איור 1 - אסטרטגיות להפחתת זיהום אוויר ופליטת גז"ח מתחבורה³¹

מקבץ האסטרטגיות הללו כולל:

מניעה באמצעות ניהול ביקושם לתחבורה על ידי מדיניות פיתוח אזורית הכוללת תכנון מרחבי של אזורי מגורים ותעסוקה ואינטגרציה נבונה של תחבורה ולוגיסטיקה.

³⁰ SuM4All (2017), "Global Mobility Report, 2017: Tracking Sector Performance", World Bank, 2017;

<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/28542/120500.pdf?sequence=6>

³¹ SLoCaT (2018). Transport and Climate Change Global Status Report 2018. Available at: <http://slocat.net/tcc-gsr>

הסטה של נוסעים ותעבורה לאופני תחבורה בת קיימא שהינה יותר ידידותית לסביבה, כגון: תחב"צ, הליכה או נסיעה באופניים (להסעת אנשים) או רכבות (להעברת משאות).

שיפור הנצילות האנרגטית והפחתת הפליטות מכלי רכב באמצעות טכנולוגיות מתקדמות, דלקים אלטרנטיביים וניהול מיטבי של עומסי תחבורה.

המלצות עיקריות של מדינות G-20 לקידום רכבים ודלקים נקיים³²:

1. תקנים מגבילים לרמת הפליטות של מזהמי אוויר מהמפלט,
2. יעילות דלקית ותקנים לפליטת פד"ח,
3. תקנים המחייבים דלקים דלי גופרית,
4. עידוד החדרת דלקים חלופיים,
5. תוכניות ליישום "תעבורה ירוקה" Green Freight,
6. ניהול תחבורה מושכל,
7. עמידה בתקנים ואכיפה.

2.1 מקורות פליטה ומזהמים עיקריים

נהיגה ברכב המונע על ידי מנוע בעירה פנימית (בנזין ודיזל) מייצרת פליטה של חומרים מזהמים לאוויר, הידועים כגורמי מחלות שונות. חומרים אלה כוללים מזהמים חלקיקיים (Particular Matter – PM), תחמוצות חנקן (NO_x), אוזון (O_3), תרכובות אורגניות נדיפות (VOCs), פחמן חד-חמצני, פד"ח ותרכובות נוספות התורמות לשינויי האקלים.

החשיפה למזהמים מתחבורה גדלה, כמובן, ככל שאוכלוסייה גרה בסמיכות גדולה יותר למרכזי תעבורה ראשיים או מרכזי ערים עמוסי תנועה. החשיפה גדלה גם כתלות במידת הבליה הממוצעת של צי הרכב, כולל גיל כלי הרכב וטיב התחזוקה שלהם כמו גם כתלות בסוג הדלק המשמש לנסועה ובסוג כלי הרכב הנפוצים בכבישים (כלי רכב קלים, פרטיים, מסחריים, כבדים וכו').

מזהמי האוויר מתחבורה מגדילים את הסיכון למגוון בעיות בריאותיות, כולל מחלות לב ודרכי נשימה, סרטן ופגיעה בעוברים, ומזהות עם קצב תמותה מוקדמת מוגבר באוכלוסייה³³.

³² <https://www.theicct.org/publications/policies-reduce-fuel-consumption-air-pollution-and-carbon-emissions-vehicles-g20>

³³ https://www.who.int/hia/green_economy/giz_transport_report/en/

כאמור, חלק מהמזהמים הינם אופייניים מאוד לתחבורה (פחמן חד-חמצני, תרכובות אורגניות נדיפות שביניהן עלולות להיות תרכובות רעילות כגון BTX) וחלקם נפלטים גם מהתעשייה (תחמוצות חנקן וחלקיקים). מזהמים כמו תחמוצות גופרית כמעט ואינם נפלטים מסקטור התחבורה.

חלקיקים שקוטרם קטן מ-10 מיקרון וחלקיקים נשימים עדינים שקוטרם קטן מ-2.5 מיקרון (PM_{10} , $PM_{2.5}$) חודרים את מערכות ההגנה של הגוף אל תוך מערכת הנשימה. חלקיקים כאלה, הנוצרים כזיהום מתחבורה, כוללים פיח פחמני (דלק לא שרוף), תרכובות נדיפות למחצה, שבחלקן הן רעילות וכן תרכובות שונות של מתכות כבדות.

פליטת **פחמן חד-חמצני**, תרכובות אורגניות נדיפות וחלקיקים, נובעות בעיקר משריפה לא שלמה של הדלק ברכב. חלקיקים נוצרים ונפלטים גם כתוצאה משחיקת צמיגים ובלמים.

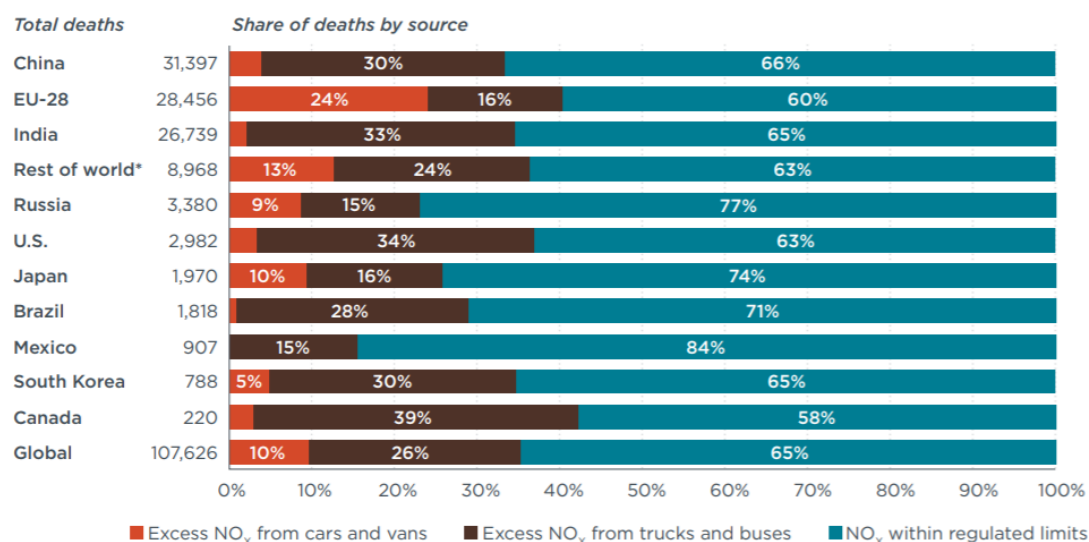
פליטת תרכובות אורגניות נדיפות (מתאן, בנזן ועוד) נובעת מלבד מפליטת מפלט הרכב גם משרשרת האספקה של הדלק, כולל תהליכי הזיקוק, אחסונו והעברתו. בנוסף פליטת תרכובות כאלה עשויה להתרחש במהלך התדלוק ואף מתוך רכב עומד. מתאן עשוי גם לדלוף מכלי רכב המונעים בגז טבעי.

פליטות המאפיינות כלי רכב המונעים באמצעות דלקים פוסיליים כגון בנזין או דיזל מכילות תערובת של תרכובות שונות כגון **תחמוצות חנקן**. מתוך תחמוצות אלה התרכובת המזיקה ביותר לבריאות היא חנקן דו-חמצני, העשוי להוות עד כ-60% מכלל תחמוצות החנקן הנפלטות מרכבי דיזל ועד ל-30% מאילו הנפלטות מרכבי בנזין³⁴.

כאשר תחמוצות החנקן נפלטות לאטמוספירה הן משתתפות בריאקציות שרשרת פוטוכימיות ותורמות להיווצרות אוזון ואירוסולים (חלקיקים עדינים) של מלחים חנקתיים.

איור 2 להלן מציג הערכה של אחוז התמותה הנגרם על ידי פליטת תחמוצות חנקן ממנועי דיזל בשנת 2015 בעולם.

³⁴ Transport & Environment (2015). "Five facts about diesel the car industry would rather not tell you", September 2015.



איור 2 - אחוז התמותה הנגרם על ידי פליטת תחמוצות חנקן ממנועי דיזל בשנת 2015³⁵

בנוסף, חשוב לציין כי במקרים מסוימים הניסיון לפתור בעיה אחת גורם להגברה של בעיה אחרת. דוגמא לכך היא השפעה של הזרקת אוריאה על פליטת פד"ח מכלי רכב כבדים. שיטה נפוצה להפחתת פליטות תחמוצות חנקן מכלי רכב כבדים המונעים בדיזל היא הזרקת אוריאה במפלט של משאיות ואוטובוסים שלהם תקני פליטה Euro 5 או Euro 6. המבנה הכימי של מולקולת האוריאה מורכב משתי מולקולות אמוניה הקשורות כימית למולקולה של פד"ח. מולקולת האוריאה מתפרקת בתהליך הידרוליזה למרכיביה כאשר האמוניה מחזרת את תחמוצות החנקן לחנקן מולקולרי והפד"ח המשוחרר נפלט לאטמוספירה.

מחקר שנערך על ידי מוסד מחקר הולנדי³⁶ קבע שצריכת תוסף האוריאה עומדת על 6% או 3% מצריכת הדיזל של כלי רכב כבדים העומדים בתקן Euro 5 או Euro 6, בהתאמה. בנוסף להפחתת פליטות תחמוצות החנקן, האוריאה הנצרכת צפויה להביא לעלייה בהיקף של 0.6% או 0.3%, בהתאמה, בפליטות פד"ח בהשוואה לפליטה מכלי רכב ללא הזרקת אוריאה.

אוזון הוא תרכובת רעילה שנוצרת בחלקים התחתונים של האטמוספירה כתוצאה מתגובה פוטוכימית בין תחמוצות חנקן להידרו-קרבוני (תרכובות אורגניות נדיפות, פחמימנים) בנוכחות קרינת UV (קרינה אולטרה סגולה שמגיעה עם האור). חוסר היציבות הכימית של האוזון הופכת אותו לחומר מזיק ומסוכן לצמחייה, לבעלי החיים ולבני האדם. בחלקים גבוהים של האטמוספירה, אוזון מתפקד גם כגז"ח. בסטרטוספירה- האוזון מסנן את קרינת ה-UV המזיקה של השמש.

³⁵ <https://www.theicct.org/sites/default/files/NOx%20Health%20Fact%20Sheet%20global%20post.pdf>

³⁶ TNO (2014). CO₂ emissions from urea consumption in SCR after-treatment systems in heavy duty vehicles, R11513, October 2014.

סקטור התחבורה אחראי לחלק גדל והולך מזיהום האוויר העירוני כמו גם לנתח ניכר מהפליטות הגלובליות של פד"ח וגז"ח נוספים התורמים לאפקט שינוי האקלים. ההשפעות הבריאותיות של שינוי האקלים מהוות, אם כך, מקורות מסדר שני לפגיעה בבריאות הציבור, כתוצאה מפליטות מתחבורה.

הסכנות לבריאות הציבור כתוצאה משינוי האקלים כוללות השפעותיו של מזג אוויר קיצוני – גלי חום, שיטפונות, בצורות וסערות תדירים ועוצמתיים יותר³⁷, מחלות זיהומיות, בעיקר כאלה המועברות על ידי וקטור מן החי (יתושים וחרקים אחרים) משנות את תפוצתן הגאוגרפית בעקבות שינוי הטמפרטורה ואזורי האקלים. פגיעה בביטחון המזון ובגישה למים נקיים כתוצאה משינוי האקלים משפיעות על אוכלוסיות באזורים מועדים למחסור חקלאי, גורמת לרעב ולחולי ובהמשך משפיעה גם על העתקת אוכלוסיות וקונפליקטים צבאיים³⁸.

טבלה 2 מרכזת מידע בדבר המזהמים העיקריים הנפלטים מסקטור התחבורה.

פליטות ממקורות שונים של מגזר התחבורה כוללות מזהמי אוויר שהשפעתם מקומית או אזורית וכן גז"ח שלהם השפעה גלובלית. כפי שמוצג בטבלה לעיל תרכובות הנפלטות ממקורות שונים מאופיינות בזמן חיים שונה באטמוספירה - החל מימים או שבועות ועד למאות שנים.

רוב התרכובות המנויות בטבלה לעיל תורמות ישירות להתחממות הגלובלית ולשינוי האקלים ולכן יש להן השפעה ישירה על בריאות האדם. התרכובות שלהן זמן חיים קצר יותר באטמוספירה הן בדרך כלל יותר פעילות מבחינה כימית ולפיכך הן עשויות להיות מפתח להיווצרות מזהמי אוויר שניוניים, כגון אוזון, שלו השפעה ישירה על בריאות הציבור. לחלקיקים הנפלטים מכלי רכב השפעה ישירה על בריאות הציבור והם גם תורמים לירידת חדות הראות ולמיסוך מראות הנוף והטבע. תרכובות אורגניות נדיפות, כוללות תרכובות שונות המסווגות כרעילות, כגון: בנזן, אקראולין, פורמאלדהיד, 1,3-בוטהדיאן.

במסמך זה נתייחס לתחבורה הנעה בצירי תנועה מוסדרים (On-road transportation), כלומר – מכוניות, אוטובוסים, כלי רכב כבדים וכלי רכב דו-גלגליים קלים. הדגש יושם על אוטובוסים וכלי רכב כבדים. כלי רכב הנעים מחוץ לכביש, כגון, רכבות או משאיות באתרי בנייה וכן תחבורה ימית ואווירית, אינם כלולים בעבודה זו.

³⁷ Costello A *et al.*, (2009). Managing the health effects of climate change: Lancet and University College London Institute for Global Health Commission. In: Lancet, 373(9676):1693-733.

³⁸ WHO (2009). Protecting health from climate change: connecting science, policy and people. Geneva. <https://www.who.int/globalchange/publications/reports/9789241598880/en/>

טבלה 2 - מזהמי אוויר וגזי חממה עיקריים והשפעתם^{39 40 41 42 43 44 45}

| מזהם אוויר / גז"ח | מקורות פליטה עיקריים מתחבורה | זמן חיים באטמוספירה | היקף השפעה | שינויי אקלים | בריאות | מערכות אקולוגיות |
|-----------------------------------|---|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|------------------|
| פד"ח (CO ₂) | מפלט כלי רכב | מאות שנים | גלובלי | תורם להתחממות | אין השפעה ישירה | השפעה ישירה |
| גזים המכילים פלואור (CFC's) | מערכות מיזוג וקירור | טווח של שנה ועד מאות שנים | גלובלי | תורם להתחממות | אין השפעה ישירה | אין השפעה ישירה |
| מתאן (CH ₄) | מפלט כלי רכב (דליפות מכלי רכב המונעים בגז טבעי) | כ-12 שנים | גלובלי (מקומי עבור מזהמים שניוניים) | תורם להתחממות | השפעה עקיפה מהיווצרות מזהמים שניוניים | השפעה ישירה |
| תחמוצות חנקן (NOx) | מפלט כלי רכב | שבועות/ימים | מקומי/אזורי | עלול לתרום להתחממות או להתקררות | השפעה ישירה | השפעה ישירה |
| תת-תחמוצת חנקן (N ₂ O) | מפלט כלי רכב | כ-100 שנים | גלובלי | תורם להתחממות | אין השפעה ישירה | אין השפעה ישירה |
| חלקיקים (PM ₁₀) | מפלט, בלאי צמיגים | שבועות/ימים | מקומי/אזורי | עלול לתרום להתחממות או להתקררות | השפעה ישירה | השפעה ישירה |

³⁹ WHO (2009). Protecting health from climate change: connecting science, policy and people. Geneva.

<https://www.who.int/globalchange/publications/reports/9789241598880/en/>

⁴⁰ <https://www.epa.gov/no2-pollution/basic-information-about-no2#Effects>

⁴¹ <https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter-pm>

⁴² <https://www.epa.gov/co-pollution/basic-information-about-carbon-monoxide-co-outdoor-air-pollution#Effects>

⁴³ <http://breathe.ersjournals.com/content/breathe/1/2/108.full.pdf>

⁴⁴ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24589379>

⁴⁵ http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/78647/E91843.pdf?ua=1

| מזזהם אוויר / גז"ח | מקורות פליטה עיקריים מתחבורה | זמן חיים באטמוספירה | היקף השפעה | שינויי אקלים | בריאות | מערכות אקולוגיות |
|--|--|---------------------|-------------|---------------------------------|-------------|------------------|
| חלקיקים נשימים עדינים (PM _{2.5}) | מפלט כלי רכב | שבועות/ימים | מקומי/אזורי | עלול לתרום להתחממות או להתקררות | השפעה ישירה | השפעה ישירה |
| פחמן חד-חמצני (CO) | מפלט כלי רכב | חודש/חודשיים | מקומי | תורם להתחממות | השפעה ישירה | השפעה ישירה |
| תרכובות אורגניות נדיפות (VOCs) | מפלט, אידי מכלל הדלק, נישוב בעת העמסת דלקים ותדלוק כלי רכב | שבועות/ימים | מקומי | תורם להתחממות | השפעה ישירה | השפעה ישירה |
| אוזון (O ₃) | מזהם שניוני | שבועות/ימים | מקומי/אזורי | תורם להתחממות | השפעה ישירה | השפעה ישירה |

2.2 שיפור באמצעות טכנולוגיות רכב ודלקים

2.2.1 כללי

שיפור ביעילות האנרגטית של כלי הרכב ושיפור הטכנולוגיות לבקרת פליטות סייעו בקיזוז הפליטות הנלוות לצמיחה הגדולה שחלה בפעילות מגזר התחבורה בעשורים האחרונים. טכנולוגיות חדשות מורכבות בכלי רכב כתוצאה מסטנדרטים חדשים המחייבים ביצועים יעילים של צריכת הדלק ופליטות לק"מ נסיעה. פליטות ממקורות ניידים ניתנות לשליטה באמצעות אסטרטגיות המבוססות על החלת תקני פליטה מתקדמים על כלי רכב ומנועים חדשים; מפרטים טכנולוגיים לגבי מאפייני דלק; בדיקות כלי רכב ותוכניות תחזוקה; ושדרוג של כלי רכב קיימים.

הניסיון מראה שהערכה אמפירית מדויקת של מצאי הפליטות ממערך התחבורה כרוכה בקשיים עקב מגוון סוגי הדלקים בהם משתמשים, טכנולוגיות הרכב השונות, תהליכי הפליטה המרובים, השונות בתנאי ההפעלה והשוני ביכולות של שיטות מדידה שונות⁴⁶. חיסכון בצריכת דלקים ותקני פליטה הינם יעילים בהפחתה כוללת של פליטות מזהמים עיקריים. מעקב אחר צריכת דלקים ופליטות בתנאי כביש אמורים לסייע במימוש דרישות ההפחתה מיישום סטנדרטיים חדשים.

בדיקות בתנאי כביש בשנים האחרונות, באמצעות מערכות ניידות למדידת פליטות⁴⁷, גילו חריגות שמקורן בעיצוב מערכות תוכנה המיועדות לנטרל את הניהול הדיגיטלי של מערכות הבקרה של כלי רכב⁴⁸. מערכות אלו תוכנתו כך שיוכלו לעבור בהצלחה את מבדקי בקרת הפליטות ביציאה מפס הייצור ולעקוף את הגבלי הפליטה בתנאי כביש רגילים (ראה תיבה בהמשך). ניסיונות לעקוף אמצעי בקרה וניהול טכנולוגיים או להסיר התקנים טכנולוגיים להפחתת פליטות, מהווים אתגר לכל תוכנית רגולטורית ומצריכים פעולות אכיפה להבטחת התאמה בין "פליטות אמת" בעת נהיגה על הכביש ותקני הפליטה המופיעים בתקנות⁴⁹. בספטמבר 2017 החל האיחוד האירופי להשתמש בשיטת WLTP (Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure), המשקפת בצורה מהימנה יותר את זיהום האוויר הנגרם משימוש ברכב בנסיעה יומיומית ובתנאי שטח אמיתיים (REAL) LIFE. זאת בניגוד לשיטת המדידה הקודמת – NEDC (New European Driving Cycle), שבה הרכב נבדק על גבי דינמומטר שילדה במוסך, בתנאי מעבדה⁵⁰.

⁴⁶ הגנ"ס (2016). הנחיות לשימוש מקדמי פליטה להכנת מצאי פליטות מזהמי אוויר מכבישים. 19 ביולי 2016.

⁴⁷ France24 (2018). VW 'dieselgate' fraud: Timeline of a scandal. Available at: <https://www.france24.com/en/20180910-vw-dieselgate-fraud-timeline-scandal>

⁴⁸ U.S. EPA (2017). Volkswagen Clean Air Act Civil Settlement. October 3, 2017; <https://www.epa.gov/enforcement/volkswagen-clean-air-act-civil-settlement>

⁴⁹ U.S. EPA (2017). Volkswagen Agrees to Plead Guilty, Pay \$4.3 Billion in Criminal and Civil Penalties. November 1, 2017; <https://www.epa.gov/enforcement/reference-news-release-volkswagen-agrees-plead-guilty-pay-43-billion-criminal-and-civil>

⁵⁰ <http://wltplfacts.eu/what-is-wltp-how-will-it-work/>

הפרשה של זיוף תוצאות בדיקות זיהום האוויר והפרת תקן זיהום אוויר במכוניות של קבוצת פולקסווגן, שהתגלתה בבדיקות בקליפורניה ואח"כ אומתה על ידי הממשל הפדרלי בארה"ב ידועה בכינויה "דיזלגייט".

הסוכנות האמריקאית להגנת הסביבה גילתה כי פולקסווגן תכננה בכוונה מנועי דיזל בהזרקה ישירה כך שמערכת בקרת הפליטה שלהם תעבוד רק במהלך בדיקות פליטות רגולטוריות במעבדה, מה שגרם לרכב לעמוד בסטנדרטים לפליטת תחמוצות חנקן, אבל גרם לפליטה הגבוהה פי 40 של תחמוצות החנקן לקילומטר בנהיגה רגילה על הכביש.

הזיוף יוחס בתחילה ל-500 אלף מכוניות מבוססות דיזל של פולקסווגן ואודי שנמכרו בין השנים 2009-2015 בארה"ב, אלא שהחברה הודתה לאחר מכן שהוא קיים ב-11 מיליון מכוניות מתוצרת הקבוצה, כולל מותגי סקודה וסיאט. בהמשך התגלה כי התרמית רחבה אף יותר וכוללת גם את מכוניות הבנזין והגז הטבעי המיוצרות בתאידי.

השערורייה העלתה את המודעות לרמות גבוהות יותר של זיהום הנפלים מכל כלי הרכב המונעים על ידי דיזל ממגוון רחב של יצרניות רכב, אשר תחת תנאי נהיגה בעולם האמיתי חרגו מהגבלי פליטה חוקיים. מחקרים שנערכו לאחר מכן הראו שישנה סטייה גדולה גם בביצועי רכבי הדיזל של וו לוו, רנו, ג'פ, יונדאי, סיטרואן ופיאט.

2.2.2 גישות להפחתת פליטות מכלי רכב

לטכנולוגיות מתקדמות חדשות יש הרבה מה להציע בנושא הפחתת פליטות ממגזר התחבורה. עם זאת, נחוצות גישות פרגמטיות והפתרונות חייבים להיות מתאימים לתנאים ולכלכלה המקומיים. הניסיון במדינות הארגון לשיתוף פעולה כלכלי ולפיתוח (OECD) מספק דוגמאות ו"ניתוחי מקרים" על איך להתמודד עם הבעיות⁵¹. הניסיון מורה כי האסטרטגיות המצליחות ביותר הן אלה המשלבות, בו זמנית, את טכנולוגיית הרכב, את איכות הדלק ואת אופן השימוש בכלי הרכב.

ניסיון מצטבר בעולם מוכיח כי האמצעים המפורטים להלן משקפים את סדר העדיפות ליישום אסטרטגיות חסכוניות ויעילות להתמודדות עם הפחתת פליטות מכלי רכב באזורים עירוניים ברחבי העולם:

1. החדרת סטנדרטים טכנולוגיים עם פוטנציאל להקלות במס הנותנים תמריצים לשימוש בכלי רכב ירוקים - בעלי פליטה נמוכה - והדלקים הדרושים לפעילותם התקינה;

⁵¹ Miller, J., Du, L., & Kodjak, D. (2017). Impacts of world-class vehicle efficiency and emissions regulations in select G20 countries. *ICCT*: Washington, DC, USA.

2. בדיקות רכב ותוכניות תחזוקה במסגרת מדיניות של בדיקה ואכיפה שתבטיח יישום של תקני הפליטה גם בתנאי כביש, בהתאם לנסיבות של כל מדינה;
3. תכנון תחבורה וניהול גודש תנועה, לרבות אפשרויות מורחבות לתחב"צ אמינה ויעילה הכוללות יותר נתיבים המיועדים עבור תחבורה ציבורית בכדי להאיץ את זרימת התנועה;
4. שימוש בדלקים חלופיים, תוך התמקדות על ניצול אופטימלי של דלקים מבוססי גז, דלקים ביולוגיים, ודלקים חלופיים אחרים כגון טעינה חשמלית ותאי דלק מימניים, תוך התחשבות בהשפעה הסביבתית של מחזור החיים המלא של הדלקים הנבחרים;
5. יישום של תמריצים כלכליים לעידוד טכנולוגיות בעלות יעילות כלכלית ושדרוג והשבחה של צ"י הרכב הקיימים.

2.2.3 תקני פליטה לרכבי כביש

תקני פליטה לרכבי כביש חדשים חוקקו בארה"ב כבר בשנת 1975, ובאירופה החל משנת 1992 (מה שהוגדר Euro 1). התקנים הראשוניים חייבו התקנת ממירים קטליטיים ואימות ביצועי הפליטה שלהם טרם שיווק מכוניות חדשות. תפעול נכון של הממיר הקטליטי לשם עמידה בתקנים חייבה גם מעבר לבנזין נטול עופרת. תקנים אלה מיועדים להביא להפחתת פליטות של מזהמי אוויר כגון: פחמן חד-חמצני, תחמוצות חנקן, פחמימנים וחלקיקים.

במשך הזמן שחלף מאז החלת התקנות הראשונות נחקקו תקנות נוספות אשר נועדו להיות מחמירות יותר לאורך זמן ואשר הובילו להפחתה של עשרות אחוזים בפליטת מזהמים. השינוי המשמעותי ביותר מבחינת צמצום פליטת מזהמים, לרבות חלקיקים ותחמוצות חנקן, התרחש במעבר לתקן Euro 6. בשלב זה, בין היתר, קבע התקן חובה להתקין מסנני חלקיקים מובנים בכלי הרכב, כבר בשלב הייצור. אולם, מגמת השיפור בפליטת חלקיקים החלה כבר מתקן Euro 4. יצוין כי קיימת גם תקינה אמריקאית מקבילה (Tier 3). מעל ל-95% משוק יבוא הרכב בישראל פועל על פי התקינה האירופית⁵².

נספח א מציג את מגבלות הפליטה של תקני Euro 4, 5, 6 עבור כלי רכב פרטיים וכלי רכב מסחריים קלים וכן את תקני Euro IV, V, VI עבור כלי רכב כבדים. הנתונים בטבלאות שבנספח א מצביעים על כך שהשינויים הגדולים ביותר בתקן Euro 6 לעומת תקן Euro 5 הם עבור מכוניות המונעות בדיזל, כאשר רמת הפליטה המותרת של תחמוצות חנקן ירדה מ-0.18 ל-0.08 גר/ק"מ. בכדי לעמוד בתנאי התקן, מספר יצרני רכב מתקינים בכלי רכב ממירים קטליטיים להפחתה סלקטיבית של תחמוצות חנקן⁵³. טכנולוגיה אלטרנטיבית המיושמת בכלי רכב שונים כוללת מחזור גז הפליטה בכדי להפחית את הטמפרטורה של הבעירה ולמנוע היווצרות של תחמוצות חנקן⁵⁴. בנוסף, מנועי דיזל מייצרים יותר חומר חלקיקי (או פיח) והתקנים החדשים

⁵² הגנ"ס, דברי הסבר: טיטות תקנות אוויר נקי (זיהום אוויר מכלי רכב) (תיקון – דירוג וסימון רכב מנועי), התשע"ח-2018.

⁵³ Selective Catalytic Reduction (SCR) in which a liquid-reductant agent is injected through a catalyst into the exhaust of a diesel vehicle. A chemical reaction converts the nitrogen oxide into water and nitrogen, which are expelled through the exhaust pipe.

⁵⁴ Exhaust Gas Recirculation (EGR) in which a portion of the exhaust gas is mixed with intake air to lower the burning temperature. The vehicle's ECU controls the EGR in accordance with the engine load or speed.

דורשים הפחתה מוגברת בכמות ובריכוז החלקיקים הנפלטים ליחידת ק"מ נסיעה. הפחתת החלקיקים מתאפשרת על ידי שימוש במסנני חלקיקי דיזל⁵⁵ הדורשים דלק דל גופרית לשם פעולה תקינה.

התקינה האירופית שונה מזו של ארה"ב היות והיא דורשת ביצועים שונים עבור כלי רכב המונעים בבנזין לעומת דיזל. טבלה 3 מציגה השוואה בין דרישות התקן האמריקאי לתקן האירופי.

טבלה 3 - השוואה בין תקני פליטת כלי רכב למזהמים בארה"ב ובאיחוד האירופי⁵⁶

| מזהם | יחידות | תקן אמריקאי | תקן אירופאי לבנזין | תקן אירופי לדיזל |
|------------------------|---------|-------------|--------------------|------------------|
| NOx | גרם/ק"מ | 0.04 | 0.06 | 0.08 |
| NMHC | גרם/ק"מ | 0.06 | 0.07 | N/A |
| CO | גרם/ק"מ | 2.61 | 1 | 0.5 |
| CO ₂ (2016) | גרם/ק"מ | 155 | 130 | 130 |
| CO ₂ (2020) | גרם/ק"מ | 132 | 95 | 95 |

במונחים של רמת מגבלות פליטה הנוגעות לאיכות האוויר, הדרישות בתקן של האיחוד האירופי הן פחות מחמירות בהשוואה לאלו של ארה"ב. בתוך ארה"ב ישנן גם מגבלות פליטה מחמירות יותר מהסטנדרטים הפדרליים והם אלו שנחקקו על ידי מדינת קליפורניה - ואשר עוד כתריסר מדינות בחרו לאמץ אותם⁵⁷.

בד בבד עם הצורך בהפחתת פליטות מזהמי אוויר ניכר הצורך להפחית פליטות של גז"ח כחלק מהמאמצים לטיפול בסוגיית שינויי האקלים. פליטות אלה נובעות ישירות מצריכת הדלקים והפיכתם לפד"ח כתוצאה מפעולת מנועי הבעירה הפנימית. כאשר מדובר בהגבלת פליטת גז"ח, האיחוד האירופי קבע תקן מחמיר יותר (וזאת בנוסף להטלת מיסים על דלקים שהינם גבוהים יותר מאשר בארה"ב). האיחוד האירופי פרסם תקנה⁵⁸ הקובעת את יעדי פליטת פד"ח כממוצע לצי המכוניות של כל יצרן, כפי שמתואר בטבלה 4.

⁵⁵ Diesel Particulate Filter (DPF) is a filter that captures and stores exhaust soot (some refer to them as soot traps) in order to reduce emissions from diesel cars. But because they only have a finite capacity, this trapped soot periodically has to be emptied or 'burned off' to regenerate the DPF

⁵⁶ DieselNet, Cars and Light-duty Trucks – Tier 3; [h:https://www.dieselnet.com/standards/us/ld_t3.php](https://www.dieselnet.com/standards/us/ld_t3.php)

⁵⁷ DieselNet, California Standards (ARB) <https://www.dieselnet.com/standards/us/ld.php#arb>

⁵⁸ EC (2009). "Setting emission performance standards for new passenger cars as part of the Community's integrated approach to reduce CO2 emissions from light-duty vehicles", Regulation (EC) No 443/2009 of the European Parliament and the Council, 23 April 2009

טבלה 4 - מגבלות האיחוד האירופי למוצע פליטות פד"ח⁵⁹

| יחידות | מכוניות מסחריות קלות 2020 | מכוניות מסחריות קלות 2017 | מכוניות נוסעים 2030 | מכוניות נוסעים 2025 | מכוניות נוסעים 2020 | מכוניות נוסעים 2015 | |
|---------|---------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| גרם/ק"מ | 135 | 175 | | | 95 | 130 | מגבלת פליטה מקורית |
| גרם/ק"מ | 147 | | 59 | 81 | | | מגבלת פליטה מעודכנת |

הפרלמנט של האיחוד האירופי החליט ב-27 למרץ 2019 על הידוק תקן פליטת גז"ח מציי רכב פרטי בשיעור של 15% ו-37.5% בשנים 2025 ו-2030 לעומת התקן של 2021, בהתאמה. החלטה זו נועדה לעודד החדרה של כלי רכב חשמליים היות והיקף שוק כלי הרכב החשמליים באירופה הוא רק 1.5% מתוך 15 מיליון כלי רכב הנמכרים כל שנה. תקנים חדשים אלה יהוו תמריץ ליצרנים להציע יותר כלי רכב חשמליים כל שנה בכדי להביא להפחתת ממוצע פליטות פד"ח עבור צי המכוניות של כל יצרן במשך כל שנתון⁶⁰.

החלטה זו מסירה את המכשול הפוליטי הסופי להחמרת תקני פליטות גז"ח שנועדו להגביר את המאבק האירופי נגד שינויי האקלים. תקנות אלה צפויות לקבל אישור (פורמלי) סופי ב-15 לאפריל 2019.

טכנולוגיות הרכב החדשות מצריכות שיפור תואם באיכות הדלקים, במיוחד ביחס לריכוז הגופרית בדלק, היות וגופרית משפיעה על תפקוד האביזרים להפחתת פליטות ("מרעילה" את הממירים הקטליטיים וסותמת את מסנני החלקיקים). לפיכך החל משנת 2005 תכולת הגופרית המקסימלית בדיזל ובבנזין הועמדה על 50 או 30 חלקים למיליון, בהתאמה, בעוד שהחל משנת 2009 דלק "ללא גופרית" (תכולת גופרית נמוכה מ-10 חלקים למיליון) חייב להיות זמין.

⁵⁹ <https://dieselnet.com/standards/eu/ghg.php>

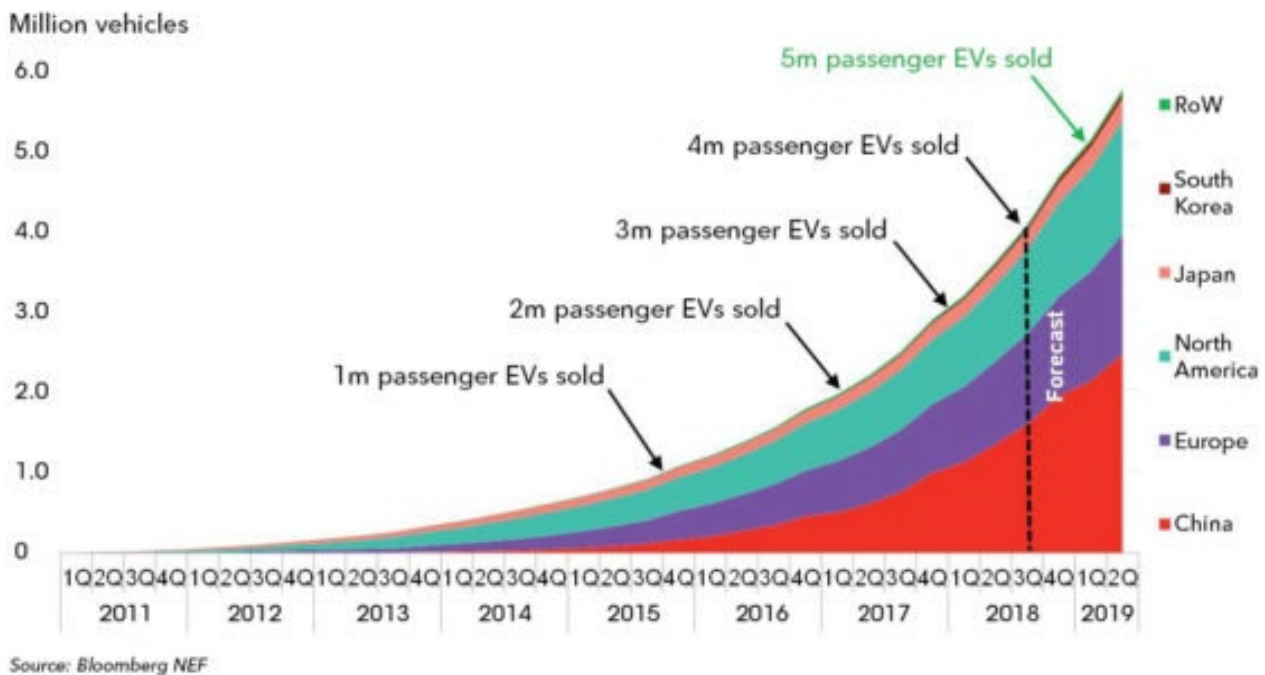
⁶⁰ Bloomberg, "EU Toughens CO₂ Limits for Cars in Bid to Spur Electric Vehicles", March 27, 2019; <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-03-27/eu-toughens-co2-limits-for-cars-in-bid-to-spur-electric-vehicles>

2.2.4 טכנולוגיות רכב

טכנולוגיות רכב חדשות יצרו שינויים מהותיים במכוניות, כלי רכב מסחריים ואמצעי תחבורה עבור רכבי כביש ושטח. כלי הרכב החדשים לסוגיהם: כלי רכב חשמליים, כלי רכב היברידיים נטענים וכן כלי רכב עם הנעת בנזין, דיזל או הנעה היברידית רגילה, הם יעילים ובטוחים יותר.

קצב הגידול של מכירת כלי רכב חשמליים ברחבי העולם (כלי רכב מבוססי סוללות וכלי רכב היברידיים נטענים) התגבר וניתן להבחין שהזמן הנדרש להגיע למכירת מיליון כלי רכב חשמליים התקצר. פרק הזמן שנדרש למכירת המיליון הראשון היה סביב 60 חודשים בעוד שלהגיע למכירת המיליון השני לקח כ-17 חודשים. כיום, פרק זמן זה ירד עד ל-6 חודשים⁶¹. עד יוני 2018 נמכרו ברחבי העולם כ-3.5 מיליון מכוניות נוסעים חשמליות, וכ-421,000 אוטובוסים חשמליים שהסתכמו בקרוב ל-4 מיליון (3.97 מיליון) כלי רכב בסך הכל. סין שיחקה תפקיד מרכזי בהגעה לאבן דרך זו והיא אחראית לכ-37% ממספר רכבי הנוסעים החשמליים שנמכרו ברחבי העולם מאז 2011 ולכ-99% מהאוטובוסים החשמליים שנמכרו.

איור 3 מציג את עקומת הצמיחה של מכירת כלי רכב חשמליים עד לסוף 2018 בנוסף לתחזית המשך הצמיחה במחצית הראשונה של שנת 2019.



איור 3 - עקומת מכירות מצטברות של כלי רכב חשמליים, שוטף ותחזית⁶²

⁶¹ Bloomberg NEF, "Cumulative Global EV Sales Hit 4 Million", August 30, 2018; <https://about.bnef.com/blog/cumulative-global-ev-sales-hit-4-million/>

⁶² ש.מ.

בנוסף לחידושים בהנעת כלי רכב, החדירה של טכנולוגיות המידע גוברת ויוצרת אפשרויות חדשות, כגון שירותי שיתוף נסיעה, שיתוף אופני שימוש בכלי רכב וניהול מושכל של הובלת מטענים. טכנולוגיות העתיד עשויות להוביל לפליטות נמוכות מכלי רכב ולתרום לרמות נמוכות יותר של זיהום אוויר תוך הקטנת ההשפעות הבריאותיות והסביבתיות, במיוחד באזורים עירוניים גדולים.

מחקר שנערך לאחרונה על ידי המעבדה הלאומית לאנרגיות מתחדשות בארה"ב מראה שההשפעות על צריכת אנרגיה מכלי רכב אוטונומיים ומקושרים עשויים להיות או חיוביים או שליליים⁶³. מחקר זה מצא כי ההשפעה על צריכת האנרגיה יכולה לנוע בין ירידה אפשרית של 60% לבין עלייה בשיעור של 200%. הרחבת השימוש בדלקים חלופיים, כולל חשמל, וגורמים אחרים הכוללים את האופן שבו אנשים יבחרו לנוע בעתיד, עשויים להרחיב את הטווח של צריכת האנרגיה.

טבלה 5 מציגה רשימה של גורמים פוטנציאליים העשויים לגרום לעלייה או להפחתה באנרגיה הנצרכת בסקטור התחבורה.

יש צורך באמצעי מדיניות אינטגרטיביים לקידום חדשנות תוך מזעור ההשפעות הסביבתיות, כגון: יישום תקני צריכת דלקים ליחידת ק"מ נסיעה, הקלות במיסוי עבור כלי רכב עם טכנולוגיות מתקדמות, מינוף הקמת תשתיות לחדירה של טכנולוגיות חדשות וסבסוד מחקר ופיתוח.

חידושים המביאים להפחתת צריכת הדלקים מסייעים לשיפור הביטחון האנרגטי ואיכות הסביבה. טכנולוגיות מידע חדשות גורמות למערכת התחבורה להיות יעילה יותר. עם זאת, חייבים לשים לב ל"אפקט הריבאונד" כפי שמצוין בטבלה 5, היות וטכנולוגיות חדשות אלה עשויות לתרום להגברת היקף הנסועה עקב הנוחות והבטיחות של מכונות המצוידות בטכנולוגיות חדשניות ובכך לגרום לצריכת דלק כללית גבוהה יותר ולהגדלת פליטות.

יש צורך במדיניות מעוצבת היטב היכולה בו זמנית לטפח חדשנות שמועילה לחברה וגם לסייע לקידום יעדי אנרגיה ומדיניות סביבתית.

⁶³ Stephens, T. S., Gonder, J., Chen, Y., Lin, Z., Liu, C., & Gohlke, D. (2016). Estimated bounds and important factors for fuel use and consumer costs of connected and automated vehicles (No. NREL/TP-5400-67216). National Renewable Energy Lab. (NREL), Golden, CO (United States).

טבלה 5 - השפעות של מכוניות מקושרות ואוטומציה על צריכת אנרגיה⁶⁴

| גורמים העשויים לתרום לירידה בצריכת האנרגיה ובפליטות הנלוות אליה | גורמים העשויים לתרום לעלייה בצריכת האנרגיה ובפליטות הנלוות אליה |
|---|---|
| נסיעה בטנדם לצמצום הגרר ושיפור צריכת הדלק וזמן הנסיעה | עלויות נסיעה מופחתות |
| יישום נהיגה "אקולוגית" | עלייה בנסועה |
| יישום אמצעים למניעת גודש | תפעול כלי רכב עם אפס תפוסה |
| הפחתת דגש על ביצועי רכב (האצה מהירה וכד) | מתן גישה לקבוצות משתמשים חדשות |
| מודלים עסקיים שונים לשירותי תחבורה | עלייה במהירות הנסיעה |
| שיפור היכולת להימנעות מתאונות | עלייה במשלוח סחורות (טובין) |
| שיפור נצילות מערכת ההנעה | עלייה באבזור כלי רכב הצורכים אנרגיה |
| החדרת מכוניות עם "אפס" פליטות | |
| פחות חיפושי חניה | |
| הקטנת גודל כלי הרכב | |

הפחתת השימוש בדלקים פוסיליים

לאור הסכם האקלים בפריס, וממצאי ארגון הבריאות העולמי על היקף מקרי מוות ומחלות הקשורות לזיהום האוויר ואירועי מזג אוויר קיצוני, גוברת התובנה העולמית בדבר הצורך להגביל את מספר כלי הרכב המונעים על ידי דלקים פוסיליים, שהם תורמים עיקריים לזיהום האוויר ולשינויי האקלים. מדינות כגון סין, בריטניה, נורבגיה, צרפת, הודו וארצות אחרות הודיעו על תוכניות להפסקת השימוש בכלי רכב עם מנועי בעירה פנימית ותמרוץ המעבר לשימוש בכלי רכב חשמליים⁶⁵.

טבלה 6 מציגה רשימה של תוכניות פעולה של מספר מדינות המתכננות להגביל את הדלקים המשמשים להטענת כלי רכב. עד כה, מעט מאוד מדינות נקטו אמצעי חקיקה מחייבים לגבי תוכניות תמריצים או סיום מכירות כלי רכב המופעלים על ידי מנועי בעירה פנימית.

⁶⁴ Adapted from: USDOE (2017), "The Transforming Mobility Ecosystem: Enabling an Energy-Efficient Future", Department of Energy, DOE/EE-1489, January 2017; Available at <https://energy.gov/eere/vehicles/downloads/transforming-mobility-ecosystem-report>

⁶⁵ Center for Climate Protection (2018), "Survey of Global Activity to Phase Out Internal Combustion Engine Vehicles", Revised September 2018; <https://climateprotection.org/wp-content/uploads/2018/10/Survey-on-Global-Activities-to-Phase-Out-ICE-Vehicles-FINAL-Oct-3-2018.pdf>

טבלה 6 - צעדי מדיניות במדינות שונות בעולם להחדרת כלי רכב נקיים יותר⁶⁶

| תאריך יישום | תיאור המדיניות המוצעת | תאריך ההודעה | מדינה |
|-------------|--|--------------|---------|
| 2025 | קיימת תוכנית סובסידיות למכירת כלי רכב חשמליים. מציעה לאפשר בעתיד מכירה של כלי רכב חשמליים בלבד. | 2016 | נורבגיה |
| 2030 | יחול איסור על רישום כלי רכב עם מנועי בעירה פנימית. מגובה בחקיקה. | 2017 | גרמניה |
| 2040 | מטרה לאומית: איסור על מכירת כלי רכב בעלי מנועי בעירה פנימית. | 2017 | צרפת |
| 2032 | מטרה לאומית: איסור על מכירת כלי רכב בעלי מנועי בעירה פנימית. | 2017 | סקוטלנד |
| 2030 | מטרה לאומית: איסור על מכירת כלי רכב בעלי מנועי בעירה פנימית. כל כלי הרכב החדשים צריכים להיות בעלי "אפס פליטות". | 2017 | הולנד |
| 2030 | מטרה לאומית: איסור מכירת כלי רכב בעלי מנועי בעירה פנימית. | 2017 | הודו |
| 2040 | מטרה לאומית: הפסקת ייצור ומכירה של כלי רכב בעלי מנועי בעירה פנימית. | 2017 | סין |
| 2045 | מטרה לאומית: איסור על מכירת כלי רכב בעלי מנועי בעירה פנימית. המשך תוכנית לתמרוץ כלי רכב חשמליים. | 2018 | אירלנד |
| 2040 | מטרה לאומית: איסור על מכירת כלי רכב בעלי מנועי בעירה פנימית (התוכנית אינה חלה על מכוניות היברידיות). | 2018 | בריטניה |
| 2030 | טיוטת מטרה לאומית: איסור על יבוא כלי רכב חדשים בעלי מנועי בעירה פנימית המונעים בבנזין או בדיזל (ראה הרחבה בפרק 4). | 2018 | ישראל |

נספח ב מצג רשימה של 16 מדינות שבהן משרדי הממשלה או השרים הרלוונטיים הכריזו על מטרותיהם והתחייבויות שלהם. גם ערים ברחבי העולם מיישמות מדיניות רישוי ותכנון המקדמת תחבורה נקייה לרבות מגבלות על כניסת כלי רכב מזהמים למרכזי ערים ולעיתים סגירת כל מרכז העיר לכלי רכב. במדינות מסוימות, רשויות עירוניות יכולות להעביר חוקי עזר עירוניים ולהגביל כלי רכב מזהמים היות ויש להן סמכות שיפוטית על

⁶⁶ Center for Climate Protection (2018), "Survey of Global Activity to Phase Out Internal Combustion Engine Vehicles", Revised September 2018; <https://climateprotection.org/wp-content/uploads/2018/10/Survey-on-Global-Activities-to-Phase-Out-ICE-Vehicles-FINAL-Oct-3-2018.pdf>

ייעודי קרקע ואכיפת החוקים המקומיים. דוגמאות של פעולות הננקטות על ידי ערים ברחבי העולם מוצגות גם הן
בנספח ב.

טכנולוגיות לכלי רכב מקושרים⁶⁷

רכב מקושר הוא כלי רכב המצויד בגישה לאינטרנט ובדרך כלל גם לרשת תקשורת מקומית אלחוטית. קישור זה
מאפשר למכונית לשתף גישה לאינטרנט ולחלוק נתונים עם אביזרים והתקנים הן בתוך והן מחוץ לרכב.

בשנים האחרונות פותחו טכנולוגיות רבות המורכבות מחומרה ותוכנה המקשרות כלי רכב, ואשר מספקות ערך
חברתי וסביבתי. מכלול הטכנולוגיות יכול לסייע במניעת התנגשויות, בניהול זרימת התנועה, בהפחתת הצורך
בתשתיות חדשות, בחיזוי זמן הנסיעה, בהפחתת משימות הנהג, בחיזוי מדויק של זרימת הסחורות וזמן הגעתן,
בשיפור צריכת הדלק, בהטבת ביצועי הרכב, בהפחתת בלאי הרכב והנהג ואף בשיפור דרמטי של הבטיחות
והיעילות של תנועת נוסעים ומטענים. השילוב של טכנולוגיות קיימות אלה וכאלה המתפתחות והמאופיינות על
ידי פליטות שהן "קרוב לאפס" או "אפס פליטות", מובילות לכך שתחום התחבורה מוצא את עצמו על סף שינוי
דרמטי ורב עוצמה.

טכנולוגיות רכבים מקושרים

1. מעקב על הרכב - מאפשר לבעלי כלי רכב (ונכסים ניידים אחרים) לפקח על מיקומם, מהירותם, מצבם, הביצועים שלהם ונתונים רלוונטיים אחרים. מעקב אחר רכב משלב בדרך כלל מערכות מיקום גלובליות עם שיתוף נתונים. טכנולוגיות דומות קיימות עבור מעקב אחר מכולות ומטענים אשר נותנות לבעליהן ולספקי השירותים שלהם תובנות ושליטה על תנועת סחורות.
2. בקרת שיוט חזויה ומסתגלת - שתי צורות של שימור מהירות הרכב. טכנולוגיית חיזוי נועדה להעריך את הדרך שלפני הרכב ולבצע התאמות בפעילות המשנק והבלמים בהתאם לפני השטח. שיוט מסתגל אמור להתאים אוטומטית את מהירות הרכב בכדי להבטיח מרחק בטוח מכלי רכב בנתיב שמלפנים.
3. טכנולוגיית בקרת שיוט מסתגלת שיתופית - מוסיפה יכולת בקרת שיוט באמצעות קשר ישיר בין רכב לרכב ומאפשרת למשאיות לפעול בצורה חלקה יותר כיחידה ולהפחתה ושליטה על המרחק שביניהן.
4. מכשירי רישום אלקטרוניים – יחידות המפקחות באופן אוטומטי על פעילויות הנהג בכדי להבטיח כי הן לא סוטות מדרישות בטיחות ממשלתיות.

⁶⁷ Gladstein C. (2018). The Way of the Future: Connected Vehicle Technology; <https://www.act-news.com/news/connected-vehicles-future>

2.2.5 שימוש בדלקים חלופיים

בשנים האחרונות אנו עדים לשינויים במנועי כלי הרכב. כפי שראינו לעיל, קיים שיפור תמידי במנועי הבעירה הפנימית המונעים באמצעות בנזין או דיזל, אך גם נוסף מגוון רחב של חלופות. חלופות אלה כוללות דלקים המבוססים על גז טבעי (גז טבעי דחוס (גט"ד) (CNG – Compressed Natural Gas) או גז טבעי נוזלי), דלקים ביולוגיים (כמו ביודיזל או תוספים כגון אתנול ומתנול לבנזין), טכנולוגיות של מנועים היברידיים בטור או במקביל (שהם חלק מחשמול מנועי הבנזין או הדיזל), כלי רכב היברידיים נטענים (עם סוללות) וכלי רכב חשמליים (ללא מנועי בעירה פנימית)⁶⁸.

כשמשווים כלי רכב חשמליים המבוססים על סוללות ליתיום ראוי לציין שתהליך הכרייה של הליתיום וייצור הסוללות כרוך בשימוש אינטנסיבי באנרגיה. כלומר, כלי רכב המשתמשים בהן הם רק במעט יותר טובים (מהיבט של כלל מחזור החיים) מכלי רכב אשר להם מנועי בנזין ודיזל המשתמשים בדלקים פוסיליים מזוקקים. יעילותם של כלי רכב היברידיים (ייצור יותר חשמל תוך כדי נסיעה) עולה עם עלייה בגודש התנועה, כאשר הצורך בעצירות מרובות, כמו בפקקי תנועה, מקנה יתרונות לרכב היברידי.

בעוד שמכוניות חשמליות אינן פולטות (או פולטות מעט) זיהום אוויר קונבנציונלי, בעיקר זיהום אוויר מקומי בתוך הערים, הרי שפליטות המזהמים הקונבנציונליים, כמו גם הפד"ח, בתהליך הפקת החשמל המשמש לטעינת המכוניות, עשויות להיות קרובות לאלו של מנועי בעירה פנימית. Ayalon ואחרים⁶⁹ הציגו מחקר בו בחנו את השפעת תמהיל מקורות ייצור החשמל על זיהום האוויר בישראל, דנמרק וצרפת. המחקר הראה כי ככל שתמהיל הדלקים המשמשים לייצור חשמל נקי יותר, כך התועלת למעבר לכלי רכב חשמליים גדולה יותר. עם זאת, כאמור, עצם המעבר לכלי רכב חשמליים, ללא צמצום הנסועה בכלל, וצמצום הנסועה הפרטית בפרט, אינה פתרון בר קיימא לבעיית התחבורה וזיהום האוויר הנגרם ממנה.

תאי דלק מימניים גם הם בעלי פוטנציאל להפחתת פליטות, אבל אין שום ערובה כי המימן שיופק יהיה ירוק, היות והשיטה היעילה ביותר של הפיכת פחמימנים למימן היא באמצעות פירום עם קיטור (Steam reforming) הגורם לפליטת הפחמן שהיה כלוא בפחמימנים, כפד"ח.

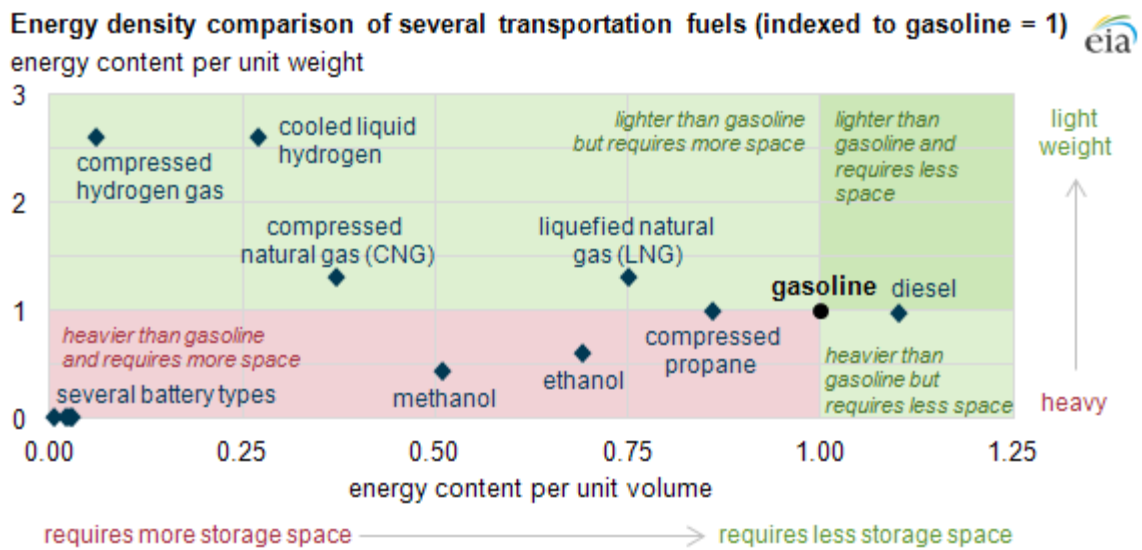
עם כל החידושים הטכנולוגיים, הנעת מכוניות דורשת הפעלת אנרגיה בכדי לגרום לרכב לנוע. בבחינת החלופה המיטבית עבור דלקים ומקורות האנרגיה חשוב לבחון יחד עם שיקולים סביבתיים גם את צפיפות האנרגיה⁷⁰ וכמות הדלקים הניתנת לאחסון בכלי הרכב בכדי לספק את דרישות הנסיעות. לכן, כאשר משווים כלי רכב

⁶⁸ Critchlow et al. (2018), "Changing lanes: A roadmap for transport and future energy markets", S&P. Global, Platts. Available at: <https://s3-ap-southeast-1.amazonaws.com/sp-platts/changing-lanes.pdf>

⁶⁹ Ayalon, O., Flicstein, B., & Shtibelman, A. (2013). Benefits of reducing air emissions: replacing conventional with electric passenger vehicles. *Journal of Environmental Protection*, 4(10), 1035-1043.

⁷⁰ **צפיפות האנרגיה** הינה כמות האנרגיה האגורה ביחידת נפח או מסה של דלק מסוים. מונח זה לפעמים קרוי האנרגיה הספציפית של הדלק. באופן כללי, צפיפות האנרגיה של הדלק קובעת כמה אנרגיה קינטית עשויה להיות מופקת מיחידת דלק מסוים, ולפיכך היא אחד הגורמים העיקריים הקובעים את צריכת הדלק הספציפית של כלי רכב המונע באמצעות דלק זה.

המונעים בבנזין, דיזל, דלקים אחרים או סוללות נראה שהיעילות של בנזין טובה יותר מדלקים אחרים, כפי שמציג משרד האנרגיה האמריקאי באיור 4.



איור 4 - השוואת צפיפות אנרגטית עבור דלקים שונים ליחידת משקל ונפח⁷¹

התרשים לעיל משווה את צפיפות האנרגיה (הן ליחידת נפח והן ליחידת משקל) עבור מספר דלקים לתחבורה, הזמינים בכל רחבי ארה"ב, כאשר בנזין היא נקודת היחוס ולה ערך 1.00. הנקודות מייצגות את תכולת האנרגיה ליחידת נפח או משקל של הדלקים עצמם, לא כולל מכלי אחסון או ציוד אחר הדרוש לדלקים. לדוגמה, דלקים דחוסים דורשים מכלי אחסון כבדים ואילו דלקים מקוררים דורשים ציוד לשמירה על טמפרטורות נמוכות.

דלקים המחייבים אחסון בנפח גדול, כבד או יקר עשויים להפחית את השטח הזמין ברכב לאנשים ומשא, ולהעלות את משקל הרכב (מה שגורם לו לפעול באופן פחות יעיל), או לגרום לתפעול יקר מדי. כאשר משווים את הדלקים האלטרנטיביים לעומת בנזין ודיזל, יתכן והם עשויים להיות בעלי צפיפות אנרגטית גבוהה יותר ליחידת משקל אבל לא ליחידת נפח.

עם זאת, התחשבות רק בצפיפות האנרגטית של דלקים לא לוקחת בחשבון את הנצילות האנרגטית של כלי רכב המסוגלים להשתמש בדלקים אחרים. כאשר משווים כלי רכב עם מנועי בעירה פנימית על בסיס שווה ערך, עולה כי כלי רכב חשמליים עם תאי דלק המופעלים על ידי מימן צורכים כמחצית מכמות הדלק של רכבי בנזין, בעוד שכלי רכב חשמליים המופעלים באמצעות סוללות יכולים להשיג הפחתה בצריכת הדלק פי ארבע. השיפור

⁷¹ U.S.DOE (2013). Few transportation fuels surpass the energy densities of gasoline and diesel, February 14, 2013; <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=9991>

בניצולת הדלק של כלי רכב אלה אינו מפצה על צפיפות הדלק הנמוכה יותר של מימן וסוגים שונים של סוללות הגורמים לטווח נסיעה מוגבל יחסית לכלי רכב המונעים בבנזין.

בהתאם למודל האנרגיה של סוכנות האנרגיה העולמית⁷² צריכת הדלק ברכבי כביש תגיע לשיא במחצית 2020, אולם צריכת דלקים במשאיות, מטוסים ואוניות צפויה לגרום להמשך הגידול בדרישה לנפט. שיפורים ביעילות הניצולת הדלקית של ציי רכב קונבנציונליים עשויה להפחית את צריכת הדלק בכמות שהינה פי שלושה גדולה יותר מאשר הירידה בביקושים הפוטנציאליים - של 3 מיליון חביות נפט ליום - כתוצאה מחדירה של 300 מיליון מכוניות חשמליות לכבישי העולם ב-2040⁷³.

ללא קשר לטכנולוגיות הרכב או סוגי דלקים המובילים בעתיד, המהפך במגזר התחבורה צפוי לדרוש משאבים רבים ותכנון מפורט.

דלקים מבוססי גז טבעי (כולל חשמל)

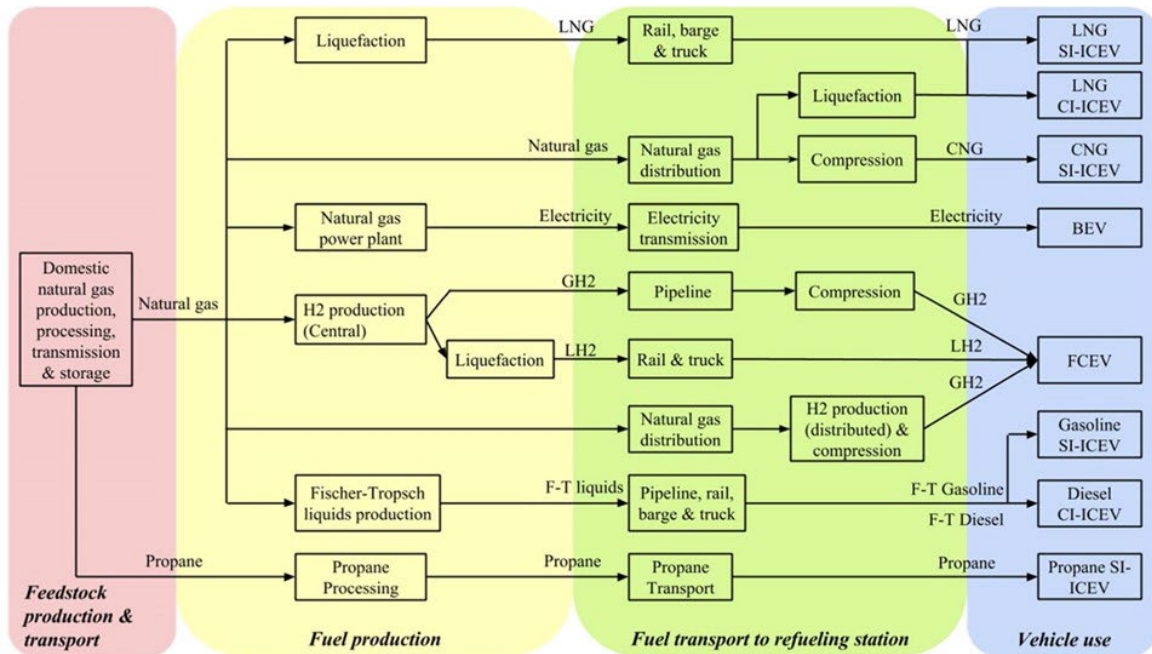
כאשר מדובר ביישום דלקים אלטרנטיביים בישראל יש לבחון את האפשרויות הקיימות לניצול משאבי הגז הטבעי המקומי, לצורך פיתוח דלקים המבוססים על גז טבעי, בהתאם למטרות התוכנית הלאומית לתחליפי דלקים ותחבורה חכמה בישראל⁷⁴.

לשם הערכת ההשפעה הסביבתית של מגוון דלקים שניתן להפיק מגז טבעי מקובל לבחון את הפליטות הנלוות לתהליכים המאפיינים את מחזור החיים של הדלקים השונים. איור 5 מציג דוגמא של גבולות ההערכה להשוואת פליטת גז"ח מכלי רכב במשקל בינוני וכבד בארה"ב המונעים בדלקים שונים.

⁷² IEA (2018). World Energy Outlook, 2018, World Energy Model; <https://www.iea.org/weo/weomodel/>

⁷³ IEA (2018). World Energy Outlook 2018; www.iea.org/weo

⁷⁴ <http://www.fuelchoicesinitiative.com/our-goals/>



איור 5 - תחומי ההערכה עבור חלופות להפקת דלקים מבוססי מגז טבעי⁷⁵

[הצבעים השונים מציינים את שלבי מחזור החיים: גז טבעי במעלה הזרם (ורוד), ייצור דלק (צהוב), הובלת דלק (ירוק), ואת הרכב המבצע (כחול) (מסומן על ידי טכנולוגיות מנוע)]

תוצאות המחקר מצביעות על כך שהפליטות תלויות לא רק בדלקים אלא גם בכלי הרכב עצמם, שילוב הדלקים בהם משתמשים להפעלתם וכן במשקל ובייעוד הרכב:

- עבור טנדרים, ואנים מסחריים ומשאיות קלות (כלי רכב במשקל בינוני) – המחקר מצביע על כך שניתן להשיג את הפחתת הפליטות הגבוהה ביותר (31-40% בהשוואה להנעה על בסיס של דלקים פוסיליים) עבור כלי רכב המונעים בחשמל מסוללות וזאת כאשר החשמל לטעינתן מיוצר באמצעות גז טבעי. לעומת זאת, הנעת כלי הרכב בגט"ד משיגה רק הפחתה של עד 6%.
- עבור אוטובוסים (במשקל כבד) – מתוצאות המחקר ניתן להסיק שהפחתת הפליטות היא כ-31% עבור אוטובוסים חשמליים המונעים בסוללות כאשר החשמל לטעינתן מיוצר באמצעות גז טבעי. לעומת זאת, הנעת האוטובוסים בדלקים אחרים מבוססי גז טבעי, כגון גז טבעי נוזלי, דלק נוזלי שמקורו בגז (פישר-טרופ), תאי דלק מימניים או גט"ד, עשויים לתרום להגדלת פליטת גז"ח בממוצע של 6-43% לעומת אוטובוסים דומים המונעים בדיזל קונבנציונלי דל גופרית.
- עבור משאיות אשפה ותעבורה (במשקל כבד) – המחקר מצביע על כך שהפעלת כלי רכב אלה באמצעות גט"ד תורם לפליטות גז"ח הנמוכות בממוצע של 3% לעומת דיזל קונבנציונלי דל גופרית. לעומת זאת, שימוש בגז טבעי מנוזל או הסבה של גז לדלק נוזלי (בטכנולוגיית פישר-טרופ) עשוי להגדיל

⁷⁵ Tong, F., Jaramillo, P., & Azevedo, I. M. (2015). Comparison of life cycle greenhouse gases from natural gas pathways for medium and heavy-duty vehicles. *Environmental science & technology*, 49(12), 7123-7133.

את פליטות הגז"ח בממוצע של 2-34% ביחס לפליטות המאפיינות משאיות המונעות בדיזל קונבנציונלי דל גופרית.

נספח ג מציג נתונים השוואתיים של פליטות גז"ח והנצילות האנרגטית של דלקים חלופיים שונים.

2.3 אמצעים כלכליים והתנהגותיים

כלים כלכליים

הכלים שתוארו לעיל, הכוללים תקני דלקים, טכנולוגיות רכב ועוד, הינם כלים ישירים ועקיפים להפחתת זיהום אוויר מסקטור התחבורה, שהינם רגולציית "פיקוד ופיקוח" (Command and Control – CAC). כלים כלכליים נועדו לקדם את השגת יעדי המדיניות על ידי גישת "כלים מבוססי-שוק" (Market Based Instruments – MBI), באמצעות יצירת תמריצים חיוביים ושלייליים – "מקלות וגזרים". מטרתם של תמריצים אלו הינה להשפיע על התנהגות הצרכנים ולכלול בשיקוליהם היבטים סביבתיים, וזאת על ידי הפנמה של הערך הכלכלי של ההשפעות החיצוניות שאינן מתומחרות בשוק. ניתן לחלק את התמריצים הכלכליים להפחתת זיהום אוויר מתחבורה לישירים ועקיפים:

- **כלים כלכליים ישירים** עוסקים בתמחור של הזיהום הנפלט בפועל כתלות בכמות, סוג המזהם הנפלט וגובה הפליטה, ותשלום בגין זיהום זה או ישירות ("המזהם משלם") או על ידי מנגנוני סחר ברישיונות זיהום.
 - **כלים כלכליים עקיפים** כוללים מיסים וסובסידיות המוטלים על כלי רכב ועל השימוש בהם, ואשר נקבעים בהתאם להשפעות החיצוניות המשויכות להם.
- בעוד שבשנים בהן החל ניסיון לשימוש באמצעי מדיניות סביבתית להפחתת זיהום מתחבורה, קובעי מדיניות הרבו לעשות שימוש בכלים כלכליים ישירים, מסיבות שונות הולכת וגדלה ההעדפה לגישת השוק והכלים העקיפים. אחת הסיבות המרכזיות לכך היא הקושי שבניטור, כימות ואכיפה החיוניים לאמצעים הישירים, בעוד שאמצעים כלכליים עקיפים משתלבים לרוב במערכות המס הקיימות ממילא והינם קלים יותר ליישום בפועל⁷⁶.
- ⁷⁷
- כלים כלכליים הינם לרוב ברמה הארצית, אך חלקם פועלים גם ברמה המוניציפלית, ולדוגמא כוללים סבסוד של מחירי הנסיעה בתחב"צ (בשטוטגרט שבגרמניה זכאים תושבים חדשים בעיר לנסוע בתחב"צ בחינם⁷⁸), כמו גם גביית תשלום על חניית רכבים פרטיים במרכזי הערים (גביית תשלום על חניה במנצסטר, אנגליה, שילשה נסיעות באופניים⁷⁹).

⁷⁶ <http://www.esmap.org/sites/default/files/esmap-files/urban%20pollution%20entire%20report.pdf>

⁷⁷ <https://ageconsearch.umn.edu/bitstream/139637/2/DiFalco.pdf>

⁷⁸ Bamberg S. (2006) Is a residential relocation a good opportunity to change people's travel behavior?: Results from a theory-driven intervention study. *Environ Behav.* 38(6):820–840.

⁷⁹ Rye T. (2002). Travel plans: do they work? *Transport Policy.* 9(4):287–298

השימוש בכלים אלה, כאמור, משפיע על ההתנהגות ותכליתו הינה הן לייצר העדפה לאמצעים מזהמים פחות (הגדלת השימוש בתחב"צ), העדפת רכישת מכוניות נקיות יותר, הצערת ציי הרכב על ידי גריטת המכוניות הישנות) והן לשנות את דפוסי הצריכה באמצעים הקיימים (הפחתת נסועה וצריכת דלק, הפחתת שימוש ברכבי חברה לצרכים פרטיים). יש לציין כי חלק מהאמצעים הכלכליים רלוונטיים, למעשה, גם לתכנון תחבורתי (תמרוץ נתיבים לתחב"צ), להסטה של אופני ניידות (סבסוד תחב"צ) ולשיפור טכנולוגי (סבסוד התקנת מסנני חלקיקים, לדוגמא).

בפרק 3 (3.1.6-3.1.4) מוצגים שלושה כלים מרכזיים: מיסוי סביבתי של דלקים לתחבורה, מיסוי סביבתי של כלי רכב ומיסוי ותגמול עובדים על השימוש בכלי רכב. בהמשך, בפרק 3.3.5 מוצגת מערכת של אמצעים כלכליים לתמיכה בתשתיות לדלקים חלופיים.

מיסוי סביבתי של כלי רכב בהתאם לרמת הפליטות שלהם (כאשר עיקר ההתייחסות היא לפליטות פד"ח מכלי הרכב), הינו כלי הנמצא בשימוש נרחב בקרב כלל מדינות האיחוד האירופי. מיסוי מסוג זה כולל מיסי קנייה (Acquisition) מופחתים לכלי רכב נקיים יותר, הנחות ופטורים ממיסים שוטפים וחוזרים (Recurring) לרבות רישיון רכב, חניה, כבישי אגרה ואזורים מופחתי זיהום, הקלות מיסוי לאחזקת רכבי חברה נקיים יותר ומימון תשתיות לתדלוק בדלקים חלופיים. הממצאים מראים כי להיקפם ועוצמתם של כלי התמיכה ישנה השפעה ממשית על מידת האימוץ של כלי רכב מופחתי זיהום במדינות אלו⁸⁰. עם זאת, במדינות אלו ניכר גם שוני בעומק הדיפרנציאציה המונהגת במיסוי על כלי רכב בעלי רמות פליטה שונות⁸¹.

סט כלים כלכליים נוסף להפחתת זיהום אוויר מכלי רכב שהינו בעל חשיבות רבה הינו כאמור כלי מיסוי המופנים כלפי היקף השימוש ברכב. מיסוי דלקים הינו הכלי העיקרי לעניין זה, כאשר לא רק רמת המיסוי על הדלק היא המשפיעה, אלא גם לפער ההשוואתי בין חלופות דלקים שונות ישנן השלכות על התנהגות הצרכנים ובחירותיהם. הניסיון בעולם מראה כי לרוב, הגם שישנם שיקולים סביבתיים במיסוי על דלק, רמות המיסוי אינן משקפות את עלותו הסביבתית באופן מהימן, כפי שניכר בתת-המיסוי על דיזל לעומת בנזין הנהוג ברוב המדינות⁸². היבט נוסף הינו המיסוי על שימוש פרטי ברכבי חברה, שחלקם בצי הרכב הלאומי ועוד יותר מכך, חלקם בכלל הנסועה הוא ניכר⁸³. מעבר לעצם הבחירה בשימוש ברכב חברה, מיסוי נאות על היקף השימוש הפרטי בו הוא קריטי על מנת לצמצם את העלויות החיצוניות העצומות שנוצרות כיום עקב תת-מיסוי של שווי

⁸⁰ EEA (2018). Appropriate taxes and incentives do affect purchases of new cars. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/themes/transport/vehicles-taxation/appropriate-taxes-and-incentives-do>

⁸¹ ICCT (2018). Using vehicle taxation policy to lower transport emissions - an overview for passenger cars in Europe. International Council on Clean Transportation. <https://www.theicct.org/publications/using-vehicle-taxation-policy-lower-transport-emissions>

⁸² OECD (2018), Taxing Energy Use 2018: Companion to the Taxing Energy Use Database, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264289635-en>

⁸³ Næss-Schmidt, S. and M. Winiarczyk, Copenhagen Economics (2010), Company Car Taxation: Subsidies, Welfare and Environment, in European Commission, Taxation Papers – Company Car Taxation, Publications Office of the European Union, Luxembourg. http://ec.europa.eu/taxation_customs/resources/documents/taxation/gen_info/economic_analysis/tax_papers/taxation_paper_22_en.pdf.

השימוש⁸⁴. באופן כללי, אחד האתגרים לפתחו של מיסוי סביבתי על השימוש ברכב, הינו החלק הקטן יחסית של ערן הכלכלי של העלויות החיצוניות⁸⁵ ביחס ליתר רכיבי המיסוי אשר משויכים לעלויות אחרות, כמו גם הקושי הפוליטי והציבורי שבשינוי הסטטוס-קוו.

2.4 היבטים מערכתיים של מגזר התחבורה - תכנון תחבורה

פתרונות הפחתת פליטות באמצעות תכנון תחבורה כוללים הכוונת פיתוח עירוני, פיתוח מדיניות תחבורה עירונית, קידום פעולות חקיקה רלוונטיות ומימון גופי תכנון וניהול מתאימים, כל זאת במטרה לאפשר ניידות מיטבית של אנשים וסחורות בעיר, תוך הפחתת גודש והכוונת התנועה ליצירת תחבורה מקיימת.

מאחר ועבודה זו מתרכזת בהפחתת זיהום אוויר מתחבורה בערים, יתמקדו כלי המדיניות שייסקרו להלן באותם אמצעים שהם רלוונטיים לכך.

תכנון ויישום אלה, מצריכים שיתוף פעולה פורה בין גופי תשתיות ותחבורה לרשויות המנהלות שימושי קרקע וכמובן, לגוף המחוקק והמבצע. על תכנון תחבורה מוצלח להתייחס למגוון ההיבטים של החיים בעיר כולל פיתוח כלכלי, איכות חיים, בריאות הציבור והגנה על הסביבה.

תכנון תחבורה להפחתת פליטות כולל מגוון פעילויות שמטרתן להקטין נסועה. צמצום הנסועה יפחית את הגודש בכבישים העירוניים ומכאן, יפחית גם את פליטת המזהמים⁸⁶.

2.4.1 ניהול שילוח סחורות

נסועת משאיות כבדות מהווה כ-10% מסך נסועת רכבים (בקילומטרים), ורכבים מסחרים קטנים מהווים 5-10% נוספים, עם זאת משאיות מייצרות השפעות נרחבות⁸⁷: משאיות כבדות מהוות חלק ניכר מהתנועה בכבישים מסוימים, בעיקר סביב נמלים, תחנות רכבת ואזורי תעשייה. בגלל גודלן, משאיות כופות עלויות גבוהות יחסית של עומס תנועה, שחיקת כבישים (שני סדרי גודל יותר מרכבים פרטיים), סיכוני תאונות (על אף ששיעור התאונות למשאיות כבדות הינו נמוך יחסית, הן יכולות לגרום לנזק משמעותי למשתמשים אחרים בכביש כאשר תאונות כן קורות), זיהום אוויר (תנועת סחורות בכביש הינה תורם משמעותי לפליטות מזהמים מתחבורה – היא

⁸⁴ OECD (2014). Personal Tax Treatment of Company Cars and Commuting Expenses: Estimating the Fiscal and Environmental Costs. OECD Taxation Working Papers No. 20. https://www.oecd-ilibrary.org/taxation/personal-tax-treatment-of-company-cars-and-commuting-expenses_5jz14cg1s7vl-en.

⁸⁵ Ricardo-AEA (2014), Update of the Handbook on External Costs of Transport, Report for the European Commission: DG MOVE. <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/sustainable/studies/doc/2014-handbook-external-costs-transport.pdf>

⁸⁶ Zhang, K. and Batterman S. (2013). Air Pollution and Health Risks due to Vehicle Traffic, Science of The Total Environment, Vol 450-451, 307-316

⁸⁷ VTPI (2018). Freight Transport Management. Victoria Transport Policy Institute. <http://www.vtpi.org/tdm/tdm16.htm>

אחראית לכשליש מפליטות תחמוצות החנקן ולכמעט מחצית מפליטות החלקיקים (PM_{2.5}). בנוסף, יחידות קירור במשאיות, שלרוב לא נמצאות תחת רגולציה, אחראיות גם הן לאחוז ניכר של פליטות חלקיקים⁸⁸ ורעש, ולכן הקטנת נסועת משאיות יכולה לספק יתרונות משמעותיים לאזורים בהן היא מרוכזת. בנוסף, משאיות כבדות מהוות גורם מרתיע במיוחד עבור הולכי רגל ורוכבי אופניים.

לחברות בסקטור יש אינטרס לשפר את ביצועיהן כדי לחסוך כסף. בנוסף, נקיטת יוזמה ומאמצים אלו משפרים את המוניטין של החברות ולכן יש מקום לקיומן של סכמות וולונטריות להשגת תחבורה מקיימת, גם ביוזמה ממשלתית (יש להזהר מאפקט הריבאונד – הורדת עלות המשלוחים עשויה להעלות את הביקוש ולהביא להגדלת נפח הפעילות בענף מה שיגביר שוב את צריכת האנרגיה וההשפעות הסביבתיות⁸⁹). עם זאת, רגולציה, למשל סטנדרט פליטות, הינה הכרחית כתמריץ לפיתוח ויישום שיטות הפחתה. על פי ה-ITF (International Transport Forum)⁹⁰ במדינות בעלות הכנסה בינונית וגבוהה לנפש המדיניות המועדפת מתרכזת ביעילות הדלק וסטנדרטים של פליטות וכן במנגנוני תמחור כמו מס פחמן, מיסוי מבוסס מרחק נסיעה או מנגנונים אחרים התומכים בטכנולוגיות נקיות. עם זאת, מדיניות שתכליתה הפחתת התלות בדלקים פוסיליים צריכה לכלול גם אלמנטים נוספים, כמו: איסור או הגבלת נסיעה באזורים מסוימים, תמריצים כספיים, מסגרות רגולטוריות (חוקי עבודה, היתרים, סוגיות ביטוח), קידום סטנדרטיזציה של רכבים, ציוד, תהליכים ורשתות דיגיטליות וכן יצירת תשתיות. עיצוב מדיניות ובחינתה מחייבים איסוף מידע משופר ונרחב, וכן תשומת לב למגמות חדשות אשר משפיעות על התחום באופן יסודי (לדוגמא: הדפסה תלת מימד של מוצרים בבית הלקוח, שילוח באמצעות רחפנים).

כלי מדיניות לשיפור ניהול שילוח סחורות כוללים שיפור יעילות הרכבים ושימוש בדלקים נקיים, שיפור הלוגיסטיקה, הנהיגה בכביש והתשתיות.

איור 6 מציג את יעדי הפחתת פליטות גז"ח של ציי המטענים באירופה.

⁸⁸ IEA (2017), The Future of Trucks Implications for energy and the environment Second edition, Paris. Retrieved from www.iea.org/t&c/

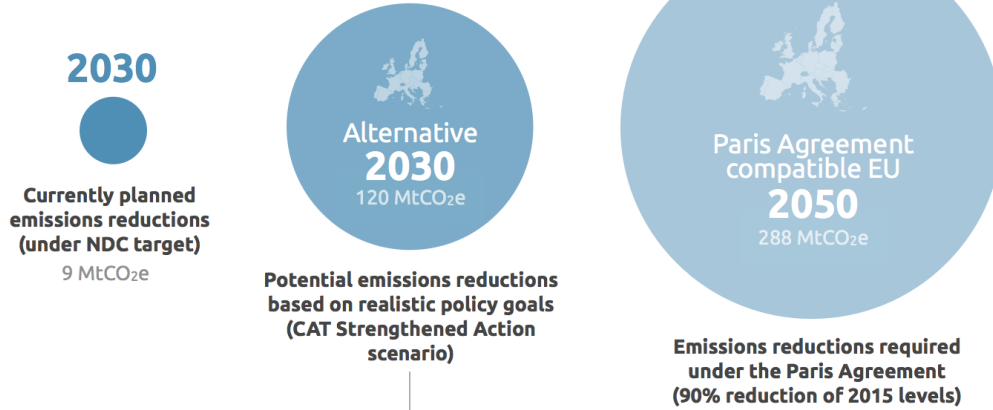
⁸⁹ Dimitropoulos, A., W. Oueslatii, and C. Sintek, (2016). *The Rebound Effect in Road Transport: A Metaanalysis of Empirical Studies*, (OECD Environment Working Papers No. 113). <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/8516ab3a-en>

⁹⁰ ITF (2018) "Towards Road Freight Decarbonisation Trends Measures and Policies", ITF (International Transport Forum) Policy Papers, OECD Publishing, Paris. https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/towards-road-freight-decarbonisation_0.pdf

HEAVY TRANSPORT

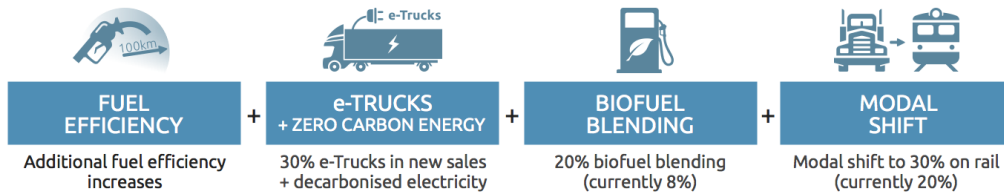
The road to decarbonising freight transport is long, getting started early is key

CASE STUDY European Union Potential reductions in freight transport emissions



Opportunities from now to 2030

A 36% reduction in freight transport emissions by 2030 is possible with the achievable targets found below



איור 6 - יעדי הפחתת פליטות הגז"ח של ציי המטענים באירופה⁹¹

2.4.2 שיתוף נסיעות ושיתוף כלי רכב

הפחתת נסועת כלי רכב תוכל להתרחש רק כאשר יהיה שינוי אמיתי בדפוסי הנסיעה של הנוסעים בכלל והנוסעים לעבודה מדי יום, בפרט. שינוי כזה צריך להתרחש, בין היתר, כדי להגדיל את מספר הנוסעים ברכב ובהתאמה, להפחית את מספר כלי הרכב הנפרדים המבצעים את אותה נסיעה.

תמריצי מדיניות לשיתוף נסיעה (Ride Sharing) עשויים להינתן באמצעים מגוונים. בין הדוגמאות לתמרוץ שיתוף נסיעה למטרת העלאת מספר הנוסעים ברכב ניתן למנות:

- סלילת נתיבים, או הסבת ייעוד נתיבים סלולים לכלי רכב בהם נוסעים ארבעה נוסעים ויותר (High Occupancy Vehicles – HOV)
- הפחתת עלויות כבישי אגרה ל-HOV
- התרת נסיעת רכבי HOV בנתיבי תחבורה ציבורית (נת"צים)

⁹¹ <https://climateactiontracker.org/press/governments-slow-address-road-freight-transport-emissions-reductions/>

במגזר הפרטי, תעשיית ה-TNC (Transportation Network Companies) שהולכת ותופסת תאוצה בעולם בשנים האחרונות, מאפשרת לאנשים לעשות שימוש באפליקציה על מנת להגיע ממקום למקום. במקרים רבים הנסיעה מתבצעת ברכב פרטי, לעיתים כתחליף לנסיעה במונית ולעיתים כחלק משיתוף נסיעה (Carpool).

נתח הנסיעות הגדול ביותר העושה שימוש באפליקציות תחבורה נעשה בחברות לנסיעות ייעודיות (Ride Hailing), באמצעות החברות המובילות, דוגמת: UBER (ארה"ב), Careem (דובאי) וגם באמצעות GETT הישראלית. בנסיעות ייעודיות אדם שוכר נהג פרטי העובד עבור חברת הנסיעות על מנת להביא אותו ליעדו בשירות שניתן לראותו כשירות מונית משודרג. הנסיעה היא מדלת אל דלת ואינה משתפת נוסעים נוספים ולכן היא אינה משרתת את המטרה. נהפוך הוא, לעיתים הנוחות והזמינות של אמצעי תחבורה זה, מרחיק אנשים מהתחב"צ.

בנסיעות שיתופיות (Carpooling, Ride Share), מספר נוסעים - שלושה, ארבעה או יותר, הנוסעים בכיוון דומה חולקים כלי רכב, נהג וחלקים מהדרך בנהיגה עצמית או באמצעות חברה, כאשר במהלך הנסיעה יתבצעו כמה עצירות. UBER pool ו-LyftShared מאפשרות סוג כזה של שירות, חברת VIA האמריקאית החלה לפעול לאחרונה בישראל לאספקת שירות דומה (מיזם Bubbles עם חברת דן) וגם חברת Waze הישראלית לשעבר, מצטרפת לתחרות על שוק ה-Carpooling האמריקאי, תוך שהיא מציעה שירות שמאפשר לנהגים לצרף לנסיעה נוסעים מזדמנים או קבועים תמורת השתתפות בעלות הנסיעה.

אפשרות נוספת לשיתוף בנסיעה הן חברות **לכלי רכב שיתופיים**, המשכירות רכב לפי שעה (כמו Car2Go), ומאפשרות הפחתה באחוזי אחזקה ושימוש בכלי רכב פרטיים ומכאן הפחתת עומסים⁹².

על פי מחקר, שהתפרסם בשנת 2018⁹³ - בשנת 2017 הובילו חברות TNC 2.61 מיליארד נוסעים לעומת 1.9 מיליארד ב-2016, מספר שמהווה גידול של 37%. שילוב בין שירותי TNC ומוניות (Rideship) צפוי להביא למספר נסיעות שיעבור את הכמות הנעשית באמצעות אוטובוסים מקומיים בארה"ב, ובכך יהפוך לאחת מדרכי התעבורה המובילות. העלייה החדה במספר הנסיעות ב-TNC היא תוצאה של מכלול סיבות ביניהן נוחות הנסיעה, יעילות בהגעה מדלת אל דלת, נגישות השירות, זמני ההמתנה הקצרים, תמחור כדאי יחסית למוניות ועוד.

מחקרים נוספים שפורסמו לאחרונה, שיפורטו להלן, מצביעים על כך שהתרחבות פעילות TNC בערים הגדולות גוררת אפקט ריבאונד ודווקא מגדילה את גודש התנועה וזאת בעקבות התווספות רכבי TNC בכביש בנסיעות שמחליפות התניידות לא ממונעת או נסיעה בתחב"צ.

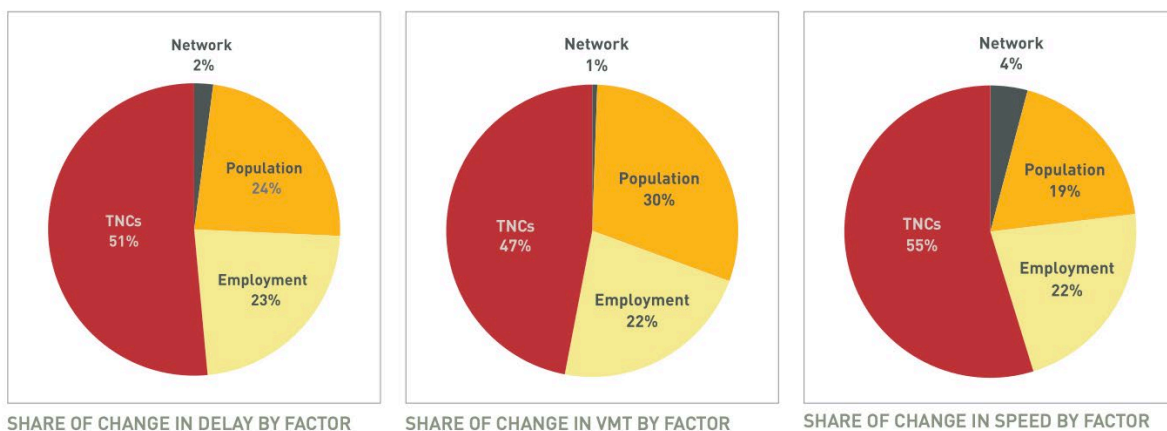
⁹² <https://creedla.com/car-sharing-and-other-ideas-to-reduce-traffic-congestion/>

⁹³ <http://www.schallerconsult.com/rideservices/automobility.pdf>

בסן פרנסיסקו בוצע מחקר⁹⁴ שמצביע על כך שפעילות TNC בעיר אחראית לכ-50% מההחמרה בגודש בעיר בשנים 2010-2016. ההחרפה בעומס התנועה באה לידי ביטוי בעיקר בשעות העומס ובאזורים בעלי נגישות גבוהה לתחב"צ, כלומר – בעיקר בנקודות הזמן והמקום הבעייתיות ביותר.

באיור 7 ניתן לראות את חלקן של נסיעות TNC בהחמרת עומס התנועה בסן פרנסיסקו, כאשר הגודש נמדד על פי שלושה גורמים:

- שעות עיכוב יומיות של כלי רכב (Daily Vehicle Hours of Delay – VHD),
- נסועת מיילים ליום (Daily Vehicle Mile Travelled – VMT),
- מהירות ממוצעת בכבישים.



איור 7 - פילוח גורמים להחמרה בגודש בסן פרנסיסקו⁹⁵

גם בבוסטון, על פי מחקר שפרסמה ב-2018 מועצת התכנון האזורית⁹⁶, נמצא שכ-42% מהנסיעות בשירות TNC מחליפות נסיעות באוטובוסים ו-12% נוספים מהנסיעות מחליפות התניידות בתחבורה לא ממונעת. התמודדות עם הבעיה תדרוש התאמת מבנה תעריפי הנסיעה כך שיעודדו נסיעות שיתופיות ויכלילו גם את אורך הנסיעה ומצב הגודש בכבישים.

2.4.3 עידוד תחבורה ציבורית והגדלת קישוריות בין אמצעי תחבורה

על מנת לעמוד ביעד של הסטת נוסעים מהתחבורה הפרטית לתחב"צ, היצע התחב"צ חייב לכלול מערכת אמינה, תדירה (ולפיקך, גמישה), מהירה בהשוואה לרכב הפרטי (לדוגמא, על ידי נתיב מיוחד כמו ברכבת או

⁹⁴ https://www.sfcta.org/sites/default/files/content/Planning/TNCs/TNCs_Congestion_Report_181015_Final.pdf

⁹⁵ https://www.sfcta.org/sites/default/files/content/Planning/TNCs/TNCs_Congestion_Report_181015_Final.pdf

⁹⁶ <https://www.mapc.org/farechoices/>

נת"צ בכביש), נוחה (לרבות מיקום התחנות, החלפות נוחות ובטוחות, מסלולים מותאמים) מכבדת את נוסעיה, מתואמת בהעברות מאמצעי לאמצעי (לדוגמא, מקו בינעירוני לעירוני). מערכת התחב"צ צריכה להיות זמינה מבחינת פרישת התחנות, שעות הפעילות ותדירות הפעולה שלה.

מערכת תחב"צ שהיא בת קיימא, צריכה לעמוד גם בנתוני פליטות מזהמי אוויר וגז"ח.

על מנת להפחית נסועה ואת זיהום האוויר הנגרם ממנה, יש לבצע מאמצים משולבים להגדלת השימוש בתחב"צ בת קיימא.

לשם כך ניתן לתת תמריצים כלכליים ליצירת העדפה כלכלית לשימוש בתחב"צ (למשל, הטלת אגרות גודש לכלי רכב פרטיים, הורדת מחירי שימוש בתחב"צ) ולנקוט במגוון אמצעים תשתיתיים ליצירת מערכת תחב"צ יעילה ותחרותית לשימוש ברכב פרטי.

אמצעים תשתיתיים לעידוד תחב"צ כוללים שיפור ממשי באיכות התחב"צ, כולל תחזוקת כלי הרכב, נת"צים ועוד. ה-BRT (Bus Rapid Transit) הוא דוגמא למודל תחבורתי מוביל לשיפור תשתיות – מדובר על מערכת תחב"צ המורכבת מאוטובוסים בעלי קיבולת גדולה שנוסעים בנתיב ייעודי לתחב"צ תוך קבלת עדיפות בתנועה על פני כלי תחבורה אחרים, כל זאת, במטרה לשלב את המהירות, האמינות והיעילות של רכבות קלות ורכבות תחתיות עם הגמישות המתאפשרת בהפעלת שירות אוטובוסים.

יישום מערך BRT מבוסס על שילוב הקצאת נתיבים לתחב"צ, הגברת תדירות האוטובוסים, בניית תחנות נוחות בפרישה מיטבית ואמצעים טכנולוגיים כגון מתן עדיפות ברמזורים, כרטוס יעיל בתחנה ועוד. דוגמאות ליישום המודל ניתן למצוא למשל בניו יורק⁹⁷, ביינג'ינג⁹⁸ ויוהנסבורג⁹⁹ וכן המטרופוליט בחיפה.

מחקר להערכת השפעות מערך ה-BRT במקסיקו סיטי על זיהום האוויר בעיר, מראה קשר כמותי מבוסס לגבי השיפור באיכות האוויר בעקבות הפעלת המערכת. התוצאות מראות הפחתה בריכוז הפחמן החד-חמצני, תחמוצות החנקן והחלקיקים (PM₁₀) באוויר בשיעור של 5.5%-7.2%, 4.7%-6.5% ו-7.3%-9.2%, בהתאמה, כתלות באזור המדויק בעיר¹⁰⁰.

2.4.4 עידוד תחבורה לא ממונעת

תחבורה לא ממונעת (פעילה) כוללת מגוון דרכי התניידות כולל הליכה ברגל, רכיבה על אופניים או על אמצעי נסיעה לא ממונעים אחרים (קורקינט, גלגיליות, סקייטבורד וכו'). התניידות בתחבורה לא ממונעת עשויה להיות

⁹⁷ <https://www1.nyc.gov/html/brt/html/home/home.shtml>

⁹⁸ <https://nbrti.org/wp-content/uploads/2017/05/China20BRT20Final20Report2020Appendices.pdf>

⁹⁹ <https://www.gov.za/about-government/bus-rapid-transit-system-brt>

¹⁰⁰ Bel, G., & Holst, M. (2018). Evaluation of the impact of Bus Rapid Transit on air pollution in Mexico City. *Transport Policy*, 63, 209-220.

אמצעי מקשר לנסיעה באמצעים ממונעים (רכבת או אוטובוס, למשל), או אמצעי התניידות העומד בפני עצמו במטרה להגיע מנקודה אחת לשנייה. התניידות פעילה מתאימה בעיקר למרחקים קצרים של עד שבעה ק"מ בתנאים המתאימים, מרחק שמהווה, את החלק הארי בנסיעות תוך עירוניות¹⁰¹.

מערכת התחב"צ והנגישות העירונית בכלל, יכולות להיות יעילות באמת רק אם קיים מערך איכותי ויעיל של אמצעי תחבורה משלימים שאינם ממונעים, במטרה להגיע אל ומהתחנות. בנוסף, עידוד תחבורה לא ממונעת כאמצעי משלים לתחב"צ או כאמצעי עיקרי, מסייע להקטין את ההשלכות הסביבתיות של הנסיעה ברכב, כולל הגודש בכבישים וזיהום האוויר¹⁰².

הליכה ברגל:

מעבר להיותה אמצעי התניידות, הליכה ברגל מטיבה עם בריאות תושבי העיר ומבקריה – הליכה עצמה מהווה פעילות גופנית ובנוסף, מסייעת להפחתת שימוש ברכב הפרטי ובעקבותיו גם את זיהום האוויר ומפגעיו הבריאותיים.

גם בפן הכלכלי, שילוב בין הליכה ברגל לתחב"צ מהווה אמצעי יעיל להקטנת הנזקים הכלכליים הנובעים מהגודש, כולל אובדן שעות העבודה והעלויות החיצוניות כתוצאה מהמפגעים הבריאותיים והסביבתיים הנלווים. כמו כן, תנועת תושבים ומבקרים ברגל ברחובות עשויה לעודד את המסחר בעיר. מכיוון שהליכה ברגל הוא אמצעי התניידות בעלות אפסית למשתמש, האפשרות להשתמש בה בנוחות מטיבה עם מיעוטי היכולת.

רכיבה על אופניים:

כדי לאפשר לרוכבי האופניים לנוע בבטחה ברחבי העיר, על הרשות המקומית להקים ולתחזק רשת שבילי אופניים ייעודית לצורך זה.

שבילי אופניים יעילים ובטוחים מופרדים מהולכי הרגל ומהנוסעים ברכב, מחוברים ביניהם באופן רציף ושומרים על קישוריות גם לערים סמוכות. מערכת עירונית להשכרת אופניים יכולה גם היא לעודד תנועה בעיר באמצעותם.

ניתן לקדם תחבורה לא ממונעת באמצעות מספר אמצעי מדיניות הכוללים ביניהם¹⁰³:

- פיתוח קרקע מוכוון הולכי רגל: השקעה בתשתיות – מדרכות, שבילים, מעברי חצייה – אמצעים מרחביים שיוודאו שההליכה בטוחה, נוחה ונעימה כולל צמצום חניות והרחבת האזור המיועד להולכי רגל, טיפוח מרחב עירוני (צמחיה מצלה ואמצעים אחרים המגנים על הולכי הרגל מפגעי מזג האוויר) ושמירה על קישוריות בטוחה במקומות בהם יש מפגש עם אמצעי תחבורה אחרים.

¹⁰¹ Witting, R. J. Rijnsburger, D. Wijnen, A. Pettinga (2006). Cycling, a smart way of moving. 2# edition.

¹⁰² לרה פארן, רינת טל ותמר קינן (2012), "מקדמים תחבורה בת קיימא – המדריך לפעילים", תחבורה היום ומחר – מקדמים תחבורה בת קיימא בישראל: http://transportation.org.il/sites/default/files/pirsum/the_activists_guide.pdf

¹⁰³ <https://www.ctc-n.org/technology-library/transport/land-transport/promotion-non-motorised-transport>

- הנגשת מערכת המדרכות והמעברים ביניהן כך שגם קשישים ובעלי מוגבלויות יהיו יכולים להשתמש בהם בבטחה.
 - ניהול התנועה הממונעת, כך שתאפשר התניידות לא ממונעת בבטחה, כולל שיפור אכיפה כלפי כלי רכב החונים באופן שמסכן את הולכי הרגל, ספקים החונים שלא כחוק ברחובות, אופנועים וכלי רכב חשמליים הנוסעים על המרחב המיועד להולכי הרגל ועוד.
 - הקמת מערכת אופניים ציבורית/שיתופית – מערכת אוטומטית להשכרה והחזרה של אופניים בעיר.
 - צמצום מקומות החניה תוך שיפור התחב"צ ונקיטת אמצעים מתאימים לעידוד השימוש בה.
 - הגדלת קישוריות בין דרכים ושבילים לתחבורה לא ממונעת, למשל באמצעות חניות אופניים מאובטחות ומקורות בתחנות הרכבת ואפשרות לשיתוף אופניים בתחנות היעד.
 - חינוך לבטיחות בדרכים.
- אחוז התניידות בתחבורה לא ממונעת מתוך כלל התחבורה בעיר, תלוי במגוון גורמים אופייניים למקום, ביניהם: אקלים, גאוגרפיה, תרבות, מחויבות הרשויות לחזון לטווח ארוך, דעת הציבור, המדיניות המקומית ואטרקטיביות האלטרנטיבות.

2.4.5 הגדרת אזורי פליטה מופחתת

LEZ (Low Emission Zone) הוא אזור מוגדר ותחום אליו מוגבלת כניסת כלי רכב מזהמים או מותנית בתשלום או שילוב שלהם. אל אזור ללא פליטה (Zero Emission Zone) ZEZ אסורה כניסת כלי רכב מזהמים באופן מוחלט, כל זאת במטרה לשפר את איכות האוויר. אזור ההגבלה יכול להיות מוגדר רק בכבישים מסוימים או בשטח מוגדר בתחומי העיר – בדרך כלל באזור גדוש תנועה.

הגבלת כניסת כלי הרכב מתבססת על תקני הפליטה המקומיים/אזוריים בהם היו אמורים לעמוד כלי הרכב מלכתחילה. הגבלה כזו מעודדת בעלי כלי רכב לשמור על תחזוקת רכב תקינה או להתקין אמצעים טכנולוגיים להפחתה, כך שכלי הרכב יעמוד בתקני הפליטה. הכוונה בהפעלת מדיניות המגדירה ותוחמת אזורים מופחתי פליטה ואוכפת את תקני הפליטה בהם, היא לעודד מעבר לשימוש בתחבורה לא ממונעת, בכלי רכב חשמליים והיברידיים ולסייע בהפחתת נסועת רכבי דיזל¹⁰⁴.

אזורים מופחתי פליטה הוחלו באירופה לראשונה ב-1996 בשטוקהולם, מאלמו וגטבורג. כלי רכב כבדים חויבו לעמוד בתקני פליטה או להחליף מנוע¹⁰⁵. כניסתם של כלי רכב כבדים, ישנים ומזהמים נאסרה כליל. אזור

¹⁰⁴ https://www.wri.org/sites/default/files/Study_on_International_Practices_for_Low_Emission_Zone_and_Congestion_Charging.pdf

¹⁰⁵ Goteborgs Stad (2006). Assessment of Environmental Zone in Goteborg. A Report for the Traffic and Public Transport Authority of the City of Goteborg, Goteborg, Sweden. http://www.baltic-ecoregion.eu/downloads/0_Assessment_of_LEZ_10_years_2006.pdf

מופחת פליטה ראשון באירופה מחוץ לשבדיה, הוחל במנהרת המונט בלאן, המחברת בין צרפת לאיטליה, אליה נאסרה כניסת כלי רכב כבדים שאינם עומדים ב-Euro 3¹⁰⁶.

קשה לכמת את ההשפעה המדויקת של LEZ על איכות האוויר במנותק מהשינוי הדינמי בתחבורה ומאמצעי מדיניות נוספים שננקטים, כדי להפחית גודש וזיהום אוויר, אולם, ערים רבות באירופה וברחבי העולם מיישמים אמצעי זה¹⁰⁷. בתחילה, הדגש בהפעלת אזורים מופחתי פליטה היה על הקטנת ריכוז החלקיקים הנשימים באוויר ובמיוחד מפליטות כלי רכב כבדים, אך כיום, כאשר רמות הפליטה מכלי הרכב הכבדים כבר הופחתה באמצעים טכנולוגיים, הדגש עבר להגבלת פליטות תחמוצות חנקן ובמיוחד מרכבי דיזל קלים וכבדים, כפי שקרה בלונדון (ראה הרחבה בפרק 3).

¹⁰⁶ <https://web.archive.org/web/20121111033537/http://ec.europa.eu/environment/air/transport/road.htm>

¹⁰⁷ <https://www.toi.no/getfile.php/1349203/Publikasjoner/T%C3%98I%20rapporter/2018/1666-2018/1666-2018-sum.pdf>

3 אמצעי מדיניות להפחתת זיהום אוויר מתחבורה

מגזר התחבורה אחראי כיום ליותר ממחצית הביקוש העולמי לנפט ולרבע מהפליטות האנטרופוגניות של פד"ח, כאשר הפליטות מרכבי כביש תורמות לכשלושת רבעי מפליטות הפד"ח¹⁰⁸ של כלל מגזר התחבורה. בנוסף, הפליטות מכלי הרכב גם אחראיות לזיהום אוויר ולהשפעות השליליות על בריאות האוכלוסייה החשופה לזיהום.

הכלכלות של 20 המדינות העשירות בעולם, המקיפות כשני שלישים של אוכלוסיית העולם, צורכות מעל 80% של האנרגיה הגלובלית ואחראיות ללמעלה מ-90% של מכירת מכוניות חדשות. לכן, המדיניות של מדינות אלה בנושא התחבורה מתייבה במידה רבה את השפעת ענף התחבורה על איכות האוויר העולמי, שינויי האקלים וצריכת האנרגיה. למרות שיש מוטיבציה חזקה בקרב מדינות אלה למתן את השפעת התחבורה על בריאות הציבור ושינויי האקלים, רמת החומרה של התקנות למזעור ההשפעות הסביבתיות שונה בהיקפה בשווקים השונים.

כפי שנידון בסעיף 2.1 לעיל, סקירה שבוצעה במדינות החברות ב-TTG (Transportation Task Group) בחנה אמצעי מדיניות המיושמים במדינות השונות לקידום כלי רכב ודלקים נקיים¹⁰⁹. הסקירה מחזקת מסקנות קודמות המציינות את אמצעי המדיניות שהינם המשמעותיים ביותר להפחתת מזהמי אוויר ופליטות גז"ח בצי כלי הרכב עם מנועי הבעירה הפנימית. מדיניות לשיפור יעילות כלי הרכב צריכה להוות מרכיב מרכזי באמצעי המדיניות בד בבד עם אפשרות לחדירה של טכנולוגיות רכב מתקדמות.

סקירות שונות אף מראות שבנוסף לאמצעים טכנולוגיים חשוב ליישם אמצעי מדיניות שמטרתם מניעת נסועה והסטת ניידות מכלי רכב פרטיים לתחב"צ.

בעוד פרק 2 לעיל מהווה רקע טכני לאמצעי המדיניות, פרק 3 כולל דוגמאות מרחבי העולם בדבר יישום אמצעי מדיניות שונים לטיפול בפליטות מזהמי אוויר וגז"ח מתחבורה.

מקבץ אמצעי המדיניות מובא כאן בחלוקה לקטגוריות שהוצגו בפרק 2 לעיל:

- **מניעה** באמצעות הסרת רכבים מזהמים מהכביש וניהול ביקושים לתחבורה.
- **הסטה** של נוסעים ותעבורה לאופני תחבורה בת קיימא שהינה יותר ידידותית לסביבה.
- **שיפור** הנצילות האנרגטית והפחתת הפליטות מכלי רכב באמצעות טכנולוגיות מתקדמות ודלקים אלטרנטיביים.

חלק מאמצעי המדיניות המיושמים במקומות שונים בעולם אף מיושמים בישראל, כפי שיפורט בפרק 4 להלן.

¹⁰⁸ Kodjak, D. (2015). Policies to reduce fuel consumption, air pollution, and carbon emissions from vehicles in G20 nations. Washington, D.C.: International Council on Clean Transportation. <http://www.theicct.org/policies-reduce-fuel-consumption-air-pollution-and-carbon-emissions-vehicles-g20-nations>

¹⁰⁹ SLoCaT (2018). Transport and Climate Change Global Status Report 2018. <http://slocat.net/tcc-gsr>

3.1 אמצעי מדיניות למניעת זיהום אוויר

3.1.1 תוכניות לגריטת כלי רכב ישנים ומזהמים

תיאור האמצעי: הממשלה מממנת מהלך בו רכב ישן (פרטי או מסחרי) עד שנת ייצור שנקבעת, אשר יובא על ידי בעליו לגריטה, יזכה את בעליו בסכום מסוים כפי שנקבע מראש.

מטרות האמצעי: שיפור הבטיחות בדרכים, הפחתת פליטות מזהמים וגז"ח, הפחתת התלות בנפט, עידוד תעשיית הרכב ועסקים נילווים¹¹⁰.

גוף מיישם: שלטון מרכזי.

יישום: מענק בגובה שנקבע מראש מוענק לכל בעל רכב שמוסר רכבו לגריטה.

דוגמאות: תוכניות גריטה קיימות באירופה (בעיקר גרמניה וצרפת), בארה"ב (קליפורניה) ובקנדה (קולומביה הבריטית)¹¹¹.

טבלה 7 מציגה את תוכניות הגריטה שנסקרו במחקר של ה-OECD משנת 2011, ואיור 8 מציג ניתוח עלות-תועלת של הפעלת התוכניות.

טבלה 7 - תוכניות לגריטת כלי רכב בעולם¹¹²

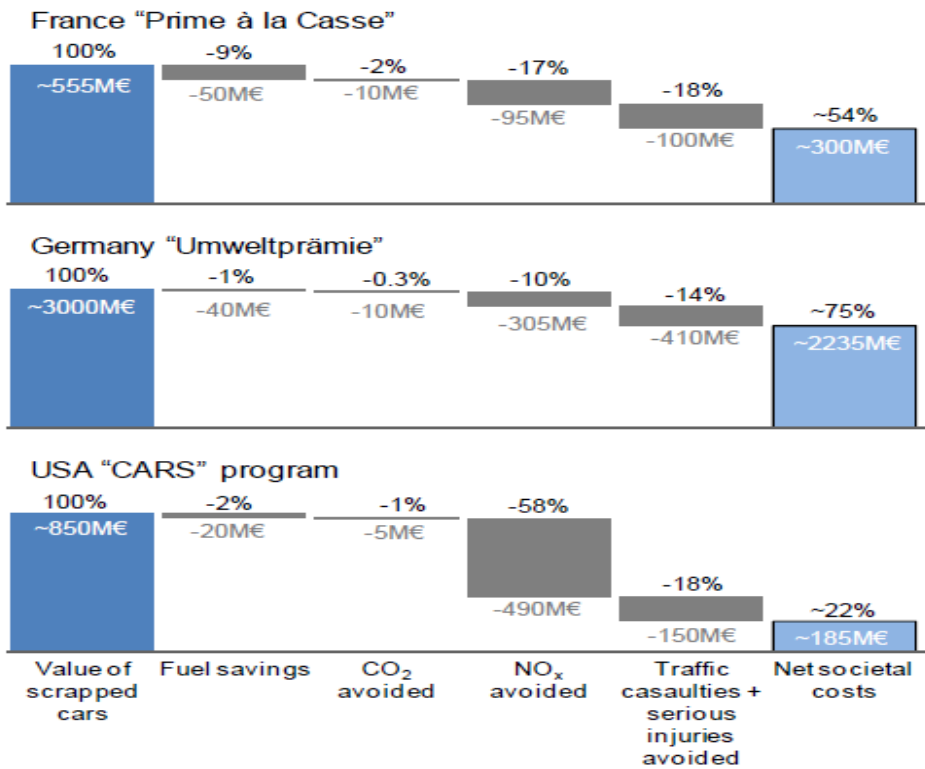
| Scheme (stated goal) | Maximum incentive | Vehicle age requirement | Emission requirement | Alternatives to new vehicle | Cost to government (million €) |
|--|---------------------|-------------------------|---|-----------------------------|--------------------------------|
| US CARS (fuel econ.) | \$4500 (~3100 €) | <25 years | > Fuel efficiency ¹ | | ~2000 |
| German Umweltprämie (pollutant) | 2500 € | >9 years | > Euro 4 | Used <1 y.o. | ~5000 |
| French Prime à la Casse (CO ₂) | 1000 € ² | >10 years | New car emits < 160 g CO ₂ /km | | ~550-600 |

התועלות הנילוות למהלך תלויות מאוד בהשפעת המהלך על בעלי המכוניות. במידה והחלפת הרכב הישן היא לרכב קטן ויעיל אנרגטית (כדוגמת צרפת), התועלת הכללית גבוהה יותר בהשוואה למהלך בו אמנם יורדים כלי רכב ישנים מהכביש אך מחליפים אותם כלי רכב גדולים, שהם אמנם בטיחותיים יותר, אך גם מידת הזיהום שלהם לא פחותה בהרבה מהרכב הנגרט (כדוגמת ארה"ב).

¹¹⁰ <http://www.oecd.org/greengrowth/greening-transport/car-scrapping.htm>

¹¹¹ <https://scrapit.ca/scrapyourcar/>

¹¹² <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/11fleet.pdf>



איור 8 - ניתוח עלות-תועלת של הפעלת תוכניות גריטה¹¹³

ניתן לראות כי התועלת מהפחתת תחמוצות חנקן הינה משמעותית הרבה יותר בהשוואה להפחתת פליטות פד"ח (כ-500 מיליון אירו בארה"ב, 300 מיליון אירו בגרמניה ו-100 מיליון אירו בצרפת). התועלות כמובן נגזרות מסוגי כלי הרכב שנגרטו, סוגי כלי הרכב החדשים שנרכשו במקומם והיקף המהלך.

¹¹³ <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/11fleet.pdf>

3.1.2 איסור יבוא ומכירה של כלי רכב מזהמים

תיאור האמצעי: לאור הסכם האקלים בפריז (2015) וממצאי ארגון הבריאות העולמי על היקף מקרי מוות ומחלות הקשורות לזיהום האוויר ואירועי מזג אוויר קיצוני¹¹⁴, גוברת התובנה העולמית בדבר הצורך להגביל את מספר כלי הרכב המונעים על ידי דלקים פוסיליים, שהם התורמים העיקריים לזיהום האוויר ולשינוי האקלים. רוב זיהום האוויר נגרם מפליטות מכלי רכב אשר בהם מותקנות טכנולוגיות בקרת פליטה לא עדכניות. תקני פליטה עדכניים, כגון Euro 6 וכלי רכב המאופיינים על ידי "אפס" פליטות, תורמים להפחתת זיהום האוויר מכלי רכב קלים וכבדים. אמצעי כזה צריך גם לוודא את עמידתם של הרכבים המיובאים בתקני הפליטה, בהתאם למתווה החדש לאישור כלי רכב חדשים באירופה, כפי שמוצג באיור 9 המציג את קו הזמן למעבר משיטת הבדיקה הישנה NEDC לפרוטוקול החדש הקרוי WLTP¹¹⁵.



איור 9 - מתווה לאישור כלי רכב חדשים באירופה¹¹⁶

מטרות האמצעי:

1. חקיקת תקנות האוסרות יבוא ומכירה של כלי רכב חדשים (קלים וכבדים) שאינם עומדים, כמינימום, בתקן Euro 6.
2. לוודא שכלי הרכב המיובאים עברו אישור לעמידה בתקן Euro 6 באמצעות סטנדרט הבדיקה החדש באירופה.

גוף מיישם: שלטון מרכזי.

יישום: פיתוח תוכנית פעולה המעוגנת בחקיקה מחייבת להגבלת השימוש בכלי רכב עם מנועי בעירה פנימית רק לכלי רכב העומדים בתקני פליטה מתקדמים, כולל וידוא עמידה בתקן מחייב.

חוזקות האמצעי: ודאות ליבואנים ולרוכשי כלי הרכב.

¹¹⁴ WHO (2018). "Ambient (outdoor) air quality and health: Key Facts", May 2, 2018; [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

¹¹⁵ <https://wltfacts.eu/what-is-wltp-how-will-it-work/>

¹¹⁶ <https://www.alphabet.com/en-be/products/worldwide-harmonized-light-vehicles-test-procedure-wltp>

מגבלות האמצעי: מניסיון בעולם נראה שהמעבר מתוכנית פעולה לחקיקה עלול להיתקל בחסמים פוליטיים וכלכליים. אמצעי זה גם אינו פותר את בעיית הפליטות מכלי רכב ישנים שעדיין מצויים על הכביש.

דוגמאות: מדינות כגון סין, בריטניה, נורבגיה, צרפת, הודו וארצות אחרות הודיעו על תוכניות להפסקת השימוש בכלי רכב עם מנועי בעירה פנימית ותמרוץ המעבר לשימוש בכלי רכב חשמליים¹¹⁷. קיימות תוכניות פעולה עבור מספר מדינות המתכננות להגביל את הדלקים המשמשים להנעת כלי רכב, אך עד עתה, מעט מאוד מדינות נקטו אמצעי חקיקה מחייבים לגבי תוכניות תמריצים או סיום מכירות כלי רכב המופעלים על ידי מנועי בעירה פנימית.

נספח ב מציג רשימה של 16 מדינות שבהן משרדי ממשלה או שרים רלוונטיים הכריזו על מטרותיהם והתחייבויותיהם.

בנוסף, ערים ברחבי העולם מיישמות מדיניות רישוי ותכנון המקדמים תחבורה נקייה, אימוץ חוקי עזר עירוניים להגבלת כניסת כלי רכב מזהמים למרכזי הערים ועוד. דוגמאות של פעולות הננקטות על ידי ערים ברחבי העולם מוצגות אף הן בנספח ב.

¹¹⁷ Center for Climate Protection (2018), "Survey of Global Activity to Phase Out Internal Combustion Engine Vehicles", Revised September 2018; <https://climateprotection.org/wp-content/uploads/2018/10/Survey-on-Global-Activities-to-Phase-Out-ICE-Vehicles-FINAL-Oct-3-2018.pdf>

3.1.3 תכנון וניהול נגישות בת קיימא

תיאור האמצעי: מטרתה של מערכת התחבורה היא לאפשר ניידות לאנשים וטובין ונגישות למרכזי התעסוקה והפנאי. כל זאת תוך תכנון מוקדם וניהול בר קיימא של המשאבים ותוך שמירה על הסביבה ועל בריאותו ורווחתו של הציבור. לשם כך, יש לפעול לקביעת מדיניות לאומית מחייבת מהרמה הארצית ועד לרמת הרשויות המקומיות בכל פיתוח עירוני ואזורי, כולל מחויבות ליישום ואכיפה.

כמו כן מחויבות לאימוץ חוקי עזר עירוניים המיישמים את המדיניות הלאומית בשטחי הרשויות.

מטרת האמצעי: הגדלת נגישות תחבורתית בערים, באמצעות שימת דגש על ניידות נוסעים ממקום למקום ולא בהכרח הנעת כלי רכב. הפחתת נסועת כלי רכב פרטיים באמצעות הגדלת יעילות התחב"צ ונגישות לנסעים בה, כמו גם הגדלת הנגישות העירונית להולכי הרגל והנוסעים בכלי רכב לא ממונעים. מטבע הדברים, הפחתת נסועה ותחבורה מקיימת בעיר תורמות להפחתת זיהום האוויר.

גוף מיישם: יש צורך בשיתוף פעולה רחבי בין הרשויות – החל מרמת הממשלה, הרשויות המקומיות וועדות התכנון המקומיות.

יישום: הממשלה קובעת מדיניות לגבי תחבורה יבשתית משולבת (כבישים, מסילות ברזל, אופניים, רכבות קלות וכבדות) ולגבי התנהלות הרשויות בנושאי תכנון מטרופוליטני תוך התייחסות לכל היבטי התכנון, בכללם אמצעי התחבורה השונים ושימושי הקרקע.

הרשויות המקומיות, כולל ועדות התכנון המקומיות, האזוריות והארציות, מביאות בחשבון התוויות מדיניות אלה בבואן לגבש ולפרסם תוכניות והנחיות מקומיות.

הרשויות המקומיות מחוקקות חוקי עזר שגם הם, משקפים את העקרונות שנקבעו ברמת המדינה.

חוזקות האמצעי: הפחתת נסועה תורמת להפחתת זיהום האוויר מתחבורה, הגדלת יעילות התחב"צ והנגישות להולכי הרגל והמתניידים בתחבורה לא ממונעת, כל אלה מאפשרים שימוש מושכל ובר קיימא במשאבים.

מגבלות האמצעי: נדרשת מדיניות לטווח ארוך, נדרש שיתוף פעולה נרחב בין רשויות המדינה לרשויות מקומיות שונות ולטווח ארוך. נדרש תיאום ויישום לאורך זמן.

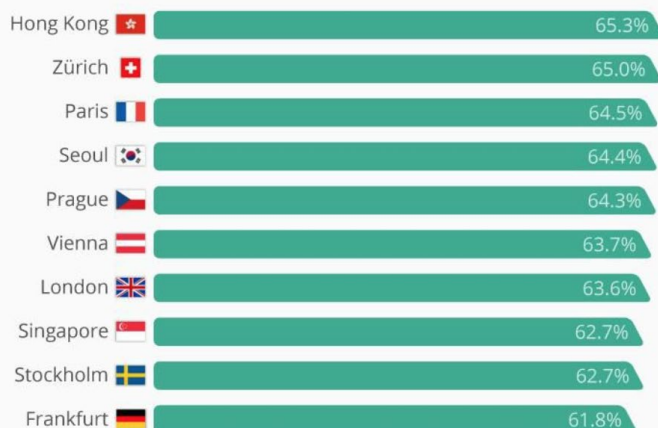
דוגמאות: ב-2017, פורסם אינדקס ARCADIS לניידות עירונית מקיימת¹¹⁸, כאשר הגורמים שנלקחו בחשבון בשקלול המדד לעיר כללו את נגישותה של מערכת התחבורה והתכנון העירוני, קיימות ושמירה על מערכות אקולוגיות, ובראשן – זיהום אוויר ורווחיות עבור הרשות.

הונג קונג עומדת בראש המדד, כפי שניתן לראות באיור 10. על פי נתוני ARCADIS הונג קונג מובילה בנגישות התחבורה העירונית – איכות, נוחות וזמינות וכן מבחינת תמחור הנסיעה. מערכת הרכבות בעיר היא מן המובילות בעולם, אולם דווקא במדד הסביבתי הונג-קונג נמצאת הרחק מאחור. שדה התעופה בעיר הולך וגדל ופתיחת גשר Hong Kong-Zhuhai-Macau מביאה כמות גדולה של כלי רכב אל העיר ומעוררת את דאגתם של פוליטיקאים וארגונים סביבתיים לגבי החמרת זיהום האוויר בעיר, הגבוה גם כך.

¹¹⁸ ARCADIS (2017). Sustainable Cities Mobility Index 2017 – BOLD MOVES. <https://www.arcadis.com/en/global/our-perspectives/sustainable-cities-mobility-index-2017/>

The World's Top Cities For Sustainable Public Transport

Cities ranked by quality of sustainable mobility in 2017*



* (index scores - 100% = highest quality, 0% = lowest quality)
100 cities examined across 23 indicators to give an ranking of each city's mobility and how sustainable their system is.



@StatistaCharts

Source: 2017 Arcadis Sustainable Cities Mobility Index

Forbes statista

Cities ranked by quality of sustainable mobility in 2017 STATISTA

איור 10 - הערים המובילות בעולם בתחבורה ציבורית בת קיימא¹¹⁹

פרנקפורט, ברלין ואמסטרדם נמצאות, גם הן, גבוה במדד ניהול הנגישות המקיימת (במקומות ה-10, 22 ו-11 בהתאמה), אך בתת המדד הסביבתי נמצאות בראש הטבלה (במקומות ה-1, 3 ו-5 בהתאמה):

פרנקפורט מהווה צומת חשוב בין נתיבי סחר באירופה, כ-360,000 איש מגיעים לפרנקפורט לעבודה מדי יום והמטרופולין פרנקפורט-ריין-מיין מונה 5.5 מילון תושבים. בנוסף, בפרנקפורט נמצא אחד משדות התעופה העמוסים באירופה ותחנת הרכבת הגדולה בגרמניה – כל אלה, מעמידים את ניהול נגישות התחבורה כאתגר לרשויות בעיר.

רשויות העיר הפעילו בעיר מתווה לניהול פיתוח תחבורתי¹²⁰ ששם דגש על קיימות בעיר. השקעות גדולות נעשות לשיפור מערך הרכבות והאוטובוסים, הגדלה ושיפוץ של התחנות והוספת נתיבי רכבת. יש כוונה להפחית את הנסועה ברחבי העיר באמצעות מגבלה על חניית רכבי מבקרים במרכז העיר ולעודד שימוש בכלי רכב לא ממונעים.

הממשל המקומי **ברלין** יפעל על פי תוכנית האסטרטגיה "ברלין 2030"¹²¹ המתווה התפתחות מקיימת לטווח ארוך. הרשות תפעל לתמיכה בפיתוח חדשנות טכנולוגית בתחום העיר החכמה, שתאפשר פיתוח מערכת תחבורה חכמה. מערכת כזו יכולה לקצר מרחקי נסיעה ונסועה בכלל ולעודד שימוש ביוזמות תחבורה שיתופית.

¹¹⁹ <https://www.forbes.com/sites/niallmccarthy/2017/10/30/the-worlds-top-cities-for-sustainable-public-transport-infographic/#2d868d263c1e>

¹²⁰ <https://www.frankfurt-greencity.de/en/status-and-trends/mobility/frankfurt-on-the-move/>

¹²¹ https://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/stadtentwicklungskonzept/index_en.shtml

הרשות העירונית תתמוך בתוכניות לפיתוח והטמעה של תחבורה חשמלית, כל זאת במטרה לשפר את איכות האוויר ולהפחית את רמות זיהום האוויר מתחבורה.

כדי להבטיח פיתוח וקידום תוכנית האסטרטגיה, ברלין מתחייבת להשקעה אסטרטגית בנושא כולל מערכות הטענה לכלי רכב חשמליים, נתיבי מבחן לתחבורה אוטונומית והרחבת מערך שבילי האופניים בעיר.

אמסטרדם מאופיינת בכך ש-58% מתושבי העיר מדווחים ליעדם בכל יום. הגידול בתיירות לאמסטרדם כמו גם הפופולריות ההולכת וגדלה שלה כמרכז תעסוקה לכל האזור, מעמידים בפני רשויות העיר אתגרים בניהול נגישות מקיימת.

עיריית אמסטרדם פועלת על פי "תוכנית אב לניידות 2030"¹²² המעניקה עדיפות להולכי רגל ורוכבי אופניים בתנועה במרכז העיר. תאגידים גדולים, הפועלים ברובע העסקי של העיר, משתפים פעולה עם הרשויות בהגדלת הנגישות המקיימת. בנוסף, הרשויות פרסמו תוכנית לקידום תחבורה חכמה בעיר¹²³ באמצעות תמיכה ביוזמות בנושאי מערכות חניה חכמות וניהול חכם תלוי מידע עדכני של מצב התחבורה בעיר – כל אלה, בין היתר, במטרה להגדיל את הנגישות ולשפר את איכות האוויר בעיר.

שנגחאי בולטת בכך שבאתר האינטרנט העירוני מפרסמים סוגי מסכות להגנה מפני איכות אוויר גרועה. עיריית שנגחאי, המתמודדת עם איכות אוויר ירודה עושה זאת¹²⁴ באתר הרשמי המציג נתוני אמת של איכות האוויר¹²⁵. אוכלוסיית שנגחאי כמעט הכפילה את גודלה משנת 2000 ל-24 מיליון תושבים ומגמת העיור המואץ ממשיכה. בשנת 2016, פרסם הממשל המוניציפלי של שנגחאי טיוטה לתוכנית האב 2016-2040 הכוללת קווי מתאר לפיתוח תתי המרכזים של העיר, ערי הלווין ודלתת נהר היאנג-צה¹²⁶.

על פי התוכנית, שנגחאי תשים בעדיפות גבוהה את פיתוח התחבורה בעיר, תוך שימוש מיטבי במערך המסילות העירוני. העיר מתכוונת לחזק את הנגישות אל ומערי הלווין סביבה. תחב"צ תהווה 80% מהתחבורה בין ערי הלווין לשנגחאי וזמן הנסיעה לא יעלה על 40 דקות. בנוסף, יש כוונה לשפר את הקישוריות בין אמצעי התחבורה השונים, את הזמינות ואת נוחות הנסיעה באמצעי התחב"צ השונים. ניהול ותפעול התחב"צ יתייעלו, כך שמהירות הנסיעה לא תרד מ-20 קמ"ש, תוך שימור סביבה בטיחותית, בטוחה ונוחה לנוסעים. עד 2040, זמן ההליכה מכל מקום בעיר לאזור שירותי הקהילה הקרוב אליו, לא יעלה על 20 דקות.

¹²² <https://www.amsterdam.nl/en/policy/policy-traffic/>

¹²³ <https://towardsdatascience.com/8-years-on-amsterdam-is-still-leading-the-way-as-a-smart-city-79bd91c7ac13>

¹²⁴ <https://aqicn.org/mask/>

¹²⁵ <https://aqicn.org/city/shanghai/>

¹²⁶ <http://www.ecns.cn/2016/09-01/224785.shtml>

3.1.4 מיסוי סביבתי של דלקים לתחבורה

תיאור האמצעי: הטלת מיסוי (או, לחלופין, סבסוד) על מכירת אנרגיה המיועדת להנעת כלי רכב.

מטרת האמצעי: רכיב במיסוי המוטל על אנרגיה לתחבורה (דלק, גז, חשמל, מימן וכיו"ב) אשר מיוחס להשלכות הסביבתיות, מגלם הפנמה כלכלית של העלויות החיצוניות הסביבתיות הישירות שמיטט השימוש בכלי הרכב על החברה. יתרה מכך, שימוש מוגבר באמצעי זה – בין אם על ידי הטלת מס שהינו בשיעור גבוה מהעלות החיצונית, מתן זיכויי מס וסבסוד – מאפשר עידוד או ריסון לא מידתי מתוך כוונה לדחוף את השוק אל עבר משטר צריכה שונה בהתאם למדיניות שנקבעה.

גוף מיישם: שלטון מרכזי – רשויות המס. בפועל הגבייה מתבצעת במעמד ניפוק האנרגיה – אצל היצרן בעת מכירה למשווק, ו/או אצל המשווק בעת מכירה לצרכן.

יישום: בקרב מדינות ה-OECD, למיסוי על דלקים ישנו משקל רב בכלכלה המקומית, הן בשל היקפי הצריכה הגדולים והן בשל שיעורי המס הגבוהים המוטלים על דלק ביחס לאלו המוטלים על צריכתם של מוצרים אחרים. עם זאת, ברוב המקרים מיסוי דלק אינו נקשר באופן ישיר להשפעה הסביבתית של צריכתו; לראיה, ברוב מדינות ה-OECD מיסוי הצריכה (בלו) על דיזל הינו נמוך מזה המוטל על הבנזין, על אף היותו בעל השלכות סביבתיות מזיקות יותר.

היסטורית, מיסוי על דלק הוטל מסיבות שאינן סביבתיות במהותן (לדוגמא לשם מימון תשתיות); ההיבט הסביבתי התווסף כאשר עלה הצורך לתמרץ דלקים שהינם פחות מזיקים, כגון בנזין נטול עופרת, והבדל במשטר המיסוי נקבע כך שיאפשר לדלקים אלו להתמודד בשוק על אף היותם יקרים יותר מהדלקים אותם באו להחליף¹²⁷.

בחינת רמות מיסוי הדלק הנהוגות במדינות ה-OECD מעלה כי ככלל, ישנו משקל חסר לעלויות החיצוניות בשיעור המס. כמו כן, שיעורי המס נמצאים בקשר ישיר לתמ"ג לנפש – ולא דווקא בהתאם להשפעתם הסביבתית.

חוזקות האמצעי: יתרונו המרכזי של מיסוי סביבתי על דלק הוא הקשר הישיר שלו לנסועה וליעילות הניצולת של כלי הרכב – כך שתשלום המס הינו ביחס ישיר למידת ואופי השימוש בכלי הרכב ולמאפייניו הטכניים. לפיכך, דרך אמצעי זה ניתן לגלם באופן יחסית מדויק את הנזק הסביבתי שגורם השימוש בכלי רכב, כך שנוצר תמריץ כלכלי מובנה וברור למשתמשים (או, בחלק מהמקרים, למפעילים) של כלי הרכב להפחתת נזק זה. כמו כן, ניתן לעשות שימוש בכלי זה על מנת לייצר מצב של סבסוד צולב ובו שימוש בדלק מזהם ימוסה בכבדות כך שהתקבולים יאפשרו סבסוד של אנרגיה שהינה פחות מזהמת.

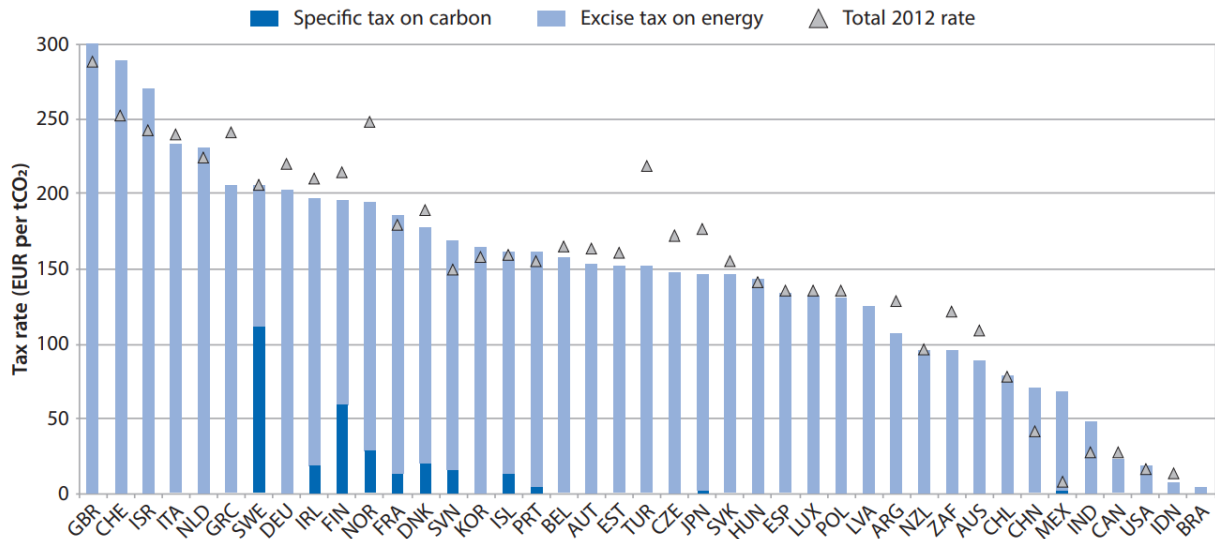
¹²⁷ OECD (2018), Consumption Tax Trends 2018: VAT/GST and Excise Rates, Trends and Policy Issues, Consumption Tax Trends, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/ctt-2018-en>

יתרון מהותי נוסף של מיסוי על דלק הינו במנגנון הגבייה, שהינו יחסית קל ליישום ואכיפה, ובד בבד מתקיים באופן רציף ומתמשך בהתאם לצריכה והשימוש השוטפים, בניגוד לאירוע חד-פעמי.

מגבלות האמצעי: חולשה מרכזית של אמצעי זה הינה הרגישות הציבורית לשימוש בו, מצב המשליך על היכולת הפוליטית לבצע בו שינויים. מיסוי על דלק הינו בפועל מיסוי רגרסיבי ועשוי לפגוע יותר באוכלוסייה חלשה, לאור כך שחלק יחסי גדול יותר מהכנסתה יוקצה אליו. כמו כן, יכולתה של אוכלוסייה חלשה לשנות את חשיפתה למיסוי זה על ידי החלפת רכב קיים ברכב חדש ומזהם פחות הינה מוגבלת ביחס לזו של אוכלוסייה חזקה ובעלת אמצעים; נכון הדבר גם באשר לשימוש בתחב"צ, אשר בחלקו הגדול מיוחס לחתך אוכלוסייה שהינו עני יותר ו/או שהינו בעל יכולת ניידות מופחתות. באופן כללי, הכבדת המיסוי על דלק עשויה לדכא את הפעילות הכלכלית במשק. בנוסף, בניגוד לאמור קודם, יכולת היישום והאכיפה במקרה של אנרגיה המשמשת לשימושים נוספים מלבד תחבורה – בדגש על חשמל – הינה מוגבלת ביותר, בשל הקושי להפריד בין שימושים לצרכים השונים. בעייתיות נוספת עולה ביחס לרכיבי מיסוי נוספים על הדלק אשר אינם מיוחסים להשלכות הסביבתיות (אלא לעלויות אחרות - תאונות, גודש, פיתוח ותחזוקת תשתיות, מע"מ), כאשר החלק היחסי של המיסוי הסביבתי עשוי להיות זניח ביחס לרכיבים האחרים ובכך לנטרל חלק מהשפעתו על היבט זה; ואמנם, הערכת עלויות זיהום האוויר הממוצעות לאירופה מרכב פרטי הינה בטווח של 0.4 עד 10.3 אירו-סנט לק"מ בנסיעה בעיר כתלות בסוג הדלק, גודל המנוע ודירוג ה-Euro (ערכי 2010, כאשר הטווח העליון הינו חריג ומתייחס למנועי דיזל ישנים), כלומר סדר גודל של אגורות בודדות עד כמה עשרות אגורות לק"מ¹²⁸.

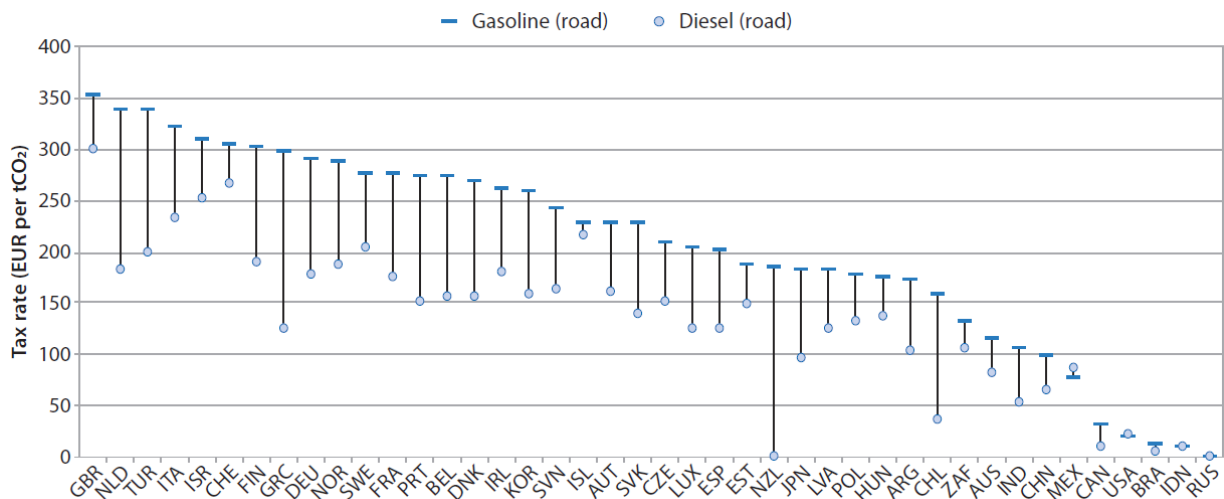
דוגמאות: ככלל, המיסוי הנוכחי המוטל על דלק במרבית מדינות העולם איננו משקף עלויות חיצוניות של זיהום אוויר, אלא, לכל היותר, עלויות של פליטות גז"ח. כלומר, בפועל לא נעשה שימוש בכלי המיסוי על מנת להפנים את עלויות זיהום האוויר הנובעות מצריכת דלק לתחבורה. עם זאת, היות וקיים קשר ישיר בין שיעור פליטות גז"ח לפליטות מזהמי אוויר, ניתן לראות את מיסוי הפחמן המוטל על דלק כנקודת ייחוס לשימוש במנגנון זה. אך גם במקרה זה, מספר המדינות המחילות מיסוי פחמן על דלק לתחבורה הינו מצומצם (ראה איור 11).

¹²⁸ Ricardo-AEA (2014), Update of the Handbook on External Costs of Transport, Report for the European Commission: DG MOVE. <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/sustainable/studies/doc/2014-handbook-external-costs-transport.pdf>



איור 11 - שיעור מיסוי אפקטיבי ממוצע מס בלו ומס פחמן על צריכת אנרגיה במגזר התחבורה במדינות שונות (2015 לעומת 2012)¹²⁹

גם המצב בו המיסוי על דיזל נמוך מהמיסוי על בנזין, בעוד שתכולת הפחמן – כמו גם רמת פליטות מזהמי האוויר – של דיזל גבוהה מזו של בנזין פר ליטר, מציגה את העיוות הקיים בשיקוף העלות הסביבתית של דלק לתחבורה דרך כלי המיסוי (ראה איור 12).



איור 12 - שיעור המיסוי האפקטיבי על בנזין ודיזל לתחבורה במדינות שונות (2015)¹³⁰

¹²⁹ OECD (2018). Taxing Energy Use 2018: Companion to the Taxing Energy Use Database. OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264289635-en>

¹³⁰ OECD (2018). Taxing Energy Use 2018: Companion to the Taxing Energy Use Database. OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264289635-en>

3.1.5 מיסוי סביבתי של כלי רכב

תיאור האמצעי: הטלת מיסוי בשיעור משתנה על קנייתם ואחזקתם של כלי רכב, כתלות בסוג טכנולוגיית ההנעה ורמת פליטת המזהמים הישירה הנגרמת כתוצאה מהפעלתם.

מטרת האמצעי: מטרתו של השימוש במנגנון מס קנייה על כלי רכב תלוי שיקולים סביבתיים הינה הפנמת העלות החיצונית הסביבתית בעלות הישירה של הרכב, לשם השפעה על העדפת הצרכנים. יצירת קשר בין ההשלכות הסביבתיות הצפויות מהשימוש בכלי הרכב למשך חייו כפי שאמצעי זה מיועד לעשות, מכוונת ישירות כלפי מעמד הבחירה בדגם רכב חדש וקנייתו, אך משליכה גם על שוק כלי הרכב המשוּמשים.

גוף מיישם: השלטון המרכזי הוא זה שקובע את שיעור המס המוטל על קניית כלי רכב, אך ישנן מספר דוגמאות מהעולם בהן השלטון המקומי מעניק תמריצים כספיים ישירים לתושבים הרוכשים רכב מופחת פליטות, באופן המהווה בפועל סובסידיה.

יישום: בישראל מונהג משטר מיסוי קנייה הנחשב לפרוגרסיבי ביחס למקובל בעולם, המכונה "מיסוי ירוק". במנגנון זה רמת הבסיס של מס הקנייה עומדת על 83%, כאשר כלי רכב זכאים לזיכוי במס בהתאם לדירוג הזיהום אליו הם משתייכים מתוך 15 דרגות זיהום המשקללות את ערכם של גזי הפליטה העיקריים לכדי "ציון ירוק" (רכב נטול פליטות הינו בדרגה 1 עם ציון 0-50, ודרגה 15 היא כלי הרכב המזהם ביותר עם ציון 251 ומעלה)¹³¹. מוחרגים מכך הם כלי הרכב בהנעה היברידי (עד ציון ירוק 130), היברידי-נטענת וחשמלית הנתונים למיסוי מופחת בשיעור קבוע של 30%, 20% ו-10%, בהתאמה.

יש לציין, לעומת זאת, כי בישראל רכבים במשקל 3.5 טון ומעלה פטורים ממס קנייה וממע"מ, מלוא ההוצאות עליהם מוכרות לצורכי מס ושימוש בהם, כרכב צמוד, פטור מתשלום מס בגין שווי השימוש. מצב זה יוצר תמריץ לעסקים לרכוש כלי רכב גדולים, יקרים ומזהמים יותר, רובם ככולם מונעי דיזל, במקרים רבים מעבר לצורך העסקי האמיתי, ואשר חלק ניכר מהשימוש בהם נעשה גם לצרכים פרטיים.

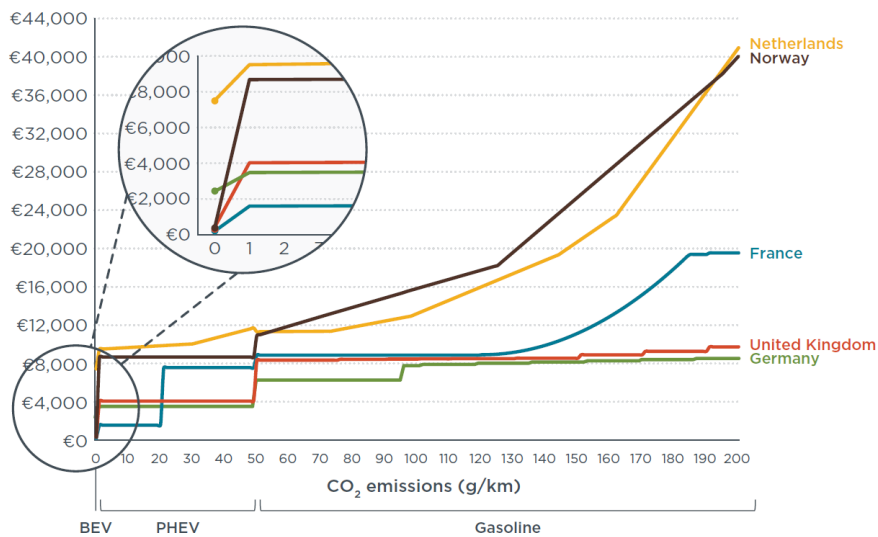
חוזקות האמצעי: יתרונו העיקרי של מיסוי קנייה סביבתי הוא ההשפעתו הישירה על מחיר הרכב ובכך על הבחירה של הצרכן אם לרכוש אותו. שיעור מיסוי משתנה מאותת לשוק – הן לצרכן והן למשווק הרכב – מהו מחירה של בחירה במוצר בעל השפעה סביבתית שלילית ומהי העדפת המדיניות בעניין. באופן יחסי קל לבדל בין כלי רכב ברמות זיהום אוויר שונות ולקבוע להם מדרגות או הטבות מס בהתאם. בנוסף, מס קנייה הינו פשוט מאוד לגבייה, ובאופן מעשי יכול להוון את העלויות החיצוניות הצפויות לאורך חיי הרכב במועד רכישתו.

מגבלות האמצעי: החסרון הבולט של מיסוי קנייה הוא היותו לא תלוי בהיקף השימוש ברכב בפועל. מנגנון של מס קנייה סביבתי לא מבטיח שיקוף אמין של פליטות המנוע, גם כאשר הרכב חדש ובמיוחד כאשר הוא מתיישן. בנוסף, מיסוי כזה עשוי לעודד תחלופת יתר ורכישה מואצת של כלי רכב חדשים כתוצאה מהתייעלות ברמת הפליטות. בפועל, מדיניות שיעור המס בהכרח מערבת גם שיקולים שאינם סביבתיים, ובכך חוטאת

¹³¹ משרד התחבורה (2018). חישוב דרגת זיהום אוויר לכלי רכב מסוג N1-M1 (עדכון מס 2 מיום 1.1.2018). https://www.gov.il/BlobFolder/generalpage/rules_for_electric_vehicles/he/AgafHaRechev_Yavu_Rechev_Yavu_Is_chi_Nohal_Yavu_Green-Score_018-2015.pdf

למטרה המקורית. לבסוף, היות ומיסי קנייה משפיעים ישירות על המחיר הסופי של הרכב, הם משפיעים גם על שירותים משלימים כגון ביטוח ומימון, שאינם רלוונטיים להיבט הסביבתי.

דוגמאות: בעוד שבגרמניה ובבריטניה אין פערים משמעותיים בשיעור המיסוי, הכולל מס קנייה ואגרת רישוי, בין כלי רכב ברמת זיהום גבוהה ובין אלו שברמת זיהום מופחתת, בהולנד ובנורבגיה (ובמידה מסוימת גם בצרפת) השינוי בשיעור המיסוי ביחס לשינוי ברמת הפליטות משמעותי בהרבה; בכל המדינות כלי רכב ללא פליטות הם בעלי שיעור המס הנמוך ביותר, כאשר הפער במיסוי בין כלי רכב אלו לכלי הרכב המזהמים ביותר בנורבגיה, הולנד וצרפת מגיע לעשרות אלפי אירו. יצוין כי במדינות שהוזכרו שיעור המיסוי מתייחס לפליטות פד"ח ולא בהכרח למזהמי אוויר מקומיים (ראה איור 13). בנוסף על מיסי הקנייה, במדינות אלו ובאחרות ננקטים אמצעי הטבות מיסוי נוספים בעבור כלי רכב מופחתי פליטות, לרבות סבסוד ישיר, פטור מלא או חלקי ממע"מ ופטור מאגרות רישוי (ראה נספח ד).



איור 13 - תשלומי מס בניכוי זיכויים בעבור כלי רכב פרטי ביחס לרמת פליטות פד"ח¹³²

¹³² ICCT (2018). Using vehicle taxation policy to lower transport emissions - an overview for passenger cars in Europe. International Council on Clean Transportation. <https://www.theicct.org/publications/using-vehicle-taxation-policy-lower-transport-emissions>

3.1.6 מיסוי ותגמול עובדים על השימוש בכלי רכב

תיאור האמצעי: הגבלת תמריצים לעובדים לשימוש ברכב פרטי, בין אם הינו רכב חברה או רכב פרטי המקנה לעובד החזר הוצאות מהחברה. זאת, על ידי זקיפת הערך המלא של השימוש ברכב חברה לצורכי מס הכנסה, לרבות היקף השימוש בו בפועל, ושינוי מבנה תגמול עובדים כך שיוסר החיוב להחזקת רכב פרטי לשם קבלת סבסוד כחלק מתנאי השכר.

מטרת האמצעי: יוממות של עובדים הינה חלק משמעותי מדפוסי הנסועה בציבור, רכבי חברה מהווים חלק ניכר מצי הרכב הכללי, ואף משפיעים על יתר שוק הרכב. מחקר שנערך בעבור הנציבות האירופית¹³³ מצא כי בבלגיה 67% מהשימוש ברכב חברה היה לצרכים פרטיים, ובהולנד שיעור זה עמד על 78%. מכאן נובעת חשיבותה של רגולציית המיסוי והתגמול של עובדים על השימוש בתחבורה בכלל וכלי רכב פרטיים בפרט. מנגנוני המס העוסקים ברכבי חברה ובהחזר הוצאות נסיעה משפיעים על התנהגות העובדים העושים בהם שימוש. תת-מיסוי עלול להוביל להשלכות שליליות ולעיוות המעודד צריכת יתר של תחבורה, במיוחד כאשר המיסוי בגין שימוש פרטי ברכב חברה אינו משתנה בהתאם להיקף השימוש בו. לראיה, הנסועה ברכב חברה, בישראל כמו גם בעולם, גבוהה משמעותית מזו של רכב פרטי.

מטרתו של מיסוי על שימוש ברכב חברה, הינה יצירת קשר ישיר בין היקף הנסועה לצרכים פרטיים לעלות למשתמש, כך שלא יוצר עיוות לפיו למוטב, כלומר למשתמש, ישנו תמריץ סמוי לעשות שימוש ברכב "ללא חשבון". ההטבה שבשימוש ברכב חברה נחלקת להטבת נסועה (שווי הדלק, תחזוקה ותיקונים) והטבת הון (שווי הרכב עצמו והפחת בערכו). הדגש באמצעי זה הוא לא רק מיסוי של שווי הטבת ההון, אלא כאמור גם ובעיקר על הטבת הנסועה. מיסוי הטבת ההון עשוי להשפיע בעיקר על החלטת העובד האם לקבל רכב חברה, ותת-מיסוי יכול להגדיל את ההעדפה לקבלו, ואף להעדיף רכב הגדול מעבר לצרכיו האמיתיים. עם זאת, ההשלכות של אי-מיסוי הן משמעותיות הרבה יותר, לאור כך שהוא יוצר עלות שולית אפסית לעובד לשימוש ברכב ולמעשה דוחף אותו לנסוע יותר. מצב זה אף עשוי להחריף במקרה בו רכב החברה מהווה חלופה לאמצעי תחבורה שאינו רכב פרטי.

גוף מיישם: אמצעי זה נתון לסמכותו של השלטון מרכזי, אך יישומו רלוונטי גם לשלטון המקומי וגם ליתר המעסיקים במשק.

יישום: במדינות שונות ישנן גישות שונות למיסוי רכב חברה, חלקן משלבות מיסוי הן של ההון והן של הנסועה (ראה טבלה 8). הגישה הרווחת הינה מיסוי לפי מחיר הרכב, כאשר בבלגיה ובבריטניה שיעורי המס משתנים בהתאמה לדירוג פליטות הפד"ח של הרכב (4%-18% ו-5%-35% בשנה, בהתאמה)¹³⁴.

¹³³ Næss-Schmidt, S. and M. Winiarczyk, Copenhagen Economics (2010). Company Car Taxation: Subsidies, Welfare and Environment, in European Commission, Taxation Papers – Company Car Taxation. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
http://ec.europa.eu/taxation_customs/resources/documents/taxation/gen_info/economic_analysis/tax_papers/taxation_paper_22_en.pdf

¹³⁴ OECD (2014). Personal Tax Treatment of Company Cars and Commuting Expenses: Estimating the Fiscal and Environmental Costs. OECD Taxation Working Papers No. 20. <https://www.oecd-ilibrary.org/taxation/personal->

טבלה 8 - סיווג גישות המיסוי לרכבי חברה במדינות שונות¹³⁵

| Taxed | | | | | | | | | Not taxed |
|-------------------|-----------------------|-------------------|-----------------|--------|-----------|--------------|---------------|----------|-----------|
| % of capital cost | | | Distance | | | Direct costs | | Lump sum | |
| Cost price | List price | Fair market value | Private | Deemed | Home-work | Private | Business | | |
| Australia* | Belgium | United States*+ | Canada+ | Italy | Germany*+ | Australia* | Austria* | Estonia* | Hungary |
| Austria* | Denmark | | Estonia* | | | France* | South Africa+ | Finland+ | Mexico |
| Canada+ | Finland+ ³ | | Finland+ | | | Germany* | | Sweden+ | |
| France* | Germany*+ | | Luxembourg | | | Japan | | | |
| Luxembourg | Iceland | | Sweden+ | | | Poland | | | |
| New Zealand | Netherlands | | United States*+ | | | | | | |
| Portugal | Norway | | | | | | | | |
| Slovakia | Sweden+ | | | | | | | | |
| Slovenia | United Kingdom | | | | | | | | |
| South Africa+ | | | | | | | | | |
| Spain | | | | | | | | | |
| Switzerland | | | | | | | | | |

חוזקות האמצעי: מיסוי מלא של שווי הטבת השימוש ברכב חברה מאפשר שיקוף אמיתי של עלויות השימוש בו לעובד. מנגנון מיסוי שכזה, כמו גם ביטול הסדר הוצאות בגין אחזקת רכב כתלות בבעלות על רכב, צפויים להשפיע באופן מעשי על שיקולי העובדים ועל דפוסי הנסועה שלהם באופן חיובי. שינויים אלו יתקנו את העיוות הקיים כיום ויסייעו להסיט חלק מהנסיעות לאמצעים יעילים יותר עבורם (בהיבט הכלכלי, וכתוצאה מכך גם בהיבט הסביבתי), כמו גם להפחית את השימוש ברכבי חברה, עד כדי מניעה מוחלטת במקרים מסוימים.

מגבלות האמצעי: רכבי חברה השתמשו במשק, כחלק מתנאי ההעסקה, כהטבה של המעסיקים לעובדיהם. גם החזר הוצאות אחזקת רכב הינו אמצעי מקובל במקומות עבודה רבים, בדגש על המגזר הציבורי, ובין היתר מעוגן בהסכמי העסקה קיבוציים. לפיכך, ניסיון לשינוי במצב הקיים צפוי להתקל בהתנגדותם של ועדי העובדים ובחוסר תמיכה גלויה מצד המעסיקים המתחרים על ליבם של העובדים החזקים במשק. מעבר לזאת, פגיעה לכאורה בתנאי הרכב שמקבלים עובדים עשויה להצטייר כפגיעה בעובדים בפריפריה שהינם בעלי גישות תחבורתית מוגבלת, תלויים בתחבורה ברכב פרטי ונדרשים לנסיעות יוממות ארוכות למקום עבודתם.

דוגמאות: מחקר שערך ה-OECD¹³⁶ על 28 מדינות חברות ושותפות לארגון, מעלה תמונה של תת-מיסוי חריף באופן גורף. ברוב המדינות, רק כמחצית מהטבת השימוש הפרטי ברכב חברה ממוסה, וכאשר המעסיק נושא בהוצאות הדלק, העובד המשתמש ברכב אינו נושא בהוצאות כלשהן בגין שימוש עודף לצרכים פרטיים. במדינות שנבדקו רק כ-20% משווי הטבת המרחק נזקף לצורכי מס, לעומת 60% מהטבת ההון. גם במדינות בהן נמדד היקף השימוש ברכב, נקבעה עלות קבועה לק"מ ללא התייחסות ליעילות הרכב. במדינות שנבחנו, בממוצע רק עד כ-50% מערכה של הטבת השימוש הפרטי ברכב חברה נזקפת כהכנסה לצורכי מס. למצב זה ישנן השלכות משמעותיות – הן ישירות והן עקיפות. על פי הערכה, העלות של תת-מיסוי רכבי חברה במדינות

[tax-treatment-of-company-cars-and-commuting-expenses_5jz14cg1s7vl-en](https://www.oecd.org/tax/tax-treatment-of-company-cars-and-commuting-expenses_5jz14cg1s7vl-en)

¹³⁵ ש.מ.

¹³⁶ OECD (2014). OECD Tax and Company Cars Policy Highlights. <https://www.scribd.com/document/239908809/OECD-Tax-and-Company-Cars-Policy-Highlights>

שנבחנו עמדה על סך כולל של 26.8 מיליארד אירו בשנת 2012 (כ-1,600 אירו לרכב בשנה) והעלויות החיצוניות של השימוש בכלי רכב אלו בדמות פליטות מזהמי אוויר, פליטת גז"ח, גודש ותאונות דרכים הסתכמו לכ-116 מיליארד אירו, דהיינו, עלות חברתית גבוהה בהרבה מגודל ההטבה שזכתה לה קבוצה מצומצמת (ראה איור 14).



איור 14 - השפעות כלכליות של תת-מיסוי של רכבי חברה¹³⁷

3.1.7 ניהול ציי רכב לשילוח סחורות

תיאור האמצעי: הגברת היעילות של תחבורה מסחרית והובלת מטענים - שיטות שונות להפחתת צריכת דלק ופליטות מזהמים וגז"ח מסקטור השילוח, ביניהן שיטות הקשורות ללוגיסטיקה, ניהול, התנהגות ורגולציה (הקטנת נפח תנועת הסחורות, מעבר לאמצעי תחבורה בעלי השפעות מופחתות, שיפור העמסת הרכבים) לצד פתרונות טכנולוגיים והנדסיים (העלאת היעילות האנרגטית, מעבר לאנרגיה נקייה).¹³⁸ McKinnon מצביע על מגמה של העדפת פתרונות טכנולוגיים על פתרונות שקשורים לניהול והתנהגות, אחת הסיבות לכך היא הקושי להעריך את השיפור בסוג הפתרונות השני, כולל מחסור בנתוני הבסיס.

מטרת האמצעי: תנועת סחורות באמצעות תחבורת כבישים צורכת כ-50% מהדיזל המיוצר בעולם ואחראית על 80% מהגידול בצריכת הדיזל מאז שנת 2000, כתוצאה מכך היא אחראית כיום לכ-35% מפליטות הפד"ח המיוחסות לתחבורה¹³⁹. על פי התחזיות, פעילות זאת תכפיל את עצמה עד לשנת 2050 ותהיה אחראית לכ-15% מהעלייה בפליטות הפד"ח¹⁴⁰. מטרתם של מגוון אמצעי המדיניות המפורטים בפרק זה – הקטנת תנועת רכבים מסחריים ורכבים כבדים וניהול מיטבי של שילוח סחורות על מנת להקטין השפעות שליליות של סקטור זה, כולל עומסי תנועה, שחיקת כבישים, זיהום אוויר ועוד.

חשוב לזכור כי מהלך כזה הינו, בראש ובראשונה, מהלך כלכלי לחברה המפעילה אותו ולכן, ייעול כזה יכול להוזיל משלוחים, אולם, יש להיזהר מאפקט הריבאונד – הורדת עלות המשלוחים עשויה להעלות את הביקוש ולהביא להגדלת נפח הפעילות בענף מה שיגביר שוב את צריכת האנרגיה וההשפעות הסביבתיות¹⁴¹.

גוף מיישם: שילוח סחורות הוא עסק מסחרי במהותו אשר נשלט על ידי חברות פרטיות והן אלה שמגדירות את אופי ואופן הפעילות. משלחים וספקי שרותי לוגיסטיקה יכולים להשפיע על פתרונות הקשורים לאופטימיזציה של שרשרת האספקה ושימוש באמצעי תחבורה מגוונים, חברות הובלה וספקי שרותי לוגיסטיקה אשר הם בעלי ציי רכב יכולים להשפיע על פעולות הקשורות להפעלת הרכבים. אסטרטגיות מסוימות יכולות להיות מיושמות על ידי חברה באופן עצמאי, אך אסטרטגיות אחרות יחייבו שיתוף פעולה בין הגורמים השונים.

יישום: הפחתת צריכת דלק ופליטות ניתן ליישם באמצעים מגוונים אשר נבדלים בטווח היישום (קצר, בינוני, ארוך), פוטנציאל היישום (גבוה, בינוני, נמוך) ובפוטנציאל ההשפעה. להלן פירוט אמצעים שונים¹⁴²:

¹³⁸ McKinnon, A. C., (2018), Decarbonizing logistics: Distributing goods in a low-carbon world, Kogan Page, London.

¹³⁹ IEA (2017), The Future of Trucks Implications for energy and the environment Second edition, Paris. Retrieved from www.iea.org/t&c/

¹⁴⁰ ITF (2018) "Towards Road Freight Decarbonisation Trends Measures and Policies", ITF (International Transport Forum) Policy Papers, OECD Publishing, Paris. https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/towards-road-freight-decarbonisation_0.pdf

¹⁴¹ Dimitropoulos, A., W. Oueslatii, and C. Sintek, (2016), The Rebound Effect in Road Transport: A Meta-analysis of Empirical Studies, (OECD Environment Working Papers No. 113). <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/8516ab3a-en>

¹⁴² SFC (2019). SMART FREIGHT SOLUTIONS MAP. Smart Freight Centre. www.smartfreightcentre.org/smart-freight-

1. רכבים ודלקים נקיים יותר:

- א. דלקים נקיים יותר – רכבים חשמליים רלוונטיים מאד לתחבורה עירונית, רכבים היברידיים לטווח נסיעה בינוני, וביודלקים ודלקים מבוססי גז טבעי ואף כבישים חשמליים יהיו בעלי התועלת הגבוהה ביותר בטווחי נסיעה ארוכים¹⁴³. הנעה באמצעות תאי דלק ומימן אופציונלית כתלות בשיטת ייצור המימן.
- ב. טכנולוגיות נקיות ויעילות יותר – כולל: שיפורים בצמיגים, גלגלי אלומיניום להקטנת משקל הרכב ופיזור החום, שיפור אווירודינמיות כלי הרכב. בנוסף, הפעלת טכנולוגיות להפחתת הפעלה בהילוך סרק, שימוש בתיבת הילוכים אוטומטית, צמיגות סיכה נמוכה ומערכת לסינון שמן.
- ג. רכבים יעילים – כולל: עידוד תוכניות ממשלתיות לחידוש ציים, שימוש ברכבים קלי משקל וכאלה בעלי קיבולת גבוהה ומשאיות אוטונומיות.
- ד. תחזוקת רכבים – מבטיחה בטיחות ואמינות הביצועים ומגדילה את יעילות צריכת הדלק.

2. יעול תנועת מטענים:

א. הפעלת רכבים

- מערכות ניהול תחבורה (טלמטיקה) – מערכות אשר עוקבות מרחוק אחר ביצועי הרכב והנהג ומאפשרות שיפור ביעילות ההפעלה, באמצעות סנכרון מידע, חיזוי והתראה (לדוגמה החברה החיפאית MOBI¹⁴⁴). ניתן ליישום גם בחברות השילוח עצמן וגם במערך העירוני.
- ניתוב – אופטימיזציה של מסלולי הובלה באמצעות שימוש ב-GPS, לשם מציאת נתיבים קצרים והמנעות מפקקי תנועה.
- תזמון מחדש – הסטת פעילות לוגיסטיקה ושילוח מעבר לשעות הפעילות הרגילות, כולל שעות הלילה.
- נהיגה יעילה – באמצעות פרקטיקות שונות, למשל, נהיגה במהירות קבועה (המקסימלית החוקית) והגבלת בלימות והאצות מהירות וחזקות, סגירת חלונות הרכב במהירויות גבוהות, מזעור השימוש במיזוג אוויר (למשל, באמצעות חניה בצל), הימנעות מעקיפות במהירויות גבוהות שלא לצורך, הימנעות מהשאת הרכב במצב סרק¹⁴⁵.
- בשל חסר במחויבות נהגים ליישום, יש לספק הכשרות לנושא וכן להעניק תמריצים כספיים כדי לשמר את הפרקטיקות הנרכשות.

[solutions-map](#)

¹⁴³ ITF (2018) "Towards Road Freight Decarbonisation Trends Measures and Policies", ITF (International Transport Forum) Policy Papers, OECD Publishing, Paris. https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/towards-road-freight-decarbonisation_0.pdf

¹⁴⁴ <https://www.mobilityinsight.net>

¹⁴⁵ IRU (2016). ECO-DRIVING SAFELY FOR TRUCKS Think economically and environmentally! <https://www.iru.org/sites/default/files/2016-01/en-ecodriving-truck.pdf>

- Platooning – נסיעת משאיות בטור עם רווחים קטנים ביניהן. מתאפשר באמצעות תקשורת בין הרכבים וטכנולוגיות אוטומציה. החסם המרכזי לפרקטיקה זאת הינו סוגיות ביטחון ובטיחות.
 - ב. אופטימיזצית העמסה: כולל התאמת גודל משאית למטען, שילוב מטענים (גודל ומשקל) והערמת משטחים.
 - ג. שיתוף רכבים באמצעות העמסה משותפת של מוצרים מקטגוריות שונות עם מאפייני משלוח דומים ו/או שימוש במשאיות חוזרות – אמצעי יעיל ביותר בסביבה לוגיסטית לא אופטימלית. כדי לנצל את הפוטנציאל נדרש שיתוף פעולה בין גורמים שונים וגמישות בזמני הובלה.
 - ד. ניהול מרכזי לוגיסטיקה ומחסנים – באמצעות תוכנות אשר תומכות בהפעלה השוטפת, כולל עיצוב/סידור החלל, קבלת והוצאת סחורה, מעקב אחר מלאי ובקרה. אמצעי זה מפחית את הפעלת הסרק של המשאיות, צורך בניתוב מחדש וכשלונות באספקת סחורה.
3. ייעול מערכות תחבורה:
- א. הסטה לעבר אפשרויות הובלה יעילות יותר, למשל: ממשאיות לרכבות, דוברות וטנדרים (משאיות צורכות עד פי עשר אנרגיה מאמצעים אלו¹⁴⁶).
 - ב. אופטימיזצית אמצעים שונים: סינכרוניזציה – מאפשר קבלת החלטות על אמצעי ההובלה והנתיב ברמת המשלוח הבודד. אמצעי משותף – הרחבת הפעילות הלוגיסטית בסביבה עירונית באמצעות מוניות, רכבי הסעות ציבוריות או גיוס אזרחים לשמש כשליחים בעזרת כלי הרכב שלהם וניהולם באמצעות פלטפורמה דיגיטלית (בדומה לשיתופי נסיעות).
 - ג. ארגון מחדש של רשתות האספקה – שיטות ויישומים שתכליתם שיפור הביצועים והיעילות של גישות ותהליכים בשרשרת אספקה.
 - ד. מרכזי קונסולידציה עירוניים – מרכזים אלו מאפשרים קיבוץ משלוחים של משלחים שונים לתוך משאית אחת לחלוקה באיזור גאוגרפי מסוים.
 - ה. מערכת לוגיסטית גלובלית משותפת ופתוחה (Physical internet), לצורך מימוש שיתוף פעולה מלא בין שולחים ומשלחים למקסום השימוש ברכבים.
- חוזקות האמצעי:** מארג נרחב של אמצעים להפחתה יעילה של פליטות מתחבורה ולשיפור איכות האוויר. ייעול מערך השינוע חוסך לחברה המפעילה עלויות - שכר עבודה, דלק, בלאי כלי רכב.
- חולשות האמצעי:** יישום התהליך תלוי בחברות מסחריות ולכן מתבצע בעקבות שיקולים כלכליים ורגולטיביים. היישום יכול להיות תלוי במחיר הנפט וכאשר המחיר יורד, התמריץ להתייעל פוחת.

¹⁴⁶ SFC (2019). SMART FREIGHT SOLUTIONS MAP. Smart Freight Centre. www.smartfreightcentre.org/smart-freight-solutions-map

דוגמאות:

אמריקה

- ניתוב תנועה: לדוגמא, חברת UPS פיתחה את מערכת (ORION On-Road Integrated Optimization) and Navigation). המערכת פועלת בארה"ב משנת 2013, ומ-2017 בכל העולם. בארבע שנות הפעלת המערכת (2013-2016) החברה חסכה עד 10 מיליון גלונים של דלק בשנה והפחיתה את פליטות הפד"ח ב-100,000 טון כך שהחיסכון השנתי הסתכם ב-300-400 מיליון דולר¹⁴⁷.
- תזמון מחדש של פעולות לוגיסטיקה: בפיילוטים שנערכו בערים ניו יורק, בוגוטה וסאו פאולו, נמצא שמעבר מלא למשלוחים בלילה יביא להפחתה של זיהום אוויר מקומי ב-45-67%¹⁴⁸. עם זאת יש סוגיה של רעש.
- העמסה משותפת: לדוגמא, חברת Excel Worldwide יצרה את קונספט הקמפוס – מתן מכלול שרותים להפחתת נסיעות מיותרות וייעול זרימת המוצרים לשוק – למגוון יצרנים אשר מתמקדים במוצרי צריכה והם בעלי אפיקי הפצה דומים. לחברה שבעה מרכזים בערים שונות בקנדה, ארה"ב ומקסיקו¹⁴⁹.

האיחוד האירופי

- בתחום הנהיגה היעילה: חברת Snaga הסלובנית השתתפה בפרויקט RECODRIVE והצליחה להשיג 4.2% חיסכון בדלק בזכות אמצעי זה¹⁵⁰. הכשרות שניתנו במסגרת פרויקט "30-BY-30" של ארגון ה-IRU (International Road Transport Union) בפולין ורומניה הצליחו להביא לחיסכון בדלק של 12% ו-9% בהתאמה¹⁵¹. שיטה זו נחשבת כשיטה יעילה, פשוטה ומהירה להפחתת פליטות.
- הסטה לאפשרויות הובלה יעילות / אמצעים משולבים - חברת השילוח הבריטית WEGO¹⁵² משלבת מספר אמצעים – שימוש ברכבות מהירות (גידול של 137% ב-2016), רכבים חשמליים ואופניים, מה שאפשר חסכון של 98 אלף ק"ג פליטות פד"ח ב-2016.
- Platooning - פרויקט SARTRE (Safe Road Trains for the Environment) של הנציבות האירופית בוחן ומקדם את הפרקטיקה הזאת.

¹⁴⁷ <https://www.ups.com/us/en/services/knowledge-center/article.page?kid=aa3710c2>

¹⁴⁸ Holguín-Veras, J., T. Encarnación, C. A. González-Calderón, J. Winebrake, C. Wang, S. Kyle, R. Garrido (2016). Direct impacts of off-hour deliveries on urban freight emissions, Transportation Research Part D. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.10.013>

¹⁴⁹ MTE (2001). Moving Goods in the New Economy A primer for urban decision makers. Moving The Economy and the Canadian Urban Institute. <https://www.advancedmobilityproject.com/cdn/cms/Moving-Goods.pdf>

¹⁵⁰ CIVITAS (2015). *Making Urban Freight Logistics More Sustainable*.

www.eltis.org/sites/eltis/files/trainingmaterials/civ_pol-an5_urban_web-1.pdf.

¹⁵¹ ITF (2018) "Towards Road Freight Decarbonisation Trends Measures and Policies", ITF (International Transport Forum) Policy Papers, OECD Publishing, Paris. https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/towards-road-freight-decarbonisation_0.pdf

¹⁵² <http://www.wegocouriers.co.uk/>

- סינכרוניזציה - ב-18 פרויקטי סינכרוניזציה שבוצעו בהולנד הושגה הפחתה של 15.7 אלף טונות פד"ח. דוגמאות: הפלטפורמה הטכנולוגית ALICE¹⁵³ וההאב הטכנולוגי IXOLUTION¹⁵⁴.
- בלונדון פועל מרכז קונסולידציה עירוני לחיבור בין סחורות: LCCC (The London Construction Consolidation Centre) אשר מדווח על שיפור של 95% בביצועי השילוח (החומרים הנכונים, למקום הנכון בזמן הנכון), 75% הפחתה של פליטות פד"ח, 6% הפחתה בנסיעות רכבים לאתר, 47% עלייה בפריזון האתר, 25% הפחתה של תאונות ופציעות וכן 15% הפחתה בפסולת¹⁵⁵.
- סימולציה למערכת לוגיסטית גלובלית נערכת במסגרת פרויקט SENSE של האיחוד האירופי¹⁵⁶.

¹⁵³ <https://www.synchronet.eu/community-social-media/alice/>

¹⁵⁴ <https://www.ixolution.com/>

¹⁵⁵ http://www.wilsonjames.co.uk/wp-content/uploads/2017/05/LCCC-Sales-Brochure_1.pdf

¹⁵⁶ <https://www.zlc.edu.es/projects/european/accelerating-the-path-towards-physical-internet/>

3.2 אמצעי מדיניות להסטת אופני התחבורה

3.2.1 ניהול נבון / ניהול חניה במרחב הציבורי

תיאור האמצעי: ניהול חניה ברחבי העיר מהווה מרכיב משמעותי בקביעת מספר כלי הרכב הנכנסים לעיר, שימושי הקרקע השונים, הנגישות התחבורתית ועוד. ניהול החניה רלוונטי לתושבי העיר ולבעלי העסקים בה כמו גם למבקרים בעיר למטרות עבודה או בילוי.

מטרת האמצעי: מגוון כלי מדיניות שנועדו להפחית חניית כלי רכב פרטיים בתוך העיר ולנהל באופן מיטבי את מקומות החניה הקיימים.

גוף מיישם: רשות מקומית, ובפרט רשויות התחבורה המקומיות/אזוריות.

יישום: מדיניות של ריסון ביקושים וניהול דרישות תחבורה הכוללת תמרוץ הפחתת השימוש ברכב פרטי לצד פיתוח אלטרנטיבות טובות וראויות¹⁵⁷.

- תמחור חניה מיטבי – חניונים לעומת שפת מדרכה, תושבים לעומת מבקרים, מחיר משתנה במשך שעות היום וחניה חכמה המנהלת בהתאם לביקוש והיצע. על פי מחקרים שנעשו בנושא, תפוסה של 85% מהווה ערך מיטבי¹⁵⁸.
- תקינה בנושא מינימום ומקסימום מקומות חניה ברחבי העיר בהתאם לבנייה החדשה ולזמינות תחב"צ באזור מסוים.
- ניהול מערך החניה בעיר – חלוקת העיר לאזורים, כאשר חלק משמעותי ממשאב החניה באזור בעיר שמור לתושבים בלבד (תמחור שנתי) והשאר משמש כחניה לטווח קצר בתשלום שעת.
- הרחקת תחנות מרכזיות ממרכז העיר ותכנון סמיכות בין תחנות מרכזיות למסופי "חנה וסע".
- ייקור מקומות חניה באזורי מסחר ותעסוקה אליהם יש גישה טובה בתחב"צ, תוך אספקת מידע לציבור על דרכי התניידות חלופיות.
- הגבלת מספר כללי של מקומות חניה, תיעדוף חניה לטווח קצר.

חוזקות האמצעי: הפחתת כניסת כלי רכב פרטיים לעיר - הסטת נסועה בכלי רכב פרטיים בתוך העיר לשימוש בתחב"צ, תחבורה שיתופית, לא ממונעת ועוד. הפחתת גודש וזיהום אוויר ופינוי משאב החניה בעיר לשימוש מושכל של התושבים.

מגבלות האמצעי: לשם ניהול חניה יעיל, יש צורך בניטור מתמשך של אחוזי תפוסת החניה ויעילות האמצעי באופן כללי וכן התאמת המחירים, האזורים והשעות בהתאם, על מנת להגיע לתוצאות איכותיות.

דוגמאות:

מקסיקו סיטי – העיר אימצה תקנים בינלאומיים להגבלת זיהום אוויר ב-2012 וב-2014. בחודשים הראשונים של 2016 נמדדו, באזור העיר רבתי, 115 ימים בהם ריכוז האוזון הגיע לרמות מסוכנות לבריאות הציבור¹⁵⁹.

¹⁵⁷ רובינשטיין י. שפרינצק ע., גוזלן ס. (2017). מדיניות החניה בערים מרכזיות, המרכז הבין תחומי הרצליה, יולי 2017.

¹⁵⁸ Shoup, D. (2017). *The high cost of free parking: Updated edition*. Routledge.

¹⁵⁹ <http://www.itsinternational.com/sections/nafta/features/mexico-city-seeks-solutions-to-improve-air-quality/>

בשנת 2017 פרסם ה-ITF מסמך¹⁶⁰ הסוקר את נושא זיהום האוויר במקסיקו סיטי ומפרט אסטרטגיות מדיניות להפחתתו: המלצה להמשך גביית תשלום על חניה לצד המדרכות בעיר, אך זאת כחלק מניהול יעיל של החניה בעיר – הפעלת תעריפים דיפרנציאליים כתלות במיקום מקום החניה והשעה ביום, במטרה לשקף את ערך מקום החניה בזמן נתון. על תכנון וניהול החניה בעיר להפחית היצע במרכזי בילוי ועסקים בהם קיימת נגישות לתחב"צ יעילה ואיכותית וכן גישה להתניידות לא ממונעת. לצד כל אלה, יש חשיבות לקידום אמצעים נוספים ומשלימים להפחתת עומסי תחבורה בעיר ולתמוך בפיתוח תחב"צ ואפשרויות אלטרנטיביות להתניידות ברחבי העיר.

אמסטרדם – כחלק מתוכנית הניידות 2030 וגישת העיר החכמה, אמסטרדם מקדמת יוזמות לניהול חניה חכם המסתמך על מידע on-line לגבי מצב התנועה ומקומות החניה בעיר¹⁶¹.

בפריז קיימת רשת תחבורה יעילה וטובה והרשויות מחויבות להתנהלות תחבורתית מקיימת. העיר פועלת להפחתת זיהום אוויר מתחבורה וזאת על ידי פיתוח ותמיכה במערכת התחב"צ וקידום ניידות לא ממונעת. בין יתר האמצעים, הרשות העירונית פועלת להגבלת חניה מעל פני השטח ברחבי העיר – בשנים 2003-2006, הפחיתה העיר את מספר מקומות החניה ברחובות בכ-9%¹⁶² והמירה כ-95% ממקומות החניה בחינם לחניה בתשלום. יחד עם אמצעים נוספים, השינוי הוביל להפחתה של 13% בנוסעת כלי רכב לקילומטר בתוך גבולות העיר.

¹⁶⁰ <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/air-pollution-mitigation-strategy-mexico-city.pdf>

¹⁶¹ <https://www.amsterdam.nl/en/policy/policy-traffic/>

¹⁶² <http://www.sootfreecities.eu/sootfreecities.eu/public/download/best-practice/parking-management.pdf>

3.2.2 יישום אזורי פליטה מופחתת ואזורים ללא פליטה

תיאור האמצעי: אזורי פליטה מופחתת (LEZ) ואזורים ללא פליטה (ZEZ) הם שטחים תחומים או כבישים מסוימים בתוך שטח עירוני, אליהם מוגבלת או אסורה לחלוטין כניסת כלי רכב מזהמים. רכב נוסע באזור פליטה מופחתת, מחויב לעמוד בתקני פליטה שנקבעו על ידי הרשויות, ובאזור ללא פליטה, אסורה כניסת כלי רכב מזהמים באופן מוחלט. תקני הפליטה לרכב מבוססים על הדרישות בייצור הרכב או על תקנים רשמיים של הרשויות.

מטרת האמצעי: אזורי פליטה מופחתת מוכרזים במטרה לשפר את איכות האוויר סביב השטח התחום ולסייע לרשויות לעמוד בתקני הזיהום המדינתיים/אזוריים. יישום האמצעי מעודד שמירת תחזוקת רכב תקינה, תחבורה לא ממונעת, כלי רכב חשמליים, היברידיים וירוקים ומפחית נסועת רכבי דיזל, וכן מעודד שינוי באופי צי הרכב העירוני.

גוף מיישם: רשות מקומית.

יישום: אזורי פליטה מופחתת מוחלים, באופנים שונים, במקומות רבים בעולם, כאשר אירופה מובילה עם מאות אזורים מופחתי פליטה ברחבי היבשת¹⁶³.

חוזקות האמצעי: הפחתת זיהום אוויר מתחבורה בתוך וסביב לאזור מופחת הפליטות. הפחתת נסועת כלי רכב מזהמים, בייחוד כלי רכב מסחריים וכבדים המונעים בדיזל, עידוד רכישת כלי רכב חדשים, קידום תחב"צ. אזורים מופחתי פליטה משפיעים לטובה גם על זיהום רעש, כיוון שכלי רכב חדשים יותר מרעישים פחות ומאותן סיבות, מגדילים גם את הבטיחות בכביש. בנוסף, להחלת אזורי פליטה מופחתת עלות ישירה נמוכה ליישום.

מגבלות האמצעי: החלשת פעילות העסקים בתוך אזור הגבלת הפליטות וכן התייקרות עלויות התחבורה הלוגיסטית לעסקים, דבר העלול להביא להגירה של בתי עסק אל מחוץ למרכז העיר. יש צורך ביצירת מנגנוני אכיפה על מנת שאמצעי המדיניות יהיה אפקטיבי.

דוגמאות:

ברלין, הוחל ב-2008 אזור מופחת פליטה¹⁶⁴ (Umweltzone) בעקבות פיתוח תוכנית אוויר נקי (Clean Air Plan)¹⁶⁵. מטרת המהלך הייתה הפחתת פליטות מכלי רכב המונעים בדיזל ועל פיו, רק כלי רכב העומדים בתקני Euro 3 הורשו לנסוע בתוך האזור התחום. ב-2010 עודכנו תקני הפליטה המגבילים ל-Euro 4, כך שהן תקפות לכל רכב המונע בדיזל וכן לכלי רכב מונעי בנזין שאינם מצוידים בממיר קטליטי (Euro 1 או שווה ערך). הגבלות הפליטה הינן בתוקף 24 שעות ו-7 ימים בשבוע. האכיפה מתבצעת על ידי המשטרה ונהג שעבר על החוק יישא בקנס של 40 אירו ונקודות עבירת תנועה לרעתו. מאז החלת האזור מופחת הפליטות, ריכוז החלקיקים הנשימים ירד ב-8%¹⁶⁶. מאז החלת השלב השני ב-2010, הושפעו מהגבלות כ-10% מציי כלי הרכב, כאשר

¹⁶³Holman, C., Harrison, R., & Querol, X. (2015). Review of the efficacy of low emission zones to improve urban air quality in European cities. Atmospheric Environment, 111, 161-169.

¹⁶⁴ <https://www.visitberlin.de/en/berlin-environmental-zone>

¹⁶⁵ https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/luft/luftreinhalteplan_2025/en/einleitung.shtml

¹⁶⁶ https://www.sutp.org/files/contents/documents/resources/E_Fact-Sheets-and-Policy-Briefs/GIZ_SUTP_FS_Low-Emission-Zones_EN.pdf

מספר כלי הרכב המזהמים ירד ב-50-80%. עד 2010, 25% ממכוניות הנוסעים המונעות בדיזל ו-18% מכלי הרכב הקלים והכבדים הושבחו.

כחלק מהקריטריונים להצלחת אמצעי המדיניות, נבדקה האפשרות להרחבת האזור ההתחלתי, כפי שאכן נעשה ב-2009, בעדכון הגבלת התקנים מ-Euro 3 ל-Euro 4. כמו כן נבחן האם הייתה מדיניות מקבילה של תמריצים ומה הם אמצעי המדיניות המשלימים שננקטו. תמריץ כספי ניתן לעידוד גריטת כלי רכב ישנים ומזהמים וכאמצעים משלימים יושמו מגבלות על מרחבי חניה בתוך העיר כולל החלת תשלום על חניה במקומות המוסדרים.

טבלה 9 מפרטת דוגמאות נוספות מהעולם להחלת אזורי מופחתי זיהום.

טבלה 9 - דוגמאות להחלת אזורי מופחתי זיהום

| מדינה/אזור | מגבלות LEZ |
|-------------------------------|---|
| אוסטריה - וינה | כלי רכב בעלי ארבעה גלגלים ומעלה המשמשים לנשיאת מטען, כולל משאיות קלות, ואשר עומדים בסטנדרט Euro 3 ומעלה מאושרים לכניסה. משאיות מעל 3.5 טון אינן מורשות כניסה ¹⁶⁷ . |
| בלגיה - בריסל | אינם מורשים להכנס כלי הרכב בעלי ארבעה גלגלים או יותר - רכבי דיזל, בסטנדרט Euro 2 ומטה ורכבי בנזין בסטנדרט Euro 1 ומטה ¹⁶⁸ . |
| מנהרת מונט-בלאן (איטליה/צרפת) | אין כניסה לכלי רכב כבדים אלא אן כן עומדים בסטנדרט Euro 3 ומעלה ¹⁶⁹ . |
| פורטוגל - ליסבון | לאזור 1 – מורשים להכנס כלי רכב שיוצרו לאחר שנת 2000 (בדרך כלל Euro 3), לאזור 2 – מורשים להכנס כלי רכב שיוצרו לאחר שנת 1996 (בדרך כלל Euro 2) ¹⁷⁰ . |

¹⁶⁷ <https://www.environmentalbadge.com/environmental-zone-vienna/>

¹⁶⁸ <https://www.lez.brussels/en/content/affected-vehicles>

¹⁶⁹ <http://urbanaccessregulations.eu/countries-mainmenu-147/france/mont-blanc-tunnel/293-countries>

¹⁷⁰ <http://urbanaccessregulations.eu/countries-mainmenu-147/portugal/lisbon>

תיאור האמצעי: אגרות גודש הן תשלום המושת על נהגים שמעוניינים לנהוג בתוך אזורים עמוסי תנועה במרכזי הערים בשעות התנועה הערה.

מטרת האמצעי: האגרות מוטלות במטרה להפחית עומסי תנועה במרכזי הערים, לצמצם את ביטול הזמן בפקקים וליצור "קופה" לקידום תחב"צ, ו/או כתוצאה מהצורך להפחית זיהום אוויר מתחבורה.

גוף מיישם: לרוב כלי זה מיושם על ידי השלטון המקומי, קרי, עיריות המעוניינות לקדם צעדים לקראת מטרות אלה.

יישום: אמצעי מדיניות זה מיושם במספר ערים גדולות בעולם ביניהן לונדון¹⁷¹, מילנו¹⁷², שטוקהולם¹⁷³ וסינגפור¹⁷⁴. המטרה הראשונית שבגינה יושמו אגרות הגודש משתנה בין עיר אחת לאחרת – אם במטרה להפחית גודש תנועה (לונדון) או להפחית את זיהום האוויר מתחבורה (מילנו). אופן היישום גם הוא משתנה ומותאם לכל מקום על ידי הרשויות העוסקות ביישום. גם אופן הקצאת הרווחים מגביית האגרות משתנה בין עיר לעיר ונע בין שיפור תשתיות תחב"צ ותשתיות תנועה כלליות בעיר לקידום אמצעים לשיפור הבטיחות בדרכים, ותמיכה ביוזמות לתחבורה ירוקה, תשתיות להתניידות לא ממונעת ונסיעות שיתופיות.

חוזקות האמצעי: הפחתת גודש, הפחתת זיהום אוויר, הקטנת ביטול זמן, יצירת קופה, קידום תחב"צ.

מגבלות האמצעי: עלייה יחסית בנסועת רכבי דיזל (אוטובוסים ומוניות) ועמם עלייה בריכוזי תחמוצות חנקן, אפקט ריבאונד (עלייה במהירות הנסיעה ועמה עלייה בפליטות).

דוגמאות:

לונדון היא אחת הערים הראשונות שהטמיעה, בנוסף לאגרת גודש, גם את האזורים מופחתי הפליטות, והמנגנון מתעדכן מעת לעת (בהתאם לתקנים ולפליטות מכלי הרכב), כמודגם בטבלה 10.

¹⁷¹ <https://tfl.gov.uk/modes/driving/congestion-charge>

¹⁷² <https://www.comune.milano.it/wps/portal/ist/it>

¹⁷³ <https://transportstyrelsen.se/vagtrafik>

¹⁷⁴ <https://www.lta.gov.sg/content/ltaweb/en.html>

| שנה | תיאור - גובה הקנס ועל מי מושט |
|-----------|--|
| 2003 | כל כלי הרכב מלבד אופניים, אופנועים ותחב"צ. התשלום עמד על כ-5 ליש"ט בשנת 2003, ועד ל-11.50 ליש"ט ב-2014. האגרה תקפה בתחומי ה-CCZ (Congestion Charge Zone), בין השעות 6:00-19:00. |
| 2008-2012 | כל כלי הרכב וכל חלקי העיר. אזור אכיפת הפליטה תחום ברחבי העיר לונדון ופעיל 24 שעות ביממה ושבעה ימים בשבוע. על פי אגרות ה-LEZ: כלי רכב מסחריים ומיניבוסים שאינם עומדים בתקני הפליטה על פי Euro 3 Diesel ישלמו 100 ליש"ט נוספים ביום לנסיעה באזור המוגבל. כלי רכב כבדים ואוטובוסים נדרשים לעמוד בתקני Euro 4 Diesel או לשלם 200 ליש"ט ליום. הופעל במטרה להתמודד עם זיהום מוגבר של תחמוצות חנקן. |
| 2017 | אגרת הרעילות – Toxicity Charge (T-Charge), בגובה 10 ליש"ט, נגבית מכלי רכב פרטיים, מיניבוסים, כלי רכב מסחריים, כלי רכב כבדים ואוטובוסים שאינם עומדים בתקני הפליטה Euro 4. האגרה תקפה בתחומי ה-CCZ, בימים שני עד שישי, בשעות 7:00-21:00. תוחלף לכשיכנסו אגרות אזור הפליטה האולטרה נמוכה - ULEZ (Ultra-Low Emission Zone). |
| 2018 | התשלום עבור נסיעה בתחומי ה-ULEZ עומד על 12.50 ליש"ט לכלי רכב קלים ופרטיים עד 3.5 טון ו-100 ליש"ט לכלי רכב כבדים שמשקלם מעל 3.5 טון ואוטובוסים מעל 5 טון. ULEZ מוחל בתחומי ה-CCZ, 24 שעות ביממה, שבעה ימים בשבוע ובכל ימות השנה. על כלי הרכב הנוסעים בתחומי ה-ULEZ לעמוד בתקני פליטה מחמירים או לשאת בתשלום על נסיעה בתחומי האזור המוגדר. ULEZ יחליף את CCZ. |
| 2020 | הפרלמנט הבריטי הכריז ב-2016 על זיהום האוויר בלונדון כעל מצב חירום לבריאות הציבור. על מנת להפחית פליטות מתחבורה נקבעו אגרות נוספות שיגבו החל מ-2020. |
| 2021 | באוקטובר 2021, ה-ULEZ במרכז לונדון יתרחב למקומות נוספים בעיר. |

¹⁷⁵ <https://tfl.gov.uk/>

¹⁷⁶ Green C. P., John. S. Heywood J. S. and Navarro M. (2018). "Did the London Congestion Charge Reduce Pollution?", The Department of Economics Lancaster University Management School.

¹⁷⁷ Carrington, D. (2016). "MPs: UK Air Pollution is a 'Public Health Emergency'," The Guardian, <https://www.theguardian.com/environment/2016/apr/27/uk-air-pollution-public-health-emergency-crisis-diesel-cars>

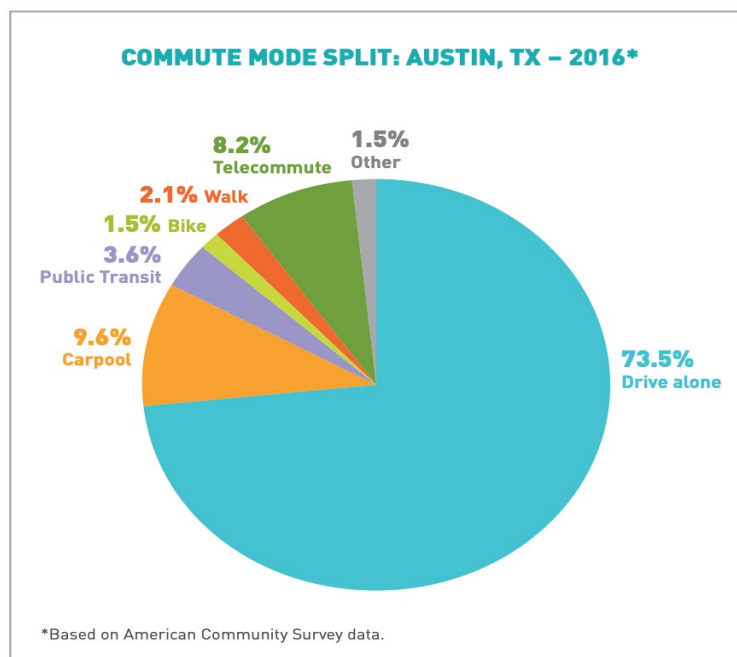
3.2.4 תמרוץ ניהול דרישת נסועה על ידי המעביד

תיאור האמצעי: שימוש בהסדרים המופעלים על ידי המעביד כדי להסיט נסועה בשעות הגודש באמצעות הפעלת מערך הסעות, אישור שעות עבודה גמישות ותגמול לנסיעות משותפות.

היבטים כלכליים של אמצעי זה פורטו בהרחבה בסעיף 3.1.6, אמצעי זה מתייחס להיבטים לוגיסטיים של המעביד, למשל, לאפשר חניה קרובה למשרדים למגיעים בנסיעה משותפת.

איור 15 מציג את התפלגות הנסיעות לעבודה בהתאם לסקר שנערך בשנת 2016 באוסטין, טקסס, והוא מצביע על כך שכמעט שלושה רבעים מהנוסעים לעבודה עושים זאת לבדם ברכבם.

ניהול דרישות תחבורה (Travel Demand Management – TDM) הוא אמצעי הכולל תוכניות שמשמשות כלי מדיניות להפחתת עומסי תחבורה בעיר. TDM הינו פתרון הכולל תמרוץ נהגים יחידים להתניידות בנסיעה משותפת, הגמשת שעות העבודה ועידוד עבודה מהבית. פתרונות אלו יכולים להיות מופעלים וולונטרית על ידי מעסיק או להדרש על ידי הרשויות באמצעות תקנות מתאימות.



איור 15 - התפלגות נסיעות לעבודה באוסטין טקסס¹⁷⁸

מטרת האמצעי: תמרוץ התניידות אל מקום העבודה בתחב"צ, בנסיעות משותפות מאורגנות, בשעות גמישות וכן עבודה מרחוק.

¹⁷⁸http://www.austintexas.gov/sites/default/files/files/Transportation/TDM_Explainer_Draft_Final_WebVersion.pdf

הפחתת נסועת כלי רכב פרטיים למרכזי העסקים בעיר, בייחוד כלי רכב המסיעים נהג בלבד, עם דגש על הפחתת נסועת כלי רכב בשעות העומס.

גוף מיישם: הממשלה ו/או הרשויות המקומיות שמתמרצות ו/או מחייבות את המעסיק לפעול.

יישום: הממשלה או השלטון המקומי מפעילים את כלי המדיניות במגוון דרכים – החל מהקצאת תקציבים לנושא שמועברים לחברות המיישמות עצמן, כולל פרסום תוכניות ומדריכים לשימוש המעסיקים ועד להתקנת תקנות תומכות בתוכנית (מס על מקומות חניה לעובדים למשל).

ניתן לנהל דרישות נסועה במספר אופנים:

- נסיעה משותפת – הקצאת מקומות חניה קבועים וקרובים למשרדים לכלי רכב המובילים מספר אנשים בנסיעה משותפת.
- ארגון הסעות מטעם העבודה.
- הגדרת סדרי עבודה, שעות עבודה ונהלים. מתן אפשרות לעבודה מהבית באופן חלקי או מלא, או גמישות בשעות ההגעה לעבודה וסיומה.
- הטבות כספיות על אי שימוש במקום החניה בעבודה.

חוזקות האמצעי: הפחתת נסועה – הקלה בגודש והפחתת זיהום האוויר. הסטת חלק מתנועת כלי הרכב משעות העומס לשעות אחרות או ביטול חלק מהנסיעות לגמרי. עידוד לשינוי הרגלים, כגון הסתמכות על תחב"צ במקום על רכב פרטי. שימוש מקיים בקרקעות.

מגבלות האמצעי: נדרש שיתוף פעולה יעיל ופורה בין הרשויות לבין חברות מסחריות והתגייסותן של החברות לפעול, על מנת שאמצעי המדיניות ישיג את מטרתו. אופן הפעולה צריך להיות מותאם לאופי הארגון ולצורכי העובדים בו ולהביא ערך מוסף לעובדים ולמעסיק עצמו.

שינוי נרחב בשעות עבודה עשוי להיות תלוי בשינוי במערכות נוספות כגון לוחות הזמנים בגנים ובתי הספר ובשעות פעילות של שירותים ציבוריים.

מתאים בעיקר לארגונים גדולים, יש צורך במחויבות מצד ההנהלה ובשיתוף פעולה בינה לבין העובדים ונציגיהם. על מנת ליישם את ניהול דרישת הנסועה צריכים להתקיים תנאים סביבתיים תומכים (היצע חניה מתאים, תחבורה איכותית, מסלולי אופניים וכו).

דוגמאות:

מדינת וושינגטון מפעילה תוכנית לניהול דרישת נסועה¹⁷⁹ (Commuter Trip Reduction – CTR), מטרת

התוכנית הפחתת גודש תנועה, זיהום אוויר וצריכת דלק.

על המעסיקים שלוקחים חלק בתוכנית להטמיע תוכניות לעידוד אלטרנטיבות לנהיגת נהג אחד ברכב לעבודה, כאשר הרשויות המקומיות, וועדות תכנון מקומיות ואזוריות, לוקחות חלק בהשקעת תקציבים וסיוע טכני ביישום התוכנית. על פי אתר מחלקת התחבורה של וושינגטון, על כל דולר שמשקיע משלם המיסים ביישום התוכנית,

¹⁷⁹ <http://www.wsdot.wa.gov/transit/ctr>

משקיעות החברות המסחריות הלוקחות בה חלק כ-18 דולר. התוכנית מיועדת ליישום במקומות עבודה המעסיקים 100 עובדים או יותר, המועסקים במשרה מלאה ונמצאים באזורים הסובלים מגודש תנועה.

בבריטניה ננקטות שיטות מגוונות לעידוד עובדים להגיע למקום העבודה בתחב"צ, כאשר חלק ממימון התוכנית על ידי הממשלה והרשויות המקומיות מועבר למעסיקים עצמם¹⁸⁰. מימון ממשלתי מיועד לתמרץ סבסוד תחב"צ לעובדים על ידי המעסיק. משרד התחבורה הבריטי מספק תמיכה למעסיקים באימוץ ויישום תוכניות לניהול דרישת נסועה על ידי פרסום מידע בנושא, למשל "המדריך לתכנון נסיעה"¹⁸¹, וכן הפעלת אתר אינטרנט שמספק השוואות בין נסיעה בתחב"צ לנסיעה ברכב פרטי.

בחינת ההצלחה של תוכניות לניהול דרישת נסועה על ידי המעסיק מורכבת, כיוון שקיים מגוון גדול מאוד של תוכניות שונות התלויות במאפייני הארגון ובתנאים הסביבתיים כמו גם באופן השתתפות הרשות הרלוונטית. בנוסף, יישום תוכניות כאלה נעשה בדרך כלל כחלק ממכלול גדול יותר של אמצעי מדיניות להפחתת נסועה ו/או עידוד נסיעה בתחב"צ.

¹⁸⁰ הכנסת – מרכז המחקר והמידע, עידוד עובדים לנסוע למקום העבודה בתחבורה ציבורית – סקירה משווה, 11 במרץ 2009

¹⁸¹ https://www.sustainabilityexchange.ac.uk/files/essential_guide_to_travel_planning.pdf

3.2.5 הגדלת מקדם מילוי רכב

תיאור האמצעי: על פי דו"ח שפורסם על ידי מוסד נאמן¹⁸² מקדם המילוי של כלי רכב, כלומר – המספר הממוצע של הנוסעים בכלי הרכב באזור מסוים ובטווח שעות מסוים, עומד על 1.2 בשעות העומס. על מנת להקטין את נסועות כלי הרכב בשעות הגודש, יש לעודד הגדלת מקדם המילוי וזאת באמצעות שילוב מספר אמצעי מדיניות, ביניהם:

- הרשאת נסיעת כלי רכב פרטי המכיל ארבעה נוסעים או יותר, בנת"צים, במידה ואין מניעה בטיחותית או מנהלתית לכך
- הפחתת סכום התשלום בכבישי אגרה לכלי רכב מרובי נוסעים (HOV)
- סלילת מסלולים ייעודיים חדשים או ייעוד מסלולים קיימים ל-HOV
- תמיכה וקידום יוזמות וטכנולוגיות לשיתוף כלי רכב ושיתוף נסיעות (ראה סעיף 2.4.2)

מטרת האמצעי: הקטנת גודש בכביש באמצעות עידוד הגדלת מקדם המילוי בכלי רכב פרטיים.

גוף מיישם: משרד תחבורה, תוך שיתוף פעולה עם הרשויות המקומיות.

יישום: מתן הרשאה לנסיעת HOV בנת"צים, כולל ניתוח על עודפי קיבולת והיתכנות בטיחותית של התרת נסיעה בהם ל-HOV. אכיפת מגבלת הנת"צ נאכפת באמצעים אלקטרוניים.

סלילה של נת"צים כחלק מהקמת כבישים חדשים נעשית כהמשך ישיר לתכנון תחבורתי מתאים עם בניית שכונות ואזורי תעשייה ו/או בילוי חדשים בעיר. סלילה או ייעוד נתיבים ל-HOV נעשית על ידי רשויות מקומיות במימון ואישור של רשויות התחבורה המדינתיות.

חוזקות האמצעי: עידוד שימוש מיטבי בדרך, קיצור משמעותי של זמן נסיעה עבור כמות גדולה של נוסעים, לעיתים באמצעות תשתית קיימת.

מגבלות האמצעי: יש צורך בשיתוף פעולה הדוק עם הרשות המקומית מתוך ראייה רחבת טווח. בנוסף, נדרשת אכיפה אפקטיבית באמצעות מצלמה או אמצעי רישום טכנולוגי אחר שיהווה ראייה קבילה למספר הנוסעים ברכב.

דוגמאות:

מכון התחבורה באוניברסיטת Texas A&M פרסם ב-2002 מחקר על יעילות נתיבי HOV בדאלאס, טקסס¹⁸³. על פי המחקר, הפעלת מערך נתיבי ה-HOV שנבדק הביא לעלייה של כ-8-12% במקדם המילוי של כלי הרכב הנוסעים בכבישים אלה. מהירות הנסיעה שנרשמה בנתיבי ה-HOV הייתה גבוהה מאשר בנתיבים הרגילים והחיסכון בזמן הנסיעה למסלול נע בין 3 ל-13 דקות וזאת בעוד מהירות נסיעת כלי הרכב בנתיבים הרגילים נשארה כפי שהייתה או הוצאה גם היא.

¹⁸² <https://www.neaman.org.il/Undoing-the-Gordian-Knot-a-transportation-roadmap-for-the-short-run>

¹⁸³ Skowronek, D. A., Ranft, S. E., & Cothron, A. S. (2002). *An evaluation of Dallas area HOV lanes, year 2002* (Vol. 4961, No. 2). Texas Transportation Institute, Texas A & M University System.

אולם, מחקר מקיף על יעילות נתיבי HOV בארה"ב, שפורסם ב-2018 קובע כי יעילות הנתיבים איננה חד משמעית¹⁸⁴. באופן תאורטי, נתיבי HOV מגדילים את מקדם המילוי בכלי הרכב הנוסעים בכביש ולכן מפחיתים את הגודש בדרך. אולם, זמני נסיעה קצרים יותר מעודדים אנשים רבים יותר לנהוג בכל נתיבי הכביש ולכן יכולים בטווח הארוך לגרום לאפקט ריבאונד שיגדיל את הנסועה בכביש. המחקר בדק השפעה ממוצעת של HOV על נסועת מיילים לרכב (VMT) ברחבי ארה"ב בין השנים 1978-2009, ומסקנותיו הן כי נסועת המיילים לרכב בכבישים אלה לא קטנה בהכרח לטווח הארוך בגלל אפקט הריבאונד, באופן שמנוגד למטרת הקמת רשת הנתיבים ולהנחות יעילותם כפי שבאות לידי ביטוי ב-Clean Air Act¹⁸⁵. במקרים רבים, כך על פי המחקר, בכביש בו נסלל נתיב נוסף ייעודי ל-HOV, מספר כלי הרכב עולה אך גם מהירות נסיעתם. לכן, נתיבי HOV עשויים לסייע, באזור הסמוך לכביש, בהפחתה קצרת טווח של תחמוצות חנקן, שפליטתן היא תוצאה של נסועת כלי רכב התקועים בגודשי תנועה. אך בטווח הארוך, יעילות אמצעי המדיניות תלויה בהגדלת הנסועה בכביש כתוצאה מאפקט הריבאונד.

¹⁸⁴ http://ses.wsu.edu/wp-content/uploads/2018/04/Shewmake_HOVonVMT_WSU.pdf

¹⁸⁵ <https://www.epa.gov/clean-air-act-overview>

3.3 אמצעי מדיניות לשיפור פליטות מכלי רכב

3.3.1 מעקב אחר עמידה בתקן מינימלי מחייב לכל רכבי הכביש

תיאור האמצעי: קביעת תקן מינימלי מחייב לכל רכבי הכביש ומפת דרכים, כולל לוחות זמנים, לבדיקת עמידה בתקן באמצעות טסט שנתי משודרג ומעקב אחר אמינות אמצעי הבקרה הטכנולוגיים לאורך זמן. למשל, עבור תחמוצות חנקן, פליטות של מכוניות בנזין באיחוד האירופי ירדו באופן משמעותי, בניגוד לפליטות ממכוניות דיזל שלא השתפרו בהתאם למצופה בעת פרסום התקנים (ראה איור 16).

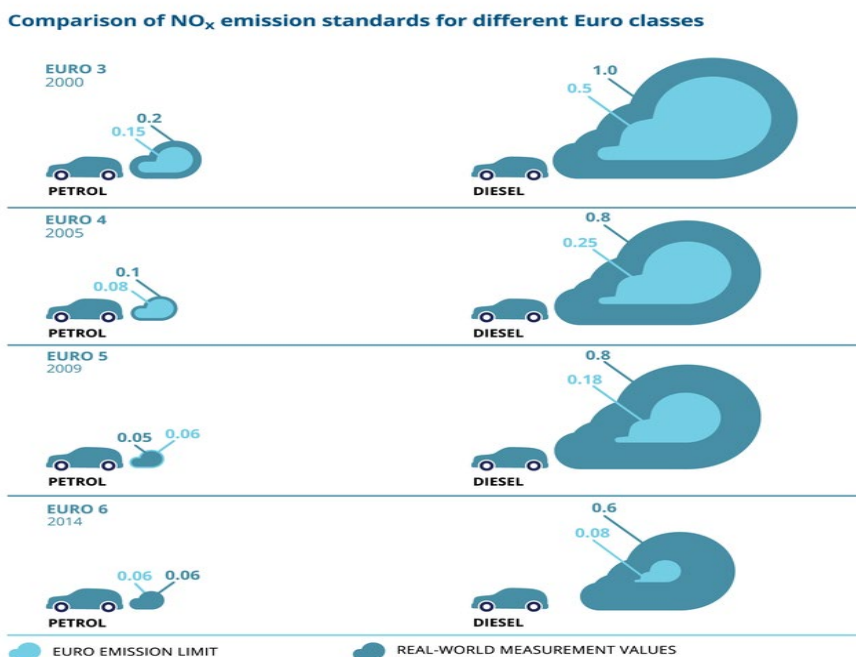
מטרות האמצעי:

- קביעת ציר זמן לאימוץ תקני פליטה עבור כלי רכב קלים וכבדים, כולל אמצעי מעקב על אמינות הטכנולוגיות המותקנות בכלי רכב,

- שדרוג המעקב ובקרה של ביצועי כלי הרכב בתנאי כביש בהשוואה לתקן הנקוב.

גוף מיישם: שלטון מרכזי.

יישום: פרסום תקנות פליטה מחייבות לכלי רכב קלים, מסחריים וכבדים המופעלים במגוון דלקים, כולל שדרוג הבקרה שכלי הרכב המיובאים עומדים בתקנות הייצור בהתאם לנדרש על ידי המדינות שהן יצרניות כלי רכב.



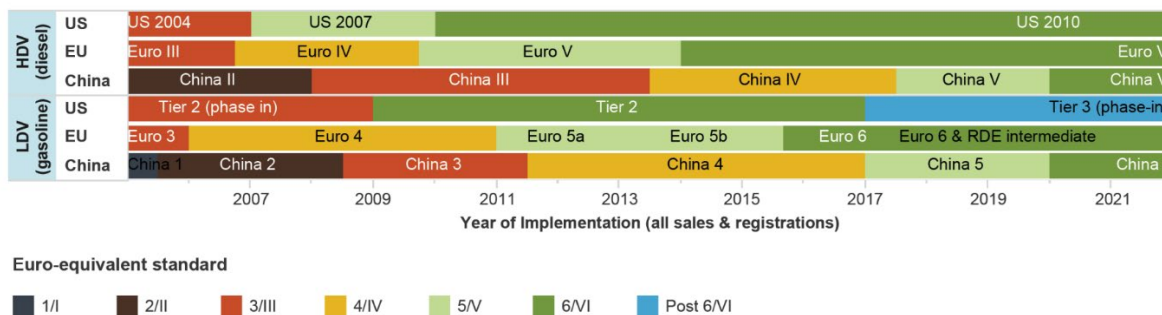
איור 16 - השוואת תקני פליטות תחמוצות חנקן לפליטות אמיתיות ברכבי בנזין ודיזל¹⁸⁶

דוגמאות: בעשור האחרון, מדינות רבות, הידקו את תקני הפליטה של כלי הרכב בצורה משמעותית. באפריל 2016 החלה סין ליישם את שלב מספר חמש של תקני הפליטות הלאומיים של כלי רכב חדשים (סין 5) באזורים

¹⁸⁶ <https://www.eea.europa.eu/media/infographics/comparison-of-nox-emission-standards>

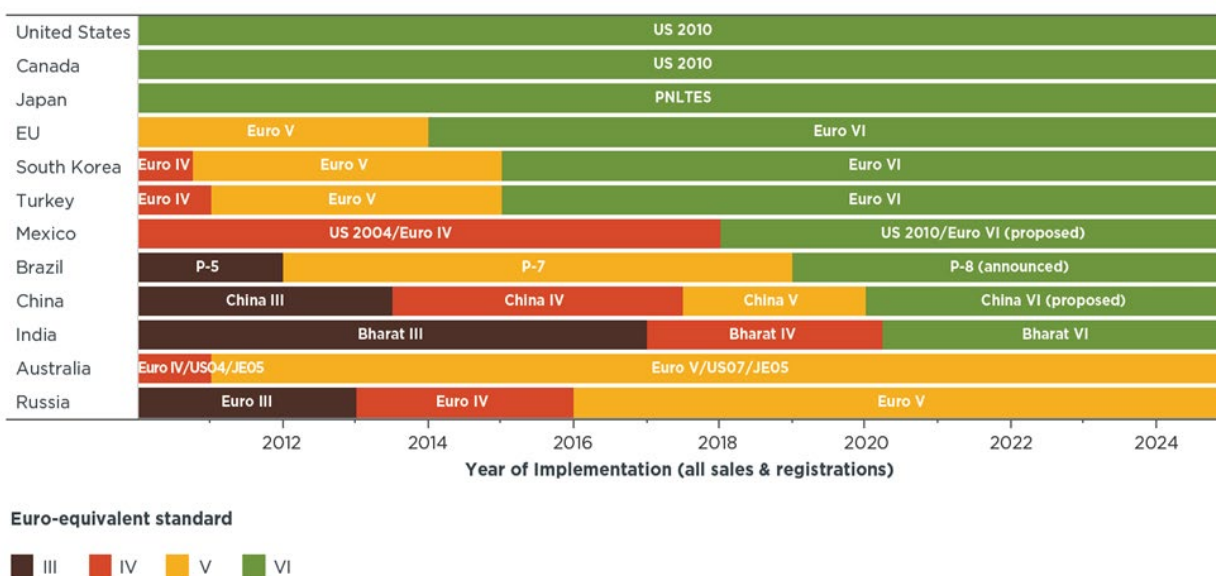
מרכזיים, ותקן סין 6 עבור כלי רכב כבדים שפורסם ביוני 2018¹⁸⁷. איור 17 מציג השוואה בין חדירת התקנים החדשים בסין לעומת תקנים אירופיים ואמריקאיים.

ציר הזמן שהוכרז לאחרונה עבור יישום תקן סין 6 יאיץ את חדירת הדרישות המחמירות ביותר של הפחתת פליטות, וכן טכנולוגיות מתקדמות לבקרת פליטות. מהלך זה יועיל לסין לצמצם את הפער בין הסטנדרטים הקיימים בסין לבין אלו של ארה"ב והאיחוד האירופי.



איור 17 - ציר הזמן לאימוץ תקני פליטה עבור כלי רכב קלים וכבדים¹⁸⁸

איור 18 מציג השוואה של ציר הזמן להחלת תקני פליטה לכלי רכב כבדים במספר מדינות. חלק מהנתונים באיור מבוססים על הצהרת כוונות של המדינות ולא על תקנות סופיות.



איור 18 - ציר הזמן להחלת תקני פליטה עבור כלי רכב כבדים במדינות שונות¹⁸⁹

¹⁸⁷ Ministry of Ecology and Environment (2018), "Limits and measurement methods for emissions from diesel-fueled heavy-duty vehicles (China VI)", June 28, 2018;

http://kjs.mep.gov.cn/hjbhzbz/bzwb/dqjhbh/dqdywrwpfbz/201807/t20180703_445995.shtml

¹⁸⁸ ICCT (2016). "China's latest step forward on vehicle emissions regulation", July 11, 2016;

<https://www.theicct.org/blogs/staff/latest-step-forward-on-china-vehicle-emissions-regulation>

¹⁸⁹ ICCT (2018), "China's Stage VI Emissions Standards for Heavy-Duty Vehicles (final rule)", Policy Update, July 2018

3.3.2 הדממת מנועים (Idling)

תיאור האמצעי: הדממה מבוקרת של מנועים לשם הפחתת צריכת דלק התורמת להפחתת פליטות גז"ח, חלקיקים נשימים ותחמוצות חנקן. אמצעי מדיניות זה מיועד עבור כלי רכב כבדים המונעים בדיזל בעת עצירת הרכב למשך למעלה מ-5 דקות. התקינה ליישום אמצעי זה מכירה בעובדה שישנם מצבים יוצאים מן הכלל שבה לא ניתן להדמים את המנוע, כגון בתנאי כפור קיצוני שעשוי להזיק למנוע הרכב. מחקרים מראים שהמשך פעולת המנוע בעת עצירה (10 שניות לרכב פרטי ו-30 שניות לרכב בינוני וכבד) יגרום ליותר פליטות מאשר הדממת המנוע והתנעה מחודשת. הדממת מנועים אינה גורעת מביצועי הרכב.

אמצעי זה נשען גם על פתרונות הטכנולוגיים לשיפור פליטות המאפשרים הדממת מנועים. ההדממה מתבצעת אוטומטית בכלי רכב פרטיים בעלי התקן "עצור-התחל" או בעלי הנעה היברידית¹⁹⁰. עבור כלי רכב כבדים ובינוניים המונעים בדיזל יש צורך, בתנאים מסוימים, להעזר בהתקן טכנולוגי נוסף המספק כוח עזר למערכות קירור ואוורור בעת הדממת המנוע. חלופות טכנולוגיות עשויות להפחית פליטות ב-95% לעומת צריכת הדלק בהילוך סרק.

יחידות כוח עזר מספקות לנהגים אפשרות לבקרת אקלים ולהפעלת מכשירים חשמליים בזמן שהרכב אינו בנסיעה והמנועים מודממים. ישנם היום הרבה התקנים המתאימים לשימושים שונים והם מופעלים באמצעות מכל דיזל נפרד, סוללות או על ידי הטענה חשמלית כאשר היא זמינה בחניון שבו הרכב שוהה¹⁹¹.

מטרות האמצעי:

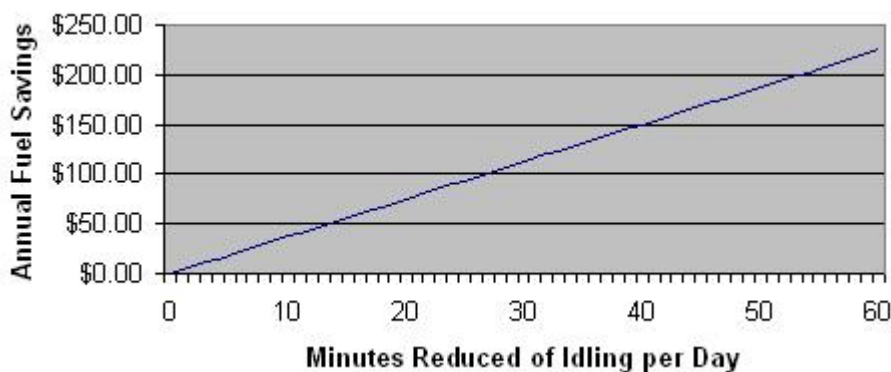
- שיפור איכות האוויר בסביבת הרכב העומד
- חיסכון בדלק
- צמצום בלאי המנוע

גוף מיישם: שלטון מרכזי בשיתוף עם איגוד המובילים וחברות האוטובוסים להובלת תלמידים ותיירים.
חוזקות של האמצעי: פשוט ליישום בתנאי טמפרטורה ממוצעת. השפעה מיידית על הפחתת זיהום האוויר והרעש הנלווה להפעלת כלי רכב בהילוך סרק.

איור 19 מציג את השפעת הפחתת משך העמידה בהילוך סרק עבור אוטובוסים להסעת ילדים על החיסכון בעלויות הדלק השנתיות.

¹⁹⁰ U.S. DOE (2015). Energy Efficiency and Renewable Energy, "Idling Reduction for Personal Vehicles", DOE/CHO-AC-06CH11357-1502, May 2015

¹⁹¹ U.S. DOE (2015). Energy Efficiency and Renewable Energy, "Long-Haul Truck Idling Burns Up Profits", DOE/CHO-AC02-06CH11357-1503, August 2015



איור 19 - חיסכון שנתי בעלות הדלק כתוצאה ממשך הדממת המנוע באוטובוסים¹⁹²

מגבלות האמצעי: נדרשים אמצעים טכנולוגיים להדממת מנוע כאשר נדרשת שמירה על פעולת אביזרי הרכב כגון מיזוג אוויר או קישור אינטרנטי. קשה לאכוף אמצעי זה והוא מצריך מבצעי הסברה והדרכה לנהגים על הצורך ביישום האמצעי.

דוגמאות:

קליפורניה הייתה המדינה הראשונה בארה"ב לחוקק חובת הדממת מנועים לאחר עצירה של 5 דקות. הקנס המינימלי הוא 300 דולר על עבירה ראשונה, כאשר עבור הפרות חוזרות יהיה קנס של 1,000-10,000 דולר. בכמה מהערים בקליפורניה יש הגבלות חריפות יותר. בסקרמנטו, הקנסות נעים בין 100 ל-25,000 דולר לכל הפרה.

במדינת ניו יורק ישנה חקיקה הדורשת הדממת מנועים כאשר עוצרים רכב כבד למעלה מחמש דקות. הקנס על עבירה זו הוא 500 ועד ל-18,000 דולר. החריגות מאיסור זה כוללות:

- הרכב תקוע בפקק
- העצירה היא למטרות תחזוקה
- הרכב מניע מכשור עזר, כגון, מערביל בטון
- הרכב מעורב במצב חירום
- משאית דיזל הפועלת בטמפרטורה של 25°F (-5°C) יותר משעתיים

הסוכנות האמריקאית להגנת הסביבה פרסמה קובץ מידע על תקנות הדממת מנועים במדינות ארה"ב¹⁹³. איור 20 מציג את המדינות בארה"ב בהן קיימת חובה להדממת מנועים.

¹⁹² <http://hollistonreporter.com/article/9845/idling-law-goes-unnoticed.html>

¹⁹³ EPA (2006), Compilation of State, County, and Local Anti-Idling Regulations, Office of Transportation and Air Quality, EPA420-B-06-004, April 2006



איור 20 - מפת חובת הדממת המנועים בארה"ב¹⁹⁴

בריסל (בלגיה) נכנס לתוקף בחודש מרץ 2019 חוק חדש המאפשר למשטרה לקנוס מיידית נהגים שמשאירים את המנועים שלהם פועלים בעת חניה – גובה הקנס: 130 אירו. לעומת זאת **בצרפת** קיימת חקיקה יותר מחמירה כבר משנת 1963¹⁹⁵. הכוללת קנס קבוע של 135 אירו, אשר עשוי להיות מופחת ל-90 אירו או לעלות ל-375 אירו, או אפילו להגיעה לרמה מרתיעה של 750 אירו, בהתאם למקרה הספציפי וכמה זמן לוקח לשלם את הקנס¹⁹⁶.

¹⁹⁴ <https://etruckloads.com/state-truck-idle-laws>

¹⁹⁵ <https://www.thelocal.fr/20190304/switch-off-your-motor-leaving-your-engine-idling-is-illegal-in-france>

¹⁹⁶ נוסח משולב מיום 10 באפריל 2019, צו מס 12 מנובמבר 1963 הנוגע לאדים המופקים על ידי כלי רכב מנועיים (Arrêté du 12 novembre 1963 relatif aux fumées produites par les véhicules automobiles);

<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT00000625718&fastPos=5&fastReqId=93860199&categorieLien=cid&oldAction=rechTexte>

3.3.3 שדרוג מערך הבקרה והתחזוקה של כלי רכב

תיאור האמצעי: הקמת מערך של מעקב ובקרה על ביצועי המערכות הטכנולוגיות בכלי הרכב המיועדים להפחית פליטות על מנת להבטיח את פעולתם התקינה.

מטרת האמצעי: שימור יכולת ההתקנים הטכנולוגיים בכלי רכב לפעול בהתאם למדדים שהוצגו בעת אישורם הראשוני לעלות על הכביש תוך עמידה בתקן פליטה אירופי או אמריקאי בהתאמה.

הגוף המיישם: רשות ממשלתית בשיתוף עם יבואני כלי הרכב.

יישום:

- שדרוג מערך הטסט השנתי כך שיכלול גם בדיקות של פליטת מזהמים מכלי רכב במצב סטטי ודינאמי עבור גזים נקובים כגון: פחמן חד-חמצני, תחמוצות חנקן, פחמימנים וחלקיקים.
- פרישת מערכת תחנות ניידות לבדיקה מדגמית של פליטות אמת בתנאי כביש.

דוגמאות:

בארה"ב, ברמה הפדרלית, מיושמים מספר שלבים לבקרה מקיפה של פליטות מכלי רכב:

- בדיקת הפליטות הצפויות וקבלת אישור פדרלי בעת התכנון והעיצוב של מודלים חדשים של כלי רכב,
- בדיקת פליטות מדגמית של כלי רכב חדשים במסלול מוגדר בדינמומטר בטרם עליית מודל חדש על הכביש,
- חובת המדינות להעביר תקנות לעריכת מבדקים תקופתיים (סטט) המבוצעים בעת רישוי שנתי (או העברת בעלות על הרכב) על ידי בעל הרכב לבדיקת תקינות המערכות,
- בדיקות מעקב לאמינות המערכות בעת השימוש, המבוצעות על ידי הסוכנות להגנת הסביבה כל 30,000 מייל (50,000 ק"מ) בממוצע¹⁹⁷.

במדינת טקסס, כמו במדינות אחרות בארה"ב, בדיקת הרכב השנתית כוללת איפיון הפליטות על ידי שלוש שיטות מדידה¹⁹⁸:

1. סימולציה של האצה – בדיקת פליטות רכב עבור תחמוצות חנקן, פחמן חד-חמצני, פד"ח ופחמימנים דורשת שימוש בדינמומטר לסימולציה של הרכב בזמן שהוא נע ומאיץ (מתאימה לכלי רכב שיוצרו אחרי 1995),

¹⁹⁷ U.S.EPA, "Basic Information about the Emission Standards Reference Guide for On-road and Nonroad Vehicles and Engines", <https://www.epa.gov/emission-standards-reference-guide/basic-information-about-emission-standards-reference-guide-road>

¹⁹⁸ Texas Council of Environmental Quality, "Descriptions of the types of vehicle emissions inspections and certified emissions testing analyzers in use in Texas by area" <https://www.tceq.texas.gov/airquality/mobilesource/vim/testing.html#asm>

2. מערכת אבחון מובנית (On Board Diagnostics - OBD) – ערכת מחשב, המותקנת ברכב על ידי היצרן, אשר עוקבת אחר הביצועים של ציוד בקרת הפליטות, מערכת מדידת הדלק ומערכת ההצתה. מערכת זו מזהה תקלה או הידרדרות בביצוע רכיבים שיגרמו לרכב לא לעמוד בתקני פליטות,
3. בדיקה בשתי מהירויות של הילוך סרק – שיטה המתאימה לבדיקת פליטות של כלי רכב עבור פחמן חד-חמצני, פד"ח ופחמימנים, עבור כלי רכב שיוצרו לפני 1995. הבדיקה מתבצעת בשתי מהירויות של הילוך סרק, מהירות גבוהה (2,200-2,800 סל"ד) ומהירות נמוכה (1,200-350 סל"ד).
- האיחוד האירופי** עדכן את הדירקטיבה שלו בדבר בדיקות תקופתיות של כלי רכב מנועיים¹⁹⁹. הדירקטיבה אמורה להיות מיושמת על ידי כל אחת ממדינות האיחוד בהתאם לתנאים הבאים:
- בקרת כלי הרכב תבוצע במרווחי זמן התואמים, או קצרים יותר, מאלה הנקובים בדירקטיבה,
 - כל מדינה תקבע מרווח זמן מתאים לביצוע בקרה של כלי רכב דו-מנועיים שנפח המנוע שלהם גדול מ-125 סמ"ק,
 - ללא התחשבות בתאריך של ביצוע מבדק הבקרה האחרון, יש לבצע בדיקה מחודשת באם הרכב היה בתאונה, בעת החלפת בעלות, או באם הרכב צבר 160,000 ק"מ.
- בדיקת ריכוז הגזים מהמפלט עבור כלי רכב העומדים בתקנים עד ל-Euro 5, תבוצע באמצעות מכשיר אנליזה חיצוני התואם בביצועיו את המכשור לאבחון מובנה המותקן ברכב. לכלי רכב העומדים בתקן Euro 6 ניתן לקרוא את נתוני הפליטה מהמכשור לאבחון מובנה בהתאם להוראות היצרן.

¹⁹⁹ EU, Directive 2014/45/EU of the European Parliament and of the Council of 3 April 2014 on "periodic roadworthiness tests for motor vehicles and their trailers" and repealing Directive 2009/40/EC.

3.3.4 תקן מחייב לאיכות דלקים משווקים

תיאור האמצעי: אמצעי זה מורכב ממכלול צעדים לקידום החדרה ואכיפת השיווק של דלקים נקיים יותר לתחבורה. צעדים אלה כוללים עדכון התקנים המחייבים לאיכות בנזין, דיזל וגט"ד לתחבורה, כולל נדיפות הדלקים שבשימוש בקיץ ובחורף. אמצעי זה כולל גם קביעת נהלים מחייבים למהילת דלקים פוסיליים בפרקציות ביולוגיות ממקורות מתחדשים, ושיטות אכיפה לוודא היישום.

מטרות האמצעי: שיפור איכות הדלקים לשם שדרוג תהליכי הבעירה הפנימית בכלי הרכב, מזעור הפליטות הנלוות והגברת הנצילות האנרגטית:

- הגבלת הריכוז של יסודות קורט, כגון, גופרית בבנזין ובדיזל הגורם להרעלת מערכות קטליטיות להפחתת זיהום אוויר ולסתימת מסנני חלקיקים המותקנים במפלט,
- הגבלת הריכוז הממוצע והמקסימלי של חומרים אורגניים נדיפים התורמים להתאיידות ולפליטה של תרכובות רעילות, כגון: בנזן, פורמאלדהיד, אצטאלדהיד, 1,3-בוטהדיאן, אקראולין ונפטאלן.
- הגברת החדירה של דלקים חלופיים המבוססים על מקורות מתחדשים מביומסה, פסולות ואצות.

גוף מיישם: היישום נתון בידי רשויות ממשלתיות והוא כולל אסטרטגיות יישום שונות ושיתופי פעולה בהתאם.

יישום:

- יש להעריך באם שינויי תקן של איכות דלקים יצריכו שינויים מבניים בבתי הזיקוק אשר ידרשו תקציבים נוספים בכדי להבטיח את יכולתם לייצר את הדלקים הנקיים בהתאם לתקנים החדשים.
- יש למפות את התשתיות הנדרשות להספקת הדלקים הנקיים בכדי למנוע החדרת מזהמים בצנרת ההובלה, באחסנה ובפריקה בתחנות התדלוק.
- יש לקבוע נהלים מחייבים לתכיפות הדגימות ואתרי בדיקת איכות הדלקים המשווקים, כולל דיווחים מפורטים ואימות הדיווחים על ידי צד שלישי. ניתן לבדוק מדגמית בשער בתי הזיקוק או ביציאה מחוות מכלי האחסון לפני ההסעה לתחנות התדלוק.
- יש לשקול קביעת תקנים לאומיים נוספים, כגון: תקן עבור הפחתת העצימות הפחמנית של דלקים משווקים (Low Carbon Fuel Standard), ותקן עבור אחוז מחייב של דלקים ממקורות מתחדשים (Renewable Fuel Standard).

חוזקות האמצעי: מבוסס על נהלים קיימים. מצריך אינטגרציה של נתונים חדשים לפיתוח תיקונים לתקנים מחייבים האמורים להפחית מיידית את זיהום האוויר מתחבורה.

מגבלות האמצעי: עלות שינוי תהליכי ייצור ושיווק דלקים ופרק הזמן הדרוש לאימוץ תקנים משודרגים, כולל הזמן הנדרש ליישום מערכת אכיפה אפקטיבית.

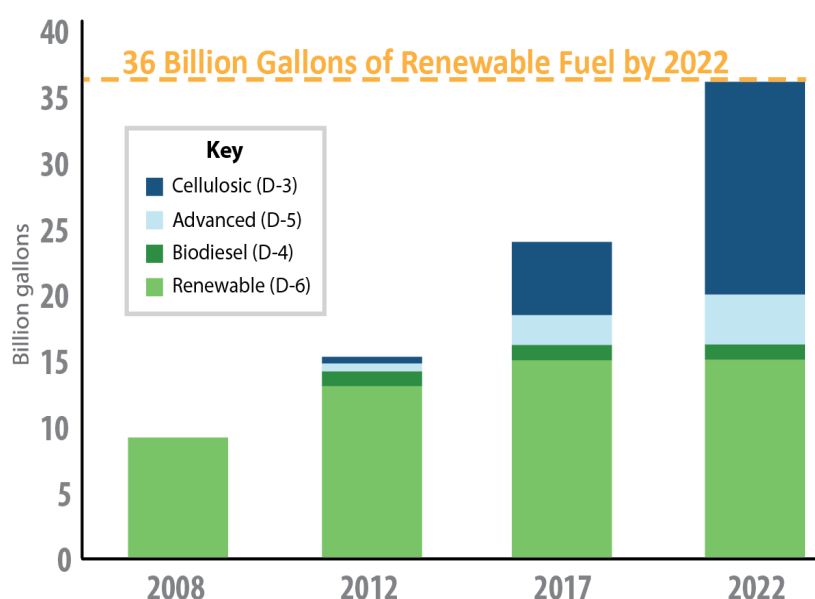
דוגמאות:

באיחוד אירופי צפוי כי דלקים חלופיים ימלאו תפקיד בולט יותר בעשור הבא, לנוכח היעדים של האיחוד האירופי להחזיר למגזר התחבורה תחליפי דלקים ממקורות מתחדשים תוך הפחתת השימוש בדלקים פוסיליים. עם זאת, כיום תחליפי הדלקים אינם אטרקטיביים עבור צרכנים פרטיים ועסקים, ואין סימני שוק ברורים לגבי הפוטנציאל של דלקים חלופיים שונים. לדוגמה, כלי רכב המונעים בדלקים חלופיים מייצגים רק 3.4% של צי

הרכב האירופי בשנת 2012 בעוד שהשימוש בדלקים חלופיים עבור כלי רכב כבדים הוא זניח²⁰⁰. האיחוד האירופי ממנף מספר יוזמות ודירקטיבות להגברת השימוש בדלקים נקיים באירופה²⁰¹.

נספח ג מציג נתונים השוואתיים של פליטות גז"ח והנצילות האנרגטית של דלקים חלופיים שונים.

בארה"ב דלקים חלופיים מוחדרים לשוק האמריקאי בהתאם לחקיקה הדורשת ייצור של כמות מסוימת של דלקים ביולוגיים ואחרים הידועה בשם "סטנדרט לדלקים ממקורות מתחדשים"²⁰². זוהי מדיניות לאומית הדורשת מבתי הזיקוק לייצר ולשווק כמות מסוימת של דלקים ממקורות מתחדשים אשר יחליפו את הדלקים הפוסיליים המשמשים לתחבורה, להסקה או לתעופה. איור 21 מציג את התפלגות סוגי הדלקים החלופיים השונים עד לשנת 2022, בכדי להגיע למטרה של ייצור 36 מיליארד גלון (136 מיליארד ליטרים) של דלקים ממקורות מתחדשים בהתאם לחקיקה.



איור 21 - התפלגות סוגי הדלקים החלופיים השונים בהתאם לחקיקה בארה"ב²⁰³

סוגי תחליפי הדלקים בחקיקה בארה"ב:

- דיזל המיוצר מביומסה הגורם להפחתה של 50% בפליטות גז"ח,
- בידודלקים המופקים מחומרים צלולוזיים, כגון: צלולוזה, המי-צלולוזה וליגנין, ואשר אמורים להביא להפחתה של 60% גז"ח מכל מחזור החיים של הדלק,

²⁰⁰ EC (2015), "State of the Art on Alternative Fuels Transport Systems in the European Union", final report, COWI, July 2015

²⁰¹ EC (2016), "Alternative fuels for sustainable mobility in Europe", updated January 2019; https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/cpt_en

²⁰² Renewable Fuel Standard (RFS): <https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program/overview-renewable-fuel-standard>

²⁰³ https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/congressional_volume_target-02_0.png

- ביודלקים מתקדמים היכולים להיות מופקים מכל ביומסה המותרת על ידי הרגולטור, פרט לעמילן תירס, בתנאי שהיא גורמת להפחתת 50% מפליטות גז"ח,
- דלקים ממקורות מתחדשים, כגון: אתנול (כולל גם הפקה מתירס) הגורמים להפחתה של לפחות 20% מפליטת גז"ח.

3.3.5 תמיכה בתשתיות לדלקים חלופיים

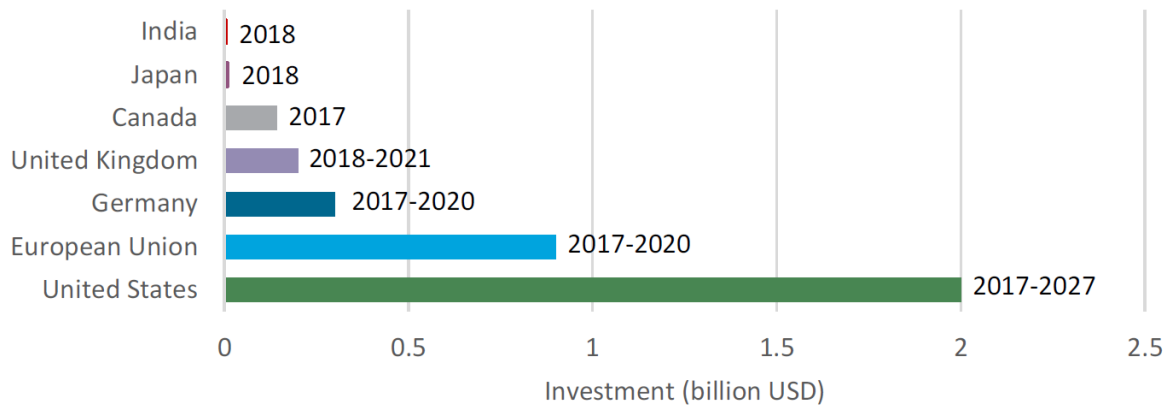
תיאור האמצעי: מתן תמיכה כלכלית בדמות מענקים, תמריצים, ערבויות, הלוואות, הטבות מס וכיו"ב לפרישה והקמה של תשתיות לתחליפים לדלקים מבוססי נפט – לרבות גז טבעי (דחוס או מונזל), חשמל ומימן, כאשר תמיכות אלו לרוב מתמקדות במקטע החלוקה של שרשרת האספקה, דהיינו, לתחנות הניפוק.

מטרת האמצעי: מאחר ורובה המוחלט של התחבורה כיום מתבססת על צריכת דלקים מבוססי נפט, לדלקים אלו – בנזין, דיזל, גפ"מ, דס"ל – ישנו יתרון קטגורי על החלופות האחרות בדמות המצאותן של תשתיות תדלוק בהיקף ובכיסוי גאוגרפי משמעותיים, הכוללות מערכי יבוא, ייצור, אחסנה, הולכה, הפצה וניפוק לצרכנים בתחנות דלק בפרישה רחבה. לשם כניסה לשוק של כלי רכב המונעים בהנעה חליפית, נדרשת זמינות של תשתיות תומכות לאספקת האנרגיה להנעתם; מנגד, על מנת לאפשר היתכנות כלכלית לתשתיות אלו, יש צורך במסה קריטית של כלי רכב אשר יצרו ביקוש ויניעו את הפעילות המסחרית בשוק. בעיה זו, המכונה "הביצה והתרנגולת", מהווה כשל שוק ובו פתרון, הנושא יתרונות משקיים, לא יכול להתממש בשל העדר ודאות סימולטנית, הן באשר לביקוש והן באשר להיצע, בצד יתרון תחרותי מובהק לפתרון הקיים הנובע מעלויות שקועות והרגל צרכני. לפיכך, מטרתה של תמיכה בתשתיות להזנת אמצעי הנעה חלופיים הינה לשבור את המעגל ולהוריד חלק מרמת הסיכון שעל בעלי העניין בשוק לקחת על עצמם לנוכח אי-הוודאות, בבואם להקים פעילות מסחרית בתחום.

גוף מיישם: ניתן ליישום הן על ידי השלטון המרכזי, הן בשלטון המקומי והן אצל מעסיקים המעוניינים לקדם אגנדה ארגונית בנושא. בהתאם למבנה שוק האנרגיה, יכולה הממשלה, ברמה הלאומית, להוות קטליזטור ליצירת בסיס ראשוני לשוק ולתשתיות, הן מול יתר המגזר הציבורי והן מול המגזר הפרטי. השלטון המקומי יכול גם הוא להיות גורם מעודד, תומך ואף יוזם בפרישת תשתיות ציבוריות במרחב שבתחום שיפוטו, ולתמוך ו/או לחייב את המגזר הפרטי, לרבות תושבים ובתי עסק, לפרוש תשתיות פרטיות. מעסיקים ובעלי נכסים יכולים לבחור לתמוך וליזום פרישת תשתיות טעינה ותדלוק לרווחת העובדים והדיירים בנכס, כמו גם מתוך כוונה לייצר פעילות עסקית נוספת כתוצאה מכך.

יישום: ברמה העולמית, התמיכה הרחבה ביותר בתשתיות לדלקים חלופיים ניתנת לתשתיות טעינה לכלי רכב חשמליים. דוגמאות לכך כוללות את סין, בה מתוכננת פרישה של 12,000 תחנות להחלפת סוללות ו-500,000 עמדות טעינה ציבוריות עד שנת 2020, תוך נקיטה בדיפרנציאציה גאוגרפית על בסיס שיעורי החדירה המקומיים; הנציבות האירופית דרשה ממשלות מדינות האיחוד לקבוע יעדי פרישת תשתיות טעינה לשנים 2020, 2025 ו-2030; במדינת קליפורניה נקבעה החלטה להשקיע 900 מיליון דולר בפרישתן של 250,000 נקודות טעינה, מתוכן 10,000 נקודות טעינה מהירה, עד לשנת 2025²⁰⁴. בעוד ששיעור התמיכה הישירה לתשתיות טעינה (בניגוד לתמריצים חלקיים ועקיפים יותר) הניתן במדינות השונות נמצא בירידה, מספר המדינות בהן ישנם תמריצים לכך גדל משמעותית בשנים האחרונות, וכך גם סך התקציבים המוקצים לכך (ראה איור 22).

²⁰⁴ IEA (2018). *Global EV Outlook 2018: Towards cross-modal electrification*. International Energy Agency / OECD.



איור 22 - השקעות בפיתוח תשתיות לכלי רכב חשמליים שהוכרזו לאחרונה²⁰⁵

חוזקות האמצעי: מעבר לשבירת מעגל "הביצה והתרנגולת" וגישור על כשלי שוק, אחד היתרונות החשובים של תמיכה בתשתיות הינו הניראות הציבורית - פרישת תשתיות במרחב יוצרת חשיפה לציבור הרחב וביטוי מוחשי, הלכה למעשה, למדיניות תומכת. חוזקה נוספת של אמצעי זה נמצאת ביכולת למנף מימון ציבורי על ידי הון פרטי ובכך להכפיל את ההשפעה של השקעות אלו, שהן לרוב מתאפיינות בעלויות ניכרות.

מגבלות האמצעי: מתן תמיכה לפרישת תשתיות עלול ליצור תלות של השוק בתמיכות לשם המשך צמיחה והתרחבות של הפרישה, עד כדי קיפאון כתוצאה מהפסקת התמיכה, גם במקרה של מתווה נסיגה עם אופק ידוע מראש. בעייתיות נוספת עולה כאשר התמיכה ניתנת לפתרון בטכנולוגיה מסוימת ומהווה העדפה והכוונה לא תחרותית של השוק כלפי נתיב הנבחר באופן מלאכותי. יתרה מכך, מתן תמיכה לתשתית בטכנולוגיה מסוימת יוצר גם אפליה באותו הענף בין תשתיות קיימות לאלו העתידיות. אתגר נוסף הינו ריבוי בעלי עניין המעורבים בהקמת תשתיות ובהפעלתן, מצב העשוי להוביל להתנגשויות של אינטרסים ו/או קושי לקיים שיתופי פעולה אפקטיביים.

דוגמאות:

בבריטניה, במסגרת תוכנית לאומית אסטרטגית להפחתת פליטות מתחבורה²⁰⁶ נקבע יעד-על לפיתוח תשתיות לכלי רכב חשמליים מהטובות בעולם. לשם השגת יעד זה תוכננה סדרת אמצעי מדיניות תומכים:

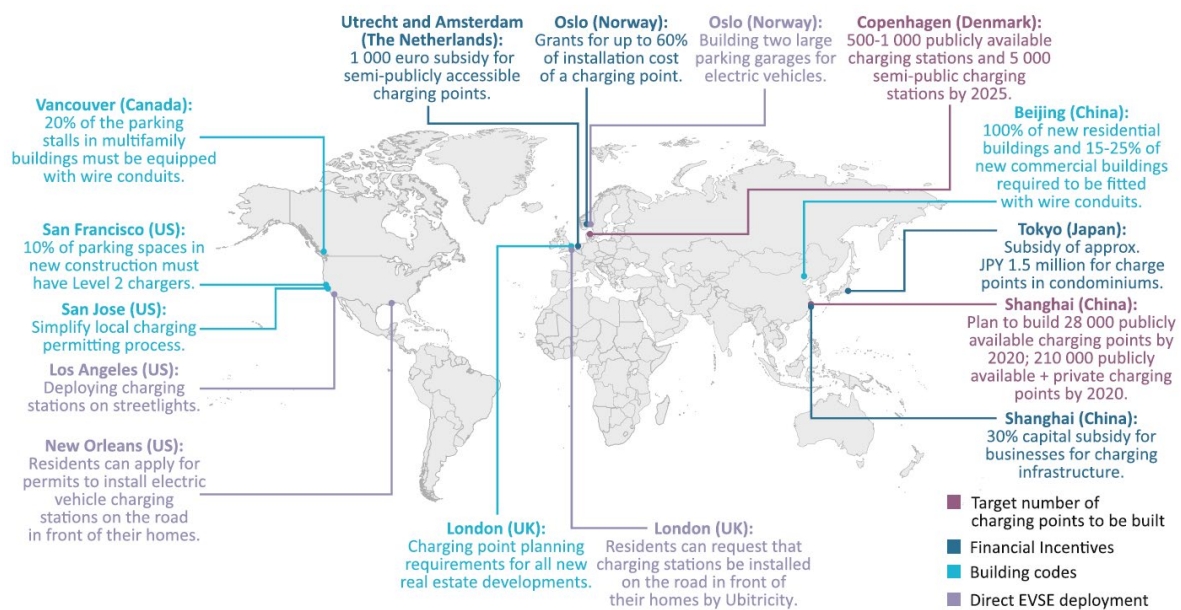
- הקמת קרן השקעות בתשתיות טעינה שתנוהל על ידי גורם במגזר הפרטי ותגיע להיקף כולל של 400 מיליון ליש"ט, מחציתם בהשקעה ממשלתית והיתר מהון פרטי,
- רגולציה מחייבת לפרישת עמדות טעינה במתחמי נוחות בכבישים המהירים ובתחנות דלק גדולות,
- החלת אחידות בנגישות לעמדות ציבוריות,

²⁰⁵ ש.ם.

²⁰⁶ DfT (2018). *The Road to Zero: Next steps towards cleaner road transport and delivering our Industrial Strategy*, Department for Transport, London.

- דרישה לשקיפות מידע לציבור,
- חיוב ביצוע הכנה לעמדות טעינה בבנייה חדשה,
- שילוב של נקודות טעינה בעמודי תאורת רחוב חדשים,
- המשך תמיכה בהתקנת עמדות טעינה ביתיות ובמקומות עבודה,
- הסדרת טעינה בבנייני מגורים עם חניות משותפות,
- השקעה בעמדות טעינה ציבוריות באזורי מגורים,
- הטמעת תשתיות טעינה במדיניות של מוסדות תכנון אזוריים ומקומיים,
- תמיכה במו"פ של פתרונות טעינה,
- השקת כוח משימה המשלב בין תעשיות הרכב והאנרגיה במטרה להיערך להתמודדות עם העלייה הצפויה בביקוש לחשמל.

לרשויות מקומיות, מתקוק השפעתן על שימושי הקרקע במרחב והסדרי החניה בשטחן, ישנה חשיבות רבה ביישום בפועל של תשתיות לדלקים חלופיים, תוך התאמה למאפייניהן הייחודיים הבאים לידי ביטוי בין היתר בדפוסי התחבורה, הגאוגרפיה המקומית, אופי הבינוי, צרכי התושבים ועוד. ישנן דוגמאות רבות לערים ראשיות בעולם שגיבשו כלי מדיניות מקומיים לקידום פרישת תשתיות טעינה לכלי רכב חשמליים, לרבות קביעת יעדים, מתן תמריצים, גיבוש תקנות והשקעות ישירות (ראה איור 23).



איור 23 - אמצעי מדיניות לתמיכה בפרישת תשתיות טעינה בערים ראשיות בעולם²⁰⁷

²⁰⁷ IEA (2018). Global EV Outlook 2018: Towards cross-modal electrification. International Energy Agency / OECD.

3.3.6 סבסוד אוטובוסים מונעי תחליפי דלקים ו/או שלפחות עומדים בתקינת Euro 6

תיאור האמצעי: אוטובוסים עירוניים מהווים כ-1% מצי כלי הרכב העולמי, אולם הם תורמים כ-25% מכלל הפליטות של חומר חלקיקי²⁰⁸. אוטובוסים המבוססים על טכנולוגיות דיזל ישנות מאופיינים על ידי פליטות גבוהות של חומר חלקיקי ותחמוצות חנקן. פליטת חומר חלקיקי, שבחלקו הגדול הינו פחמן שחור, תורמת להידרדרות איכות האוויר ומונעת השגה של מטרות הפחתת פליטות במסגרת המאבק בשינויי האקלים. בכדי להביא להפחתת זיהום אוויר מאוטובוסים עירוניים יש לחייב מימון וסבסוד רכש של אוטובוסים מעוטי פליטה, כולל הערכה אינטגרטיבית של כלל העלויות, כולל עלויות בסיסיות של רכש האוטובוסים, דלקים רלוונטיים, תחזוקה ועלויות חיצוניות כתוצאה מהשפעת הפליטות על זיהום האוויר.

מטרות האמצעי:

- קידום מתווה להחלפת ציי האוטובוסים הישנים המונעים בדיזל באוטובוסים חדישים מעוטי פליטה המונעים בגז טבעי או דלקים חלופיים אחרים, העומדים לפחות בתקן Euro 6,
 - יישום גריטה של האוטובוסים הישנים שהוחלפו.
- גוף מיישם:** שלטון מרכזי בשיתוף הערים וחברות האוטובוסים.
- יישום:** על הגופים הרלוונטיים לפתח מתווה עם תקציבים מתאימים ולוח זמנים מפורט להחדרת אוטובוסים ללא פיח בציים העירוניים. על המתווה להבטיח תיעודף של ציי אוטובוסים המשמשים להסעת תלמידים ולתחב"צ. הצעדים המתבקשים ליישום כוללים:
- התחייבות של גופי ממשל הממונים על רכש אוטובוסים,
 - הגדרת טכנולוגיות, תשתיות נדרשות, אסטרטגיה תפעולית ועלות,
 - רכישת אוטובוסים ופרישת תשתיות העומדות בקנה אחד עם המטרה,
 - הכנסה לשירות של האוטובוסים והתשתיות הדרושות.

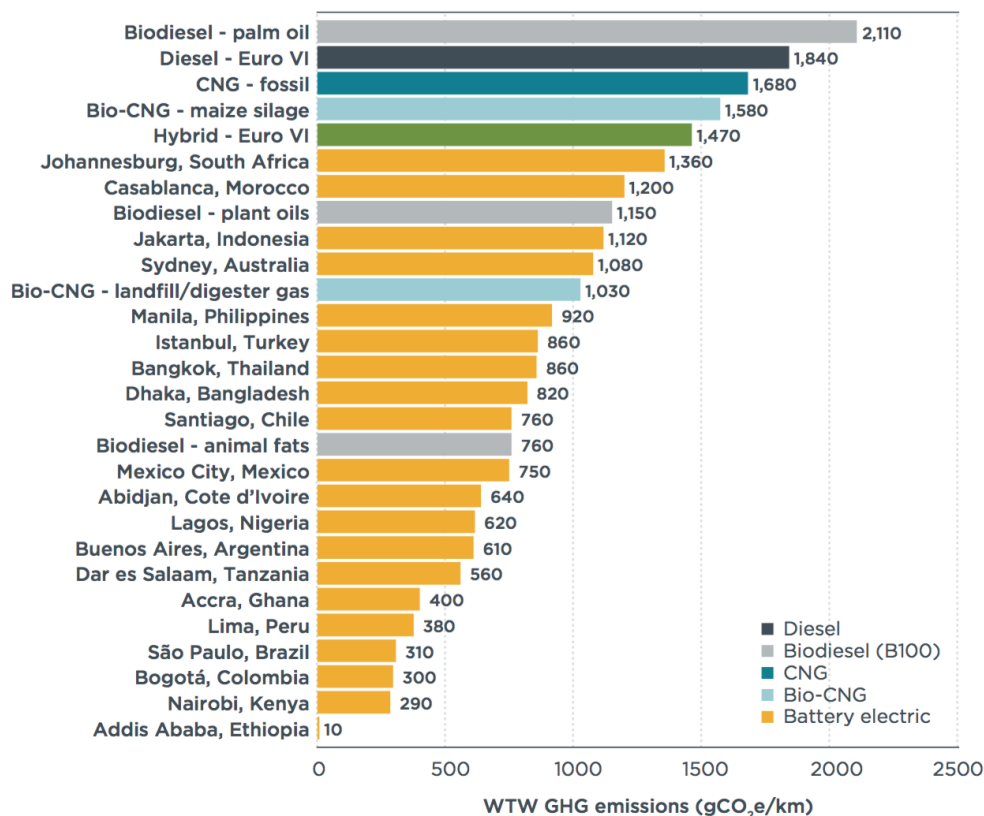
חוזקת האמצעי: ודאות בדבר הפחתת פליטות של כלי רכב חדשים העומדים בתקינה מתקדמת כגון Euro 6.

מגבלות האמצעי: ללא סובסידיה מיוחדת לשחלוף רכבים, לא ניתן לצפות לירידה משמעותית בהיקף הפליטות של ציי הרכב הקיימים.

דוגמאות: הערכה של הטכנולוגיות האופטימליות עבור אוטובוסים ללא פיח בוצעה עבור 20 ערים מהגדולות בעולם. הממצאים מראים שהאסטרטגיה לבקרת פליטות אוטובוסים המתאימה לכל עיר משתנה בהתאם למשתנים תפעוליים ועלות הדלקים. הבחירה הסופית של הטכנולוגיות המיושמות תלויה בשיקולים של מזעור מקסימלי של הפליטות לעומת העלות הכספית הכוללת לרכש ותחזוקה של האוטובוסים.

איור 24 מראה את שיעור פליטות גז"ח "מהבאר לגלגל" עבור אוטובוסים ללא פיח הפועלים בתנאי נסיעה עירונית במהירות ממוצעת ב-20 ערים גדולות המסווגות בהתאם להשפעתן על שינויי האקלים.

²⁰⁸ R. Minjares (2018). "Soot-Free and Zero Emission Urban Bus Fleets", CSE Conclave Towards Clean and Affordable Mobility, 5 Sep 2018, Delhi, India



איור 24 - שיעור פליטות גז"ח "מהבאר לגלגל" עבור אוטובוסים ללא פיה²⁰⁹

בקליפורניה ישנה תקנה חדשה הדורשת שכל האוטובוסים החדשים יהיו בעלי אפס פליטות החל משנת 2029²¹⁰, כאשר כל ציי האוטובוסים יהיו חייבים להשיג את המטרה הזו עד לשנת 2040, בשלבים הבאים:

- ציי הרכב הגדולים (למעלה מ-100 אוטובוסים) יצטרכו להגיש תוכנית יישום עד לשנת 2020, שתכלול אבני דרך לרכש של 25% מהאוטובוסים עם אפס פליטות עד לשנת 2023, ו-50% עד לשנת 2026.
- ציי הרכב הקטנים יותר (פחות מ-100 אוטובוסים) יצטרכו להגיש תוכנית פעולה עד לשנת 2023 ולהשיג אבן דרך של רכש של 25% מהאוטובוסים עם אפס פליטות עד לשנת 2026.

²⁰⁹ Dallmann, T., Du, L., & Minjares, R. (2017). Low-carbon technology pathways for soot-free urban bus fleets in 20 megacities. Working Paper, (2017-11). https://www.theicct.org/sites/default/files/publications/Low-carbon-tech-pathways-soot-free-buses-megacities_ICCT-working-paper_31082017_vF.pdf

²¹⁰ California Air Resources Board, Innovative Clean Transit; <https://arb.ca.gov/msprog/ict/ict.htm>

3.3.7 סבסוד מוניות מונעות בתחליפי דלקים

תיאור האמצעי: מוניות תורמות לזיהום אוויר רב, במיוחד באזורים עירוניים. אמצעי המדיניות הזה נועד לעודד נהגי מוניות לרכוש כלי רכב עם טכנולוגיות מתקדמות שהינם בעלי רמת זיהום נמוכה. הפחתת זיהום האוויר חשובה לסביבה המקומית וגם לחשיפה של הנהגים והנוסעים בכלי רכב הפולטים תרכובות רעילות.

מטרות האמצעי:

- קידום מתווה של מענקים ופחת מואץ להחלפת ציי המוניות המונעות בדיזל במוניות חדישות המונעות בהנעה היברידית, היברידית נטענת ומוניות חשמליות
- פרישה של מערכת טעינה חשמלית מהירה לשימוש בלעדי של ציי המוניות
- הגבלת רישיון המוניות המונעות בדלקים פוסיליים
- יישום גריטה או יצוא של המוניות שהוחלפו.

גוף מיישם: שלטון מרכזי בשיתוף עם איגוד בעלי המוניות.

יישום: בדומה לערים ומדינות רבות ברחבי העולם, יש להתאים כלי מיסוי שונים ותמריצים ייעודיים בכדי לעודד החדרה של מוניות בעלות פליטות נמוכות. היישום יכול לכלול פעולות וולונטריות מצד בעלי המוניות, בנוסף להנחיות מחייבות מהשלטון המרכזי והשלטון המקומי.

יש לעודד שיתוף פעולה בין השלטון המרכזי והשלטון המקומי יחד עם איגוד נהגי בעלי המוניות בכדי לוודא שניתן מענה לחסמים אפשריים.

חוזקת האמצעי: ודאות בדבר הפחתת פליטות של מוניות חדשות בעלות מנוע חשמלי.

מגבלות האמצעי: התנגדות מצד בעלי המוניות באם הסובסידיות הניתנות אינן מספקות. אפשרות לאפקט שאינו צפוי באם אין תשתיות מתאימות להטענה מהירה של כלי הרכב.

דוגמאות:

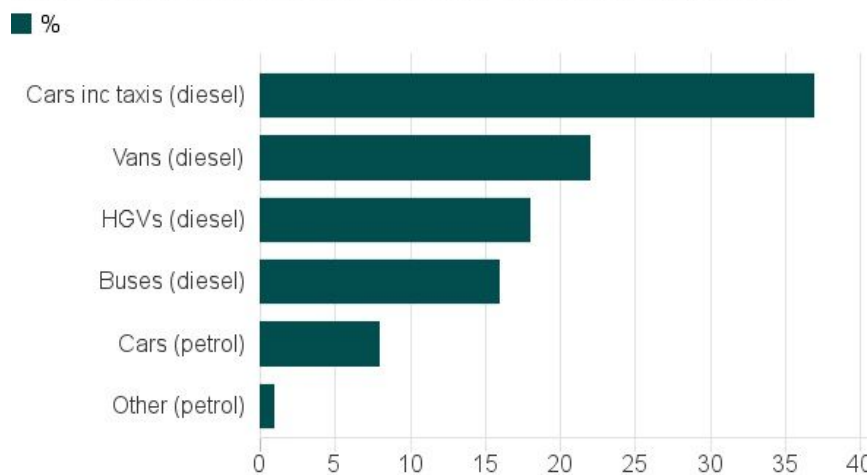
בשנת 2008 החליט ראש עיריית ניו יורק שכל ציי המוניות בעיר יהיה מורכב רק ממכוניות היברידיות החל משנת 2012. ההערכה היתה שמעבר כזה יביא לירידה של מעל ל-50% בצריכת דלק וירידה בזיהום האוויר ובפליטת גז"ח. התייעלות זו אמורה גם לחסוך לכל בעל מונית בממוצע 10,000 דולר לשנה²¹¹. בנוסף, התקנים עבור הפחתת צריכת הדלק ילוו בהנחיות ברורות להערכת ביצועי הפליטות מכלי רכב אלו.

²¹¹ Mayor Bloomberg Announces Taxi Fleet To Be Fully Hybrid By 2012; <https://www1.nyc.gov/office-of-the-mayor/news/156-07/mayor-bloomberg-taxi-fleet-be-fully-hybrid-2012>

בלונדון, החל מ-1 בינואר 2018 לא ניתן לקבל רישיון חדש עבור מונית המונעת בדיזל. כל כלי הרכב החדשים המוכנסים לצי המוניות צריכים להיות מאופיינים באפס פליטות²¹². המיזם החדש מלווה בהקמת רשת של נקודות טעינה לשימוש בלעדי של מוניות חשמליות או היברידיות נטענות. עיריית לונדון החליטה להאיץ את התהליך על ידי הגברת כמות וגובה המענקים החל מפברואר 2019²¹³.

המוניות בלונדון תורמות כ-20% מכלל פליטות תחמוצות החנקן במרכז העיר (ראה איור 25 לתרומת כלי רכב שונים לרמות תחמוצות החנקן הנמדדות בצידי הדרכים בלונדון).

What contributes most to roadside nitrogen oxide levels



איור 25 - רמות תחמוצות החנקן הנמדדות בצידי הדרכים בלונדון²¹⁴

מטרת התוכנית המשודרגת היא להפחית פליטות אלו ב-65% עד לשנת 2025. הצעדים העומדים לדיון טרום יישום כוללים:

- הידוק הכללים כך שרישיון המוניות יפוג בתום 15 שנים,
- צמצום מדורג ברישיון של מוניות מזהמות ל-12 שנים החל מ-2020 ועד ליישום מלא ב-2022,
- הסרת הפטור מהגבלת תקופת הרישיון עבור מוניות עם הנעה של דלקים חלופיים או כלי רכב עתיקים המוגדרים כהיסטוריים.

²¹² Transport for London, "Taxi and Private Hire Action Plan 2016", <http://content.tfl.gov.uk/taxi-and-private-hire-action-plan-2016.pdf>

²¹³ Mayor of London, "£24m funding boost to accelerate the greening of London's black cabs", 15 February 2019; <https://www.london.gov.uk/press-releases/mayoral/24m-funding-boost-for-black-cabs>

²¹⁴ <https://www.bbc.com/news/uk-40723581>

ברחבי הממלכה המאוחדת ישנן מספר ערים המפעילות תוכניות פעולה להפחתת זיהום אוויר והן פרסמו במשותף הנחיות לרשויות מקומיות להפחתת הפליטות ממוניות²¹⁵. לדוגמא, עיריית נוטינגהם פרסמה כבר בשנת 2017 אסטרטגיה לצמצום זיהום האוויר מציי המוניות בתחומי העיר²¹⁶. האסטרטגיה כוללת התייעצות עם איגוד בעלי המוניות לתיאום ציפיות עבור הצעדים הדרושים להצעת ציי המוניות. בשנת 2018 נקבע יעד שעד שנת 2020 כל המוניות תעמודנה בתקן Euro 6 עם הנעת דיזל או תהיינה מונעות בטכנולוגיות אחרות עם אפס פליטות. המטרה היא שעד שנת 2020 כ-40% מהמוניות תהיינה מאופיינות באפס פליטות, ועד לשנת 2025 כל המוניות בעיר תהיינה מאופסות פליטות.

הנושאים שעלו לדיון בנוטינגהם ושהינם רלוונטיים בערים אחרות הם:

- עלות ראשונית של המוניות החדשות,
- טווח הנסיעה ואמינות הסוללות
- אתרים להטענה מהירה של כלי הרכב ללא המתנה.

סל האמצעים העשויים להיות בשליטת השלטון המקומי כולל:

- החזר כספי של אגרות הרישוי והביטוח למוניות שעומדות ביעדי פליטה/טכנולוגיה חדשים,
- עידוד הטענת מוניות בבתי פרטיים באמצעות סובסידיה מתאימה להקמת נקודת טעינה בבית הנהג,
- פרישת נקודות טעינה ייעודיות למוניות במרכזי הערים.

²¹⁵ LowC^{VP} Low Carbon Vehicle Partnership, "Low Emission Taxi Guide"; <https://www.lowcvp.org.uk/projects/passenger-car-working-group/LET.htm>

²¹⁶ Nottingham City Council, "Nottingham Ultra Low Emission Fleets (ULEF) Project: DEFRA Air Quality Grant 2017/18". <https://www.nottinghaminsight.org.uk/d/aAXPCjr>

4 סיכום ממצאים והמלצות ליישום בישראל

הכשלים בתחום התחבורה בישראל נידונים במסגרת דו"חות ומסמכים שפורסמו על ידי גופי ביקורת ממלכתיים (מבקר המדינה), ארגונים לא ממשלתיים (אדם טבע ודין, לדוגמה) וכמובן, באקדמיה (לדוגמה, מואב ושרייבר, טרכטנברג ואחרים - ראה להלן). ההקשר של מסמכים אלה הוא לרוב, בהיבטים של גודש, אובדן זמן, תאונות דרכים. חלק מהמסמכים גם מכמתים את רמות זיהום האוויר הנגרם מהנסועה.

בשנים האחרונות חל גידול משמעותי במספר כלי הרכב והיקף הנסועה בישראל. בשנים 2017-2004, מספר כלי הרכב בישראל עלה בכמעט 70% בעוד שטח הדרכים גדל בפחות מ-30%. התוצאה היא עלייה משמעותית בעומס בכבישי ישראל. לפי ה-OECD וקרן המטבע הבינלאומית, נכון ל-2018, הכבישים בישראל הם הגדושים ביותר בעולם המערבי²¹⁷. ריבוי כלי הרכב הפרטיים על הכביש תוך ביקוש הולך וגובר לנגישות, הביאו למצב של עומסי תנועה קיצוניים בכניסה למרכזי תעסוקה וערים גדולות ברחבי העולם, כמו גם בישראל.

בשנת 2017, אוכלוסיית ישראל מנתה כ-8.7 מיליון תושבים, מספר כלי הרכב הפרטיים עמד על 2.86 מיליון²¹⁸ ורמת המינוע בישראל עמדה בשנה זו על 324.8 כלי רכב ל-1,000 איש. רמת מינוע זו הינה נמוכה יחסית לממוצע בעולם המערבי ודו"ח מבקר המדינה מצביע על כך שמדד זה עלה בכמעט 40% בהשוואה לשנת 2010. הצפיפות הקיימת בכבישים כיום, שהינה פי 3.5 מהממוצע ב-OECD, צפויה להחמיר עוד יותר²¹⁹. במצב של "עסקים כרגיל" בתוך שני עשורים, הזמן המבזבז עקב הגודש בדרכים הראשיות ועימו העלויות למשק צפויים להכפיל את עצמם²²⁰. הנזק מהגודש בכבישים מוערך בכ-40 מיליארד שקלים לשנה²²¹.

גודש התחבורה בישראל משפיע לרעה על איכות החיים ומהווה מקור מרכזי לזיהום אוויר ולפליטות גז"ח. כאמור, קיים קשר הדוק בין דפוסי התנועה במרחב - שימושי הקרקע והצפיפות, על חשיפת האוכלוסייה למזהמי האוויר הקשורים לסקטור התחבורה.

העלייה בזיהום האוויר מסקטור התחבורה היא תוצאה משולבת של מספר וקטורים הפועלים בכיוונים שונים. מצד אחד, עלייה במספר כלי הרכב, עלייה בנסועה, גודש ומהירות הנסיעה (הנמוכה בגלל הגודש) תורמים לעלייה בזיהום, מנגד, השיפור בטכנולוגיות הרכב ובאיכות הדלקים משפרת את המצב.

²¹⁷ מנהל התכנון (2019), הנחיות מינהל התכנון לתכנון מוטה תחבורה ציבורית ותנועה בת קיימא, 24.2.19
²¹⁸ דו"ח מבקר המדינה (2019). <https://www.mevaker.gov.il/sites/DigitalLibrary/Documents/Transport/2019-Transport-900-Rechev.pdf>

²¹⁹ טרכטנברג, מ., כהן, ש., פרדו, א., שרב, נ. (2018). להתיר את ה"פקק הגורדי" מתווה תחבורתי לטווח הקצר. מוסד שמואל
נאמן למחקר מדיניות לאומית, הטכניון. <https://www.neaman.org.il/Undoing-the-Gordian-Knot-a-transportation-roadmap-for-the-short-run>

²²⁰ מואב ע., שרייבר ש. (2017). כיצד ניתן לצמצם את הגודש בכבישים באמצעות שימוש באגרות גודש, נייר מדיניות. מכון אהרון
למדיניות כלכלית, המרכז הבינתחומי הרצליה. עמ' 46. דצמבר 2017. [כאן](https://www.okneset.org/meetings/2/0/2075915.html)

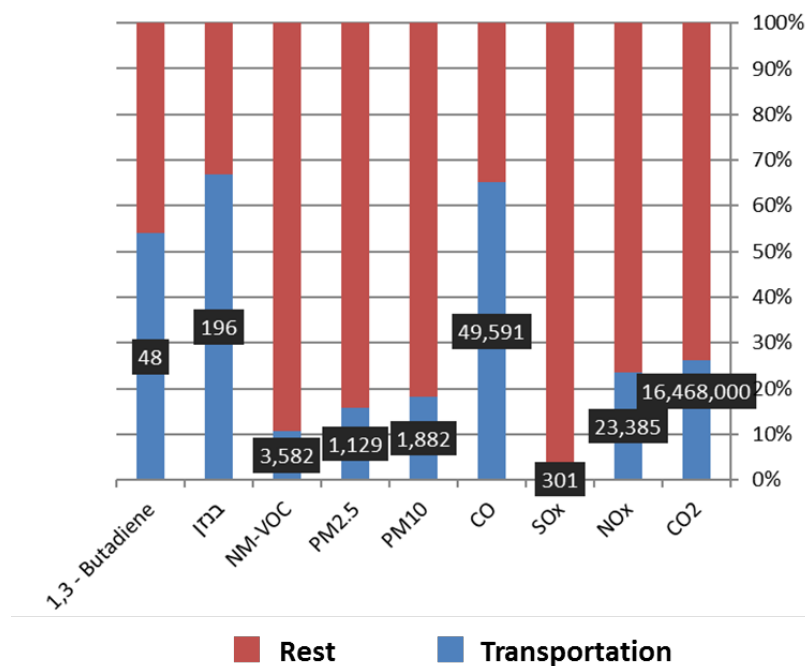
²²¹ דיון ועדת המדע של הכנסת <https://okneset.org/meetings/2/0/2075915.html>

בישראל, נכון לסוף 2017, יש כ-318 אלף משאיות, מתוכן כשליש הן משאיות שמשקלן מעל 3.5 טונות ושני שליש משאיות השוקלות מתחת ל-3.5 טונות, והן מהוות 9.4% מסך כלי הרכב הממונעים²²². כלי רכב כבדים המצוידים במנועי דיזל מתאפיינים בפליטה מוגברת של חלקיקים נשימים ותחמוצות חנקן לאוויר, ומהווים אחד הגורמים המשמעותיים לחריגות מתקני איכות האוויר²²³.

4.1 סיכום ממצאים – זיהום אוויר מתחבורה בישראל

הגורמים לזיהום האוויר ופליטות גז"ח מהתחבורה הורחבו בטבלה 2, והם כוללים אידי חומרים נדיפים מאחסון, הולכה והובלה של דלקים, התדלוק עצמו, פליטות ממפלטי כלי הרכב וכן פליטות לא מוקדיות משחיקת צמיגים ובלמים ודליפת נזלי קירור ממערכות מיזוג האוויר. כמו כן, תחמוצות החנקן והפחמימנים הם הגורמים להיווצרות אוזון.

סקטור התחבורה בישראל תורם משמעותית לפליטת חלק ממזהמי האוויר כפי שניתן לראות באיור 26.



איור 26 - פליטות מזהמי אוויר וגז"ח מתחבורה בהשוואה לגורמים אחרים²²⁴

²²² למ"ס (2018). כלי רכב מנועיים 2017. למ"ס

²²³ הגנ"ס (2019). זיהום אוויר מכלי רכב

כבדים: <http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/SvivaAir/CarPollution/HeavyVehicleFleets-AP/Pages/HeavyVehicleFleets.aspx>

²²⁴ הגנ"ס (2017). מצאי פליטות מזהמים לאוויר לשנת 2016 (טונות לשנה). <http://archive.sviva.gov.il/PRTRIsrael/Pollutant-emissions-inventory/Pages/Pollutant-Emissions-Inventory-GIS.aspx>

עבור מזהמים כגון פחמן חד-חמצני, בנזן ובוטהדיאן היקף זיהום האוויר מתחבורה גבוה מ-50% בהשוואה למקורות הזיהום האחרים (תעשייה, ייצור אנרגיה, שימושים ביתיים, תחנות תדלוק וחוות מכלי דלק, מחצבות, יערות, מט"שים, מטמנות ושריפת פסולת צמחית), בעוד שעבור מזהמים, כגון: תחמוצות חנקן וחלקיקים ההיקף עומד על 24% ו-17%, בהתאמה.

טבלה 11 מציגה את התפלגות הפליטות, לשנת 2016, בהתאם לקטגורית כלי הרכב, בהשוואה לחלקה היחסי בנוסעה ולדלקים העיקריים המשמשים להנעה - בנזין ודיזל.

טבלה 11 - התפלגות פליטות ונסועה יחסית בהתאם לקטגוריות כלי הרכב²²⁵

| קטגוריות כלי הרכב | דלק | נסועה יחסית (%) | התפלגות פליטות תחמוצות חנקן (%) | התפלגות פליטות חלקיקים נשימים (%) |
|-------------------|-------|-----------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| רכב פרטי | בנזין | 81 | 12 | 11 |
| אופנוע | בנזין | 1 | 1 | 1 |
| רכב פרטי | דיזל | 7 | 1 | 22 |
| רכב מסחרי קטן | דיזל | 3 | 8 | 20 |
| משאית > 12 טון | דיזל | 3 | 19 | 10 |
| משאית < 12 טון | דיזל | 2 | 30 | 17 |
| מיניבוס | דיזל | 2 | 6 | 7 |
| אוטובוס | דיזל | 1 | 23 | 12 |
| סה"כ | | 100 | 100 | 100 |

מטבלה 11 עולה בבירור כי בעוד שכלי רכב המונעים בדיזל אחראים רק על כ-20% מהנסועה בישראל, כלי רכב אלו פולטים מעל ל-80% מפליטות תחמוצות החנקן וכ-90% מפליטות החלקיקים מכלי רכב. לאור נתונים אלה החליט הגנ"ס לגבש תוכנית אשר תתמקד בצמצום זיהום האוויר מרכבי דיזל בלבד. תוכנית זו תכלול אמצעים להגבלת השימוש ברכבי דיזל מזהמים, לצד אמצעים לתמיכה ועידוד הציבור במעבר לכלי רכב נקיים יותר. לשם תוכנית זו הוקצה למשרד תקציב בסך של כ-200 מיליון שקלים²²⁶.

²²⁵ הגנ"ס (2017). חגית נובו, סיכום דו"ח הערכת השפעת הרגולציה לתוכנית לצמצום זיהום אוויר מרכבי דיזל. 8.8.17. תחת טיוטת תקנות אוויר נקי (זיהום אוויר מכלי רכב) (תיקון – דירוג וסימון רכב מנועי), התשע"ז-2017.

²²⁶ הגנ"ס (2018). תקנות המשרד להגנת סביבה לצמצום זיהום אוויר מכלי רכב 2018 http://www.sviva.gov.il/InfoServices/NewsAndEvents/MessageDoverAndNews/Pages/2018/oct_2018/filters-in-diesel-vehicles.aspx

להלן סקירה קצרה של אמצעים המיושמים כבר בישראל, נכון לאפריל 2019, וחלק מהתוכניות לעתיד הקיימות במשרדי הממשלה הרלוונטיים.

4.2 יישום אמצעים למניעת זיהום אוויר מתחבורה בישראל

אמצעי המדיניות מובאים להלן **בהתאם למתווה של מניעה, הסטה ושיפור**, שבהם השתמשנו בסקירת הדוגמאות ממדינות וערים שונות ברחבי העולם (פרק 3 לעיל). הסדר שבו האמצעים מובאים אינו מציין סדר עדיפויות ליישום היות ומטרת מסמך זה הוא רק להביא דוגמאות ללא ניתוח יחסי של תועלות.

מטבע הדברים, אמצעים למניעת פליטות צפויים להביא להפחתה מהירה של זיהום האוויר הרלוונטי לאותן פליטות אשר נמנעו. אמצעים לשיפור טכנולוגי יעילים מאוד ומיידיים עבור כלי רכב חדשים, אולם הפחתת זיהום האוויר הכללית תהיה תלויה בקצב יישוםם בציי כלי הרכב הקיימים. אמצעים הדורשים הסטת נסועה בין אופני תחבורה שונים הם הקשים ביותר ליישום והם בדרך כלל דורשים תכנון מותאם ושינויים ארוכי טווח הכוללים שינויים התנהגותיים ושדרוג תשתיות.

חשוב לציין כי ההמלצות המוצגות להלן אינן על סמך ניתוח עלות תועלת והן גם לא מתועדפות על פי סדר חשיבות (השגת תועלת גדולה יותר בעלות נמוכה יותר וכד). מטבע הדברים, אין למעשה אמצעי מדיניות אחד שיביא להפחתה בזיהום האוויר מתחבורה אלא נדרשת מדיניות המשלבת מספר רב של אמצעים.

טבלאות 12, 13, ו-14 מציגות את היישום בישראל לאמצעים השונים המשמשים למניעה, הסטה ושיפור (בהתאמה) בתחום הפחתת זיהום האוויר מתחבורה וכן את ההמלצות והאמצעים הנדרשים לקידום וליישום האמצעים בישראל.

יש לציין כי חלק מהאמצעים המצויינים בטבלה כ"אמצעים מיושמים/מתוכננים בישראל נכון לאפריל 2019" הינם בחזקת המלצות בלבד ולא בהכרח מיושמים בשטח.

טבלה 12 - יישום בישראל והמלצות לקידום אמצעים למניעת זיהום אוויר מתחבורה

| המלצות ואמצעים נדרשים | אמצעים מיושמים/מתוכננים בישראל נכון לאפריל 2019 | אמצעי |
|---|--|---|
| <p>יש להמשיך בתוכנית לגריטת רכבי דיזל ישנים. יש לשקול הרחבת תוכניות הגריטה לרכבי בנזין שגילם מעל 25 שנה (Euro 3), ינואר 1993). יש לתקצב פעילות זו.</p> | <p>המהלך בישראל לגבי גריטת כלי רכב פרטיים בני למעלה מ-20 שנה התקיים כל עוד היה לכך תקציב ממשלתי.</p> <p>קיימת תוכנית גריטה במסגרתה יוענק סכום הנע בין 22-5 אלף שקלים לבעלי כלי רכב כבדים (משאיות כבדות, אוטובוסים ומיניבוסים דיזל מעל ל-3.5 טון) מתחת לתקן Euro 4 שימסרו את רכבם לגריטה.</p> <p>יש לציין כי בכל מקרה קיים בישראל חיוב לבצע פעמיים בשנה בדיקה במכון רישוי (סטט) לכל רכב מיושן (רכב מיושן הוא כלי רכב - למעט טרקטור, גרור או אוטובוס - שבמועד חידוש רישונו מלאו 19 שנים משנת ייצורו, ואוטובוס שבמועד חידוש רישונו מלאו 15 שנים משנת ייצורו). מהלך זה כשלעצמו יכול להוות זרז להחלפת רכב לרכב חדש יותר, אך, הרכב הישן לא בהכרח יורד מהכביש אלא יכול לעבור לשימוש של אחר.</p> | <p>תוכניות לגריטת כלי רכב ישנים ומזהמים</p> |
| <p>איסור גורף ומיידי על יבוא רכב פרטי מונע דיזל המשמש לכל מטרה, כמו גם רכב מסחרי קל שיש לו חלופה של הנעה בבנזין. המדינה, כמעסיק הגדול ביותר במשק, יכולה וצריכה להוביל מהלך בו כל הרכש הממשלתי של כלי רכב יהיה רכש של רכב מופחת/נטול פליטות. נדרש עדכון פרוטוקול רכש ממשלתי תוך שיקלול דירוג הזיהום במכרזים. מוצע כי הגנ"ס יצטרף למתווה שהניח משרד האנרגיה. יש לקדם הצעת מחליטים משותפת ומתוקצבת.</p> | <p>כלי רכב חדשים הנמכרים בישראל מחויבים לעמוד בתקינת זיהום אוויר מתקדמת התואמת את התקינה האירופית (Euro) או תקינה אמריקאית מקבילה. מתאפשר יבוא של כלי רכב חדשים רק במידה שאושרו בהתאם ללוחות הזמנים המפורטים בתקינות הרלוונטיות. שוק יבוא הרכב בישראל ברובו (יותר מ-95%) עובד אל מול התקינה האירופית וישנו גם איסור יבוא ומכירה של כלי רכב מזהמים שאינם עומדים בתקנים.</p> <p>כלי הרכב נדרשים לעמוד במבחן רישוי שנתי ויש לוודא שהם עומדים, כמינימום, בתקני Euro 6, בהתאם למתווה החדש לאישור כלי רכב חדשים באירופה.</p> <p>באוקטובר 2018 פורסמה התוכנית של משרד האנרגיה²²⁷ המציגה את יעדי משק האנרגיה לשנת 2030. היעד בתחום התחבורה כולל מעבר</p> | <p>איסור יבוא ומכירה של כלי רכב מזהמים (במקביל - קידום כלי רכב מעוטי פליטות)</p> |

²²⁷ https://www.gov.il/BlobFolder/news/plan_2030/he/2030summary.pdf

| המלצות ואמצעים נדרשים | אמצעים מיושמים/מתוכננים בישראל נכון לאפריל 2019 | אמצעי |
|---|--|---|
| | <p>הדרגתי למכוניות חשמליות ומשאיות המונעות בגז טבעי, והטלת איסור מוחלט על יבוא מכוניות המשתמשות בדלקים מזהמים החל מ-2030. מדובר בתוכנית שאפתנית והשפעתה על הפחתת זיהום אוויר מתחבורה תהיה רלוונטית רק בעוד למעלה מעשור.</p> | |
| <p>יש צורך לייצר התחייבות מצד רשויות התכנון בכל הרמות (ארצית, מחוזית ומקומית) ליישם את העקרונות שהותוו. יישום מדיניות תכנון צריכה להסתמך על תהליך מתמשך, המקבל היזון חוזר מהשטח, המאפשר לנתח ולהעריך את הפרוגרמות והשפעתן. מוצע להקים מערך של ניהול מטרופוליני לתחבורה אשר משיג את המטרות של תכנון משולב, חוצה גבולות עירוניים ומתגבר על סוגיות פוליטיות מקומיות וכן מאפשר יישום מהיר בשטח, תוך הבנת הצרכים (כפי שגם הומלץ על ידי מבקר המדינה).</p> | <p>הגנ"ס הכין בשנת 2011 מדריך לרשויות המקומיות להכנת תוכנית עירונית לצמצום זיהום אוויר מתחבורה²²⁸.</p> <p>מינהל התכנון בישראל (משרד האוצר) הוציא לאחרונה מסמך נהלים חדש²²⁹ המתווה קווי מדיניות מחייבים בנושא תכנון ניידות בת קיימא. מסמך זה אינו מחייב שכן, הנחיות ונהלים אינם מבטיחים יישום בשטח. בנוסף, השפעת מסמך זה על התכנון הפיזי בישראל וההשפעה על הפחתת זיהום האוויר מהתחבורה היא השפעה ארוכת טווח. בנוסף, חוקי עזר עירוניים בתחום הנינם חלשים, בעיקר לאור העובדה כי לא קיימות רשויות תחבורה מטרופוליניות והנושא אינו בראש סדר העדיפות ברשויות.</p> | <p>תכנון נגישות וניידות</p> |
| <p>מומלץ להותיר על כנו את מתווה ביטול ההישבון. כמו כן, יש לקבוע את רמת המיסוי כך שתשקף את העלויות הסביבתיות של השימוש בדלק, דהיינו, לשנות את מס הבלו על דיזל כך שיהיה גבוה מזה המוטל על בנזין. יש לבסס את ההחלטה על סמך בחינת העלויות החיצוניות הסביבתיות בפועל של השימוש</p> | <p>הבלו על דיזל בישראל גבוה ביחס לעולם אבל עדיין נמוך ביחס לבנזין וזאת למרות שהוא מזהם יותר. במסגרת החלטת הממשלה מס 1837 מיום 11 באוגוסט 2016, הוחלט לבטל בהדרגה את הישבון הבלו ובכך לבטל את עיוות המיסוי הדוחף את בעלי המוניות לרכוש רכבי דיזל.</p> | <p>מיסוי סביבתי של דלקים לתחבורה</p> |

²²⁸ http://www.sviva.gov.il/subjectsenv/svivaair/carpollution/documents/local_authority_cityplan_guide.pdf

²²⁹ מינהל התכנון (2019). הנחיות מינהל התכנון לתכנון מוטה תחבורה ציבורית ותנועה בת קיימא https://www.gov.il/BlobFolder/policy/public_transport_guidelines/he/PublicTransport_Guidelines.pdf

| המלצות ואמצעים נדרשים | אמצעים מיושמים/מתוכננים בישראל נכון לאפריל 2019 | אמצעי |
|---|--|--|
| <p>בדיזל ובבנזין בצי הקיים, ועדכון צו המס בהתאם.</p> | | |
| <p>השינוי שנכנס לתוקף מהווה נירמול של גובה המדרגות ביחס להכנסות ממיסים. נדרש לשמר יתרון משמעותי במס הקנייה לרכב מופחת פליטות וזאת על ידי הקצנה של מדרגות הזיהום במיסוי ירוק בכדי לייצר הבדל גדול ומהותי במיסוי של רכב מזהם לעומת רכב נקי יותר.</p> <p>כמו כן, מוצע לשקול מתן העדפה באגרת הרישוי השנתית לרכב מופחת פליטות עם הטבה משמעותית לרכב עם אפס פליטות, תוך איזון על ידי החרפת נטל האגרה לכלי רכב בדירוגי הזיהום הגבוהים.</p> | <p>מיסוי ירוק קיים באופן מובנה במיסי הקנייה לכלי רכב חדשים במשקל כולל עד 3.5 טון.</p> <p>התוכנית של מיסוי ירוק עודכנה ביום 1.4.19.</p> | <p>מיסוי דיפרנציאלי של כלי רכב</p> |
| <p>הפחתת שיעור ההכרה בהוצאות רכב לצורכי מס הינה המלצה מיידית לשם הפחתת התלות ברכב הפרטי.</p> <p>מוצע לבטל הכרה מלאה בהוצאות ולהחיל רכיבי נסועה בפועל ודירוג זיהום בחישוב שווי שימוש של רכב חברה.</p> <p>לשם כך נדרשים דיונים והסכמות במסגרת דיוני שכר והעסקה.</p> <p>מוצע לבחון מחדש את התקנות הקיימות בכל הקשור להכרה בהוצאות מע"מ ומס הקנייה של</p> | <p>קיים בישראל סבסוד הפוך אשר, למעשה, מעודד אחזקת רכב פרטי.</p> | <p>שינוי תגמול ומיסוי עובדים על הוצאות רכב פרטי ורכב חברה</p> |

| המלצות ואמצעים נדרשים | אמצעים מיושמים/מתוכננים בישראל נכון לאפריל 2019 | אמצעי |
|---|--|---|
| <p>רכבים חדשים כמו גם בהכרת ההוצאות השוטפות. על פי הקיים כיום עלול להיווצר מצב בו קיימת כדאיות לעסק לרכוש רכב גדול ומזהם יותר.</p> | | |
| <p>יש ללמוד מהנעשה בעולם בנושא של מיזמי "תעבורה חכמה" לשילוח סחורות ושיפור שיתוף הפעולה בין גורמים שונים על מנת ליישם אסטרטגיות לאופטימיזציה של שרשרת האספקה.</p> <p>מוצע לפתח תוכנית מסגרת שתאפשר לחברות לפתח תוכניות אופרטיביות, המותאמות לצרכי הארגון, להתייעלות ושיפור לוגיסטיקת השילוח.</p> <p>בנוסף, מוצע להגביל כניסת משאיות חלוקת סחורות לערים על ידי עידוד הקמת מרכזי לוגיסטיקה מחוץ לעיר ושינוע באמצעות משאיות קלות יותר. שיטות אלה מכונות The last mile.</p> | <p>במסגרת כלים רגולטורים קיימים, הוציא הגנ"ס הוראות לצמצום זיהום אוויר לציי רכב כבד בישראל כולל משאיות ואוטובוסים. ההוראות ניתנו לציי הרכב הכבד בעלי מאה כלי רכב ומעלה החל מאוקטובר 2014, ולציי משאיות איסוף האשפה בעלי עשרה כלי רכב ומעלה החל מינואר 2017.</p> <p>בעלי ציי הרכב נדרשים לדווח על התפלגות כלי הרכב בצי שלהם על פי מאפיינים קבועים, ביניהם: סוג, שנת ייצור, תקן Euro ופליטה ממוצעת של גז"ח וחלקיקים נשימים מכלל צי הרכב. לשם צמצום פליטות, על ציי הרכב הוטלה חובה להתקין מסנני חלקיקים ולגרוט כלי רכב ישנים.</p> <p>אולם, אין כל התייחסות במדיניות בישראל לניהול השילוח ולייעול התובלה.</p> <p>בנושא ניהול השילוח קיימים מספר מיזמים כגון פרויקט "לילה טוב", הפועל בעידוד משרד התחבורה בנמלי חיפה ואשדוד²³⁰. מטרתה העיקרית של התוכנית אינה להפחית זיהום אוויר, אלא להפחית את העומס התחבורתי וניהול הסחורות בנמל, אולם, מטבע הדברים, עצם ניהול כזה מפחית את זיהום האוויר בעיר. הפרויקט נתקל בקשיי יישום.</p> | <p>ניהול ציי רכב לשילוח סחורות</p> |

²³⁰ <http://www.haifaport.co.il/template/default.aspx?PageId=271>

טבלה 13 - יישום בישראל והמלצות לקידום אמצעים להסטת אופני תחבורה

| המלצות ואמצעים נדרשים | אמצעים מיושמים/מתוכננים בישראל נכון לאפריל 2019 | אמצעי |
|---|--|--|
| <p>ברמת הרשויות המקומיות, יש לבחון אמצעים להקטנת היצע החניות לכלי רכב פרטיים במרכזי הערים, ברחובות ובמשרדים.</p> <p>ברמה הארצית יש לבחון אפשרות להעלות את תעריפי החניה הציבורית.</p> <p>מוצע לתת הטבה בהסדרי החניה לכלי רכב נטולי פליטות.</p> <p>מוצע ליזום מיסוי "שווי חניה" במקומות עבודה.</p> | <p>בישראל קיים תקן חניה ארצי²³¹, אולם, התקן מאפשר 1-2 מקומות חניה בבתיים צמודי קרקע וחניה לכל יחידת דיור בבנייה רוויה, ולכן אין בתקן הגבלה או ריסון של התלות ברכב הפרטי. בנוסף, חשוב לציין כי מיזם הרכב השיתופי בחיפה של חברת Car2Go ומיזם אוטותל המופעל בתל אביב על ידי אותה החברה, התקבלו בביקורת עצומה מצד הציבור עקב "גזילת" מקומות החניה של התושבים.</p> <p>בתל אביב, לדוגמא, תקן החניה מגביל יותר²³².</p> <p>בנוסף, קיימות ערים בישראל (לדוגמא, חיפה, פתח תקווה, הרצליה ועוד) אשר מאפשרות חניה בחינם ב"כחול-לבן" לכלי רכב פרטיים היברידיים וחשמליים.</p> | <p>ניהול מושכל של חניה במרכזי הערים</p> |
| <p>מוצע לבחון יישום אזורי פליטה מופחתת בערים אחרות בארץ (כרגע נבחנות ירושלים והקריות) ולבצע תיקון לחקיקה כך שיתאפשר לרשויות מקומיות להעביר ולאכוף חוקי עזר עירוניים ליישום אזורים מופחתי פליטות. כמו כן נדרש תקצוב האכיפה.</p> <p>יש חשיבות לניטור ההשפעה של החלת האמצעי. במסמך שהציג הגנ"ס לא נכללה בדיווח ההשפעה של התנאים המטאורולוגיים.</p> | <p>בחיפה, החל מה-1.2.18, נאסרה כניסת רכבי דיזל במשקל מעל 3.5 טון אשר אינם עומדים בתקן Euro 4 ואשר לא התקינו מסנן חלקיקים ייעודי. במסגרת האכיפה מוטלים קנסות של אלף שקלים לחורגים. המטרה המוצהרת של המהלך היא הפחתת 20% מזיהום האוויר מכלי רכב בעיר.</p> <p>החל מ-1.1.19 מוגבלת כניסתם של כלל רכבי הדיזל המזהמים (כולל טנדרים ומסחריות מתחת ל-3.5 טון, למעט מכוניות פרטיות) אשר אינם עומדים בתקן Euro 4. כלי רכב מזהם יורשה להיכנס לאזור רק לאחר התקנת מסנן חלקיקים ייעודי להפחתת זיהום האוויר.</p> | <p>יישום אזורי פליטה מופחתת ואזורים ללא פליטה</p> |

²³¹ <http://archive.ipan.gov.il/Mechozi/telaviv/Documents/parking2.pdf>

²³² עיריית תל אביב (2018). הנחיות מרחביות בנושא תנועה וחניה. 5.7.18 [עיריית תל אביב](#)

| המלצות ואמצעים נדרשים | אמצעים מיושמים/מתוכננים בישראל נכון לאפריל 2019 | אמצעי |
|--|--|---|
| | <p>במסמך ראשוני שהציג הגנ"ס²³³ לבחינת השפעת היישום בחיפה, נראתה ירידה מסוימת בפחמן שחור ובתחמוצות חנקן.</p> | |
| <p>המדינה, כמעסיק הגדול ביותר במשק, נדרשת לשורת מהלכים אשר יצמצמו את התלות של העובדים ברכב הצמוד.</p> <p>מוצע להכין תוכנית תמריצים שתאגם את האספקטים השונים הנשלטים על ידי המעביד ותקבע את מחויבותם ליישום.</p> | <p>חברות רבות במשק מפעילות מערך היסעים לעובדים (טכניון, רפא"ל, אינטל ואחרים), אשר מטבע הדברים, מפחית בצורה משמעותית את התלות של העובדים ברכב הפרטי. עם זאת, באשר להפחתת זיהום האוויר, יש לוודא כי רכבי ההסעה עומדים בדרישות התקנות של הגנ"ס.</p> <p>חברות וארגונים שונים (אינטל, רכבת ישראל ורבים נוספים) מאפשרים מקומות חניה קרובים ונוחים לעובדים או נוסעים המגיעים ברכב מרובה נוסעים למקום העבודה או לחניה ברכבת.</p> <p>גמישות בשעות העבודה ואפשרות עבודה מהבית הם כמובן, כלים משמעותיים בהפחתת הגודש ובהפחתת זיהום האוויר. מטבע הדברים, חברות היי-טק מאפשרות עבודה גמישה שכזו. במפעלים בהם המשמרות קבועות ובמגזר הציבורי הדבר כמעט ולא ניתן ליישום.</p> | <p>תמרוץ ניהול נסיעות לעבודה על ידי המעביד</p> |
| <p>מוצע לבצע סקירה מעמיקה של הכבישים בהם יש פוטנציאל ליישם אגרת גודש, תוך ביצוע מעקב סדיר שאכן מושגת הפחתת הזיהום.</p> <p>יש להיערך לוגיסטית להחלת אגרה שכזו (מעקב אחרי הרכב, מסלולי הנסיעה וכד), פתרון הדורש תיאום מערכות ושימוש רב באמצעים טכנולוגיים.</p> <p>חשוב לציין כי אגרת הגודש, אם וכאשר תוטל, תהיה פונקציה של סוג הרכב (פרטי/מסחרי,</p> | <p>אגרות גודש לא מיושמות בישראל.</p> <p>יש לציין כי בכניסה לתל אביב, בכביש מס 1, נגבית בשעות השיא באחד הנתיבים, אגרה שגובהה משתנה בהתאם לנפחי התנועה ומהירות הנסיעה בנתיב בו נגבית האגרה. פטורים מתשלום האגרה אוטובוסים ומכוניות המסיעות יותר מארבעה נוסעים. גובה האגרה אינו מושפע מתנאי הנסיעה בנתיבים המקבילים או במסלולים חלופיים ברשת הדרכים (ולכן, הקונספט של פרויקט זה משרת רק את אלה המוכנים לשלם מחיר גבוה (לעיתים, מאה שקלים), אך מנגנון הגבייה הוא דוגמא מוצלחת של גביית אגרת גודש (בגלל הדינמיקה של קביעת גובה האגרה).</p> | <p>אגרות גודש</p> |

²³³ http://www.sviva.gov.il/infoservices/newsandevents/messagedoverandnews/documents/2019/haifa_air_quality_changes_2018.docx

| המלצות ואמצעים נדרשים | אמצעים מיושמים/מתוכננים בישראל נכון לאפריל 2019 | אמצעי |
|--|--|---|
| <p>שנת מודל, מונע בבנזין, דיזל או חשמלי), מסלול הנסיעה, שעת הנסיעה ומספר הנוסעים ברכב. בכל מקרה, בכל מנגנון שייבחן יש לכלול מנגנון תמחור עלויות חיצוניות סביבתיות.</p> | <p>פרויקט "נעים לירוק"²³⁴ בחן את השפעת המיסוי המשתנה בהתאם לגודש על הרגלי הנסיעה של המשתתפים, ונמצא כי היתה ירידה של כ-16% בהיקף הנסועה של המשתתפים, בעקבות הפרויקט.</p> | |
| <p>מוצע לשקול מתן עדיפות לנסיעה ברכב מרובה נוסעים בנת"צים נוספים בישראל. יש לוודא שהרחבת השימוש ברכב מרובה נוסעים בנת"צים לא פוגעת ביעילות הנת"צ, שתכליתו, לקצר את זמן הנסיעה בתחב"צ בהשוואה לרכב הפרטי. לפיכך, דבר זה מחייב מעקב וכן אכיפה ובדיקה כי הרכב אכן מכיל יותר מ-3-4 נוסעים. יש לבחון מתן הנחות בכבישי אגרה ברכב מרובה נוסעים. יש לוודא כי הרכב מרובה נוסעים (קיימות לשם כך טכנולוגיות ניטור).</p> | <p>רק בחלק מהנת"צים בישראל יש אפשרות שימוש לכלי רכב מרובי נוסעים.</p> | <p>תמרוץ כלי רכב מרובי נוסעים</p> |
| <p>מוצע לבחון דרכים נוספות לנתב כלי רכב מזהמים (נתיבים ושעות) ולהוציאם מרחובות עירוניים לנתיבים מחוץ לעיר או לדרכים מהירות בעיר כמו נתיבי איילון בתל אביב או דרך בגין בירושלים.</p> | <p>הגנ"ס מסבסד נסיעתן של משאיות במנהרות הכרמל, על מנת להפחית את הנסועה בכבישי העיר ולתעל את התנועה לתוך המנהרות בהן המרחק קצר יותר והשיפועים מתונים יותר. בכבישים מסוימים קיימות הגבלות לגבי שעות הנסיעה של משאיות, כך שלא יסעו בשעות העומס.</p> | <p>ניתוב כלי רכב מזהמים מנתיבים עמוסים בעיר לנתיבים מהירים</p> |

²³⁴ <https://www.ayalohw.co.il/projects/%D7%A0%D7%A2%D7%99%D7%9D-%D7%9C%D7%99%D7%A8%D7%95%D7%A7/>

טבלה 14 - יישום בישראל והמלצות לקידום אמצעים לשיפור איכות הדלקים וכלי הרכב

| המלצות ואמצעים נדרשים | אמצעים מיושמים/מתוכננים בישראל נכון לאפריל 2019 | אמצעי |
|---|--|---|
| <p>יש לשקול הרחבת התוכנית לכלל כלי הרכב המונעים בדיזל תוך אפשרות ליישום טכנולוגיות שחלוף שונות.</p> | <p>החל מאוגוסט 2017 נאסרה החזקה או הפעלה של משאית איסוף אשפה אשר אינה עומדת בתקן Euro 4 (IV) לפליטת זיהום אוויר²³⁵.</p> <p>על פי החוק הקיים בישראל כל אוטובוס חדש מחויב לעמוד בתקן Euro²³⁶.</p> <p>בנוסף, החל מה-1.11.18 מחויבים בעלי רכבי דיזל מעל 3.5 טון שרכבם יוצר לפני שנת 2005 להתקין מסנן חלקיקים ברכב. הגנ"ס מסבסד חלקית או באופן מלא את ההתקנה או, לחלופין, מאפשר לגרוט את הרכב ולקבל מענק של עד 22 אלף שקלים²³⁷.</p> | <p>תקן מינימלי מחייב ליבוא כלי רכב / התקנת אמצעים להפחתת זיהום אוויר</p> |
| <p>יש לדייק את ההוראה להדממת מנועים ולהרחיב אותה כך שלא תחול רק על אוטובוסים אלא תורחב למשאיות, כלי רכב מסחריים ואמבולנסים.</p> <p>יש לאכוף את התקנה באמצעות חוקי עזר עירוניים ופקחים עירוניים המורשים להטיל קנסות.</p> <p>יש לפעול להעלאת מודעות הציבור בצורך וביתרונות של הדממת מנועים.</p> <p>יש לבחון אמצעים לעידוד שימוש ביחידת כוח עזר שאינה מופעלת על ידי מנועי כלי הרכב ומאפשרת אספקת חשמל למערכות האוורור.</p> | <p>במסגרת ההוראות לצמצום זיהום אוויר מציי רכב כבד בישראל ישנה דרישה בלתי מוגדרת להדממת מנועים.</p> <p>בתקנות התעבורה (72א) נאמר: "א) לא יופעל מנוע של אוטובוס בזמן חניה עד להעלאת הנוסעים באוטובוס אלא כדי למלא אוויר במערכת הפנאומטית שלו. (ב) על אף האמור בתקנת משנה (א), מותר להפעיל מנוע של אוטובוס בזמן חניה למשך 10 דקות לפני העלאת הנוסעים לאוטובוס, או במקומות שאינם בתוך שטחים בנויים ומאוכלסים ושאינם בקטעי דרך שבתים בנויים לצדם".</p> <p>יצרני רכב רבים כבר מטמיעים מערכות "עצור-התחל" בכלי רכב פרטיים המאפשרות כיבוי מנוע אוטומטי, ללא התערבות הנהג, כאשר הרכב מצוי לזמן קצוב במהלך סרק. המערכת מקבלת נתונים מכלל</p> | <p>הדממת מנועים</p> |

²³⁵ <http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/SvivaAir/CarPollution/HeavyVehicleFleets-AP/Pages/HeavyVehicleFleets.aspx>

²³⁶ <https://okneset.org/meetings/2/0/2018334.html>

²³⁷ http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/SvivaAir/CarPollution/program-heavy-diesel-engines-2018/Pages/FAQ-diesel-engines-2018-program.aspx?utm_source=from-LP-to-FAQ-pg&utm_campaign=heavy-diesel-3-oct-2018

| המלצות ואמצעים נדרשים | אמצעים מיושמים/מתוכננים בישראל נכון לאפריל 2019 | אמצעי |
|---|--|--|
| | <p>יחידות הבקרה ברכב, מנתחת את המידע ובמידה שכל התנאים אומתו, המנוע כבה אוטומטית. התנעת המנוע מחדש היא יזומה (לחיצה על דוושת הגז).</p> <p>לעומת זאת, עבור כלי רכב כבדים לא קיימות מערכות אוטומטיות כאלו, ולפיכך כלי רכב כגון אוטובוסים, משאיות ורכב מסחרי אחר, כולל אמבולנסים בכוננות (בעיקר על מנת שמערכות מיזוג האוויר ימשיכו לצנן את פנים הרכב), עומדים זמן רב עם מנועי דיזל פועלים.</p> | |
| <p>מוצע לבצע שינוי שיטת הטסט ולאפשר מדידת פליטות אמת.</p> <p>יישום אמצעי זה דורש תיאום בין הגנ"ס ומשרד הרישוי (תחבורה).</p> <p>נדרש תקציב לפרישת ניידות למדידת פליטות בתנאי אמת על הכביש.</p> | <p>כיום, מתבצעות בישראל בדיקות אטימות עשן לדיזל, פחמן חד-חמצני וערך למבדה לבנזין וגז.</p> <p>אין בישראל מדידה בתנאי אמת.</p> | <p>שדרוג מערך תחזוקה ובקרה</p> |
| <p>יישום אמצעי המדיניות הזה מצריך עדכון התקינה הקיימת תוך שיתוף פעולה בין המשרדים הרלוונטיים (משרד האנרגיה, הגנ"ס ומשרד ראש הממשלה) יחד עם מכון התקנים לקביעת תקנות ונהלי אכיפה מעודכנים, הכוללים בדיקות מדגמיות לבדיקת עמידת הדלקים בתקנים מכל מקורות השיווק של דלקים למשק.</p> <p>אין לראות בשימוש במתנול כפתרון לבעיית זיהום האוויר מתחבורה.</p> | <p>בישראל קיימים נהלים לפיתוח ועדכון תקני דלקים וישנה גם תוכנית לאומית לתחליפי דלקים העוסקת במחקר ובחינת דלקים משופרים להפחתת התלות בדלקים פוסיליים. התקינה בישראל עוקבת ומותאמת לתקינה האירופית.</p> <p>בנובמבר 2018 אושר בוועדת הכלכלה צו שיאפשר שימוש בדלק נקי יותר המורכב משילוב של בנזין ומתנול, שהינו בעל בערה נקייה ביחס לזו של מנוע בנזין רגיל. סוג דלק זה, שבו 15% מתנול מעורבב עם בנזין, נמצא בשימוש מזה מספר שנים באירופה ובארה"ב למרות שלאחרונה יש נטייה להימנע משימוש במתנול בגלל בעיות קורוזיה. התקן אושר על ידי מכון התקנים בישראל (מאי 2016) אבל אינו בשימוש נרחב.</p> | <p>תקן מחייב לאיכות דלקים משווקים</p> |

| המלצות ואמצעים נדרשים | אמצעים מיושמים/מתוכננים בישראל נכון לאפריל 2019 | אמצעי |
|---|---|---|
| <p>יש להפיץ את המדריך, להמשיך ולעדכן אותו ולהטמיע בתוכו עדכונים.</p> <p>מוצע לייעל תהליכים וסבסוד של רכיבי התשתית הלאומיים (חיבורים לרשת החשמל, שנאים, מערך הולכת גז) בתשתיות תדלוק גט"ד וטעינה חשמלית.</p> | <p>בתחילת שנת 2018 פרסם משרד האנרגיה קול קורא להגשת הצעות לתוכנית משולבת של מענקים ורשת ביטחון להקמת תחנות תדלוק בגט"ד בתקציב כולל של עד 100 מיליון שקלים²³⁸. בשלהי אותה השנה, פרסם משרד האנרגיה סדרה של קולות קוראים לתמיכה בהקמתן של עמדות טעינה בתקציב של 30 מיליון שקלים, המיועדים הן לרשויות מקומיות והן למגזר הפרטי, כמו גם קול קורא ייעודי למעסיקים²³⁹. כמו כן, פרסם המשרד עבודת מחקר בנושא מדיניות יישום וקווי מנחה טכניים לפרישת תשתיות טעינה לרכב חשמלי בישראל²⁴⁰, ומדריך היערכות רשויות מקומיות לתחבורה פרטית חשמלית²⁴¹.</p> | <p>פרישת מערך טעינה לכלי רכב חשמליים</p> |
| <p>באופן כללי, ובאופן ספציפי לאמצעי זה, יש לבחון את יעילותו הכלכלית והסביבתית של כל אמצעי מדיניות לאור השינויים והשיפורים הטכנולוגיים.</p> | <p>בחיפה, 25 משאיות אשפה מונעות בגט"ד, בסבסוד הגנ"ס וקק"ל. התדלוק נעשה באמצעות מכלית.</p> <p>קיימות ספקות לגבי התועלות הסביבתיות של המהלך לאור העובדה כי רכבי הדיזל החדשים נדרשים לעמוד בתקני Euro 6.</p> | <p>עידוד שימוש במשאיות לפינוי אשפה המונעות בגט"ד ופרישת מערך תדלוק מתאים</p> |

²³⁸ משרד האנרגיה (2018). קול קורא 51/2016 להגשת הצעות לתוכנית משולבת מענקים ורשת ביטחון להקמת תחנות תדלוק ב-CNG.

https://www.gov.il/he/departments/publications/Call_for_bids/tender_51_16_new

²³⁹ משרד האנרגיה (2018). משרד האנרגיה מעניק 30 מיליון שקלים להקמת בסיס ראשוני לעמדות טעינה לרכב חשמלי ברחבי הארץ.

https://www.gov.il/he/departments/news/electric_car_191118

²⁴⁰ מוסד שמואל נאמן (2018). תשתיות טעינה לרכב חשמלי בישראל: מדיניות יישום וקווי-מנחה טכניים. <https://www.neaman.org.il/Electric-Vehicles-Charging-Infrastructure-in-Israel-Implementation-Policy-and-Technical-Guidelines>

²⁴¹ מוסד שמואל נאמן (2019). מדריך היערכות רשויות מקומיות לתחבורה פרטית חשמלית. <https://www.neaman.org.il/Private-electric-transportation-readiness-guide-for-municipalities>

[municipalities](https://www.neaman.org.il/Private-electric-transportation-readiness-guide-for-municipalities)

| המלצות ואמצעים נדרשים | אמצעים מיושמים/מתוכננים בישראל נכון לאפריל 2019 | אמצעי |
|---|---|---|
| <p>מומלץ לבחון העלאת הדרישה כך שכל האוטובוסים העירוניים החדשים יהיו חשמליים, תוך הענקת מתווה נסוג של סבסוד.</p> | <p>הגנ"ס תומך ברכישת אוטובוסים חשמליים וכך גם משרד התחבורה²⁴².</p> <p>במכרזים של משרד התחבורה יש כבר כיום דרישה כי 50% מהקווים יופעלו באמצעות אוטובוסים חשמליים²⁴³.</p> <p>כחלק מיישומה של החלטת ממשלה מס 1837 מיום 11 באוגוסט 2016, חתם ביולי 2018 שר האוצר על פטור ממכס לאוטובוסים חשמליים (במקום 7%, תוקף הצו הוא לארבע שנים). כמו כן, לאוטובוסים יש הכרה בפחת מואץ²⁴⁴.</p> | <p>סבסוד / ויתור על הכנסות ממיסים בגין אוטובוסים חשמליים</p> |
| <p>מומלץ לקדם ביצוע החלטת הממשלה למתן ההנחה ברישוי מוניות חשמליות.</p> | <p>קיים סבסוד בגובה 20 אלף שקלים לדגמי כלי רכב היברידיים, בעת מכירתם לשימוש כמונית, המוענק ליבואן רכב יחיד שזכה במרכז. בפועל, יש בישראל מספר עשרות בודדות של מוניות היברידיות. הגורמים לחוסר אימוץ בשוק כוללים ככל הנראה, בין היתר, "גלגול" חלקי בלבד של הסובסידיה לרוכש המונית, כמו גם אחריות מוגבלת לסוללת המערכת ההיברידית.</p> <p>החלטת ממשלה 529 קובעת מתן הנחה של 50% לאגרת הרישוי של עד 500 מוניות חשמליות, אך בפועל ההחלטה אינה מיושמת על ידי משרד התחבורה.</p> <p>על מנת להקל על נהגי המוניות לאור ביטול הישבון הבלו, בהמשך לסעיף 21 להחלטת הממשלה מס 1837 מ-2016, נקבעה "הטבת שימוש מצטברת" המבטלת את חובת השלמת המיסים הנדרשת בעת מכירת מונית בתום השימוש בה לשימוש אחר (חובה הקיימת בשל</p> | <p>סבסוד מוניות מופחתות / ללא פליטות</p> |

²⁴² <https://m.knesset.gov.il/news/pressreleases/pages/press19.02.18x.aspx>

²⁴³ <https://m.knesset.gov.il/news/pressreleases/pages/press19.02.18x.aspx>

²⁴⁴ https://taxes.gov.il/About/SpokesmanAnnouncements/Pages/Ann_010718_1.aspx

| המלצות ואמצעים נדרשים | אמצעים מיושמים/מתוכננים בישראל נכון לאפריל 2019 | אמצעי |
|-----------------------|---|-------|
| | <p>זכאות להנחה משמעותית במס קנייה לרכב המיועד לשמש כמונית). לשם כך, נקבע בשני צווים של שר האוצר כי רכב דיזל או היברידי ששימש כמונית ועלה על הכביש עד לסוף שנת 2018, וחדל לשמש כמונית עד תום 2021, לאחר שלוש שנות שימוש ערכו, לצורך חישובי השלמת מס, ייקבע כאפס²⁴⁵. זאת נוסף על הטבה קיימת למוניות היברידיות שעלו על הכביש מתחילת שנת 2017 ועד לתום שנת 2019 (כאשר מועד מכירת המונית איננו מוגבל בזמן) ולפיה ערך הרכב לצורך השלמת המיסים נקבע כאפס לאחר 48 חודשי שימוש.</p> | |

²⁴⁵ רשות המיסים בישראל (2018). שר האוצר חתם על צווים הקובעים הטבת שימוש מצטברת למוניות דיזל ולמוניות היברידיות. משרד האוצר. <https://taxes.gov.il/About/SpokesmanAnnouncements/Pages/sa311218-3.aspx>

4.3 המלצות

כאמור, בשטח כבר מתקיימות פעולות בכיוון הרצוי אך היישום חלקי, התוכניות והיישום לא מתבצעים מתוך ראייה כוללת ולעיתים, אף אין אכיפה מספקת, מה שמביא, במקרה הטוב, לפתרונות חלקיים בלבד, שלא מצביעים בבירור על שיפור באיכות האוויר.

בגלל מורכבות הבעיה נדרש שילוב גורמים שונים האמונים על שיפור המצב - רשויות מקומיות, משרד התחבורה, הגנ"ס, משרד האנרגיה, משרד ראש הממשלה (מנהלת תחליפי הדלקים והתחבורה החכמה), משרד הכלכלה ומשרד האוצר - גיוון אמצעים, שילוב כוחות וזאת תוך ראייה כוללת של המטרות והיעדים. חשוב לציין כי העבודה בוצעה בהזמנת הגנ"ס, אך כמעט בהגדרה, לא כל הכלים מצויים בידיו של משרד זה. כמו כן, מאחר וישראל אינה יצרנית של כלי רכב, הדרך היחידה להשפיע על סוג כלי הרכב העולים על הכביש היא באמצעות חקיקה או באמצעות כלים כלכליים.

העקרונות המרכזיים המומלצים בעבודה זו להפחתת זיהום אוויר מתחבורה:

1. **גיבוש אסטרטגיה רחבה לצמצום פליטות המזהמים ממערכות התחבורה המבוססת על צמצום הנסועה** במכוניות פרטיות, הגדלת החלק היחסי של נסיעות בתחב"צ ואמצעים לא מוטוריים, מגבלות שימוש והגדלת מיסוי על כלי רכב מזהמים, מעבר לכלי רכב מונעים בחשמל ומגבלות שימוש בכלי רכב במרכזי ערים.
2. **הקצאת משאבים וקביעת סדר עדיפויות לקידום האמצעים השונים להפחתת זיהום האוויר מתחבורה.**
3. **שינוי מערך מיסוי התחבורה - מיסוי דלקים וכלי רכב פרטיים לשם הפחתת השימוש במכוניות.**
4. **שימוש באמצעים רגולטוריים וכלכליים לעידוד התקנת טכנולוגיות להפחתת פליטות והצרת כלי הרכב והקפדה על שימוש בדלקים נקיים.**
5. **קידום אמצעים תכנוניים ורגולטוריים להקטנת הנסועה בכלי רכב פרטיים תוך התמקדות בהפחתת הגודש ברחובות עירוניים ובדרכים בינעירוניות.**
6. **הגדלת החלק היחסי של נסיעות בתחב"צ ובשילוב אמצעי נסיעה: רכבות, אוטובוסים, רכיבה באופניים והליכה ברגל.**
7. **שיפור וייעול מערך שינוע הסחורות (Freight) ומתן טיפול מיוחד לסוגית חלוקת הסחורות בערים (The last mile).**
8. **הרחבת אזורים המוכרזים כמופחתי פליטות או נקיים לחלוטין.**
9. **עשיית שימוש מיטבי בתשתיות קיימות תוך יישום שיטות ניהול תנועה מתקדמות.**
10. **פיתוח ויישום חדשנות בתחום תחבורה חכמה וערים חכמות.**
11. **שילוב בעלי העניין (Stakeholders) בתהליכים: שלטון מרכזי ומקומי, ארגונים לא ממשלתיים, חברות עסקיות במשק, אקדמיה. כל זאת, לצורך העלאת מודעות ורתימת השותפים למחויבות לקידום ההטמעה.**

חשוב לציין כי השיפור בטכנולוגיות הרכב המתבצע בצורה משמעותית ורחבת היקף אצל כל יצרניות הרכב (הפרטי והמסחרי) בעולם, מביא לשיפור משמעותי בביצועי כלי הרכב מבחינת זיהום האוויר התחבורתי. לפיכך, כל המלצה שתבחן בעקבות מחקר זה, חייבת לקחת בחשבון את היקף הצי הקיים (והמזהם), לעומת כלי הרכב החדשים ודלקים חלופיים, שיהיו מזהמים הרבה פחות.

על מנת ליישם את העקרונות שהוזכרו לעיל נדרש לבצע ניטור ומעקב אחר השפעת אמצעי המדיניות על שיפור איכות האוויר.

יש צורך לעקוב אחר המגמות ולוודא כי אמצעי המדיניות לא גורמים להטיה לא הוגנת מבחינה חברתית (כך, לדוגמה, משרד התחבורה מחדש את התוכנית "נעים ירוק"²⁴⁶, בה יינתן מענק של אלפי שקלים לעובד שיוותר על כניסה לערים בשעות הגודש. מהלך כזה מתעדף, בהגדרה, את אותם עובדים שיכולים להגמיש את שעות העבודה שלהם, מטבע הדברים, עובדי ההיי-טק).

בגלל מגמות סותרות (עלייה בנסועה מחד גיסא, אך שיפור טכנולוגי של כלי הרכב מאידך גיסא) יש לפתח כלים אמנים לניטור השיפור באיכות האוויר. כך לדוגמה, במסמך המסכם שנה להפעלת אזור מופחת זיהום אוויר בחיפה נעדרים לחלוטין היבטים עונתיים/מטאורולוגיים אשר יאפשרו מעקב מהימן יותר אחר ההשפעות. המעקב צריך להיות מלווה במחקר מסודר ובליווי אובייקטיבי.

הערכת התועלות מכל אמצעי מדיניות שאינו קשור ישירות להפחתת זיהום אוויר מתחבורה (כמו למשל, הפחתת גודש, צמצום תאונות דרכים וכד) צריכה לכלול גם את התועלת מהפחתת זיהום האוויר.

4.4 מגבלות המחקר

מחקר זה הציף מגוון גדול של כלים רגולטוריים, טכנולוגיים, תכנוניים וכלכליים על מנת להביא לצמצום זיהום האוויר מסקטור התחבורה, בעיקר במרכזי הערים, סמוך לריכוזי אוכלוסייה.

עבודה זו אינה כוללת בדיקת היתכנות של יישום אמצעי זה או אחר להפחתת זיהום אוויר מתחבורה, כמו כן, אין במסמך הערכה של העלויות אל מול התועלות וכן אין ניתוח של עלויות היישום והאכיפה של כל אחד מהאמצעים שהוצגו. המסמך כולל סקירה וכיוונים עיקריים ליישום.

מטבע הדברים, במבחן התוצאה, השימוש בתחבורה ממונעת (פרטית ומסחרית) הולך ועולה בעשור האחרון ועימו אנו רואים עלייה בזיהום האוויר, גודש, תאונות דרכים ועוד. מנגד, שיפור טכנולוגיות הרכב, שיפור הדלקים ואימוץ אמצעי מדיניות שפורטו לעיל, ממתנים, ולו במעט, את המשך העלייה בזיהום האוויר התחבורתי.

²⁴⁶ <https://www.calcalist.co.il/local/articles/0,7340,L-3760889,00.html>

4.5 המלצות למחקר המשך

1. יש להמשיך סקירה זו בניתוח עלות תועלת של האמצעים שהוצעו ולהרחיב גם לכלי רכב שאינם נוסעים על כבישי הארץ (Off road) ואמצעי תחבורה כמו רכבות ואוניות שלא נסקרו כלל.
2. בעת בחינת הנושאים יש לבחון בצורה ברורה גם את ההשפעות השליליות האפשריות: אפקט הריבאונד, תוספת פליטת פד"ח כתוצאה מהזרקת אוריאה למפלט של משאיות ואוטובוסים, ייצור חשמל ממקורות לא נקיים לטעינת כלי רכב חשמליים, דליפת מתאן (גז"ח) משרשרת התדלוק של כלי רכב המונעים בגט"ד ועוד.
3. יש לזהות במצב הנוכחי הזדמנויות לקידום מערכות חכמות לניתוב תחבורה, להקמת מערכות הסעה אוטונומיות ולניטור.

נספח א – תקני Euro לרכבי כביש

טבלה 15 - תקני פליטה לכלי רכב פרטיים המונעים בבנזין²⁴⁷

| Pollutant / Standard | Units | Euro 6 | Euro 5 | Euro 4 |
|----------------------------|-------|--------------------|--------|--------|
| CO | g/km | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| THC | g/km | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| NMHC | g/km | 0.068 | 0.068 | N/A |
| NOx | g/km | 0.06 | 0.06 | 0.08 |
| PM (direct injection only) | g/km | 0.005 | 0.005 | N/A |
| PN (direct injection only) | [/km] | 6x10 ¹¹ | N/A | N/A |

טבלה 16 - תקני פליטה לכלי רכב פרטיים המונעים בדיזל²⁴⁸

| Pollutant / Standard | Units | Euro 6 | Euro 5 | Euro 4 |
|----------------------|-------|--------------------|--------------------|--------|
| CO | g/km | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| HC + NOx | g/km | 0.17 | 0.23 | 0.3 |
| NOx | g/km | 0.08 | 0.18 | 0.25 |
| PM | g/km | 0.005 | 0.005 | 0.025 |
| PN | [/km] | 6x10 ¹¹ | 6x10 ¹¹ | N/A |

²⁴⁷ <https://dieselnet.com/standards/eu/ld.php>

²⁴⁸ ש.מ.

טבלה 17 - תקני פליטה לכלי רכב מסחריים קלים המונעים בבנזין²⁴⁹

| | Pollutant / Standard | Units | Euro 6 | Euro 5 | Euro 4 |
|--|-----------------------------------|-------|--------------------|--------|--------|
| N1, Class I \leq 1305 Kg | CO | g/km | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | HC | g/km | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| | NMHC | g/km | 0.068 | 0.068 | N/A |
| | NOx | g/km | 0.06 | 0.06 | 0.08 |
| | PM (direct injection only) | g/km | 0.005 | 0.005 | N/A |
| | PN (direct injection only) | [/km] | 6x10 ¹¹ | N/A | N/A |
| N1, Class II, 1305 - 1760 Kg | CO | g/km | 1.81 | 1.81 | 1.81 |
| | HC | g/km | 0.13 | 0.13 | 0.13 |
| | NMHC | g/km | 0.090 | 0.090 | N/A |
| | NOx | g/km | 0.075 | 0.075 | 0.10 |
| | PM (direct injection only) | g/km | 0.005 | 0.005 | N/A |
| | PN (direct injection only) | [/km] | 6x10 ¹¹ | N/A | N/A |
| N1, Class III > 1760 Kg | CO | g/km | 2.27 | 2.27 | 2.27 |
| | HC | g/km | 0.16 | 0.16 | 0.16 |
| | NMHC | g/km | 0.108 | 0.108 | N/A |
| | NOx | g/km | 0.082 | 0.082 | 0.11 |
| | PM (direct injection only) | g/km | 0.005 | 0.005 | N/A |
| | PN (direct injection only) | [/km] | 6x10 ¹¹ | N/A | N/A |
| N2 | CO | g/km | 2.27 | 2.27 | - |
| | HC | g/km | 0.16 | 0.16 | - |
| | NMHC | g/km | 0.108 | 0.108 | - |
| | NOx | g/km | 0.082 | 0.082 | - |
| | PM (direct injection only) | g/km | 0.005 | 0.005 | - |
| | PN (direct injection only) | [/km] | 6x10 ¹¹ | N/A | - |

²⁴⁹ <https://dieselnet.com/standards/eu/ld.php>

טבלה 18 - תקני פליטה לכלי רכב מסחריים קלים המונעים בדיזל²⁵⁰

| | Pollutant / Standard | Units | Euro 6 | Euro 5 | Euro 4 |
|-------------------------------------|----------------------|--------|--------------------|--------------------|--------|
| N1, Class I ≤ 1305 Kg | CO | g/km | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| | HC + NOx | g/km | 0.17 | 0.23 | 0.23 |
| | NOx | g/km | 0.08 | 0.18 | 0.18 |
| | PM | g/km | 0.005 | 0.005 | 0.025 |
| | PN | [#/km] | 6x10 ¹¹ | 6x10 ¹¹ | N/A |
| N1, Class II, 1305 - 1760 Kg | CO | g/km | 0.63 | 0.63 | 0.63 |
| | HC + NOx | g/km | 0.195 | 0.295 | 0.295 |
| | NOx | g/km | 0.105 | 0.235 | 0.235 |
| | PM | g/km | 0.005 | 0.005 | 0.04 |
| | PN | [#/km] | 6x10 ¹¹ | 6x10 ¹¹ | N/A |
| N1, Class III > 1760 Kg | CO | g/km | 0.74 | 0.74 | 0.74 |
| | HC + NOx | g/km | 0.215 | 0.35 | 0.35 |
| | NOx | g/km | 0.125 | 0.28 | 0.39 |
| | PM | g/km | 0.005 | 0.005 | 0.06 |
| | PN | [#/km] | 6x10 ¹¹ | 6x10 ¹¹ | N/A |
| N2 | CO | g/km | 0.74 | 0.74 | - |
| | HC + NOx | g/km | 0.215 | 0.35 | - |
| | NOx | g/km | 0.125 | 0.28 | - |
| | PM | g/km | 0.005 | 0.005 | - |
| | PN | [#/km] | 6x10 ¹¹ | 6x10 ¹¹ | - |

²⁵⁰ <https://dieselnet.com/standards/eu/ld.php>

טבלה 19 - תקני פליטה לכלי רכב כבדים המונעים בדיזל (טסט דינמומטר במצב יציב)²⁵¹

| Pollutant / Standard | Units | Euro VI | Euro V | Euro IV |
|----------------------------|-------|--------------------|--------|---------|
| CO | g/kWh | 1.50 | 1.50 | 1.50 |
| HC | g/kWh | 0.13 | 0.46 | 0.46 |
| NOx | g/kWh | 0.40 | 2.00 | 3.50 |
| PM (direct injection only) | g/kWh | 0.01 | 0.02 | 0.02 |
| PN | 1/kWh | 8×10^{11} | N/A | N/A |
| Smoke | 1/m | N/A | 0.50 | 0.50 |

טבלה 20 - תקני פליטה לכלי רכב כבדים המונעים בדיזל (טסט בתנאי כביש משתנים)²⁵²

| Pollutant / Standard | Units | Euro VI | Euro V | Euro IV |
|------------------------------|-------|--------------------|--------|---------|
| CO | g/kWh | 4 | 4 | 4 |
| NMHC | g/kWh | 0.16 ^b | 0.55 | 0.55 |
| CH ₄ ^a | g/kWh | 0.5 | 1.1 | 1.1 |
| NOx | g/kWh | 0.46 | 2 | 3.5 |
| PM | g/kWh | 0.01 | 0.03 | 0.03 |
| PN | 1/kWh | 6×10^{11} | N/A | N/A |

^a For gas engines only (Euro IV-V: NG only; Euro VI: NG + LPG)

^b THC for diesel engines

²⁵¹ <https://www.transportpolicy.net/standard/eu-heavy-duty-emissions/>

נספח ב – מדיניות מוצהרת לעידוד כלי רכב נקיים ברחבי העולם

טבלה 21 - מדיניות להגבלת כלי רכב עם מנועי בעירה פנימית במדינות שונות²⁵³

| Country | Status of Internal Combustion Engines (ICE) Vehicle Phase-Out | Date of Action |
|--------------------|--|----------------|
| Austria | Official target: No new ICE vehicles sold after 2020 | April 2016 |
| Britain | Official target: No new ICE vehicles sold after 2040 (will not include hybrids) | July 2017 |
| China | Official target: End production and sales of ICE vehicles by 2040 | September 2017 |
| Costa Rica | Initiate complete phase-out of ICE vehicles by 2021 | April 2018 |
| Denmark | Official target: 5,000 EVs on the road by 2019, tax incentive in place | Since 2008 |
| France | Official target: No new ICE vehicles sold after 2040 | July 2017 |
| Germany | No registration of ICE vehicles by 2030 (passed by Legislature); cities can ban diesel cars; Federal court ruling supports law | October 2016 |
| India | Official target: No new ICE vehicles sold after 2030 (will likely hit 30% by 2030) | April 2017 |
| Ireland | Official target: No new ICE vehicles sold after 2030, incentive program in place for EV sales | July 2017 |
| Israel | Official target: No new ICE vehicle imports after 2030 | February 2018 |
| Japan | Incentive program in place for EV sales | Since 1996 |
| Netherlands | Official target: No new ICE vehicles sold after 2030, phase-out begins 2025 | October 2017 |
| Norway | Incentive program in place for EV sales; Official target: only sell EVs by 2025 | Since 1990 |
| Portugal | Official target and incentive in place for EV sales | Since 2010 |
| Scotland | Official target: No new ICE vehicles sold after 2032 | September 2017 |
| South Korea | Official target: EVs account for 30% of auto sales by 2020 | June 2016 |
| Spain | Official government program: the <i>Movea 2017 Plan</i> , an incentive package to promote sales of alternative energy vehicles | June 2017 |

²⁵³ Center for Climate Protection (2018), "Survey of Global Activity to Phase Out Internal Combustion Engine Vehicles", Revised September 2018; <https://climateprotection.org/wp-content/uploads/2018/10/Survey-on-Global-Activities-to-Phase-Out-ICE-Vehicles-FINAL-Oct-3-2018.pdf>

| Country | Status of Internal Combustion Engines (ICE) Vehicle Phase-Out | Date of Action |
|---------|--|----------------|
| Taiwan | Official target: Phase out fossil fuel-powered motorcycles by 2035 and fossil fuel-powered vehicles by 2040. Additionally, the replacement of all government vehicles and public buses with electric versions by 2030. | December 2017 |

טבלה 22 - הגבלת כלי רכב בעלי מנועי בעירה פנימית בערים שונות בעולם²⁵⁴

| City | Status of ICE Vehicle Removal | Date of Action |
|---|--|----------------|
| Antwerp, Brussels, Gent, Mechelen | LEZ Enforced or Planned in Belgium. *For complete list of cities with LEZs outside of Belgium visit: http://urbanaccessregulations.eu/overview-of-lezs | |
| Athens, Auckland, Barcelona, Cape Town, Copenhagen, Heidelberg, London, Los Angeles, Madrid, Milan, Mexico City, Paris, Quito, Rome, Seattle, Vancouver | Signed the C40 Fossil-Fuel-Free Streets Declaration: Electric buses by 2025, ICE vehicles banned by 2030 | October 2017 |
| Delhi | Deregistration of diesel cars older than 10 years; progressively restrictive emission standards | November 2014 |
| Hamburg | Ban on diesel cars not meeting Euro 6 standards on two major roads | May 2018 |
| Oslo | Removal of parking spots from city center by 2017; gradual closure of city streets to private traffic by 2019 | June 2016 |

²⁵⁴ Center for Climate Protection (2018), "Survey of Global Activity to Phase Out Internal Combustion Engine Vehicles", Revised September 2018; <https://climateprotection.org/wp-content/uploads/2018/10/Survey-on-Global-Activities-to-Phase-Out-ICE-Vehicles-FINAL-Oct-3-2018.pdf>

נספח ג – פליטת גז"ח וצריכת אנרגיה ממחזור החיים של דלקים חלופיים

טבלה 23 - פליטות גז"ח ממחזור החיים של דלקים חלופיים²⁵⁵

| Alternative fuel | WTT g CO ₂ /km | TTW g CO ₂ /km | WTW g CO ₂ /km |
|---|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Conventional gasoline | 29 | 156 | 185 |
| Conventional diesel | 25 | 120 | 145 |
| BEV EU28 Mix | 78 | 0 | 78 |
| PHEV EU28 Mix (Gasoline/Diesel) | 38 | 75 / 68 | 111 / 105 |
| FCEV Thermal gasification path EU28 Mix | 62 | 0 | 62 |
| FCEV Electrolysis path, EU28 electricity Mix | 125 | 0 | 125 |
| Bio-diesel / B7 | -101 to -22 / 14-19 | 125 / 181-184 | 44-103 / 137-140 |
| E10 / E20 / E85 | 17-28 / 6-28 / -82 to 29 | 150 / 148 / 143 | 168-178 / 154-176 / 61-171 |
| CNG (EU Mix) | 30 | 132 | 163 |
| Biomethane | -290 to -33 | 132 | -158 to 99 |
| HVO | -111 to -22 | 116 | 5-94 |
| GTL | 22-38 | 116 | 138-154 |
| CTL | 65-211 | 116 | 181-328 |
| Wood | 104 to -111 | 116 | 12 |
| DME (natural gas / Coal / BTL) | 38 / 218 / -104 | 117 / 117 / 117 | 137-154 / 334 / 12 |
| LPG | 17 | 142 | 160 |

²⁵⁵ JRC (2014). "WELL-TO-WHEELS Report", Version 4.a, JEC Well-to-Wheels Analysis, March 2014;
[http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC85329/wtw_report_v4a%20march%202014_final.p
df](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC85329/wtw_report_v4a%20march%202014_final.pdf)

| Alternative fuel | WTT MJ/100km | TTW MJ/100km | WTW MJ/100km | WTW from non- fossil fuels MJ/100km |
|--|----------------------------|---|--------------------------------|---|
| Conventional gasoline | 39 | 211 | 250 | 0 |
| Conventional diesel | 33 | 163 | 196 | 0 |
| BEV EU28 Mix | 118 | 52 | 170 | 132 |
| PHEV EU28 Mix (Gasoline/Diesel) | 52 / 53 | 116 / 107 (TTW from fuel + TTW from electricity) | 168 / 159 | 38 |
| FCEV Thermal gasification path EU28 Mix | 53 | 54 (TTW from fuel) | 107 | 10 |
| FCEV Electrolysis path EU28 Mix | 218 | 54 (TTW from fuel) | 272 | 198 |
| Bio-diesel / B7 | 45-437 / 31-56 | 163 / 163 | 207-600 / 193-219 | 154-509 / 12-34 |
| E10 / E20 / E85 | 48-64 / 58-91 / 142-312 | 204 / 201 / 199 | 252-268 / 261-284 / 341-459 | 24-40 / 52-85 / 224-421 |
| CNG (EU Mix) | 38 | 232 | 271 | 8 |
| Biomethane | 231-503 | 232 | 463-736 | 421-701 |
| HVO | 26-407 | 163 | 188-570 | 167-504 |
| GTL | 103-115 | 163 | 265-277 | 1 |
| CTL | 157-171 | 163 | 319-333 | 5 |
| BTL | 148-195 | 163 | 357 | 347 |
| DME (natural gas / Coal / Wood) | 92 / 163 / 184 | 172 / 172 / 172 | 264 / 334 / 356 | 2 / 12 / 346 |
| LPG | 26 | 216 | 241 | 0 |

²⁵⁶ JRC (2014). "WELL-TO-WHEELS Report", Version 4.a, JEC Well-to-Wheels Analysis, March 2014;
[http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC85329/wtw_report_v4a%20march%202014_final.p
df](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC85329/wtw_report_v4a%20march%202014_final.pdf)

נספח ד – מדיניות מיסוי במדינות נבחרות

טבלה 25 - מדיניות מיסוי רכישה ובעלות על כלי רכב והטבות לרכב מופחת פליטות, מדינות האיחוד האירופי ואיגוד הסחר החופשי האירופי²⁵⁷

| Country | Subsidies | Taxes on acquisition and ownership and respective tax benefits for low-emission vehicles | | |
|----------------|-------------------------------------|--|--|---|
| | Subsidies for low-emission vehicles | VAT (benefits for low-emission vehicles in parentheses) | Registration tax (benefits for low-emission vehicles in parentheses) | Ownership tax (benefits for low-emission vehicles in parentheses) |
| Austria | x | x | x (✓) | x (✓) |
| Belgium | x | x | x (✓) | x |
| Bulgaria | | x | x | x (✓) |
| Croatia | | x | x | x |
| Cyprus | | x | x (✓) | x |
| Czech Republic | | x | x | |
| Denmark | | x | x (✓) | x |
| Estonia | | x | | |
| Finland | | x | x (✓) | x |
| France | x | x | x (✓) | x |
| Germany | x | x | | x (✓) |
| Greece | | x | x (✓) | x (✓) |
| Hungary | | x | x (✓) | x (✓) |
| Iceland | | x (✓) | x | x |
| Ireland | x | x | x (✓) | x (✓) |
| Italy | | x | x | x (✓) |
| Latvia | | x | | x |
| Liechtenstein | | x | | x (✓) |
| Lithuania | | x | | |
| Luxembourg | x | x | | x (✓) |
| Malta | | x | x (✓) | x |
| Netherlands | | x | x (✓) | x (✓) |
| Norway | | x (✓) | x (✓) | |
| Poland | | x | x | |
| Portugal | | x | x (✓) | x |
| Romania | x | x | | x (✓) |
| Slovakia | | x | x (✓) | |
| Slovenia | x | x | x | x (✓) |
| Spain | | x | x | x (✓) |
| Sweden | x | x | x | x (✓) |
| Switzerland | | x | x | x (✓) |
| United Kingdom | x | x | x (✓) | x (✓) |

²⁵⁷ ICCT (2018). Using vehicle taxation policy to lower transport emissions - an overview for passenger cars in Europe. International Council on Clean Transportation. <https://www.theicct.org/publications/using-vehicle-taxation-policy-lower-transport-emissions>

אנרגיה וסביבה



מוסד שמואל נאמן
למחקר מדיניות לאומית

טל. 04-8292329 | פקס. 04-8231889
קרית הטכניון, חיפה 3200003
www.neaman.org.il