

מפת דרכים למעבר לשימוש באוטובוסים עירוניים ללא זיהום אוויר

1 תקציר מנהלים

- כיום התחבורה הציבורית העירונית בישראל מבוססת כמעט באופן בלעדי על אוטובוסי דיזל.
- לאוטובוסים עירוניים חשמליים יש יתרונות רבים לעומת אוטובוסי דיזל עירוניים:
 - אוטובוסים ללא זיהום - צמצום ומניעת זיהום אוויר במרכזי ערים
 - הפחתת פליטות גזי חממה
 - צמצום ומניעת רעש
 - גמישות בתכנון מסופי תחבורה ציבורית ונתיבי תחבורה ציבורית
 - חווית נסיעה טובה יותר
- במסמך זה, מוצגת הצעה מפורטת לתכנית, במסגרתה תאשר הממשלה את הצעת השרה להגנת הסביבה לקבוע יעד מחייב לפיו כי כל אוטובוס עירוני חדש יהיה ללא פליטת מזהמים החל משנת 2025.
- בהתאם לתכנית המוצגת החל משנת 2034 כל האוטובוסים העירוניים בישראל יהיו ללא זיהום ותתקבל תועלת משקית של 1.35 מיליארד ₪ לעומת המשך השימוש באוטובוסי דיזל.
- בכדי להשיג יעד זה הממשלה נדרשת לבצע הפעולות הבאות:
 - אישור התכנית ותקצובה ב 310 מלש"ח בהחלטת ממשלה;
 - פרסום קולות קוראים לתמיכה כספית ברכישת אוטובוסים עירוניים ללא זיהום – 110 מלש"ח;
 - קביעת הוראות לציי אוטובוסים הדורשות שילוב אוטובוסים ללא זיהום בשיעורים עולים וקביעת איסור על רכישת אוטובוסי דיזל עירוניים חדשים החל משנת 2025;
 - קביעת דרישות סף לאוטובוסים ללא זיהום במכרזים להפעלת שירותי תחבורה ציבורית;
 - תכנון ותקצוב של תכנית להקמת תשתיות טעינה לאוטובוסים בחניונים ובמסופים – 200 מלש"ח.
- להלן עיקרי התכנית לחמש השנים הקרובות:

צעד		2020	2021	2022	2023	2024	2025
תמיכה ברכש אוטובוסים ללא זיהום	תקציב	47 מלש"ח (מתוקצב)	40 מלש"ח	30 מלש"ח	30 מלש"ח	ללא תמיכה	ללא תמיכה
	שיעור תמיכה מרבי לאוטובוס	250 אלש"ח	200 אלש"ח	150 אלש"ח	100 אלש"ח		
דרישות סף במכרזי תח"צ חדשים		50% מהאוטובוסים	60% מהאוטובוסים	70% מהאוטובוסים	80% מהאוטובוסים	90% מהאוטובוסים	100% מהאוטובוסים
דרישות בהוראות		3% מהאוטובוסים החדשים	30% מהאוטובוסים החדשים	40% מהאוטובוסים החדשים	55% מהאוטובוסים החדשים	75% מהאוטובוסים החדשים	100% מהאוטובוסים החדשים

2 סוגי אוטובוסים ללא זיהום

קיימים מספר סוגים של אוטובוסים שאינם מזהמים כלל אך הטכנולוגיה השולטת בשוק בעולם הינה של אוטובוסים חשמליים. אוטובוס חשמלי הינו אוטובוס המונע בחשמל בלבד. ניתן לסווג את האוטובוסים החשמליים לפי שיטת הטעינה. "אוטובוסי סוללה" מצוידים בסוללות גדולות, המאפשרות לאוטובוס לנסוע טווחים ארוכים (לעיתים יום עבודה שלם) על טעינה אחת של הסוללה ולהטעין אותה באופן איטי בחניון לילה בשעות הלילה, כאשר החשמל הינו בדרך כלל זול יותר. "אוטובוסי קבלי על" משתמש באסטרטגיית טעינה מהירה דרך קבלי-על הממוקמים לרוב בתחנות הקצה של קו האוטובוס. בשיטה הזאת האוטובוסים עוברים טעינות יותר תדירות ולכן מצוידים בסוללות קטנות יותר. כתוצאה, הם יותר זולים, מתפנה מקום ליותר נוסעים והאוטובוסים קלים יותר. מצד שני, הרכישה, ההתקנה והתחזוקה של תשתית הטעינה יקרות יותר והם אינם מתאימים לכל סוגי הקווים.

בנוסף לאוטובוסים החשמליים המתוארים לעיל קיימים אוטובוסים נוספים שאינם מזהמים כגון אוטובוסים המצוידים בתאי דלק המוזנים במימן ואוטובוסים חשמליים הנטענים ישירות מהכביש.

3 יתרונות של אוטובוסים חשמליים

לאוטובוסים חשמליים יש יתרונות רבים לעומת אוטובוסי דיזל. אוטובוסי דיזל פולטים כמויות גדולות של מזהמי אוויר, ובתחנות ניטור רבות ברחבי הארץ נמדדים ריכוזים גבוהים של מזהמי אוויר בסמוך לנתיבי תחבורה ציבורית. כיום בישראל אוטובוסים מונעי דיזל פולטים כ-16% מתחמוצות החנקן וכ-7% מחלקיקי הפיח מכלי רכב למרות שמהווים פחות מ-1% מסך כלי הרכב. מטבע פעולתם, אוטובוסים עירוניים נוסעים בקרבה לאוכלוסייה. חשיפה למזהמים הנפלטות מאוטובוסי דיזל מגבירה את הסיכון למגוון מחלות לב וכלי דם, מחלות בדרכי הנשימה וסוגי סרטן שונים. לעומת זאת, האוטובוסים החשמליים אינם פולטים זיהום אוויר במישורין כלל (zero emission vehicle). שיפור איכות האוויר בריכוזי האוכלוסין הינו חיוני ביתר שאת בתקופה זו על מנת לספק חוסן בריאותי לאוכלוסייה מפני הקורונה. למרות הזמן הקצר שחלף מאז החלה המגיפה העולמית של נגיף קורונה, מצטברות עוד ועוד ראיות כי זיהום אוויר מגדיל את הסיכון לתמותה מקורונה. כלומר, לא רק מעמיס על מערכת הבריאות בתקופה קשה אלא אף מהווה תורם לתמותה מקורונה.

בנוסף, אוטובוסי דיזל אחראיים לפליטות מוגברות של גזי חממה, הגורמים להתחממות כדור הארץ ושינוי האקלים. בד בבד עם הפחתת פליטות מזהמים, אוטובוסים חשמליים גורמים להפחתת פליטות גזי החממה. אוטובוס דיזל פולט כ-765 טון פחמן דו חמצני למשך חייו כתוצאה משריפת סולר. לעומת זאת, אוטובוס חשמלי אחראי על פליטה של כ-190 טון (75% פחות) בגין ייצור חשמל (לפי תמהיל מקורות לייצור אנרגיה ל-2030 של משרד האנרגיה - 17% מתחדשות). יש לציין כי ככל שמשק החשמל יתבסס יותר על מקורות אנרגיה מתחדשים, כך היתרון של האוטובוס החשמלי בהפחתת פליטות גזי חממה יבלוט עוד יותר.

אוטובוסים עירוניים מתאפיינים במהירות נמוכה (כ-15 קמ"ש) עם תאוצות ותאטות רבות. מנועי דיזל פחות יעילים בתנאים אלו, והדבר גורם לפליטות מזהמים מוגברות. לעומת זאת, היעילות של מנועים חשמליים גבוהה ויחסית קבועה תחת טווח רחב יותר של מצבים. כתוצאה, הביצועים של האוטובוסים החשמליים בתאוצות הינם יותר טובים, תוך שימוש בפחות אנרגיה. בנוסף, לרוב יש לאוטובוסים חשמליים מנגנון של "בלימה רגנרטיבית" (regenerative braking), המגביר את היעילות הכוללת של האוטובוס בתנאי נסיעה עירוניים.

בנוסף למפגעי זיהום האוויר אוטובוסי הדיזל אחראיים גם למטרדי רעש. תושבים המתגוררים בסמוך למסופי תח"צ או לנת"צים סובלים ממטרדי רעש תכופים. אוטובוסים חשמליים שקטים יותר מאוטובוסי הדיזל ומהווים פוטנציאל לצמצום מטרדי הרעש ולצמצום מרחקי ההפרדה בין מסופים לבין בתי מגורים. גם בתוך האוטובוס רמות הרעש נמוכות יותר. בנוסף, לאוטובוסים חשמליים תדמית חדשנית, ונקייה, המעודדת את האוכלוסיה להגביר את השימוש בתח"צ.

מסקר שבחן את שביעות הרצון של תושבים הגרים ברחובות בהם עוברים אוטובוסים חשמליים עלה כי: (1) מרבית התושבים דיווחו על שיפור באיכות האוויר ורמת הרעש ברחוב בעקבות הכניסה של אוטובוסים חשמליים. קרוב למחצית התושבים דיווחו גם על שיפור בפנים הבית. (2) תושבים הגרים קרוב לתחנות האוטובוסים דיווחו על שיפור ברמת הרעש ברחוב ובבית בשיעור גבוה במיוחד. (3) 97% הביעו רצון שכל האוטובוסים יוחלפו בחשמליים, מרביתם (72%) בשל שיפור באיכות האוויר והשאר בשל ירידה ברעש. (4) 93% מסכימים להרחבת שירות האוטובוסים ברחוב מגוריהם באמצעות אוטובוסים חשמליים. לעומת זאת, רק 8% הסכימו להרחבת השירות באמצעות אוטובוסי דיזל.

מסקרים שנערכו בקרב משתמשי תחבורה ציבורית עולה שמידת שביעות הרצון מנסיעה באוטובוס חשמלי גבוהה הן משביעות הרצון מהשירות הרגיל בקו האוטובוס (אוטובוסי דיזל) והן משביעות רצון מפעילות המפעיל באשכול הקווים. בנוסף, מסקר נהגי האוטובוסים עולה כי הנהגים סבורים שלאוטובוס החשמלי ביצועים טובים יותר, נסיעה שקטה יותר ואמינות גבוהה יותר.

יש להדגיש כי אוטובוסים הינם המרכיב המשמעותי ביותר במערך התחבורה הציבורית בישראל וצפוי כי מגמה זו תמשך גם לאחר הקמת מערכות הסעת המונים. לשם המחשה, בשנת 2019 כ-90% מכלל הנסיעות בתחבורה הציבורית בוצעו באוטובוסים. לאור זאת קיים אינטרס עליון להתמקד בשימוש באוטובוסים לא מזהמים.

4 סקירת מצב השימוש באוטובוסים חשמליים בעולם

נכון לסוף 2019 כ-400 אלף אוטובוסים חשמליים פועלים בעולם, מתוכם **98% בסין לבד**. מכירות האוטובוסים החשמליים בסין קודמו בעיקר בעקבות תכנית סובסידיות מהממשלה, שהתחילה ב-2009 והופחתה עם הזמן. מטרת הסובסידיות הינה לגשר על הפער בין המחיר לאוטובוס חשמלי בין אוטובוס דיזל קונבנציונלי, ועל ידי כך, להסיר את החסם המרכזי.

בין הפעילויות של ממשלת סין בנושא **ניתן לציין**:

- תמיכה בגובה של 77 אלף יורו פר יחידה לרכישת אוטובוס חשמלי (2009-2012).
- תמיכה בגובה עד 64 אלף יורו פר יחידה לרכישת אוטובוס חשמלי (2013-2015).
- תמיכה ברשויות מקומיות בגובה עד 15 מיליון יורו להקמת תשתית טעינה (מ-2013)

עד 2015 ממשלת סין השקיעה סכום כולל של כ-8.4 מיליארד דולרים בסובסידיות אלו. ערים רבות בסין החליטו על יעדים לחישמול ציי האוטובוסים שלהן ברגולציה מחייבת. בעיר שז'ן, למשל, כל הצי של יותר מ-16,000 אוטובוסים העירוניים הוחלף לאוטובוסים חשמליים (Dixon, 2018).

מחוץ לסין עוד כ-2,100 אוטובוסים חשמליים נמצאים בשימוש בעיקר באירופה, ארצות הברית ויפן. ממשלות רבות קובעות יעדים ונוקטות בצעדים על מנת להחליף את אוטובוסי הדיזל באוטובוסים חשמליים. שוודיה מעודדת אוטובוסים חשמליים מ-2016, הולנד ונורבגיה התחייבו ל-100% אוטובוסים חשמליים עד 2025, צ'ילה עד 2040 וקוסטה ריקה עד 2050..

בשנת 2019 פרסם הפרלמנט האירופי את הדירקטיבה [\(EU\) 2019/1161](#) העוסקת בקידום כלי רכב נקיים (Clean Vehicle Directive). בין היתר, קובעת הדירקטיבה לכל מדינה חברה באיחוד האירופי יעדים מינימאלי לרכש אוטובוסים נקיים עד שנת 2025 ו-2030. בנוגע לאוטובוסים נקיים, האחוז המינימלי נע בין 24% ל 45% משנת 2021 עד 2025 ובין 33% ל 65% משנת 2025 עד 2030, כאשר חצי מהם צריכים להיות אוטובוסי אפס-פליטות. יש להדגיש שהדירקטיבה קובעת יעדים מינימליים למדינות האיחוד וישנן מדינות המחמירות על הדירקטיבה.

בנוסף, יש לציין את תפקידן של ערים וקואליציות ערים (כגון ה C40) לקידום השימוש באוטובוסים חשמליים. לעיתים קרובות יותר זריזות ממשלות, ערים רבות פועלות במרץ לקידום תחבורה ציבורית חשמלית. עשרים ושמונה ערים חתמו על מסמך "[C40 Fossil Fuel Free Streets Declaration](#)" והתחייבו לרכישת אוטובוסים חשמליים בלבד החל מ-2025. מדינת [קליפורניה](#) קבעה כי החל מ 2029 כל אוטובוס חדש יהיה נטול פליטות.

יש לציין כי באירופה, בניגוד לישראל, מדיניות התקצוב והרגולציה נקבעת ברמה המוניציפאלית ולא ברמה הלאומית.

באירופה, תכנית ZeEUS (Zero Emission Urban Bus System), המורכבת מרגולטורים, מפעילי תחבורה ציבורית, יצרני כלי רכב, ספקי חשמל אקדמיה וחברות הנדסה מקדמת תכניות פיילוט עם אוטובוסים חשמליים. בארצות הברית פעלו כ- 600 אוטובוסים עירוניים חשמליים ב- 2016 (Bloomberg, 2017).

רוב האוטובוסים החשמליים המיוצרים בסין נמכרו לשוק הסיני, אך חלק קטן גם נמכר בשוק הבין לאומי, בעיקר מחברות BYD ו Yutong. הדגם הכי נמכר הינו ה BYD 12 מטר סטנדרטי, אשר מורכב עם סוללה של 330 kWh וטווח נסיעה מעל 250 km (נתוני היצרן). באירופה מספר רב של יצרני אוטובוסים התחילו לייצר דגמים חשמליים, כולל יצרנים מבוססים (כגון וולוו, סולאריס ו VDL) (ZeEUS, 2016). בארצות הברית החברה המובילה הינה Proterra. כתוצאה, זמינים היום עשרות דגמים של אוטובוסים חשמליים.

בישראל פועלים כ 5,000 אוטובוסי תחבורה ציבורית עירוניים. רובם מצוידים במנועי דיזל. נכון לסוף שנת 2019 פועלים בארץ רק 78 אוטובוסים חשמליים. כולם נקנו בסיוע של המשרד להגנת הסביבה בתמיכה של עד 400 אלף ₪ לאוטובוס. החברות שמפעילות את האוטובוסים הינן:

- אגד - 25 אוטובוסים במפרץ חיפה ו- 10 בירושלים.
- דן - 27 אוטובוסים באזור גוש דן. (פועלים באמצעות קבלי על)
- קווים - 6 אוטובוסים באזור מודיעין מכבים רעות.
- מטרופולין - 5 אוטובוסים באזור השרון.
- סופרבוס - 5 אוטובוסים באזור יוקנעם.

5 מטרת המסמך

מסמך מדיניות זה מכוון את הדרך למעבר לרכישה של אוטובוסים עירוניים ללא זיהום עד לשנת 2025.

היעד של 2025 מוצע בהתאם להצהרת ארגון C40 ולהתחייבויות של מדינות מובילות באירופה, ולאור הדירקטיבה האירופאית.

6 תכנית רכש והצטיידות

ייקבע יעד ממשלתי לחייב רכישת אוטובוסי תחבורה ציבורית עירוניים חדשים שאינם פולטים זיהום אוויר במישרין כלל (zero emission vehicle) בהתאם לאחוזים הבאים מתוך כלל האוטובוסים שירכשו בכל שנה:

טבלה 1: קצב חדירה מוצע לאוטובוסים חשמליים

שנה	סה"כ אוטובוסים*	אוטובוסים חשמליים (מהחדשים) [%]	אוטובוסים חשמליים נכנסים	סה"כ אוטובוסים חשמליים	אוטובוסים חשמליים (מתוך סה"כ אוטובוסים) [%]
2020	6,000	20%	120	200	3%
2021	6,000	30%	180	380	6%
2022	6,000	40%	240	620	10%
2023	6,000	55%	330	950	16%
2024	6,000	75%	450	1,400	23%
2025	6,000	100%	600	2,000	33%
2026	6,000	100%	600	2,600	43%
2027	6,000	100%	600	3,120	52%
2028	6,000	100%	600	3,720	62%
2029	6,000	100%	600	4,320	72%
2030	6,000	100%	600	4,800	80%
2031	6,000	100%	600	5,220	87%
2032	6,000	100%	600	5,580	93%
2033	6,000	100%	600	5,850	98%
2034	6,000	100%	600	6,000	100%
2035	6,000	100%	600	6,000	100%
2036	6,000	100%	600	6,000	100%
2037	6,000	100%	600	6,000	100%
2038	6,000	100%	600	6,000	100%
2039	6,000	100%	600	6,000	100%
2040	6,000	100%	600	6,000	100%

*הונח מספר קבוע של 6,000 אוטובוסים עירוניים לצורך החישוב אך בפועל המספר כיום נמוך ובעתיד יהיה גבוה מכך.

7 ניתוח כדאיות כלכלי – סביבתי

התבצע ניתוח עלות תועלת על מנת לבחון את הכדאיות של המעבר של התחבורה הציבורית לחשמלית. הניתוח נעשה בשני היבטים: בהיבט של מפעיל התח"צ ובהיבט של המשק כולו.

7.1 הנחות העבודה

לצורך הניתוח נעשו ההנחות הבאות:

ערך	יחידה	
4	ILS/Euro	שער המרת יורו
3.6	ILS/\$	שער המרת דולר
4.70%	%	שיעור היוון
17%	%	מע"מ

אוטובוס דיזל	אוטובוס חשמלי	יחידות	
10	10	שנים	זמן שירות
50,000	50,000	km	נסועה שנתית
	324	kWh	קיבולת סוללה
4.40%	8%	[%]	ערך גרט
0.56	1.2	kWh/km-l/km	נצילות אנרגטית
0.31	0.23	NIS/km	עלות תחזוקה
2.25	0.41	NIS/kWh-NIS/l	עלות אנרגיה ליחידת אנרגיה (ללא מיסוי)
1.26	0.492	NIS/km-NIS/km	עלות אנרגיה לק"מ (ללא מיסוי)
	100,000.00	NIS	עלות תשתית טעינה
	50,000.00	NIS	עלות עמדת טעינה
	1		שיעור אוטובוס/עמדת טעינה
750,000.00	1,200,000.00	NIS	עלות האוטובוס (ללא סוללה)
0.35	0.07	NIS/km	עלויות חיצוניות זיהום אוויר (2019)
0.32	0.03	NIS/km	עלויות חיצוניות רעש

עלות הרכישה של אוטובוס חשמלי משמעותית יותר גבוהה מזאת של אוטובוס דיזל, כאשר עלות הסוללה הינה מרכיב מפתח. אבל בזכות התפתחות טכנולוגית והגדלת נתח השוק של אוטובוסים אלו, מחירי האוטובוסים חשמליים צפויים לרדת משמעותית, כאשר לאוטובוס דיזל לא צפויים שינויים.

לצורך חישוב פליטות מזהמים מאוטובוסי דיזל, נלקחו [מקדמי פליטה](#) מכלי רכב של המשרד להגנת הסביבה. הונח כי האוטובוסים נוסעים בשכונות מגורים ללא שיפוע במשטר סע/עצור.

העלויות החיצוניות של זיהום אוויר נלקחו מאתר המשרד להגנת הסביבה.

בהיעדר נתונים על עלות חיצונית של רעש בישראל הוחלט להתבסס על העלויות המפורטות בדוח האיחוד האירופי תוך המרת שער מטבע בלבד. בנוסף בהיעדר נתונים של רעש של אוטובוס חשמלי, הונח כי עוצמת הרעש ממנו דומה לרכב פרטי.

[Handbook on the external costs of transport \(Version 2019\)](#)

חשוב לציין כי קיימות בנוסף תועלות אחרות שכרגע לא ניתן להעריך, אך יש להן משמעות גבוהה. אוטובוסים חשמליים יאפשרו תכנון והקמה של תחנות מרכזיות סגורות ושילובן עם שימושי קרקע נוספים. כמו כן, תתאפשר הקמת מסופים ותחנות קצה בצמידות גבוהה יותר למגורים. מגבלות תכנוניות אלו מקשות היום על פיתוח התחבורה הציבורית בישראל והסרתן חיונית.

7.2 ניתוח בהיבט מפעיל התח"צ

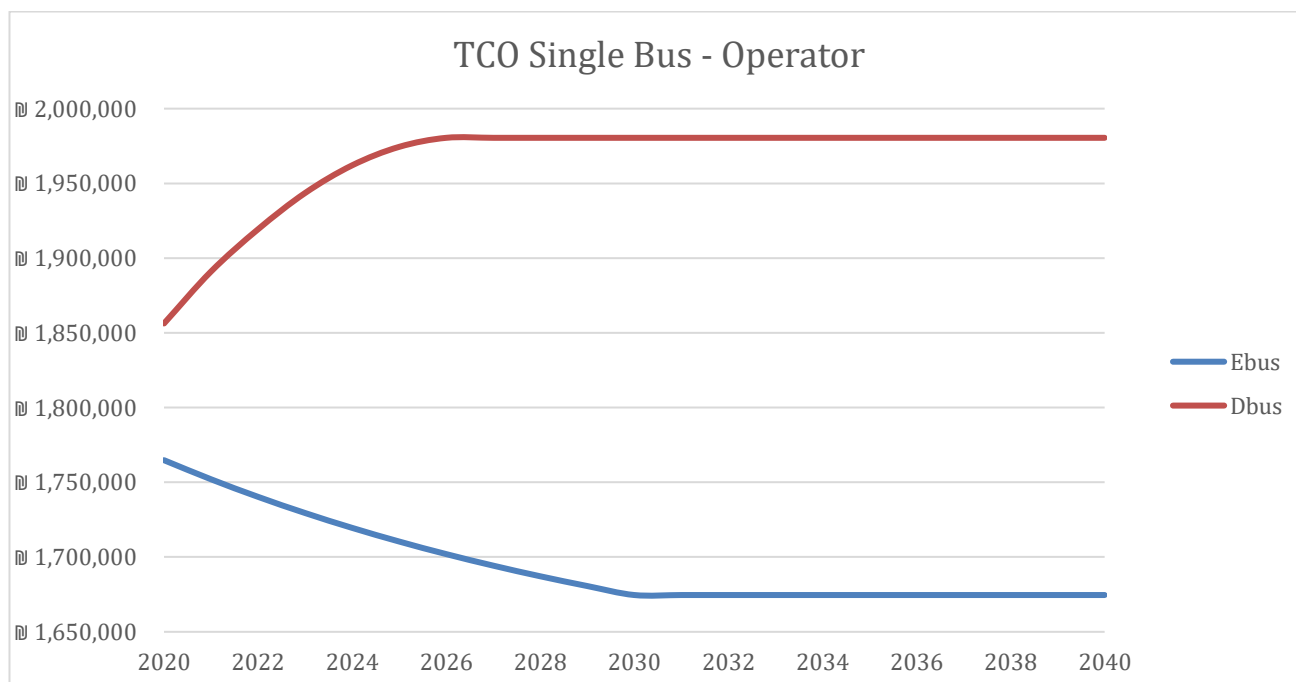
נלקחו בחשבון הפרמטרים בהם ישנם הבדלים בין אוטובוס חשמלי וקונבנציונאלי (מונע דיזל):

- עלויות רכישת האוטובוס
- ערך גרט לאוטובוס אחרי שימוש
- עלויות עמדת טעינה
- עלויות הקמת תשתית לטעינת חשמלית
- עלויות תחזוקה
- עלויות דלק או חשמל (כולל מיסוי)

הניתוח בוצע לכל תקופת הפעלת האוטובוס (10 שנים), בהתייחסות לשנת רכישת האוטובוסים. כמו כן, מופיע סה"כ עלות להפעלת האוטובוס (TCO – Total Cost of Ownership). העלויות מהוות למחירים של היום.

עבור אוטובוסים חשמליים, עלות הרכישה הגבוהה מהווה המרכיב העיקרי ב TCO. אכן, אוטובוסים אלו יקרים כמעט פי 2 לעומת דיזל. עם זאת, עלות רכישתם צפויה לרדת בשנים הקרובות, וזאת בעקבות ירידה במחיר הסוללות. לעומת זאת, אוטובוסי דיזל זולים יותר בעת רכישתם, אך עלויות הדלק משמעותיות הרבה יותר. עלות הדלק צפויה לעלות בשנים הבאות, וזאת בהתאם למתווה לביטול הישבון הבלו על סולר.

כתוצאה מכך, להערכתנו ה TCO של אוטובוס חשמלי נמוכה בכ 90 אלף ש"ח מזאת של אוטובוס דיזל כבר בשנת 2020, כפי שמופיע באיור 1. למרות זאת, ההון ההתחלתי הגבוה הנדרש לרכישת אוטובוס חשמלי, ביחד עם אתגרים נוספים בהיבטים התפעוליים ושל הקמת תשתית הטעינה מהווים חסמים, המרתיעים את מפעילי התח"צ למעבר מסיבי לחשמל כיום. תוך כשנתיים הפער ב TCO צפוי לגדול לכ 180 אלף ש"ח ובמקביל להתקדמות בפריסת תשתיות הטעינה אנו מעריכים שלא יהיה יותר צורך בתמיכה כספית במפעילים והם יבחרו בטכנולוגיה החשמלית משיקולי עלות ישירה.

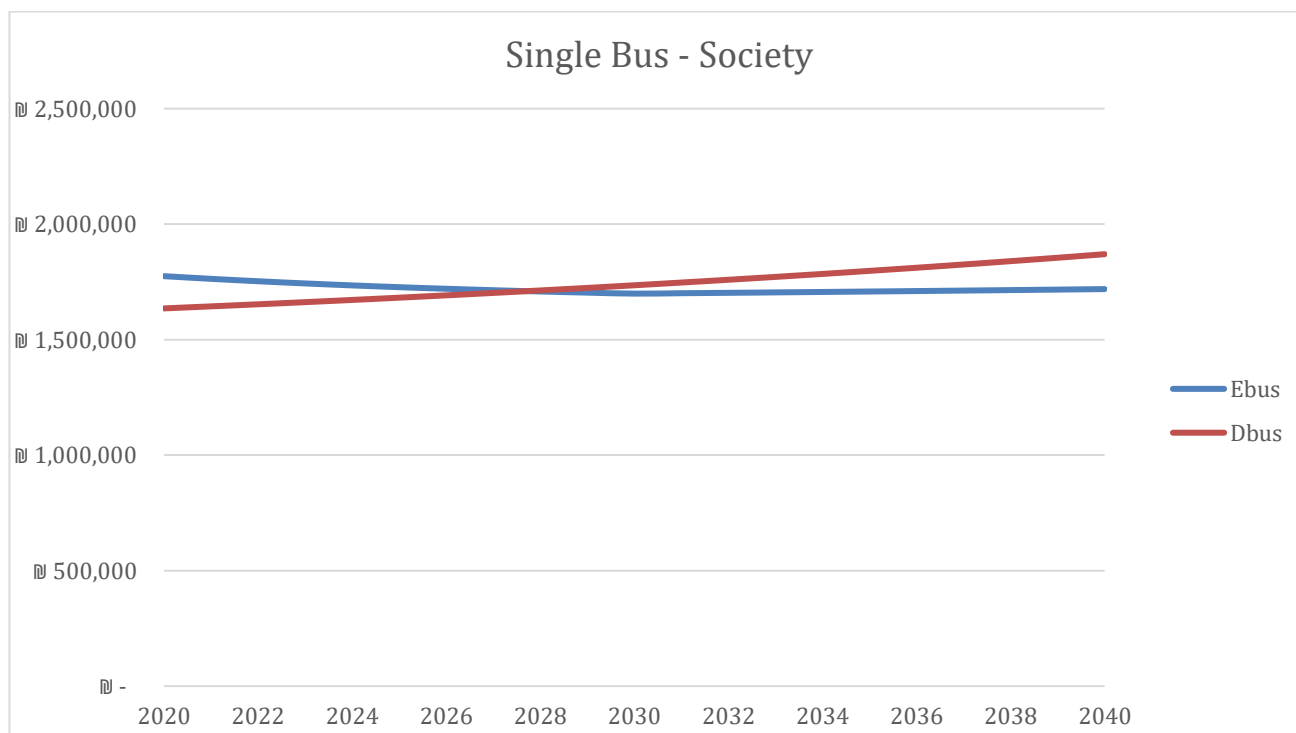


איור 1: השוואת עלות בעלות כוללת של אוטובוס חשמלי ודیزל בעיני מפעיל תח"צ

7.3 ניתוח עלות תועלת משקי לאוטובוס בודד – חשמלי לעומת דיזל

בוצע ניתוח עלות תועלת למשק במעבר של התחבורה הציבורית העירונית לחשמל כנגד מצב עסקים כרגיל (המשך שימוש באוטובוס דיזל בלבד). הפרמטרים שנלקחו בחשבון הינם:

- עלויות רכישת האוטובוס
- ערך גרט לאוטובוס אחרי שימוש
- עלויות עמדת טעינה
- עלויות הקמת תשתית לטעינת חשמלית
- עלויות תחזוקה
- עלויות דלק או חשמל (ללא מיסוי)
- עלויות חיצוניות מזיהום אוויר (מפליטות ישירות מהאוטובוסים ומייצור חשמל)
- עלויות חיצוניות מרעש



איור 2: השוואת עלויות של אוטובוס חשמלי ואוטובוס דיזל בעיני המשק

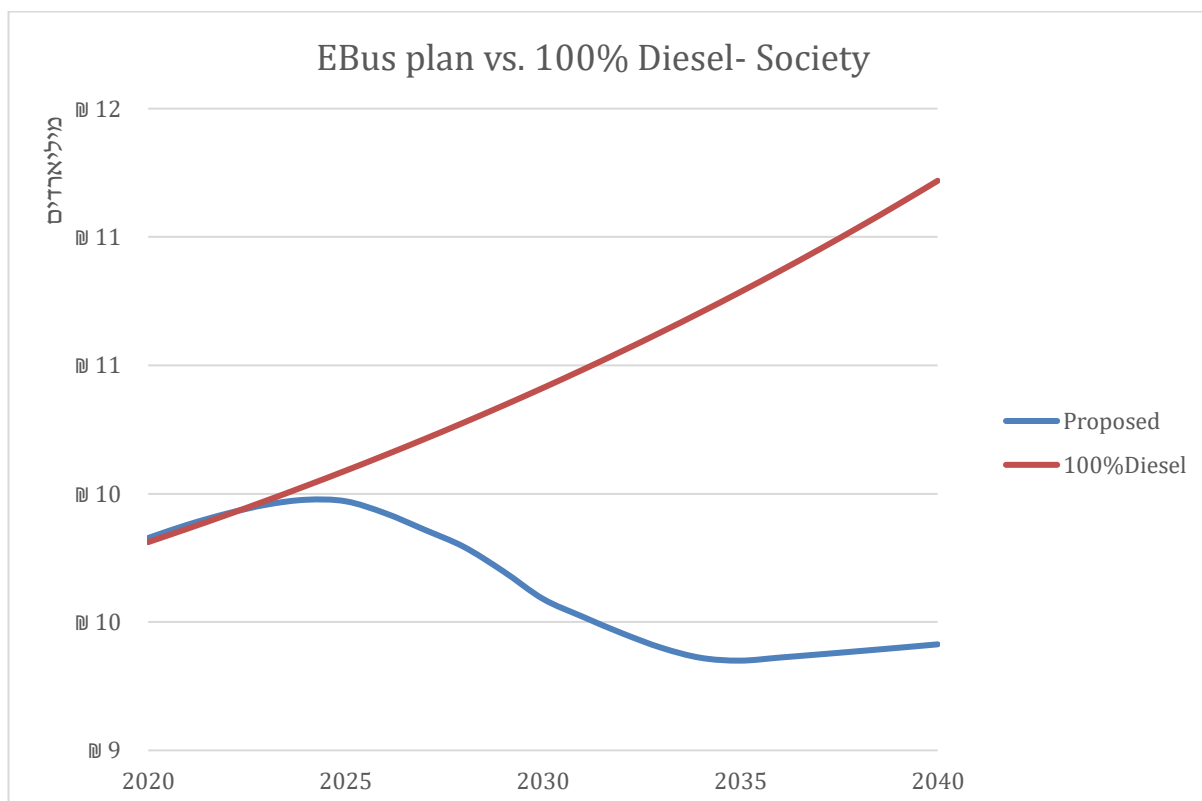
מניתוח זה ניכר שעד שנת 2027 אוטובוס חשמלי אינו כדאי מבחינה משקית לעומת אוטובוס דיזל. בשנה זו התמונה מתהפכת והפער ביניהם ממשיך לגדול לטובת האוטובוס החשמלי. יודגש כי במסגרת ניתוח זה לא תומחרו תועלות רבות לאוטובוסים החשמליים כגון הגמישות בתכנון מסופי תחבורה ציבורית ונתיבי תחבורה ציבורית והשיפור בתדמית ובחווית הנסיעה שיכול להשפיע על פיצול הנסיעות בתח"צ. אין ספק כי הכדאיות המשקית תגדל אם ניתן היה לחשב בפשטות תועלות אלו. כמו כן, ישנן עלויות חד פעמיות לטכנולוגיה החשמלית ששולבו בניתוח זה (כגון הקמת תשתית החשמל לחניון) וניכר כי התועלת תגדל ברכש עתידי של אוטובוסים חשמליים נוספים.

למרות שהכדאיות המשקית תתבסס רק עוד מספר שנים על המדינה לפעול כבר כיום לחדירת הטכנולוגיה החשמלית וזאת לאור משך זמן הארוך הנדרש לפריסת התשתיות ולאור החשיבות בהתנסות של מלוא המפעילים והרשויות המקומיות בטכנולוגיה החשמלית.

7.4 ניתוח עלות תועלת משקי לתכנית לחישמול אוטובוסים

החל משנת 2025 לא יירכשו יותר אוטובוסי דיזל, ומשנת 2034 לא יפעלו יותר אוטובוסים אלו. כמו כן, בשנת 2034 כל האוטובוסים בישראל יהיה חשמליים, ולא מתוכננות יותר הקמות של עמדות טעינה ותשתיות לטעינת האוטובוסים.

ניתן להבחין כי לעומת תכנית עסקים כרגיל, התכנית "אוטובוסים חשמליים" מביאה עלויות גבוהות בהתחלתה, וזאת בעיקר בעקבות העלויות הגבוהות של רכישת האוטובוסים חשמליים, אך המצב מתהפך בשנת 2021. בניתוח עבור כלל האוטובוסים העירוניים בישראל משנת 2020 ועד לשנת 2034 קיימת כדאיות משקית של 1.35 מיליארד ₪ בתכנית האוטובוסים החשמליים לעומת המשך השימוש באוטובוסי דיזל.



איור 3: השוואת עלויות תכנית אוטובוסים חשמליים לעומת תכנית עסקים כרגיל באנליזה משקית

8 תכנית להקמת תשתיות טעינה

בכדי ליישם את החזון ואת מפת הדרכים המפורטים במסמך זה ישנו צורך להקים תשתיות טעינה בכלל החניונים והמסופים המשמשים לתחבורה ציבורית עירונית. חלק מהחניונים ומהמסופים בבעלות ציבורית כגון רשויות מקומיות וחלקם בבעלות פרטית. לבעל החניון לא קיים תמיד האינטרס להקים בו תשתיות טעינה. הדבר נכון במיוחד מכיוון שההשקעה הראשונית בהקמת התשתיות גבוהה ורלוונטית רק כאשר יש אופק פעילות ארוך טווח לחניון.

הרשות הארצית לתחבורה ציבורית במשרד התחבורה מקדמת תכנית רב שנתית לחשמול התחבורה הציבורית בישראל, עם דגש על המטרופולינים הצפופים. כמו כן, הרשות פירסמה "הנחיות לתכנון תשתיות במסופים עבור אוטובוסים חשמליים" אשר מגדירות את הדרישות ממתקני טעינה חשמלית במסופים ובחניונים התח"צ. בחניוני הלילה נדרש בעיקר להקים תשתיות טעינה איטיות ובמסופים בעיקר תשתיות לטעינה מהירה.

לאור האמור לעיל יש לאשר ולתקצב את התכנית שמקדמת הרשות הארצית לתחבורה ציבורית ולהטיל עליה לתמוך בהקמה של תשתיות לטעינת אוטובוסים בחשמל בכל החניונים המיועדים לאוטובוסי תחבורה ציבורית עירונית עד לסוף שנת 2025. אופן השדרוג ההקמה והחיבור של החניונים לחשמל יקבע בהתאם לסדרי העדיפויות של הרשות. על בסיס תשתיות החשמול שהוקמו עד כה נדרש כ 150,000 ₪ להקמת תשתיות טעינה ועמדת טעינה לאוטובוס. תקציב של כ 200 מלש"ח יאפשר הקמת תשתיות טעינה לכ 1,400 אוטובוסים ובכך לספק את הצרכים עד לשנת 2024. משנה זו הכדאיות להפעלת האוטובוסים החשמליים גוברת ויש לבחון את המשך התמיכה בהקמת תשתיות הטעינה.

בנוסף קיים אתגר תשתיתי ברשת החשמל לספק את החשמל לטעינת האוטובוסים במקביל. לדוגמה, חניון של 400 אוטובוסים הנטענים במקביל בעמדה איטית יחסית של 100KW דורש יכולת אספקה מקומית של 40MW חשמל. על הרשות לתחבורה ציבורית לתאם עם משרד האנרגיה, רשות החשמל וחברת החשמל את פריסת האוטובוסים החשמליים החדשנים הצפויה כדי לאפשר להיערך לכך זמן רב מראש.

9 כלי מדיניות ממשלתיים

על מנת לאפשר, לקדם ולתמוך בחשמול של התחבורה הציבורית העירונית בישראל, מומלץ לממשלה לאמץ תכנית זו בהחלטת ממשלה הכוללת יעד מחייב לשילוב אוטובוסים עירוניים ללא זיהום וצעדים יישומיים הכוללים רגולציה מחייבת ותמיכות כלכליות כמפורט להלן.

9.1 החלטת ממשלה

מוצע לאשר בממשלה החלטה הקובעת יעד שהחל משנת 2025 כל אוטובוס עירוני חדש יהיה ללא זיהום ומעגנת את הפעולות הנדרשות לעמידה ביעד.

9.2 מכרזים והסכמים להפעלת שירותי תחבורה ציבורית באוטובוסים

מוצע לקבוע תנאים במכרזים להפעלת תחבורה ציבורית ובהסכמי ההפעלה הרב-שנתיים של החברות אגד ודן, כך ששיעור האוטובוסים ללא זיהום מתוך האוטובוסים העירוניים החדשים אותם יפעיל הזוכה במכרז או החברה, לפי העניין, יהיה כמפורט בטבלה הבאה:

השנה	2020	2021	2022	2023	2024	2025 והלאה
שיעור האוטובוסים החדשים ללא זיהום	50%	60%	70%	80%	90%	100%

9.3 קולות קוראים לתמיכה ברכישת אוטובוסים ללא זיהום

מכרזי התחבורה הציבורית מסוגלים לתת מענה הדרגתי אך ורק לאשכולות תחבורה ציבורית המתפרסמים למכרז בשנים הקרובות. עם זאת, הם אינם מספקים מענה לתוספות שירות ולאשכולות התחבורה הציבורית שאינם מתפרסמים למכרזים. על מנת לספק מענה מהיר לאוכלוסיית אוטובוסים זו מוצע שהמשרד להגנת הסביבה ימשיך לפרסם מידי שנה קולות קוראים לתמיכה במפעילי תחבורה ציבורית ברכישה של אוטובוסים עירוניים חשמליים וזאת בהתאם לטבלה הבאה:

שנה	תמיכה מקסימלית לאוטובוס (אלש"ח)	סה"כ תמיכה (אלש"ח)
2020	250	47(מתוקצב)
2021	200	40
2022	150	30
2023	100	30
סה"כ תקציב מבוקש (2021 – 2023)		110

לצורך הפעילות נדרש שהמשרד להגנת הסביבה יתקצב ב 110 מלש"ח בשנים 2021-2023. מספר האוטובוסים שיירכשו בתמיכה צפוי לעלות מדי שנה וזאת לאור הגידול הצפוי בתשתיות טעינה.

הקולות הקוראים יאפשרו גם תמיכה בסוגי אוטובוסי תחבורה ציבורית נוספים כגון אוטובוסים בינעירוניים, מפרקיים ומיניבוסים.

9.4 תמריצי מיסוי

בעת רכישת אוטובוס חשמלי קיימות הוראות שעה הקובעות פטור ממכס יבוא (לעומת 7% לאוטובוס דיזל) ופחת מואץ (33.3% לעומת 20% לאוטובוס דיזל). כמו כן, קיים מתווה הדרגתי מאושר להפחתת החזרי הבלו על סולר מאוטובוסי דיזל. בהתאם למתווה זו יבוטלו לחלוטין החזרי מס הבלו באופן שיפחית הכדאיות לשימוש באוטובוסי דיזל. כמו כן, יש להאריך את הוראת השעה הקובעת פחת מואץ וזאת עד לשנת 2025. יש לשקול האם להאריך את הפטור ממכס יבוא מכיוון ומתחילה בישראל תעשייה מקומית של הרכבת אוטובוסים חשמליים ומנגנון המכס יוכל להגן אליה.

9.5 איסור הפעלת אוטובוסי דיזל חדשים החל משנת 2025

מוצע לאסור על הפעלת אוטובוסים עירוניים חדשים מונעי דיזל החל משנת 2025 ולחייב באופן הדרגתי את השימוש באוטובוסים ללא זיהום. אחד ממקורות הסמכות החוקית לעשות זאת הינו מתן הוראות לפי חוק אוויר נקי. למשרד להגנת הסביבה יש סמכות להוציא הוראות למפעילי האוטובוסים העירוניים לתחבורה הציבורית לפי סעיף 41 לחוק אוויר נקי. מוצע שההוראות יחייבו את מפעילי התחבורה הציבורית בהפעלת שיעורים עולים באופן הדרגתי של אוטובוסים עירוניים חשמליים לפי הטבלה הבאה:

שנה	הוראות ישירות (אוטובוסים מאופסי פליטות מסך הרכש החדש)
2020	3%
2021	30%
2022	40%
2023	55%
2024	75%
2025	100%

10 סיכום

מסמך זה מציג מדיניות של המשרד להגנת הסביבה למעבר לרכישה של אוטובוסים עירוניים ללא זיהום עד לשנת 2025. המעבר לשימוש באוטובוסים לא מזהמים בתחבורה הציבורית בערים יוביל לשיפור ניכר באיכות האוויר במרכזי הערים, לצמצום פליטות גזי החממה ומטרדי הרעש התחבורתי, לצמצום היבוא של נפט, לשיפור התדמית והשירות של התח"צ וזאת לצד הפחתת עלויות משקיות לטווח ארוך. שיפור איכות האוויר בריכוזי האוכלוסין הינו חיוני ביתר שאת בתקופה זו על מנת לספק חוסן בריאותי לאוכלוסיה מפני הקורונה.

תכנית הרכש והצטיידות שבמסמך מתייחסת אך ורק לאוטובוסים חדשים ואינה כוללת הוצאה משירות של אוטובוסי דיזל לפני הזמן המתוכנן לסיום שירותם. עקב סיבה זאת, המעבר המלא לתחבורה ציבורית חשמלית יהיה שלם רק בשנת 2035.



הטכנולוגיה המובילה כיום לאוטובוסים ללא זיהום הינה הנעה חשמלית. האוטובוסים החשמליים מתאפיינים בעלות רכישה גבוהה (כיום, כפי 2 מעלות האוטובוס דיזל) אך בעלויות תפעול ותחזוקה נמוכות. לכן קיימת כדאיות לאוטובוסים אלו על פני כל טווח החיים של האוטובוס (כ 10 שנים). בעתיד, מחיר האוטובוס החשמלי צפוי לרדת אך יותר בזכות הוזלת ייצור הסוללות.

על מנת ליישם את התכנית נדרש לבצע הפעולות הבאות :

- a. אישור התכנית ותקצובה ב 310 מלש"ח בהחלטת ממשלה ;
 - b. פרסום קולות קוראים לתמיכה כספית ברכישת אוטובוסים עירוניים ללא זיהום – 110 מלש"ח ;
 - c. קביעת הוראות לצי אוטובוסים הדורשות שילוב אוטובוסים ללא זיהום בשיעורים עולים וקביעת איסור על רכישת אוטובוסי דיזל עירוניים חדשים החל משנת 2025 ;
 - d. קביעת דרישות סף לאוטובוסים ללא זיהום במכרזים להפעלת שירותי תחבורה ציבורית ;
 - e. תכנון ותקצוב של תכנית להקמת תשתיות טעינה לאוטובוסים בחניונים ובמסופים – 200 מלש"ח.
- יישום של התכנית המובאת במסמך זה תוביל לתועלות כלכליות של 1.35 מלש"ח למשק בישראל עד לשנת 2034.

11 ביבליוגרפיה

Bloomberg. (2017). *The Global Electric Bus Market Gets Into Gear*.

Dixon, T. (2018). *Clean Technica*.

International Energy Agency. (2018). *Global EV Outlook 2018*.

ZeEUS. (2016). *ZeEUS eBus Report - An overview of electric buses in Europe* . אוחזר מתוך
<http://zeeus.eu/uploads/publications/documents/zeeus-ebus-report-internet.pdf>