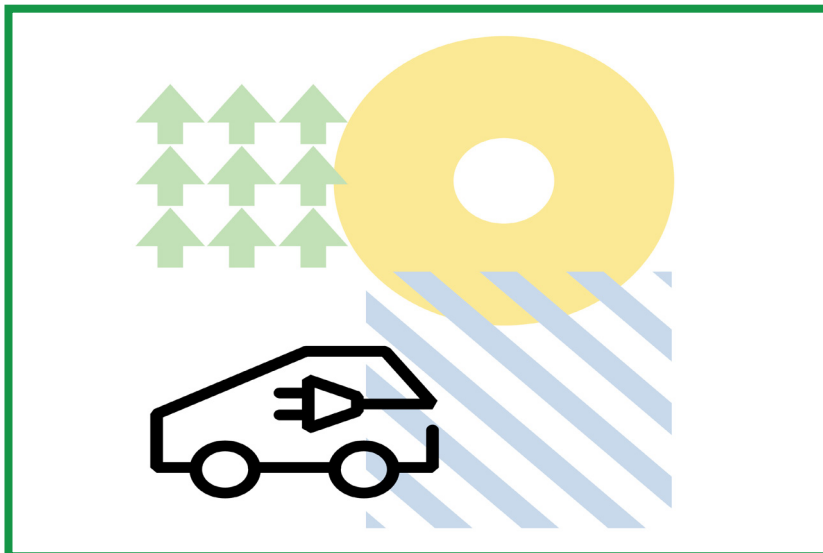




סביבה ואנרגיה

מדריך היערכות רשויות מקומיות לתחבורה פרטית חשמלית

עידן ליבס
פרופ' אופירה אילון



תכנון
ארוך טווח

תעשייה
וחדשנות

תשתיות
פיזיות

בריאות

הון
אנושי

השכלה
גבוהה

חברה

חינוך

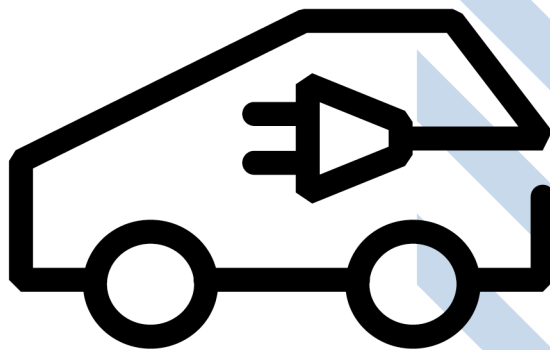
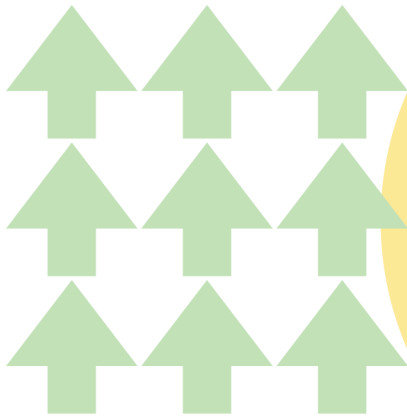
כלכלה

מדע
וטכנולוגיה

סביבה ואנרגיה -

מדריך היערכות רשויות מקומיות לתחבורה פרטית חשמלית

עידן ליבס | פרופ' אופירה אילון



פברואר 2019



מדריך היערכות רשויות מקומיות לתחבורה פרטית חשמלית

עידן ליבס | פרופ' אופירה אילון
פברואר 2019 — מהדורה ראשונה

זוהי המהדורה הראשונה של מדריך זה. תחום התחבורה החשמלית ותשתיות הטעינה העולמי נמצא רק בתחילת דרכו וחווה תמורות ושינויים תוך התפתחותו. לא כל שכן, תחום זה בישראל שהינו בוסרי לחלוטין מציב סימני שאלה רבים בהיבטים שטרם גובשו במלואם ובהם מדיניות, רגולציה, מודלים כלכליים, דפוסי התנהגות צרכנים ועוד. לפיכך, ככל שיתגלו במסמך זה אי-דיוקים, חוסרים ושינויים אנו נעשה כל שאלל ידנו על מנת לתקנם במהדורות עוקבות.

המהדורה הבאה של המדריך צפויה לכלול התייחסות מורחבת להיבטים אופרטיביים של פרישת עמדות טעינה, לרבות הנחיות לתכנון מרחבי, תיאום מול גורמים שונים מתחום התשתיות, סוגיות משפטיות בהתקשרויות ומודלים כלכליים.

להערות והארות אנא פנו אלינו בדואר אלקטרוני בכתובת
info@neaman.org.il

עריכה ועיצוב גרפי: הילה קרץ

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.

תודתנו נתונה ליחידת המדען הראשי במשרד האנרגיה, למינהלת לתחליפי דלקים ותחבורה חכמה במשרד ראש הממשלה, למרכז לשלטון מקומי, לרשויות המקומיות ולגורמים הנוספים אשר תמכו וסייעו לכתובתו של מדריך זה.

התכנית הלאומית
לתחליפי דלקים
ותחבורה חכמה



משרד האנרגיה
www.energy.gov.il

ניידות חשמלית משנה באופן מהותי את דפוסי צריכת האנרגיה המשמשת להובלת בני-אדם וסחורות, שהינם חלק קריטי בכל כלכלה מודרנית. להחלפתם ההדרגתית של כלי רכב בעלי מנועי בעירה פנימית על-ידי כלי רכב חשמליים צפויות להיות השלכות מרחיקות לכת על משק האנרגיה, על איכות הסביבה ועל המרחב הבנוי. על מנת למצות את הפוטנציאל הגלום בשינוי זה, נדרשת היערכות מחושבת ומושכלת, כך שיינתן מענה למאפיינים הייחודיים של רכב חשמלי ושל התשתיות התומכות הנדרשות לאימוצו בקנה מידה רחב. משימה זאת מקבלת משנה תוקף ברשויות מקומיות האמונות על ניהול המרחב הציבורי שבתחומן ומהוות את נקודת הממשק העיקרית שבין בעלי-העניין השונים בתחומי התחבורה והאנרגיה ובמרכזם התושבים.

מדריך זה עוסק בבחינה והצגה של חלופות אמצעי מדיניות בפרישת תשתיות טעינה לרכב חשמלי ברשויות מקומיות. זאת, תוך התייחסות לסוגיות מעשיות שונות בהתמודדות עם אתגרים בתחומי הרגולציה ותקינה, מימון, מודלים ליישום, התנגדות ציבורית והיבטים נוספים. מטרתו של המדריך הינה לשמש ככלי בידי רשות מקומית בבואה להקים תשתיות ולגבש מדיניות מקומית תומכת בתחבורה מבוססת הנעה חשמלית וטעינתה מרשת החשמל.

תוכן העניינים

	רקע	— 06
07	המוטיבציה לרשות המקומית	
09	סוגי הנעה חשמלית	
10	סוגי מערכות טעינה	
12	תרחישי טעינה ומבנה הרשת	
16	תמונת מצב, תחזיות ובעלי עניין	
22	מדיניות, כלי תמיכה ואסדרה	
	תכנון	— 26
27	היערכות ארגונית	
30	עקרונות ליישום	
34	מודלים לפרישה	
	יישום	— 38
39	מודלים להתקשרויות	
41	הערכת עלויות	
45	התמודדות עם התנגדויות	

— 01

רקע

07	המוטיבציה לרשות המקומית
09	סוגי הנעה חשמלית
10	סוגי מערכות טעינה
12	תרחישי טעינה ומבנה הרשת
16	תמונת מצב, תחזיות ובעלי עניין
22	מדיניות, כלי תמיכה ואסדרה

המוטיבציה לרשות המקומית

רשויות מקומיות הינן נקודת הממשק העיקרית והיומיומית שבין התושבים משתמשי הדרך, אזורי מגורים ומסחר, תשתיות התחבורה ורשת החשמל. בשל כך, הן נושאות חשיבות קריטית במימוש המדיניות הלאומית לפרישה רחבה של תחבורה חשמלית. יתרה מכך, לרשויות מקומיות גלומות תועלות באימוץ תחבורה חשמלית ותשתיות טעינה עבודה, המהוות זרז בעבור מקבלי-החלטות במתן תשומת לב ניהולית וציבורית לנושא זה. בין מניעים אלו ניתן למנות את הבאים:

— הפחתת זיהום אויר ורעש

תחבורה חשמלית הינה אמצעי ישיר להפחתה אמיתית, מוחשית, משמעותית ומתמשכת של זיהום אויר ורעש במרחב העירוני שמקורם בתחבורה, שהינה המקור העיקרי לזיהום זה בעיר ובין היחידים שבהשפעתה של הרשות המקומית

— שירות חדשני לתושבים

תשתיות טעינה ציבוריות מאפשרות לתושבים לעשות שימוש בפתרון תחבורתי חדשני החוסך באופן משמעותי בהוצאות על דלק ותחזוקה לרכב, בזמן וכסף על ביקורים בתחנות דלק ומוסכים, ובזיהום אויר בקרבת הבית, תוך הנגשתו גם לאלו שאין ברשותם חניה פרטית, ובאופן שנותן לתושב יכולת לקחת חלק פעיל ביצירת שינוי חיובי לטובת הקהילה והסביבה ולשפר את איכות החיים של כלל התושבים

— חיזוק תדמית סביבתית וטכנולוגית

תחבורה חשמלית נהנית מדימוי ציבורי חדשני ו"ירוק" וקידומה ע"י הרשות

המקומית מהווה ביטוי הלכה למעשה למדיניות המקדמת ערכים אלו, כמו גם מיצוב מוביל לצד ערים חזקות ומתקדמות מהעולם הפורצות דרך ומאמצות תחבורה חשמלית כחלק חשוב בפועלן

— תועלות כלכליות ישירות ועקיפות

תשתיות טעינה ציבוריות יכולות לייצר ערוץ הכנסות נוסף ממשאב החניה העירוני, לשמש כצרכן לחשמל מייצור מקומי, למשוך תנועת מבקרים לאזורי מסחר ובילוי, להפחית צורך בתשתיות תדלוק לטובת שימושי קרקע אחרים ועוד, בצד תועלות עקיפות הנובעות מהפחתת זיהום האוויר וחסכון בזמן

— שדרוג התשתיות העירוניות לחכמות ומתקדמות

הצבת עמדות טעינה המחוברות הן לרשת החשמל הן למערכות מידע בזמן אמת ע"י תקשורת נתונים, הופך את מקומות חניה ל"חכמים" ומאפשר יכולות מתקדמות ובהן שימוש בכלי הרכב למתן גיבוי מקומי לרשת החשמל העירונית באירועי כשל באספקה, אגירת חשמל בזמני שפל ביקושים והזנה חזרה לרשת בזמני עומס ועוד, ובתוך כך מחזקים את תשתיות החשמל ברשות

— הפחתת טביעת רגל פחמנית

תחבורה חשמלית מפחיתה בשיעור ניכר את פליטות גזי החממה מתחבורה, שהינן אחד המדרים ההשוואתיים על-פיהם נבחנות רשויות ברחבי העולם המשקף את העלות הסביבתית שמשתיה הפעילות האנושית ברשות על הסביבה

— ניצול מקורות אנרגיה מקומיים

טעינת כלי רכב חשמליים הינה זרז חיובי משמעותי לצריכה של אנרגיה מייצור מקומי במתקנים מבוזרים על בסיס גז טבעי במיקרו-גנרציה וממקורות מתחדשים המפחיתים אף יותר את ההשפעה הסביבתית, ומאפשרים לתושבים, עסקים ולמגזר הציבורי לקחת חלק במשק האנרגיה המקומי ולשפר את רווחתם הכלכלית והסביבתית

לאור התמורות בענף הרכב העולמי ומשק האנרגיה, היערכות לתחבורה חשמלית היא מחוייבת המציאות ובלתי נמנעת. על הרשויות המקומיות ששנוי זה עומד לפתחן לתכנן מדיניות הולמת, להיערך להתמודדות עם הסוגיות השונות ולנצל את הפוטנציאל הרב הטמון בו לרווחת תושביהן.

סוגי הנעה חשמלית

מערכת הנעה חשמלית מבוססת על מנוע חשמלי אחד או יותר, אמצעי לאגירת אנרגיה ומקור כוח להזנתם. מבנה אופייני של מנוע חשמלי מתאפיין במעט חלקים נעים באופן יחסי, וכתוצאה מכך לנצילות אנרגיה ואמינות מכאנית גבוהות ביותר. אמצעי אגירת האנרגיה הנפוצים בשימוש בכלי רכב הם סוללות כימיות בהרכבים שונים ובמקרים מסוימים קבלי-על, והם נבדלים זה מזה בקיבולת וצפיפות האנרגיה, ההספק, אורך חיים, יציבות תרמית ועוד. לרוב מקורות הכוח הינם הזנה חיצונית של חשמל, ולחליפין מנוע בעירה פנימית המוזן בדלק או תא דלק המוזן לרוב במימן.

ישנן תצורות רבות להנעה חשמלית המשלבות מספר רכיבים מאלו שצוינו, ובהתאם מהוות נקודות איזון שונות בין מאפיינים כגון טווח עבודה, ביצועים, קצב טעינה/תדלוק, אורך חיים, מורכבות מכאנית, אמינות, תחזוקה, תשתיות תומכות נדרשות וכמובן עלויות. ברמה הבסיסית ניתן לסווג את כלי הרכב החשמליים על פי מקורות האנרגיה המזינים אותם. ככלל, כלי הרכב החשמליים המיוצרים כיום באופן סדרתי נחלקים לשני סוגי תצורה עיקריים:

— רכב חשמלי מלא (Battery electric vehicle, BEV)

מונע ע"י מנוע אחד או יותר חשמליים כולם, המוזנים מסוללה הנטענת מרשת חשמל ומאפשרת לרוב טווח נסיעה חשמלית של כמה מאות ק"מ.

— רכב היברידי-נטען (Plug-in hybrid electric vehicle, PHEV)

מונע על ידי שילוב של מנוע חשמלי ומנוע בעירה פנימית, המוזנים בהתאמה ע"י סוללה קטנה יחסית ודלק בנזין או סולר. בהתאם לתצורה הספציפית ולמצב הנסיעה, המנוע החשמלי יכול להניע לבדו את הרכב עד לטווח ומהירות מסוימים או משמש כסיוע למנוע הבעירה המניע את הרכב. הסוללה נטענת גם מרשת החשמל ולפי הצורך גם ע"י מנוע הבעירה, וטווח הנסיעה החשמלית בלבד עומד לרוב על כמה עשרות ק"מ.

מדריך זה מתייחס הן לרכב חשמלי מלא והן להיברידי-נטען תחת הכינוי הכללי רכב חשמלי. עם זאת, יש לציין כי רכב היברידי-נטען הינו פתרון ביניים שמטרתו לגשר בין החסרונות של הנעה חשמלית והנעה דלקית, וככזה מהווה פשרה ביחס לשתי חלופות אלו בהיבטי עלויות, ביצועים והשלכות סביבתיות. בשל המגבלה על היתרונות של רכבים היברידיים-נטענים ביחס לרכבים חשמליים מלאים, יש לתעדף את חלופת הרכב החשמלי המלא ומאפייניו בשיקולי תכנון, מדיניות וקבלת החלטות.

סוגי מערכות טעינה

מערכות טעינה לכלי רכב חשמליים (Electric vehicle supply equipment, EVSE) מתייחסות לכלל הרכיבים הנדרשים לטעינת רכב חשמלי לרבות עמדת טעינה או התקן טעינה, תקע ובית תקע, כבלים ואמצעי הגנה מחשמול. לעניין זה, התקן טעינה הינו מכשיר חשמלי נייד ועמדת טעינה הינה מכשיר חשמלי המותקן באופן קבוע, כאשר עליהם להיות מיועדים לטעינת רכב חשמלי בלבד.

ישנה הבחנה בין מצבי פעולה (Charging modes) שונים, המובחנים זה מזה בסוג מערכת הטעינה בה נעשה שימוש, בהספק המרבי שהם מאפשרים ובמאפייני התקשורת בין ציוד הטעינה לרכב. מצבי הטעינה השונים ניתנים ליישום תוך שימוש במגוון של תקעים ובתי תקע, כאשר סוג בתי התקע שברכב לרוב נקבע בהתאם למדינת המקור בה הוא מיוצר. טעינה ב-Mode 1, שהינה בפועל חיבור כבל חשמל פשוט לתקע חשמל ביתי רגיל, אסורה בישראל על פי הנחיות מינהל החשמל. טעינה ב-Mode 2, המתבצעת ע"י התקן טעינה נייד ייעודי לטעינה המתחבר לשקע, מותרת בחיבור לשקע תעשייתי⁽¹⁾; חלקם של יבואני הרכב המשווקים כלי רכב חשמליים מספקים התקן שכזה עם הרכב. טעינה ב-Mode 3 מצריכה עמדת טעינה

(1) בימים אלו נשקלת התרה ל-Mode 2 גם בחיבור לשקע ביתי רגיל, תחת מגבלות בטיחות מסוימות.

קבועה, בין אם ביתית או ציבורית, ומאפשרת את קצב הטעינה הגבוה ביותר בזרם חליפין. טעינה ב-Mode 4 הינה טעינה מהירה בזרם ישר (DC) ומצריכה גם היא עמדת טעינה קבועה.

הספק מרבי		זרם מרבי	בקרת טעינה	תקשורת	מצב טעינה
תלת פאזי	חד פאזי				
11 kW	3.7 kW	16 A	על גבי הרכב	לא נדרש	Mode 1
22 kW	7.4 kW	32 A	על גבי הרכב	רק על גבי כבל הטעינה	Mode 2
44 kW	16.1 kW	70 A	על גבי הרכב	בין הרכב למערכת הטעינה	Mode 3
		400 A (DC)	על גבי מערכת הטעינה	רק על גבי כבל הטעינה	Mode 4

מערכות הטעינה עושות שימוש במספר טיפוסים (Types) של תקע ובית תקע. טיפוסים 1, 2 ו-3⁽²⁾ משמשים לטעינה רגילה בזרם חליפין (AC). טיפוס CHAdeMO משמש לטעינה מהירה בזרם ישר (DC). טיפוס CCS (המכונה "Combo") תומך בטעינה הן בזרם ישר והן בזרם חליפין ע"י אותו טיפוס תקע ובית תקע, ונחלק ל-CCS Type 1 / Combo 1 (הרלוונטי בעיקר לצפון אמריקה) ו-CCS Type 2 / Combo 2 (הנמצא בשימוש באירופה והינו המועדף לשימוש ברוב העולם).

מינוח נוסף בו עושים לעיתים שימוש בתחום הטעינה הינו רמת הטעינה (Charging level), אשר באופן כללי מתייחס לקצב הטעינה ולמתח החשמלי בו היא מתבצעת. Level 1 הינה הטעינה האיטית ביותר במתח 120 וולט בזרם חליפין (לא רלוונטי לרשת החשמל בישראל), Level 2 הינה טעינה בקצב רגיל במתח 240 וולט בזרם חליפין, ו-3 Level (לחליפין DC fast charging) הינה טעינה מהירה במתח של עד 1,000 וולט בזרם ישר.

⁽²⁾ בישראל, התקע ובית התקע שבצד מערכת הטעינה נדרש להיות מטיפוס Type 2 בלבד, בהתאם לדרישות תקן ישראלי ת"י 61851. בימים אלו נבחנת האפשרות להתיר שימוש גם בטיפוס Type 1.

תרחישי טעינה ומבנה הרשת

ישנם מספר תרחישים לטעינת כלי רכב חשמליים, הנבדלים זה מזה בבעלות על שטח החניה, הגישה אליו, ובחלק מהמקרים גם הבעלות על עמדות הטעינה עצמן. לתרחישים אלו ישנם דפוסי שימוש, סוג והספק מערכות הטעינה האופייניים להם, כמו גם היבטים כלכליים והשלכות ציבוריות ומרחביות.

— טעינה פרטית (Private charging)

מתבצעת בחניות בבעלות פרטיות בחזקתם של מבני מגורים ובתי-עסק ושאינן פתוחות בפני הציבור הרחב, הן כאשר מדובר במקומות חניה המשויכים לנכסים או לכלי רכב ספציפיים והן כאשר מדובר בשטחי חניה משותפים. לעניין זה, עמדות טעינה המותקנות במקומות חניה הנמצאים בחזקתו של מקום עבודה נחשבות גם הן לטעינה פרטית. ברובם המכריע של המקרים בטעינה פרטית נעשה שימוש בעמדות טעינה רגילות בזרם חליפין.

— טעינה ציבורית-למחצה (Semi-public charging)

מתבצעת בשטחי חניה שהינם בבעלות פרטית אך שהינם פתוחים לשימוש הציבור הרחב. דוגמאות לטעינה ציבורית-למחצה עשויות לכלול עמדות טעינה המותקנות במתחמי קניות ובידור, קניונים, תחנות דלק, חניונים בבעלות פרטית, בתי-חולים, בתי-מלון, קמפוסים, מתחמי מגורים מנוהלים ועוד. תחת מסגרת זו נכללים מספר תתי-תרחישים⁽³⁾ המאפיינים דפוסי טעינה

⁽³⁾ קיימים תרחישי טעינה אופייניים המהווים תוספת או השלמה לטעינה היומיומית של הרכב, ואינם מיועדים לטעינה באופן סדיר וקבוע. טעינה מזדמנת (Opportunity charging) או טעינת מילוי (Top-up charging) הינה לרוב טעינה ציבורית-למחצה בשטחי חניה של בתי עסק – כגון חנויות ומסעדות – המשמשת כשירות לציבור הלקוחות ומקדם מכירות, ולעיתים הינה טעינה ציבורית הממוקמת בסמוך למרכזים עירוניים המשרתת כלי רכב החונים לזמן קצוב של מספר דקות עד מספר שעות בודדות. באופן דומה, טעינה ביעד (Destination charging) מתחייסת לטעינה המתרחשת באתרים בהם לרוב השהות היא למספר שעות – כגון מרכזי קניות, אתרי תיירות, מרכזי מבקרים ובתי מלון – המאפשרת כמות ניכרת של טעינה ואף הארכת טווח משמעותית במקרים של נסיעות ארוכות מחוץ לעיר.

שונים. בחלקם הגדול של המקרים, בטעינה ציבורית-למחצה נעשה שימוש בעמדות טעינה רגילות בזרם חליפין.

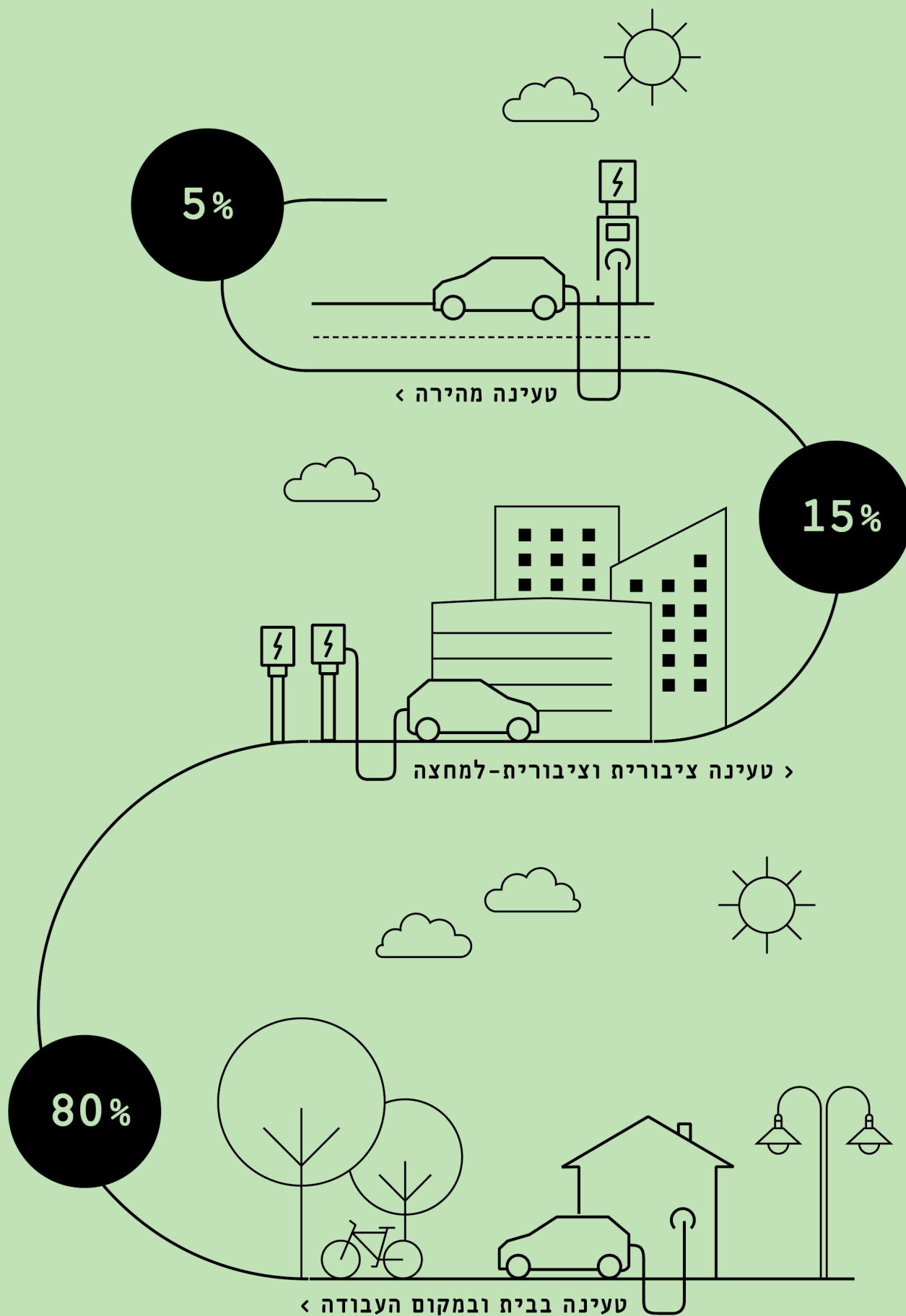
— טעינה ציבורית (Public charging)

מתבצעת בשטח ציבורי הנמצא בחזקת הרשות המקומית במקומות חניה הפתוחים לשימוש הציבור הרחב. טעינה ציבורית עשויה להימצא לאורכם של רחובות עם מקומות חניה לצד מדרכות (on-street / curbside parking), בחניונים ציבוריים, ובמקומות חניה ציבוריים הנמצאים בשטחם של מבני ציבור ובהם מבני שלטון, מרכזים קהילתיים, מוסדות חינוך, נקודות תיירותיות ופארקים, מתקני ספורט וגנים ציבוריים, מרכזים תחבורתיים, אזורים תעשייה ומסחר ועוד. ברוב המקרים בטעינה ציבורית נעשה שימוש בעמדות טעינה רגילות.

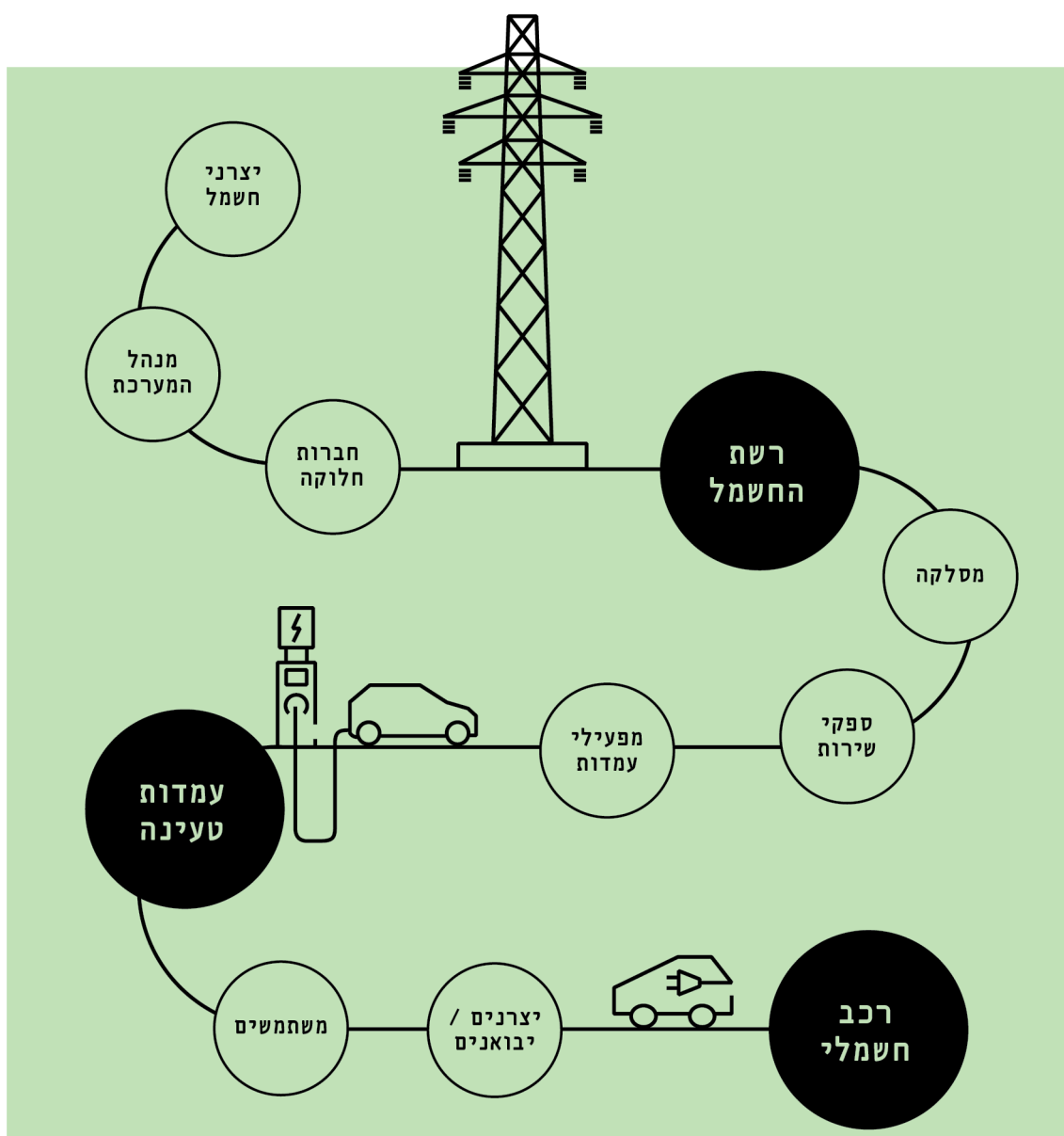
— טעינה מהירה (Fast charging)

מיושמת לרוב בתרחיש ציבורי-למחצה או ציבורי, ולעיתים רחוקות גם פרטי. טעינה מהירה מהווה תרחיש טעינה מובחן בפני עצמו לאור מאפייניה הייחודיים הבאים לידי ביטוי הן בהיקף ההשקעות ותשתיות החשמל הדרושים להקמתה, והן בדפוסי השימוש בה ע"י נהגי כלי הרכב החשמליים – מה שמסלך גם על מספר העמדות שהינו בד"כ נמוך משמעותית ביחס לעמדות טעינה רגילות. במרבית המקרים עמדות טעינה מהירות בזרם ישר ממוקמות במיקומים אסטרטגיים לאורכן של דרכים בין-עירוניות כגון בתחנות דלק ומתחמי מנוחה לנהגים, אך ישנם מקרים בהם עמדות אלו מוצבות בתוך העיר. מתאר שימוש נוסף בטעינה מהירה הוא לשירות ציים מסחריים בעלי נסועה יומית גבוהה, כגון מוניות ורכבי חלוקה, מצב בו בד"כ העמדות יותקנו בשטח פרטי לשימוש בלעדי של הצי.

הניסיון בעולם מראה כי טעינה בבית ובמקום העבודה היא הפתרון המועדף והנפוץ ביותר, אשר נותן מענה לרובה המכריע של הנסועה ביומיום. עם זאת, ישנה חשיבות רבה לטעינה ציבורית וציבורית-למחצה על מנת לתת מענה לנהגי רכב חשמלי שהינם ללא גישה לטעינה פרטית, כמו גם למשתמשים מזדמנים. טעינה מהירה מהווה לרוב את החלק הקטן ביותר בתמהיל הטעינה, אך האפשרות להארכת טווח הנסיעה על-ידי טעינה מהירה הינה חיונית בפן הפסיכולוגי בעבור הנהגים, כמו גם לשימושיות המעשית של רכב חשמלי בנסיעות ארוכות. בעוד שמירב יכולת הפעולה של רשויות מקומיות הינה במסגרת טעינה ציבורית, בתהליכי קבלת ההחלטות והתכנון חשוב להבין כיצד זו משתלבת כחלק מתמהיל חלופות הטעינה הכולל העומד לרשות הנהגים.



מערך של טעינה ציבורית מורכב ממספר לא מבוטל של מקטעים המרכיבים יחדיו את רשת הטעינה. מקטעים אלו עשויים להיות מוקמים, מופעלים ומוחזקים ע"י מספר שחקנים, ומתאפשרים מצבים רבים של חלוקת המקטעים ביניהם, כולל דוגמאות כגון מפעיל רשת וירטואלי בדומה למתרחש כיום בענף תקשורת הסלולר; כל זאת, בכפוף כמובן לרגולציה המסדירה את התחום. לדוגמא, עמדות הטעינה עשויות להיות מסופקות ע"י ספק אחד, מותקנות ע"י קבלן אחר, מופעלות ומתוחזקות ע"י גורם נוסף ושירותי הטעינה באמצעותן והממשק מול המשתמשים יכולים להינתן ע"י חברה אחת או יותר על גבי אותן העמדות, תוך שימוש בחוזים בילטרליים או מסלקה לניכיון של עסקאות בין ספקי שירות ומפעילים שונים. גם במקטע החשמל קיימת אפשרות לפעילות של מספר שחקנים ורכש חשמל מיצרנים פרטיים, ואף לעשות שימוש בחשמל שיוצר מקומית ע"י הרשות המקומית עצמה.



תמונת מצב, תחזיות ובעלי עניין

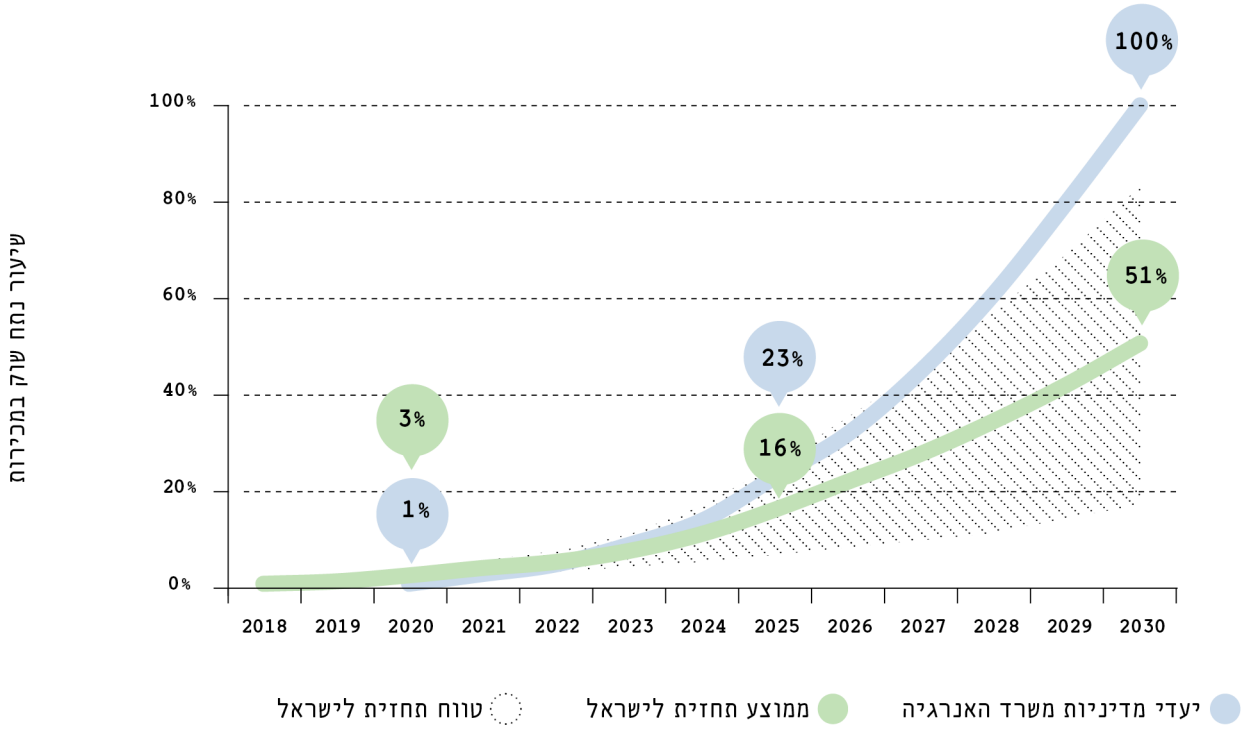
נכון להיום, מתוך כ-2.86 מיליון כלי הרכב הפרטיים שעל כבישי ישראל, ישנם כמה מאות כלי רכב פרטיים שהינם חשמליים מלאים וכמה אלפי כלי רכב היברידיים נטענים. חלקם הגדול של הכלים החשמליים המלאים הם יתרת כלי הרכב שמכרה חברת Better Place, אליהם נוספו בשנים האחרונות עוד מספר קטן של מסירות לידיים פרטיות ועוד כ-150 כלי רכב בשימוש המערך השיתופי החשמלי בחיפה ובנתניה. משנת 2017 משווקים בישראל שלושה דגמי רכב חשמלי שהינם בקטגוריית מיני וסופר-מיני. החל מסוף שנת 2018 התחיל לגדול היצע הדגמים בשוק ומושקים יותר דגמים בקטגוריות נוספות ובהן כלי רכב משפחתיים, קרוס-אובר ופנאי-שטח בעלי ביצועים משופרים וטווח מוגדל. כלי רכב היברידיים-נטענים נפוצים יותר (ופופולאריים במיוחד בייבוא מקביל ופרטי) ובישראל מוצע למכירה מגוון של כ-20 דגמים. רובם של כלי הרכב ההיברידיים-נטענים בישראל הינם רכבי יוקרה, מה שניתן ליחס בעיקר להטבת המס המשמעותית להם זוכים, כמו גם לעלות הגבוהה יחסית של כפל מערכות ההנעה שבהם.

לאור המגמה העולמית והצהרות יצרני הרכב נראה כי ברמת ודאות גבוהה היצע הרכב החשמלי ילך ויצבור דומיננטיות במהלך העשור הקרוב, על חשבון קיטון בהיצע הרכב בעל מנוע בעירה פנימית, עד כדי מצב של שליטה ברוב שוק מכירות הרכב. בהתאמה, חלקם של כלי הרכב החשמליים מכלל הצי ילך ויעלה בהדרגה עם יציאתם משימוש של רכבי בעירה פנימית שהתיישנו והחלפתם בכלי רכב חשמליים חדשים. על פי תחזיתנו⁽⁴⁾ לתרחיש "עסקים כרגיל", בממוצע נתח השוק לרכב חשמלי בישראל צפוי לעמוד על 3% בשנת 2020, לעלות ל-16% ב-2025 ולהגיע ב-2030 לכדי 51% ממכירות הרכב החדש. כתוצאה מכך, מספר כלי הרכב החשמליים בישראל צפוי לעמוד על עשרות אלפים כבר בשנת 2020, להגיע למאות אלפים בשנת 2025, וקרוב למיליון כלי רכב חשמליים בשנת 2030. תחזית זו נקבעה טרם ההכרזה על תכנית מדיניות משרד האנרגיה לאיסור על ייבוא כלי רכב פרטיים מונעי בנזין ודיזל החל מ-2030. על פי תכנית זו, נקבע יעד למשק האנרגיה לפיו 100% ממכירות הרכב הפרטי ב-2030

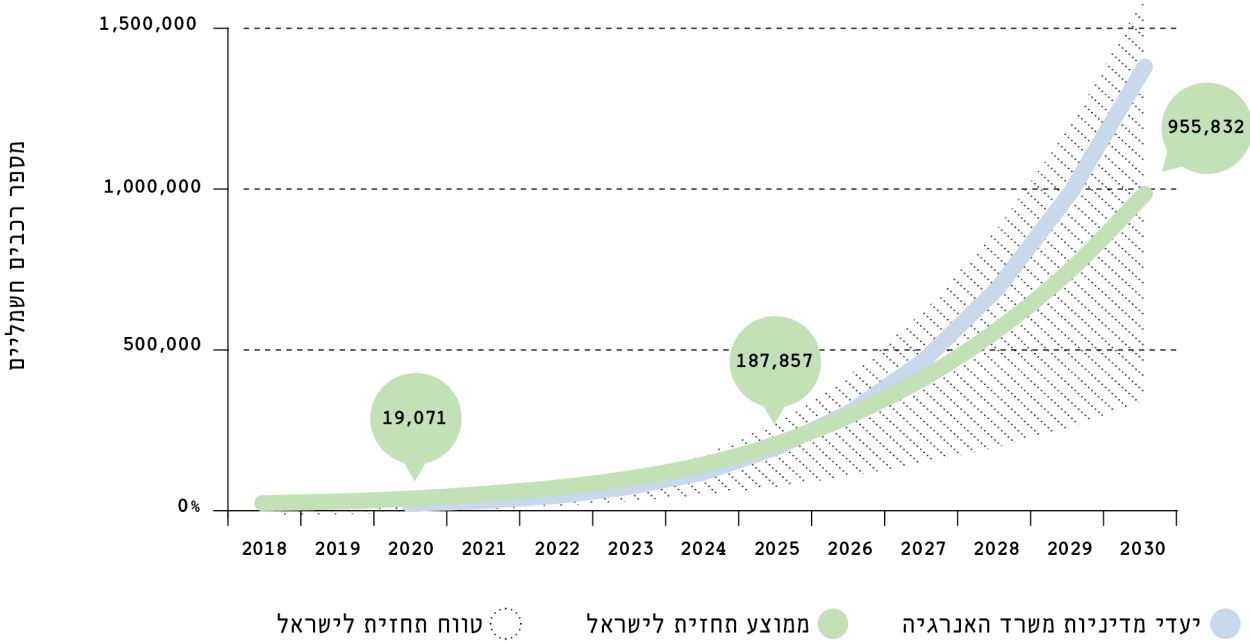
(4) מוסד שמואל נאמן, תשתיות טעינה לרכבים חשמליים בישראל: מדיניות יישום וקווי-מנחה טכניים, 2018

יהיו של כלי רכב חשמליים. לאור יעדים אלו, מספר כלי הרכב החשמלי בישראל צפוי להיות גבוה יותר ובמועד מוקדם יותר מאשר בתחזית.

תחזית נתח שוק רכב חשמלי במכירות חדש

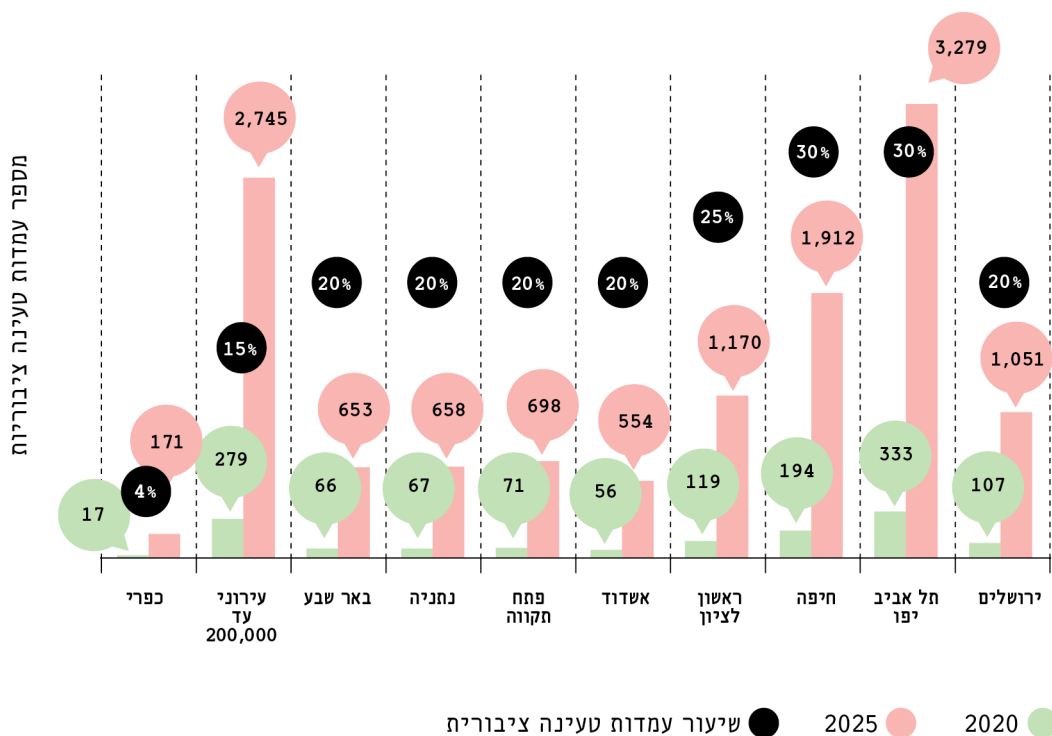


תחזית צי רכב חשמלי



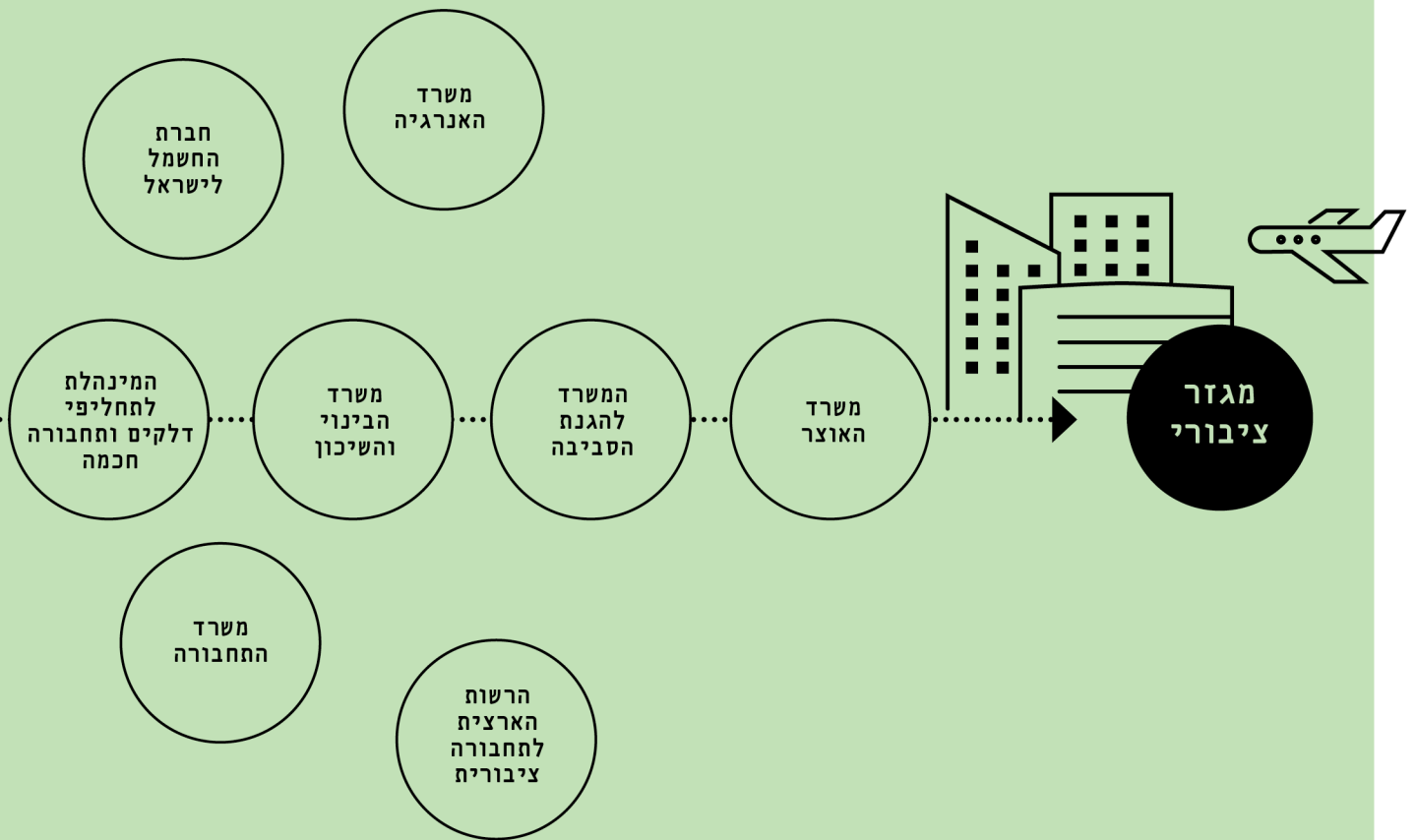
ביחס ישר לגידול החזוי במכירות רכב חשמלי, צפוי גידול בצורך בעמדות טעינה. תמהיל סוגי העמדות בתרחישי הטעינה השונים ישפיע על הצורך והביקוש לעמדות מכל סוג, אך הצפי כיום הוא כי שיעור של כ-15% מתוך כלל עמדות הטעינה יהיו עמדות טעינה ציבוריות. על פי התחזית, בתוך פחות מחמש שנים צפוי ביקוש לעשרות אלפי עמדות טעינה בישראל – מתוכן אלפי עמדות טעינה ציבוריות, ותוך פחות מעשור ידרשו כבר מאות אלפי עמדות טעינה – מתוכן עשרות אלפי עמדות ציבוריות. בנוסף, צפוי צורך בעשרות עמדות טעינה מהירה בטווח הזמן המידי, ולמאות עמדות מהירות תוך פחות מעשור. הערכות אלו הינן שמרניות, היות והצורך בעמדות טעינה צפוי להיות גדול אף יותר עם מימוש היעד של משרד האנרגיה ל-100% רכב חשמלי מהמכירות ב-2030. כפועל יוצא, בשנים הקרובות על הרשויות המקומיות לצפות לצורך במאות עד אלפי עמדות טעינה ציבוריות בשטחן כאשר בתל-אביב, חיפה, ירושלים וראשון-לציון צפוי ביקוש ללמעלה ממאה עמדות טעינה ציבוריות בכל עיר כבר ב-2020.

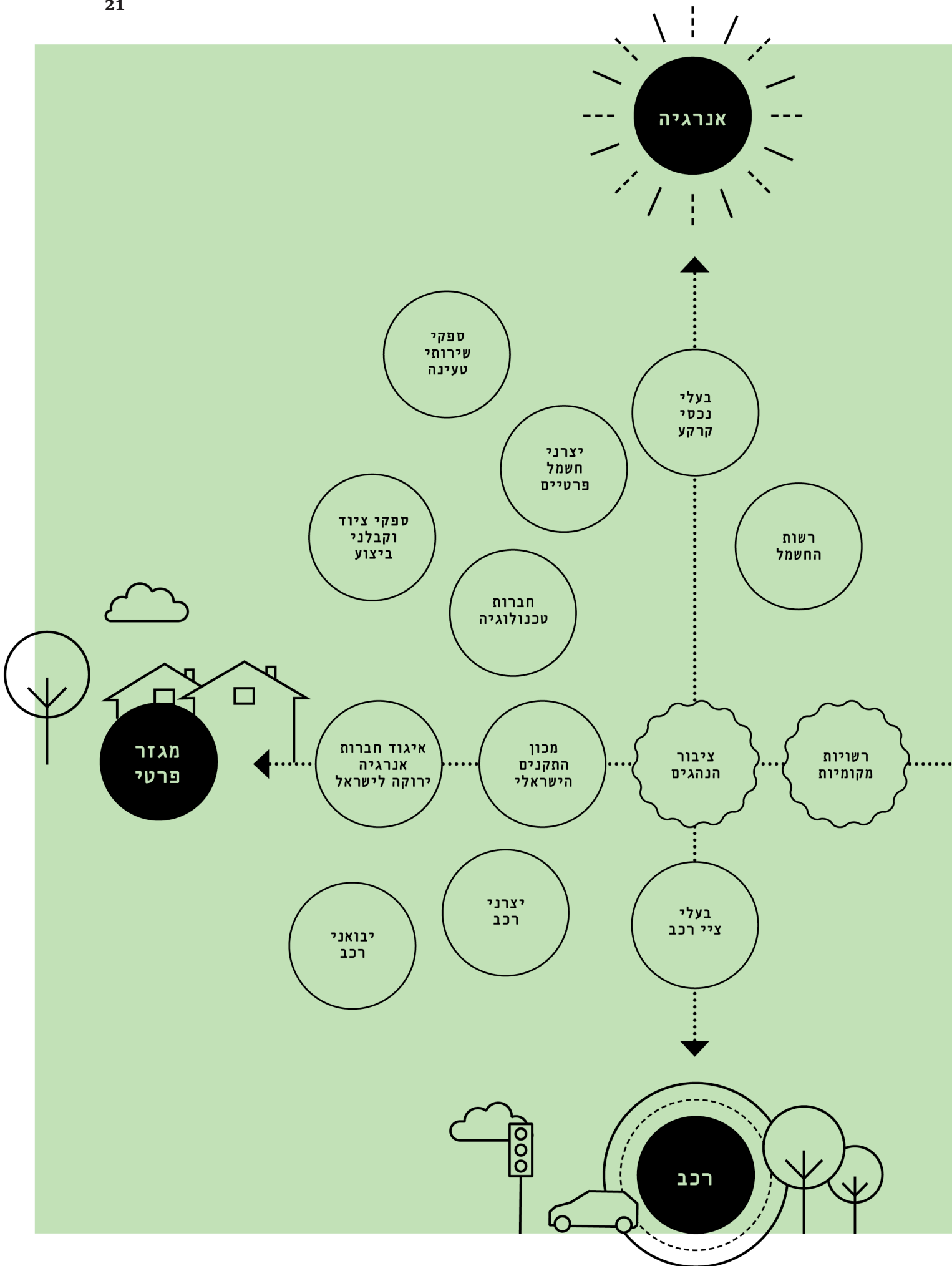
תחזית ביקוש לעמדות טעינה ברשויות מקומיות



כפרי	עירונני עד 200,000	באר שבע	נתניה	פתח תקווה	אשדוד	ראשון לציון	חיפה	תל אביב יפו	ירושלים	
6.8%	29.2%	5.2%	5.3%	5.6%	4.4%	7.5%	10.2%	17.5%	8.4%	רכב החשמלי % מצי
1,309	5,619	1,002	1,010	1,072	850	1,437	1,957	3,355	1,614	כלי רכב חשמליים ב-2020
12,821	55,045	9,819	9,890	10,498	8,325	14,077	19,170	32,868	15,807	כלי רכב חשמליים ב-2025

אחד המאפיינים הייחודיים של תחבורה חשמלית הוא ריבויים של בעלי עניין רלוונטיים לתחום וממשקי המפגש הרבים היכולים להתקיים ביניהם. את בעלי העניין הנוגעים לתחומי הרכב החשמלי והטעינה ניתן למפות לאורכם של שני צירים. בציר האחד נמצאים בקצה אחד האנרגיה ובקצה השני הרכב, ובשני נמצאים מנגד המגזר הציבורי אל מול המגזר הפרטי.





מדיניות, כלי תמיכה ואסדרה

כלי רכב חשמליים בישראל זכאים להטבת מס קניה משמעותית, במיוחד ביחס לרמת המיסוי הגבוהה המוטלת על רכבי בעירה פנימית העומדת על שיעור של 83% והינה מהגבוהות מבין מדינות ה-OECD. מס הקניה לרכב חשמלי מלא עומד על 10% ולרכב היברידי-נטען על 20% (נוסף על הטבה בשווי מס בגין מערכות בטיחות (לה זכאים כל סוגי כלי הרכב, כולל בעירה פנימית, אשר אפקטיבית מורידה את שיעור המס הכללי בעוד כמה אחוזים). בנוסף, עובדים העושים שימוש ברכב חברה זכאים לקבל הנחה בשווי השימוש לצורכי מס בגובה של 990 ש"ח לרכב שהינו חשמלי (גם חשמלי מלא וגם היברידי נטען). בהחלטת ממשלה מ-2016⁽⁵⁾ נקבעו צעדים נוספים המעודדים תחבורה חשמלית הן באופן ישיר והן בעקיפין. צעדים אלו כוללים את שינוי צו הבלו על דלק (פטור והישבון) כך שיבוטל בהדרגה הסדר ההישבון על סולר לתחבורה לאוטובוסים, מוניות ומשאיות. כמו כן, נקבעה בהחלטה הנחיה לפיה במכרזים להפעלת תחבורה ציבורית ייקבע תנאי לפיו לפחות 50% מהאוטובוסים העירוניים יהיו מונעי גז טבעי דחוס או חשמל. בנוסף, הוחלט להעניק תנאי פחת מואץ לאוטובוסים חשמליים, ולבטל את המכס על יבואם.

משרד האנרגיה גיבש במהלך שנת 2018 מדיניות ותוכנית סדורה עם יעדים לפיה עד 2030 יוחל איסור לייבוא כלי רכב מונעי בנזין ודיזל חדשים לישראל (מלבד מקרים ייחודיים). כמו כן, נעשית במשרד עבודה על מנת לקבוע רגולציה תומכת לטעינה ציבורית על-ידי ספקים פרטיים ותכניות לתמיכה בפרישת עמדות טעינה, כמו גם תמיכה במחקר, פיתוח והסברה. בנובמבר 2018 פרסם⁽⁶⁾ משרד האנרגיה - בשיתוף עם משרד האוצר והמינהל לתחליפי דלקים ותחבורה חכמה - סדרה של ארבעה מכרזים לתמיכה בפרישת עמדות טעינה מהירות, עמדות טעינה ציבוריות, עמדות טעינה ציבוריות למחצה ועמדות טעינה במקומות עבודה בתקציב כולל של 30 מיליון ש"ח.

(5) החלטה מספר 1837 של הממשלה מיום 11.08.2016, "העברת המשק לגז טבעי"

(6) קול קורא 114/2018 הקמת עמדות טעינה איטיות (AC) לרכבים חשמליים בשטחים ציבוריים
קול קורא 115/2018 הקמת עמדות טעינה איטיות (AC) לרכבים חשמליים בשטחים ציבוריים למחצה
קול קורא 116/2018 הקמת עמדות טעינה מהירות (DC) לרכבים חשמליים
קול קורא 117/2018 הקמת עמדות טעינה איטיות (AC) לרכבים חשמליים בחניוני מעסיקים

המינהלת לתחליפי דלקים וחבורה חכמה, שהינה יחידה במשרד ראש הממשלה הפועלת כאינטגרטור בין-משרדי המתאם אמצעי מדיניות, מרכזת את עבודת הממשלה להורדת חסמים העומדים בפני הרכב החשמלי בישראל ועידוד יישום בשוק המקומי גם מול גורמים במגזר הציבורי והפרטי וגם בשיתוף עם גורמים בינלאומיים.

המשרד להגנת הסביבה, כחלק ממדיניות יישום אקטיבית, הקצה תקציב בגובה 8.6 מיליון ש"ל לערים במחוז חיפה לתמיכה במערך רכב חשמלי שיתופי, אשר החל לפעול בסוף שנת 2017 ומתוכנן לכלול 160 כלי רכב חשמליים ומקומות חניה ייעודיים המוקצים להם ובחלקם עמדות טעינה. מערך דומה מוקם בימים אלו גם בעיר נתניה. כמו כן, משרד התחבורה פועל גם הוא בשיתוף פעולה עם שאר משרדי הממשלה על-מנת לקדם את המעבר של התחבורה בישראל למקורות אנרגיה חליפיים ובהם הנעה חשמלית, במגוון מגזרי התחבורה. המשרד גיבש תכנית רב שנתית והציב יעד לפיו עד 2025 60% מהאוטובוסים העירוניים בארץ יופעלו כאוטובוסים חשמליים. פעולות המשרד כוללות אישור תנועה לרכב חשמלי זעיר (קוואדרוסייקל) והסדרת תנועתם של כלי רכב אלה במרחב העירוני, כמו גם תמיכה במחקר ובניסויים באופנועים, אוטובוסים, מוניות ועוד.

תפקידיה העקרוניים של האסדרה (רגולציה) הינם להיות גורם מאפשר לפיתוח, ומנגד להטיל מגבלות שיגנו על טובת הציבור מהשלכותיו השליליות, ובד-בבד לקבוע את כללי השוק על מנת לייצר ודאות לגורמים הפועלים בו. מעצם היותן של עמדות טעינה מתקני תשתית חשמל המוצבים במרחב הציבורי, מופעלים (לרוב) על-ידי גורם מסחרי ומשרתים כלי-רכב, הן נתונות לסמכותם של מספר רגולטורים והסדרות, הן ברמה הלאומית והן ברמה המקומית:

— משק החשמל

היסטורית, משק החשמל בישראל נשלט ע"י חברת החשמל (חח"י) שהינה חברה ממשלתית המתאפיינת באינטגרציה אנכית ושולטת בכלל מקטעי הייצור, הולכה חלוקה וניהול רשת החשמל. מתוקף חוק משק החשמל⁽⁷⁾ פעילותה של חח"י כפופה לרגולציה בידי רשות החשמל (המכונה גם הרשות לשירותים ציבוריים - חשמל) שבמשרד האנרגיה. בשנים האחרונות מקטע ייצור החשמל החל להיפתח לשיעור גדל של יצרני חשמל פרטיים (יח"פים), מגמה המגבירה את התחרותיות בענף; זאת ועוד, בימים אלו צפויה לצאת לדרך רפורמה במשק החשמל אשר בין היתר תבזר את השליטה בחלק ממקטעי משק החשמל ותעבירם לידיים נוספות. כפועל יוצא של חוק משק החשמל ושל מדיניות רשות

(7) [חוק משק החשמל](#)

החשמל, חח"י לא מורשית לקחת חלק בשוק הטעינה. משכך, אין לה זיקה ישירה למתרחש בענף זה, כאשר בפועל סמכותה היא עד לנקודת מניית החשמל בארון חלוקת החשמל ("פילר"). יצרני החשמל הפרטיים אינם מנועים מלפעול בתחום הטעינה, הן במסגרת התקשרויות חוזיות לאספקת חשמל והן באופן ישיר בעמדות הטעינה. על פי החוק, אספקת חשמל ומכירתו מצריכה רישיון אשר באופן מעשי נמצא רק בידיה של חח"י. עם זאת, במהלך 2018 הוכנסה הוראת שעה חדשה לחוק (תיקון מס' 16) לפיה למשך שמונה שנים תוחרג מכירת חשמל באמצעות עמדה לטעינת כלי רכב חשמלי מהתנאים המחייבים למספק חשמל, כלומר בפועל ניתן בחוק פטור מרישיון מספק לספק טעינה.

— רשות החשמל

רשות החשמל ואגף מינהל החשמל אמונים על אסדרת ההיבטים החוקיים, המסחריים והבטיחותיים של אספקת חשמל לטעינת כלי רכב. בימים אלו צפויות להתפרסם הנחיות חדשות של הרשות אשר מגדירות דרישות לביצוע עבודות חשמל ובדיקות תקופתיות, ומהוות בסיס לתקנות מחייבות אשר ייקבעו בעתיד. בנוסף, בניגוד לתקנות בעבר אין דרישה רגולטורית לטעינה מנוהלת (אם כי במכרז ממשלתי או אחר עשויה ואף צפויה לעלות דרישה כזאת). באשר לתעריפים, תעריפי רכישת החשמל מהרשת לטעינת כלי רכב זהים לתעריף הצרכני – בין אם לצרכן פרטי או צרכן מסחרי בהתאם למבנה התעריפים הרלוונטי (לרבות תעריפי עומס-זמן, תעו"ז). כמו כן, תעריפי מכירת החשמל ו/או שירותי הטעינה לא מפוקחים ונתונים לשיקולם הבלעדי של הספקים או בעלי עמדות הטעינה, כאשר מותרת מכירה על בסיס לקוחות מזדמנים או קבועים. עניין נוסף הנתון להסדרה עתידית הוא נושא מניית משנה הרלוונטי לטעינה בחניון בית משותף.

— חוק התכנון והבניה

עפ"י חוק התכנון והבניה⁽⁸⁾ עמדות טעינה לרכב חשמלי מוגדרות כ"מיתקני דרך" ולכן הקמת עמדות טעינה הנמצאות בתחום דרך ע"י רשות מקומית או תאגיד בבעלותה לא מצריכה היתר.⁽⁹⁾ בנוסף, התקנת עמדת טעינה המשויכת למבנה שלא בצד דרך פטורה אף היא מהיתר בניה בשל היותה מיתקן התואם להגדרת "פרטי עזר" תחת "שימושים נלווים למבנה" בתקנות התכנון והבניה

(8) חוק התכנון והבניה (תו"ב)

(9) בהתאם למפורט בסעיף 261(ד) לחוק התו"ב

(עבודות ומבנים הפטורים מהיתר)⁽¹⁰⁾. פטור זה תקף גם במקרה של חניון פתוח או מקורה, דהיינו התקנתה של עמדת טעינה בחניון פרטי אינה מצריכה היתר בניה. בעת התקנתו של ארון חלוקת חשמל ("פילר") כאשר המזמין הוא רשות מקומית, ביכולתה של הרשות לפטור את עצמה מהיתר בניה. כמו כן, עפ"י חוק זה תכנית בסמכות ועדה מקומית יכולה לקבוע את שינוי ייעודה של קרקע מקרקע המיועדת לתעשייה, למסחר, לחקלאות, למשרדים, לאחסנה או לחניה, לקרקע המיועדת לתחנת תדלוק – לרבות אספקת חשמל לצורך הנעת כלי רכב⁽¹¹⁾. עם זאת, הקמת עמדות טעינה עשויה להיות נתונה למגבלות או תנאים אחרים בכפוף להנחיות מרחביות ותכניות של ועדה מקומית לתכנון ובניה, והפטור מהיתר אינו תקף באשר לחוקים ותקנות רלוונטיים אחרים אשר יש לפעול לפיהם.

— חוק מקרקעין

"תקנון בבית המשותף" – תזכיר תיקון 32 לחוק מקרקעין מחייב הסכמת 100% מהדיירים להקמת עמדת טעינה בשטח המשותף. נכון להיום חלופות החיבור האפשריות בבית משותף הן בחיבור ללוח דירתי, חיבור ללוח המשותף או בהתקנת מונה ייעודי – כל אחת מהחלופות הנ"ל מציבות בעיות אפשריות ליישום, וכאמור נושא זה נמצא בהליכי הסדרה, בהובלת מינהלת תחליפי דלקים ותחבורה חכמה ואל מול הגורמים הממשלתיים הרלוונטיים.

— חוק אוויר נקי

עפ"י חוק אוויר נקי על רשויות מקומיות לפעול למניעה ולצמצום של זיהום האוויר הנגרם בתחומן ולתת לכך משקל בפעילותן (סעיף 9). לשם כך, רשאית הרשות המקומית, לקבוע הוראות מיוחדות בחוק עזר (סעיף 10).

— שלטון מקומי

ישנם מספר גורמים, ועדות, תקנות וחוקי עזר ברשויות המקומיות הנוגעים לעניין עמדות הטעינה הציבוריות, כאשר אלו משתנים מרשות לרשות. לרוב, לעבודות התשתית נדרשים היתר חפירה והיתר הנדסי, ובהתאם למיקום המבוקש נדרש גם תיאום עם גורמי התשתיות הרלוונטיים – תאגיד המים, מהנדס העיר, ביוב, גינון, חניה, גביה וכיו"ב. כמו כן, סימון מקום החניה והצבת תמרורים להסדרת החניה עשויים להצריך הליך אישור בוועדת התימרון של הרשות.

(10) תקנה 13 לתקנות התכנון והבנייה (עבודות ומבנים הפטורים מהיתר)

(11) חוק התכנון והבניה (ת"ב), סעיף 62א. (א) (10).

תכנון

27

30

34

היערכות ארגונית

עקרונות ליישום

מודלים לפרישה

היערכות ארגונית

השינוי שבמעבר לתחבורה מבוססת חשמל והקמת תשתית ציבורית חדשה מצריך מהלך של היערכות ארגונית ברשות המקומית, במיוחד לאור הממשקים הרבים הנדרשים עם מגוון רחב של תחומים בשלטון המקומי. הכנה מקדימה, חלוקת סמכויות, בניית תכניות עבודה ויצירת מענה למרחב הסוגיות השונות הצפויות לעלות יגדילו את סיכוי הרשות המקומית המאמצת את השינוי לבצע מהלכים מוצלחים לאורך זמן, במינימום של חיכוך ולהוביל ליצירת שינוי חיובי ממשי וערך מוסף לתושביה. להלן המלצות לסדר פעולות וצעדים ליישום ברשות המקומית:

— קביעת יעדי מדיניות

אמצעי מדיניות מרכזי וראשון במעלה בחשיבותו הינו גיבוש יעדים להפחתת זיהום אויר מתחבורה ברשות המקומית. יעדים אלו יכולים להיות כחלק ממסגרת מדיניות רחבה יותר (כגון שיפור איכות הסביבה, הפחתת גודש, שיפור הבטיחות בדרכים, הגדלת נגישות תחבורתית ועוד). בשלב הראשון, יש לבסס את נקודת המוצא על סמך איסוף מידע על המצב הקיים - לרבות היקף וסוג הנסועה בשטח המוניציפלי, מספר כלי הרכב הקיימים והמבקרים, שיעור השימוש בכלי רכב בחתך של משקי הבית, כימות הפליטות מתחבורה, איתור מקורות ואזורים הבולטים בתרומתם השלילית לאיכות האוויר, מיפוי ואפיון מקומות חניה פרטיים וציבוריים, זיהוי דפוסי נסיעה וחניה, והצלבה עם זמינות תשתיות חשמל. בהמשך, מומלץ לבחון מקרי בוחן מערים ורשויות מקומיות דומות בארץ ובעולם המיישמות מדיניות בתחום, על-מנת ללמוד מניסיוןן ולסייע בקבלת החלטות באשר למדיניות המתאימה לאימוץ. יש לקיים תהליכי שיתוף ציבור על-מנת להציף כבר בשלב זה התנגדויות אפשריות

וצרכים ייחודיים של התושבים ובתי העסק. לבסוף, יש לקבוע יעדים כמותיים ואיכותניים⁽¹²⁾ – יעדים אשר יהיו מעשיים בטווח הקצר ושאפתניים בטווח הארוך. חשיבותם של היעדים היא קריטית היות והם מגדירים את המטרה ומקרינים אותה אל כלל הגורמים בתוך המערכת ומחוצה לה, כך שנוצרת מסגרת עבודה ברורה ותיאום ציפיות להשגתם.

— מינוי מוביל וחלוקת אחריות

להובלת ביצוע המדיניות יש למנות בעל תפקיד – "צ'מפיון" – לנושא התחבורה החשמלית ברשות המקומית, אשר יהיה אמון על התנעת התהליך בארגון, גיבוש היעדים, בניית תכניות עבודה, מעקב על ביצוען ופתרון בעיות. על הנושא בתפקיד יוטל לרכז את הידע בתחום ולהוות את נקודת הממשק בנושא זה מול בעלי העניין הרלוונטיים, לרבות גורמים במשרדי הממשלה, חברות מסחריות, ציבור התושבים, בתי-עסק ומול גורמים מקבילים בתוך הרשות המקומית. בהיותו של התפקיד רוחבי ובינתחומי⁽¹³⁾ מומלץ להכפילו ישירות להנהלה בפועל של הרשות המקומית (לרוב מנכ"ל במקרה של עירייה, וראש המועצה במקרה של מועצה מקומית) תוך הקפדה על מתן סמכויות ביצועיות מול יתר הגורמים ברשות. בהתאם למבנה הרשות המקומית ולגודלה, ניתן להטיל תפקיד זה על בעל תפקיד קיים ברשות, על תקן ייעודי, או על בעל תפקיד בחברת בת (כגון חברה כלכלית) או תאגיד עירוני. במקביל, יש לבצע חלוקת אחריות לטיפול בהיבטים השונים של יישום מדיניות התחבורה החשמלית למחלקות ובעלי התפקידים ברשות המקומית, לפי העניין, תוך יצירת מסגרת לשיתוף פעולה ותיאום מלאים.

— גיבוש אסטרטגיה והקצאת משאבים

בהמשך ישיר לקביעת יעדים ומינוי מוביל, נדרש לגבש תכנית אסטרטגית ליישום אשר בין היתר תכלול מיפוי בעלי העניין המקומיים ושיטות לעבודה מולם, תשתית לשיתופי פעולה עם גורמים חיצוניים, בחירה של מודל פרישה

(12) דוגמא אפשרית ליעד כמותי – "הפחתה של x% בפליטות מתחבורה עד שנת y"; דוגמא ליעד איכותני – "הסבת כלל צי הרכב של העירייה לחשמלי תוך z שנים"

(13) העיסוקים במסגרת התפקיד צפויים לכלול היבטים טכניים, כלכליים, משפטיים, מסחריים ועוד, כמו גם יחסי עבודה שוטפים מול רוב המחלקות ובעלי הסמכויות ברשות בתחומי התפעול והפיקוח, תכנון, פיתוח עסקי, הנדסה ותשתיות, ייעוץ משפטי, דוברות והסברה, גזברות, מחשוב ומערכות מידע

מתאים ותמהיל טעינה מיטבי. על התכנית גם לפרט מגוון של מתווים לפרויקטי יישום נוספים מסוגים שונים, כגון רכזות טעינה עירוניות, טעינה למוניות ורכב שיתופי, פרויקטי חלוף והדגמה חדשניים, סיוע להסבת ציי רכב תפעולי של גופים מסחריים, רכש רכב חשמלי לצי הרשות ועוד. בפרט, על התכנית האסטרטגית להציג מסגרת תקציב לביצוע מרכיביה כמו גם את המשאבים הנוספים הנדרשים למימושה. לבסוף, יש לתאר את לוחות הזמנים לביצוע, אל מול יעדי המדיניות שנקבעו.

— היערכות אדמיניסטרטיבית, רגולטורית והסברתית

בהתאם לצרכיה, מטרותיה ואופייה של הרשות המקומית והמדיניות שנקבעה ליישום תחבורה חשמלית, יש להיערך מערכתית למימוש בפועל. בכלל זה, יש לקבוע חקיקת עזר ולקבוע הנחיות מרחביות על מנת להסדיר סוגיות כגון החלת חובת הכנת תשתיות טעינה בפרויקטי בניה חדשה, קביעת תימרוור וסימון מקומות חניה בסמוך לעמדות טעינה, שילוב בהסדרי החניה והאכיפה והסדרת אמצעי עידוד. בהיבט המשפטי, יש להכין בסיס להתקשרויות עם ספקים ומפעילים חיצוניים, לרבות בניית מכרזים ומנגנוני התקשרות אחרים, תוך מתן התייחסות לסוגיות של בלעדיות, מתן רישיון לפעילות מסחרית בשטח ציבורי, בעלות על התשתיות וחזקה על הקרקע, חלוקת אחריות כלכלית וביטוחית וכיו"ב. יש להכין ולהתאים את מערכות המידע העירוניות בהתאם למערך המיחשוב הקיים, כך שיתממשקו עם תשתיות הטעינה ויאפשרו ניהול, ניטור ובקרה שלהן, כמו גם תמיכה באכיפה. יש לאתר מקומות פיזיים במרחב העשויים לשמש כיעדים מרכזיים לפרישה ראשונית של עמדות, למפותם ולדרגם לפי סדרי עדיפות. יש ליזום פעילות חינוך והסברה לתושבים ולעסקים ע"י חשיפה תקשורתית, דוברות, עריכת סקרים, הנגשה והפצת דיוור עם מידע לתושב, שיח שיתוף ציבור ובעלי עניין, והפעלת אמצעים שיווקיים לעידוד השימוש, זאת בצד היערכות מוקדמת להתנגדויות ציבוריות על-ידי כלים הסברתיים.

עקרונות ליישום

השינוי בהרגלי צריכה בציבור הרחב תלוי ברובו בחוויית המשתמש, ולפיכך ישנה חשיבות ראשונה במעלה להיותה של טעינת כלי רכב חשמליים נוחה, פשוטה, אמינה וזמינה. לשם השגת מטרה זו, ישנם מספר עקרונות שעל רשות מקומית לתת דעתה על מימושם בעת תכנון מערך טעינה ציבורי, הנוגעים לכלל ההיבטים השונים של הפעלתו. ברוב המקרים, יישום עקרונות אלו בפועל יבוא לידי ביטוי במסגרת קביעת התנאים לספקי שירותי הטעינה.

— תמהיל הטעינה צריך להיות תואם למאפייני הרשות

תמהיל אמצעי הטעינה – רגילה / מהירה, ציבורית / ציבורית-למחצה – צריך להתאים ולתת מענה לקהלי היעד ולצרכים המקומיים. כמו כן, יש לקחת בחשבון את שימושי הקרקע ואופי הבינוי. בשכונות בבניה חדשה בהן למרבית יחידות הדיור משויכת חניה פרטית בחניון משותף, יש לעודד ראשית טעינה פרטית; לעומת זאת, בשכונות ישנות יותר בהן רוב החניה נעשית ברחוב, ישנו צורך לתת מענה ע"י עמדות טעינה ציבוריות. ברחובות בהם ישנה תנועת הולכי רגל ערה ושטח מדרכה מצומצם, בפרישה בקנה מידה רחב של עמדות טעינה ציבוריות יכולה להוות אתגר; באזור כזה, שילוב של טעינה רגילה ציבורית-למחצה בחניונים ומספר נקודות של טעינה מהירה תוך-עירונית יכולים לתת מענה. בישוב הבנוי בצפיפות נמוכה הנמצא בסמוך לציר תנועה מרכזי ובו מרכז מסחרי, רוב התושבים יכולים להסתמך על עמדות טעינה פרטיות ועמדות טעינה מהירה יכולות למשוך תנועת קונים לעצירה במרכז המסחרי. בשטחי מסחר ותעסוקה, טעינה ציבורית רגילה יכולה לתת מענה הן למבקרים והן לעובדים העושים נסיעות יוממות סדירות למקומות העבודה במקום, ובתוך כך לשפר את דימוי המתחם.

— רמות שירות, אמינות וזמינות גבוהות

יש להקפיד כי מפעילי עמדות הטעינה, האחראים על תקינותן של העמדות ועל מתן שירות ותמיכה ללקוחות, מחויבים חוזית לרמת שירות גבוהה ובהתאם למדדים כמותיים מוגדרים. זאת, הן על-ידי מוקד תמיכה בפלטפורמות שונות

והן ע"י צוותים טכניים לתיקון תקלות, הזמינים 24/7 וערוכים למתן מענה מידי במקרה של תקלה. בנוסף, יש להכיל אכיפה על חסימת מקומות חניה ועמדות טעינה ע"י כלי רכב שאינם עושים בהם שימוש לטעינה, לרבות מנגנון דיווח ע"י נהגים ומענה בזמן אמת.

— היתכנות כלכלית ורווחיות

יש לתכנן את תנאי ההתקשרות, מבנה התעריפים והתכנית העסקית של שירותי הטעינה באופן אשר יבטיח החזר השקעה בטווח זמן סביר ויאפשר רווחיות נאותה לספקי שירותי הטעינה. היבט זה חשוב גם במקרה בו הרשות המקומית אינה רואה את שירותי הטעינה כמקור הכנסה, וזאת לשם להבטחת שמירה על רמת איכות ושירות למשתמשים לאורך זמן, כמו גם על מנת לאפשר המשך פיתוח של תשתיות הטעינה. לרוב מומלץ להימנע ממתן שירותי טעינה בחינם, גם אם מדובר בעלות נמוכה ותקופה מוגבלת בזמן.

— תמחור נכון התואם למאפייני המשתמשים

עלות הטעינה צריכה להיות כזו אשר תשמור על היתרון היחסי של עלותו הנמוכה של החשמל לעומת בנזין וסולר. מלבד שני המודלים הרגילים לחיוב – תשלום מראש ותשלום בדיעבד – ניתן לחייב את בעלי הרכב החשמלי גם במסגרת תכניות כגון עמלה חודשית קבועה בעבור היקף צריכת חשמל מוגדרת, או דמי מנוי שנתיים ודמי שימוש נוספים עבור כל פעולת טעינה. מבנה התעריפים צריך לקחת בחשבון האם המשתמשים הם משתמשים קבועים או מזדמנים, האם הטעינה היא מהירה או רגילה, האם מקום החניה הוא באזור ביקוש גבוה המצריך תחלופה, והאם הטעינה הינה תחת משטר ניהול מתקדם – המאפשר מיתוג וויסות של קצב הטעינה בהתאם למצב רשת החשמל. על תעריפי הטעינה לאזן בין אטרקטיביות לצרכנים, זמן החזר סביר להשקעה, שמירה על רמת שירות גבוהה והפחתת סיכונים ורווחיות לתאגיד המקים.

— גישה חופשית ואחידות במערכת זיהוי המשתמשים

חשוב להקפיד על כך שכל משתמש של רכב חשמלי יוכל להיות בטוח ביכולתו לטעון את רכבו בכל עמדה ציבורית זמינה. יש להימנע ממצב של כפיית שימוש אמצעי זיהוי שהינם ייחודיים למפעיל אחד, כך שמשתמש מזדמן מנוע מלעשות שימוש בעמדת הטעינה או לחליפין נדרש בתהליך זיהוי ואימות מסורבל. ההעדפה היא לאפשר גם התממשקות של אמצעי זיהוי של צד שלישי ע"י שימוש בפרוטוקולים גנריים; לחליפין, יש לאפשר טעינה כאשר הזיהוי נעשה

ע"י מפעיל אמצעי התשלום (לדוגמא כרטיס אשראי). חשיבות נוספת בשימוש בפרוטוקול תקשורת גנרי היא שכך מתאפשרת החלפת מערכת הניהול של העמדות, החלפת מפעילים עתידית וחיבור למערכות מתקדמות מצד שלישי, כך שבידי בעלי העמדות נותרת גמישות תפעולית גם לעתיד. תכונות אלו מכונות תפעוליות-ביינית (Inter-operability), אשר משמעותה מנקודת מבטו של נהג הרכב החשמלי היא היכולת לטעון בכל מקום, בכל עת, עם שיטת זיהוי אחת, ללא קשר למותג או לסוג של מפעיל תחנת הטעינה וספק השירות.

— זמינות מידע לציבור

נדרשת זמינות של מידע רלוונטי ובזמן אמת לציבור הנהגים לגבי מיקומי עמדות הטעינה, נתוני ההספק של כל עמדה, מצבן הנוכחי מבחינת זמינות ותקינות, תעריפי הטעינה ופרטי קשר לתמיכה טכנית. על נתונים אלו להיות זמינים באופן פתוח לצד שלישי ע"י ממשק תכנות יישומים (API) באופן שיאפשר לעשות בו שימוש במגוון אפליקציות תוכנה.

— שמירה על גישה למידע ועל אבטחתו

על גופים ציבוריים להבטיח כי תינתן להם גישה ו/או בעלות על המידע על השימוש בעמדות הטעינה, לרבות כלל הנתונים על אירועי הטעינה, מצב הפעילות והתקינות של העמדות וכיו"ב. במקביל, יש לוודא כי נשמרת פרטיותם של המשתמשים וננקטים האמצעים המיטביים לשמירה על מוגנות הסייבר של כלל מערך הטעינה מפני תקיפות ושיבושים זדוניים.

— מיקסום הספק חשמלי ותמיכה בטעינה חכמה (Smart charging)

לאור הגידול הצפוי בקיבולת הסוללות של רכבים חשמליים ובשל היותן של עמדות טעינה ציבוריות חלק מתשתית שאורך חייה המתוכנן הוא עשרות שנים, ישנה חשיבות להקפדה על בחירה בעמדות שהינן בהספק המרבי המתאפשר. כמו כן, מומלץ כי מפרט העמדות יכלול מאפיינים חדשניים ומתקדמים, ובראשם תמיכה בטעינה חכמה (Smart charging). תכונות אלו יאפשרו לתשתית הטעינה יכולות איסוף מידע וניהול דינמי מתקדמות, שילוב פעיל ברשת החשמל המקומית והקטנת הצורך בשדרוגים יקרים. לצד כך, יש לתכנן את פרישת העמדות תוך ריכוז תשתיות חשמל ככל הניתן.



מודלים לפרישה

בפרישתן של עמדות טעינה ציבורית, בחירת המיקומים הנבחרים נעשית בהסתמך הערכת הביקוש מחד, ותכנון של ההיצע האפשרי מאידך. בהתאמה, נהוגות שתי גישות מרכזיות לפרישה הנותנות מענה לשני קצוות אלו, אשר נבדלות זו מזו בתהליכי התכנון שהן מצריכות, בדפוסי הטעינה שהן משרתות, ביעילות התפעולית במתארים שונים ובהשלכות המרחביות האפשריות שביישומן.

רשויות שהן ערים ובהן ריבוי של בניה רוויה – בדגש על אלו בהן לרוב התושבים זמינות מוגבלת לחניה פרטית – עשויות להעדיף כצעד ראשון פרישה אסטרטגית של עמדות טעינה בנקודות עניין ואזורי מגורים מרכזיים על מנת להגדיל את ביטחון המשתמשים בזמינותן של תשתיות הטעינה ולייצר חשיפה ציבורית רחבה. בבחירת המיקומים, יש ליצור תמהיל הנותן מענה הן למבקרים במרכזים העירוניים והן לתושבים באזורי מגורים. מבין אזורי מגורים יש לתעדף את אלו אשר הזמינות של חניות הפרטיות בהם מוגבלת, על פני כאלה בהם לתושבים ישנה אפשרות להתקנת עמדות טעינה פרטיות (בעיקר בניה חדשה וצמודי קרקע). עם התבססותו הראשונית של קהל משתמשי כלי רכב חשמליים וניתוח של דפוסי השימוש בעמדות הטעינה הציבוריות, המשך הפרישה באזורי מגורים יכול להיעשות בהתאם לביקוש בפועל ע"י עיבוי של עמדות טעינה קיימות בעמדות נוספות בד בבד עם הוספת מוקדים חדשים לכיסוי רחב וצפוף יותר.

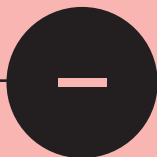
רשות מקומית המתאפיינת בבינוי כפרי אשר ברובו כולל בתים צמודי קרקע ומיעוט של אזורי בניה רוויה, יכולה להסתפק במספר עמדות טעינה ציבוריות קטן יחסית אשר ימוקמו בפרישה אסטרטגית בנקודות מפתח כגון במרכז הקהילתי ובבית התרבות, במוקדי המסחר והקניות, במוסדות חינוך האזוריים, בסמוך לגינות קהילתיות ומגרשי ספורט, ליד אטרקציות תיירותיות ומקומות הארחה, בממשק עם תחבורה ציבורית בינעירונית ועוד, וזאת כשירות לקהילה כמו גם על מנת לתת מענה ולמשוך תנועה של מבקרים מן החוץ. זאת, מתוך ראייה כי לרובם של בעלי כלי הרכב החשמליים בישוברים אלו ישנה האפשרות לטעון את רכבם ע"י עמדות פרטיות בסמוך לביתם.

סוג נוסף של פתרון פרישה הינו הקמת רכזות טעינה (charging hubs) המאגדות מספר רב יחסית של עמדות טעינה בתא שטח מצומצם. ישנו מגוון רחב של תצורות לרכזות טעינה, החל מחניון במיקום מרכזי עם כמה עשרות נקודות טעינה רגילות, דרך מרכזי שירות המשלב עמדות מהירות ורגילות הנותן שירותי טעינה גם למוניות ואוטובוסים, ואף מתחמים מפותחים יותר המספקים שירותים משלימים כגון אזורי עבודה משותפים, חדר כושר, הסעדה ועוד פעילויות המיועדות לשלב בין צרכי היומיום של בעלי רכב חשמלי והזמן הדרוש להטענת רכבם. פתרון זה יכול לתת מענה במרכזי ערים צפופות בהן יש מצוקת חניה, אך גם לשמש כמרכז המשלב תעסוקה, מסחר ופנאי מחוץ לעיר.

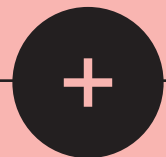
בעת תכנון האסטרטגיה של הרשות המקומית להקמת תשתיות טעינה יש לבחור את המודלים לפרישה בהתאם לצרכים והמאפיינים הייחודיים של כל רשות, ובהם אופי בינוי, זמינות שטחי חניה ציבוריים ושיעור משקי הבית שהינם בעלי חניה פרטית, מידת האימוץ של כלי רכב חשמליים ע"י התושבים, אופיים של העסקים באזורי מסחר ותעסוקה ועוד. ניתן אף לשלב בין מספר מודלים וליישם בהיקף וקצב שונים, בהתאם למאפייניהם של אזורים שונים בשטחה של הרשות וכחלק מתכנית רב-שלבית. בבניית מודל הפרישה, רצוי לבחון אפשרות למתן רשת בטחון ליזם ו/או הקצאת תקציב ייעודי ברשות למשכי זמן ארוכים, על מנת לגדר את הסיכון ואי-הודאות וכדי לאפשר גמישות בקצב המענה בהתאם להתפתחויות השוק. כמו כן, מומלץ לרשויות להכין מיפוי תכנוני מקיף של מקומות ייעודיים להקמת עמדות בכלל שטחי הרשות גם מעבר לפרויקט ספציפי, וזאת ע"מ לאפשר הרחבה עתידית שהינה יעילה, מיטבית ומהירה.

במודל פרישה מתוכננת היצע (Strategic rollout) מיקומן של עמדות הטעינה נקבע בהתאם לתכנון יזום של הרשות המקומית, המביא בחשבון חיזוי של ביקוש עתידי במשולב עם תעדוף של אזורים ונקודות עניין כגון מבני ציבור ומרכזים קהילתיים, מוסדות חינוך וקמפוסים, אזורי מסחר וקניות, מתחמי בידור, נקודות תיירותיות ופארקים, מתקני ספורט וגנים ציבוריים, מרכזים תחבורתיים, אזורי תעשייה ותעסוקה וכיוצא בזה. המיקומים המפורשים להצבת העמדות נבחרים בהתאם לתשתיות החשמל הזמינות ולאיתור שטחי חניה מתאימים באזורי היעד, תוך תכנון המתעדף קיבוץ של מספר עמדות טעינה באותו האתר על מנת לחסוך בעלויות הקמת תשתיות חדשות והתקנה. התקנת העמדות מתבצעת ע"י ספקים או ע"י הרשות עצמה בהתאם לאופי ההתקשרויות הנבחר [\[ראה מודלים להתקשרויות\]](#). העמדות ושטחי החניה המוקצים לכך נותרים ציבוריים ופתוחים לכלל המשתמשים של רכב חשמלי – אך לכלי רכב חשמליים בלבד – ולא מוקצים באופן בלעדי למבקרים של נקודות העניין אשר אליהן הן סמוכות, בדומה ליתר הסדרי החניה הציבורית שבאזור ובכפוף למדיניות החניה והטעינה הפרטניות ברשות המקומית.

יישום פרישה מתוכננת היצע מצריך הכנה ראשונית הכוללת איסוף ומיפוי מידע זמין וחיזוי של הפוטנציאל לביקוש, ובאופן שוטף מעקב מתמיד אחר מצב השוק ותכנון מתמשך של הפרישה בתגובה. השיטה מתאימה בעיקר למצב שוק בוסרי במקומות בעלי תנועה ציבורית ערה כמענה ראשוני וכזרז הכרחי להתנעת שוק, גם אם במחיר של שימוש מועט יחסית.



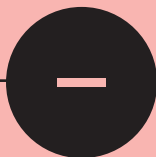
הסיכון המרכזי בהיצע יזום של עמדות טעינה הוא חוסר ודאות באשר להיקפי השימוש בעמדות. שלבי הפרישה הראשוניים עשויים להיתקל במצב של שימוש מועט, היוצר נראות ציבורית שלילית. בהמשך, במצב של גידול חד בשימוש בכלי רכב חשמליים, שיטת פרישה זו עשויה להוביל לתגובה בקצב שאינו הולם את הגידול בביקוש לטעינה ולא נותן מענה סביר למשתמשים.



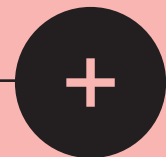
פרישה מתוכננת מפחיתה את אי-הודאות התכנונית בעבור הרשות המקומית באשר להיקף ולהשלכות המרחביות, ונותנת חשיפה ציבורית רחבה במוקדים מרכזיים. מודל זה נותן מענה למספר גדול יותר של משתמשים ולמבקרים מזדמנים, תוך תחלופה גבוהה יחסית. לרוב הטעינה היא בעיקר במהלך שעות היום, בדפוסי טעינה משתנים ובהתאמה לאופי ולזמני הפעילות של עסקים באזור.

במודל פרישה מונעת ביקוש (Demand-driven rollout) מספרן ומיקומן של עמדות הטעינה המוקמות נקבע בהתאם לצורך שמבטאים המשתמשים. התהליך לרוב מאופיין כך שתושב שהינו בעלים של רכב חשמלי וללא גישה לחניה פרטית שניתן להתקין בה עמדת טעינה, יכול לפנות לרשות המקומית במסגרת נוהל סדור בבקשה להסדרת פתרון טעינה ציבורי באזור מגוריו. הגורם האחראי ברשות מוודא את תקפות הבקשה ואת הזמינות של תשתיות טעינה באזור המבוקש. אם ברדיוס מוגדר ממקום המגורים של המבקש אין עמדות טעינה או שעמדות הטעינה הקיימות הן בתפוסה גבוהה ואינן יכולות לשרת באופן סביר משתמשים נוספים, הרשות המקומית פועלת להתקנת עמדת טעינה ציבורית. התקנת העמדות מתבצעת ע"י ספקים או ע"י הרשות עצמה בהתאם לאופי ההתקשרויות הנבחר [\[ראה מודלים להתקשרויות\]](#). יש להדגיש כי אף שהתקנת עמדות הטעינה נעשה בהסתמך על בקשות תושבים, העמדות ושטחי החניה המוקצים לכך נותרים ציבוריים ופתוחים לכלל המשתמשים של רכב חשמלי, ולא מוקצים באופן בלעדי ליוזם הבקשה, בכפוף למדיניות החניה והטעינה הפרטניות ברשות המקומית. ניתן להרחיב מודל זה כך שיתן מענה גם לבתי עסק בעלי כלי רכב חשמליים וללא מקומות חניה פרטיים.

יישום פרישה מונעת ביקוש מצריך פיתוח של תהליך מינהלי יעיל ברשות המקומית, כך שיוכל לתת מענה מיטבי לתושב ולהוציא לפועל ביצוע של עבודות התקנה בזמן קצר ובמינימום של עלויות מיותרות, על מנת להיות רלוונטי לאורך זמן ובקנה מידה רחב. כמו כן, מנקודת מבטו של הנהג על מנת שיוכל לרכוש רכב חשמלי נדרש כי יהיו כבר בנמצא פתרונות טעינה כלשהם עליהם יוכל להסתמך או שיתקיים פער בין מועד רכישת הרכב ועד להתקנת עמדת הטעינה. לפיכך, שיטה זו אפקטיבית יותר בשוק בשל ומבוסס בו קיימות כבר תשתיות טעינה, אך לא ניתן לחזות היכן, מתי וכמה יהיה צורך בפועל בשירותי טעינה ציבורית, ובדגש על איזורי מגורים בהם מרבית הרכבים חונים ברחוב.



פרישת עמדות בהתאם לביקוש מגדילה את מידת אי-הודאות באשר למספר, למיקום ולתזמון של העמדות שיוקמו, באופן אשר מגדיל את הסיכון התפעולי ומגביל את היכולת לתכנן וביצוע יעילים. כמו כן, עמדות טעינה אלו צפויות לתת מענה מוגבל יותר לקהל הצרכנים המזדמנים, בשל נטייתן להיות מומקמות באזורים פחות מרכזיים ולהיות מנוצלות יותר לטעינות ארוכות ע"י משתמשים קבועים.



פרישה על פי ביקוש מפחיתה סיכונים הן עבור בעלי ומפעילי עמדות הטעינה והן עבור משתמשי הרכב החשמלי בכך שהיא מאפשרת ודאות גבוהה באשר להיקף השימוש וזמינות השירות. מודל זה מבטיח היקפי שימוש גבוהים לעמדות הטעינה, שיעור גבוה של טעינות ממושכות ודפוסי טעינה יציבים - לרוב בשעות הערב והלילה - בהתאם ליוממות החושבים.

לישום

39	מודלים להתקשרויות
41	הערכת עלויות
45	התמודדות עם התנגדויות

מודלים להתקשרויות

בבואה של רשות מקומית לפרוש תשתיות טעינה ציבוריות, יש לבחור במודל היישום המתאים תוך שקלול התמורות שבחלופות השונות בפניהן היא ניצבת, ובהן תקצוב העלויות, שליטה ניהולית והבעלות על המערכות.

ברמה המעשית, במסגרת כל אחת מהחלופות הקיימות יעשה שימוש בספקים חיצוניים במידה זו אחרת, מה שמצריך מגוון התקשרות כגון מכרז, פניה לזכייני מכרז משכ"ל, או שותפות ציבורית-פרטית (Public-private partnership, PPP) מסוגים שונים⁽¹⁴⁾ – BOT, BOO, PFI – וכיו"ב, בדומה לעבודות תשתית אחרות. כמו כן, במקרים מסויימים הרשות המקומית עשויה לבחור ליישם את המדיניות על-ידי חברה כלכלית עירונית שבבעלותה שהוסמכה כגורם המבצע.

באופן כללי ניתן לחלק את המשימות הדרושות לפרישת מערך טעינה למספר מרכיבים של הקמה ותפעול הכוללים: תכנון, הנחת תשתיות חשמל, רכש, התקנת העמדות, סימון ותימרוור, הפעלה, שירות טכני, שירות לקוחות, גביה ואכיפה. ככלל, ניתן להטיל משימות אלו על גורם מסחרי אחד או יותר, על תאגיד בבעלות הרשות המקומית (כגון חברה כלכלית), ישירות על הרשות עצמה – או כל שילוב של אלו.

(14) מודלים רלוונטיים נפוצים של שותפות ציבורית-פרטית כוללים את מודל BOT (Build-Operate-Transfer)

ומודל BOO (Build-Own-Operate). ישנם מודלים נוספים ואף קטגוריות נוספות של הסדרים מלבד PPP ובהם JVs (Joint ventures), PFI (Private finance initiative) ועוד. להרחבה:

[A comparison of PFI, BOT, BOO, and BOOT procurement routes for infrastructure construction projects](#)

נקודת המוצא במדיניות הרשות המקומית לגבי הקמת מערך טעינה ציבורי צריכה להיות החלטה באשר למידת המעורבות הניהולית השוטפת, מקורות המימון הרצויים, היקף התקציב הזמין, מבנה הבעלות המועדף ואופק הזמן המתוכנן להחזר ההשקעה. כל אלו ישליכו באופן ישיר על המודלים האפשריים ליישום. ייתכנו וריאציות רבות במודל ההתקשרות, אך ככלל במנעד האפשרויות ישנן שלוש חלופות עיקריות:

— רישיונות

מתן רישיונות לגופים מסחריים להצבה והפעלה של עמדות טעינה שבבעלותם בתנאי תחרות חופשית לתקופה קצובה של מספר שנים. היוזמה להקמת העמדות, מספרן, מיקומן ותנאי השימוש בהן נתונה בידי השוק הפרטי, הנושא גם בכלל עלויות המימון ובתשלום לרשות המקומית בגין הזכות לעשות שימוש בשטח ציבורי במידה והיא דורשת זאת. כך, מתאפשרת כניסת מספר שחקנים הנתונים למסגרת מקלה יחסית של תנאים מחייבים ומרחב פעילות גמיש. בתום התקופה, החלופות הן חידוש הרישיון, להעביר העמדות לבעלותה של הרשות המקומית בתנאים המוסכמים על הצדדים, או פירוקן. מודל זה מתאפיין בהשקעה כספית וניהולית מינימלית מצד הרשות המקומית, אך גם בשליטה מינימלית על היקף וקצב הפרישה, על מיקומי העמדות ועל רמת השירות, חוסר אחידות בתמחור ובתנאי התשלום, ועמדות הטעינה נותרות בבעלותם של מחזיקי הרישיונות (אלא אם נקבע אחרת בתנאי הרישיון). מצדם של המשתמשים הממשק הוא מול שוק תחרותי ומגוון של נותני שירות אך גם שונות במחירים.

— זכיינות

מתן זיכיון בלעדי לגורם מסחרי שנבחר בהליך מכרזי להקמה ותפעול של מערך טעינה באזור מוגדר ובכפוף למסגרת תנאים, מחירי שוק קבועים ומתווה פעילות מתוכנן. הבעלות על עמדות הטעינה היא של הרשות המקומית והזיכיון להפעלתן ניתן לתקופת זמן קצובה, בסופה הרשות המקומית יצאת בהליך מכרזי חדש לזכיינות של גורם מסחרי או לוקחת לעצמה את תפעול העמדות. לרוב, הזכייין נושא בעלויות ההקמה והתפעול, בעוד שהרשות המקומית מממנת את הנחת תשתיות החשמל, תימרור וכיו"ב. ההכנסות משמשות להחזר הוצאות והרווחים הנותרים מחולקים בין הזכייין לרשות. מודל הזכיינות מאפשר לרשות להקים תשתית ציבורית הממומנת בהשקעה פרטית תוך הגבלת הסיכון ושליטה בתקצוב, גמישות בהיקף ובקצב הפרישה, מעורבות מוגבלת בתפעול והחזר מהיר יותר על ההשקעה, אך במחיר של סיכון עסקי גבוה יותר לגוף המסחרי ומחויבות לתקופת התקשרות ארוכה יותר בין הצדדים. מצד המשתמשים, ישנו נותן שירות אחד ותנאי מחיר אחידים.

— קבלנות

קביעת חוזה עבודה מול קבלן ביצוע לרכש והתקנה של עמדות בעבור הרשות המקומית במפרט ומסגרת זמן מוגדרים מראש. אף כי ההפעלה והשירות יכולים להתבצע ישירות ע"י הרשות המקומית או חברה כלכלית שבבעלותה, סביר יותר כי גם אלו יוטלו לביצוע בפועל על קבלן חיצוני, תוך שליטה מלאה של הרשות על תכנית הפיתוח, לוחות הזמנים, תנאי השירות ומבנה התעריפים. התקשרות במודל של קבלנות משיתה על הרשות המקומית עלות גבוהה של מימון ושל תשומות ניהוליות, מגדילה את הסיכון הכלכלי עבורה, מגבילה את התחרותיות והכנסת חדשנות מסחרית וטכנולוגית למערך הטעינה, אך מאפשרת שליטה מקסימלית בכלל היבטי הפרישה, התכנון המרחבי, השירות והמחירים - ויתרה מכך, מאפשרת לרשות שליטה בשיעור הרווחיות של מערך הטעינה. מצד המשתמשים, ישנו נותן שירות אחד ותנאי מחיר אחידים.

הערכת עלויות

בדומה לרוב סוגי התשתיות, פרישתן של עמדות טעינה כרוכה בעלויות הקמה חד-פעמיות ובעלויות תפעול שוטפות. בהתאם למודל ההתקשרות עם הספקים, גורם אחד או יותר יכולים לשאת ברכיבי העלות הללו.

— עלויות הקמה

את עלויות ההקמה ניתן לחלק לשלושה מרכיבים עיקריים - עמדת הטעינה עצמה, תשתיות חשמל וההתקנה. עלויות אלו משתנות באופן משמעותי ביחס לייעודן של העמדות. ככלל אצבע, ישנו הבדל של סדר גודל בין עלויות ההקמה הכוללות של עמדות מהסוגים השונים, המסתכמות לעלות של אלפי שקלים לעמדה פרטית, עשרות אלפי שקלים לעמדה ציבורית (AC) וכמה מאות אלפי שקלים לעמדה מהירה (DC).

יש לשים לב כי העלויות מתייחסות לעמדות הטעינה ולא לנקודות הטעינה, דהיינו העלויות להקמת עמדה אחת עשויות להתחלק על פני מספר נקודות טעינה ככל שהעמדה מאפשרת טעינה בו-זמנית של כמה כלי רכב - כפי שאכן

ניתן לראות ברוב עמדות הטעינה הציבורית ובחלק מהעמדות המהירות, ולרוב בשכיחות נמוכה יותר בעמדות הפרטיות.

בשונה מעמדה פרטית (אשר לרוב מיועדת להתקנה על קיר קיים), עמדות ציבוריות ומהירות מתוכננות לרמות עמידות ובטיחות גבוהות בהרבה על מנת להבטיח את תפקודן במשטר עבודה וסביבה תפעולית טובעניים. יתרה מכך, התקנתן של עמדות אלו כרוכה ברכיבי עלות נוספים ובהם ביצוע עבודות כביש ותשתיות רחוב. העלויות בפועל מושפעות במידת מה מהדגם והמפרט הטכני של העמדה הנבחרת, אך בעיקר מרכיבי התשתיות וההתקנה. עלות תשתיות החשמל וההתקנה עשויות להיות שונות באופן מהותי מאתר לאתר, כפועל יוצא של מגוון משתנים ובהם מיקום המדויק בו מוצבת העמדה, המרחק מתשתית החשמל הקיימת, ההספק החשמלי הזמין ומידת הצורך בהגדלתו, והיקף עבודות החפירה והבינוי הנדרשים. בשל כך, התקנה של מספר עמדות טעינה בצמידות ובו-זמנית צפויה להפחית משמעותית את עלויות ההתקנה והתשתיות לכל עמדה. לחליפין, במסגרת הקמה של עמדה באתר מסוים תכנון המביא החשבון הגדלה עתידית של מספר עמדות הטעינה באותו האתר יאפשר חסכון ניכר בעתיד. היבטים אלו מקבלים משנה תוקף במקרה של עמדות טעינה ציבוריות אשר לרכיבי התשתיות וההתקנה בהקמתן משקל רב בסך העלויות.

עלות ההקמה של עמדת טעינה (כולל תשתיות חשמל)

עומדת על כ- 18,000 ש"ח - 28,000 ש"ח לעמדה רגילה (AC)

וכ- 190,000 ש"ח - 130,000 ש"ח לעמדה מהירה (DC).⁽¹⁵⁾

(15) כלל ההערכות המוצגות כאן באשר לעלויות להקמת עמדות טעינה מהירות מתייחסות לעמדות DC בהספק בסיסי (50kW) עד ממוצע (100kW) - באופן יחסי - שהינן נפוצות כיום בעולם. העלויות להקמת עמדות מדורות מתקדמים יותר - המכונות "אולטרה-מהירות" ומגיעות להספקים של 150kW, 175kW ואף 350kW - עשויות להיות גבוהות יותר באופן משמעותי, במיוחד לאור הצורך בתשתית חשמל עוצמתית במיוחד להפעלתן.

העלויות שצוינו הן הערכה בלבד, העלויות בפועל עשויות ואף צפויות להיות שונות בהתאם לגורמים ובהם מספר העמדות המותקנות יחד, מפרט עמדות הטעינה והספקן, תוואי השטח והמיקום במרחב, היקף פיתוח התשתיות הנדרש, מאפייני השירותים בהפעלה ועוד. בתכנון מחושב של פרישת עמדות טעינה ניתן לחסוך עלויות באופן משמעותי, בין היתר על-ידי מיקום בסמיכות לתשתיות חשמל קיימות, קיבוץ של מספר עמדות יחד, הכנות להוספה עתידית של עמדות בעת התקנת עמדות במיקום חדש, שילוב העבודות במסגרת עבודות תשתית יזומות ועוד.

— עלויות תפעול

הפעלה שוטפת של עמדת טעינה כרוכה בעלויות תפעול, הנחלקות לעלויות משתנות ועלויות קבועות תקופתיות:

— עלויות תפעול משתנות

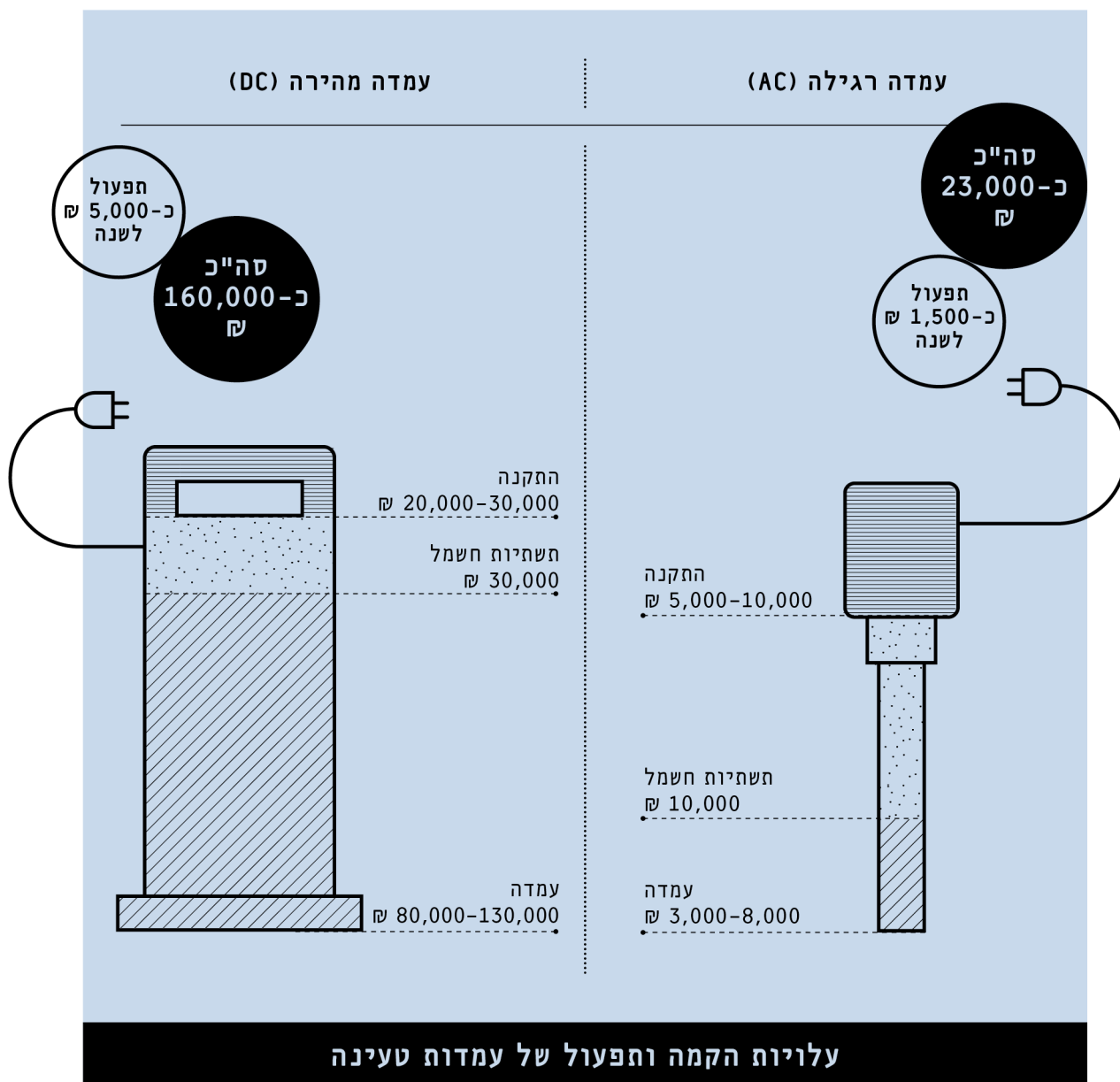
עלות החשמל המזין את העמדה והמשמש לטעינת כלי הרכב משתנה בהתאם להיקף השימוש בעמדה. בהקשר זה, יצוין כי ההספק הנקוב של העמדה הינו ההספק המרבי ואינו מייצג את ההספק בפועל שהינו נמוך יותר ומשתנה הן בהתאם לסוג הרכב הטוען בעמדה וגודל הסוללה והן לרמת הטעינה בה הסוללה נמצאת, כאשר לרוב ההספק החשמלי וקצב הטעינה יורדים ככל שהסוללה ברכב מתקרבת למצב של טעינה מלאה. דהיינו, לעניין העלויות היקף השימוש נמדד ביחידות קילו-וואט שעה של צריכת חשמל ולא במשך הטעינה או החיבור לעמדה.

— עלויות תפעול קבועות

עלויות תפעול תקופתיות המורכבות ממספר רכיבים שניתן להגדירם כשירותים לעמדה, שעל-פי רוב ניתנים ללא תלות בהיקף השימוש בה ועל כן מהווים עלויות קבועות. בהתאם לחבילת השירות ומאפייני העמדות, רכיבים אלו עשויים לכלול בין היתר הוצאות תחזוקה וביקורת תקופתית, ביטוח, דמי חיבור לרשת החשמל, תקשורת נתונים, ניהול מרחוק של העמדה, ממשק ניהול לבעלי העמדה, ממשק משתמש אינטרנטי או ביישומון נייד, מערך שירות לקוחות, שירות סליקה של אמצעי תשלום וניהול גביה.

עלות התפעול השנתית (ללא עלות החשמל)
עומדת על כ- 2,000 ש"ח-1,000 ש"ח לעמדה רגילה (AC)
וכ- 5,000 ש"ח לעמדה מהירה (DC).

היחס בין ההוצאה התפעולית להוצאה ההונית מראה את החשיבות של היקף השימוש בעמדה - דהיינו המכירות - למודל העסקי של טעינה ציבורית.



התמודדות עם התנגדויות

ישנן מספר תפיסות שגויות בנוגע לכלי רכב חשמליים אשר השתרשו בציבור, שמקורן בחוסר ידע לגבי ההתפתחויות האחרונות בתחום, כמו גם פרסומים שליליים שייתכן ונובעים מגורמים המאוימים מהשינוי בתנאי השוק שתחבורה חשמלית עשויה ליצור. בנוסף, באופן דומה להשפעה של יישום פרויקטי תשתיות ותחבורה חדשים אחרים, שינויים בהסדרים הקיימים במרחב הציבורי הקשורים לתחבורה חשמלית עלולים לעורר התנגדויות. עם זאת, היערכות מתאימה והנגשת מידע יכולים להפיג ולמתן התנגדויות ציבוריות ויש לתת את הדעת על דרכי ההתמודדות האפשריות כבר בתחילת הדרך.

להלן מפורטות ביקורות אופייניות כנגד תחבורה חשמלית וטיעוני תגובה התומכים בה, בחלוקה לנושאים המרכזיים אליהם הם משתייכים:

שימושיות

טענה — לרכב חשמלי ביצועים נחותים ביחס לרכב בעירה פנימית

מנועים חשמליים חלשים יותר ומתקשים בהאצות, בהגעה למהירויות שיוט גבוהות ובעומסים כגון עליות ונשיאת מטען כבד; טווח הנסיעה שמאפשרות הסוללות מוגבל, אינו מאפשר שמירה על הרגלי הנסיעה הקיימים ומושפע לרעה באופן משמעותי מצורך במיזוג ותוואי כביש הררי; הסוללות הן כבדות ופוגמות בהתנהגות הדינמית של הרכב.

תגובה — ביצועי סוללות ומנועים חשמליים מודרניים משתווים ואף עולים על מנועי בעירה

מנועים חשמליים מגיבים ומספקים מומנט מירבי תוך זמן קצר בהרבה ממנועי בעירה פנימית, ויכולים להגיע למספר סיבובי מנוע גבוהים הרבה יותר ללא צורך בהילוכים. התוצאה היא האצות חזקות ורציפות, הגעה למהירויות גבוהות ויכולת מוכחת לעמידה בעומסים גבוהים. הסוללות מהדור הנוכחי שונות בתכלית מאלו ששימשו את רוב סוגי הקלנועיות, והן מתאפיינות בקיבולת אנרגיה גדולה, הספקים גבוהים, מערכות ניהול ובקרה מתקדמות,

ולרוב גם מערכות קירור וחימום השומרות על ביצועים אופטימליים. כלי הרכב החשמליים הזמינים כיום בשוק מגיעים לטווחי נסיעה בפועל של כ-200 ק"מ ואף יותר מכך (כולל שימוש במזגן), ולפיכך נותנים מענה לרוב המכריע של הנסיעות שעושה הנהג הממוצע; הדור הבא של כלי הרכב החשמליים אשר ישווק תוך כשנה-שנתיים צפוי להציג טווחי נסיעה משופרים של 300-400 ק"מ, ובכך להתקרב לטווח המקובל ברכבי בעירה פנימית באותה קטגוריית גודל ומחיר. בנוסף, תצורת המְרָב והמכלולים המקובלת בכלי רכב חשמליים, ובה הסוללות והמנועים משולבים בין קורות השילדה ויוצרים משטח אחוד (המכונה "סקייטבורד"), מתאפיינים במרכז כובד נמוך במיוחד וכתוצאה מכך ביציבות גבוהה, אחיזת כביש משופרת והפחתה ניכרת בנטייה להתהפכויות.

טענה — זמן הטעינה הדרוש לרכב חשמלי הוא ארוך מאוד בהשוואה לתדלוק
טעינת הסוללות של רכב חשמלי היא איטית ועשויה לקחת שעות רבות, בעוד שתדלוק של רכב בעירה פנימית לוקח מספר דקות. עניין זה מגביל את חופש התנועה עם רכב חשמלי והופך נסיעות למרחקים ארוכים ללא מעשיות.

תגובה — ברוב המקרים טעינה מתבצעת בשעות הלילה וקיימת גם טעינה מהירה
בדומה לאופן בו טוענים טלפון נייד, טעינת רכב חשמלי מתבצעת כאשר הרכב גם כך חונה לזמן ארוך של מספר שעות, לרוב בלילה או בשעות העבודה. מנקודת מבטו של הנהג טעינת הרכב מצריכה רגעים בודדים מתוך שגרת היום, ללא צורך בנסיעה מיוחדת לתחנת הדלק מדי כמה ימים; יתרה מכך, בד"כ כל יום מתחיל כשהרכב עם "מיכל מלא", כלומר עם סוללה טעונה במלואה. במהלך נסיעות ארוכות או בהיעדר אפשרות לטעינת לילה ארוכה, טעינה מהירה מאפשרת לטעון את סוללות הרכב תוך פרק זמן קצר – לרוב כחצי שעה להגעה ל-80% טעינה – בעת עצירה למנוחה, ארוחה, קניות וכיו"ב.

טענה — הסוללות של כלי הרכב החשמליים סובלות מבלאי גבוה ויקרות להחלפה
מחזורי הטעינה והפריקה התכופים של סוללות רכב חשמלי מקצרות את קיבולת האנרגיה שלהן ויש צורך להחליפן תוך מספר שנים בודדות. מאחר וסוללות הרכב הן אחד הרכיבים היקרים ביותר ברכב ועשויות להגיע לשליש עד חצי מעלות ייצורו, החלפתן יקרה מאוד.

תגובה — בפועל בלאי הסוללות הוא קטן והן מכוסות באחריות יצרן לתקופה ארוכה
בשונה ממכשירי חשמל קטנים, מארזי הסוללות שבכלי רכב חשמליים מורכבים ממספר רב של תאי סוללה (עשרות, מאות ואף אלפי תאים) הנשלטים על-ידי מערכות ניהול חכמות שתפקידן לשמור על ביצועים אופטימליים של

המערך. הניסיון מראה כי בדור הנוכחי של הרכב החשמלי בלאי הסוללות ואובדן הטווח הינם שוליים יחסית, וישנם דיווחים על כלי רכב חשמליים אשר גמעו חצי מיליון ק"מ ואף יותר עם הסוללה המקורית אשר נותרה במצב עבודה מצוין. ראייה נוספת לאמינות המערכות הללו הינה האחריות שנותנים יצרני הרכב לסוללות, אשר ברוב המקרים עומדת על 8 שנים או 160,000 ק"מ עם הבטחה לשמירת קיבולת של 80% לפחות מהקיבולת המקורית. ככלל, כלי רכב חשמליים נהנים מאמינות גבוהה, שמקורה בפשטות יחסית של המכלולים המכאניים ברכב ומיעוט של חלקים נעים במנוע, בהשוואה להנעה במנוע בעירה פנימית.

טענה — רכב חשמלי עדיין לא בשל טכנולוגית לשיווק בקנה מידה רחב

כלי רכב חשמליים הינם מוצר נישא לקהל "המאמצים המוקדמים" (Early adopters), מושתתים על טכנולוגיה שטרם התפתחה דיה בשביל לתת מענה לדרישות התובעניות המצופות מכלי רכב מודרניים, טובלים ממחלות ילדות ועוד רחוקים ממוכנות לאימוץ רחב בידי הציבור.

תגובה — כלי רכב חשמליים נמכרים כבר כעשור ונמצאים בפיתוח ע"י רוב יצרני הרכב

גם כלי רכב חשמליים וגם אלו המונעים ע"י מנועי בעירה פנימית החלו לפעול כבר משלהי המאה ה-19 (רכב חשמלי אף הקדים מעט את הרכב הדלקי), אך מאז ועד היום מנועי הבעירה שלטו ללא עוררין ונהנו מלמעלה ממאה שנים של פיתוח ושכלול הטכנולוגיה. עם זאת, מנועים חשמליים עושים שימוש בטכנולוגיה מפותחת ביותר ונעשה בהם שימוש במגוון עצום של יישומים. הדור העדכני של כל רכב בהנעה חשמלית משווק באופן מסחרי כבר קרוב לעשור עם מספר כולל של כמה מיליוני כלים שנמכרו עד כה בעולם. בשני העשורים האחרונים, טכנולוגית הסוללות מציגה שיפור הדרגתי אך עקבי בביצועים, ובעשור האחרון גם שיפור לא לינארי בהפחתת עלויות הייצור; השקעות של מיליארדי דולרים לפיתוח הדורות הבאים של הסוללות ע"י גופים רבים ברחבי העולם מעלים את ההסתברות להמשך מגמות אלו ואף לקפיצות מדרגה טכנולוגיות. זאת, בעוד שמתרבים הסימנים כי מנועי הבעירה הפנימית מתקרבים למיצוי היכולת לשפרם - בעיקר בפן הסביבתי. ראייה לכך ניתן למצוא בין היתר בעובדה כי רובם המכריע של יצרני הרכב מצהירים על פיתוח קו רחב של דגמי רכב בהנעה חשמלית, כמו גם על ביצוע השקעות עתק בקווי יצור חדשים המוקדשים לכלי רכב חשמליים, מפעלים לייצור סוללות וחוזי רכש של חומרי גלם ורכיבים בהיקפי ענק ולטווח ארוך.

עלויות

טענה — רכב חשמלי היה ונותר יקר לרכישה ולכן לא רלוונטי לציבור הרחב
 כלי רכב חשמליים יקרים באופן משמעותי בהשוואה לכלי רכב מונעי בעירה פנימית, בעיקר עקב העלות הגבוהה של ייצור הסוללות הדרושות להם. לכן, רכב חשמלי הוא מוצר יוקרה הפונה לקבוצה מצומצמת של בעלי אמצעים המעוניינים בו לשם תיוג עצמי "ירוק" או כ"צעצוע לעשירים", ללא שיקול כלכלי מעשי.

תגובה — עלות הבעלות של רכב חשמלי היא תחרותית ורוב הדגמים פונים לפלח שוק רחב
 עלות הקניה של רכב חשמלי הינה גבוהה מזו של רכב דלקי, בפער המשתנה בהתאם לתנאי המיסוי ולקטגוריית הרכב אך בהערכה גסה מגיע למחיר הגבוה בכ-20% בעבור רכב חשמלי, בהשוואה לרכב מקביל שאינו חשמלי. עם זאת, עלות הבעלות הכוללת (Total cost of ownership, TCO) המביאה בחשבון את כלל העלויות הכרוכות בשימוש ברכב ומשוקללת לעלות לק"מ נסיעה, מציגה יתרון כלכלי לרכב חשמלי כאשר הנסועה השנתית היא גבוהה יחסית. זאת, בשל עלויות טעינה ותחזוקה שהינן כחמישית ושליש, בהתאמה, בהשוואה לעלויות תדלוק ותחזוקה ברכב בעירה פנימית. יתרון זה ילך ויתעצם ככול שמחירי כלי הרכב החשמליים יוסיפו לרדת, והתחזיות לכך שגם מחירי הרכישה ישתוו לאלו של רכבי הבעירה הפנימית בתוך מספר שנים בודדות יתממשו. באשר לשוק, בעוד שכלי הרכב החשמליים היוקרתיים תופסים את מירב תשומת הלב התקשורתית, חלק גדול מכלי הרכב החשמליים משתייכים לקטגוריות ה"סופר-מיני", משפחתי, ו"קרוסאובר" קטן ומתומחרים בהתאם. עם התרחבות כושר הייצור של יצרני הרכב, ניתן להעריך שמגמת הגידול בהיצע הדגמים ה"עממיים" תתחזק.

טענה — מכירות רכב חשמלי אפשריות בשל סבסוד ממשלתי ומדיניות מיסוי שתשתנה
 המדינה מסבסדת את כלי הרכב החשמליים, ולכן מחיריהם נמוכים באופן מלאכותי ממחירי השוק הצפויים ביחס לעלותם האמיתית בתנאי שוק שוויוניים. גם החשמל לטעינת רכב אינו נתון למיסוי ייעודי כפי שהדלק ממוסה במסי בלו, כך שהפער שנוצר בין עלויות התדלוק לעלויות הטעינה הוא מלאכותי. ישנה אי-ודאות באשר למדיניות המיסוי, וניתן להעריך כי המדינה תפעל לשנותה על-מנת לפצות על אובדן הכנסות ממיסוי על מכירות כלי רכב ודלקים.

תגובה — במקביל לצמצום הטבות המיסוי לרכבים חשמליים יהיו גם ירידות במחיריהם
 כלי רכב חשמליים אינם מסובסדים ע"י המדינה, אך כן נהנים מהטבות מיסוי

הבאות לידי ביטוי במס קניה מופחת העומד על 10% לרכב נטול פליטות (חשמלי מלא) ו-20% לרכב פלאג-אין (היברידי-נטען), כמו גם הנחה של 990 ש"ש בשווי השימוש לצרכי מס. בעוד שכיום מכירות כלי רכב חשמליים מהוות שיעור זניח מכלל מכירות הרכב בישראל, ניתן להעריך כי עם העלייה בנתח השוק של כלי רכב אלו אכן תשתנה מדיניות המיסוי, במידה והמדינה תרצה לשמר את היקף הכנסותיה ממיסוי על מכירות כלי רכב. עם זאת, יש לקחת בחשבון כי בד-בבד עם הגידול במכירות, מחירי הבסיס (לפני מיסים) של כלי הרכב החשמליים צפויים לרדת אף הם. זאת, כפועל יוצא הן של התייעלות בייצור, והן של גידול בהיצע הדגמים והתחרות על נתח השוק – גם ברמה המקומית וגם כמגמה עולמית. באשר להיבט מיסוי האנרגיה להנעת הרכבים, בעוד שדלק לתחבורה בישראל נתון לשיעור מס שהינו מהגבוהים בעולם ומסתכם לכשני שלישי מהמחיר לצרכן, על חשמל מוטל מע"מ בלבד וישנם חסמים מהותיים למיסוי ייעודי לחשמל המיועד לתחבורה. מצב זה מהווה גורם מרכזי בעלות הנמוכה לק"מ נסועה ברכב חשמלי יחסית לק"מ נסועה ברכב דלקי. עם זאת, בשל הצורך להתמודד עם העלויות הישירות והחיצוניות של תחבורה – ובהן גודש, תאונות, בלאי לתשתיות, זיהום אויר ורעש – בין היתר באמצעות כלי מיסוי, נבחנת האפשרות של מעבר ממיסוי של השימוש בדלק למיסוי על נסועה. במקרה כזה, מסי נסועה יוטלו גם נסועת כלי רכב חשמליים, באופן אשר יאזן את פערי המיסוי הקיימים כיום. על כל פנים, בשל היתרון המוחלט של כלי רכב חשמליים בפליטות מזהמי אויר וגזי חממה ביחס לכלי רכב דלקיים, רכיבי המיסוי המתייחסים לעלויות החיצוניות הסביבתיות תמיד יהיו קטנים יותר (או לא קיימים) ברכב חשמלי ביחס לרכב דלקי. לפיכך, גם במחיר הקניה וגם בעלות התדלוק/טעינה, בהיבט המיסוי צפוי להיות יתרון יחסי לכלי חשמליים – גם אם וכאשר הטבות המיסוי הנוכחיות ישחקו.

טענה — ישנה אי-ודאות לגבי שמירת הערך של כלי רכב חשמליים

שוק המכוניות המשומשות אינו קיים למעשה במקרה של כלי רכב חשמליים, ולפיכך רכישתם מהווה נטילת סיכון לאובדן ערך גבוה ועד כדי אי-סחירות. מצב זה משפיע במיוחד על ציי רכב ובהם רכב בחכירה (ליסינג), אשר המודל העסקי עליו הם מושתתים מושפע באופן מהותי משווי הרכב בתום תקופת השימוש הראשונית.

תגובה — אמינות גבוהה וזמינות מוגבלת תומכים בשמירת ערכם של כלי רכב חשמליים

לאור השיפור בביצועי כלי הרכב החשמליים בדור הנוכחי בד-בבד עם מגמת הירידה במחיריהם, השתפרה התמורה בעד הכסף שברכישתם. מגמת העלייה

בביקוש (הצפויה עוד להתגבר משמעותית) ומנגד זמינות מוגבלת של כלי רכב חשמליים חדשים, מחזקת אף היא את פוטנציאל הביקוש בשוק הרכב המושמש. גם תכונות האמינות הגבוהה והחסכוניות המאפיינות מכוניות חשמליות לרוב מתוגמלות בשוק זה, שהינו מטבעו מוטה כלפי שיקולים כלכליים. גם מעדויות בשוקי רכב מושמש בעולם עולה כי לאחר תקופה של אובדן ערך גבוה יחסית לכלי רכב חשמליים מהדור הקודם (המיוחסת ליחס עלות-תמורה נחות וחוסר בשלות טכנולוגית), בעת הנוכחית ישנו ביקוש גובר ועליה בערך השוק של רכב חשמלי מהדור הנוכחי.

סביבה

טענה — כלי רכב חשמליים לא מפחיתים פליטות, רק מעבירים אותן למקום אחר
בעוד שלכלי רכב חשמליים אין אגוזו והם אינם פולטים מזהמי אוויר וגזי-חממה, טעינתם בחשמל מצריכה עבודה מוגברת של תחנות כוח לייצור חשמל. כך, רכב חשמלי אינו מבטל את הפליטות מתחבורה אלא למעשה מעביר אותן למוקד אחר (מה שמכונה "the long tail-pipe theory" – תיאורית צינור הפליטה הארוך).

תגובה — ייצור חשמל בתחנת כוח מזהם פחות ממנוע בעירה פנימית ופוגע פחות בבריאות
ייצור חשמל, גם כאשר הוא נעשה ע"י שימוש באנרגיה מדלקים מזהמים, מתבצע ביעילות אנרגטית גבוהה יותר ביחס לזו שבמנוע של רכב. זאת, בשל היתרון לגודל המאפשר משטר הפעלה מבוקר, ניהול, ניטור ושימוש באמצעים טכנולוגיים לשם ניצול אופטימלי של יחידות הייצור ומזעור הפליטות. הפליטות מתחנות הכוח הן מארובות בגובה של עשרות מטרים ואף מעבר לכך – וזאת בשונה מפליטות מהאגוזו "בגובה האף" – כך שהשפעתן על בריאות הציבור מועטה יותר. השימוש בחשמל מאפשר לכלי הרכב להיות "אדישים" למקור האנרגיה, ולפיכך עם הגידול בשיעור האנרגיה ממקורות מתחדשים הופכת הנסיעה ברכבים אלו למזהמת אף פחות. גם היעילות האנרגטית של המנועים החשמליים שבכלי הרכב גבוהה בהרבה מזו של מנועי בעירה פנימית (כ-90% במנוע חשמלי, לעומת כ-20% במנוע בעירה וכ-30% במנוע בעירה היברידי). לכן, כאשר בוחנים את הפליטות והיעילות האנרגטית "מהמיכל לגלגל" (tank-to-wheel) וגם "מהבאר לגלגל" (well-to-wheel) – כלומר כולל הפקת האנרגיה ושינועה עד לרכב – ישנו יתרון סביבתי ברור לטובת כלי רכב חשמליים.

טענה — הסוללות של כלי הרכב החשמליים מסוכנות ומזהמות בייצורן ובסוף חייהן
 ההרכב הכימי של הסוללות עושה שימוש במתכות נדירות הנמצאות במחסור, לרבות ליתיום שהינו חומר מסוכן ונפיץ. כריית המתכות וייצור הסוללות מתבצעים בתהליכים שהינם מזהמים יותר מאלו של מנועי הבעירה ובכך מבטלים את היתרון שבשימוש בהם. הסוללות עצמן מועדות להתפוצצות ושריפות. בתום החיים השימושיים של הסוללות או כאשר הרכב מושבת, יש צורך להיפטר מהסוללות והטמנתן יוצרת מפגע סביבתי חמור.

תגובה — רוב מרכיבי הסוללות הם חומרים נפוצים ובסוף חייהן ניתן למחזרן באופן מלא
 כמותית, מירב החומרים המרכיבים את הסוללות של כלי רכב חשמליים הינם חומרים הזמינים בכמויות גדולות, ובחלקם אף מהווים תוצר-לוואי של כריית חומרים אחרים. חלק קטן ממרכיבי הסוללה הינם חומרים נדירים, אך הם נעשה בהם שימוש למוצרים נוספים רבים וחלקם של כלי הרכב החשמליים בביקוש לחומרים אלו הוא משני; יתרה מכך, מוקדש כיום מאמץ מחקרי ניכר לשיפור והחלפת המבנה והמרכיבים של הסוללות, וכבר עכשיו עם התפתחות טכנולוגיות ישנה ירידה מתמדת בשימוש בחומרים בעייתיים בסוללות הרכב. ליתיום, החומר שעל שמו נקרא ההרכב הנפוץ של סוללות הליתיום-יון, הינו מתכת נפוצה ולא יציבה הנוטה להתלקח, אך בפועל חלקו בהרכב הסוללה הוא אחוזים בודדים והוא מלווה בחומרים נוספים שתפקידם בין היתר לשמור על יציבות הסוללות ולמנוע התלקחות. היחס שבין יכולת אגירת האנרגיה של הסוללות לאורך חייהן ובין האנרגיה הדרושה לייצורן (Energy Stored On Energy Invested, ESOEI) הוא כזה לפיו תקופת ההחזר על ההשקעה היא קצרה וכדאית. עם הגידול המואץ בהיקפי ייצור הסוללות, תהליכי הייצור הולכים ומתייעלים, ובחלקם הגדול אף עושים שימוש באנרגיות מתחדשות. מעבר להרכב הכימי של הסוללות המתוכנן על מנת לעמוד בעומס עבודה ותנאי טמפרטורות קיצון מבלי להתלקח, מערכות ניהול הסוללות מכילות אמצעי ניטור ומנגנוני הגנה בפני עומסי יתר, ומארזי הסוללות מספקת שכבת הגנה נוספת בפני פגיעות קינטיות. הניסיון עד כה מראה כי שכיחותן של שריפות בכלי רכב חשמליים נמוכה בכמה סדרי גודל משריפות של כלי רכב בעלי מנועי בעירה ביחס למספרם. עם יציאתם משימוש של הסוללות, בחלק גדול מהמקרים הן עדיין שמישות ויכולות לספק מחזור חיים נוסף (Second life) במערכות אגירת אנרגיה נייחות. גם לסוללות שאיבדו לחלוטין יכולת עבודה נותר ערך רב, וניתן – ואף כדאי כלכלית – למחזרן כמעט לחלוטין ולעשות שימוש בחומרים המרכיבים אותן לייצור סוללות חדשות, באופן דומה לנעשה כיום במצברי העופרת הנמצאים היום בכל רכב.

טענה — הסוללות והמנוע החשמלי יוצרים קרינה המסוכנת לנוסעים

פעולתם של המנוע החשמלי והסוללות הנמצאות ברצפת הרכב יוצרת קרינה חזקה בקרבת הנוסעים ועלולה לפגוע בבריאותם, במיוחד לאור השהות והחשיפה הממושכות.

תגובה — כלי רכב חשמליים עומדים בכל תקינות הבטיחות המקובלות בעולם

בדומה למגוון רחב של מקורות קרינה אלקטרומגנטית הקיימים בסביבה היומיומית של מרבית האוכלוסייה - לרבות כבלי חשמל בבתים, מכשירי חשמל וכלי רכב מכל הסוגים - גם בכלי רכב חשמליים ישנה קרינה בלתי-מייננת משדות אלקטרומגנטיים. בעוד שנושא ההשפעות הבריאותיות של קרינה אלקטרומגנטית עדיין שנוי במחלוקת, ממספר רב של מחקרים אשר בחנו את עוצמת הקרינה ממגוון רכב של כלי רכב ובתרחישי נסיעה שונים עולה כי רמות הקרינה בכלי רכב חשמלי דומות לאלו הנמצאות בכלי רכב היברידיים ובכלי רכב בעלי מנוע בעירה פנימית; זאת, בין היתר, בשל הימצאותם של מערכות אלקטרוניות וכבילה בכלל סוגי כלי הרכב, כמו גם היווצרות שדות מגנטיים עקב תנועת הסיבוב של צמיגי הרכב המכילים רכיבי מתכת המוטמעים בהם. הממצאים מצביעים על רמות חשיפה לקרינה ברכב במינונים דומים לאלו אליהן נחשף הציבור ממקורות אחרים באופן שגרתי, ובשיעור הנמצא נמוך בהרבה מהנחיות הגוף הבינלאומי המרכזי לעניין זה - International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). נוסא הקרינה הבלתי-מייננת בכלל, ומכלי רכב בפרט, נתון לבחינה קפדנית ומתמדת הן של רגולטורים והן של חוקרים באקדמיה במדינות מובילות בעולם. עד כה לא ידוע על מצב בו אותרה חריגה שיש בה סכנה בטיחותית מוכחת, ומעולם לא נאסר שיווק לציבור של כלי רכב כלשהו על רקע זה.

תשתיות

טענה — רכב חשמלי אינו ישים בקנה מידה רחב בשל היעדר תשתיות טעינה וחשמל

מלבד מספר מצומצם של בעלי אמצעים, הציבור הרחב לא יכול לאמץ כלי רכב חשמליים בשל היעדר תשתיות טעינה זמינות, אשר יאפשרו הן טעינה בשימוש יומיומי והן הארכת טווח בנסיעות ארוכות. בתרחיש בו מספר רב של כלי רכב חשמליים טוענים בו זמנית ייצור עומס על רשת החשמל שהינו מעבר לקיבולת אליה היא מתוכננת ועלול להביא לקריסתה.

תגובה — מספר החניות הפרטיות והיתירות ברשת החשמל כבר היום יותר ממספיקים

רשת החשמל בישראל מספקת כיסוי מוחלט לכלל השטח הבנוי ולאורך רובם

של הכבישים. יישנן מאות אלפי חניות פרטיות בישראל, ברובן עם נגישות לתשתיות חשמל. נוסף על אלו, הנסועה הממוצעת היומית לרכב פרטי עומדת על כ-40 ק"מ, וטווחי הנסיעה גם בנסיעות ארוכות ברובם המכריע של המקרים אינם עולים על מספר מאות ק"מ. כלומר, כבר היום קיים פוטנציאל ממשי למאות אלפי כלי רכב חשמליים בישראל. יתר על כן, בימים אלו החלה הקמתן של אלפי עמדות טעינה ברחבי ישראל ועוד עשרות עמדות טעינה מהירות, אשר יתנו מענה לביקוש נוסף לטעינה במרחב הציבורי ובנסיעות ארוכות. מערך הייצור החשמל ורשתות ההולכה והחלוקה הנוכחיים מסוגלים לתמוך בכמויות משמעותיות של כלי רכב חשמליים. עם הגידול בשיעור החדיירה של הרכב החשמלי, המשך פיתוח תשתיות החשמל בד-בבד עם אמצעים כגון טעינה חכמה ואגירת אנרגיה יאפשרו לספק חשמל לכמויות גדולות אף יותר, עד כדי חישוב מלא של התחבורה בישראל.

טעינה — התקנות עמדות טעינה במרחב הציבורי מהווה הפקעת מקומות חניה מהציבור
 הקצאתם של מקומות חניה ציבוריים באופן בלעדי לכלי רכב חשמליים הינה הפקעת משאב ציבורי מידי הרוב המוחלט של הציבור למען מיעוט. זאת ועוד, הזמינות המוגבלת של חניות ציבוריות ברוב הערים בישראל הופכות הפקעה שכזאת לפגיעה חמורה אף יותר בציבור הכללי של בעלי הרכב.

תגובה — הקצאת חניות ציבוריות לטעינה מאפשרת החלפת רכב דלקי ברכב חשמלי
 הקצאה של חניות ציבוריות לשימושם הבלעדי של כלי רכב חשמליים לשם טעינתם הינה הכרחית, בשל היותה אמצעי מרכזי למתן נגישות לטעינה לציבור בעלי הרכב שאין ברשותו חניה פרטית. הקצאה זו אינה מהווה הפקעה "על חשבון" בעלי כלי רכב שאינם חשמליים, מאחר ורובם של כלי הרכב החשמליים החדשים צפויים להחליף כלי רכב דלקיים קיימים. כלומר בהכללה, מספר כלי הרכב "המתמודדים" על מקומות החניה הקיימים לא ישתנה, אלא רק החלוקה וההקצאה בין סוגי כלי הרכב והחניות המשרתות אותם. יש להדגיש כי הקצאת מקומות חניה ציבוריים לטעינת כלי רכב משרתת אומנם ציבור מצומצם – לפחות בתחילת הדרך – אך מיטיבה עם כלל הציבור הנהנה מהפחתת זיהום אוויר ורעש במרחב העירוני שהיא מאפשרת, כמו גם מעצם מיצוי הפוטנציאל הכלכלי של משאב החניה הציבורי וההכנסות לרשות המקומית בגינו. בצד הדברים, ראוי לציין כי מספר מקומות החניה אשר יוקצו לכלי רכב חשמליים לטעינה בשנים הקרובות צפוי להגיע לשיעור מזערי של שבדי אחוזים מכלל מצאי החניות הציבוריות, גם בתרחיש של פרישה נרחבת.

טענה — תמיכה ברכב חשמלי הינו העדפת תחבורה פרטית על חשבון

תחבורה ציבורית. נקיטת צעדים להקלה ולעידוד של אימוץ כלי רכב חשמליים ע"י הציבור מהווה תמריץ נוסף לבחירתו בתחבורה פרטית, על כל חסרונותיה ברמה הלאומית, ומחריפה את התחרות אל מול תחבורה ציבורית. יש לקדם תחבורה ציבורית כחלופה לתחבורה פרטית, ללא קשר לסוג מערכות ההנעה.

תגובה — להפיכת התחבורה לבת-קיימא על כל אמצעי התחבורה לעבור להנעה חשמלית

המטרה שבבסיסה של מדיניות עידוד המעבר לתחבורה חשמלית הינה להוות זרז ראשוני ליצירת שינוי חיובי בשוק הרכב הקיים, ככוח מניע להפיכת מגזר התחבורה לבר-קיימא. לשם כך יש ליצור מציאות של הפחתת הביקוש והצורך לתחבורה, הסטת נסועה בין אמצעי תחבורה לא יעילים לאלו שהינם יעילים יותר, אך גם שיפור של אמצעי התחבורה הקיימים. נכון לסוף 2017, בישראל ישנם כ-3.37 מיליון כלי רכב – פחות מ-2% מתוכם הינם כלי רכב היכולים לשמש לתחבורה ציבורית; גם בהתחשב בנסועה הגבוהה יותר של כלי רכב ציבוריים, הנסועה הכוללת של כלי רכב אלו מסתכמת לכ-7% לכל היותר מכלל הנסועה הארצית. לכן, גם עם הגברת השימוש בתחבורה הציבורית הקיימת וגם עם הגדלת שיעורה במצבת כלי הרכב ע"י פיתוח, השקעות ומדיניות תומכת, חלקה של התחבורה הפרטית צפוי להיות דומיננטי ומשמעותי. נכון להיום שיעורם של כלי הרכב החשמליים בישראל הינו זניח לחלוטין, ולמעשה כמעט ואינו קיים; כל כלי רכב חדש העולה על כבישי ישראל נשאר עליהם לשנים רבות, ובכך מקבע עוד יותר את המצב הנוכחי של תחבורה שאינה בת-קיימא. לפיכך, ישנה חשיבות עליונה לעידוד יצירת שינוי במציאות זו, מתוך מטרה כי כלי הרכב הבאים שיחליפו את אלו הנוכחיים יהיו חשמליים ולא מונעי דלק. זאת, לצד – ולא כנגד – המאמץ לחיזוק החלופות לתחבורה פרטית כאמצעי מרכזי להגשמת מטרת-העל.

סביבה ואנרגיה



מוסד שמואל נאמן
למחקר מדיניות לאומית

טל. 04-8292329 | פקס. 04-8231889
קרית הטכניון, חיפה 3200003
www.neaman.org.il