

”אזור מופחת פליטות” קריות

בחינה תנועתית

מרץ 2021

הנדסה ותכנון תחבורה בע”מ
Transportation Engineering and Planning Ltd.



1. רקע

הקריות הוא שמו של מקבץ ישובים השוכנים לחופי מפרץ חיפה, בו נכללים: קריית ים, קריית ביאליק, קריית מוצקין, קריית אתא, כמו גם שכונותיה של העיר חיפה - קריית שמואל וקריית חיים. מטרת עבודה זו היא בחינה תחבורתית של תכנית "אזור מופחת פליטות" לקריות, בו תוגבל תנועתם של כלי רכב מזהמים בכבישי האזור, כאשר אלו יאלצו להחליף את מסלולם או להסב את רכבם שאינו מזהם.

מרחב הקריות שוכן לצד מספר כבישים ראשיים בהיררכיית הדרכים הארצית והמטרופולינית. כביש 4 חוצה את המרחב לאורכו ומפריד בין קריית ביאליק ממזרח לו, וקריית ים, קריית מוצקין וקריית חיים הסמוכות לו ממערב. כביש 22, הידוע בשם "כביש עוקף קריות", הוא דרך פרוורית מהירה שכשמו, משמש לעקיפת כביש 4 העובר במרכזם של יישובי הקריות. בנוסף, אזור הקריות מתוחם על ידי כבישים 79 מצפון-מזרח, כביש 70 מדרום-מזרח, וכביש 75 מדרום-מערב.

כאמור, מרחב הקריות שוכן בסמיכות מיידית לעיר חיפה, המתפקדת כ"בירת המטרופולין" ומוקד למשיכת יוממים מרחבי המטרופולין. לפיכך, בנוסף לתנועת כלי הרכב שיעדיהם מצויים בתיחום ישובי הקריות, מרחב זה מאופיין גם בתנועה החוצה לכיוון חיפה, המגיעה מצפון-מזרח. כך, מדרום למרחב הקריות ניתן למנות את אזור הצ'יק פוסט, מפעלי בזן, נמל חיפה ואזור התעשייה חיפה, בעוד שבצפון אזור הקריות מצויים אזור תעשייה קריית ביאליק, אזור תעשייה נאמן ומפעלי רפאל. לכן, ריכוזיות פריסת אזורים אלו מייצרת תנועה רבה של כלי רכב מזהמים בכלל (הכוללים בין היתר כלי רכב פרטיים, אוטובוסים, מוניות, כלי רכב מסחריים ומשאיות) ומשאיות כבדות בפרט.

הפרויקט המוצע – "אזור מופחת פליטות" קריות, הינו פרויקט לצמצום חשיפת תושבי הקריות לזיהום אוויר שמקורו בכלי רכב, באמצעות הגבלת תנועת כלי רכב מזהמים. יישום פרויקט מסוג זה במרחב הקריות חשוב במיוחד בהתחשב בתעשייה המקיפה את האזור, והנגזרות התחבורתיות ממנה.

2. מתודולוגיה

2.1 כלים תחבורתיים

כאמור, בחינה תנועתית זו נערכה עבור פרויקט "אזור מופחת פליטות" של הקריות. הבחינה נועדה לבחון את ההשפעות התנועתיות הצפויות של הפרויקט, בהתאם לנדרש ע"פ פקודת התעבורה, וכן שימשה כבסיס להערכת השפעות הפרויקט על הפליטה הכוללת מכלי רכב כתוצאה ממנו.

הבדיקה התנועתית בוצעה בהתבסס על נתוני מודל חיפה המכויל למצב הקיים. בסיס נתונים זה כולל רשת דרכים מפורטת באזור מטרופולין חיפה ומטריצות ביקוש לנסיעות בין מוצא ליעד, לפי סוג כלי רכב ותקופת יום. מטריצות אלו קיימות במקור עבור רכב פרטי, רכב מסחרי ומשאית. חשוב לציין, כי כיוול המודל בוצע טרום פתיחת כביש 6 בקטע שבין תל קשיש ומחלף כברי, ולכן רשת הדרכים ששימשה לבדיקה התחבורתית אינה כוללת קטע זה.

שלב הפקת תחזיות התנועה לתרחישי הבדיקה מתבססת על הצבת תנועה, דהיינו, חיבור בין מטריצת מוצא-יעד המתקבלת מפילוג הנסיעות ברשת לבין רשת הדרכים הקיימת. המדד העיקרי לתפקוד התנועתי של מערכת התחבורה הוא היחס בין נפח התנועה העוברת לבין הקיבולת של הדרך (V/C). כך למשל, יחס של 0.9 ומעלה (רמת שירות E) נחשב לגבוה ומעיד על אפשרות להיווצרות גודשי תנועה בדרך מסוימת. לוח 1 להלן מתאר את רמות השירות במודל לפי יחס נפח / קיבולת, וכל רמת שירות מאופיינת על-ידי צבע שונה.

לוח 1 תיאור מצב התנועה לפי רמות גודש בקטעי הרשת

אופי הנסיעה	יחס נפח / קיבולת	צבע רמת שירות
זרימת תנועה רציפה	< 0.75	A - C
מתנהלת בכבדות, יש אפשרות לעיכובים ברמזורים	0.75 - 0.9	D
זרימת תנועה בלתי רציפה ויצירת תורים בצמתים	0.9 - 1.1	E
ביקוש גדול מההיצע, גודש תנועה	> 1.1	F

2.2. תרחישי הבדיקה

על מנת לבחון את ההשפעה התחבורתית כתוצאה מהגבלת כניסת כלי רכב מזהמים לאזור מופחת הפליטות, נבחנו שני תרחישי בדיקה:

- **תרחיש ללא פרויקט** – תרחיש בסיס המתאר את המצב הקיים
- **תרחיש עם פרויקט** – תרחיש בו קיימת הגבלת תנועתם של כלי רכב מזהמים באזור מופחת הפליטות. לתרחיש זה הוגדרו שתי חלופות בדיקה, כפי שמפורט בפרק 2.4 להלן.

2.3. תקופות יום

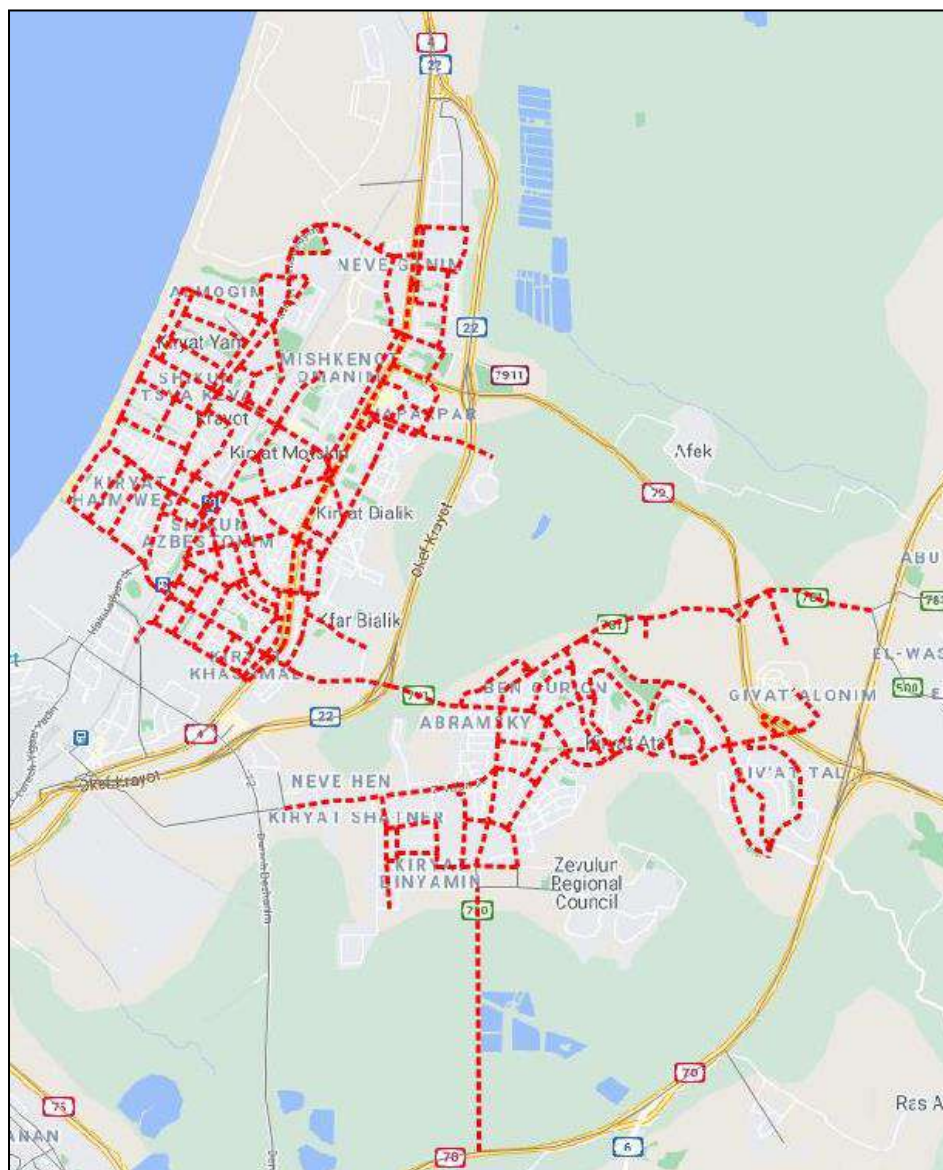
במסגרת הבחינה התחבורתית של עבודה זו, הופקו תוצרי המודל לשלוש תקופות יום עבור כל אחד מתרחישי הבדיקה: שעת שיא בוקר ממוצעת (09:00-06:00), שעת שפל צהריים ממוצעת (09:00-16:00), ושעת שיא אחה"צ ממוצעת (16:00-20:00).

2.4. אזור מופחת פליטות

לתיחום האזור מופחת הפליטות (להלן גם ה"אזור מופחת הפליטות"), נשוא עבודה זאת, הוגדרו שתי חלופות:

1. **חלופה 1** - תיחום כל ישובי הקריות, (בתוספת שכונותיה של העיר חיפה – קריית שמואל וקריית חיים שכבר נכללות בפרויקט אזור מופחת פליטות בחיפה). תיחום זה כולל את כל קטעי הדרכים בסביבת המגורים באזור זה, כולל קטעי הדרך הרלוונטיים של כביש 4, בעוד שאזורי התעשייה הצמודים נותרו מחוץ לתיחום. תיאור התיחום מובא במפה 1 להלן.

מפה 1 קטעי דרך אסורים לתנועת רכב מזהם באזור מופחת פליטות – חלופה 1



2. **חלופה 2** - התיחום בחלופה השנייה דומה לתיחום החלופה הקודמת מלבד מספר הבדלים. להלן פירוט ההבדלים בחלופה זאת:

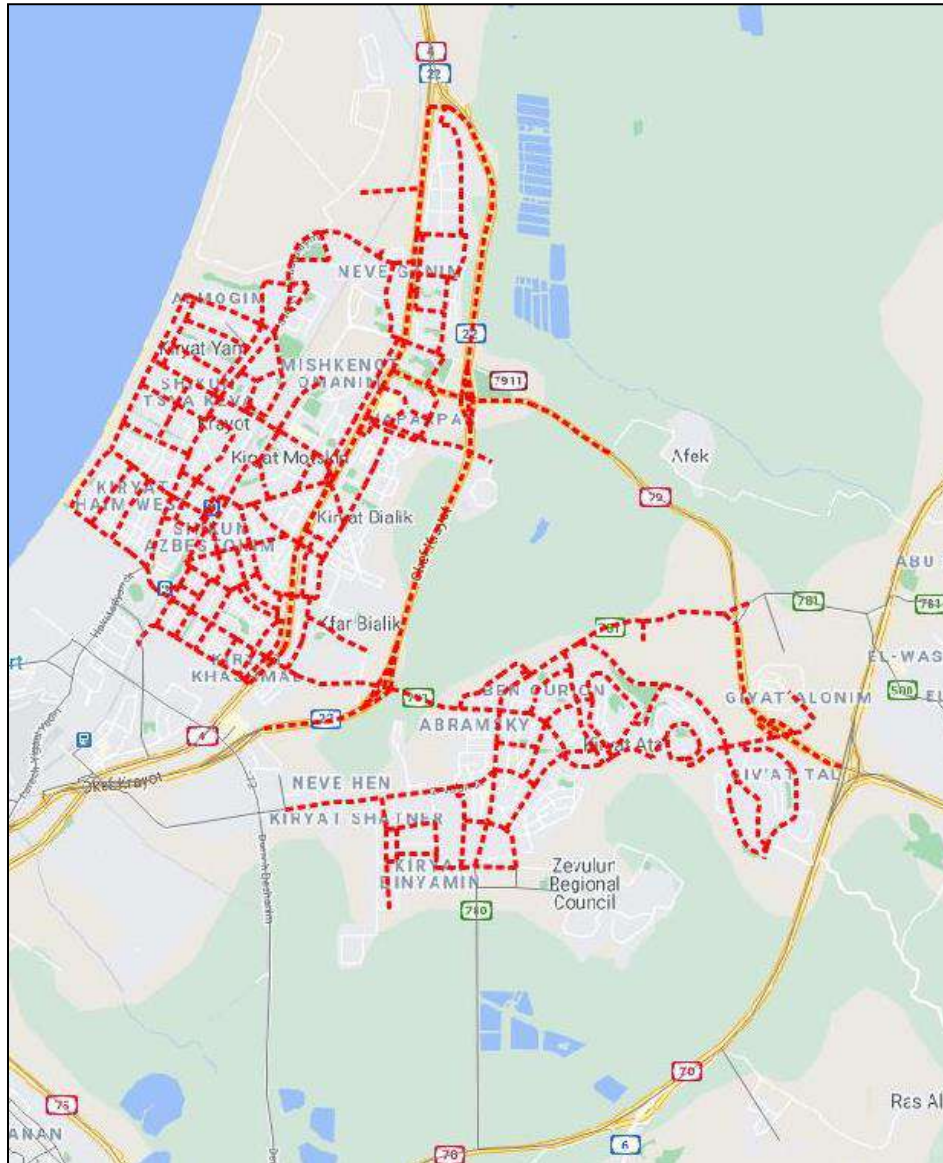
• **הוספת כבישים ואזורים לתיחום חלופה 1:**

- כביש 22 בין מחלף קרית אתא דרום עד מחלף כרי נעמן
- כביש 79 בין כביש 70 וכביש 781, ובהמשך מקיבוץ אפק ועד כביש 22
- אזור תעשייה קרית ביאליק
- כביש 4 החל מהיציאה של אזור תעשייה ביאליק עד הכניסה לקריות
- רפאל

• **גריעת כבישים ואזורים מתיחום חלופה 1:**

- כביש 781
 - מקבץ הישובים דרומית לקרית אתא : אושה, רמת יוחנן וכפר המכבי
- מפה 2 להלן מציגה את תיחום האזור מופחת הפליטות בחלופה השנייה.

מפה 2 קטעי דרך אסורים לכניסת רכב מזהם באזור מופחת פליטות – חלופה 2



2.5. סוגי כלי רכב

2.5.1. הגדרת כלי רכב מזהמים לצורך הבדיקה

הגדרת כלי הרכב המזהמים מתבססת על תיקון תקנות אוויר נקי (זיהום מכלי רכב), 2018. לוח 2 מציג פירוט של כלי הרכב המזהמים לפי סימון ושנת ייצור.

לוח 2 הקריטריונים לבחינת רכב מזהם לפי שנות הייצור וסוג הרכב

עוד שנת ייצור (כולל)	סוג רכב (כפי שמופיע ברישיון הרכב)
2004	M1 - רכב להסעת נוסעים אשר מוגדר ברישיון הרכב כמונית
2006	N1 - רכב משא עד 3.5 טון
2005	N2 - רכב משא במשקל כולל של 3.5 - 12 טון N3 - רכב משא במשקל כולל מעל 12 טון M2 - רכב להסעת יותר מ-9 נוסעים במשקל כולל הקטן מ-5 טון M3 - להסעת יותר מ-9 נוסעים במשקל כולל הגדול מ-5 טון

בנוסף, לוח 3 להלן מציג את שיעור כלי הרכב המזהמים בישראל, על פי נתוני משרד התחבורה עדכניים לסוף שנת 2018, בהתאם לקטגוריות שהוגדרו בלוח 1 לעיל. וכן, לוח 4 מציג את שיעור כלי הרכב המזהמים מתוך סך כל כלי הרכב הממונעים בישראל בשנת 2018, לפי סוג רכב. מלוחות אלו ניתן להבחין כי שיעורם של כלי הרכב המזהמים מתוך הרכבים הקלים (רכבים פרטיים ומוניות) הוא הקטן ביותר מבין כל סוגי כלי הרכב, אם כי שיעורו מכלל כלי הרכב הממונעים הוא הגבוה ביותר באופן משמעותי. לכן, סך כלי הרכב המזהמים תחת קטגוריה זו הוא הגבוה ביותר מבין כל סוגי הרכבים.

לוח 3 שיעור כלי הרכב המזהמים לפי קטגוריות

מוגדרים כמזהמים (תחבורה 12/2018)	שנת ייצור	סוג רכב (כפי שמופיע ברישיון הרכב)
1.2%	עד 2004 (כולל)	M1 - מונית
1.7%	עד 2006 (כולל)	N1 - רכב משא עד 3.5 טון
14.5%	עד 2005 (כולל)	N2 - רכב משא במשקל כולל של 3.5 - 12 טון
0%		N3 - רכב משא במשקל כולל מעל 12 טון
0%		M3 + M2 - אוטובוס (כולל מיניבוס)

לוח 4 שיעור כלי הרכב המזהמים בישראל, לפי סוג רכב, מתוך סך כלי הרכב הממונעים, 2018

שיעור כלי רכב מזהמים מסך כלי הרכב הממונעים	שיעור כלי רכב מזהמים	מספר כלי רכב מזהמים	שיעור כלי רכב ממונעים	מס' כלי רכב ממונעים	סוג רכב
1.14%	1.2%	39,301	92.0%	3,162,065	קל
0.06%	1.7%	2,052	3.6%	124,270	מסחרי מתחת 3.5 טון
0.29%	14.5%	9,852	2.0%	67,948	בין 3.5-7.5
0.07%	21%	2,374	0.32%	11,377	בין 7.5-12
0%	0%	0	0.88%	30,874	מעל 12
0%	0%	0	0.6%	20,932	מיניבוס
0%	0%	0	0.6%	19,392	אוטובוס
1.56%		53,579	100%	3,436,858	סך כולל

2.5.2. כלי רכב במודל ההצבה

בשל אופי הבדיקה הנ"ל, בוצע פירוט לאמצעי הנסיעה במודל התחבורתי, כך שייצגו את רמות הפליטות הייחודית לכל אמצעי. אמצעי הנסיעה בהן נעשה שימוש הם:

- רכב קל (רכב פרטי/מונית ספיישל)
- משאית מתחת ל- 3.5 טון
- משאית מעל ל- 3.5 טון
- אוטובוס
- מיניבוס/טרנזיט

2.6. הנחות עבודה

תחום אזור מופחת הפליטות מוגדר כאזור בו כלי רכב המוגדרים כמזהמים לא יורשו לנוע בקטעי דרכו. על מנת לבטא הגבלה זו בשלב הצבת התנועה, הוגדרו הנחות העבודה להלן:

1. כלי רכב מזהמים, שמוצאם וואו יעדם באזור מופחת הפליטות ימשיכו להגיע אליו, ולכן יוחלפו ויסבו לכלי רכב שאינם מזהמים.
2. כלי רכב מזהמים, שמוצאם ויעדם אינו בתחום האזור מופחת הפליטות וכיום עוברים דרכו, יואלצו לבחור מסלול חלופי.

לפיכך, בטרם הצבת התנועה במודל, כל כלי רכב מזהם הוגדר כמשתייך לאחת מתוך שתי הקטגוריות: תנועה פנימית (לה מוצא ו/או יעד בתוך אזור מופחת פליטות) ותנועה חוצה. במידה והמוצא והיעד של כלי רכב מזהם הוא מחוץ לאזור מופחת הפליטות, כלי רכב זה יכול לנוע בכל הדרכים במודל מלבד כבישי האזור מופחת הפליטות. במידה ויעדו בתוך תחום האזור מופחת הפליטות, לא הוטלה עליו שום מגבלה בהצבת התנועה.

2.1. כיוול המודל

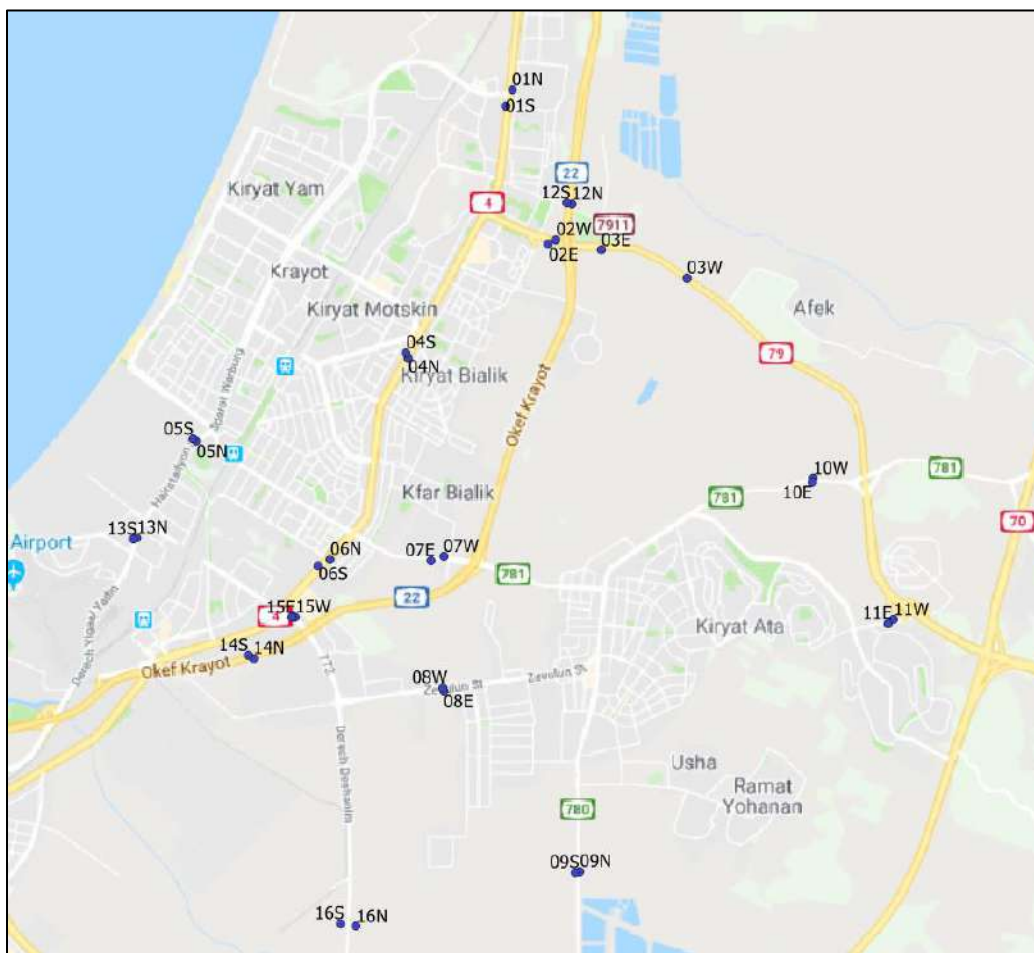
כאמור לעיל, הבדיקה התנועתית של הפרויקט בוצעה בהתבסס על נתוני מודל חיפה המתאר את המצב קיים. בסיס נתונים זה כולל רשת דרכים מפורטת באזור מטרופולין חיפה ומטריצות ביקוש לנסיעות בין מוצא ליעד. עם זאת, לשם הפקת תחזיות תנועה מהמודל התחבורתי יש צורך לכייל אותו למצב הקיים. שלב הכיול הינו תהליך שמטרתו להתאים את נפחי התנועה ומסלולי הנסיעה המתקבלים מהצבת המודל לנפחים הקיימים בפועל, על ידי השוואתם לספירות תנועה במרחב הבדיקה.

2.1.1. ספירות תנועה לפי סוגי כלי רכב

בהתאם לאופי העבודה, בו מוגדר אזור מופחת פליטות בו מוגבלת תנועתם של כלי רכב מזהמים, כיוול המודל התבסס על סקר לוחיות רישוי, שכלל פריסת מצלמות ברחבי אזור הבדיקה. הצורך בסקר מסוג זה בעבודה הנוכחית נובע מכך שבנוסף לסך כלי הרכב העוברים בכל מקטע, סקר זה מאפשר לעקוב אחר מסלולו של כל רכב שזוהה על ידי המצלמה ולהבחין בסוגו. לפיכך, מתוך הסקר זה ניתן להתאים את מודל התחבורה לנתוני אמת הכוללים את מספר כלי הרכב הנכנסים לתיחום האזור מופחת הפליטות במטרה לחצות אותו, ומספר כלי הרכב להם מוצא ו/או יעד בתוך אזור זה.

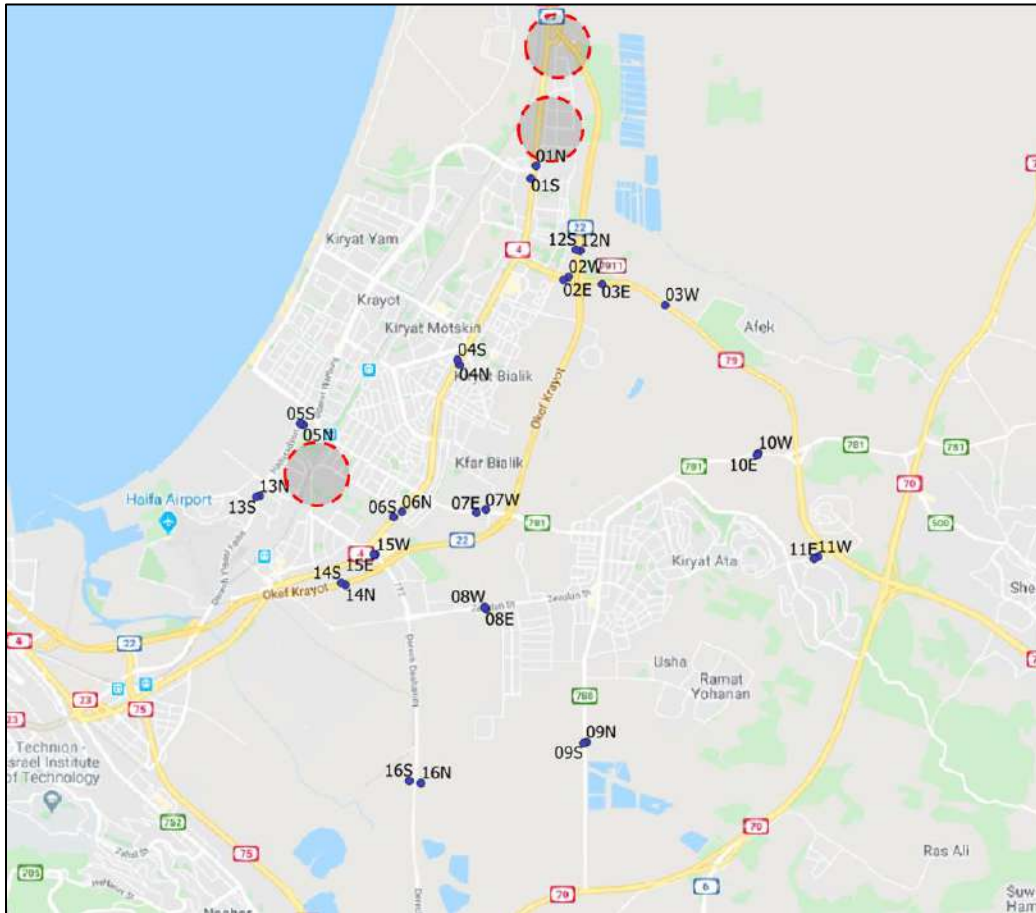
סקר לוחיות רישוי האמור בוצע במרץ 2019, וכלל פריסה של 32 מצלמות שמוקמו בכניסות לאזור מופחת הפליטות. פריסת המצלמות מתוארת במפה 3 להלן. בסקר זה תועדו כל מעברי כלי הרכב שנקלטו במצלמות הפרוסות במרחב בין השעות 00:00-20:00, וכן פירוט של לוחיות רישוי, סוג רכב, שעת המעבר ושער המעבר. סוגי כלי הרכב שנכללו בסקר: רכב פרטי, מונית ספיישל, אוטובוס תח"צ, אוטובוס אחר, משאית מעל 3.5 טון, משאית מתחת ל- 3.5 טון, מיניבוס/טרנזיט ורכב דו גלגלי.

מפה 3 מיקום השערים (מצלמות לוחיות רישוי)



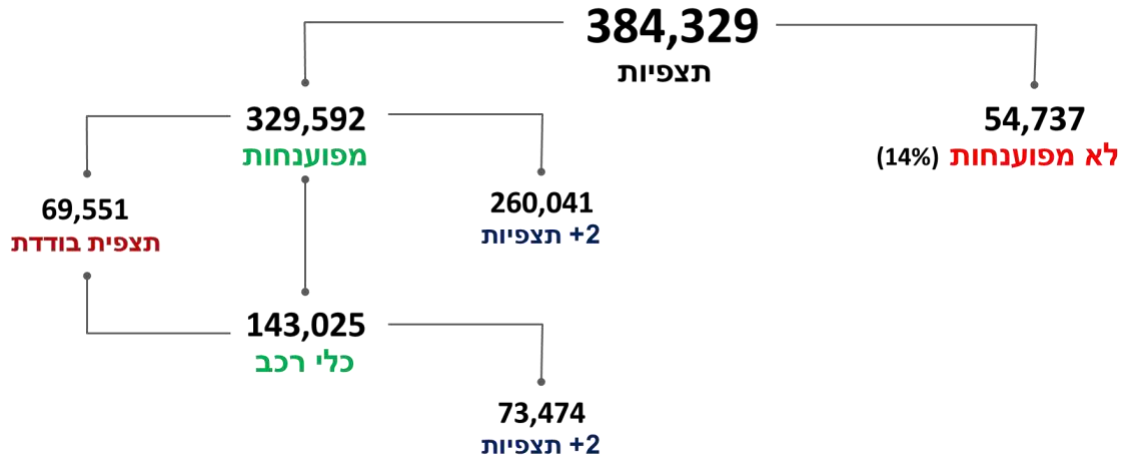
עם זאת, לאחר ביצוע סקר לוחיות הרישוי התגלו מספר פערים שהקשו על השימוש בנתונים בשלב הכיול. ראשית, שלוש כניסות אפשריות לאזור מופחת הפליטות נותרו לא מכוסות על ידי מצלמות, מה שהוביל למצב של כלי רכב שנכנסים לאזור או יוצאים ממנו, ולא מקבלים ביטוי בסך הכולל של הנסיעות (מודגש במפה 4 להלן). שנית, המצלמות בשערים 1 ו-6 לא מוקמו בפועל באופן מיטבי, כך שיצליחו לזהות את כלל הנסיעות העוברות באותו חתך. זאת אומרת, בשערים אלו לא מוקמו המצלמות במקביל על החתך לפני הצומת, אלא לאחר הצומת באופן צולב, כך שחלק מתנועת כלי הרכב העוברת בצומת לא נקלט במצלמות ולא נכלל בתוצרי הסקר. שלישית, התגלו מספר בעיות בקובץ תוצרי הסקר, שחלקן קשורות לפערים המתוארים לעיל וחלקן נובעות מבעיות תפעוליות, כגון זוויות מיקום המצלמות, פענוח תמונה וכדו'.

מפה 4 סימון כניסות לאזור מופחת הפליטות ללא כיסוי מצלמות לוחיות רישוי



תרשים 1 להלן מסכם את הנתונים שהתקבלו מהסקר ומאפשר לראות מקצת מהבעיות שעלו ממנו. כ- 14% מתוך כלל התצפיות בסקר לא פוענחו. זאת אומרת, שעת המעבר של כלי הרכב ידועה, אך לא ידוע סוג כלי הרכב, ולוחית הזיהוי פוענחה באופן חלקי בלבד. מידת פיענוח לוחית הרישוי נבדלת בין רשומה לרשומה, כאשר קיימות רשומות עם ספרה אחת חסרה ורשומות שרק ספרה אחת מפוענחת. כמו כן, מתוך התצפיות המעונחות זוהו כ- 143 אלף כלי רכב שונים, מתוכם, נראה כי 49% מכלי הרכב עברו בשער אחד במהלך כל היום, ואילו יתר הרכבים נקלטו במתלמות הסקר יות מפעם אחת במהלך היום. תוצאה זו נראית לא סבירה היות ומרבית השערים מוקמו במעברי חוץ-פנים, וההנחה הסבירה היא שמרבית כלי הרכב שיוצאים/נכנסים למתחם במהלך היום יעשו את הדרך ההפוכה בשלב כזה או אחר במהלך היום. ואמנם, בהחלט סביר שיהיו רכבים שביצעו מעבר בשער אחד בלבד, אם בגלל מוצא ויעד הנסיעה או אם על ידי מעבר בשעות שלא כוסו על ידי הסקר (לפני 06:00 או אחרי 20:00), אך חלקם היחסי בסקר גבוה מטווח הסבירות.

תרשים 1 סיכום נתונים כלליים של סקר לוחיות הרישוי



בנוסף, בדיקה לוגית נוספת שבוצעה על נתוני הסקר בחנה את היתכנות שירשור המעברים היומי של כל כלי רכב בסקר, עבור כלי רכב שלוחית הרישוי שלו זוהתה במלואה. כלומר, עבור כל רכב נבדק האם הסדר הכרונולוגי של המעבר בשערים הוא הגיוני/אפשרי או שלא. להלן תיאור תהליך הבדיקה. ראשית, מיון קובץ רשומות הסקר לפי לוחית רישוי ושעה, באופן בו קובצו יחד כל המעברים של כל רכב, לפי הסדר הכרונולוגי בו הן בוצעו. במקביל, נבחנה מידת הסבירות של מעבר בין כל צמד שערים. בחינת סבירות זו נדרשה לאחר ההבחנה כי קיימים כלי הרכב שמסלולם עובר בין זוג מצלמות, ביניהן ניתן לעבור רק באמצעות מעבר במצלמה/ות נוספת, אך מעבר זה לא נרשם. בדיקת הסבירות מניחה כי קיימות שלוש רמות סבירות: (1) המעבר בין מוצא ויעד אפשרי; (2) המעבר בין מוצא ויעד אפשרי במידה והרכב עבר באחד מהשערים שלא כוסו על ידי מצלמות; (3) המעבר לא אפשרי. לאחר מכן, עבור כל זוג מעברים סמוכים של אותו כלי רכב נבדקה תקינות המעבר בין צמד שערים. בסך הכל, נמצא כי 60% מהמעברים בין שערים אפשריים, 11% לא אפשריים, ויתר המעברים (29%) אפשריים ברמת סבירות נמוכה.

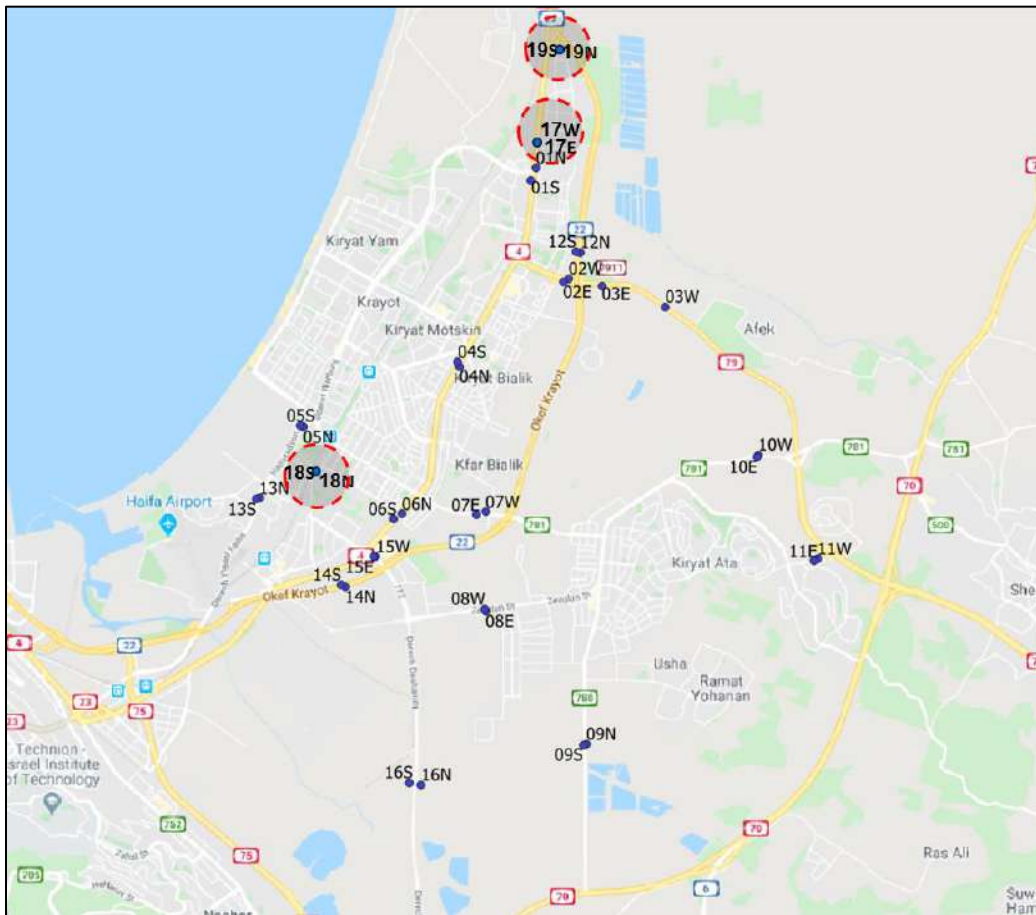
לאחר איתור הפערים בסקר לוחיות הרישוי, תוקן הסקר באופן המתואר להלן. בשלב הראשון, נעשתה התאמת לוחיות הרישוי החלקיות ללוחיות רישוי המזוהות הקיימות בסקר. כלומר, עבור כל לוחית בעלת זיהוי חלקי בוצעה בדיקה האם קיימת לוחית רישוי מזוהה שספרותיה זהות לספרות המזוהות חלקית. לשם פישוט, הונח כי תמצא התאמה רק במידה וקיימת לוחית רישוי אחת שספרותיה זהות לספרות המזוהות בלוחית החלקית. באופן זה נמצאה התאמה ל- 3,561 רשומות מתוך 54,737 הרשומות הלא מפוענחות.

מאחר ובסקר לוחיות הרישוי נמצאו חוסרים בתצפיות הסקר, בשלב השני של תיקון הנתונים תואם סך המעברים בכל השערים לפי סוג רכב, באמצעות השוואה לספירות תנועה שבוצעו באותם השערים ובאותו היום. ספירות אלו בוצעו בטכנולוגיה אחרת מזאת ששימשה לסקר לוחיות רישוי – בה הדגש אינו פענוח לוחיות הרישוי, אלא ספירת כלי הרכב העוברים, כך שסך כל הנסיעות בו הוא מדויק יותר

יחסית לסקר לוחיות הרישוי. לפיכך, בשלב זה זוהה סך כלי הרכב החסרים בכל שער, בעזרתם בוצע תיקון הנסיעות בסקר בשלבים הבאים.

בשלב השלישי הוגדרו הכניסות האפשריות לאזור מופחת הפליטות שנתרו לא מכוסות על ידי מצלמות. מפה 5 להלן מתארת את מיקום כלל השערים שכללו בסקר לוחיות הרישוי, כמו גם השערים שהוגדרו לאחר ביצוע הסקר (שערים 17, 18 ו-19). לאחר מכן, לכל אחד מהשערים הללו הוגדר רף עליון למעבר כלי רכב ביום (קיבולת). הגדרת סך המעברים היומי למעבר כלי רכב בשערים 17 ו-19, נעשתה בעזרת ספירת תנועה רלוונטית לצומת, בעוד שלא נמצאה ספירת תנועה המתאימה לשער מס' 18, ולכן הוערך סך המעברים על סמך מבנה ואופי הכביש. בנוסף, הגדרה דומה נעשתה לפניות בצמתים שנתרו לא מכוסות – שערים 1 ו-6. חרף זאת, הגדרת סך מעבר כלי רכב הכולל בשערים אלו נעשתה באמצעות ניתוח התבניות מקובץ ספירות התנועה עבור השערים, בה נמצא כי בסך היומי, עוברת בכל שער כמות דומה של כלי רכב לשני כיווני הנסיעה. מכאן, התנועות ה"חסרות" לכיוון דרום בשער 1 הושוו לנפח התנועות הכולל לכיוון צפון. מנגד, ידוע כי בשער 6 חסרות חלק מהתנועות לכיוון צפון, אך מספירות התנועה עלה דימיון בין התנועות לצפון ולדרום. לכן, מכיוון ששער זה מוצב על כביש 4 בדומה לשער 1, הונח כי סך המעברים היומי בשער זה דומה בשני שערים אלו (כ- 18,000 מעברים ברמה יומית לכיוון).

מפה 5 מיקום שערים מתוקן בכניסות לאזור מופחת הפליטות



בשלב הרביעי, הותאמה כיווניות המצלמות. הצורך בתאמה זו נבע מהיתכנות לקליטת רכבים הנוסעים במצלמה המכוונת לכיוון ההפוך. התאמה זו רלוונטית רק לשערים בעלי נתיב אחד לכיוון וללא מפרדה – שערים מס' 7, 8, 9, 10, 11 ו-16. כך, עבור כל רכב שרשור הנסיעות היומית שלו אינו תקין, נבדק האם הוא עובר באחד מהשערים הנ"ל, ואם כן, נבדק האם נסיעה בכיוון ההפוך (לדוגמא שער 7 למערב במקום שער 7 למזרח) תשפר את תקינות שרשור הנסיעות שלו. במידה והפיכת כיווניות המצלמה משפרת את תקינות שרשור הנסיעות היומי של אותו רכב, שער המעבר נהפך בהתאם.

בשלב הבא, לאחר מיצוי התיקונים האפשריים למצלמות, החלה הוספת מעברי כלי רכב למצלמות, בהתאם לשרשורי הנסיעות שאינם תקינים וסך המעברים היומיים בכל שער. לשם כך, לכל זוג מעברי מצלמות שאינו אפשרי נקבעו שלוש חלופות לשערי ביניים שיאפשרו את שרשור הנסיעות. החלופות שנקבעו לכל זוג שערים דורגו באופן היררכי לפי זמן הנסיעה ורמת הסבירות של הנסיעה במעבר דרכם. כמו כן, חשוב לציין כי בחלק משרשורי הנסיעות הוגדרו חלופות מעבר הכוללות מעבר ביותר משער אחד, ובמקצתם אף יותר משני שערים.

לאחר קביעת חלופות שערי ביניים לכל זוג מעברים שאינו אפשרי, החל הליך איטרטיבי לשיבוץ מעברי ביניים. בסבב שיבוצים הראשון נבדק זמן הנסיעה לכל שרשור נסיעות לא אפשרי, ונקבעו שלוש חלופות שערי ביניים לפי זמן הנסיעה. זמן נסיעה קצר הוגדר עבור נסיעה שהפרש בין זמן המעבר בשערים בהם זוהתה הוא עד 10 דקות, זמן נסיעה בינוני הוגדר עבור נסיעה שזמן המעבר בין השערים הוא עד 25 דקות, וזמן נסיעה ארוך הוא כל הפרש מעבר בשערים הגבוה מ-25 דקות. באמצעות הגדרה זו שובצה חלופה לכל שרשור נסיעות, כאשר לשרשור עם זמן נסיעה קצר שובצה חלופת השערים הראשונה בהיררכיה, לנסיעה ברמה בינונית שובצה החלופה השנייה בהיררכיה, ולנסיעה ארוכה שובצה החלופה השלישית בהיררכיה. לאחר שיבוץ שערי ביניים לכל שרשור נסיעות, סוכם סך מעבר השערים היומי בתוספת המעברים המשובצים ואלו הושוו מול סך המעברים היומיים, כפי שהתקבלו מספירות התנועה והוגדרו כרף העליון לכל שער. במידה ונמצא עבור אחד השערים כי סך הנסיעות בסקר לוחיות הרישוי בתוספת השערי ביניים המשובצים גבוה מסך הנסיעות בספירות התנועה, בוטל שיבוץ מספר השערי ביניים הנתורים באופן אקראי. כך לדוגמא, במידה ונמצא לאחר שיבוץ השערים כי בשער 10 למערב יש 1,000 נסיעות יותר מסך הנסיעות שנמצאו בספירות התנועה, בוטלו 1,000 שיבוצים של שער 10 למערב באופן אקראי.

באופן דומה נעשו כל יתר סבבי השיבוץ, מלבד שבתחילת כל סבב נעשה סינון של חלופות שערי ביניים ללא חוסר במעברים יומיים בהם. כמו כן, רשימת חלופות שערי המעבר לכל זוג מוצא ויעד עודכנה להכיל חלופות נוספות, כאשר בניגוד לרשימת החלופות הראשונה, רשימה זו הכילה בעיקר צירוף של מספר שערים יחד. וכאמור, סבבים אלו המשיכו עד לשיבוץ מעבר ביניים מתאים לכל שרשור נסיעות.

לאחר תיקון שרשורי הנסיעות על ידי שיבוץ מעברי הביניים, שובצו מעברים נוספים להשלמת סך המעברים היומי, על פי ספירות התנועה בשערים. השלמת הנסיעות בוצעה על ידי הוספת מעבר בשער לכלי הרכב שנקלטו בשער אחד בלבד בסקר לוחיות הרישוי, וחולקה לשני חלקים. ראשית, שובצו נסיעות על כביש 22. בשל חשיבות כביש זה לתנועה האזורית, וכמות החוסרים הגדולה שנמצאה בו בסקר לוחיות הרישוי, בוצע סקר לוחיות רישוי נוסף בשערים הממוקמים על כביש זה בלבד (שערים 12

ו-14), ביום מייצג בין ב' – ד', כאשר להבדיל מהסקר המקורי, כל נקודת צילום כוסתה על ידי שתי מצלמות המוצבות משני צידי הכביש, במקום מצלמה בודדת במקור. מטרת ביצוע סקר בשנית עבור מקטע זה הינה מציאת אחוז הנסיעות החולפות על פני האזור העתיד להיות מוגדר כנקי, לעומת הנסיעות העוברות בכביש זה במטרה להיכנס לאזור מופחת הפליטות. בניתוח תוצאות סקר זה, נמצא כי 27% מהנסיעות לכיון צפון הן נסיעות חולפות, כמו גם 28% מהנסיעות לכיוון דרום ברמה היומית (בשעות בהן בוצע הסקר). בעזרת אחוזים אלו וספירות התנועה בשערים שוקלל סך הנסיעות החולפות על פני האזור מופחת הפליטות וסך הנסיעות העוברות על כביש 22 במטרה להיכנס לאזור מופחת הפליטות. וכך, הושלם בתחילה סך המעברים החולפים על פני האזור מופחת הפליטות, באמצעות הוספת מעבר בשער נוסף על כביש 22 לכלי הרכב שנקלטו במצלמות רק פעם אחת בסקר לוחיות הרישוי הראשון.

עם השלמת הנסיעות החולפות על פני האזור מופחת הפליטות, נעשה סיכום נוסף של המעברים החסרים בכל אחד מהשערים (יחסית לתצפיות בספירות התנועה). חוסרים אלו הושלמו על ידי הוספת מעבר בשערים לכלי הרכב שנקלטו במצלמות פעם אחת בסקר לוחיות הרישוי המקורי. עבור כל אחד מכלי רכב אלו נבדק מהם השערים האפשריים עבורו לביצוע שרשור מעברים תקין, ולאחר בדיקה זו נעשתה בחירה אקראית בכלי רכב להשלמת נסיעותיהם, עד להשלמת החוסרים בכל השערים.

לאחר שיבוץ המעברים והשלמת הנסיעות החסרות בכל השערים, נקבעה שעת המעבר לכל שער ביניים. לשם כך, סוכמו זמני המעבר בין השערים עבור כל השרשורים האפשריים בסקר לוחיות הרישוי, בכמה רמות שונות. לכל זוג שערים נמצא מהו זמן המעבר החציוני בסקר בשעה הרלוונטית, זמן המעבר החציוני בנסיעות בינוניות (עד 25 דקות), וזמן מעבר חציוני בנסיעות קצרות (עד 15 דקות). קביעת שעת המעבר בשערי הביניים המשובצים בוצעה באמצעות השוואת זמן הנסיעה של שרשור מעבר לא אפשרי לזמני הנסיעה של מעברי הביניים, ובחינת סבירותם. זאת אומרת, מכיוון שכל שער משובץ מייצג, למעשה, שני מעברים (מעבר אחד – מהשער הראשון עד לשער ביניים, והמעבר השני – משער הביניים עד לשער השני), זמן הנסיעה נקבע עבור המעבר הראשון, ובמקביל נבדק האם קיים זמן סביר עבור המעבר השני. בעזרת שימוש בהנחות אלו קביעת זמן הנסיעה נעשתה בדרך המתוארת להלן.

עבור כל מעבר ראשון נבדק האם זמן המעבר החציוני משאיר לפחות 6 דקות למעבר השני, במידה וכן, זמן זה נקבע כזמן נסיעה של המעבר הראשון וזמן המעבר השני נקבע כהפרש בין זמן זה והזמן הכולל של שרשור הנסיעה. במידה ולא נשארו לפחות 6 דקות לזמן מעבר השני, נקבע כי זמן המעבר הראשון הוא זמן המעבר החציוני בנסיעות בינוניות, במידה ועומד באותו תנאי. במידה ולא, נקבע כי זמן המעבר הראשון הוא זמן המעבר החציוני בנסיעות קצרות, בתנאי שמשאיר לפחות 6 דקות לזמן המעבר השני. במידה וגם זמן נסיעה זה אינו עומד בתנאי שהוגדר, זמן המעבר הכללי שנמצא בין השער הראשון והאחרון מחולק באופן שווה למספר מעברי הביניים שנוספו לנסיעה. ולבסוף, זמן המעבר מתווסף לשעת המעבר בשער הביניים למציאת שעת המעבר של שער הביניים. במידה ושיבוץ שער הביניים כלל יותר משער אחד, סט הפעולות המפורט לעיל בוצע לכל אחד משערי הביניים באופן כרונולוגי.

2.1.2. ניתוח תנועה עוברת בשערים

על בסיס סקר לוחיות הרישוי בוצע ניתוח של התנועה העוברת ב"אזור מופחת הפליטות" בהווה. לוח 5 להלן מציג סיכום של תנועת כלי הרכב העוברת בשערים, מאוגדת לפי תקופת יום. עבור כל תקופת יום, מתואר סך כל כלי הרכב העוברים בשער, סך כלי הרכב המזהמים מתוכם, ואחוז כלי הרכב המזהמים מסך כלי הרכב. מתוצאות הטבלה ניתן לראות כי בכל השערים אחוז כלי הרכב המזהמים נע בין 2% ל-4% מסך כלי הרכב, מלבד שערים 13S ו-13N בהם אחוז כלי הרכב המזהמים הוא הגבוה ביותר ומגיע עד לכ-7% מסך כלי הרכב העוברים. תוצאה זאת סבירה היות ושערים אלו ממוקמים באזור תעשייה, וצפוי כי חלקם היחסי של כלי רכב מזהמים באזור זה יהיה גבוה מאזורים אחרים.

מספרו של כל שער תואם את מספור השערים במפה 2 לעיל, ואילו האות המוצמדת למספר מסמנת את כיוון הנסיעה: N – לצפון, S – לדרום, W – למערב ו-E – למזרח.

לוח 5 תנועת כלי רכב מזהמים בשערים

אחה"צ (16:00-20:00)			צהריים (09:00-16:00)			בוקר (06:00-09:00)			שער
אחוז מזהמים	כלי רכב מזהמים	סה"כ כלי רכב	אחוז מזהמים	כלי רכב מזהמים	סה"כ כלי רכב	אחוז מזהמים	כלי רכב מזהמים	סה"כ כלי רכב	
2%	72	3,018	3%	187	7,381	2%	83	3,438	01N
3%	82	3,264	3%	203	7,902	3%	56	2,018	01S
3%	54	2,085	3%	155	5,765	2%	78	3,147	02E
2%	54	2,329	3%	165	6,117	3%	73	2,556	02W
3%	74	2,662	3%	272	7,799	3%	113	3,431	03E
2%	62	2,584	3%	218	6,930	3%	100	3,472	03W
2%	32	1,505	2%	76	3,385	2%	24	1,036	04N
2%	35	1,461	2%	119	5,109	2%	36	1,676	04S
4%	37	1,056	3%	198	5,716	4%	38	983	05N
3%	47	1,390	4%	231	6,396	4%	47	1,258	05S
3%	88	2,945	3%	264	7,859	3%	90	3,090	06N
2%	78	3,542	3%	278	8,304	4%	91	2,123	06S
3%	32	1,155	3%	115	3,450	3%	38	1,378	07E
3%	47	1,652	4%	128	3,587	3%	47	1,555	07W
3%	49	1,714	4%	132	3,316	4%	32	824	08E
3%	36	1,174	4%	121	3,287	3%	55	1,977	08W
3%	11	444	3%	45	1,405	3%	26	740	09N
3%	23	889	4%	82	2,285	3%	40	1,342	09S
3%	36	1,244	3%	92	2,830	3%	48	1,722	10E
3%	24	765	3%	66	1,979	3%	35	1,101	10W
3%	21	726	3%	36	1,231	2%	19	805	11E
4%	21	562	3%	33	979	3%	16	525	11W
2%	113	5,443	3%	306	12,204	3%	128	4,818	12N

2%	124	5,527	3%	351	12,982	3%	138	5,017	12S
4%	39	891	7%	156	2,302	4%	34	772	13N
4%	25	706	6%	185	3,186	3%	57	1,889	13S
2%	138	5,895	3%	459	14,084	3%	131	4,338	14N
2%	78	3,569	3%	397	13,213	2%	141	6,053	14S
3%	53	2,030	3%	195	5,867	4%	56	1,282	15E
3%	55	2,154	4%	207	5,716	4%	88	2,292	15W
3%	20	710	3%	78	2,448	3%	24	877	16N
2%	27	1,255	3%	84	3,225	2%	28	1,184	16S
2%	52	2,374	2%	111	4,608	3%	23	854	17E
2%	41	1,673	2%	127	5,196	2%	28	1,232	17W
2%	21	925	2%	53	2,333	3%	14	554	18N
3%	22	830	3%	80	2,652	3%	19	712	18S
2%	7	299	2%	28	1,310	2%	7	303	19N
2%	8	370	3%	25	987	3%	5	145	19S
3%	1,839	72,817	3%	6,058	195,325	3%	2,107	72,519	סך הכל

2.1.3. תנועה עוברת של כלי רכב מזהמים בחגורות

לוח 6 ולוח 7 להלן מציגים סיכום של התנועה העוברת ב"אזור מופחת הפליטות", עבור שערי המוצא של התנועה, על פי תוצאות סקר לוחיות הרישוי. הלוחות מציגים סיכום זה עבור החלופה הראשונה והחלופה השנייה של תיחום ה"אזור מופחת הפליטות", בהתאמה, כאשר בכל לוח מוצגים השערים הרלוונטיים לאותה חלופה. השערים הנכללים בלוחות אלו מייצגים את השער האחרון בה עברה הנסיעה לפני שנכנסה ל"אזור מופחת הפליטות" במטרה לחצותו ולהגיע למקום שאינו בתחום זה.

כפי שעולה מהתוצאות המוצגות עבור החלופה הראשונה, בתחום האזור מופחת הפליטות עוברות כ- 7,300 נסיעות ברמה יומית, מתוכם, כ- 270 הינן נסיעות של כלי רכב מזהמים הצפויים להיות מוסטים לדרכים אחרות. לעומת זאת, תחת הנחות החלופה שנייה, הכוללת גם את אזור התעשייה של קרית ביאליק, עוברות כ- 920 יותר נסיעות ברמה יומית, מתוכם, כ- 30 נסיעות של כלי רכב מזהמים.

מבין תקופות היום, בתקופת שפל צהריים הכמות הגבוהה ביותר של תנועה עוברת באזור מופחת הפליטות, ובהתאם, גם הכמות הגבוהה ביותר של כלי רכב מזהמים העוברים בתחום. כמו כן, שער 06N משמש כשער הכניסה העיקרי עבור נסיעות חוצות באופן כללי ונסיעות חוצות של כלי רכב מזהמים באופן ספציפי.

לוח 6 תנועה עוברת של כלי רכב מזהמים בשערים בתחום ה"אזור מופחת הפליטות" – חלופה 1

אחה"צ (16:00-20:00)			צהריים (09:00-16:00)			בוקר (06:00-09:00)			
מתוכם כלי רכב מזהמים	מתוכם תנועה עוברת	סה"כ כלי רכב	מתוכם כלי רכב מזהמים	מתוכם תנועה עוברת	סה"כ כלי רכב	מתוכם כלי רכב מזהמים	מתוכם תנועה עוברת	סה"כ כלי רכב	שער
10	286	3,264	18	485	7,902	5	128	2,018	01S

6	261	2,329	19	523	6,117	8	187	2,556	02W
2	92	1,056	17	549	5,716	2	84	983	05N
18	460	2,945	33	800	7,859	10	244	3,090	06N
5	233	1,652	19	466	3,587	5	103	1,554	07W
11	388	1,714	22	491	3,316	5	93	824	08E
3	108	444	5	183	1,405	3	88	740	09N
3	84	765	6	123	1,979	3	77	1,101	10W
2	67	562	3	75	979	2	55	525	11W
1	34	5,527	2	40	12,982	0	16	5,017	12S
1	26	5,895	2	58	14,084	1	16	4,338	14N
2	50	2,030	3	78	5,867	1	26	1,282	15E
3	69	925	3	83	2,333	1	34	554	18N
67	2,158	29,108	152	3,954	74,126	48	1,151	24,582	סך הכל

לוח 7 תנועה עוברת של כלי רכב מזהמים בשערים בתחום ה"אזור מופחת הפליטות" – חלופה 2

אחה"צ (16:00-20:00)			צהריים (09:00-16:00)			בוקר (06:00-09:00)			
מתוכם כלי רכב מזהמים	מתוכם תנועה עוברת	סה"כ כלי רכב	מתוכם כלי רכב מזהמים	מתוכם תנועה עוברת	סה"כ כלי רכב	מתוכם כלי רכב מזהמים	מתוכם תנועה עוברת	סה"כ כלי רכב	שער
10	286	3,264	18	485	7,902	5	128	2,018	01S
6	261	2,329	19	523	6,117	8	187	2,556	02W
2	92	1,056	17	549	5,716	2	84	983	05N
18	460	2,945	33	800	7,859	10	244	3,090	06N
5	233	1,652	19	466	3,587	5	103	1,554	07W
11	388	1,714	22	491	3,316	5	93	824	08E
3	108	444	5	183	1,405	3	88	740	09N
3	84	765	6	123	1,979	3	77	1,101	10W
2	67	562	3	75	979	2	55	525	11W
1	34	5,527	2	40	12,982	0	16	5,017	12S
1	26	5,895	2	58	14,084	1	16	4,338	14N
2	50	2,030	3	78	5,867	1	26	1,282	15E
7	287	2,374	13	382	4,608	4	114	854	17E
3	69	925	3	83	2,333	1	34	554	18N
1	54	370	2	72	987	1	15	145	19S
76	2,499	31,852	168	4,408	79,721	53	1,280	25,581	סך הכל

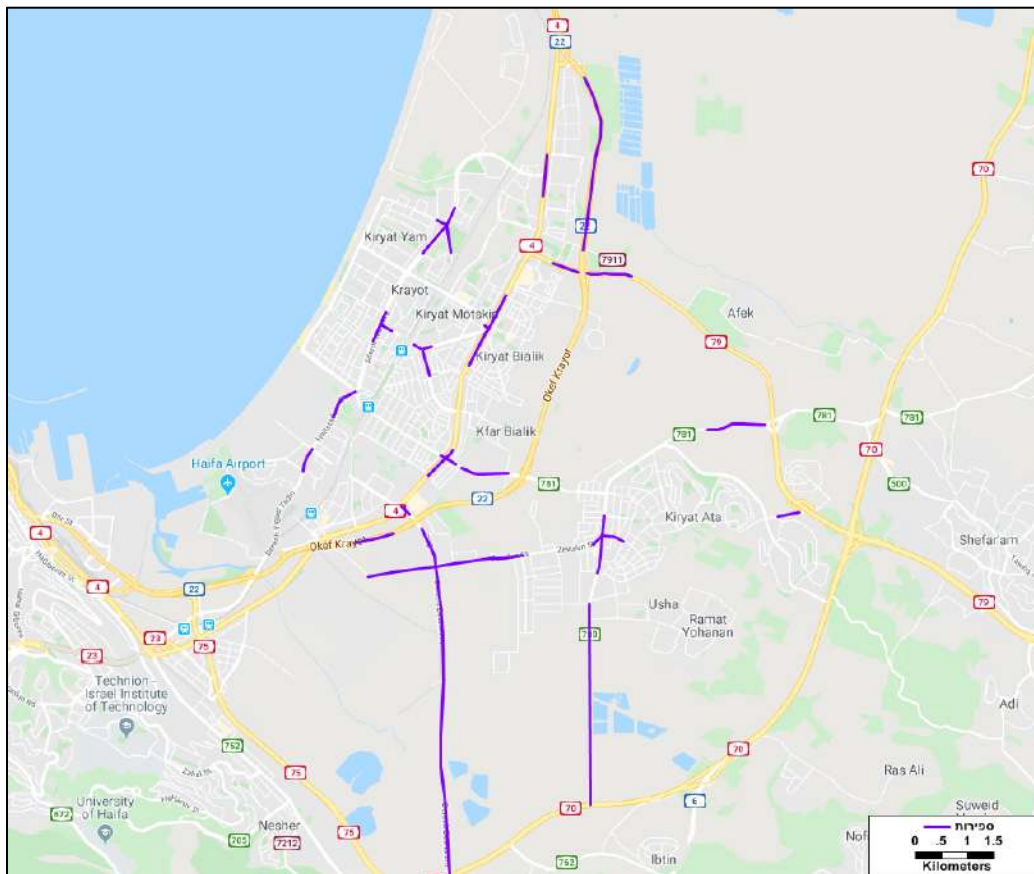
2.1.4 תוצאות כיול

לאחר תיקון סקר לוחיות הרישוי והתאמתו לצורכי עבודה זו, החל הליך כיול הביקוש לנסיעות רכב לפי סוג רכב. כיול המודל מורכב משני חלקים עיקריים – התאמת ההתפלגות המרחבית של התנועה במרחב הרלוונטי והתאמת סך התנועה בקטעי דרך.

השלב הראשון - התאמת ההתפלגות המרחבית של התנועה, הוא שלב בו נערכה השוואה בין תוצאות המודל וסקר לוחיות הרישוי בנוגע לכמות הנסיעות העוברות בין השערים המוגדרים, לפי סוג רכב ותקופת יום. בשלב הצבת המודל נוצרו על ידי המודל מטריצות מוצא-יעד עבור כל המעברים האפשריים בין כל השערים בהם מוקמו מצלמות לוחיות הרישוי, ובמטריצות אלו מפורטות (לכל סוג רכב ובכל תקופה) כל הנסיעות היוצאות ממוצא כלשהו, עוברות בצמד שערי הבדיקה ומגיעות ליעד כלשהו. מטריצות אלו עודכנו באופן ידני על מנת להתאים לסך הנסיעות העוברות בין השערים, כפי שהתקבלו מסקר לוחיות הרישוי, והצבת התנועה במודל נעשתה בשנית עם המטריצות המעודכנות.

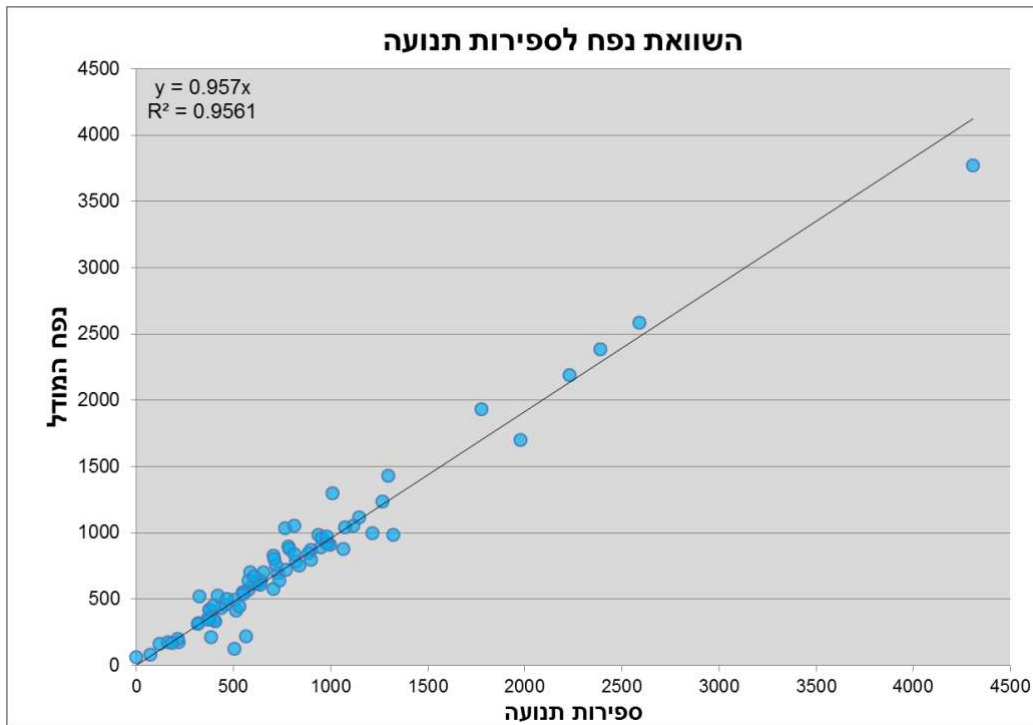
בשלב השני של הליך הכיול, הושוו נפחי התנועה על הקטעים כפי שמתקבל מהצבת התנועה במודל אל מול ספירות תנועה באותם מקטעים. מפה 6 מתארת את המקטעים בהם בוצעה ההשוואה הנ"ל.

מפה 6 מיקום ספירות התנועה על מקטעי הדרך

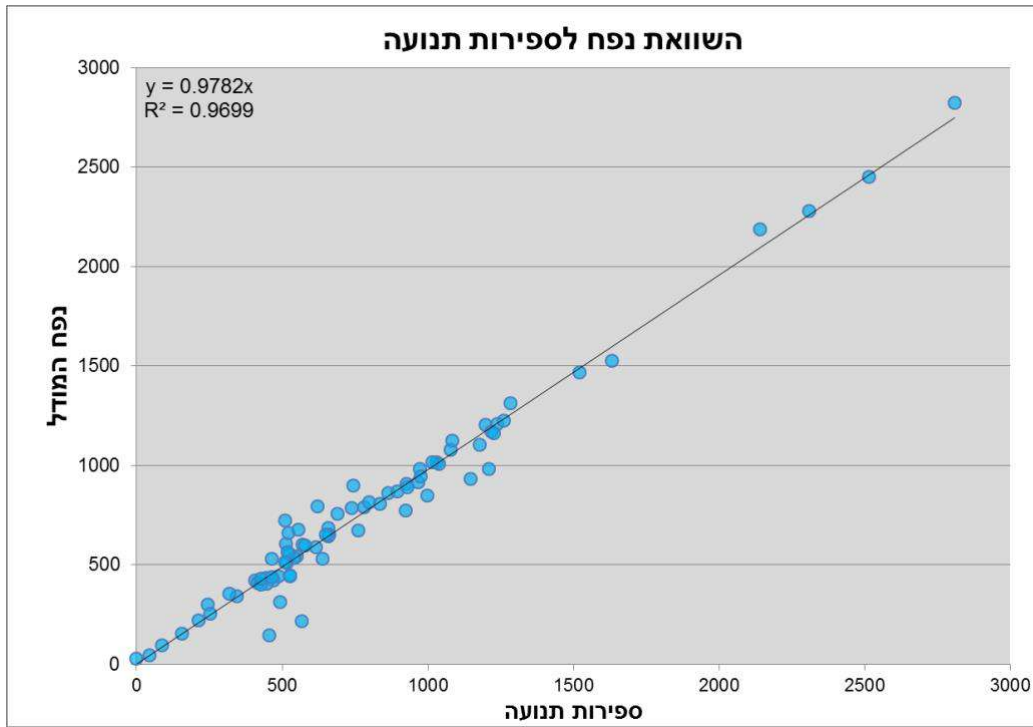


כפי שצויין לעיל, תהליך הכיול בוצע לשעה ממוצעת עבור שלוש תקופות יום בנפרד. איורים 1 עד 3 להלן מתארים את טיב ההתאמה בין נפחי התנועה בקטעי הדרך בהם קיימות ספירות תנועה, על פי תוצאות הצבת התנועה במודל התחבורתי, לבין ספירות התנועה. על פי תוצאות בדיקת ההתאמה בשלוש תקופות היום, נראה כי בכולן קיימת התאמה טובה מאוד בין ספירות התנועה לתוצאות המודל, וכי יכולת המודל להסביר את השונות בין נפחי התנועה לספירות היא ברמה של כ- 96%, בכל התקופות.

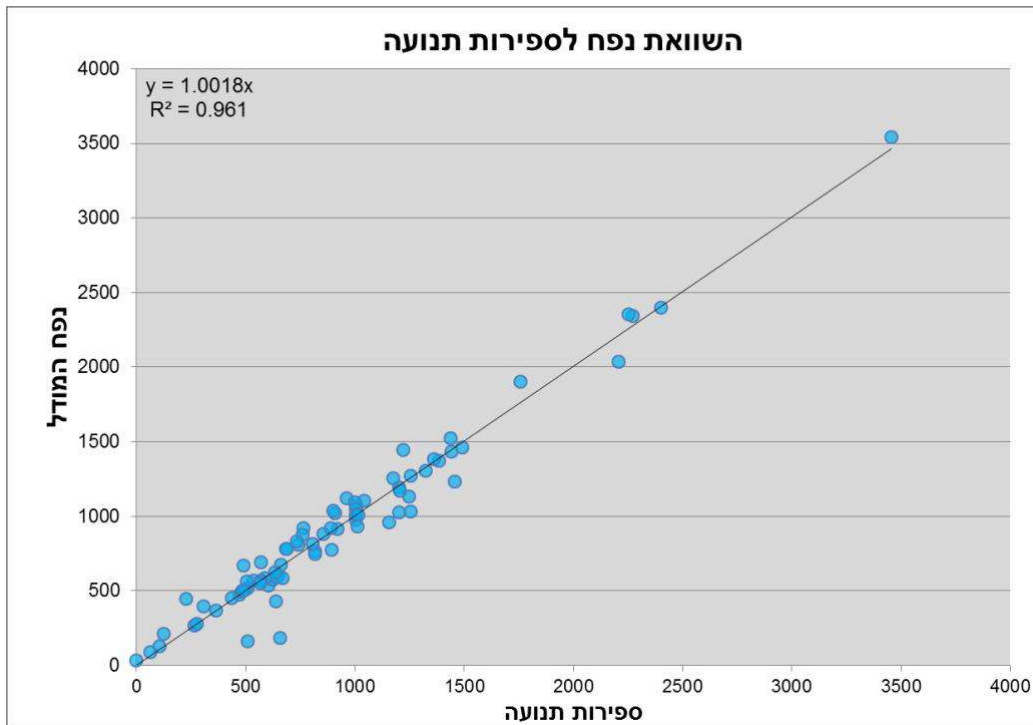
איור 1 ספירות לעומת נפחי תנועה במודל ההצבה – שעת שיא בוקר



איור 2 ספירות לעומת נפחי תנועה במודל ההצבה – שעת שפל צהריים



איור 3 ספירות לעומת נפחי תנועה במודל ההצבה – שעת שיא אחה"צ



3. תוצאות

3.1 נפחים ורמות שירות – תרחיש ללא פרויקט

מפה 7 עד מפה 9 להלן מציגות את נפחי התנועה במונחי יר"מ (יחידות רכב מושווה) ורמות השירות בדרכים, עבור תרחיש ללא הגבלת כניסה לתחום האזור מופחת הפליטות עבור כל תקופות היום. הצבעים במפות מתארים את רמות השירות בקטעי הדרך ועובי הקו מתאר את נפח התנועה בקטע (כפי המתואר בלוח 1 לעיל). מפה 7 מציגה את התוצאות עבור שעת בוקר ממוצעת, מפה 8 מציגה את תוצאות הצבת התנועה במודל לשעת שפל צהריים ממוצעת, ומפה 9 הינה עבור תוצאות המודל לשעת אחה"צ ממוצעת. כפי שניתן לראות ממפות אלו כביש 22 החוצה את האזור מופחת הפליטות, מוביל את מירב התנועה בכל תקופות היום ומשמש דרך חשובה למערך הדרכים האזורי.

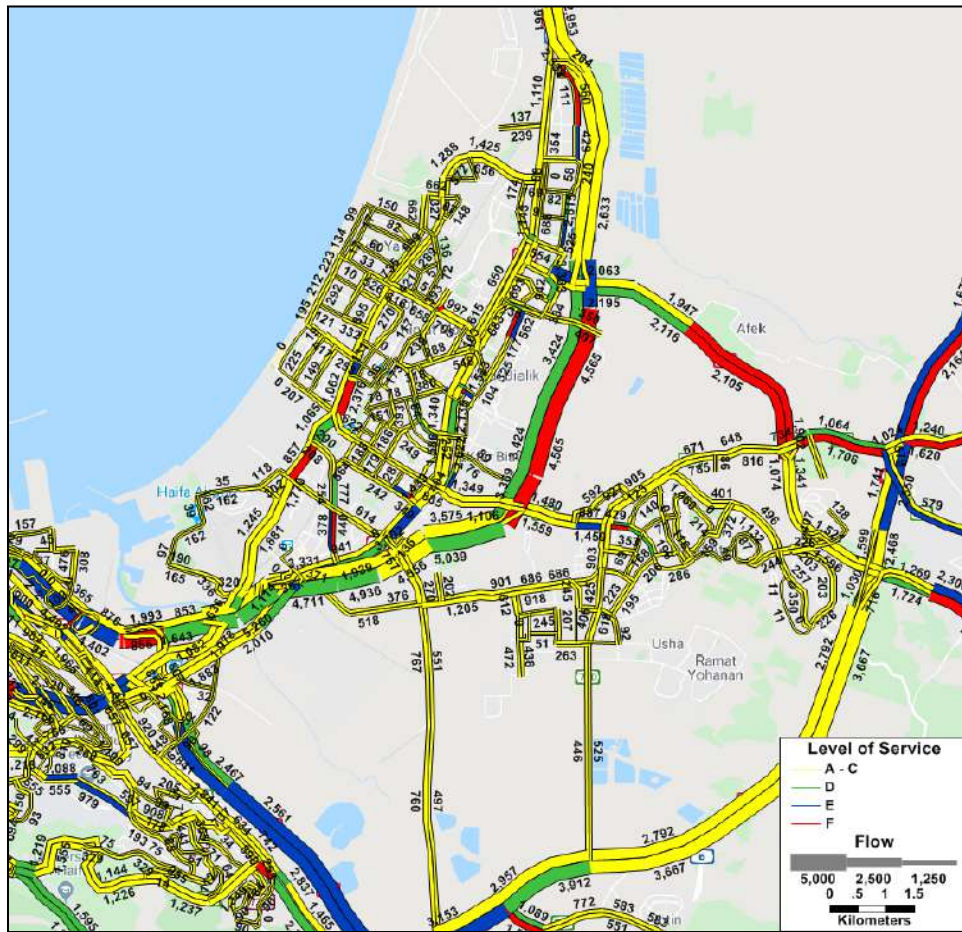
מפה 7 נפחי תנועה ורמות שירות שעת שיא בוקר ממוצעת – ללא איסור תנועת כלי רכב מזהמים



מפה 8 נפחי תנועה ורמות שירות שפל צהריים ממוצעת – ללא איסור כניסת כלי רכב מזהמים



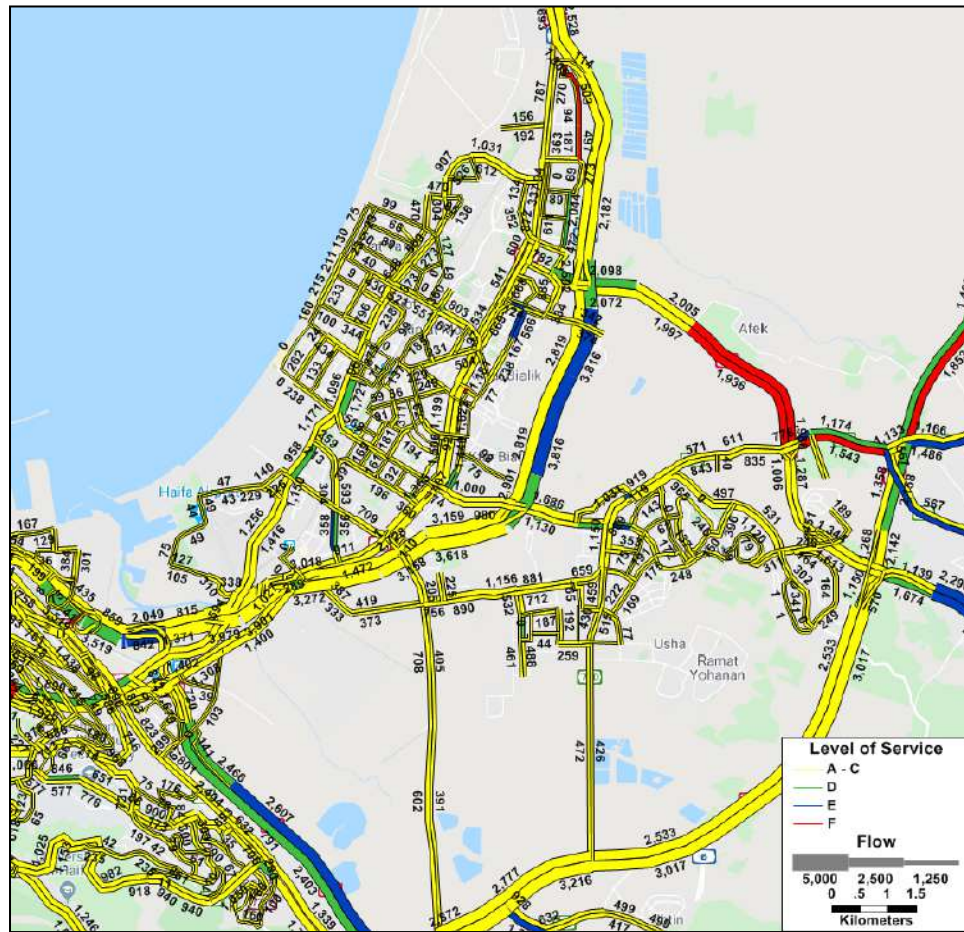
מפה 9 נפחי תנועה ורמות שירות שיא אחה"צ ממוצעת – ללא איסור כניסת כלי רכב מזהמים



3.2. נפחים ורמות שירות – תרחיש עם פרויקט, חלופה 1

כאמור, ההבדל בין התרחיש עם פרויקט ותרחיש ללא פרויקט הוא הגבלת נסיעות חוצות בתוך התחום הנקי, על ידי כלי רכב מזהמים, בתרחיש עם פרויקט. החלופה הראשונה, המוצגת בפרק זה, כוללת בתחום האזור מופחת הפליטות את כל הכבישים המקומיים של ישובי הקריות, לא כולל כביש 22 וכביש 79 (פירוט מלא של התייחסות בחלופה זאת מתואר בפרק 2.4). מפה 10 עד מפה 12 מציגות את נפחי כלי הרכב במונחי יר"מ ורמות השירות בדרכים לשעת שיא בוקר ממוצעת, שעת שפל צהריים ממוצעת ושעת שיא אחה"צ ממוצעת, בהתאמה. כפי שעולה ממפות אלו, לא ניכרת השפעה על רמות השירות בדרכים יחסית לתרחיש ללא איסור כניסת כלי רכב מזהמים לאזור מופחת הפליטות.

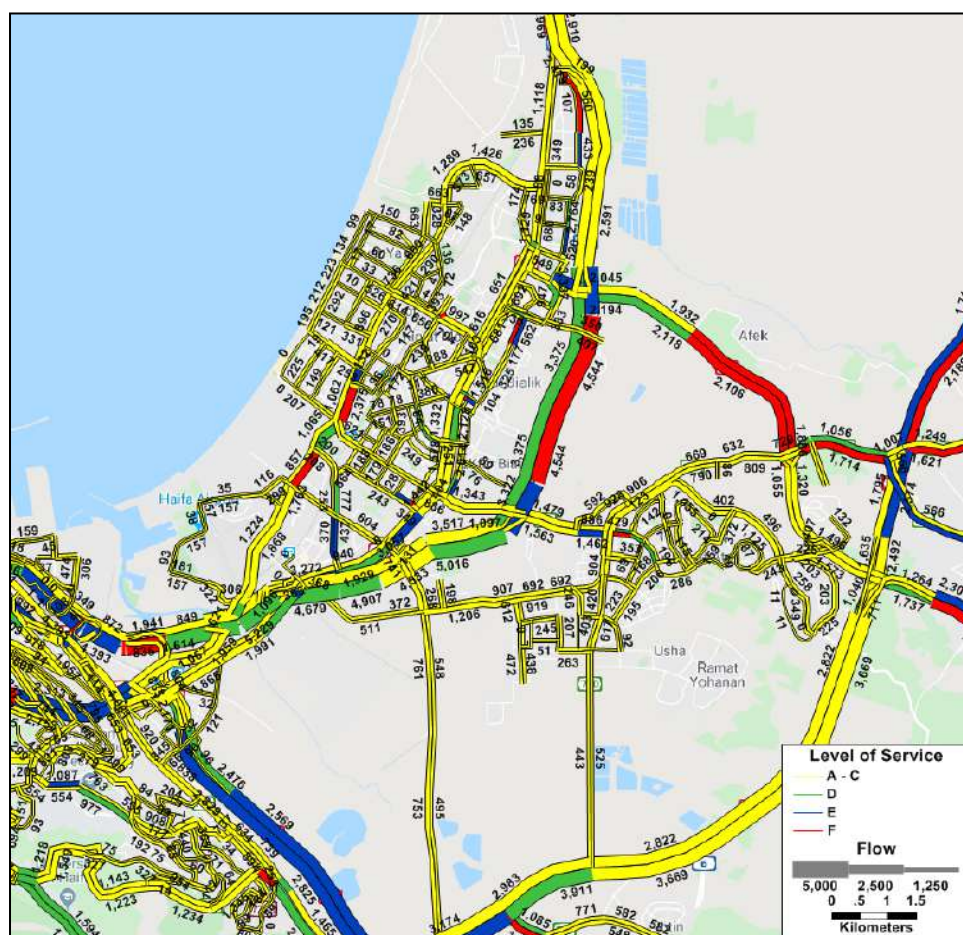
מפה 10 נפחי תנועה ורמות שירות שיא בוקר ממוצעת – כולל איסור תנועת כלי רכב מזהמים



מפה 11 נפחי תנועה ורמות שירות שפל צהריים ממוצעת – כולל איסור תנועת כלי רכב מזהמים



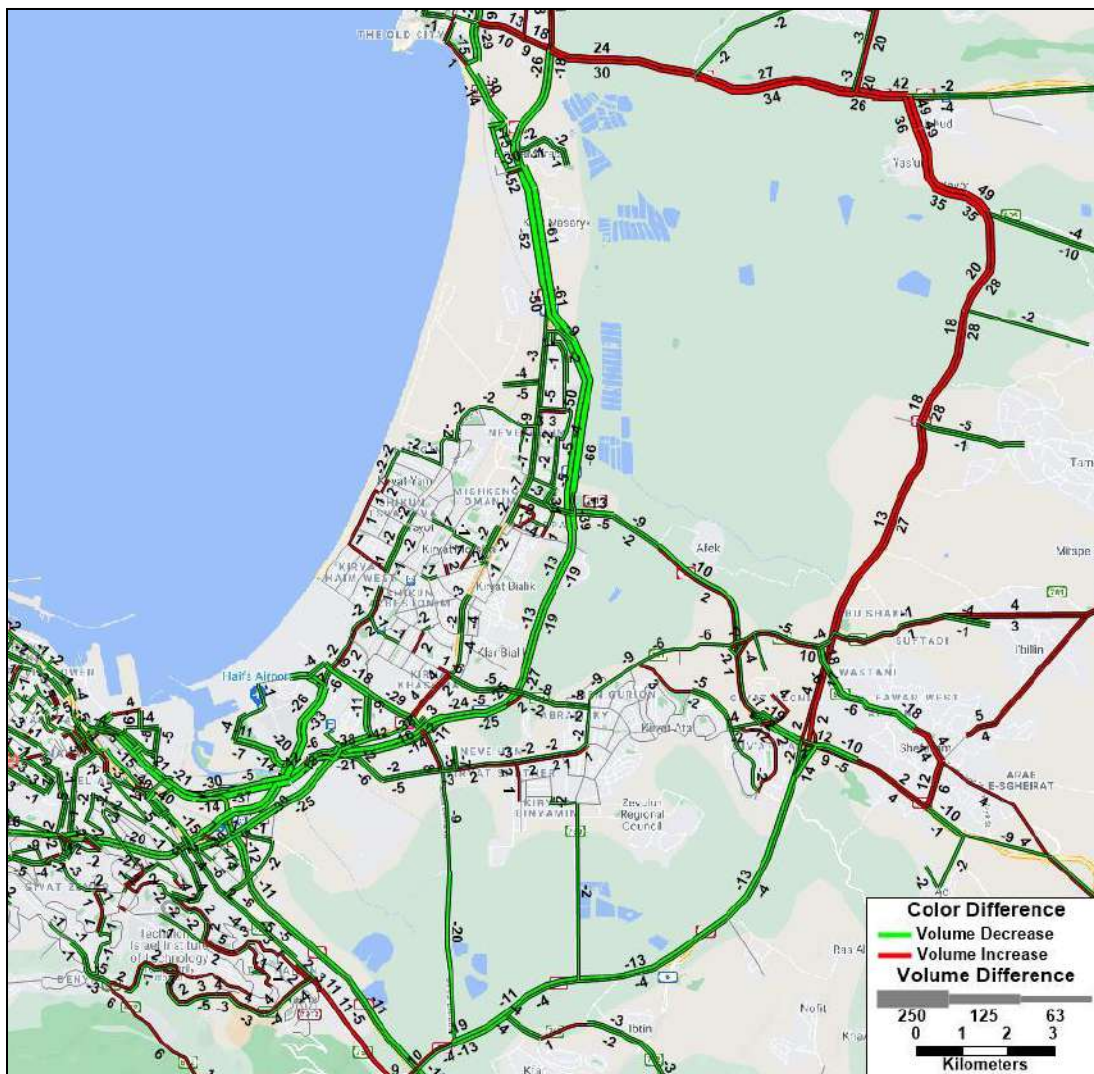
מפה 12 נפחי תנועה ורמות שירות שיא אחה"צ ממוצעת – כולל איסור תנועת כלי רכב מזהמים



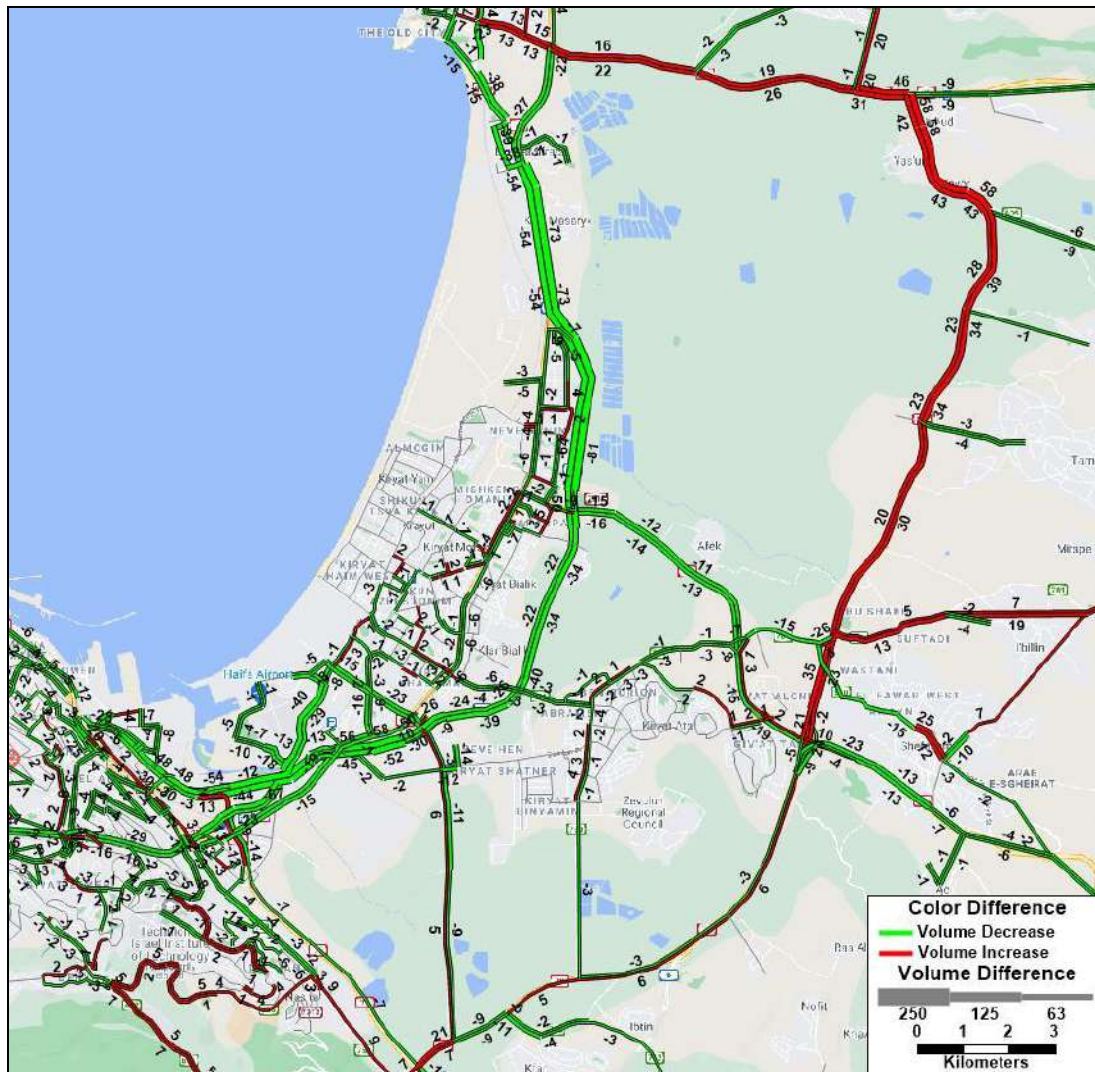
בהמשך לכך, מפה 13 עד מפה 15 מציגות את הפרשי התנועה במונחי יר"מ המתקבלים המתקבלים בחלופה הראשונה של תיחום אזור מוגבל בכניסת רכבים מזהמים, יחסית לתרחיש ללא הגבלה זו, עבור שעת שיא בוקר ממוצעת, שעת שפל צהריים ממוצעת, ושעת שיא אחה"צ ממוצעת, בהתאמה. הצבע האדום במפות מייצג תוספת נסיעות בקטעי הדרך בחלופה הראשונה של תרחיש עם פרויקט בהשוואה לתרחיש ללא פרויקט, ואילו הצבע הירוק מייצג מקטעים בהם הופחתה כמות הנסיעות.

ממפות אלו ניתן להתרשם כי הגבלת כניסת כלי רכב מזהמים לאזור מופחת הפליטות אינה משפיעה משמעותית על תנועת כלי הרכב בתיחום זה, כאשר בשיאו, עומד ההפרש על 16- יר"מ (שעת שיא אחה"צ ממוצעת) המוסטים מרחבי הקריות. כמו כן, ניכר כי הגבלת כניסת כלי רכב מזהמים לאזור מופחת הפליטות מפחיתה תנועת כלי רכב גם מכביש 22, על אף שאינו נכלל בתיחום הני"ל. סביר להניח כי תוצאה זו נובעת מהסטת תנועת כלי רכב שעברו בתוך הקריות ונאלצו להחליף את מסלול נסיעתם לכביש 22. עם תוספת נסיעות אלו לנפח התנועה הקיים על הכביש עלה זמן הנסיעה בו וחלק מהתנועה שעבורה התארך זמן הנסיעה הכולל עברה למסלול חלופי – כביש מספר 70 הנמצא מזרחית לאזור התכנית. כך, צפונית ודרומית למקבץ הקריות נפח התנועה שהופחת מכביש 22 הוא משמעותי יותר מאשר בקטע המרכזי, בו הפחתת תנועה משמעותית מתקזזת מול תוספת התנועה המגיעה מתוך אזורי המגורים אליהם הכניסה הוגבלה.

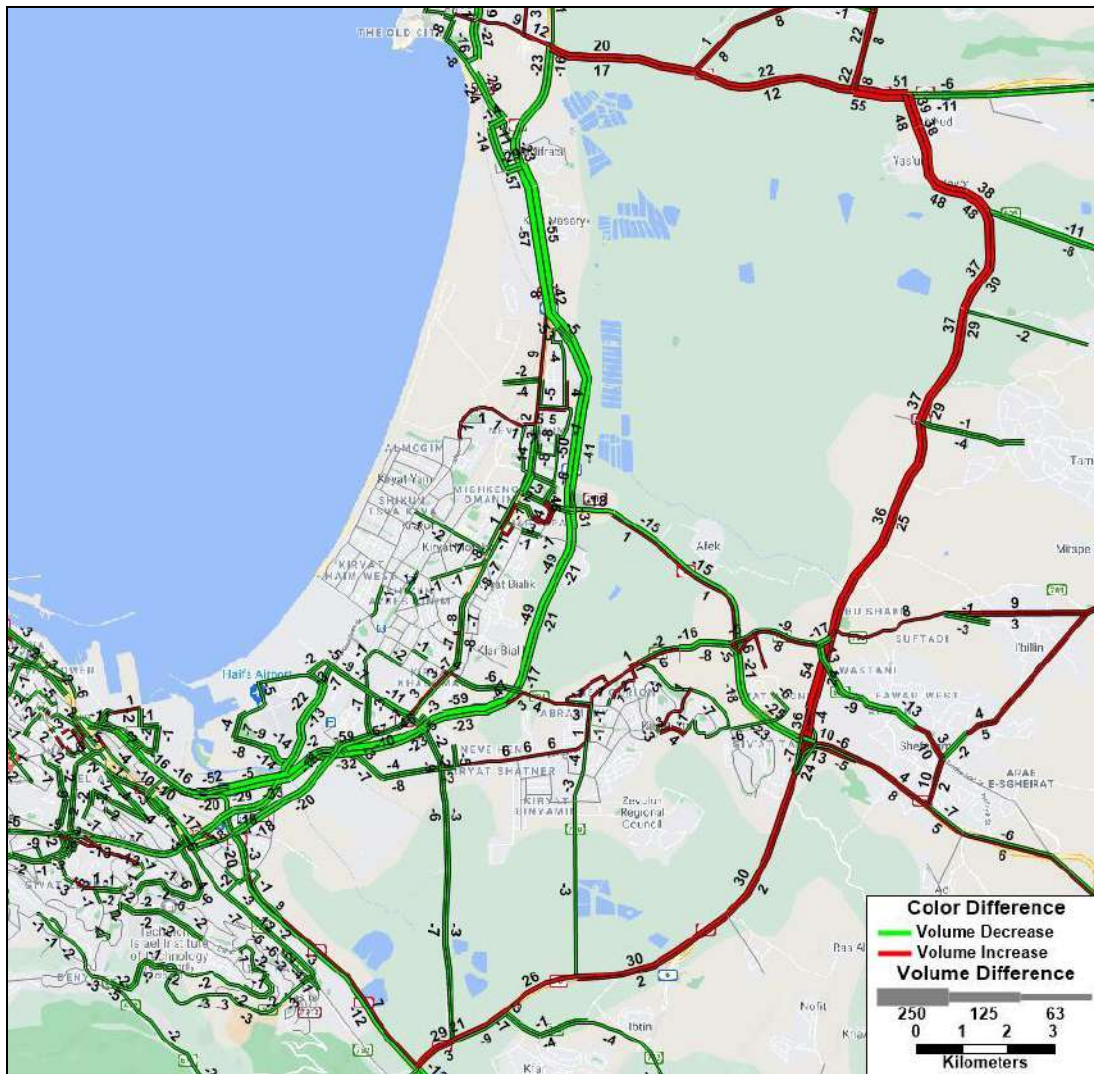
מפה 13 מפת הפרשי תנועה בין תרחיש עם פרויקט (חלופה 1) ותרחיש ללא פרויקט – שעת שיא
 בוקר ממוצעת



מפה 14 מפת הפרשי תנועה בין תרחיש עם פרויקט (חלופה 1) ותרחיש ללא פרויקט – שעת שפל
 צהריים ממוצעת



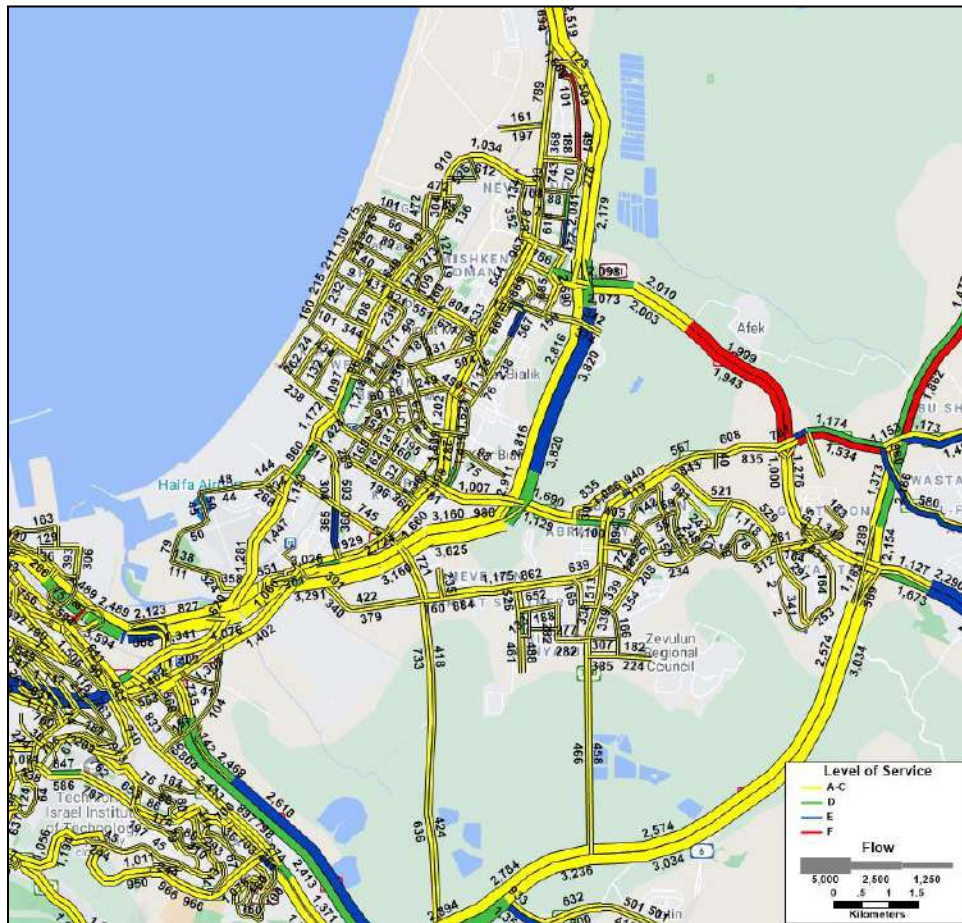
מפה 15 מפת הפרשי תנועה בין תרחיש עם פרויקט (חלופה 1) ותרחיש ללא פרויקט – שעת שיא אהה"צ ממוצעת



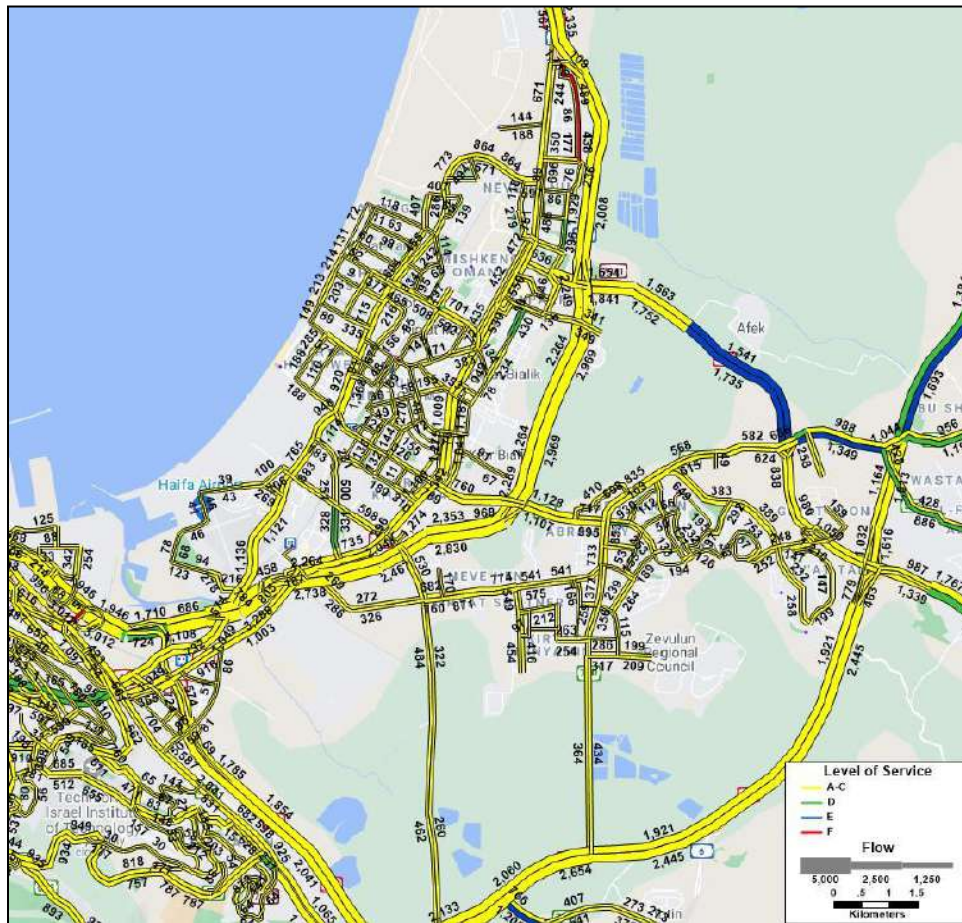
3.3. נפחים ורמות שירות – תרחיש עם פרויקט, חלופה 2

בדומה לניתוח המוצג בפרק לעיל, גם פרק זה מציג ניתוח תחבורתי בו הוגבלה גישת תנועה חוצה בתחומי האזור מופחת הפליטות. עם זאת, בחלופה זאת תיחום האיזור הנקי כולל גם את חלקים מכביש 79 וכביש 22 לתחום הנקי (פירוט מלא של התיחום בחלופה זאת מתואר בפרק 2.4). מפה 16 עד מפה 18 מציגות את נפחי כלי הרכב במונחי יר"מ ורמות השירות בדרכים לשעת שיא בוקר ממוצעת, שעת שפל צהריים ממוצעת ושעת שיא אהה"צ ממוצעת, בהתאמה. בדומה לחלופה 1, גם בחלופה 2 לא ניכרת השפעה על רמות השירות בדרכים יחסית לתרחיש ללא איסור תנועת כלי רכב מזהמים באזור מופחת הפליטות.

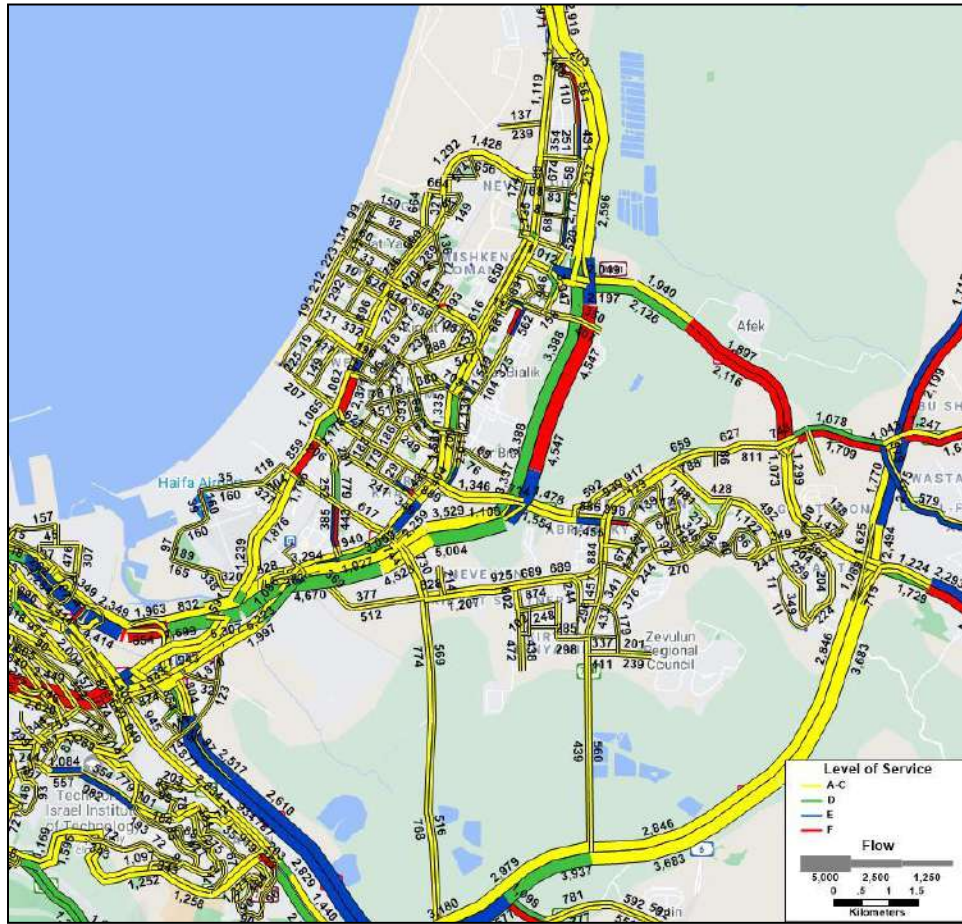
מפה 16 נפחי תנועה ורמות שירות שיא בוקר ממוצעת – כולל איסור תנועת כלי רכב מזהמים



מפה 17 נפחי תנועה ורמות שירות שפל צהריים ממוצעת – כולל איסור תנועת כלי רכב מזהמים

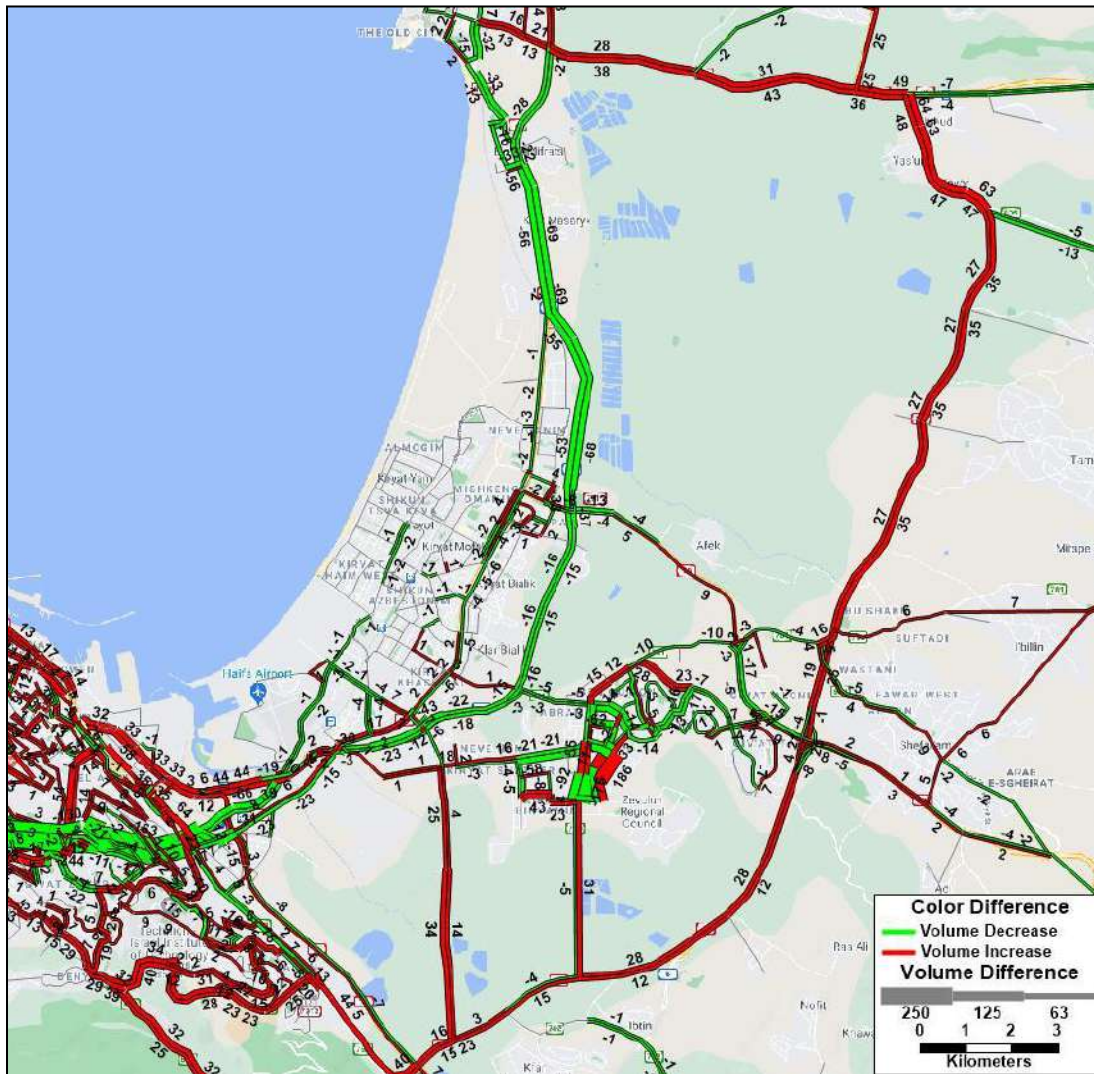


מפה 18 נפחי תנועה ורמות שירות שיא אחה"צ ממוצעת – כולל איסור תנועת כלי רכב מזהמים

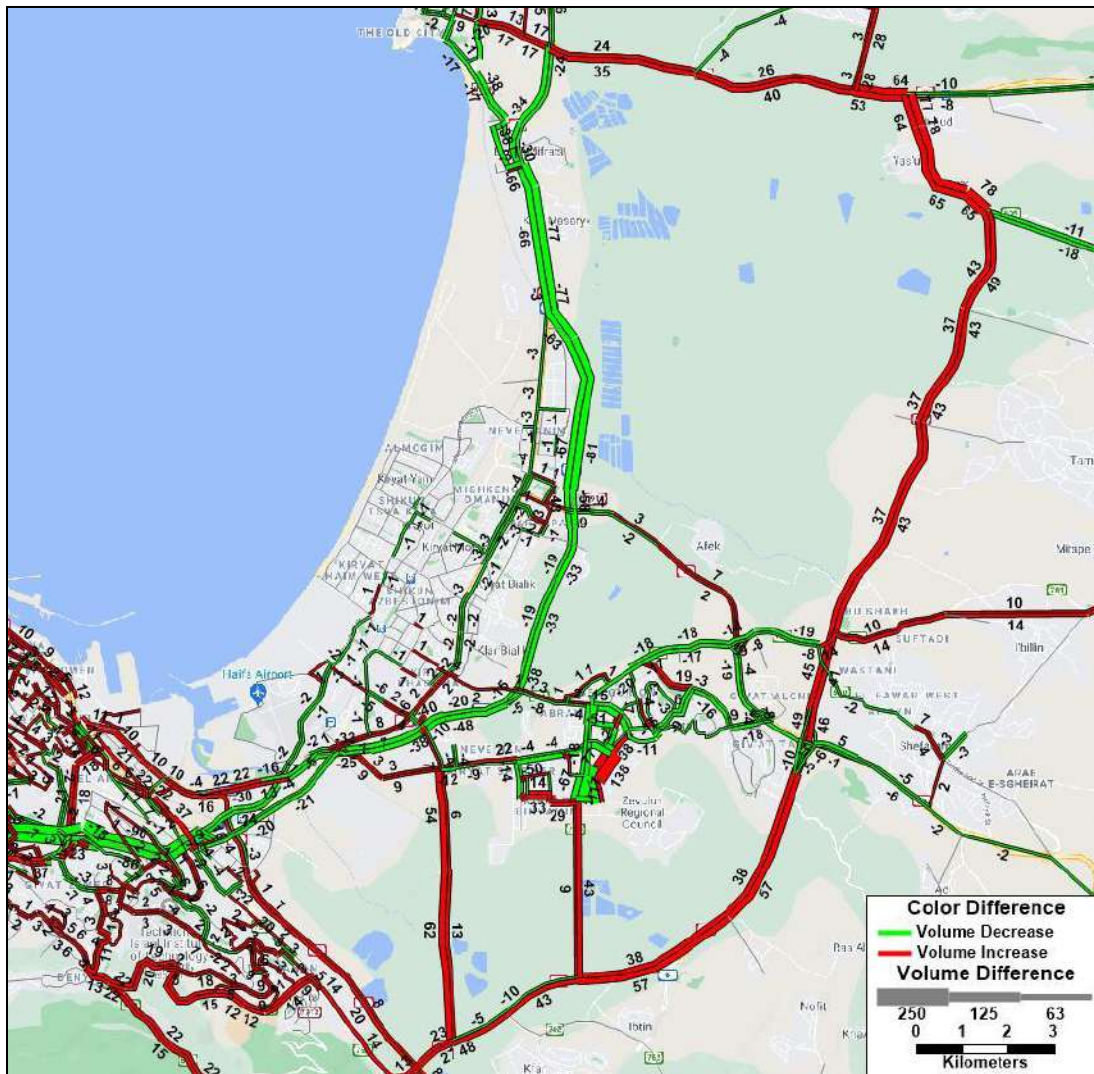


בהמשך לכך, מפה 19 עד מפה 21 מציגות את הפרשי התנועה במונחי יר"מ המתקבלים בחלופה השנייה של תיחום אזור מוגבל בכניסת רכבים מזהמים, יחסית לתרחיש ללא הגבלה זו, עבור שעת שיא בוקר ממוצעת, שעת שפל צהריים ממוצעת, ושעת שיא אחה"צ ממוצעת, בהתאמה. הצבע האדום במפות מייצג תוספת נסיעות בקטעי הדרך בחלופה השנייה של תרחיש עם פרויקט בהשוואה לתרחיש ללא פרויקט, ואילו הצבע הירוק מייצג מקטעים בהם הופחתה כמות הנסיעות בין אותם תרחישים. בדומה לחלופה הראשונה של תיחום האזור מופחת הפליטות, גם בחלופה זאת ניתן להתרשם כי הגבלת כניסת כלי רכב מזהמים לאזור מופחת הפליטות אינה משפיעה משמעותית על תנועת כלי הרכב בתיחום זה. עם זאת, ניכר כי כביש 70, הממוקם מזרחית למתחם הנקי, הינו מסלול הנסיעה החלופי העיקרי עבור התנועות החוצות שנאסרו לנסיעה בתרחיש עם פרויקט.

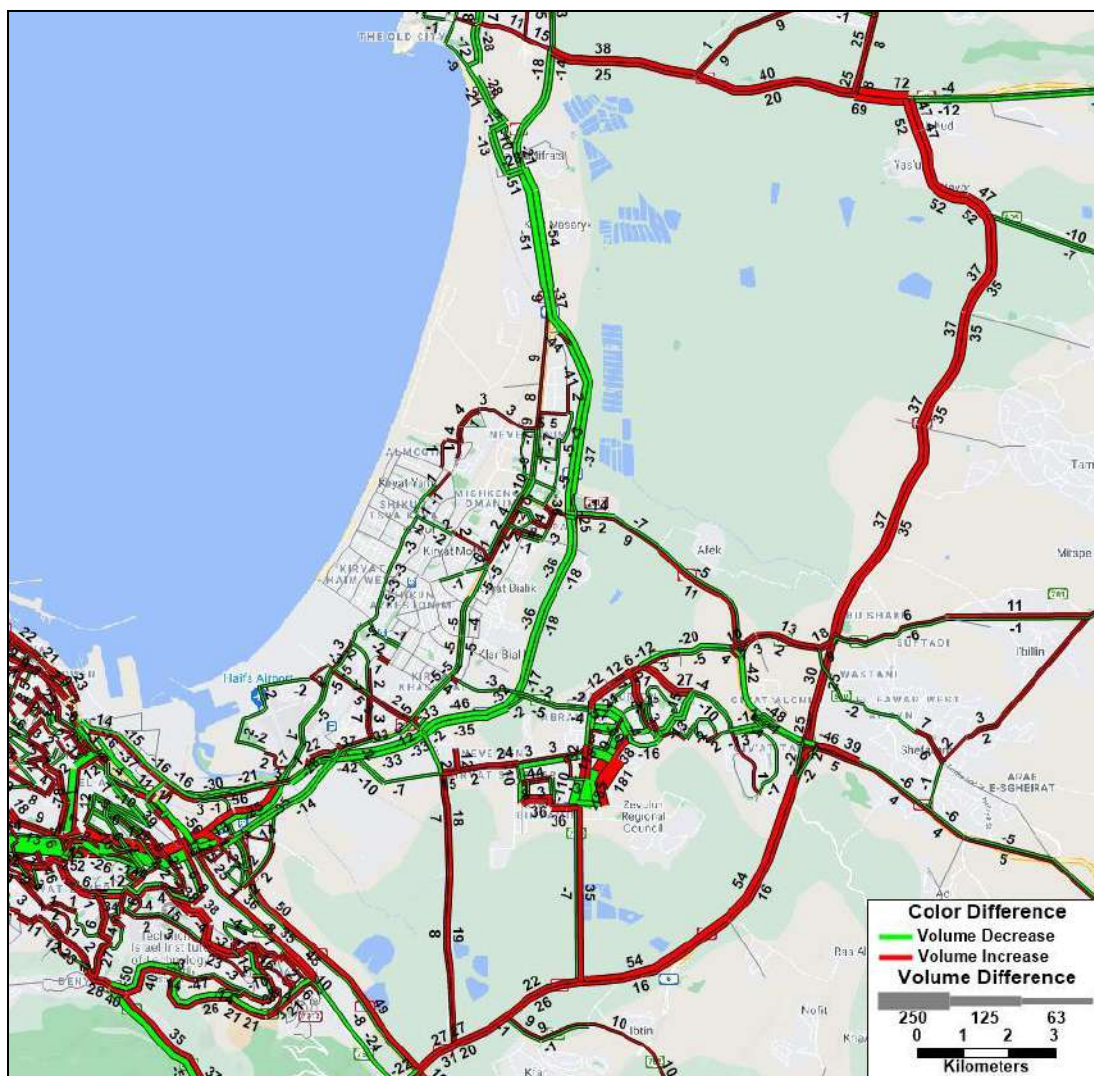
מפה 19 מפת הפרשי תנועה בין תרחיש עם פרויקט ותרחיש ללא פרויקט – שעת שיא בוקר ממוצעת



מפה 20 מפת הפרשי תנועה בין תרחיש עם פרויקט ותרחיש ללא פרויקט – שעת שפל צהריים
ממוצעת



מפה 21 מפת הפרשי תנועה בין תרחיש עם פרויקט ותרחיש ללא פרויקט – שעת שיא אהה"צ ממוצעת



3.4. מדדים תחבורתיים

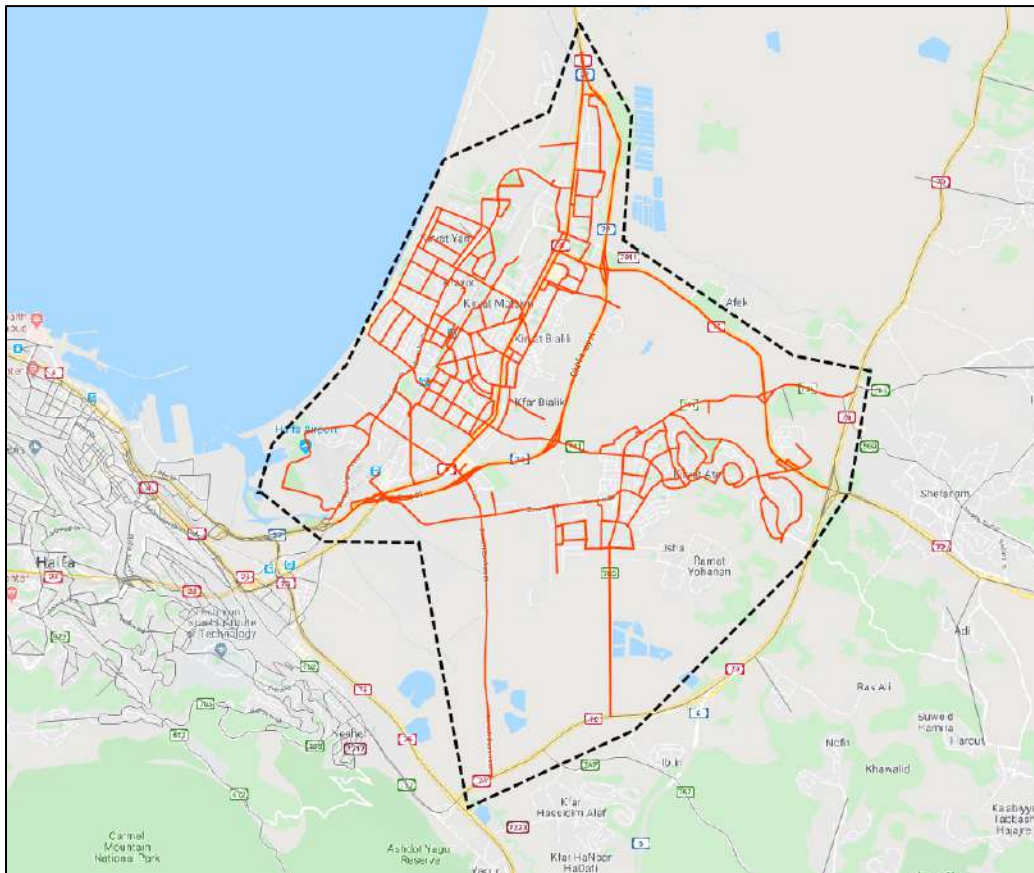
לוח 8 ולוח 9 להלן מציגים סיכום של המדדים התחבורתיים העיקריים, עבור תחום האזור מופחת הפליטות והכבישים הסמוכים לו, כפי שמוצג במפה 22. כל אחד מהלוחות מציג את נתוני הצבת המודל התחבורתי עבור אחת מחלופות הבדיקה באופן השוואתי, יחסית לתרחיש הבסיס עבור כל אחת מתקופות הבדיקה. מהתוצאות המופיעות בשני הלוחות ניתן לראות את השפעת הפרויקט באופן ניכר.

בחלופה הראשונה, ללא כביש 22 וכביש 79 בתחום האזור מופחת הפליטות, מהירות הנסיעה אינו משתנה כלל, אך השפעת הפרויקט באה לידי ביטוי בצמצום שעות-רכב וק"מ-רכב. על כן, על אף שהפרויקט אינו משפיע משמעותית על רמות השירות בדרכים המקומיות (כפי שניתן לראות בניתוחים

לעיל), הסטת התנועה לדרכים עקיפות מורגשת באופן מצטבר בסיכום המדדים התחבורתיים לשני התרחישים.

באופן דומה, בחלופה השנייה, הכוללת חלקים מכביש 79 ומכביש 22 בתחום האזור מופחת הפליטות, מתקבלות השפעות מצטברות דומות על רשת הדרכים בסביבת האזור מופחת הפליטות. עם זאת, יש לציין כי בחלופה זאת החסכון בשעות רכב יחסית לתרחיש ללא פרויקט משמעותי יותר מהחסכון שמייצרת החלופה הראשונה. כמו כן, חסכון זה בשעות רכב מוביל גם לשיפור קל במהירות הנסיעה בחלופה זאת יחסית למהירות הנסיעה בתרחיש הבסיס, וכן יחסית לחלופה 1.

מפה 22 תיחום האזור מופחת הפליטות והכבישים הסמוכים לו



לוח 8 מדדים להשוואה בין תרחיש עם פרויקט וללא פרויקט – חלופה 1

אחה"צ (16:00-20:00)			צהריים (09:00-16:00)			בוקר (06:00-09:00)			
הפרש בין תרחישים	תרחיש עם פרויקט	תרחיש ללא הפרויקט	הפרש בין תרחישים	תרחיש עם פרויקט	תרחיש ללא הפרויקט	הפרש בין תרחישים	תרחיש עם פרויקט	תרחיש ללא הפרויקט	
-64	9,604	9,668	-57	5,384	5,440	-59	7,669	7,728	שעות-רכב
-1,596	255,821	257,417	-1,894	181,449	183,343	-1,547	221,575	223,122	ק"מ-רכב
-	26.6	26.6	-	33.7	33.7	-	28.9	28.9	מהירות ממוצעת

לוח 9 מדדים להשוואה בין תרחיש עם פרויקט וללא פרויקט – חלופה 2

אחה"צ (16:00-20:00)			צהריים (09:00-16:00)			בוקר (06:00-09:00)			
תרחיש בין תרחישים	תרחיש עם פרויקט	תרחיש ללא הפרויקט	תרחיש בין תרחישים	תרחיש עם פרויקט	תרחיש ללא הפרויקט	תרחיש בין תרחישים	תרחיש עם פרויקט	תרחיש ללא הפרויקט	
-101	9,567	9,668	-72	5,368	5,440	-88	7,639	7,728	שעות-רכב
-373	257,044	257,417	-568	182,776	183,343	-218	222,904	223,122	ק"מ-רכב
+0.3	26.9	26.6	+0.7	34.0	33.7	+0.3	29.2	28.9	מהירות ממוצעת

4. סיכום

תכנית "אזור מופחת פליטות" קריות הינה תכנית שמטרתה לשפר את איכות האוויר באזורי המגורים בקריות ולצמצם את חשיפת האוכלוסייה לזיהום זה, באמצעות הגבלת תנועת כלי רכב מזהמים, כהגדרתם בתקנות אוויר נקי (זיהום אוויר מכלי רכב) משנת 2018, בכבישי הקריות. תכנית זאת מציעה שני תרחישים אפשריים למימוש, כאשר ההבדל העיקרי בין תרחישים אלו הינו כלילת כביש 79 וכביש 22 בתחום האזור מופחת הפליטות. לפיכך, הניתוח התחבורתי כלל בחינה של תרחיש ללא פרויקט המתאר את מצב הבסיס הקיים כיום, לעומת תרחישי הבדיקה עם הפרויקט בהם הוגבלה כניסת כלי רכב מזהמים אל האזור.

מהשוואת תוצאות ההצבה בין התרחישים עולה כי יישומו של הפרויקט אינו משנה משמעותית את נפחי התנועה בתחום ה"אזור מופחת הפליטות", בשתי חלופות הבדיקה. בהתאם, רמות השירות בדרכים נותרות דומות בשתי חלופות הפרויקט, יחסית לתרחיש הבסיס. כמו כן, "כביש עוקף קריות" (כביש 22) הוא הכביש בו נראית ההפחתה המשמעותית ביותר בתנועת כלי רכב, בשל הסטת הנסיעות הארוכות לצירי אורך ארציים אחרים.

בנוסף, מניתוח מדדי תחבורה עיקריים בשני תרחישי הבדיקה, עבור תחום האזור מופחת הפליטות והכבישים הסמוכים אליו, עולה כי מהירות הנסיעה הממוצעת בדרכים לא משתנה באופן מהותי בחלופת הבדיקה שלא כללה את כביש 22 וכביש 79. לעומת זאת, בחלופה הכוללת את כביש 22 וכביש 79 מהירות הנסיעה משתפרת באופן קל, בכל תקופות היום.

לסיכום, ניתן לומר כי הפרויקט, על שתי חלופותיו, משפיע על כמות קטנה של כלי רכב. על כן, ההשפעה של החלת תכנית "אוויר נקי" בתחומי הקריות אינה משפיעה משמעותית על רמות השירות בדרכים, בכל תקופות היום.