



החברה הלאומית לדרכים בישראל בע"מ

תכנון תחנות אוטובוס במחלפים

חוזה מס' : 4500007378

הוכן ע"י :

המכון לחקר התחבורה

הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

פרופ' דורון בלשה, אינג' רובי כרמל

ש. קרני מהנדסים בע"מ: אינג' שמואל קרני,

אינג' אורית סער, אינג' דורית שצ'ופק

עבור : מעצ – החברה הלאומית לדרכים בע"מ

ינואר 2011



הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל



תיעוד / תעודת זהות של הפרויקט

מס' הדו"ח : 4500007378	
שם הדו"ח : תכנון תחנות אוטובוס במחלפים	תאריך הגשת הדו"ח : 24.01.2011
שם המחברים : פרופ' דורון בלשה, אינג' רוברט כרמל, אינג' שמואל קרני, אינג' אורית סער, אינג' דורית שצ'ופק	מספור הדו"ח של גוף מבצע העבודה: סופי
שם הגוף המבצע וכתובתו : מוסד הטכניון למחקר ופיתוח בע"מ.	מספר החוזה : 4500007378
סוג הדו"ח והתקופה אליה הוא מתייחס: דו"ח מסכם: 07/2009 – 11/2010	
הערות נוספות כגון:	
תקציר :	
<p>1. מטרת : ללמוד את מאפייני ההתנהגות של אוטובוסים, כלי רכב אחרים והולכי רגל באזורי מחלפים בהם ממוקמות תחנות אוטובוסים, ולהכין המלצות באשר למיקום תחנות באזורים אלה.</p> <p>1. ממצאים : לאור הפרמטרים שנבחנו, ונתחו, נמצאו יתרונות וחסרונות לכל אחד מסוגי מיקום התחנות באזור המחלף. נמצא שתחנה על כביש מהיר/ראשי ללא הפרדה פיזית גורמת לליקויי בטיחות חמורים. שאר האפשרויות למיקום אינן פסולות, ויש להתאים המיקום לשורת משתנים של המחלף.</p> <p>2. המלצות : לאור הממצאים, פותחו תרשימי זרימה הכוללים פרמטרים שונים שלפיהם ניתן להמליץ על מיקום התחנה באזור מחלף. מגוון אפשרויות המיקום כולל מפרץ מופרד על הכביש הראשי, תחנה על הרמפה, ביטול תחנה, מרכז תחבורה ועוד. יודגש שרצוי שתכנון התחנה יהיה חלק מתכנון כוללני של התחבורה הציבורית ויהווה שיקול בעת התכנון המוקדם של המחלף (ולא תוספת לאחר סיום התכנון).</p>	
מילות מפתח: תחנות אוטובוס, מחלפים	
סווג תפוצה (של הדו"ח):	סווג תפוצה (של עמוד זה):
	מס' עמודים: 68



זכויות יוצרים והסרת אחריות

זכויות יוצרים

- (1) זכויות היוצרים בדו"ח זה שייכות באופן בלעדי לחברה הלאומית לדרכים בישראל בע"מ (להלן: "החברה"). למען הסר כל ספק, זכויות יוצרים אלו חולשות, בין השאר, על ניסוח, עימוד, עריכה, תמליל, תמונות, איורים, שרטוטים, מפות, גרפיקה וכל מידע אחר הכלול בדו"ח זה.
- (2) אין לבצע שום שינוי או עיבוד בדו"ח זה, אין לשעתק את כולו או חלקו ואין לשלבו בשום מאגר מידע אחר לרבות שילובו מכל סיבה שהיא באתרי אינטרנט, בחומר מודפס, מאמרים, הוראות שימוש ומפרטים שאינם של החברה ושאנם מיועדים לשימוש עבור מיזמים של החברה. כמו כן, אין להעתיק, להפיץ, לשדר או לפרסם את הדו"ח, כולו או חלקו, להשכירו או לסחור בו בכל דרך. כל זאת כאמור למעט, אם ניתן לכך אישור, מראש ובכתב, מאת החברה.

הגבלת אחריות

בשום מקרה לא תחול על החברה אחריות בגין כל נזק ישיר או עקיף העלול להיגרם למשתמש ו/או לצד ג' כלשהו עקב השימוש בדו"ח זה וכולל, בין היתר אך מבלי לגרוע מן האמור, נזק מקרי, מיוחד או תוצאתי, או כל נזק אחר מכל סוג ומין; לרבות אך ללא הגבלה, כל נזק כספי או נזקי לגופו או לרכושו של המשתמש ו/או של צד ג', הנובעים או קשורים בכל דרך שהיא לשימוש בדו"ח זה.

שונות

תוכנו של דו"ח זה משקף את דעות מחבריו בלבד בדבר העובדות הנתונים הממצאים המסקנות והלקחים המובאים בו. תוכן הדו"ח איננו משקף בהכרח את ההשקפות או המדיניות הרשמית של החברה. אין לראות בדו"ח זה כשלעצמו תקן, מפרט או הנחייה מחייבת. הדו"ח אינו מיועד לצרכי מכרז ואין לראות בו אישור למוצר או טכנולוגיה מכל סוג שהוא. אין לראות בדו"ח זה עידוד או פרסומת לרכישת מוצר או טכנולוגיה מכל סוג שהוא. אזכורם של שמות יצרנים/ספקים/קבלנים בדו"ח זה נעשה ממניע חיוניות לתוכן הדו"ח בלבד.



תקציר

המחלף מהווה נקודה בה נפגשות שתי דרכים, והכוללת לפחות גשר אחד. תכונות אלה מביאות לכדי מצב שהמחלף מהווה נקודה טבעית גם למיקום תחנת אוטובוסים, ובד"כ מתאפשרת בו חציית הולכי רגל את הכביש הראשי בהפרדה מפלסית. על מנת לעודד שימוש בתחבורה הציבורית, תחנות האוטובוס חייבות להיות במקום הנוח ביותר למשתמש. כמו כן יש חשיבות שהתחנה לא תגרום להארכת משך הנסיעה לכלל נוסעי האוטובוס. מאידך, מיקום תחנת אוטובוסים בדרך בה מהירות הנסיעה גבוהה, בסמיכות לנתיבי האטה והאצה, באזורי התמזגות, הפרדות והשתזרות, הוא מיקום בעייתי מבחינה בטיחותית.

במחקר נבחנו היבטים שונים של תחנות אוטובוס באזורי מחלפים בין-עירוניים: היררכית הדרך והמחלף. תצורת המחלף. הולכי הרגל הבאים לתחנות האוטובוס והיורדים מהאוטובוסים. סוגי כלי הרכב העוצרים בתחנות האוטובוס. הבטיחות של הולך הרגל. הבטיחות של התנועה בדרכים במחלף והבטיחות של התחבורה הציבורית. מעקב אחר מסלולי ההליכה של משתמשי האוטובוסים. מעקב אחר תהליך העצירה של האוטובוסים בתחנות. מעקב אחר ההפרעות הנוצרות בדרך עקב התחנות ותנועת האוטובוסים אליהן ומהן. מעקב אחר תאונות הדרכים של הולכי רגל וכלי רכב בסביבת התחנות. ניתוח הממצאים איפשר ללמוד ולראות את הכשלים וההצלחות של מיקומים שונים של תחנות אוטובוסים בסוגי מחלפים שונים.

גובשו המלצות להנחיות תכנון תחנות אוטובוס במחלפים. ההמלצות מגדירות מספר סוגי תחנות, ומציעות בחינה של שיטתית של התנאים במחלף שמהם נובעת המלצה לסוג התחנות המתאימות ביותר למחלף. בדרך כלל כאשר ניתן, מומלץ למקם תחנה במחלף מעוין אחרי הצומת. יש מיקרים בהם מוצע למקם תחנת אוטובוס במחלף במפלס הדרך הראשית במפרץ, במסלול מופרד ממסלול הדרך הראשית עם נתיבי האצה והאטה, כדי לצמצם עיכובים לנוסעי האוטובוס. מנגד יש לציין שיש מקרים בהם מומלץ להימנע מלהציב תחנות במחלף. במקרה כזה מוצעת חלופה למיקום תחנה במחלף סמוך או אף בניית מחלף ייעודי לתחנה בסמוך.

גובשו מספר המלצות נוספות: בעת תכנון מחלף יש לנתח את הצרכים של התחבורה הציבורית כחלק מהתכנון המוקדם של המחלף. טוב היה אילו היה מתבצע על פי תוכנית אב ארצית



לתחבורה ציבורית בין עירונית עם אופק זמן רחוק כשהשאיפה היא שהתוכנית תצביע על המחלפים העתידיים בהם לא תידרשנה תחנות אוטובוס, ובמחלפים שבהם תידרשנה תחנות אוטובוס תסופקנה דרישות מדויקות יותר לשימוש חזוי בתחנות אלו. תוכנית אב ארצית לתחבורה ציבורית תוכל לסייע בתכנון מחלפים בכך שתגדיר למתכנן את הדרישות הקשורות לתחנות אוטובוס, ובמקרים בהם לא תידרשנה תחנות בכוונים מסוימים או בכל הכוונים, תימנע הוצאת משאבים מיותרת. יש לבחון בכל תכנון של תחנת אוטובוס באזור מחלף את מסלולי ההליכה – אורכם והפרש הגבהים, ולהתאים את המיקום לנוחיות הולכי הרגל. יש ללמוד בעת תכנון התחנה את מקור הנוסעים ואת צרכיהם. כעזר למימוש העקרונות והתובנות שהועלו במחקר זה, מוצע להשתמש בהמלצות התכנון כחלק מתהליך תכנון של מחלפים: בשלב של תחילת התכנון לפני גיבוש הצורה הבסיסית של המחלף, בשלב של בחינת חלופות תכנון, ובשלב של התכנון התנועתי המפורט. יש להתחשב בעת התכנון גם באמצעי תחבורה נוספים המשתמשים בתחנות האוטובוס כגון מוניות וטרמפים.



תוכן העניינים

11	מבוא	1
12	מטרת המחקר וצעדים לביצועו	2
13	סקר ספרות	3
13.....	מדיניות כללית :	3.1
14.....	כללים עקרוניים למיקום תחנות :	3.2
15.....	תחנות בתחומי הדרך הממוחלפת :	3.3
17.....	תחנות בדרכי שירות ובכבישים מאספים-מחלקים :	3.4
17.....	תחנות במחלפי גישה :	3.5
18.....	ריכוז ממצאי סקר הספרות :	3.6
19	איסוף הנתונים וניתוחם	4
19.....	מאפייני התחנות המחלפים והשילוב ביניהם	4.1
19.....	בחירת אתרים למחקר	4.2
22.....	פרמטרים שנבחנו	4.3
23.....	בחינת הפרעות לתנועה עוברת בסמוך לתחנות האוטובוס	4.4
26.....	בחינת בטיחות הולכי רגל בתחנות האוטובוס במחלפים ובדרכים ממוחלפות	4.5
27.....	בחינת סוגי כלי הרכב המשתמשים בתחנה לעצירה	4.6
28.....	בחינת אינטנסיביות השימוש בתחנות שבמחלפים	4.7
32.....	בחינת נוחיות הולך הרגל בהגעה ועזיבה של התחנות שבמחלפים	4.8
33.....	בחינת עיכובים לרכב העוזב את הדרך המהירה לצורך שרות תחנה על רמפה	4.9
36.....	בחינת תאונות במחלפים הקשורות לתחנות אוטובוס	4.10
36.....	ריכוז ממצאי מחקר השדה	4.11
39	המלצות להנחיות תכנון תחנות אוטובוס במחלפים	5
40.....	חלופות סוגי תחנות במחלפים	5.1



44.....	איכות סוגי התחנות	5.2
45.....	שיקולים בהתאמת סוג התחנה למחלף	5.3
48.....	תרשימי זרימה להתאמת סוג התחנה למחלף	5.4
52.....	המלצות	.6
54.....	סיכום	.7
55.....	ביבליוגרפיה	
56.....	נספחים	



רשימת טבלאות

- טבלה 4.1: תחנות אוטובוס סמוכות למסלולי דרכים ממוחלפות.....20
- טבלה 4.2: תחנות אוטובוס סמוכות למסלולי דרכים ממוחלפות.....24
- טבלה 4.3: הפרעות לתנועה בתחנות אוטובוס במפרץ בדרכים ממוחלפות.....25
- טבלה 4.4: עצירות כלי רכב לסוגיהם בתחנות אוטובוס בדרכים ממוחלפות.....27
- טבלה 4.5: הולכי רגל מגיעים או עוזבים את התחנה בתחנות על הדרך הממוחלפת.....29
- טבלה 4.6: הולכי רגל מגיעים או עוזבים בתחנות על רמפה או בכביש שרות.....30
- טבלה 4.7: תחנות על רמפה או בכביש שרות
- הולכי רגל מגיעים או עוזבים את התחנה בשעת שפל.....31
- טבלה 4.8: מאפייני מסלולי הליכה בסמוך לתחנות אוטובוס במחלפים.....33
- טבלה 4.9: זמני עיכוב על רמפות במחלפי מעוין עם צמתים מרומזרים.....35
- טבלה 4.10: תאונות בתחום מחלפים.....36
- טבלה 5.1: איכות מאפייני סוגי התחנות.....44
- טבלה 5.2: הגדרות לצורך שימוש בתרשימי הזרימה.....49



רשימת תמונות

- תמונה 4.1 : תחנת אוטובוס דרך 2 מסעף יקום - מתאימה להנחיות תכנון מחלפים.....23
- תמונה 4.2 : תחנת אוטובוס בדרך 2 ליד גבעת אולגה
- תמונה 4.3 : תחנת אוטובוס דרך 2 גבעת אולגה
- תמונה 4.4 : תחנת אוטובוס דרך 2 גבעת אולגה, מוקף במעגל אדום
- תמונה 4.5 : תחנת אוטובוס דרך 4 מחלף גבעת שמואל, מוקפים במעגל אדום
- תמונה 4.6 : תחנת אוטובוס על רמפה בדרך 1 מחלף הראל. 4 אוטובוסים, רכב פרטי
- תמונה 7.4 : דרך 4 מחלף מורשה. מוקפים בעיגול אדום
- תמונה 8.4 : דרך 2 מחלף הסירה. תחנת אוטובוס על רמפה
- תמונה 35.....(Diamond) אחרי צומת מרומזר במחלף מעוין



רשימת תרשימים

- תרשים 4.1 : סוגי התחנות שנכללו במחקר.....21
- תרשים 4.2 : תחנה במפרץ על דרך ראשית ללא הפרדה.....36
- תרשים 4.3 : תחנה במפרץ על דרך ראשית (כולל נתיבי האצה והאטה) עם הפרדה.....37
- תרשים 4.4 : תחנה על דרך מאספת / מחלקת של המחלף.....37
- תרשים 4.5 : תחנה על רמפות של המחלף (בדרך כלל תחנה אחרי צומת במחלף מעוין).....38
- תרשים 5.1 : תחנה מסוג 0 - תחנה על הדרך הראשית במפרץ ללא הפרדה.....40
- תרשים 5.2 : תחנה מסוג 1 - על הדרך הראשית עם הפרדה (כולל נתיבי האצה והאטה).....41
- תרשים 5.3 : תחנה מסוג 2 - תחנה על דרך מאספת / מחלקת של המחלף.....41
- תרשים 5.4 : תחנה מסוג 3 - תחנה על רמפה אחרי צומת.....42
- תרשים 5.5 : תחנה מסוג 4 - מרכז תחבורה.....42
- תרשים 5.6 : תחנה מסוג 5 - זוג תחנות על דרך ראשית עם הפרדה.....43
- תרשים 5.7 : תחנה מסוג 6 - תחנה במת"צ מרכזי או נת"צ שמאלי.....43

רשימת תרשימי זרימה

- תרשים זרימה 1 : לבחירת סוג תחנה במחלפי גישה.....50
- תרשים זרימה 2 : לבחירת סוג תחנה במחלפי מערכת.....51



1. מבוא

בעבר, בשנות החמישים והשישים של המאה הקודמת, רוב הדרכים הבין עירוניות היו חד-מסלוליות עם צמתים לא מרומזרים. סוג התחבורה הציבורית הנפוץ ביותר היה אוטובוסים שנעו בדרכים הראשיות בין הערים הגדולות, ואלה שרתו את תושבי הישובים שבדרך באמצעות תחנות שמוקמו בצמתים הראשיים והמשניים של הדרכים הבין עירוניות. גידול האוכלוסייה בארץ יחד עם עלייה ברמת החיים וברמת המינוע, הביאו להתפתחות הדרגתית של רשת הדרכים. דרכים חד מסלוליות הפכו לדו-מסלוליות, צמתים בין עירוניים רבים רומזרו, אך אופי התחבורה הציבורית לא השתנה בעיקרו. תחנות האוטובוס נשארו בסמוך לצמתים המרומזרים והלא מרומזרים. התפתחות רשת הדרכים המשיכה וממשיכה אף בימינו. חלק מהדרכים הדו-מסלוליות הופכות לדרכים מהירות, חלק מהצמתים הופכים למחלפים גם בדרכים שאינן מהירות. במחלפים, שהיו בעבר צמתים, נותרו פעמים רבות תחנות אוטובוס, כי אופי שרות האוטובוסים נשאר כשהיה. במסגרת מדיניות ממשלתית של עידוד השימוש בתחבורה ציבורית, מינהל היבשה במשרד התחבורה מעוניין לעודד את השימוש בתחבורה ציבורית, וזה כולל שימוש בשרות האוטובוסים הבין עירוניים כך שיהיה נוח ובטוח לשימוש מנקודת מבטו של הנוסע. פרוש הדבר שהשאיפה היא לא לבטל תחנות אוטובוס קיימות, כולל גם אלה שבצמתים ההופכים למחלפים. בדרכים מהירות חדשות הנסללות בתוואי שלא הייתה בו דרך קודם לכן, כגון נתיבי איילון, כביש 6 וכביש 431, לא עלתה סוגית ביטול תחנת אוטובוס קיימת, וייתכן והיה מקום להעלות נושא זה לדיון.

כל עוד אופי התחבורה הציבורית הנפוץ, הכולל אוטובוס עם תחנות בדרכים הבין עירוניות לא ישתנה, יתקיים הצורך לתכנן מחלפים עם תחנות אוטובוס. משרד התחבורה שואף מחד שתחנות האוטובוס תהינה בטוחות, נוחות ונעימות להגעה, ושזמן ההמתנה בהן יהיה קצר, ומאידך, שקו האוטובוס יהיה מהיר וללא הפסד זמן בהגעה לתחנה. קיים קושי לעמוד בכל השאיפות הללו, ונוצרות סתירות פנימיות בין כלל המטרות. כמו כן קיים ניגוד מובנה בין תחנות אוטובוסים שמרכזות פעילות הולכי רגל, עצירות אוטובוסים ומוניות ולעיתים גם מיקום טבעי לטרמפים, לבין מחלפים הנמצאים בדרכים מהירות או ראשיות, שנפחי התנועה ומהירויות הנסיעה בהם גבוהים. ניגוד זה יוצר בעיות בטיחות וזרימת תנועה. השאיפות התכנוניות מהניגודים הנוצרים כפי שהוסברו לעיל הם הבסיס ליוזמה לעריכת מחקר זה.



2. מטרת המחקר וצעדים לביצועו

מטרת עבודה זו היא ללמוד את המאפיינים השונים של תחנות אוטובוסים באזורי מחלף, לאתר את הבעיות הנוצרות בגלל התחנות, לנתח אותם ולהסיק את המסקנות התכנוניות שינחו את מתכנני התחבורה הציבורית ואת מהנדסי התנועה בעת תכנון מחלפים, תוך מתן תשומת לב מרכזית למיקום תחנות אוטובוסים בהם.
לשם כך:

- נבחנו היבטים שונים של סוגי תחנות במחלפים באמצעות תצפיות על פעילות כלי הרכב והולכי הרגל בתחנות אוטובוס קימות.
- נבחנו תוכניות עתידיות של מחלפים שונים הכוללים תחנות אוטובוס.
- נבחנו אפשרויות של הוספת תחנות אוטובוס למחלפים המתוכננים ללא תחנות אוטובוס.
- ההמלצות התכנוניות ייגעו בהיבטים של תכנון כולל של מחלף ברמת "מקרו" ותכנון מוקדם של המחלף עם תחנות אוטובוס, מדרכות ושבילי הולכי רגל המגיעים אל רציפיהם.
עקרונות התכנון יתייחסו למספר סוגיות:
- באיזה מחלפים על פי היררכית הדרכים לא מומלץ למקם תחנות.
- כאשר לא מומלץ למקם תחנות, אלו סוגי פתרונות ניתן ליישם כחלופה לשרות תחבורה ציבורית.
- באלו סוגי מחלפים על פי היררכית הדרכים ניתן למקם תחנות.
- כאשר ניתן למקם תחנות במחלף, מהו המיקום המומלץ ביותר ליישום.

תהליך העבודה במחקר זה כלל 7 חלקים:

- סקר ספרות כפי שסוכם לעייל.
- לימוד מאפייני התחנות, המחלפים והשילוב ביניהם.
- בחירת אתרים לאיסוף נתונים, לימוד וניתוח.
- קביעת המאפיינים הנבחנים ודרך איסופם.
- איסוף הנתונים.
- ניתוח הנתונים והסקת המסקנות.
- הצעה לתהליך מובנה מומלץ לקביעה של תחנות אוטובוס ומיקומה באזור המחלף.



3. סקר ספרות

סקר הספרות המוצג כאן איתר מחקרים והנחיות תכנון מהארץ ומהעולם בנושא זה. נמצא חומר מועט יחסית שטיפל בנושא, וייתכן כי הסיבות הן מיעוט תחבורת אוטובוסים בדרכים מהירות באירופה ובאר"ב, התנגדות מסורתית של מהנדסי תנועה לשילוב זה של תחנות ומחלפים, או העדר בעייתיות המדרבנת למחקר. מתוארים כאן ממצאי הספרות שאותרו כולל את ההתייחסות של הנחיות מע"צ לנושא.

3.1 מדיניות כללית:

לפי מ.ע.צ. (2000) וכן לפי Levinson et al (1975): יש לקבל החלטה בדבר הצורך בקיום תחנת אוטובוס כבר בשלב התכן הראשוני של המחלף, בשל ההשפעה האפשרית על תצורת המחלף. נחיצות תחנות האוטובוסים ומספרן תיקבע בהתאם למערך מסלולי הקווים העוברים בדרכים הנפגשות במחלף.

כאשר המחלף משמש כמוקד פעילות רבה של תחבורה ציבורית, תחילת קווים וסיומם וכיו"ב, יש צורך במסוף נפרד לתחבורה ציבורית, במפלס הדרך המשנית, אשר יפעל כלולאה מיוחדת עבור אוטובוסים שייכנסו למסוף מהדרך הנפגשת או מהרמפות.

לפי Leisch et al (1970):

מיקום כל תחנה ייקבע לפי הקריטריונים הבאים:

- בהתאם למידת ביקוש הנוסעים.
 - בהתאם למוקדי משיכה בסביבה שישורתו טוב יותר ע"י אוטובוס בדרך הממוחלפת מאשר תחבורה אחרת.
 - בהתחשב בגידול הצפוי באזור.
- במצבים בהם יש מספר קווים העוברים בדרך הממוחלפת, וכל קו יורד מהדרך המהירה לאזור אחר, יתכן מצב בו אין צורך בתחנות לאורך הדרך הממוחלפת. במקרה בו דרך מהירה עם מחלפים בהם קיימים בקצה הרמפות צמתים מרומזרים עם הדרכים המשניות ולידם ממוקמות תחנות אוטובוס, יש לדאוג שרמת השירות של התחבורה הציבורית לא תפגע.

Leisch et al (1970) גילו שבמקרים מסוימים תחנות האוטובוס "ננטשו" ואינן בשימוש. מצב כזה יכול להיגרם עקב הסיבות הבאות:

- כאשר מיקום התחנות נקבע לפני קביעת מסלולי הנסיעה.
- כאשר חברות האוטובוסים נתקלות בבעיות תפעול.
- כאשר התחנה ממוקמת במקום מבודד מכדי שהנוסעים יסכימו להגיע אליה.
- כאשר מסלולי הנסיעה של הקווים השונים משתנים.

לפי Leisch (1974):



בתכנון התחנה במחלף יש להביא בחשבון את ההשפעה התחבורתית הכוללת על כל הסביבה, ואת ההשפעה על מחלפים קרובים.

מחלפי מעוין (Diamond) הם הנוחים והקלים לשלב בהם תחנת אוטובוס שלא בדרך המהירה.

לפי (Woodson and Griffin (2001) ו-AASHTO (2004):

בכדי לנצל את יתרונות הדרך המהירה, המרחק בין התחנות צריך להיות 3.5 ק"מ לפחות.

3.2 כללים עקרוניים למיקום תחנות:

לפי מ.ע.צ. (2000):

מיקום מועדף לתחנות הינו בתחומי הרמפות של מחלפי גישה, וכן בדרכי שירות ובכבישים מאספים- מחלקים.

במקרים בהם לא ניתן למקם את התחנות ברמפות הגישה או בדרכי שירות, ניתן למקם במפרץ שירות מיוחד במפלס הדרך הממוחלפת.

מומלץ לא למקם תחנות בתחומי מחלף מערכת. לחילופין, יתוכנן פתרון למחלף הנשען על אחת הרמפות, או על דרך מאספת-מחלקת.

לפי (Levinson et al (1975):

הקריטריון העיקרי בבחירת מיקום תחנת האוטובוס הוא מציאת שיווי המשקל בין מקסימום נוחות הנוסע למינימום איבוד זמן, תוך הפרעה מינימאלית לתנועת כלי הרכב.

לפי (Levinson et al (1975), ולפי (Leisch et al(1970), באזור עירוני מומלץ לתכנן את תחנת האוטובוס במפלס הדרך החוצה ולא לאורך הכביש המהיר. כשמתאפשר, מומלץ לתכנן תחנת אוטובוס במפלס הדרך החוצה באופן זמני, בכדי לוודא ביקוש מתאים, ובמידת הצורך להוסיף תחנה המתוכננת מראש לאורך הדרך הממוחלפת.

(Leisch et al (1970) ביצעו מחקר בין חברות אוטובוסים לגבי תחנות אוטובוסים בדרך מהירה. חברות האוטובוסים ציינו את הסיבות הבאות כלגיטימיות מדוע אין להציב תחנה במפלס הדרך הממוחלפת, אלא במפלס הדרך החוצה:

- כדי לשרת אזורי אוכלוסיה צפופה.
- כדי לשרת אזורים ללא אוטובוסים מזינים.
- כאשר אזור התחנה על הדרך הממוחלפת אינו בטיחותי לנוסעים.
- כאשר יש מחסור בחניה בקרבת התחנה.
- כאשר מרחק ההליכה ממוקדי המשיכה בסביבה גדול מהמקובל.

מנקודת מבט הנוסע, המקום הנוח להצבת תחנה הוא במפלס הדרך החוצה ולא במפלס הדרך הממוחלפת. מקום זה מאפשר העלאה והורדה של נוסעים בסביבה בטוחה, וחוסך לנוסע מרחקי הליכה ו/או עליה וירידה במדרגות. החיסרון בפתרון זה הוא העיכוב הנגרם לזמן הנסיעה עקב היציאה מהכביש המהיר ובמקרים מסוימים אף עצירה ברמזור, דבר המוריד מרמת השירות.



(הערה זו מופיעה גם ב AASHTO, 2004). חסרון נוסף, הוא הסבירות ליציאה מהכביש המהיר עבור תחנה ריקה מאדם.

שילוב התחנות במחלף יבטיח שמירה על העקרונות הבאים (לפי מ.ע.צ., 2000, וכן לפי H.S. Levinson et al, 1975):

- הפרדת התחנות מנתיבי התנועה העוברת.
- הוצאת התחנות מאזורי השתזרות.
- מניעת ניגודים עם התנועות הפונות בצמתים שבמחברי הרמפה.
- חסכון בזמן ויעילות לקווי האוטובוס, ושמירה על רמת השירות שלהם.
- קיצור מרחקי ההליכה להולכי רגל, ומניעת הליכה וחצייה בלתי מבוקרות.

לפי (Woodson and Griffin (2001):

כאשר יש נתיב תחבורה ציבורית נפרד, המיקום העדיף ביותר לתחנה הוא במפלס הדרך הממוחלפת, עם נתיבי האטה והאצה הולמים. בדרכי שירות ובכבישים מאספים- מחלקים, במידה שישנן רמפות יציאה וכניסה ארוכות מספיק בכדי לאפשר האטה והאצה למהירות הממוצעת בדרך. כשהמפרדה היא המקום הפנוי היחיד לנתיב תחבורה ציבורית, ניתן למקם תחנה באזור המפרדה, תוך הקפדה על הפרדה מלאה מהדרך המהירה. בכדי לצמצם את הפרש הגבהים שיש על הנוסעים לעלות ולרדת, ניתן להגביה את מיקום התחנה עד לגובה הגבריט המספיק לאוטובוס.

במחלפים בהם התנועה דלילה, ניתן למקם את התחנות בתחומי הרמפות של המחלפים. באם נפחי התנועה גבוהים, יש להביא בחשבון כי תחנה בתחומי הרמפות עלולה להאריך את זמני הנסיעה, ובכך להוריד את רמת השירות של הקו.

3.3 תחנות בתחומי הדרך הממוחלפת:

לפי מ.ע.צ. (2000):

במקרים בהם לא ניתן למקם את התחנה בהתאם לכללים העקרוניים, ניתן למקם תחנות במפלס הדרך הממוחלפת ובחיבור ישיר אליה, בתחומי המחלף או בין מחלפים, כמפורט:

- בתחומי המחלף:

במחלף גישה שצורתו הבסיסית אינה מאפשרת שימוש ברמפות לעקיפת המחלף.

במחלף גישה שצורתו הבסיסית עוותה כך שעיוות צורת המחלף מונע את האפשרות לעקיפתו.

במחלף גישה שצורתו הגיאומטרית מאפשרת את עקיפתו, אולם עומסי התנועה בצמתי הרמפות עם הדרך המשנית יגרמו עיכוב גדול לתחבורה הציבורית החוצה מהדרך העיקרית, ולא ניתן ליישם הסדרי העדפה לתחבורה ציבורית.



בציר המשמש תחבורה ציבורית הנוסעת לאורכו, אשר הצמתים בו מצויים בהליכי מחלף, והוצאת האוטובוסים לרמפות בכל צומת שמוחלף תגרום להארכת זמן הנסיעה שלהם, ולסרבול הקו.

- בין מחלפים :

במיפרד שאין הצדקה להופכו למחלף, אולם מצוי בסמיכות למוקד פעילות היוצר תנועת נוסעים, הזקוקים להסעה או לתחבורה הציבורית העוברת בציר הממוחלף. בהיפרדויות והתחברויות חד מפלסיות ימינה בלבד מהדרך הממוחלפת, וקיימת בהן תנועת נוסעים הזקוקים להסעה או לתחבורה הציבורית העוברת בציר הממוחלף. בקרבת מוקדי פעילות שאין להם חיבור לרכב לדרך הממוחלפת, אך יוצרים תנועת נוסעים הזקוקים להסעה או לתחבורה הציבורית העוברת בציר הממוחלף.

לפי מ.ע.צ. (2000) וכן לפי (Levinson et al (1975) בכל המקרים המתוארים לעיל, הפתרון למיקום תחנות אוטובוסים והסעה במפלס הדרך הממוחלפת הוא במתחם שירות ייעודי, מיוחד למטרה זו, המקביל לדרך הממוחלפת. מתחם השירות עשוי להיות באחת משתי האפשרויות הבאות :

מפרץ הסעה צמוד לשולי הדרך הממוחלפת, אשר מופרד ממנה ע"י אבן שפה בנויה.

כביש שרות ברצועה נפרדת, המרוחקת מעט משולי הדרך הממוחלפת, ומוליכה למפרץ הסעה. בכל אחת משתי האפשרויות המתוארות לעיל, היציאה מהדרך הממוחלפת והחזרה אליה יבוצעו באמצעות מחברי זרימה חד נתיביים ליציאה ולכניסה.

לפי (Leisch et al (1970) ולפי (AASHTO (2004) :

ישנן שתי חלופות עיקריות לתחנות במפלס הדרך הממוחלפת.

החלופה הראשונה מציעה למקם את תחנת האוטובוס מתחת לגשר של הדרך החוצה (או במרכז הגשר כשהמצב הפוך), ולאפשר גישת הולכי רגל לדרך החוצה ע"י רמפה ו/או מדרגות.

החלופה השנייה היא מיקום התחנה בנתיב נפרד המחבר את רמפת היציאה ורמפת/לולאת הכניסה, ולהולכי הרגל יסופק שביל גישה אל הדרך החוצה.

בשתי החלופות יש לדאוג להפרדה מלאה בין נתיב הנסיעה של האוטובוס ומיקום התחנה עצמה מהתנועה הממשיכה בדרך המהירה.

אורך התחנה צריך להתאים למספר האוטובוסים הצפויים לעצור בתחנה בו זמנית. כמו כן, תחנת האוטובוס צריכה להיות בנתיב נפרד, ברוחב שיאפשר עקיפת אוטובוס אחד ע"י אוטובוס

אחר (הערות אלו צוינו גם ע"י Levinson et al, 1975, AASHTO, 2004 ו-Woodson and

(Griffin, 2001

(Levinson et al (1975) הוסיפו גם את ההנחיות הבאות :

- תכנון התחנה יהיה באורך מינימאלי שיאפשר לשני אוטובוסים לעצור בתחנה.
- נתיבי ההאצה וההאטה יהיו באורך 35 מ' לפחות.
- יש לדאוג לתיחום אזור התחנה כך שימנע גישה מהולכי הרגל אל הדרך המהירה.



לפי (2004) AASHTO :

- יש לדאוג להפרדה של נתיב העצירה בתחנה, ע"י אי תנועה ברוחב 1.2-6.0 מ', מנתיבי התנועה העוברת (הערה זו צוינה גם ע"י Woodson and Griffin, 2001).
- מומלץ להוסיף גדר בכדי למנוע מעבר הולכי רגל.
- ניתן להבליט את ההפרדה בין נתיב היציאה לתחנת אוטובוס ע"י צבע או מרקם שונה של סלילה בנתיב.
- אורך נתיבי ההאצה וההאטה צריכים להיות ארוכים מהאורך המינימאלי הנדרש בכדי לאפשר השתלבות במהירות הממוצעת בדרך, בהתחשב כי האוטובוס מתחיל לנוע מעצירה מוחלטת, ותאוצתו קטנה מרכב פרטי.

3.4 תחנות בדרכי שירות ובכבישים מאספים-מחלקים :

לפי מ.ע.צ. (2000) :

במחלפים ובקטעי דרכים ממוחלפות בהם קיימות דרכי שירות מקבילות, רצוי להעביר דרכן את מסלולי הקווים הזקוקים לתחנות, ולמקם את תחנות האוטובוסים ותחנות ההסעה בדרכי שירות אלה. בתכנון דרכי השירות יש להבטיח שקווי האוטובוסים העוברים דרכן יכולים לצאת מן הדרך הממוחלפת ולחזור אליה ללא עיכובים מיותרים, וללא הארכה גדולה של מסלול נסיעה.

כבישים מאספים-מחלקים בתחומי מחלף ובין מחלפים אינם מיועדים להורדת או העלאת נוסעים ולפעילות הולכי רגל, ולכן אין למקם בצידם תחנות אוטובוסים. הפתרון הוא במתחם שירות נפרד, המתחבר לכביש המאסף-המחלק. המיקום הרצוי לתחנה הוא לאחר קטע ההשתזרות בכביש מאסף-המחלק, לצמצום הניגודים.

3.5 תחנות במחלפי גישה :

לפי מ.ע.צ. (2000) ולפי (2004) AASHTO :

במחלף גישה ניתן למקם תחנת אוטובוס במתחם שרות המחבר בין לולאת היציאה ורמפת הכניסה. שימוש בדרך מאספת-מחלקת מומלץ בכדי למנוע חיבור ישיר של מתחם השרות אל נתיבי התנועה. המיקום הרצוי לתחנה הוא אחרי קטע ההשתזרות, לצמצום ניגודים.

בניגוד ל מ.ע.צ. (2000), (Leisch et al (1970) סברו כי אין העדפה חד משמעית למיקום בתחנה ביחס לצומת ברמפות היציאה, כאשר ניתן לאפשר פניה חופשית ימינה מומלץ למקם את התחנה לפני הצומת בכדי למנוע עצירה כפולה של האוטובוס.



במחלף גישה ניתן למקם תחנה במפלס הכביש החוצה וללא צמתים ע"י חיבור בין רמפת היציאה ולולאת הכניסה. החיסרון בחלופה זו היא הגיאומטריה הלא נוחה לנוסע, ודרישת שטח גדולה יותר עבור המחלף.

לפי (Levinson et al 1975) :

במחלפי גישה ניתן למנוע בעיות השתזרות ע"י כביש שירות לתנועה היוצאת, הנכנסת ולתחנת האוטובוס.

3.6 ריכוז ממצאי סקר הספרות:

- החלטה על הצורך בקיום תחנות אוטובוס במחלף צריכה להתקבל בשלב התכנון הראשוני.
- נחיצות התחנות במחלף נובעת ממערך מסלולי קווי האוטובוס העוברים בדרכים הנפגשות במחלף.
- מיקום התחנות במחלף נקבע לפי ביקושי הנוסעים ומוקדי משיכה בסביבת המחלף אשר ישורתו על ידי התחנה.
- בתכנון תחנות במחלף יש להביא בחשבון את ההשפעה התחבורתית על כל הסביבה ועל המחלפים הקרובים.
- מחלפי מעוין (Diamond) הם הנוחים ביותר לשילוב תחנות. החיסרון במחלפי מעוין: עלול להיות בהם עיכובים גדולים לאוטובוסים.
- במחלף עם כבישי שרות מומלץ למקם את התחנות בכבישי השרות.
- תחנות בתחום הדרך הממוחלפת ניתן למקם במפרץ ייעודי מופרד עם מפרדה בנויה או בכביש שרות עם רצועה מופרדת, בתנאי שיש לכניסה וליציאה מחברי זרימה חד נתיביים (נתיבי האטה והאצה).



4. איסוף הנתונים וניתוחם

4.1 מאפייני התחנות המחלפים והשילוב ביניהם

גורמים רבים משפיעים על תכנון תחנות האוטובוס במחלפים. ניתן לסווג את המחלפים ואת תחנות האוטובוס במחלפים על פי קריטריונים רבים ושונים. הקריטריונים השונים מבטאים נקודות מבט שונות לבחינת תפקוד התחנה.

- סווג המחלף על פי ההיררכיה שלו (הנובעת מהיררכית הדרכים הנפגשות במחלף).
- סווג התחנה על פי אמצעי הגעה ועזיבה של המשתמשים בתחנה. דוגמאות: הליכה ברגל, באופניים, ברכב פרטי, במונית או באוטובוס.
- סווג התחנה על פי עוצמת השימוש בתחנה הן של רכבי התחבורה הציבורית והן של הנוסעים, דוגמאות: מספר הקווים העוצרים בתחנה, מספר כלי רכב לסוגיהם העוצרים בתחנה בפרק זמן מסוים, מספר נוסעים עולים ונוסעים יורדים בתחנה בפרק זמן מסוים.
- סווג המחלף על פי הסדר התנועה במחלף. דוגמאות: מחלף מערכת ללא צמתים, מחלף יהלום, מפגש דרך מהירה עם מחברי הפרדות והתמזגות בפניות ימינה.
- סווג על פי הסדר התנועה באזור תחנת האוטובוס. דוגמאות: רציף התחנה במפרץ אוטובוס על מסלול הדרך הממוחלפת, בכביש שרות של המחלף, סמוך לצומת בין רמפות המחלף או במסלול המיועד לתחבורה ציבורית (מת"צ) בתחום המחלף.
- סווג המחלף על פי שימושי הקרקע בסמוך למחלף עם התחנה. דוגמאות: אזור עם בינוי צפוף, בינוי דליל או שטח פתוח.
- סווג התחנה על פי נוחיות המשתמשים בתחנות: מרחקי הליכה בין מוקדי המשיכה והיצירה לבין תחנות האוטובוס. נוחיות ההליכה מהיבטיה השונים: הפרשי גובה, שיפועים לאורך, חומרי החיפוי של הדרך, הליכה בקרבת תנועת רכב, בעיות רעש לאורך מסלול ההליכה, סכנה בטיחותית לאורך מסלול ההליכה.

4.2 בחירת אתרים למחקר

בחירת האתרים למחקר נעשתה לצורך מציאת מגוון של סוגי תחנות ומגוון של סוגי בעיות. סיור ראשוני לסיווג והתאמה נעשה: בדרך 2 - ממחלף עתלית עד מחלף גלילות, בדרך 5 - ממחלף גלילות עד מחלף שער שומרון, בדרך 4 - ממחלף מורשה עד מחלף יבנה. בסיור, צוות המחקר התבונן בסוג המחלף, סוג התחנה, רמת פעילות הולכי הרגל בתחנה, כמות עצירות כלי רכב בתחנה, מספר קווי האוטובוס העוצרים בתחנה על פי תמרור התחנה. אפשרות להצבת מצלמה קרקעית לצורך הסרטת אזור התחנה לצורך ניתוח תנועתו. בסיור נסקרו 52 תחנות אוטובוס.

בטבלה 4.1 מופיעים האתרים שנכללו במחקר וסוג הנתונים שנאספו בהם. בתרשים 4.1 מופיעים שרטוטים המתארים את סוגי האתרים שנכללו במחקר.



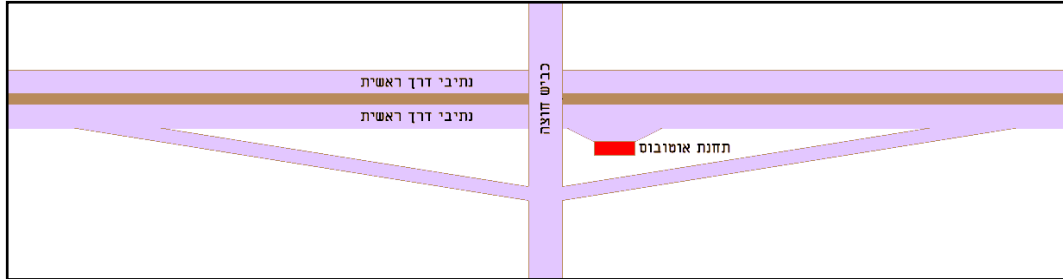
טבלה 4.1 : תחנות אוטובוס סמוכות למסלולי דרכים ממוחלפות

סוג הנתונים	סוג התחנה	מס' דרך	תחנה	
ניתוח תנועתי	מפרץ ללא הפרדה	1	הראל (צפון)	1
ניתוח תנועתי	על רמפה	1	הראל (דרום)	2
ניתוח תנועתי	מפרץ ללא הפרדה	2	גבעת אולגה (מערב)	3
ניתוח תנועתי	מפרץ ללא הפרדה	2	גבעת אולגה (מזרח)	4
ניתוח תנועתי	מפרץ ללא הפרדה	2	נתניה (מערב)	5
ניתוח תנועתי	על דרך מאספת מחלקת	2	נתניה (מזרח)	6
ניתוח תנועתי	מפרץ ללא הפרדה	2	וינגייט (מערב)	7
ניתוח תנועתי	מפרץ ללא הפרדה	2	וינגייט (מזרח)	8
ניתוח תנועתי	מפרץ עם הפרדה	2	יקום (מערב)	9
ניתוח תנועתי	מפרץ עם הפרדה	2	יקום (מזרח)	10
ניתוח תנועתי	מפרץ עם הפרדה	2	רשפון (מערב)	11
ניתוח תנועתי	מפרץ עם הפרדה	2	רשפון (מזרח)	12
ניתוח תנועתי	מפרץ ללא הפרדה	4	גבעת שמואל (מערב)	13
ניתוח תנועתי	מפרץ ללא הפרדה	4	גבעת שמואל (מזרח)	14
מדידת מאפיינים	על רמפה	2	אור עקיבא (מערב)	15
מדידת מאפיינים	על רמפה	2	אור עקיבא (מזרח)	16
מדידת מאפיינים	על רמפה	2	ינאי (מערב)	17
מדידת מאפיינים	על רמפה	2	ינאי (מזרח)	18
מדידת מאפיינים	מפרץ ללא הפרדה	2	נתניה (מערב)	19
מדידת מאפיינים	על דרך מאספת מחלקת	2	נתניה (מזרח)	20
מדידת מאפיינים	על רמפה	2	נוף ים (מערב)	21
מדידת מאפיינים	על רמפה	2	הסירה (מערב)	22
מדידת מאפיינים	על רמפה	5	הכפר הירוק (דרום)	23
מדידת מאפיינים	על רמפה	5	מורשה (דרום)	24
מדידת מאפיינים	על רמפה	5	ירקון (דרום)	25
מדידת מאפיינים	על רמפה	5	קסם (דרום)	26
מדידת מאפיינים	על דרך מאספת מחלקת	5	ראש העין מזרח	27
מדידת מאפיינים	על דרך מאספת מחלקת	5	ראש העין מזרח (צפון)	28
מדידת מאפיינים	על רמפה	4	גהה (מערב)	29
מדידת מאפיינים	על דרך מאספת מחלקת	4	בר אילן (מערב)	30
מדידת מאפיינים	על רמפה	4	בר אילן (מזרח)	31
מדידת מאפיינים	על רמפה	4	מסובים (מערב)	32
מדידת מאפיינים	על רמפה	4	מסובים (מזרח)	33

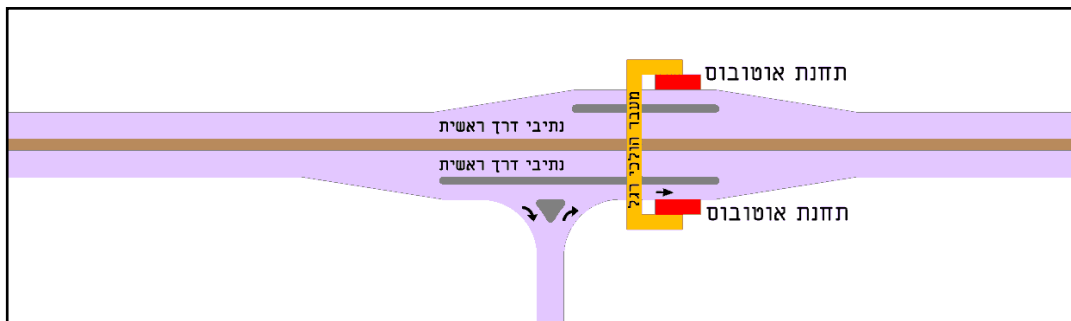


תרשים 4.1: סוגי התחנות שנכללו במחקר

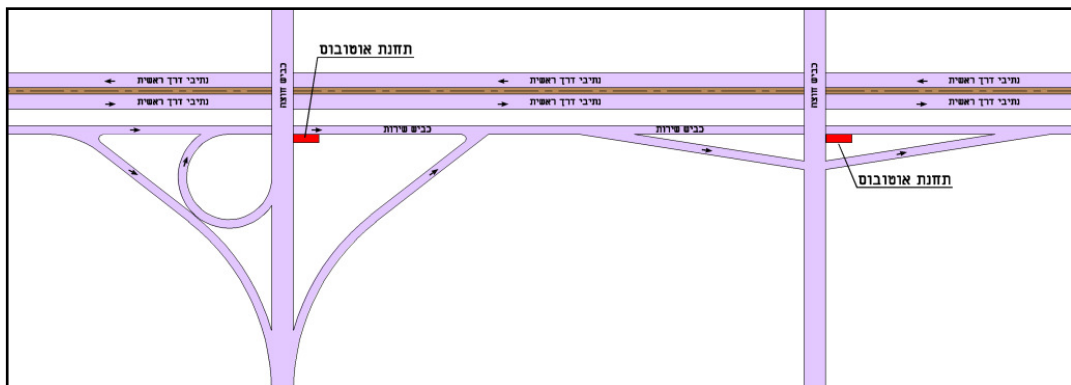
תחנה במפרץ ללא הפרדה:



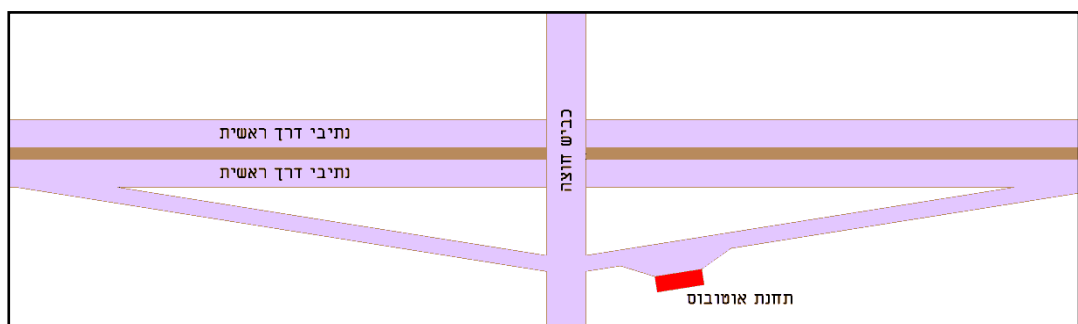
תחנה במפרץ עם הפרדה:



תחנה על דרך מאספת מחלקת:



תחנה על רמפה:





4.3 פרמטרים שנבחנו

במחקר התמקדנו במספר מאפיינים של תחנות אוטובוס במחלפים:

- הפרעה לתנועה העוברת בדרך הראשית הממוחלפת הנגרמת מכלי הרכב העוצרים בתחנה.
- בטיחות של הולכי רגל המשתמשים בתחנה.
- סוגי כלי הרכב המשתמשים בתחנה לעצירה.
- אינטנסיביות השימוש בתחנה, הן של כלי רכב והן של הולכי רגל מגיעים ועוזבים.
- נוחיות הגעה ועזיבה של התחנה על ידי הולכי הרגל המשתמש בתחנה.
- עיכובים לאוטובוס העוזב את הדרך המהירה לצורך מתן שרות בתחנה על הרמפה.
- תאונות במחלפים הקשורות לתחנות אוטובוס.

חלק מנושאים אלו קשורים זה בזה. לדוגמא שימושי הקרקע באזור המחלף משפיעים על אינטנסיביות השימוש בתחנה. לדוגמא, ליד מחלף בר אילן ממוקמות תחנות עם שימוש אינטנסיבי. מספר נוסעים עולים ויורדים לשעה גבוה, מספר קווי אוטובוסים העוצרים בתחנות גבוה, מספר אוטובוסים ומוניות שרות העוצרים בתחנות גבוה. הדבר קשור לשימושי הקרקע בסביבת המחלף. בינוי צפוף ומוסד אוניברסיטאי גדול היוצרים ביקוש גבוה לתחבורה ציבורית. המאפיינים הללו נאספו במגוון שיטות:

- הסרטה.

- מדידת זמני עיכוב.

הוחלט לבצע את ההסרטה באמצעות מצלמות קרקעיות המוצבות על גשרים. הוחלט לבצע "פיילוט" באתר עם פעילות רבה בתחנות האוטובוס. כאתר "פיילוט" לצורכי הסרטה נבחרו תחנות האוטובוס בשני מסלולי הנסיעה בדרך 2 סמוך לשכונת גבעת אולגה בעיר חדרה. במקום קיים גשר הולכי רגל עליו ניתן למקם בנוחות מצלמות קרקעיות על חצובה לצורך הסרטת אזור תחנות האוטובוס. צילום ה"פיילוט" בוצע ממספר נקודות על הגשר. ניתוח הצילום אפשר לקבוע את המאפיינים הבאים:

- נקודות הצבת המצלמה על גשר אשר נותנת תמונה טובה ביותר לצורך ניתוח התנועה.
- זווית הצילום (זום) הטוב ביותר להסרטה.
- אלו נתונים להפיק מהסרטים.

הוחלט לבצע הסרטה לצורך ניתוח תנועתי במספר סוגי תחנות:

- תחנה במפרץ על הדרך הראשית.
- תחנה בכביש שרות מופרד מהדרך הראשית.
- תחנה על דרך מאספת מחלקת של מחלף.
- תחנה על רמפה של מחלף.



הוחלט שעבור תחנות הנמצאות על רמפות במספר מחלפים יש להעריך מאפיינים נוספים בסיורי שטח נפרדים:

- עיכוב לרכב העוזב את הדרך הממוחלפת כדי לעבור בתחנה.
- אינטנסיביות פעילות הולכי רגל.
- נוחיות הולכי רגל במסלולי ההליכה אל / מהתחנה.
- סוג הגעת / עזיבת הולכי רגל: סביבה או מעבר (טרנספר).

4.4 בחינת הפרעות לתנועה עוברת בסמוך לתחנות האוטובוס

בסקר הספרות נסקר פרק תכנון תחנות אוטובוס במחלפים בהנחיות תכנון המחלפים של מע"צ. על פי הנחיות תכנון מחלפים, תחנת אוטובוס בדרך ממוחלפת, במידה והיא ממוקמת על הדרך הראשית, צריכה להיות במתחם שירות ייעודי, מיוחד למטרה זו, המקביל לדרך הממוחלפת. מתחם השירות צריך להיות מפרץ הסעה צמוד לשולי הדרך הממוחלפת, אשר מופרד ממנה ע"י אבן שפה בנויה, או כביש שרות ברצועה נפרדת, המרוחקת מעט משולי הדרך הממוחלפת, ומוליכה למפרץ הסעה. בכל אחת משתי האפשרויות המתוארות לעיל, היציאה מהדרך הממוחלפת והחזרה אליה יבוצעו באמצעות מחברי זרימה חד נתיביים ליציאה ולכניסה (נתיב האצה ליציאה ונתיב האטה לכניסה).

מסקירת המצב בדרכים הממוחלפות בארץ מצאנו כי בדרכים המהירות אין תחנות אוטובוס שלא על פי הנחיות אלו. בדרכים ממוחלפות שאינם מהירות מצאנו מספר תחנות אוטובוס המתאימות להנחיות לתכנון תחנות אוטובוס במחלפים וגם תחנות אוטובוס המתאימות להנחיות תכנון של דרכים בין עירוניות (שאינן מהירות). בתמונה 4.1 מופיע צילום של תחנה המתאימה להנחיות תכנון תחנות אוטובוס במחלפים בדרך מהירה. בתמונה 4.2 מופיע צילום של תחנה המתאימה להנחיות תכנון לדרכים בין עירוניות שאינן מהירות.



תמונה 4.1: תחנת אוטובוס דרך 2 מסעף יקום מתאימה להנחיות תכנון מחלפים



תמונה 4.2 : תחנת אוטובוס בדרך 2 ליד גבעת אולגה מתאימה להנחיות תכנון צמתים בין עירוניים

בטבלה 4.2 מוצגות תחנות אוטובוס הנמצאות בדרכים ממוחלפות בצמוד למסלולי הדרך הראשית. נמצאו תחנות ב-5 מסעפים ומחלפים המופרדים ממסלול הדרך הממוחלפת באמצעות מפרדה בנויה, ו-12 מחלפים ומסעפים בהן התחנות מוסדרות במפרץ.

טבלה 4.2 : תחנות אוטובוס סמוכות למסלולי דרכים ממוחלפות

תחנות אוטובוס במפרץ	תחנות אוטובוס בדרך שרות מופרדת	הדרך הממוחלפת
1) מחלף הראל (מסלול דרומי)		1
1) גבעת אולגה ליד גשר הולכי רגל 2) נעורים בית חרות ליד גשר הולכי רגל 3) מחלף חבצלת 4) מחלף נתניה (מסלול מערבי) 5) מסעף וינגייט 6) הרצליה ליד גשר הולכי רגל 7) הרצליה ליד משטרה גשר הולכי רגל (מסלול מזרחי) 8) גלילות ליד גשר הולכי רגל	1) מסעף רישפון 2) מסעף יקום 3) אודים 4) מחלף נתניה (מסלול מזרחי)	2



החברה הלאומית לדרכים בישראל בע"מ

4	(1) גבעת שמואל ליד גשר הולכי רגל (2) מחלף גבעת שמואל (3) גנות ליד גשר הולכי רגל	
5	(1) מסעף סמוך למחלף גלילות עם גשר הולכי רגל	

באתרים המופיעים על רקע תכלת, בוצע ניתוח הפרעות של כניסה, עצירה ויציאה מהתחנה. הניתוח בוצע באמצעות הסרטה של אזור התחנה במשך שעות היום. מתוך הסרטים הופקו נתוני תנועה במסלולי הדרך ובתחנה, נותחה כל עצירת רכב בתחנה. להלן עיקר הממצאים:

בקבוצת התחנות המופרדות מהדרך הראשית לא הייתה כל הפרעה על נתיבי הדרך הראשית כתוצאה מעצירת רכב בתחנה, כתוצאה מעמידת רכב בתחנה וכתוצאה מיציאת רכב מהתחנה. בקבוצת התחנות שאינן מופרדות מהדרך הראשית היו הפרעות קלות (רכב עוקב לרכב העוצר סטה בתחום הנתיב) והפרעות קשות (רכב עוקב לרכב העוצר בלם או עבר לנתיב סמוך) לתנועה בדרך הראשית. הפרעות לתנועה בכניסה לתחנה נגרמו על ידי 31% מכלי הרכב שעצרו, כאשר 10% מהעוצרים גרמו להפרעות קשות. הפרעות לתנועה בדרך הראשית בזמן שרכב עמד בתחנה נגרמו על ידי 28% מכלי הרכב שעצרו כאשר 10% מהעוצרים גרמו להפרעות קשות, והפרעות לתנועה בדרך הראשית נגרמו על ידי 29% מכלי הרכב שיצאו מהתחנה, כאשר 12% מהיוצאים גרמו להפרעות קשות.

בטבלה 4.3 מתוארות ההפרעות בכניסה, בעצירה וביציאה משבע תחנות אוטובוס הנמצאות בדרכים ממוחלפות במפרץ ללא מפרדה בנויה.

טבלה 4.3: הפרעות לתנועה בתחנות אוטובוס במפרץ בדרכים ממוחלפות

מס'	תחנה	מס' עצירות שנבחנו	% הפרעות בכניסה		% הפרעות בעמידה		% הפרעות ביציאה		% הפרעות ס"ה*	
			קל	קשה	קל	קשה	קל	קשה	קל	קשה
1	מחלף הראל (דרום)	296	7	14	8	19	4	5	19	38
2	גבעת אולגה (מערב)	160	3	0	8	2	8	18	19	20
3	גבעת אולגה (מזרח)	210	2	1	1	1	9	17	12	19
4	מחלף נתניה (מערב)	412	18	15	8	1	10	2	36	11
5	וינגייט (מערב)	239	0	0	לא נבדק		0	0	0	0
6	וינגייט (מזרח)	175	5	0	0	0	0	0	0	0
7	גבעת שמואל (מערב)	447	49	23	54	21	39	37	142	81
8	גבעת שמואל (מזרח)	275	38	15	48	5	37	4	123	24
	ס"ה כל התחנות	2214	21	10	20	8	16	12		

* סכום אחוזי ההפרעות בכניסה, בעמידה וביציאה



מבין התחנות במפרץ או על נתיב האצה בדרכים ממוחלפות ההפרעות הרבות ביותר שנגרמות לתנועה העוברת קורות בתחנה במחלף גבעת שמואל במסלול המערבי. בתחנה זו רובן של עצירות רכב בתחנה גורמות להפרעות לתנועה העוברת גם בכניסה לתחנה, גם בזמן העמידה בתחנה וגם בזמן היציאה מהתחנה.

4.5 בחינת בטיחות הולכי רגל בתחנות האוטובוס במחלפים ובדרכים ממוחלפות

רצוי למנוע פעילות הולכי רגל בתחום דרך מהירה או ממוחלפת. כאשר נדרשת תחנה סמוך לדרך המהירה יש לדאוג שהולכי הרגל יגיעו ויעזבו את התחנה ללא חיכוך עם כלי הרכב במסלולים של הדרך המהירה. לשם כך יש לדאוג לתנאים הבאים:

קיום הפרדה מפלסית בנקודות חצייה של מדרכות ומסלולי הנסיעה הממוחלפים.

גישות לתחנה לכלי רכב יהיו במסלולים מופרדים מהדרך המהירה בהם מהירות הנסיעה מופחתת ביחס למהירות בדרך הראשית.

פעילות הולכי הרגל לא תהיה סמוכה למסלולי הדרך הממוחלפת.

גידור המדרכות ושילוט הולם בכדי להבליט היכן מותר להולכי רגל ללכת ולעמוד.

כאשר לא ננקטים אמצעים אלו נוצרים מצבי סיכון להולכי רגל. להלן 2 דוגמאות: בתמונה 4.3 שנלקחה מתוך סרט שתיעד את סביבת תחנת אוטובוס בדרך ממוחלפת. מודגש במעגל אדום הולך רגל שירד קודם לכן מאוטובוס והולך על שול עקב אי קיום מדרכה המובילה ליעדו במקביל לדרך, כאשר בהסדר התנועה לא קיימת לתחנה האוטובוס הפרדה לתחנת האוטובוס מהמסלול הממוחלף, דבר המאלץ את נהג האוטובוס להשתמש בשול לצורך האצה והתמזגות תוך סיכון הולך הרגל. בתמונה 4.4 מודגש במעגל אדום נוסע שירד מאוטובוס מוציא את תיקו מתא המטען של האוטובוס כשגבו מופנה לתנועה במסלול הממוחלף.

בתחנות האוטובוס אשר תכנונם מתאים להנחיות מעצ לתכנון מחלפים בדרכים מהירות מספר האירועים שגרמו לסיכון נוסעים והולכי רגל היה אפסי.



תמונה 4.3: תחנת אוטובוס דרך 2 גבעת אולגה המוקף במעגל אדום- נוסע הולך בשול שמשמש נתיב האצה לאוטובוס



תמונה 4.4: תחנת אוטובוס דרך 2 גבעת אולגה מוקף במעגל אדום- נוסע מוציא תיק מתא המטען ליד מסלול הנסיעה הממוחלף

4.6 בחינת סוגי כלי הרכב המשתמשים בתחנה לעצירה

באתרים בהם בוצע ניתוח הפרעות של כניסה, עצירה ויציאה מהתחנה כחלק מניתוח של עצירת רכב בתחנה, נבדקו סוגי כלי הרכב שעצרו בתחנה, ומשך זמן העצירה. נמצא שבתחנות נעשה שימוש על ידי אוטובוסים, מוניות, רכב פרטי ומשאיות. יש לציין שעל פי תקנות התעבורה תחנות אוטובוס מיועדות לאוטובוסים בלבד. על מוניות חל איסור עצירה בתחנת אוטובוס וכן על כל סוגי כלי הרכב האחרים. למרות התקנות, תחנות האוטובוס משמשות לעצירת כל כלי הרכב. רובן של עצירות הרכב בתחנה הן לצורך העלאת והורדת נוסעים. חלקן של העצירות נובע מסיבות אחרות: בדיקת מטען הקשור על גג הרכב. הפסקה לאכילה ושתייה במסעדה סמוכה, דיבור בטלפון ועוד. בטבלה 4.4 מתוארים מספר ופילוג סוגי כלי הרכב שעצרו בתחנות שנבדקו. מהטבלה ניתן לראות שרובם של העוצרים בתחנות הם אוטובוסים ומוניות, יש מספר רב של עצירות רכב פרטי, ומספר המשאיות שעצרו בתחנות הוא קטן. בכל 14 התחנות שנבחנו כלי הרכב הפרטיים מהווים יותר משליש מכלי הרכב שעצרו. במספר תחנות כמו במחלף נתניה בשני הצדדים, ברישפון בשני הצדדים, כלי הרכב הפרטיים מהווים כמחצית מהעוצרים.

טבלה 4.4: עצירות כלי רכב לסוגיהם בתחנות אוטובוס בדרכים ממוחלפות

מס'	תחנה	מס' עצירות שנבחנו	% אוטובוס	% מונית	% פרטי	% משאית
1	הראל (צפון)	684	44	11	44	1
2	הראל (דרום)	296	49	9	40	1
3	גבעת אולגה (מערב)	160	56	28	16	0
4	גבעת אולגה (מזרח)	210	47	8	44	1



1	56	16	28	412	נתניה (מערב)	5
1	49	17	34	354	נתניה (מזרח)	6
0	12	45	43	239	וינגייט (מערב)	7
1	23	21	54	175	וינגייט (מזרח)	8
8	6	29	17	185	יקום (מערב)	9
0	29	55	16	91	יקום (מזרח)	10
5	45	11	39	134	רישפון (מערב)	11
15	50	20	15	94	רישפון (מזרח)	12
2	21	14	63	447	גבעת שמואל (מערב)	13
0	20	9	70	275	גבעת שמואל (מזרח)	14
2	37	19	43	3756	ס"ה כל התחנות	

4.7 בחינת אינטנסיביות השימוש בתחנות שבמחלפים

באתרים בהם בוצע ניתוח הפרעות של כניסה, עצירה ויציאה מהתחנה כחלק מניתוח של עצירת רכב בתחנה, נבדקה כמותית פעילות הולכי הרגל המשתמשים בתחנה. נספרו בכל רבע שעה מספר הולכי הרגל שירדו מרכב או עלו לרכב.

בתחנות גבעת שמואל מערב, הראל דרום והראל צפון, אינטנסיביות השימוש בתחנה על ידי הולכי רגל גבוהה מאוד, מעל 60 הולכי רגל המגיעים או עוזבים את התחנה בשעה.

בשני צידי תחנות רישפון אינטנסיביות השימוש נמוכה, פחות מ-10 משתמשים לשעה. בשאר התחנות אינטנסיביות ממוצעת, בין 10 ל-60 משתמשים לשעה.

יש התאמה בין כמות הולכי הרגל המשתמשים בתחנה לבין מספר קווי שרות בתחנה ומספר כלי הרכב העוצרים בתחנות. בתחנות עמוסות בהן קיים שימוש אינטנסיבי של הולכי רגל ועצירות רכב רבות, רבים בהם אירועי עצירה של מספר כלי רכב בו זמנית שגורמים להפרעות לכלי הרכב בנתיבים הראשיים הממוחלפים. תמונה 4.5 נלקחה מסרט שתיעד את המתרחש בסמוך לתחנה עמוסה במחלף גבעת שמואל. בתמונה דוגמא למצב בו מספר כלי רכב עוצרים בתחנה וגורמים להפרעה לכלי הרכב בתנועה העוברת. בטבלה 4.5 מצוינים מספר הולכי הרגל שהשתמשו בתחנות. הערכים הם ממוצעים ליום, ממוצעים לשעת שיא בקר, וממוצעים לשעת שיא אחר הצהריים. בטבלה מופיעים רק תחנות מסוג מפרץ בדרך הממוחלפת.



תמונה 4.5: תחנת אוטובוס דרך 4 מחלף גבעת שמואל מוקפים במעגל אדום- שני אוטובוסים ומונית העומדים בתחנה

טבלה 4.5: הולכי רגל מגיעים או עוזבים את התחנה בתחנות על הדרך הממוחלפת

מס'	תחנה	ממוצע (הולכי רגל לשעה)	שיא בקר (הולכי רגל לשעה)	שיא אחה"צ (הולכי רגל לשעה)
1	הראל (דרום)	96	100	111
2	גבעת אולגה (מערב)	לא נבדק	77	לא נבדק
3	גבעת אולגה (מזרח)	לא נבדק	לא נבדק	65
4	נתניה (מערב)	40	57	29
5	וינגייט (מערב)	42	48	48
6	וינגייט (מזרח)	33	28	46
7	יקום (מערב)	19	43	12
8	רשפון (מערב)	7	0	8
9	רשפון (מזרח)	2	5	5



החברה הלאומית לדרכים בישראל בע"מ

83	121	92	גבעת שמואל (מערב)	10
55	58	54	גבעת שמואל (מזרח)	11

בשתי תחנות אוטובוס, בהם קיים שימוש אינטנסיבי של הולכי רגל ושל כלי רכב עוצרים, שאינם נמצאים בסמוך לנתיבי התנועה במסלולים הממוחלפים, נבדקה כמותית פעילות הולכי הרגל המשתמשים בתחנה. גם בתחנות אלו אירועי עצירה של מספר כלי רכב בו זמנית בתחנה גורמים להפרעות לכלי הרכב בנתיבים הסמוכים. תמונה 4.6 נלקחה מסרט שתיעד את הנעשה סמוך לתחנה על רמפה של מחלף מעוין (Diamond). באתרים אלו ההפרעה אינה על הנתיבים של המסלולים הממוחלפים. בטבלה מופיעות תחנות ברמפה במחלף הראל בצד צפון, ובכביש השרות המזרחי במחלף נתניה. בטבלה 4.6 מצוינים מספר הולכי הרגל שהשתמשו בתחנה לצורך ירידה או עלייה על רכב. הערכים הם ממוצעים ליום, ממוצעים לשעת שיא בקר, וממוצעים לשעת שיא אחר הצהריים.

טבלה 4.6: הולכי רגל מגיעים או עוזבים בתחנות על רמפה או בכביש שרות

מס'	תחנה	ממוצע (הולכי רגל לשעה)	שיא בוקר (הולכי רגל לשעה)	שיא אחה"צ (הולכי רגל לשעה)
1	הראל (צפון)	63	65	100
2	נתניה (מזרח)	43	55	55



תמונה 6.4: תחנת אוטובוס על רמפה בדרך 1 מחלף הראל 4 אוטובוסים, רכב פרטי ועגלת "גזלן" רתומה לטנדר עומדים בתחנה תוך חסימת נתיב



בסיוור התרשמות שנערך במספר מחלפים הוערכה אינטנסיביות השימוש בתחנות שנמצאות על רמפה או בכביש השרות באמצעות ספירת הולכי רגל מגיעים ועוזבים את התחנה בשני פרקי זמן של 5 דקות. הספירות נעשו בשעות שפל בין השעה 9:00 לשעה 14:00. במחלפים הסירה, גהה, בר אילן ומסובים בצד מערב, נצפתה פעילות אינטנסיבית גבוהה מאוד של משתמשים הולכי רגל בתחנות. במחלפים אור עקיבא, ינאי ומסובים בצד מזרח נצפתה אינטנסיביות נמוכה של משתמשים הולכי רגל בתחנות. בטבלה 4.7 מצוינים מספר הולכי הרגל שהשתמשו בתחנה לצורך ירידה או עלייה על רכב. הערכים הם של מספר הולכי רגל עולים ויורדים מרכב בתחנה. הערכים חושבו מניפוח של ספירת הולכי רגל מתצפית של 10 דקות בשעות שפל ביום חול. במחלפים מורשה, וקסם הספירה נערכה ביום א' בבוקר. אנו מניחים שעקב היום בשבוע והשעה הערכים הם גבוהים מהממוצע.

טבלה 4.7 : תחנות על רמפה או בכביש שרות הולכי רגל מגיעים או עוזבים את התחנה בשעת שפל

ממוצע (הולכי רגל לשעה)	תחנה	מס'
12	אור עקיבא (מערב)	1
0	אור עקיבא (מזרח)	2
12	ינאי (מערב)	3
0	ינאי (מזרח)	4
24	נתניה (מערב)	5
60	נתניה (מזרח)	6
24	נוף ים (מערב)	7
132	הסירה (מערב)	8
24	הכפר הירוק (דרום)	9
*30	מורשה (דרום)	10
65	ירקון (דרום)	11
*66	קסם (דרום)	12
6	ראש העין מזרח (דרום)	13
60	ראש העין מזרח (צפון)	14
90	גהה (מערב)	15
120	בר אילן (מערב)	16
60	בר אילן (מזרח)	17
72	מסובים (מערב)	18
6	מסובים (מזרח)	19

* נתוני יום א' לפני הצהריים - כנראה גבוהים מהממוצע השבועי.



4.8 בחינת נוחיות הולך הרגל בהגעה ועזיבה של התחנות שבמחלפים

בסיור התרשמות שנערך במספר מחלפים הוערכה מידת הנוחיות בהגעת הולכי הרגל לתחנות. התחנות חולקו לשתי קבוצות. קבוצה אחת כללה מחלפים באזור לא מבונה, שכל הולכי הרגל מגיעים אליה באמצעות רכב ומבצעים מעבר (טרנספר) לרכב אחר. קבוצה שנייה כללה תחנות באזור מבונה שבה חלק מהולכי הרגל מגיעים או עוזבים את התחנה בהליכה רגלית. המאפיינים שנבדקו: סביבת התחנה- אזור לא מבונה, מבונה בדלילות, מבונה בצפיפות; מרחקי הליכה בין תחנות בין תחנה בדרך ראשית לבין תחנה בדרך המשנית; שיפוע מקסימאלי במסלול ההליכה; סוג הקטע המשופע בהליכה- מתון, תלול, רמפה עם מדרגות, מדרגות; סוגי חציית כבישים- מעבר חצייה לא מרומזר, מעבר חצייה מרומזר, הפרדה מפלסית בגשר. בטבלה 4.8 מרוכזים מאפייני מסלולי ההליכה בסמוך לתחנות אוטובוס במחלפים. בולטים מסלולי ההליכה הארוכים במחלפים קסם, נתניה, מורשה. במחלפים אלו נצפו הולכי רגל חוצים מסלולי נסיעה שלא במעבר חצייה, כדי לקצר את מרחק ההליכה בזמן המעבר (טרנספר) בין התחנות. ראה תמונה 4.7. מסלולי הולכי רגל הכוללים מדרגות או רמפות משופעות עם מדרגות, אינם תואמים את הנחיות התכנון העדכניות.



תמונה 7.4 : דרך 4 מחלף מורשה

מוקפים בעיגול אדום- הולכי רגל חוצים מסלול לא במעבר החצייה המרומזר



טבלה 4.8 : מאפייני מסלולי הליכה בסמוך לתחנות אוטובוס במחלפים

סוג חציות כביש בטרנספר	סוג המסופע ביותר	שיפוע הליכה מקסימאלי בטרנספר			מרחק הליכה ממוצע במעבר (טרנספר)	מרחק הליכה מריב במעבר (טרנספר)	סוג אזור	סוג הגעת הולכי רגל	שם מחלף/ מסעף	מס' דרך	מס'
		תלול	מתון	מישורי							
גשר, מעבר חצייה מרומזר	רמפה			√	כ 250 מ'	כ 500 מ'	מבונה בצפיפות מסחר	סביבה	הראל	1	1
גשר	מדרגות	√			אין מעבר (טרנספר)		מבונה בצפיפות	סביבה	אולגה	2	2
גשר, מעבר חצייה לא מרומזר	רמפה			√	כ 100 מ'	כ 150 מ'	מבונה בדלילות	סביבה	ינאי	2	3
גשר, מעבר חצייה מרומזר	רמפה	√			כ 400 מ'	כ 400 מ'	מבונה בצפיפות מסחר	סביבה	נתניה	2	4
גשר	רמפה	√			אין מעבר (טרנספר)		מוסד לימוד גדול	סביבה	וינגייט	2	5
גשר	רמפת מדרגות	√			אין מעבר (טרנספר)		מבונה בדלילות	סביבה	יקום	2	6
גשר	רמפת מדרגות	√			אין מעבר (טרנספר)		מבונה בדלילות	סביבה	רשפון	2	7
גשר	רמפת מדרגות	√			אין מעבר (טרנספר)		מבונה בדלילות	סביבה	נוף ים	2	8
גשר, מעבר חצייה מרומזר	רמפה			√	כ 250 מ'	כ 300 מ'	מבונה בדלילות מסחר	סביבה	רבין	2	9
גשר, מעבר חצייה מרומזר	רמפה		√		כ 100 מ'	כ 150 מ'	אזור תעשייה עילית	סביבה	הסירה	2	10
גשר, מעבר חצייה מרומזר	רמפה			√	כ 450 מ'	כ 600 מ'	מבונה בדלילות (ברביע אחד)	סביבה	מורשה	4,5	11
גשר, מעבר חצייה מרומזר	רמפה			√	כ 250 מ'	כ 400 מ'	מבונה בצפיפות מסחר	סביבה	גהה	4	12
גשר, רמפה משופעת	רמפה	√			כ 150 מ'	כ 350 מ'	מבונה בצפיפות מוסד לימוד גדול	סביבה	בר אילן	4	13
גשר, מעבר חצייה מרומזר	רמפה			√	כ 250 מ'	כ 350 מ'	לא מבונה	מעבר	מסובי ם	4	14
גשר, מעבר חצייה מרומזר	רמפה	√			כ 300 מ'	כ 400 מ'	מבונה בדלילות מוסד לימוד	סביבה	הכפר הירוק	5	15
גשר, מעבר חצייה מרומזר	רמפה			√	כ 150 מ'	כ 250 מ'	לא מבונה	מעבר	ירקון	5	16
גשר, מעבר חצייה מרומזר	רמפה		√		כ 200 מ'	כ 350 מ'	לא מבונה	מעבר	קסם	5,6	17
גשר, מעבר חצייה מרומזר	רמפת מדרגות	√			כ 250 מ'	כ 400 מ'	אזור תעשייה	סביבה	ראש העין מזרח	5	18

4.9 בחינת עיכובים לרכב העוזב את הדרך המהירה לצורך שרות תחנה על רמפה



במחלף מסוג מעוין (Diamond), קיים צומת בין הרמפות לבין הדרך המשנית, וקיימת אפשרות לרכב לחצות את הצומת ולחזור ברמפה לדרך הראשית. במחלף מעוין ניתן למקם תחנה על רמפת הכניסה לדרך הראשית אחרי הצומת (ראה תמונה 4.8). להסדרת תחנה כזאת יתרונות רבים: ההפרעות שנגרמות לתנועה בסמוך לתחנה רחוקות מהתנועה בנתיבי הדרך הממוחלפת, פעילות הולכי הרגל בתחנה רחוקה מנתיבי הדרך הממוחלפת, דבר שמשפר את הבטיחות באמצעות הפרדה בין אזור תנועת רכב במהירות גבוהה ותנועת הולכי רגל. הפרשי הגובה בין התחנות הממוקמות סמוך לצמתי המחלף הם קטנים, דבר המהווה יתרון לנוסעים במעבר (טרנספר) אשר עוברים בין התחנות. בהשוואה לחלופת בה התחנה במחלף נמצאת בדרך שרות ייעודית מופרדת מהדרך הראשית, החיסרון ביציאה לרמפה יכול לנבוע מהעיכוב הנוסף הנגרם לרכב התחבורה הציבורית כתוצאה מהיציאה לרמפות והמעבר בצומת עם הדרך המשנית. הסדר כזה נפוץ בארץ. בתמונה 8.4 מצולמת תחנה על רמפה במחלף מעוין הממוקמת אחרי צומת מרומזר. ניסינו להעריך את העיכובים הנגרמים לרכב במספר מחלפים מסוג מעוין בהם ממוקמות תחנות על רמפות מעבר לצומת. בטבלה 9.4 מוצגים עיכובי זמן שנמדדו במספר מחלפים מסוג מעוין עם צמתים מרומזרים, שבהם ממוקמות תחנות אוטובוס על רמפות אחרי הצומת. המדידות נערכו בשעות שונות של ימי חול. בשעות שפל לא היו כשלים ברמזור (כלי הרכב במופע הישר בצומת לא המתינו יותר ממשך מחזור אחד). כתוצאה מכך נמדדו עיכובים קטנים של דקות בודדות. במחלפים שבהם קיים גודש שגרתי (גודש המופיע בשעות מסוימות כמעט בכל יום ונובע מביקוש גדול מהקיבולת ולא מאירועים של חסימה אקראית של נתיבים) לא נצפו עיכובים הגדולים ממשך שני מחזורים של הצומת המרומזר. יש לציין שקיימים אירועים בהם העיכובים ברמפות יכולים להיות בעלי ערך שלילי. זה קורה כאשר הדרך הראשית גדושה והרמפות פנויות והנסיעה בהן מהירה יותר מהנסיעה במסלול הגדוש. זמני העיכוב המוצגים הינם ביחס לזמן הנסיעה בדרך הראשית הממוחלפת בין קצות רמפות הירידה והעלייה. קיימות שעות שיא של תנועה ברמפות, שונות משעות השיא של התנועה בדרך הראשית, בהם מתקיים גודש שיגרתי ברמפות. לא הצלחנו לאתר ולמדוד עיכובים בשעות כאלו.



תמונה 8.4 דרך 2 מחלף הסירה

תחנת אוטובוס על רמפה אחרי צומת מרומזר במחלף מעוין (Diamond)

טבלה 4.9 : זמני עיכוב על רמפות במחלפי מעוין עם צמתים מרומזרים

מס'	מס' דרך	שם מחלף	כוון נסיעה ברמפות	סוג שעה	שעת תחילת מדידה	עכוב (דקות)
1	2	רבין	לדרום	שיא בוקר	07:14	2
2	2	הסירה	לדרום	שיא בוקר	07:17	2
3	5	ירקון	למערב	שיא בוקר	07:34	-2*
4	5	הכפר הירוק	למערב	שיא בוקר	08:03	1
5	5	הכפר הירוק	למזרח	שיא אחה"צ	17:01	2
6	5	מורשה	למזרח	שיא אחה"צ	17:04	2
7	5	ירקון	למזרח	שיא אחה"צ	17:08	3
8	5	קסם	למזרח	שיא אחה"צ	17:12	2
9	2	הסירה	לצפון	שיא אחה"צ	17:25	2
10	2	רבין	לצפון	שיא אחה"צ	17:29	1

* גודש בדרך הממוחלפת גורם להפסד זמן שלילי (רוח זמן) לנוסעים ישר דרך הרמפות.



4.10 בחינת תאונות במחלפים הקשורות לתחנות אוטובוס

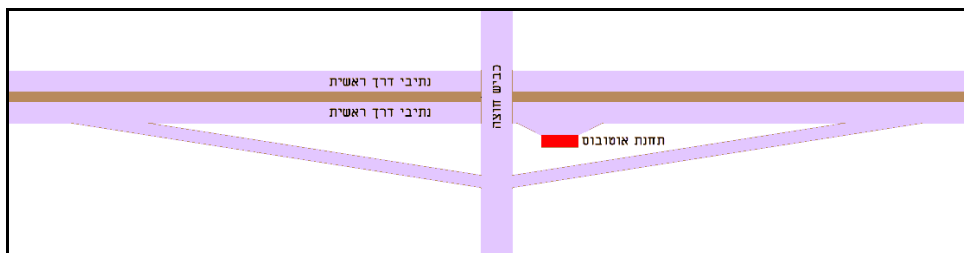
במחלפים ובמסעפים על דרכים ממוחלפות בהם בוצע ניתוח הפרעות של כניסה עצירה ויציאה מהתחנה נלקחו נתוני תאונות דרכים מתוך בסיס הנתונים של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. התאונות נבחרו על פי מיקום (מס' דרך ומס' קילומטר בדיוק של 100 מטר). לכל מחלף הוגדר תחום בין נקודות חיבור הרמפות לדרך הראשית. נבחרו כל התאונות עם נפגעים מהשנים 2005 - 2008. קובצו ס"ה תאונות שהתרחשו על הדרך הממוחלפת בתחום המחלף, ואלה מוצגים בטבלה 10.4. בכל המחלפים שנבחנו, תאונות מסוג פגיעה בהולך רגל מהוות פחות מ-10% מתוך סך כל התאונות עם נפגעים. אחוז התאונות עם נפגעים בהם מעורבים אוטובוסים ומוניות גבוה ברישפון (54%) ובוינגיט (42%) בגשר הולכי רגל בגבעת אולגה (30%) ובמחלף הראל (29%).

טבלה 4.10: תאונות בתחום מחלפים

תאונות עם נפגעים על הדרך הממוחלפת בתחום המחלף (שנים 2003-2008)				כל התאונות	שם מחלף	מס' דרך	מס'
תאונות בהם מעורבים אוטובוס או מונית		תאונות מסוג פגיעה בהולך רגל					
מס'	%	מס'	%				
26	29	1	1	91	הראל	1	1
13	30	0	0	44	אולגה (גשר ה"ר)	2	2
13	19	9	6	67	נתניה	2	3
5	42	8	1	12	וינגיט	2	4
2	14	0	0	14	יקום	2	5
7	54	8	1	13	רישפון	2	6
8	14	5	3	56	גבעת שמואל	4	7
29	18	4	7	164	בר אילן	4	8

4.11 ריכוז ממצאי מחקר השדה

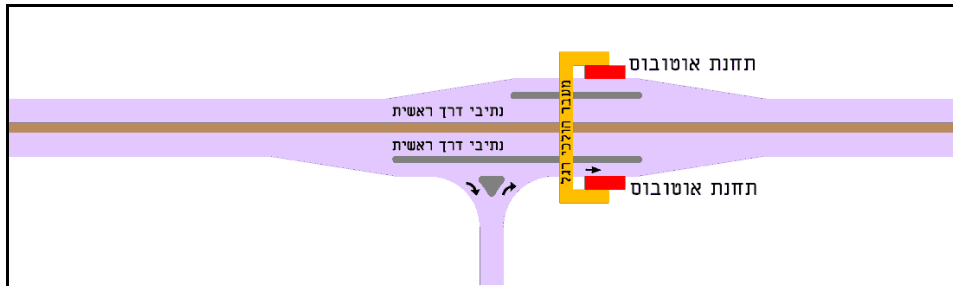
לשם המשך פיתוח המלצות התכנון, בחרנו לסווג את תחנות האוטובוס במחלפים על פי הסדר התנועה סמוך לתחנה. להלן ריכוז מאפיינים שנמצא בחקירת השדה:



תרשים 4.2: תחנה במפרץ על דרך ראשית ללא הפרדה

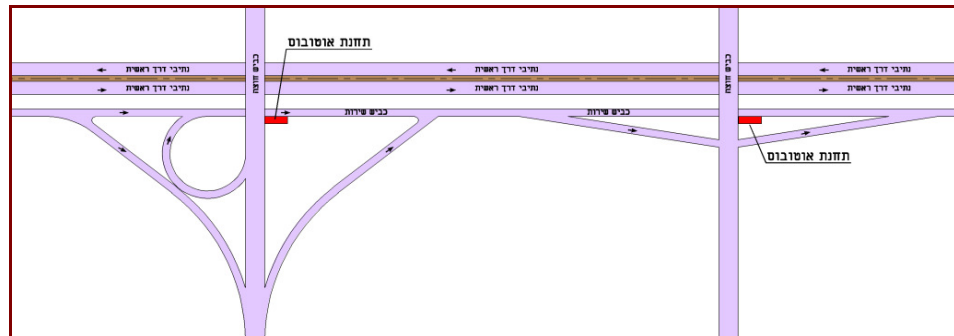


- יתרון: עיכובים מזעריים, ביחס לתנועה בדרך הראשית, לכלי רכב העוצרים בתחנה.
- יתרון: עלות נמוכה.
- חיסרון: נגרמות הפרעות גדולות לתנועה בדרך הראשית.
- חיסרון: יש בעיות בטיחות להולכי רגל.



תרשים 4.3: תחנה במפְרָץ על דרך ראשית (כולל נתיבי האצה והאטה) עם הפרדה:

- יתרון: אין הפרעות לתנועה בדרך הראשית.
- יתרון: פחות בעיות בטיחות להולכי רגל.
- יתרון: עיכובים מזעריים, ביחס לתנועה בדרך הראשית, לכלי רכב העוצרים בתחנה.
- חסרון: הולכי רגל נדרשים לעבור מפלס בדרכם אל/ מהתחנה.
- חסרון: עלויות גבוהות, נדרש להגדיל שטח גישור.

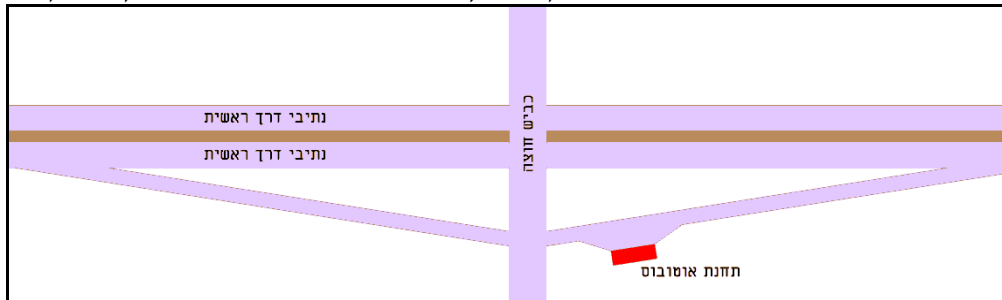


תרשים 4.4: תחנה על דרך מאספת / מחלקת של המחלף:

- יתרון: אין הפרעות לתנועה בדרך הראשית.
- יתרון: אין בעיות בטיחות להולכי רגל.
- יתרון: עיכובים מזעריים, ביחס לתנועה בדרך הראשית, לכלי רכב העוצרים בתחנה.
- חיסרון: במספר מחלפים מרחקי ההליכה של הולכי רגל, לביצוע מעבר (טרנספר), ארוכים.
- חסרון: השתזרות על כביש השרות וקושי בהתמזגות בין כביש השרות לרמפה.



תרשים 4.5: תחנה על רמפות של המחלף (בדרך כלל תחנה אחרי צומת במחלף מעוין):



- יתרון: אין הפרעות לתנועה בדרך הראשית.
- יתרון: אין בעיות בטיחות להולכי רגל.
- יתרון: הפרשי גובה בין התחנות במחלף נמוכים, דבר המקל על נוסעים המבצעים מעבר (טרנספר).
- חיסרון: במספר מחלפים מרחקי ההליכה של הולכי רגל לביצוע מעבר (טרנספר) ארוכים.
- חיסרון: העיכובים לכלי רכב העוצרים בתחנה, ביחס לתנועה בדרך הראשית, תלויים בתנאי זרימה ברמפות.



5. המלצות להנחיות תכנון תחנות אוטובוס במחלפים

מיקום תחנות אוטובוס על רשת הדרכים הוא חלק מתכנון מערכת התחבורה הציבורית. תכנון מערכת תחבורה ציבורית צריך לכלול מידע על הביקושים, וצריך לתת מענה לביקושים אלו ברמת שרות מוגדרת. תכנון המערכת צריך להתייחס לסוג אמצעי התחבורה השונים. תכנון תחנות בהיררכיות שונות: מרכזיות- שמהוות תחנות קצה לחלק מהקווים, משניות- בהם מבוצע מעבר (טרנספר) בין קוים, ומקומיות. במקרה של שימוש ברשת הדרכים באמצעות אוטובוסים ומוניות (ולא באמצעים אחרים כגון רכבות, מטוסים, רכבלים ועוד) יש לתכנן קווי תחבורה ציבורית שונים: ישירים, מהירים ומאספים, כשלכל קו מפורטים תדירויות, תחנות עצירה לאיסוף ותחנות עצירה לפיזור.

ברשת הדרכים הבין עירונית בישראל, אמצעי התחבורה הציבורית הנפוצים ביותר הם אוטובוסים, מוניות שרות ומוניות. כלי רכב אלו משתמשים בתחנות האוטובוס הממוקמות לאורך הדרכים הבין עירוניות. בתחנות אלו נוהגים לעצור גם מכוניות פרטיות לצורך העלאת או הורדת נוסעים. כמו כן נפוץ בארץ שימוש בתחנות אלו לצורך תפישת "טרמפים". תחנות אוטובוס פזורות ברובם של הצמתים הבין עירוניים וברובם של המחלפים בדרכים הראשיות, שאינם דרכים מהירות.

מחקר זה עוסק בזוית אחת של תכנון התחבורה הציבורית, והיא מיקומה של תחנת האוטובוס באזור מחלף דרכים.

השיקולים לתכנון קווי אוטובוס על רשת הדרכים והתחנות של כל קו אינם כלולים במחקר זה. מכאן אין מחקר זה יכול לענות על שאלות כגון:

- האם יש צורך בתחנות אוטובוס במחלף זה או אחר?
- האם ניתן לבטל תחנות אוטובוס קימות בעת שידרוג צומת או מחלף?
- האם יש צורך בתחנות בכל כווני הנסיעה עם אפשרות למעבר (טרנספר) ביניהן, או שניתן להסתפק בתחנות עם מעבר (טרנספר) בין חלק מכווני הנסיעה?
- האם יש צורך לשרת את הסביבה באמצעות תחנת אוטובוס במחלף סמוך, או שניתן לשרת את הסביבה באמצעות קו אוטובוס פנימי, שלא מגיע כלל למחלף?

התשובות לשאלות מסוג זה חייבות להינתן על ידי הרשות האחראית לתכנון התחבורה הציבורית. לצורך מענה על שאלות אלו יש לקבוע מדיניות, ולאסוף נתונים. רק לאחר מכן, באמצעות המדיניות והנתונים, ניתן לתכנן. התכנון ייקח בחשבון את המורכבות והעלות למיקום תחנות אוטובוס במחלף ויספק תשובות לשאלות מהסוג הנ"ל.

יחד עם זאת, אנו מציעים בהמשך בעת הדיון על מיקום התחנה, לשקול לעיתים את ביטולה או את העברתה למחלף סמוך.

במחקר זה אנו מניחים כי הצורך בתחנות אוטובוס במחלף מסוים נקבע לאחר בדיקה, ויש לתכנן את מיקומן לצורך תכנון בתחומי המחלף או סביבתו.

לצורכי תכנון, יש צורך בנתונים והערכות כדלקמן:

- כווני הנסיעה של קווי האוטובוסים במחלף.

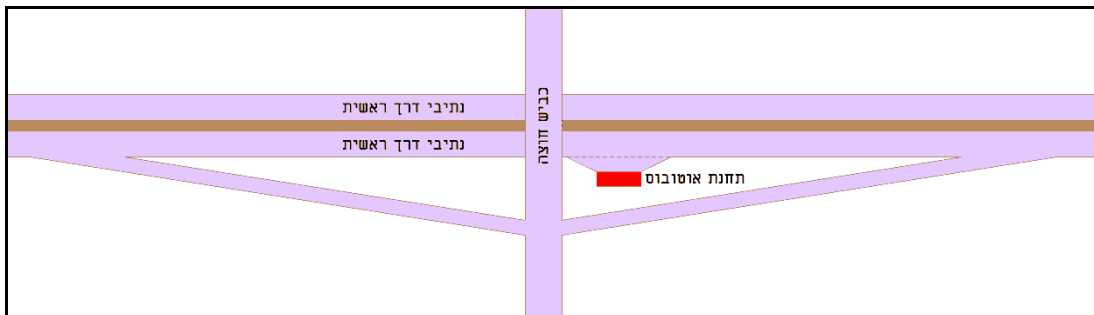


- מספר האוטובוסים העוצרים בתחנות במחלף, בשעות השיא.
 - סוג הקווים, מהירים ומאספים, העוצרים במחלף.
 - מספר הנוסעים העולים/היורדים והמגיעים לתחנות במחלף מהסביבה, בשעות השיא.
 - מספר הנוסעים המבצעים מעבר (טרנספר) מכל תחנה לכל תחנה במחלף.
 - היקף פעילות נוספת בתחנה (מוניות, טרמפים וכו').
- באמצעות מידע זה נמליץ על מיקום התחנה שיש לתכנן במחלף.

5.1 חלופות סוגי תחנות במחלפים

התחנות סווגו על פי מיקומן והסדרי התנועה סמוך אליהן. בחקירת השדה נבחנו מאפיינים שונים לארבעה סוגי תחנות: תחנה במפרץ על דרך ראשית ללא הפרדה, תחנה על דרך ראשית עם הפרדה, תחנה על דרך שרות של המחלף, תחנה על רמפה אחרי צומת. לסוגי תחנות אלו הוספנו עוד שלשה סוגי תחנות: מסוף תחבורה, תחנה בנת"צ שמאלי וזוג תחנות על דרך ראשית (לא במחלף). המלצות התכנון המופיעות בהמשך לוקחות בחשבון מאפיינים שונים של המחלף ושל התחנה הנדרשת, ומכוונות את תכנון התחנה על פי אחד מסוגים אלו, או לחילופין ממליצים על ביטולה.

להלן התרשימים, היתרונות, החסרונות והמלצות כלליות של כל אחד מסוגי תחנות אלו:



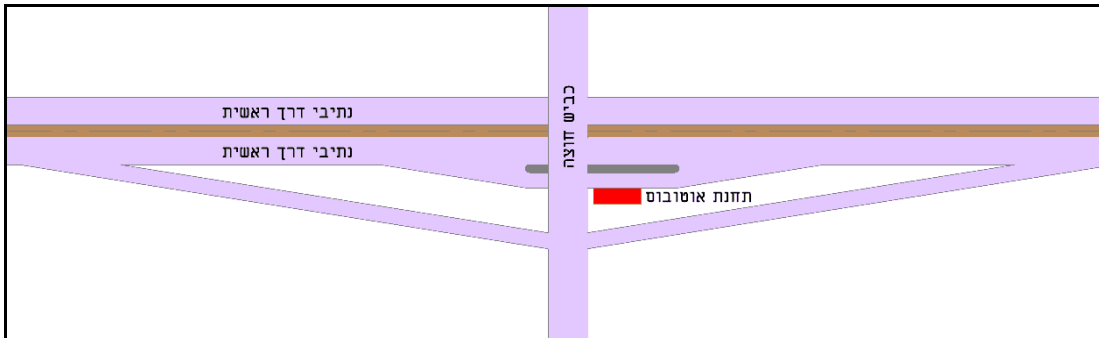
תרשים 5.1: תחנה מסוג 0 - תחנה על הדרך הראשית במפרץ ללא הפרדה

חסרונות: נגרמות הפרעות גדולות לתנועה בדרך הראשית, הפרעות בעלות סיכון בטיחותי; בעיות בטיחות להולכי רגל הסמוכים לכביש ראשי מהיר.

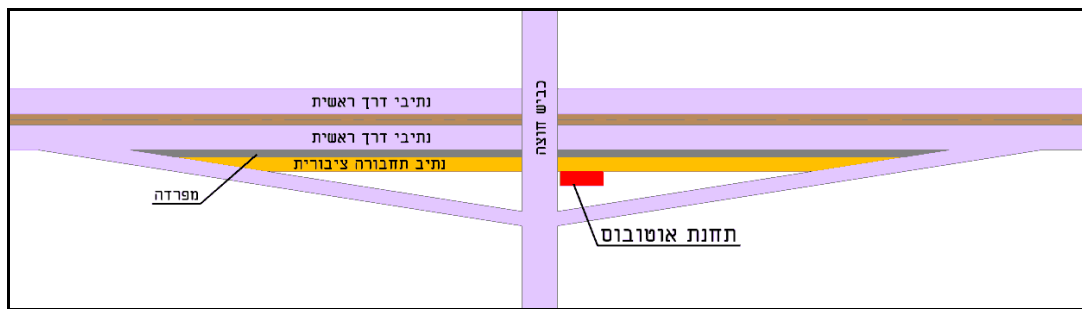
יתרונות: עיכובים מזעריים לכלי רכב העוצרים בתחנה ביחס לתנועה בדרך הראשית; עלות נמוכה.

המלצה: להימנע תמיד מתחנה מסוג 0 בדרך הממוחלפת! במידה ובדרך החוצה במחלף יש צמתים, ניתן למקם בה תחנה מסוג זה.

תרשים 5.2: תחנה מסוג 1 - על הדרך הראשית עם הפרדה (כולל נתיבי האצה והאטה)



חלופה א'



חלופה ב'

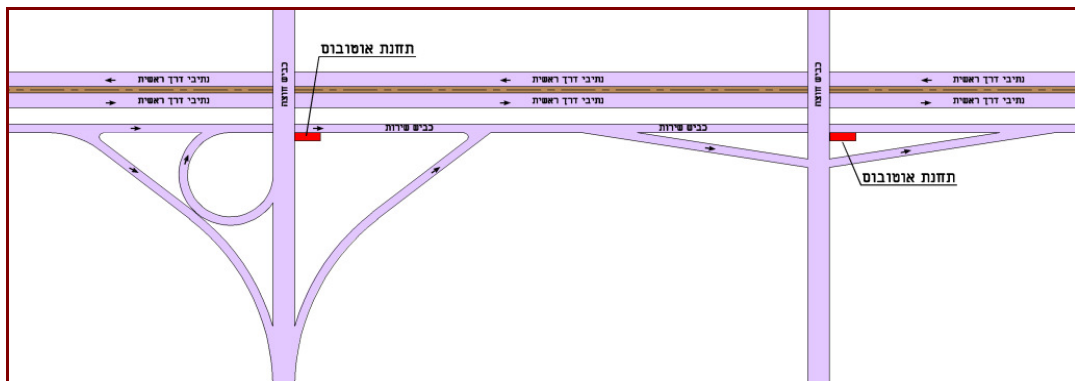
חסרונות: הולכי רגל נדרשים לעבור מפלס בדרכם אל/ מהתחנה. עלויות גבוהות, נדרש להגדיל שטח גישור.

חסרונות חלופה א': שתי יציאות סמוכות ושתי כניסות סמוכות.

חסרונות חלופה ב': קושי בהתמזגות ברמפה.

יתרונות: מעט הפרעות לתנועה בדרך הראשית. אין בעיות בטיחות להולכי רגל. עיכובים מזעריים לכלי רכב העוצרים בתחנה, ביחס לתנועה בדרך הראשית.

המלצה: רוחב ההפרדה הוא פונקציה של סוג הדרך: בדרך ראשית 3 מ' לפחות; בדרך אזורית 2 מ' לפחות, וזאת על מנת לאפשר הצבת גדר הולכי רגל.

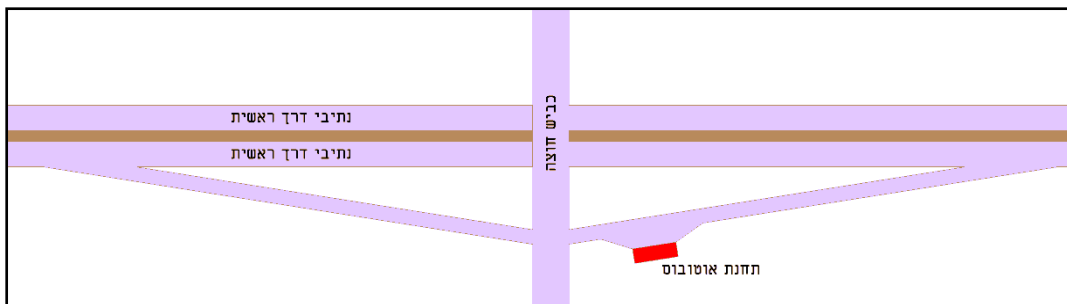


תרשים 5.3: תחנה מסוג 2 - תחנה על דרך מאספת / מחלקת של המחלף



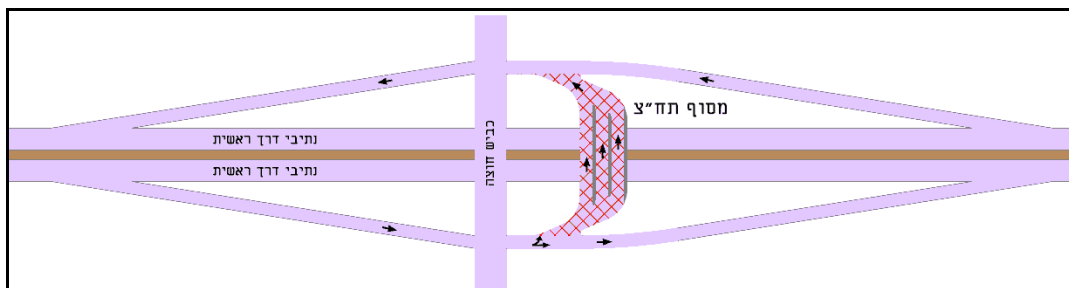
חסרונות: במספר מחלפים מרחקי ההליכה של הולכי רגל ארוכים בעת ביצוע מעבר (טרנספר). העיכובים לכלי רכב העוצרים בתחנה, ביחס לתנועה בדרך הראשית, תלויים בתנאי הזרימה. בעיית השתזרות בדרך המאספת/מחלקת. בעיית התמזגות בין כביש השרות והרמפה הימנית. יתרונות: אין כלל הפרעות לתנועה בדרך הראשית. הולכי רגל רחוקים מהכביש המהיר. עלות נמוכה במידה והדרך המאספת/מחלקת קיימת.

תרשים 5.4: תחנה מסוג 3 - תחנה על רמפה אחרי צומת



כדי להתקין תחנות מסוג זה צריכה להיות אפשרות חזרה מרמפת היציאה אל הדרך הראשית. בגלל שילוב של צומת במסלול נסיעת האוטובוס יש לבחון את מידת העיכובים בצומת, ובמידת הצורך לפעול לצמצום עיכוב זה ע"י שינויים ברמזורים או תוספת נ"צ. תחנות כאלו אופייניות למחלפי מעוין (Diamond).

חסרונות: במספר מחלפים מרחקי ההליכה של הולכי רגל, לביצוע מעבר (טרנספר), ארוכים. העיכובים לכלי רכב העוצרים בתחנה, ביחס לתנועה בדרך הראשית, תלויים בתנאי הזרימה ברמפות. יתרונות: אין הפרעות לתנועה בדרך הראשית. אין בעיות בטיחות להולכי רגל. הפרשי גובה בין התחנות במחלף נמוכים, דבר המקל על נוסעים המבצעים מעבר (טרנספר).

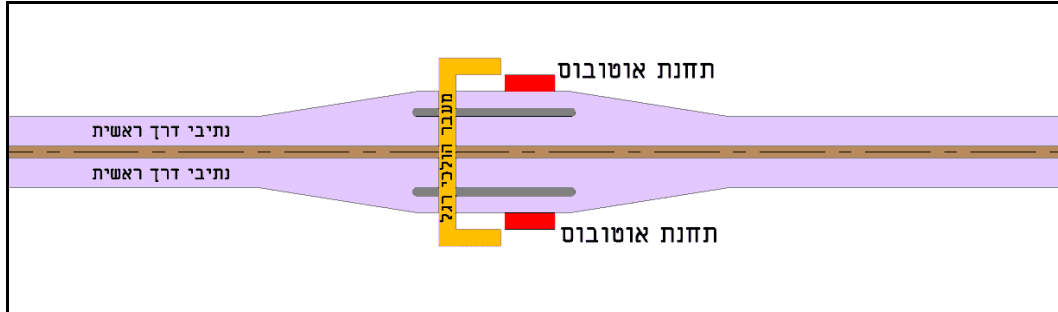


תרשים 5.5: תחנה מסוג 4 - מרכז תחבורה

הערה- מרכז תחבורה מתקשר לתחנות קצה ולמעברים (טרנספרים). חסרונות: כניסה ויציאה למרכז התחבורה כרוכים בהפסד זמן. מסלולי החיבור לסביבה בדרך כלל ארוכים. פתרון מסובך. עלויות גבוהות.



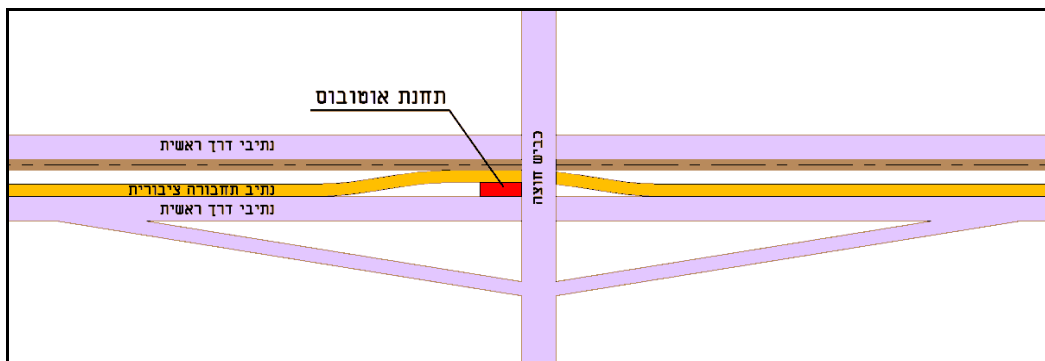
יתרונות: מקום מפגש מרוכז של כל התחנות. המסלולים להולכי רגל המבצעים מעברים (טרנספרים) קצרים, ובטיחותם גבוהה (במידה ומרכז התחבורה מתוכנן היטב).



תרשים 5.6: תחנה מסוג 5 - זוג תחנות על דרך ראשית עם הפרדה

סוג זה הינו דומה לתחנה מסוג 1 מבחינת הדרך הראשית, אך מנותק הוא מהמחלף. תחנה מסוג זה מיועדת לביצוע מעבר (טרנספר) בסמוך למחלף מערכת. תחנה זו מורכבת מצמד תחנות מסוג 1 שאינן ממוקמות במחלף. היתרונות והחסרונות של תחנה זו זהות ליתרונות וחסרונות של תחנה מסוג 1.

חסרונות: הולכי רגל נדרשים לעבור מפלס בדרכם אל התחנה או ממנה. יתרונות: אין הפרעות לתנועה בדרך הראשית. פחות בעיות בטיחות להולכי רגל. עיכובים מזעריים, ביחס לתנועה בדרך הראשית, לכלי רכב העוצרים בתחנה. מנותק מבעיות המחלף. רוחב ההפרדה כמומלץ בסוג 1.



תרשים 5.7: תחנה מסוג 6 - תחנה במת"צ מרכזי או נת"צ שמאלי

פתרון אופייני למסלול רכבת קלה במרכז הדרך או למת"צ מרכזי, בין מסלולי הנסיעה של כלי הרכב או לנת"צ שמאלי. מתקשר למעבר (טרנספר) של נפח נוסעים גדול בין רכבת קלה או BRT לבין אוטובוסים מזינים.

חסרונות: קושי לקשר בין המפלסים. במרכז כביש ראשי/מהיר. יתרונות: בטוח ונוח לנוסעים במידה ומופרד היטב מנתיבי הנסיעה.



5.2 איכות סוגי התחנות

איכות תכונות סוגי התחנות מרוכזים בטבלה 5.1. התכונות ניתנו במדד איכותי. תכונה חיובית מיוצגת ב סימן "+", תכונה חיובית מאוד בסימן "+ +". בהתאמה חסרון מיוצג בסימן "-", וחסרון גדול בסימן "- -".

טבלה 5.1 : איכות מאפייני סוגי התחנות

עלות	פשטות התכנון	חסכון בעיבוד האוטובוס והנוסעים	נוחיות משתמשי תחנה	בטיחות משתמשי תחנה	בטיחות בדרך ראשית	סוגי תחנות
++	++	++	-	--	--	0 תחנה על דרך ראשית ללא הפרדה
-	+	++	- לסביבה + למעבר (טרנספר)	+	-	1א' תחנה על דרך ראשית עם הפרדה ועם כניסה ויציאה נפרדות
-	+	++	- לסביבה + למעבר (טרנספר)	+	+	1ב' תחנה על דרך ראשית עם הפרדה ועם כניסה ויציאה משותפות
++ במידה והדרך קיימת	+	+	-	+	+	2 תחנה על דרך מאספת / מחלקת של המחלף
++	+	-	+	++	++	3 תחנה על רמפה אחרי צומת
--	--	--	+ למעבר (טרנספר)	+ למעבר (טרנספר)	++	4 מרכז תחבורה
-	++	++	+	+	+	5 זוג תחנות על דרך ראשית עם הפרדה
-	--	++	+ למעבר (טרנספר)	+	+	6 תחנה במת"צ שמאלי



5.3 שיקולים בהתאמת סוג התחנה למחלף

שאיפתנו היא להשתמש במידע שנאסף בסקר הספרות, בתוצאות חקירת המצב בשטח, בעקרונות תכנון כלליים לעיכובי רכב ומסלולי הליכה להולכי רגל, וברעיונות שהועלו על ידי מבצעי המחקר לצורך קביעת סוג מיקום התחנה המתאים ביותר לכל מחלף עם מאפיינים נתונים. להלן מובאים באופן מתומצת כל פרטי המידע בהם יש להשתמש לצורך התאמת סוג התחנה למחלפים השונים על פי מקורם.

ריכוז נתוני סקר הספרות:

- במחלפי מערכת מומלץ לא למקם תחנות.
- במחלפי מערכת ניתן למקם תחנה על דרך מאספת מחלקת או במחלף גישה הנשען על אחת הרמפות.
- במחלפי גישה מומלץ למקם תחנות בתחומי הרמפות.
- במחלפי גישה באזור עירוני (באזור עירוני נדרשת נגישות להולכי רגל בין התחנות והסביבה) מומלץ למקם את התחנות במפלס הדרך החוצה.
- במחלפי גישה מומלץ למקם תחנות בדרכי שרות ובדרכים מאספות מחלקות.
- במקרים בהם לא ניתן למקם תחנות במחלף ברמפות גישה או בדרכי שרות, ניתן למקם תחנה ליד מסלולי הדרך הממוחלפת במפרץ שרות מיוחד המופרד באמצעות אי בנוי.
- במחלף גישה שאינו מאפשר חזרה מהרמפה לכביש הראשי ניתן למקם תחנה במחלף ליד מסלולי הדרך הממוחלפת.
- מחלפי מעוין (Diamond) הם הנוחים ביותר לשילוב תחנות.
- כאשר במחלף מעויין עם תחנות נגרמים עיכובים גדולים לאוטובוס, ניתן לצמצם באמצעות נתיב תחבורה ציבורית ברמפות.

ריכוז תובנות מחקירת השדה:

- תחנה במפרץ ללא הפרדה על דרך ממוחלפת גורמת להפרעות רבות לתנועה העוברת ולליקויים בטיחותיים בולטים לכן אין לתכנן סוג תחנה זה במסלולי הדרך הממוחלפת.
- תחנות מהסוגים: על דרך ראשית עם הפרדה, על דרך מאספת / מחלקת של המחלף ועל רמפה אחרי צומת, מתפקדות היטב, אינן יוצרות בעיות זרימת תנועה וניתן להמליץ על יישומן.

עקרונות תכנון כלליים:

- דרך מהירה הינה מחוץ לתחום להולכי רגל לכן מומלץ לא להציב תחנות בתחומה ובתחום מחלף מערכת בין דרכים מהירות.
- ניתן למקם תחנות במחלפי גישה בדרך מהירה. במקרה זה התחנות תמוקמנה מחוץ לדרך המהירה, על רמפות או במסופים.



- בתכנון תחנות במחלפים יש להתחשב במרחקי הליכה והפרש הגבהים לאורך מסלולי ההליכה בין התחנות לצורך מעבר (טרנספר), ובין הסביבה והתחנות.
רעיונות תפעוליים:
- הצבת תחנות לצורך ביצוע מעבר (טרנספר) במחלפי מערכת היא מסובכת ויקרה, ובדרך כלל מצריכה מסלולי הליכה ארוכים ומשופעים. במקרים אלו ניתן להמיר את התחנה במחלף מערכת בתחנות במחלפי גישה או מפרידנים סמוכים או בתחנות בקטע דרך זו מול זו עם חיבור ביניהם בהפרדה מפלסית או במחלף יעודי למסוף סמוך לצורכי ביצוע מעבר (טרנספר).
- שיקולים עיקריים:
במחלפי גישה בדרך כלל לא קיימים קשיים גדולים במיקום תחנות אוטובוס. להלן מספר עקרונות מנחים למיקום תחנות במחלפי גישה:
- במחלף גישה, כאשר ניתן לחזור לדרך הראשית מהרמפות, עדיפה תחנה על רמפה אחרי צומת (סוג 3).
- במחלף גישה, כאשר נוסעים מגיעים מהסביבה, מומלצת תחנה על רמפה במפלס הדרך החוצה (סוג 3).
- במחלף גישה, כאשר לא ניתן לחזור לדרך הראשית מהרמפות, יש לבחון תחנות על דרך ראשית עם הפרדה (סוג 1), או תחנה על דרך מאספת / מחלקת של המחלף (סוג 2).
- במחלף גישה, כאשר תחנה היא על רמפה אחרי צומת (סוג 3), והעיכובים ברמפה גדולים, יש לבחון נת"צ מקומי.
- במחלפי מערכת בדרך כלל מסובך למקם תחנות. סוגי התחנות שניתן למקם הם: על דרך מאספת / מחלקת של המחלף (סוג 2), או על הדרך הראשית ועל רמפות ישירות עם הפרדה (סוג 1).
- במקרים רבים במחלפי מערכת מרחקי ההליכה לצורך ביצוע מעבר (טרנספר) הם גדולים ומצריכים חצייה בהפרדה מפלסית ומרחקי הליכה ארוכים.
להלן מספר עקרונות מנחים למיקום תחנות במחלפי מערכת:
- במחלפי מערכת בין דרכים מהירות, מומלץ לא למקם תחנות בתחום המחלף, משיקולי בטיחות הולכי רגל.
- כאשר נדרשת תחנה במחלפי מערכת, בדרכים שאינן מהירות עם אינטנסיביות נמוכה של נוסעים ואוטובוסים המבצעים מעבר (טרנספר), ניתן למקם תחנות על דרך מאספת / מחלקת של המחלף (סוג 2), או על הדרך הראשית עם הפרדה (סוג 1), בתנאי שמרחקי ההליכה בין התחנות הם נמוכים.
- במספר מיקרים בהם נדרשת תחנה במחלפי מערכת, בדרכים שאינן מהירות מומלץ לבחון תחנות מסוג מסוף תחבורה (סוג 4), או תחנות במחלפי גישה או מפרידנים סמוכים. להלן רשימה של מקרים כאלו: אינטנסיביות גבוהה של נוסעים ואוטובוסים,



נוסעים מגיעים / עוזבים אל / מהסביבה, מרחקי ההליכה בין תחנות אפשריות על דרך מאספת / מחלקת של המחלף (סוג 2), או על הדרך הראשית עם הפרדה (סוג 1) גבוהים ביחס למרחקי ההליכה המירביים המומלצים.

מכיוון שכמות הכללים וכמות המאפיינים הנדרשים להתאמת סוג התחנה למחלף הם רבים, מוצע בזאת תהליך תכנון אשר לוקח בחשבון כללים ומאפיינים אלו באופן שיטתי לצורך מציאת סוג התחנה המתאים ביותר לכל מחלף. התהליך הוא באמצעות תרשימי זרימה. הקלט בתהליך הוא מאפייני המחלף ומיקומו ביחס למחלפים סמוכים, צורת הגעת הנוסעים, אינטנסיביות התחבורה הציבורית וסוגה. הפלט בתהליך הוא סוג התחנה המומלץ ביותר לתכנון.

מכיוון שבנושא בחירת סוג תחנות אוטובוס קיים הבדל גדול בין מחלפי מערכת למחלפי גישה מוצעים תרשימי זרימה נפרדים למחלפי מערכת ומחלפי גישה.



5.4 תרשימי זרימה להתאמת סוג התחנה למחלף

לצורך התאמת סוג תחנה למחלף מוצגים תרשימי זרימה. השימוש בתרשימי הזרימה באמצעות הצבת מאפיינים שונים של התחנה ושל המחלף מצביע על סוג התחנה המומלץ ביותר. ניתן להשתמש בתרשימים הזרימה למספר מטרות:

- לצורך התאמת סוג תחנה במחלף קיים, כולל שינוי המחלף בהתאם לצורך.
 - לצורך בחינת חלופות תכנון מחלף ותחנותיו כאשר קיים צורך להצבתם.
- לצורך השימוש בתרשימי הזרימה יש להגדיר את המאפיינים הבאים של המחלף ושל התחנה:

הירכית המחלף:

- מחלף מערכת.
- מחלף גישה.

צורת המחלף:

- אין אפשרות לחזור לדרך הראשית לאחר ירידה לרמפה.
- יש אפשרות לחזור לדרך הראשית לאחר ירידה לרמפה.

צורת הגעת הנוסעים:

- | | |
|-----|----------------------------|
| ה"ר | • הליכה ברגל אל/מסביבה- |
| P&R | • חנה וסע (Park & Ride)- |
| K&R | • הבא וסע (Kiss & Ride)- |
| B-B | • מעבר מאוטובוס לאוטובוס - |

הקיצורים במסגרות הם המסומנים בתרשימי הזרימה בהמשך.

מרחקי הליכה של הולכי רגל:

המרחקים המומלצים להלך תואמים את "אומדני מרחקי הליכה עירוניים כבסיס לתכנון" המופיעים בטבלה 3.1 בהנחיות לתכנון רחובות בערים: תנועת הולכי רגל (אוקטובר 2009) של משרד התחבורה ומשרד הבינוי והשיכון. כאשר מסלול ההליכה אינו אופקי, ישולב הרכיב האנכי בחישוב מרחק ההליכה המותר, כך שעבור כל הפרש אנכי של מטר אחד בעליה, יוחסרו 15 מטרים ממרחק ההליכה המותר, עבור כל הפרש אנכי של מטר אחד בירידה, יוחסרו 2 מטרים ממרחק ההליכה המותר. בהנחיות התכנון עבור טווחי הליכה מומלצים בתנאים קשים, טווח הליכה קצר הוא 0-200 מ', טווח הליכה בינוני הוא 200-350 מ'.

סוג תכנון המחלף:

- תכנון מחלף חדש על דרך חדשה. (לא הייתה דרך ותחנה בעבר).
- שדרוג מחלף קיים. (יש במחלף הקיים תחנה).
- הפיכת צומת קיים למחלף. (יש תחנה בצומת הקיים).



אינטנסיביות של נוסעים:

האינטנסיביות תמדד כמספר של נוסעים עולים ויורדים בתחנה בשעת השיא לשנת היעד של המחלף המתוכנן. אינטנסיביות גבוהה הינה יותר מ- 40 נוסעים עולים או יורדים בכל אמצעי הנסיעה בשעת שיא.

זמן עיכוב לאוטובוס היוצא לרמפה:

זמן העיכוב ברמפה ובצמתים ביחס לנסיעה חופשית בדרך הממוחלפת.
 הערה: במקרה של גודש בדרך המהירה זמן העיכוב יכול לקבל ערך שלילי.
 זמן עיכוב מרבי בשעת שיא לקו מאסף: 3 דקות. זמן עיכוב מרבי לקו מהיר 2 דקות.

זמני נסיעה בין מחלף מערכת למחלפי גישה סמוכים:

כאשר מחלף סמוך נמצא בתוואי נסיעת האוטובוסים: זמן נסיעה קצר עד 5 דקות.
 כאשר מחלף סמוך אינו נמצא בתוואי נסיעת האוטובוסים: זמן נסיעה הלוך ושוב קצר הינו עד 3 דקות לקו מהיר ו-5 דקות לקו מאסף.

סוג שרות האוטובוס:

- קו מאסף.
- קו מהיר.

בטבלה 5.2 מופיעים נתוני הקלט הנדרשים לצורך שימוש בתרשימי הזרימה.

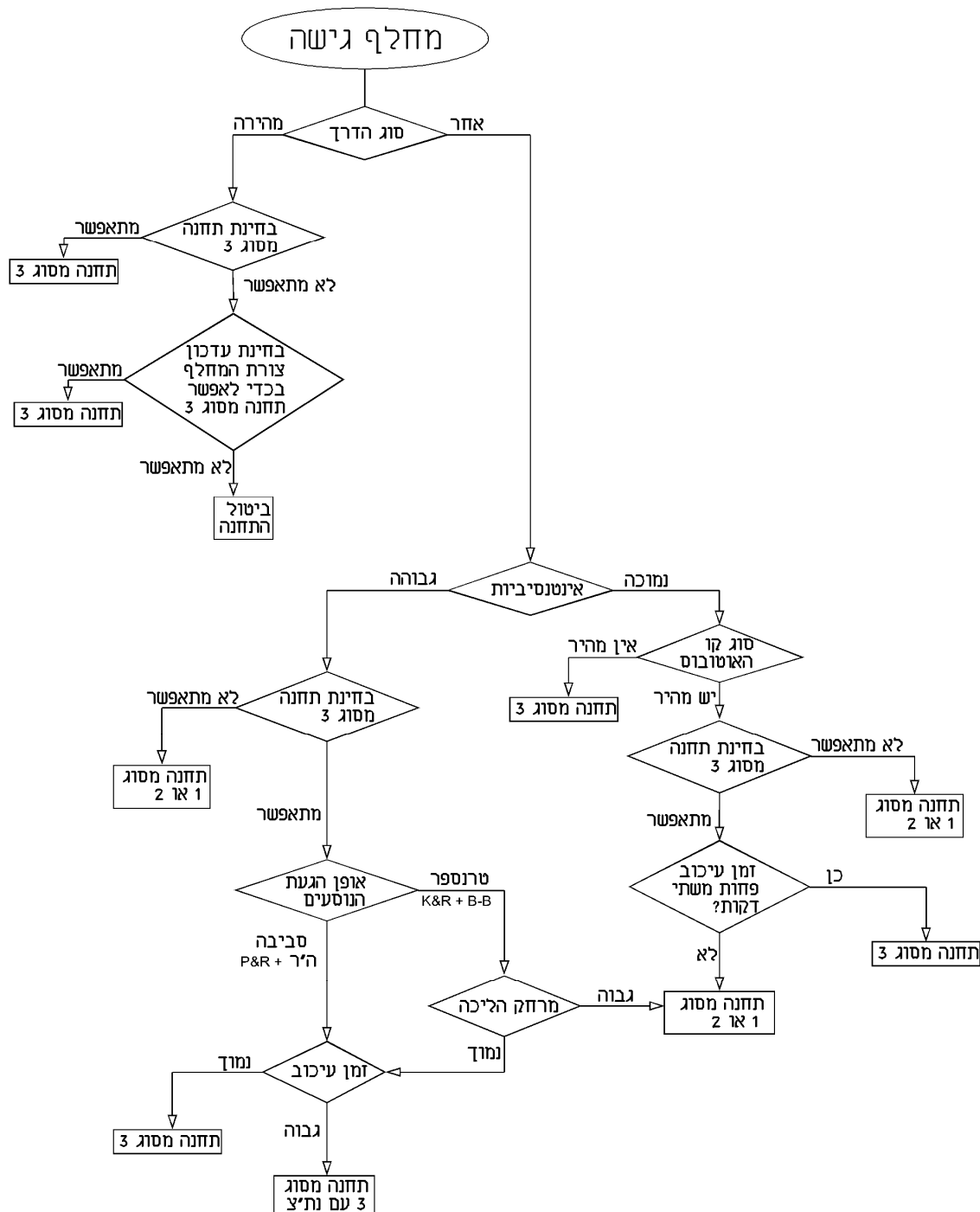
טבלה 5.2: הגדרות לצורך שימוש בתרשימי הזרימה

מס'		נושא		אפשרויות	
1	היררכיית מחלף	מערכת		גישה	
2	אופן הגעה/ עזיבה של נוסעים	סביבה	חנה וסע	הבא וסע	מעבר בין אוטובוסים
			Park & Ride	Kiss & Ride	Transfer
3	מרחקי הליכה מרביים במישור	מהסביבה – 500 מ'		מעבר (טרנספר) - 350 מ'	
	מרחקי הליכה מרביים בשיפועים	מהסביבה - (הפרש אנכי)*15 - 500 מ'		מעבר (טרנספר) - (הפרש אנכי)*15 - 350 מ'	
4	אינטנסיביות תחנה	אינטנסיביות גבוהה - בשעת שיא: יותר מ 40 נוסעים עולים/יורדים		אינטנסיביות נמוכה - בשעת שיא: פחות מ 40 נוסעים עולים/יורדים	
5	זמני עיכוב גבוהים ברמפה במחלף גישה	לקו מאסף בשעת שיא - יותר מ 3 דקות		לקו מהיר בשעת שיא - יותר מ 2 דקות	
6	זמני נסיעה קצרים בין מחלף מערכת ומחלף גישה סמוך	המחלף הסמוך נמצא בתוואי נסיעת האוטובוס - עד 5 דקי'		המחלף הסמוך אינו נמצא בתוואי נסיעת האוטובוס - לקו מהיר - עד 3 דקי' הלוך ושוב לקו מאסף - עד 5 דקי' הלוך ושוב	

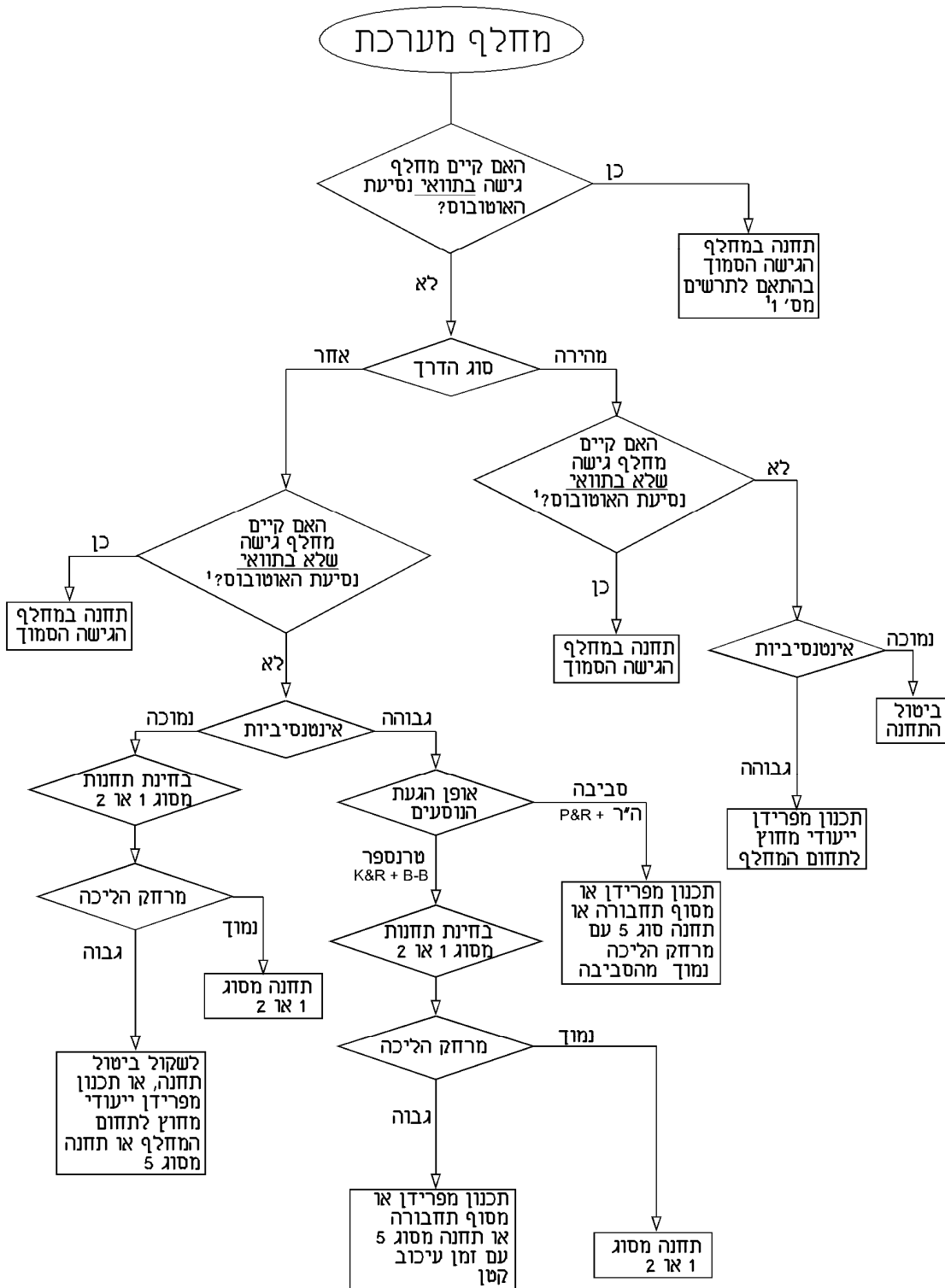
לצורך השימוש בתרשימי הזרימה שלהלן, יש לדעת את סוג המחלף: מערכת או גישה. עבור מחלפי גישה ראה תרשים זרימה 1. עבור מחלפי מערכת ראה תרשים זרימה 2.



במקרה שבו קיים מחלף מערכת מורכב המכיל שילוב של מחלף מערכת ומחלף גישה יש לבחון באמצעות תרשים הזרימה כל תחנה בנפרד על פי מיקומה: תחנות הנמצאות על רמפות מחלף הגישה יבחנו בתרשים 1 המתאים למחלפי גישה, ותחנות על רמפות מאספות / מחלקות ועל המסלולים הממוחלפים יבחנו בתרשים 2 המתאים למחלפי מערכת.



תרשים זרימה 1: לבחירת סוג תחנה במחלפי גישה



תרשים זרימה 2: לבחירת סוג תחנה במחלפי מערכת



6. המלצות

- בעת תכנון מחלף, בכביש חדש או באזור צומת קיים, יש לנתח את הצרכים של התחבורה הציבורית כחלק מהתכנון המוקדם של המחלף. ניתוח זה טוב היה אילו היה מתבצע על פי תוכנית אב ארצית לתחבורה ציבורית בין עירונית עם אופק זמן רחוק. על מתכנני התוכנית לקחת בחשבון את ההתפתחות החזויה בכל אמצעי התחבורה הציבורית- רכבת כבדה, רכבת קלה, אוטובוסים, מוניות שרות ועוד, את ההתפתחות החזויה במיחלוף הדרכים הראשיות ברשת הבין-עירונית. השאיפה היא שהתוכנית תצביע על המחלפים העתידיים בהם לא תידרשנה תחנות אוטובוס, ובמחלפים שבהם תידרשנה תחנות אוטובוס תסופקנה דרישות מדויקות יותר כגון הערכה כמותית לשימוש חזוי בתחנות אלו, כווני מעבר (טרנספר), סוג שרות אוטובוס, מהיר/ מאסף, ועוד. בהעדר תוכנית אב ארצית לתחבורה ציבורית בין עירונית, נדרש מהמתכננים לבחון את התחנות על פי מידת השימוש והצורך בהן. הקמת מחלפים ובעיקר הקמת מחלפי מערכת מקשים על שימור המצב הקיים, הכולל פעמים רבות תחנות אוטובוס בכל זרועות הצומת עם אפשרות נוחה לטרנספר בניהן. תוכנית אב ארצית לתחבורה ציבורית תוכל לסייע בתכנון מחלפים בכך שתגדיר למתכנן את הדרישות הקשורות לתחנות אוטובוס, ובמקרים בהם לא תידרשנה תחנות בכוונים מסוימים או בכל הכוונים, תימנע הוצאת משאבים מיותרת.
- פיתרון למיקום תחנת אוטובוס חייב להיות מערכתי, ולפיכך יש לעיתים למקם תחנה במחלף סמוך, לבנות מפרידן ייעודי, לבטל תחנה או למוזג תחנות.
- אין לתכנן, לבצע או לשמר תחנה במפרץ לא מופרד (סוג 0) בדרך ממוחלפת (מהירה או ראשית).
- אין לתכנן, לבצע או לשמר תחנה עם מיפרדה (סוג 1) על דרך מהירה.
- יש עדיפות עבור נוסעי התחבורה הציבורית ומשיקולי בטיחות להעדיף תחנות על רמפות מיד לאחר צומת במפלס אחד, ובאם יש בהם עומסים ועיכובים אזי יש להוסיף להן נת"צ.
- ניתן לתכנן תחנות אוטובוסים בדרכים ראשיות ואזוריות ממוחלפות בתנאי שהן מופרדות או נמצאות ברמפה מאספת / מחלקת.
- יש לבחון בכל תכנון של תחנת אוטובוס באזור מחלף את מסלולי ההליכה – אורכם והפרש הגבהים, ולהתאים את המיקום לנוחיות הולכי הרגל.
- יש ללמוד בעת תכנון התחנה את מקור הנוסעים ואת צרכיהם.
- מרכז תחבורה הינו פתרון מאוד ייחודי ומתאים רק למקרים מיוחדים שבהם מוכח הצורך בריבוי מעברים (טרנספרים) והשימוש בו לא מעכב את תנועת האוטובוסים במהלך נסיעתם.



- כעזר למימוש העקרונות והתובנות שהועלו במחקר זה, מוצע להשתמש בהמלצות התכנון כחלק מתהליך תכנון של מחלפים: בשלב של תחילת התכנון לפני גיבוש הצורה הבסיסית של המחלף, בשלב של בחינת חלופות תכנון, ובשלב של התכנון התנועתי המפורט.
- יש להתחשב בעת התכנון גם באמצעי תחבורה נוספים המשתמשים בתחנות האוטובוס כגון מוניות וטרמפים.



7. סיכום

מחקר זה עסק בסוגייה תכנונית סבוכה של מיקום תחנת אוטובוס באזור מחלף. בין השניים יש ניגוד מובנה: מחלף הוא אזור שבו נדרשת זרימת כלי רכב בלתי מופרעת בכיווני תנועה רבים, בעוד תחנת אוטובוס הינה נקודת עצירה רשמית של אוטובוסים, אך גם של כלי רכב אחרים, ומוקד משיכה של הולכי רגל הבאים לתחנה או עוזבים אותה. לעיתים נוסעי התחבורה הציבורית מגיעים ברכב פרטי (P&R או K&R) ופעמים הם עוברים מאוטובוס אחד למשנהו. כל אלה יוצרים הפרעות וסיכונים לתנועה.

מאידך מדינת ישראל נמצאת היום בעיצומם של שני תהליכים: האחד- סלילת דרכים מהירות ומיחלוף צמתים רבים. השני- חיזוק ועידוד התחבורה הציבורית על מגוון אמצעים, תוך הגברת אפשרויות המעבר וגמישות השימוש והדגשת הזמינות, הנוחיות והמהירות.

מכאן, שסוגיית מיקום התחנה באזור המחלף הינה קריטית, בעלת חשיבות באקלים התכנוני במדינת ישראל, ודורשת מענה הולם.

נדגיש כאן, שתכנון תחנות האוטובוסים וכל הנלווה אליהם (דרכי הולכי רגל, נתיבי האטה והאצה ועוד), אינם יכולים להיעשות בנפרד מתכנון המחלף. נהפוך הוא – כבר בשלב התכנון המוקדם של המחלף יש לקבוע את הצורך, האופי והמיקום של התחנות, ולאורם יש לתכנן את תצורת המחלף. ייתכן ותצורה זו תהיה שונה מתצורת מחלף באותם תנאים אך בלי תחנות. מהנדס תנועה חייב לקחת את כל הנתונים ולערוך את כל השיקולים בעת קביעת תצורת המחלף ותכנונו.

מחקר זה בחן בפועל מצבים שונים של שילובי תחנה ומחלף, הצביע על בעיות וליקויים וגם על תועלות ויתרונות, ולבסוף התווה הצעה לדרך שיטתית לבחינת האפשרויות ולהמלצה על מיקום התחנה, תוך מתן גמישות תכנונית. אין אנו רואים בהצעה זאת סוף פסוק. יש לנסות וללכת לאורה, לעקוב אחר התוצאות ובתום תקופה לבחון את התוצאות ולהסיק מסקנות. יחד עם זאת, נראה שתשובה מסודרת כפי שעבודה זו התוותה, הינה צעד חשוב בתכנון מושכל של מחלפים ותחנות אוטובוסים לרווחת משתמשי הדרך השונים ובטיחותם.



ביבליוגרפיה

- מ.ע.צ (2000) - הנחיות לתכנון גיאומטרי של דרכים בין עירוניות, צמתים ומחלפים. כרך 3-תכנון גיאומטרי של מחלפים, פרק 10-מתקני דרכים במחלפים.
- משרד התחבורה והבטיחות בדרכים ומשרד הבינוי והשיכון (2009) – הנחיות לתכנון רחובות בערים : תנועת הולכי רגל.
- AASHTO (2004), *Geometric Design of Highways and Streets*, AASHTO, Washington, D.C.
- Levinson H.S., Adams C.L., and Hoey W.F. (1975), *Bus Use In Highways- Planning and Design Guidelines*, National Cooperative Highway Research Program Report, National Research Council, Washington, D.C., U.S.A.
- Liesch J.E. and Loutzenheiser D.W. (1970), *Bus Stop for Freeway Operation*, Traffic Engineering Journal, U.S.A.
- Liesch J.P. (1974), *New Concepts in Rail-Bus Interchange*, Transportation Engineering Journal, February 1974, U.S.A.
- Woodson R.D. and Griffin K. (2001), *The McGraw-Hill civil engineering PE exam guide: breath and depth*, The McGraw-Hill Companies, U.S.A.



נספחים

תאור דוגמאות לשימוש בתרשימי הזרימה לשם תכנון ראשוני של תחנות אוטובוס על תוכניות של מחלפים קיימים ועל תוכניות של חלופות תכנון מחלפים חדשים :

דוגמא 1

מחלף סומך:

- 1.1 מצב קיים : תוכנית הצומת עם תחנות האוטובוס.
- 1.2 חלופת מחלף גישה : תאור שימוש בתרשים זרימה, תוכנית המחלף עם תחנות האוטובוס.
- 1.3 חלופת מחלף מערכת : תאור שימוש בתרשים זרימה.
- 1.4 חלופת מחלף מערכת : תוכנית המחלף עם תחנות האוטובוס.

דוגמא 2

מחלף נחל עמוד:

- 2.1 מצב קיים : תוכנית הצומת עם תחנות האוטובוס.
- 2.2 חלופת מחלף גישה : תאור שימוש בתרשים זרימה, תוכנית המחלף עם תחנות האוטובוס.
- 2.3 חלופת מחלף מערכת : תאור שימוש בתרשים זרימה.
- 2.4 חלופת מחלף מערכת : תוכנית המחלף עם תחנות האוטובוס.

דוגמא 3

מחלף בר אילן:

- 3.1 מצב קיים : תוכנית המחלף עם תחנות האוטובוס.
- 3.2 תאור שימוש בתרשים זרימה.
- 3.3 תוכנית עם הצעה למיקום תחנות אוטובוס.



צומת סומך - מצב קיים

נתוני קלט עבור בחינת מיקום תחנות אוטובוס במחלף סומך

היררכיית המחלף המתוכנן: שלב א' - מחלף גישה משולב עם רמפות ישירות.
שלב ב' - מחלף מערכת.

צורת המחלף: שלב א' - יש אפשרות חזרה לדרך הראשית מרמפת יציאה.
שלב ב' - אין אפשרות חזרה לדרך הראשית מרמפת יציאה.

אופן הגעת הנוסעים: מעבר בין כלי רכב.

אינטנסיביות הנוסעים: נמוכה.

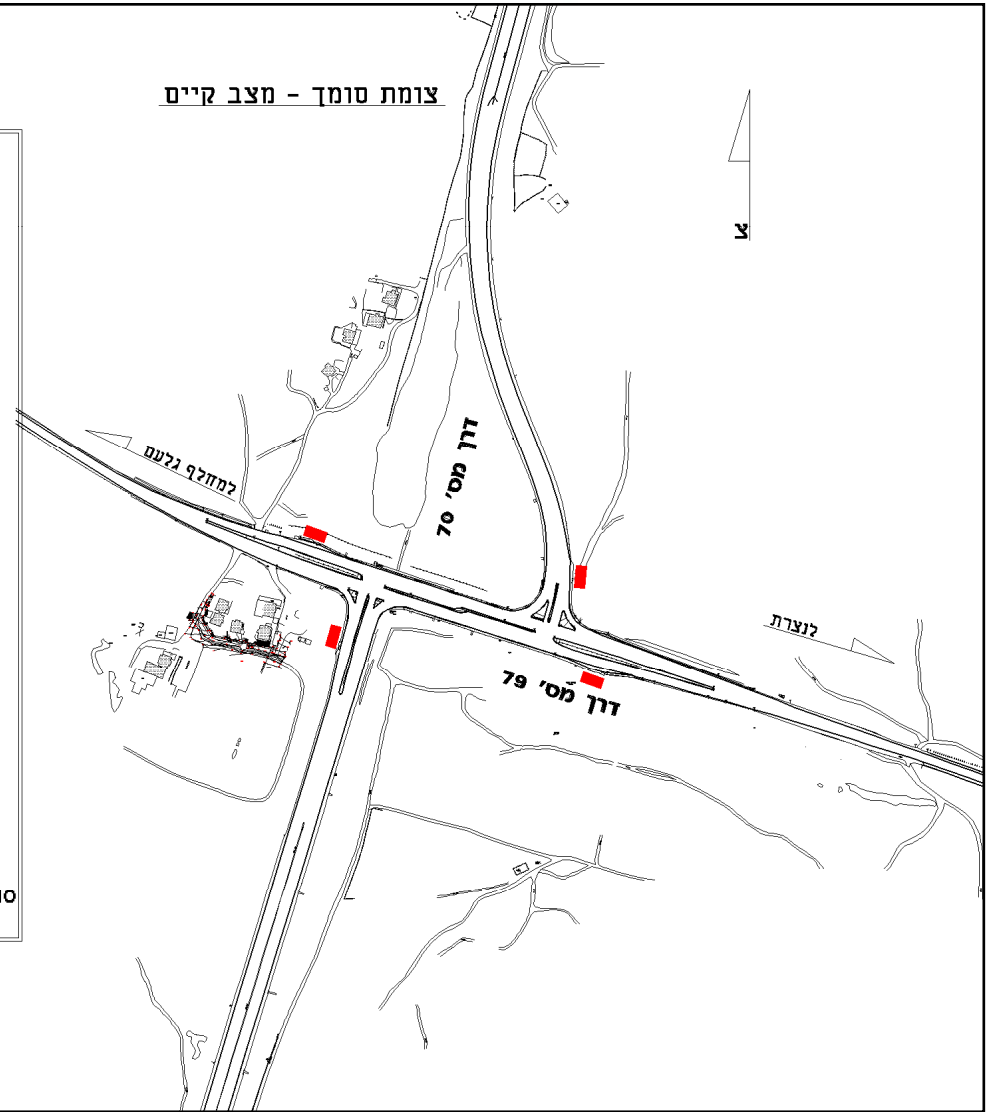
מחלפי גישה סמוכים: מחלפון שפרעם במרחק 2.5 ק"מ ממזרח.

מחלפון גבעת טל במרחק 1.0 ק"מ ממערב.

זמן נסיעה לכיוון אחד למחלפון שפרעם: $2.5 \text{ (ק"מ)} \times 60 \text{ (דקות)} \div 90 \text{ (קמ"ש)} = 1.7 \text{ דקות}$.

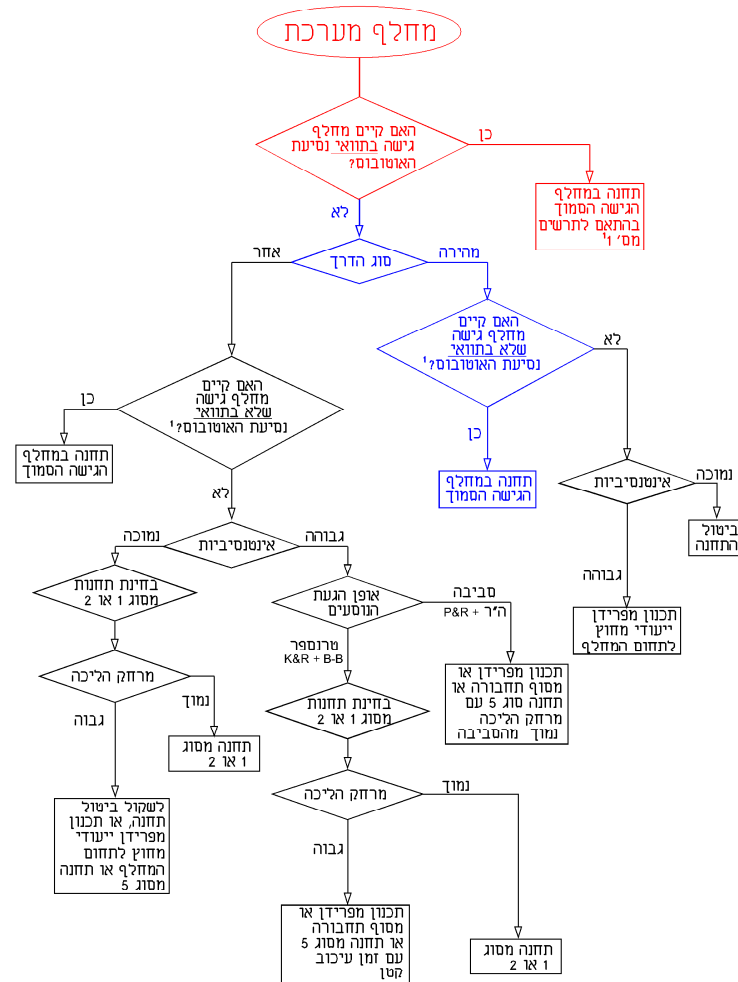
זמן נסיעה לכיוון אחד למחלפון גבעת טל: $1.0 \text{ (ק"מ)} \times 60 \text{ (דקות)} \div 90 \text{ (קמ"ש)} = 0.7 \text{ דקה}$.

סוג שרות האוטובוס: בצומת סומך לא עוצרים קווים מהירים.





תרשים עבור מחלף סומך שלב ב'



1. במידה והתחנה משרתת את הסביבה מרחקי הליכה לא יעלו על המרחק המריבי.

בחירת תרשים זרימה על מחלף סומך – מחלף מערכת

מחלף המערכת מתוכנן בין דרך מהירה 6/70 לדרך ראשית 79.

האם קיים מחלף גישה בתוואי נסיעת האוטובוס?

- כן. לבאים ממזרח, קיים מחלפון שפרעם הנמצא במרחק 2.5 ק"מ ממחלף סומך, שזהו כ-2 דקות נסיעה, ומתאים להגדרת זמן הנסיעה הסביר.
- כן. לבאים ממערב קיים מחלפון גבעת טל הנמצא במרחק של 1 ק"מ ממחלף סומך, וזמן הנסיעה בין המחלפים קטן מדקה.

מסקנה: עבור הקווים העוברים במחלפון שפרעם ובמחלפון גבעת טל יוצבו תחנות במחלפונים הסמוכים.

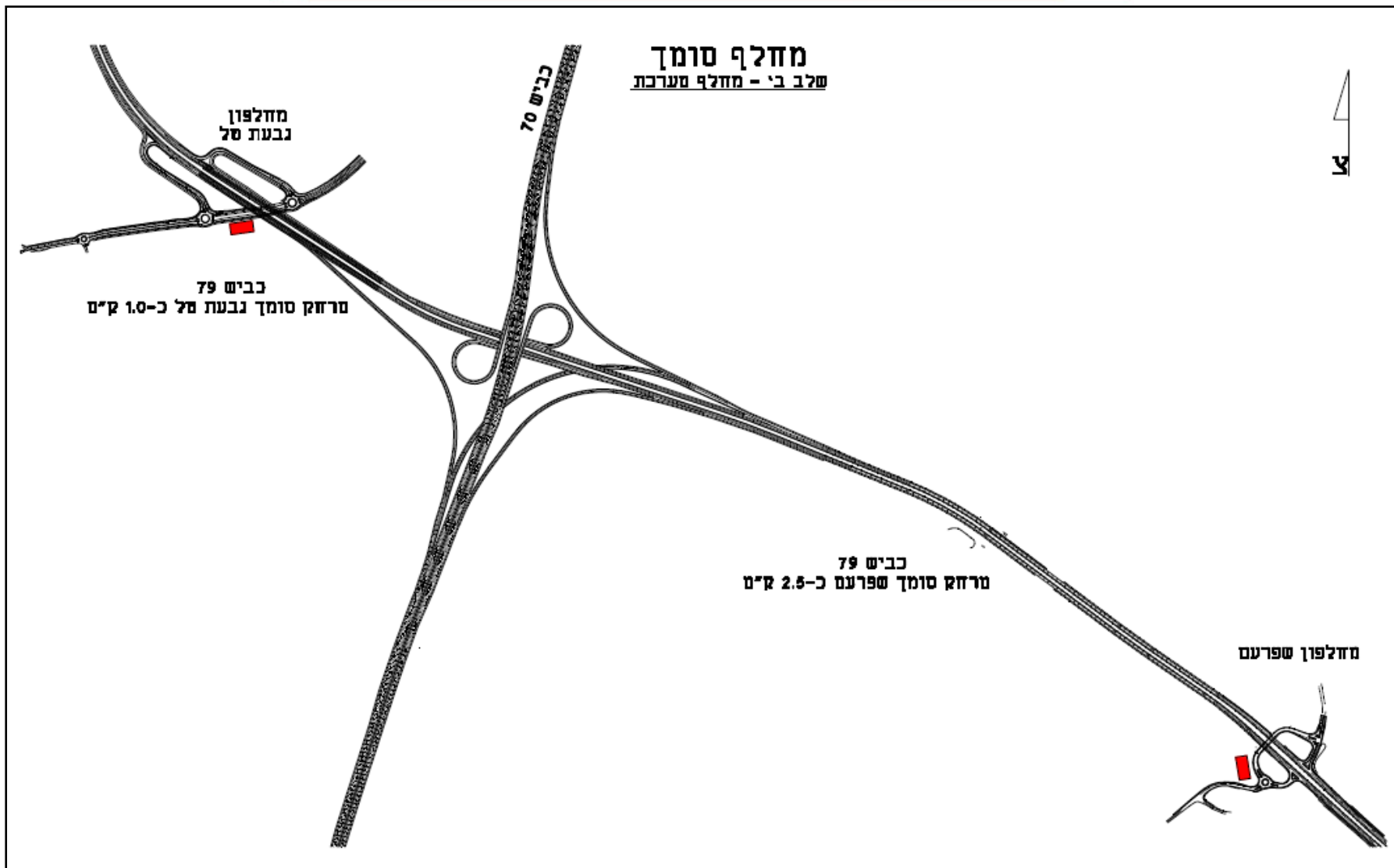
נמשיך בתרשים הזרימה עבור הקווים שמחלפונים שפרעם וגבעת טל אינם נמצאים בתוואי נסיעתם:

סוג הדרך: מהירה.

האם קיים מחלף גישה שלא בתוואי נסיעת האוטובוס?

- כן. כמפורט קודם לכן, ישנם מחלפונים שפרעם וגבעת טל. זמני הנסיעות אל המחלפונים הלוחזר קטן מארבע דקות, שזהו זמן הנסיעה הסביר לקווים מאספים כאשר המחלף לא בתוואי נסיעת האוטובוס. בכדי לאפשר מעבר מהיר ונוח בין כל קווי האוטובוס, יש לבחון באיזה מהמחלפונים הסמוכים יש ניצול זמן יעיל יותר, ולרכז את כל התחנות במחלפון אחד.

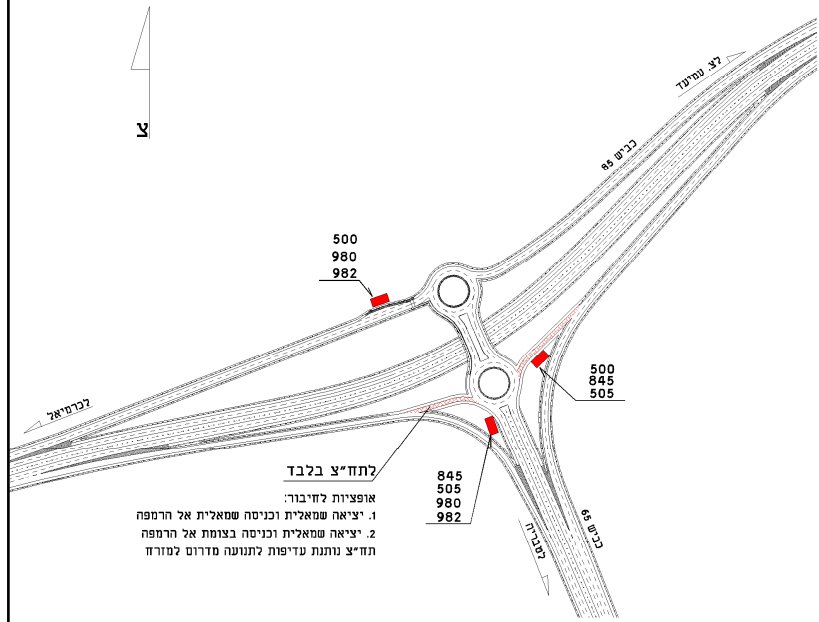
מסקנה: כל תחנות האוטובוסים יוצבו במחלפון שפרעם, או במחלפון גבעת טל.



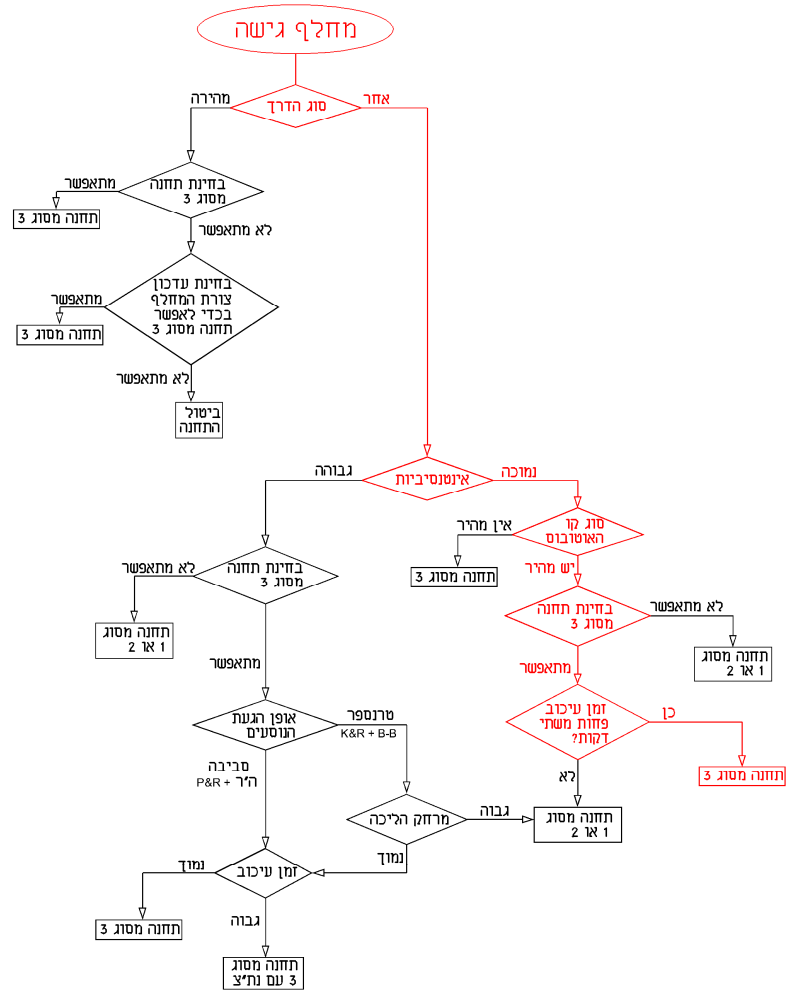


בחינת תרשים זרימה על פתרון מחלף גישה נחל עמוד

סוג הדרך: ראשית.
 אינטנסיביות: נמוכה.
 סוג קו האוטובוס: קו 500 הינו קו מהיר, כל שאר הקווים הינם קווים מאספים.
 בחינת תחנה מסוג 3: בצד הצפוני של המחלף ניתן להציב תחנה על הרמפה החוזרת לכביש 85. בצד הדרומי הוספנו צומת עם חיבור לרמפות לתח"צ בלבד בכדי לאפשר חזרה של האוטובוסים לכביש 85.
 זמן עיכוב פחות משתי דקות: כן.
מסקנה: יוצבו תחנה מסוג 3 על הרמפות.



תרשים עבור מחלף גישה נחל עמוד





תרשים עבור מחלף מערכת נחל עמוד

בחינת תרשים זרימה על פתרון מחלף מערכת נחל עמוד

האם קיים מחלף גישה בתוואי נסיעת האוטובוס?

- כן. מחלפון כחל הינו מחלף גישה הנמצא במרחק כ 4.8 ק"מ ממזרח למחלף נחל עמוד. המחלפון נמצא בתוואי הנסיעה של קווים 505, 500 ו-845. זמן הנסיעה בין מחלף נחל עמוד למחלפון כחל הוא כ-3 דקות. זמן זה עונה להגדרת זמן נסיעה סביר בין מחלפים כאשר מחלף הגישה נמצא בתוואי נסיעת האוטובוס.
- כן. מחלפון קדרים הינו מחלף גישה הנמצא במרחק כ 1.6 ק"מ דרומית למחלף נחל עמוד. המחלפון נמצא בתוואי הנסיעה של קווים 980, 845, 505 ו-982. זמן הנסיעה בין מחלף נחל עמוד למחלפון כחל הוא כדקה. זמן זה עונה להגדרת זמן נסיעה סביר בין מחלפים כאשר מחלף הגישה נמצא בתוואי נסיעת האוטובוס.

מסקנות:

תחנות האוטובוס של קווים 505, 500 ו-845 לכיוון מזרח, או לבאים ממזרח יעברו למחלפון כחל.

תחנות האוטובוס של קווים 980, 845, 505 ו-982 לכיוון דרום, או לבאים מדרום יעברו למחלפון קדרים.

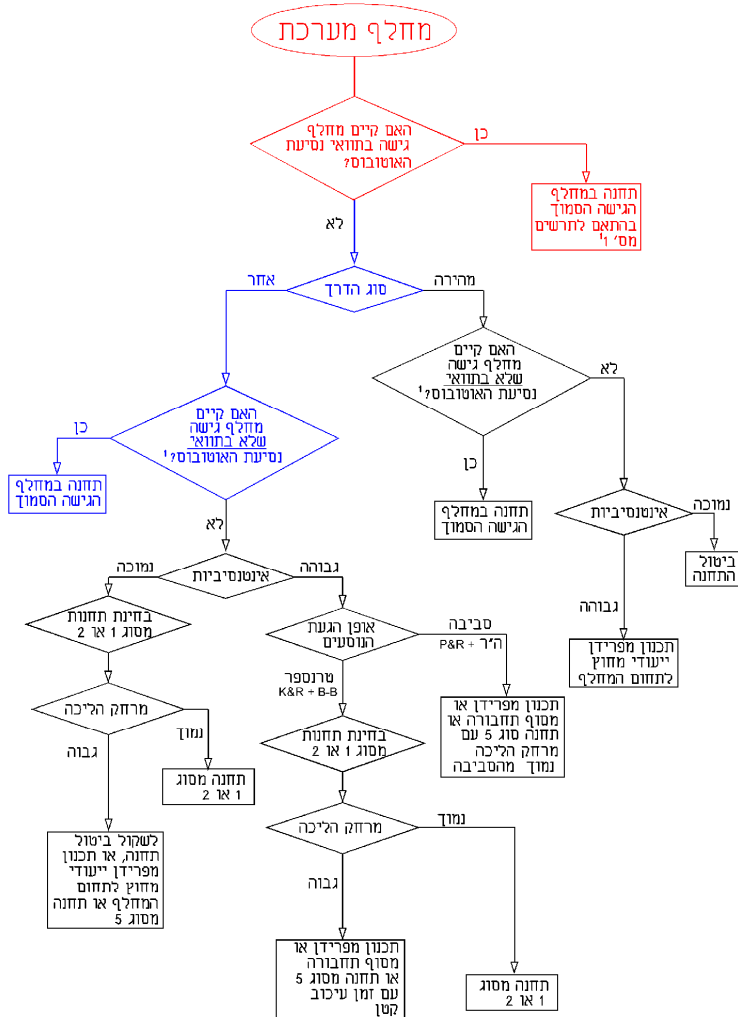
מכיוון שקווים 980, 500 ו-982 לא נפגשים במחלפי הגישה הסמוכים, הפתרונות הנ"ל לא מאפשרים מעבר בין הקווים. לכן, נעקוב אחר תרשים הזרימה בהתחשב שאין מחלף גישה בתוואי נסיעת האוטובוס:

סוג הדרך: ראשית.

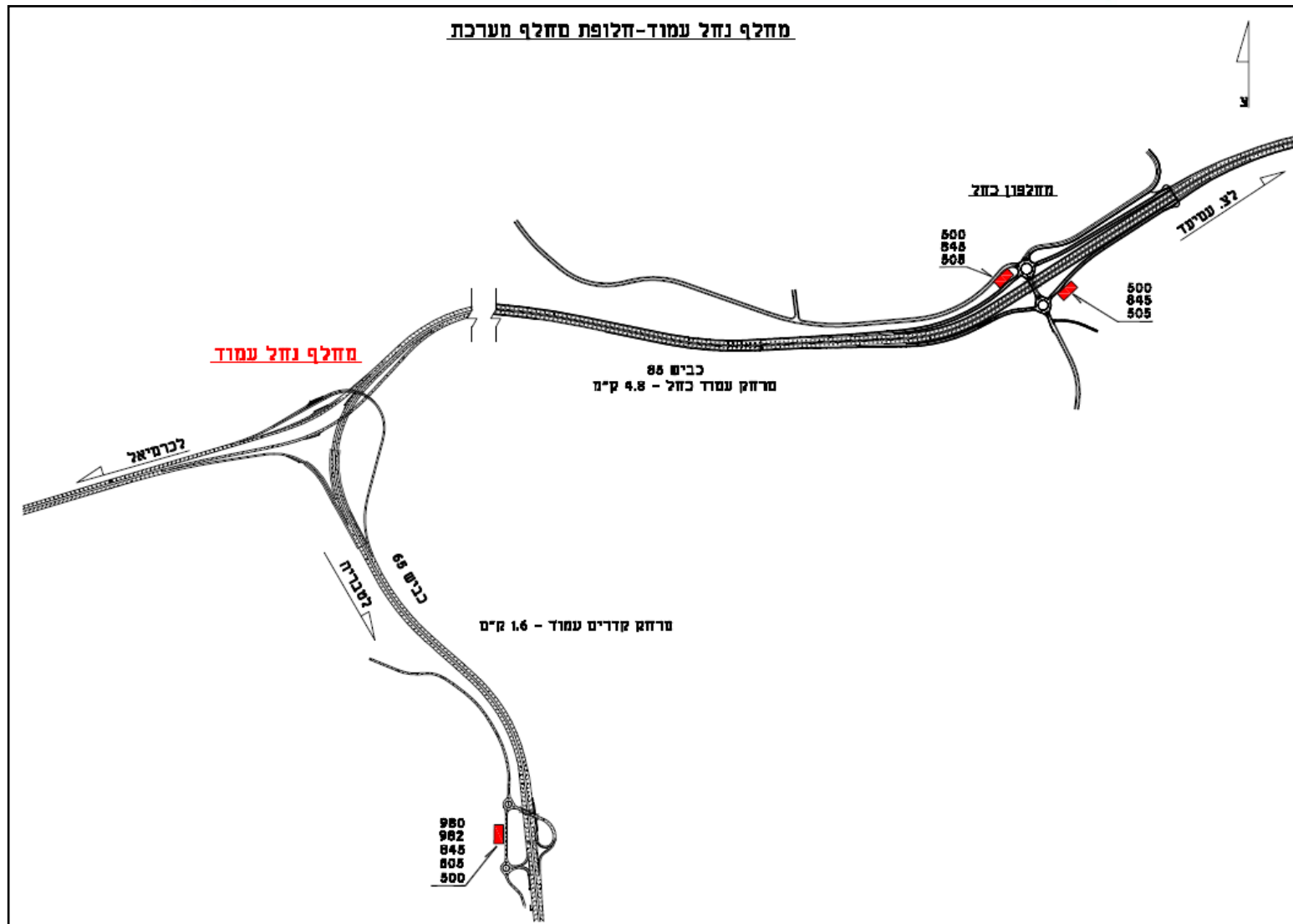
האם קיים מחלף גישה שלא בתוואי נסיעת האוטובוס?

- כן. כפי שציינו קודם, ישנם שני מחלפים סמוכים: כחל וקדרים. זמן הנסיעה לכלל הוא 6 דקות הלון וחזור. זמן זה אינו עונה על ההגדרה לזמן נסיעה סביר. לעומת זאת, זמן הנסיעה למחלפון קדרים הוא 2 דקות. זמן זה עונה על הגדרת זמן נסיעה סביר למחלף שאינו בתוואי נסיעת האוטובוס.

מסקנה: קו 500 יעבור במחלפון קדרים בכדי לאפשר מעבר לקווים 980 ו-982.



1. במידה והתחנה משרתת את הסביבה מרחקי ההליכה לא יעמדו על המרחק המירבי.





נתוני קלט עבור בחינת מיקום תחנות אוטובוס במחלף בר אילן

- הירכיית המחלף : מחלף מערכת
- צורת המחלף: אין אפשרות חזרה לדרך הראשית מרמפת יציאה.
- אופן הגעת המסעים: מהסביבה ומעבר בין כלי רכב.
- אינטנסיביות המסעים: גבוהה.
- מחלפי גישה סמוכים: במרחק של כ- 600 מטרים ממזרח למחלף, נמצא צומת הכניסה לגבעת שמואל המתפקד כמעין מחלף גישה.

זמן נסיעה לכיוון אחד לצומת הכניסה הגבעת שמואל:

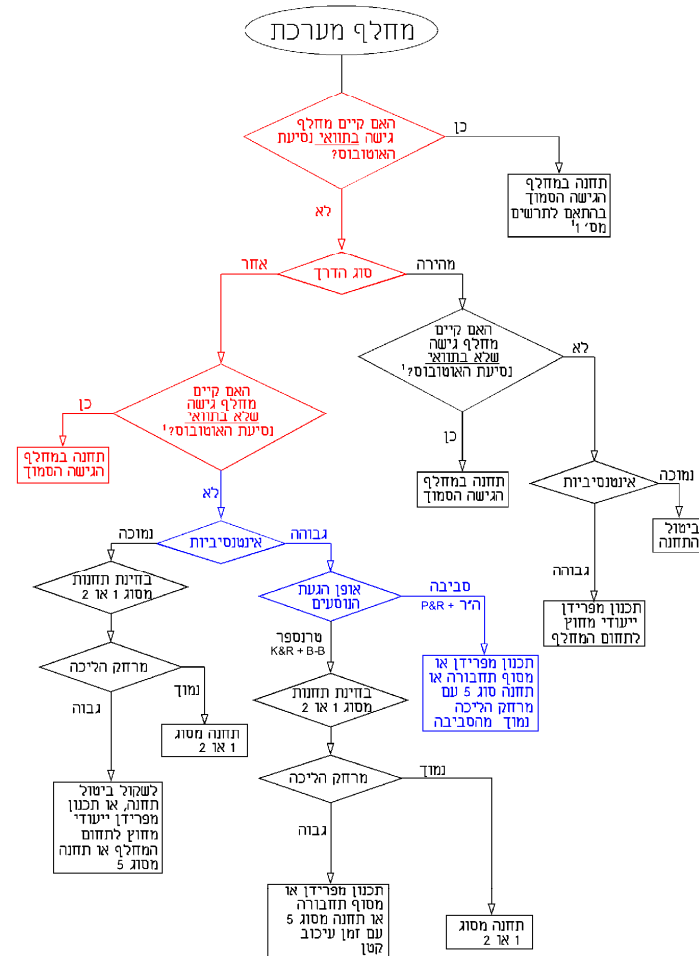
$[0.6 \text{ (ק"מ)} / 60 \text{ (דקות)}] \cdot 80 \text{ (קמ"ש)} = \text{כחצי דקה.}$

אג שרות האוטובוס: במחלף עוברים קווים מהירים וקווים מאספים.





תרשים עבוד מחלף בר אילן קיים



1. במידה והתחנה משרתת את הסביבה מרחקי הליכה לא יעלו על המרחק המירבי.

בחירת תרשים זרימה על מחלף בר אילן

האם קיים מחלף גישה בתוואי נסיעת האוטובוס?

- כן. קיים צומת במרחק של כ- 600 מ' ממזרח. זמן הנסיעה למחלף עונה להגדרת סמן הנסיעה הסביר. אך כיוון שאופן הגעת הנוסעים הוא מהסביבה, מיקום התחנה רחוק ממרחקי ההליכה המומלצים.

נמשיך בתרשים הזרימה כדי למצוא פתרון הולם לנוסעים המגיעים מהסביבה:

האם קיים מחלף גישה שלא בתוואי נסיעת האוטובוס?

- כן. כמפורט לעיל, קיים צומת במרחק של כ- 600 מ' ממזרח. זמן הנסיעה למחלף עונה להגדרת סמן הנסיעה הסביר. אך כיוון שאופן הגעת הנוסעים הוא מהסביבה, מיקום התחנה רחוק ממרחקי ההליכה המומלצים.

מסקנה: בצומת הכניסה לגבעת שמואל יוקמו תחנות אוטובוסים עבור מעבר בין אוטובוסים.

נמשיך בתרשים הזרימה כדי למצוא פתרון הולם לנוסעים המגיעים מהסביבה:

אינטנסיביות: גבוהה.

אופן הגעת הנוסעים: מהסביבה

הפתרון המוצע הוא תכנון מפרידן או מסוף תחבורה או תחנה מסוג 5 עם מרחק הליכה נמוך מהסביבה. מבין שלוש האפשרויות תחנה מסוג 5 המתאימה ביותר לנתוני הגיאומטריה הקיימים.

מסקנה: הפתרון המומלץ על מנת לשרת את הנוסעים מהסביבה הוא תחנה מסוג 5 בדומה לתחנות הקיימות היום.



מחלף בר אילן - מצב מוצע

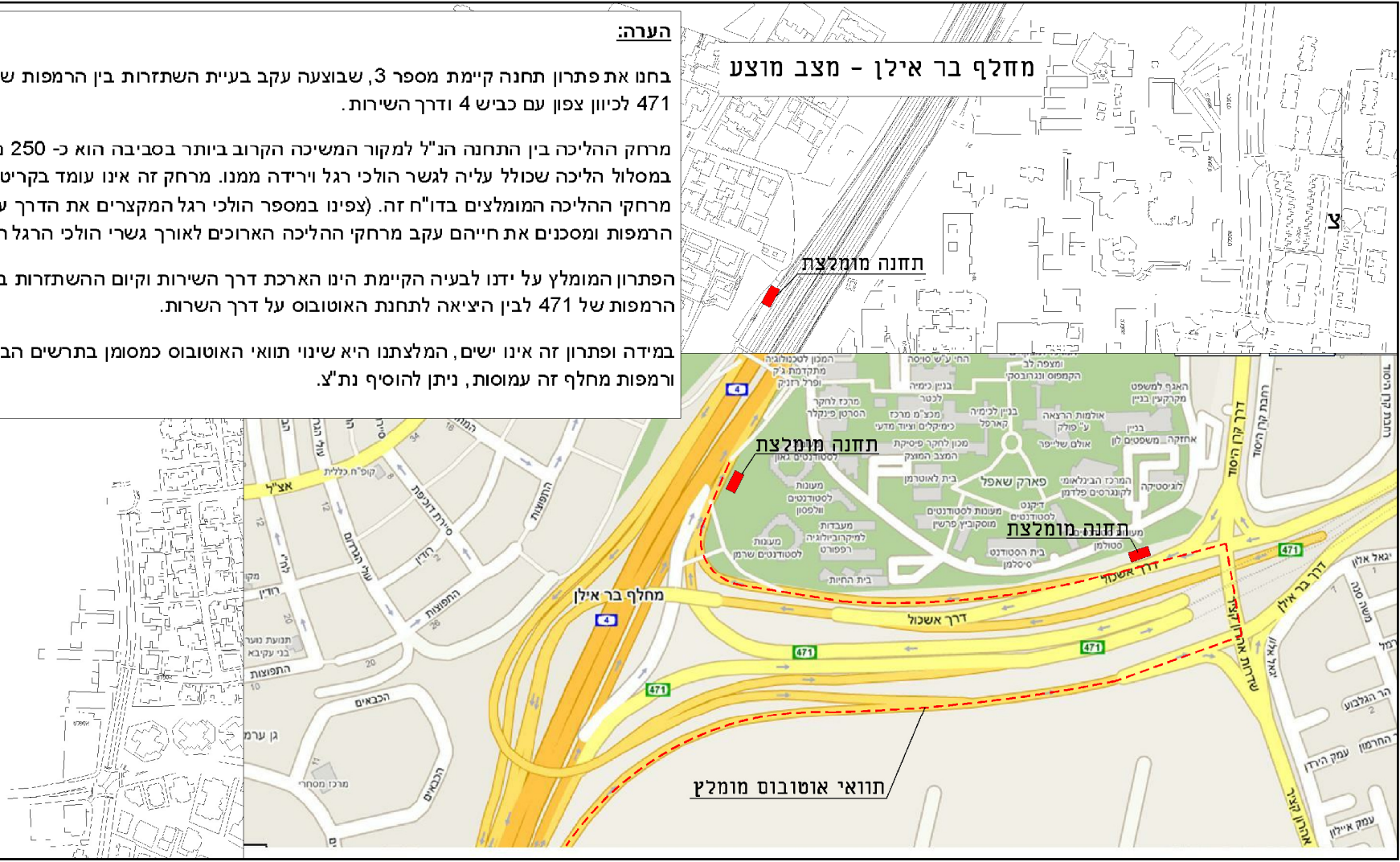
הערה:

בחנו את פתרון תחנה קיימת מספר 3, שבוצעה עקב בעיית השתזרות בין הרמפות של דרך 471 לכיוון צפון עם כביש 4 ודרך השירות.

מרחק ההליכה בין התחנה הנ"ל למקור המשיכה הקרוב ביותר בסביבה הוא כ- 250 מטרים, במסלול הליכה שכולל עליה לגשר הולכי רגל וירידה ממנו. מרחק זה אינו עומד בקריטריוני מרחקי ההליכה המומלצים בדו"ח זה. (צפינו במספר הולכי רגל המקצרים את הדרך ע"י חציית הרמפות ומסכנים את חייהם עקב מרחקי ההליכה הארוכים לאורך גשרי הולכי הרגל הקיימים).

הפתרון המומלץ על ידנו לבעיה הקיימת הינו הארכת דרך השירות וקיום ההשתזרות בין הרמפות של 471 לבין היציאה לתחנת האוטובוס על דרך השרות.

במידה ופתרון זה אינו ישים, המלצתנו היא שינוי תואי האוטובוס כמסומן בתרשים הבא, ובמידה ורמפות מחלף זה עמוסות, ניתן להוסיף נת"צ.





3. Recommendations:

Following the findings, flow charts, that include different parameters, where developed. Based on these charts, it is possible to recommend a location for the bus stop in the interchange. The variety of location options includes separated bays on the main road, a bus stop on the ramp, cancelation of a bus stop, a transportation center and others. It is recommended that the bus stop design should be part of the overall design of the public transportation network and that it will be taken into consideration in the interchange design process (and not as an addition after completion of the design).

Key Words: Bus Stops, Bus Stations, Interchanges

No. of Pages:68

**Classification of Current
Page Distribution:**

**Classification of Report
Distribution:**



Record / "Identity Card" of the project

Report No. (of INRC): 4500007378	
Date: 24.01.2011	Report Name: Bus stations at Interchanges
Report No. (of the contractor):final	Authors: Prof. Doron Balasha, Eng. Robert Carmel , Eng. Shemuel Karni, Eng. Orit Saar, Eng. Dorit Shchupak
INRC Contract No.: 4500007378	Contractor (Name & Address): Technion Research & Development Foundation Ltd
Report Type & Project Period: Final Report 07/2009 – 11/2010	
Additional Notes:	
Abstract:	
1. Objectives:	
To identify behavior patterns of buses, other vehicles and pedestrians within the areas of interchanges where bus stops are located, and to give recommendations for the locations of such bus stops.	
2. Findings:	
According to the parameters that were tested and analyzed, each one of the bus stop locations within the interchange has both advantages and disadvantages. It was found that a bus stop on a highway or a main road without a physical separation creates severe safety failings. The rest of the location options are valid ones and need to be adjusted to the interchange according to its particular variables.	



החברה הלאומית לדרכים בישראל בע"מ

Bus Stations at Interchange

Contract no. 4500007378

Prepared by

**Transportation Research Institute
Technion- Israel Institute of Technology**

**Prof. Doron Balasha, Eng. Robert Carmel
S. Karni Engineers Ltd: Eng. Shemuel Karni,
Eng. Orit Saar, Eng. Dorit Shchupak**

**Prepared for MA'ATZ – Israel National Roads
Company – INRC LTD.**

January 2011



הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל