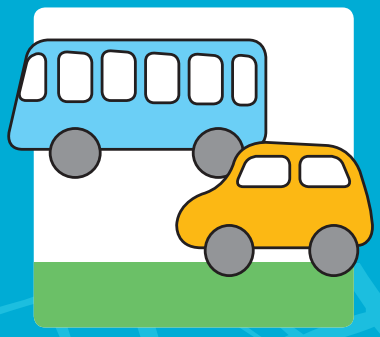
משרד התחבורה והבטיחות בדרכים
אגף תכנון תחבורתי

משרד הבינוי והשיכון
אגף האדריכל הראשי

הנחיות לתכנון רחובות בערים

תנועת רכב מנועי



אופק הנדסת תנועה בע"מ | פרחי–צפריר אדריכלים בע"מ | תכנון נוף בע"מ אדריכלי נוף
ש. קרני מהנדסים בע"מ | ד"ר בני פרישר

אייר תשע"א | מאי 2011

הנחיות לתכנון רחובות בערים – תנועת רכב מנועי

אייר תשע"א – מאי 2011

עיצוב גרפי והפקה:
נאוי+שירה, עיצוב גרפי

צילומים: צוות המחברים
צילומים נוספים: אדר' נועם פרחי,
אינג' אלכס ויאזמנסקי, קשת פירר-פרישר

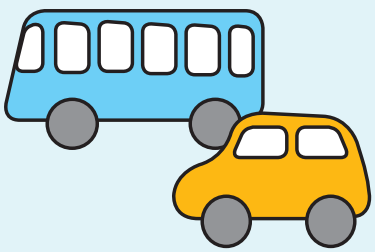
הפקה:
הוצאת רותם הפקות בע"מ

משרד התחבורה והבטיחות בדרכים
אגף תכנון תחבורתי

משרד הבינוי והשיכון
אגף האדריכל הראשי

הנחיות לתכנון רחובות בערים – תנועת רכב מנועי

אייר תשע"א – מאי 2011



תכנון תנועה:
אופק הנדסת תנועה בע"מ

אדריכלות ובינוי ערים:
פרחי-צפריר אדריכלים בע"מ

אדריכלות נוף ועיצוב עירוני:
תכנון נוף בע"מ אדריכלי נוף

תכנון דרכים:
ש. קרני מהנדסים בע"מ

ייעוץ מדעי ועריכה:
ד"ר בני פרישר

משרד הבינוי והשיכון
אגף האדריכל הראשי

מנהל תכנון והנדסה

אגף האדריכל הראשי

הספר "הנחיות לתכנון תנועת הרכב המנועי בערים" הינו הספר הרביעי בסדרת ספרי ההנחיות לתכנון רחובות בערים. בעוד הספרים הקודמים בסדרה עסקו במשתמשים הרכים של הרחוב, הולכי הרגל ורוכבי האופניים, עוסק ספר זה במשתמשים ה"כבדים" יותר, נהגי כלי הרכב המנועי לסוגיהם, ובמאפיינים ודרישות התפקוד של הרכבים עצמם.

ספר זה דן בתכנון הגיאומטרי של הרחוב, על מרכיביו הקשורים לרכב המנועי, התופסים בדרך כלל את מירב הקצאת הקרקע ברחוב. מרכיבים אלה כוללים את המיסעות על מאפייניהן ורוחביהן השונים, את המפרדות ואיי התנועה, ואת נושא החנייה, מרכיב משמעותי שנוכחותו משפיעה רבות על דיוקן הרחוב ואופי החלל העירוני בכללותו.

הספר הנוכחי דן בקטעי הרחוב האופייניים למעשה לרוב אורכו של הרחוב, על המאפיינים והאירועים המתרחשים בו, ובמקביל אליו מתפרסם הספר הדן בצמתים העירוניים וסביבתם.

בספר זה עודכנו מרכיבי התכנון הגיאומטרי, ובכך באה לידי ביטוי תפיסת העולם המאפיינת את חמשת ספרי ההנחיות שבסדרה, על פיה הגיאומטריה של הרחוב מכתיבה וקובעת את התנהגותם של משתמשי הרחוב בכלל, והנהגים בפרט.

אני מקווה, כי ספר זה ישפיע על תכנונם של רחובות חדשים ושדרוגם של רחובות קיימים, לרווחתם ולבטיחותם של כלל המשתמשים.

אדר' מיכל נאור־ורניק
ס' אדריכל ראשי

משרד התחבורה והבטיחות בדרכים
המשנה למנהל הכללי

י"ד באב, התש"ע
25 יולי 2010

סימוכין: 05892010
תיק: 4.6.1

הנחיות לתכנון תנועת רכב מנועי בערים

במסגרת קובץ ההנחיות לתכנון רחובות בערים מובא בזה הכרך הרביעי בנושא כבישים.

כרך זה נועד להטמעה והשתלבות "ידידותית" של מערך התשתיות והמיסעות במרקם האורבני של הרחוב בכללותו.

הקו המנחה בהכנת ההנחיות מבוסס על מעבר מגישה ההיסטורית, לפיה התשתיות נבנו סביב תנועתו של כלי הרכב, אל הגישה המדגישה את נקודת המבט האורבאנית – בטיחותית, סביב תנועתם של משתמשי הדרך "הרכים", קרי: הולכי הרגל ורוכבי האופניים.

כנגזר מכך, ניתן ביטוי פיזי הנדסי גם למרכיבים המצויים בחלל הרחוב ובמיקומם.

בכבוד רב,
אלכס לנגר



רחוב ביאליק, רמת גן.

הסדרה הירוקה

ספר זה שלפניכם הוא החלק הרביעי ממערך של 5 ספרים, אשר ביחד עם **"הנחיות לתכנון מרחב הרחוב"**, **"הנחיות לתכנון תנועת הולכי רגל"**, **"הנחיות לתכנון תנועת אופניים בערים"**, ו־**"הנחיות לתכנון צמתים עירוניים"** משלימים מארז המאגד את מערך ההנחיות החדשות לתכנון רחובות בערים.

מערך הנחיות זה הוא גם חלק מסדרה חדשה של הנחיות בהוצאת משרד התחבורה – **"הסדרה הירוקה"**. הסדרה מציגה תפיסה חדשה, של העמדת הבטיחות ואיכות החיים של התושבים והקהילה, בראש סולם העדיפות בתכנון התשתית התחבורתית והסביבה העירונית, לפני השיקולים המסורתיים של קיבולת, רמת השירות ונוחיותו של הרכב הפרטי.

הסדרה כולה מיועדת לצוותי תכנון רב תחומיים אשר יטפלו בנושא התכנון מהיבטים מקצועיים שונים ומגוונים.

עוד בסדרה זו, מלבד שאר ספרי ההנחיות לרחובות בערים כאמור לעיל, גם **"הנחיות לתכנון רחובות משולבים באזורי מגורים"** (פורסמו בשנת 1993), **"הנחיות לאזורי מיתון תנועה"**, **"הנחיות לתכנון וביצוע פסי האטה"** (שניהם פורסמו בשנת 2002), ו־**"הנחיות לתכנון מעגלי תנועה"** (2005).

עם השלמת מארז הנחיות זה יהיה בידי צוותי התכנון מגוון כלים ליישום התפיסה של שימת דגש על איכות החיים ובטיחות המשתמשים בדרך, לטובת כל האוכלוסייה במרחב העירוני.

אינג' ישעיהו רונן

מנהל אגף בכיר תכנון תחבורתי,

משרד התחבורה

"וראה רכב צמד פרשים רכב חמור רכב גמל"

ישעיהו כ"א ז'

צוות המחברים

אדריכלות ובינוי ערים:	**פרחי צפריר אדריכלים בע"מ** אדר' דורון צפריר
תכנון תנועה ותחבורה:	**אופק הנדסת תנועה בע"מ** אינג' עמוס אביניר אינג' אילן מרכוס
תכנון נוף ועיצוב עירוני:	**תכנון נוף בע"מ אדריכלי נוף** אדר' שלומיק זאבי
תכנון דרכים:	**ש. קרני מהנדסים בע"מ** אינג' שמואל קרני
יעוץ מדעי ועריכה:	**ד"ר בני פרישר**

ועדת היגוי

אדר' קרלוס דרינברג – אדריכל ראשי, מינהל תכנון והנדסה, משרד הבינוי והשיכון – **יו"ר הוועדה**

אינג' ישעיהו רונן – מנהל אגף בכיר תכנון תחבורתי, משרד התחבורה – **יו"ר הוועדה**

אדר' מיכל נאור ורניק – ס' אדריכל ראשי, משרד הבינוי והשיכון – **מרכזת הוועדה**

אינג' מריה כהן אתגר – אגף תכנון והנדסה, משרד התחבורה והבטיחות בדרכים

אדר' רייזי דגני – יועצת תכנון נוף, מינהל תכנון והנדסה, משרד הבינוי והשיכון

אינג' נעם קלוד גבריאל – אגף תכנון תחבורתי, משרד התחבורה והבטיחות בדרכים

מר ישי טלאור – מפע"ת ירושלים והדרום, משרד התחבורה והבטיחות בדרכים

אינג' מריאן ברוק – מפע"ת חיפה והצפון, משרד התחבורה והבטיחות בדרכים

אינג' יעקב פרלשטין – מפע"ת מחוזות תל אביב והמרכז, משרד התחבורה והבטיחות בדרכים

אינג' ג'בר עומר – מתנ"מ מחוזות ירושלים והדרום, משרד התחבורה והבטיחות בדרכים

אינג' ראיק סאלם – מחוז ירושלים והדרום, משרד התחבורה

ד"ר דן לינק – מנהל תחום בכיר תשתיות בטיחות ותנועה, הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים

אדר' נעמי אנג'ל – מתכננת מחוז תל אביב, משרד הפנים

גב' תמר קסטל בראון – משרד הפנים

גב' גליה בן שהם – המשרד להגנת הסביבה

אדר' שמואל חיימוביץ' – ממונה נגישות ארצי, נציבות שיוויון לאנשים עם מוגבלויות, משרד המשפטים

גב' גרסיאלה שטאון – אגף תו"פ, מינהל מקרקעי ישראל

אינג' קובי ברטוב – אגף תושי"ה עיריית ירושלים

אדר' דניאלה פוסק – מהנדסת העיר, הרצליה

אדר' עיסא בשארה – מהנדס העיר, נצרת

אינג' שלמה פלדמן – מנהל אגף התנועה, עיריית תל אביב–יפו

אינג' טניה קליין – מנהלת מחלקת תנועה, עיריית חיפה

אינג' אילנה קוטלר – אגף התנועה, עיריית תל אביב–יפו

אינג' פיני גרשון – הנדסת תנועה, אגד

גב' דבי אדלאר – מינהל תחבורה ציבורית, חברת נתיבי איילון

ד"ר יודן רופא – מנהל תחום תכנון אורבני במשהב"ש ולאחר מכן מדרשת שדה בוקר, אוניברסיטת בן–גוריון

פרופ' שלום הקרט – המכון לחקר התחבורה, הטכניון

אדר' הורציו שוורץ – המחלקה לאדריכלות, בצלאל

אדר' גדעון שריג – איגוד אדריכלי הנוף

אדר' ירון טוראל – עמותת האדריכלים החדשה

אדר' רולנדו רייטר – איגוד לתכנון סביבתי

אינג' עדי זלינגר – חברת מ.ת.נ.

אינג' נתן תומר – חברת תומר הנדסה בע"מ

אינג' קובי וטנברג – חברת קו–חי הנדסה

אינג' חיים גרוסמן – גרוסמן–איתן מהנדסים אזרחיים בע"מ

רפ"ק אינג' יונתן גיז – רמ"ד הנדסת תנועה, את"ן, משטרת ישראל

פקד אינג' רחלי בורד־עדן – מהנדסת את"ן ת"א, משטרת ישראל

פקד אינג' אלכס מוגילביץ – את"ן ת"א, משטרת ישראל

בהשתתפות חלקית:

אדר' דן סתיו – ראש אגף תו"פ, מינהל מקרקעי ישראל

אדר' נעמה אשל צובריר – ראש תחום תכנון נוף, מינהל תכנון והנדסה, משרד הבינוי והשיכון

מר יוסי גמליאלי – ממונה תשתיות, המשרד להגנת הסביבה

גב' גילה גינסבורג – משרד הפנים, מחוז ת"א

אינג' חיים ליברמן – אגף תכנון והנדסה, משרד הבינוי והשיכון

אדר' אילון ברנהרד – אדריכל מחוז ירושלים, משרד הבינוי והשיכון

מר אילן טייכמן – אגף בינוי ערים משרד הבינוי והשיכון

תוכן העניינים

פרק 1 – מבוא

1.1 התפישה שבבסיס ההנחיות 21
1.2 מטרת מערכת ההנחיות לתכנון רחובות בערים 22
1.3 הנחיות לתנועת רכב מנועי כחלק מההנחיות לתכנון רחובות בערים 22
1.4 נמעני ההנחיות לתכנון רחובות בערים 26
1.5 מרחב הגמישות ביישום ההנחיות לתכנון רחובות 27
1.6 מבנה ספר ההנחיות לתכנון תנועת רכב מנועי בערים 28
1.7 תחולת ההנחיות ותקפותן 29

פרק 2 – נתוני קלט לתכן

2.1 הרכב לתכן 33
2.1.1 השפעת הרכב 33
2.1.2 מידות כלי הרכב לתכן 34
2.1.3 הרכב לתכן באזורי מגורים ומסחר 46
2.1.4 הרכב לתכן באזורי תעשייה 47
2.1.5 הרכב לתכן בצירי מתע"ן 47
2.1.6 הרכב לתכן בדרכים מעויירות 47
2.2 מהירות הייעוד 49
2.2.1 התפישה הכללית של תכנון וניהול המהירויות 49
2.2.2 סוגי מהירות בתהליך התכנון 51
2.2.3 סיווג הרחובות 52
2.2.4 עקרונות לקביעת מהירות הייעוד 53
2.2.5 השפעת מהירות הייעוד על המשך התכנון 54

פרק 3 – מרכיבי התכן התנועתי

3.1 מבוא 59
3.2 נתיבי הרכב המנועי 60
3.2.1 מתודולוגיה 60
3.2.2 כמות נתיבים ונפחים מרביים לפי מדרג הרחוב 62
3.2.2.1 הקדמה 62
3.2.2.2 נפחי תנועה מרביים ברחובות ובדרכים 62

3.2.2.3 אפשרויות ניתוב של רחובות עירוניים 63
3.2.2.4 ניתוב בדרך עירונית (עורק תנועתי) 66
3.2.2.5 ניתוב בהעדפת תחבורה ציבורית 66
3.2.2.6 תנועת אופניים 66
3.2.2.7 כללי החלטה נוספים 66
3.2.2.8 שלבי ביניים והשלב הסופי 68
3.2.3 רוחב נתיבים לתנועת רכב מנועי 68
3.2.4 השיפוע הצידי של הכביש 70
3.3 החנייה ברחוב 71
3.3.1 מבוא 71
3.3.2 הצדקים לביצוע חנייה 72
3.3.3 סוג החנייה ברחובות השונים 72
3.3.4 פרטי תכנון חנייה 72
3.3.4.1 חנייה מקבילה (תרשים 3.2) 72
3.3.4.2 חנייה אלכסונית (תרשים 3.3 ו–3.4) 73
3.3.4.3 חנייה ניצבת (תרשים 3.5) 74
3.3.4.4 הערות כלליות ופרטי תכן לכל סוגי החנייה 75
3.3.5 חנייה לנכים 78
3.3.6 חנייה תפעולית 78
3.3.7 חנייה לרכב חריג 78
3.4 מפרדה 79
3.4.1 מפרדות – תפקידיהן וסוגיהן 79
3.4.2 הצדקים תנועתיים להתקנת מפרדה בנוייה 80
3.4.3 רוחב המפרדה 81
3.4.3.1 מבוא 81
3.4.3.2 רוחב מפרדה מזערי לתוכניות סטטוטוריות 81
3.4.3.3 רוחב מפרדה לתוכניות גיאומטריות לביצוע 82
3.4.4 אבני שפה במפרדות 83
3.5 מדרכות 84
3.6 רחובות משולבים ורחובות ללא מוצא 84
3.6.1 רחוב משולב 84
3.6.2 רחוב ללא מוצא (cul-de-sac) 85
3.6.2.1 הקדמה 85
3.6.2.2 כללים בסיסיים לתכנון 85
3.7 תחנות אוטובוס 86
3.8 תשתיות עירוניות 88

פרק 4 – תכן גיאומטרי של אלמנטים לאורך רחובות עירוניים

4.1 כללי 93
4.2 מרחק ראות 94
4.2.1 מבוא 94
4.2.2 מרחק ראות מזערי לעצירה 94
4.2.2.1 הגדרת מרחק הראות ומרכיביו 94
4.2.2.2 חישוב מרחק הראות במישור 95
4.2.2.3 הנחיות נוספות ליישום 96
4.2.2.4 השפעת השיפוע על מרחק הראות לעצירה 96
4.3 התוואי האופקי של רחובות עירוניים 99
4.3.1 הגבהה צידית בעקום אופקי 99
4.3.1.1 צרכים ומגבלות 99
4.3.1.2 עקרונות ליישום הגבהות ברחובות ודרכים עם בינוי גובל 100
4.3.1.3 עקרונות ליישום הגבהות בדרכים ללא בינוי גובל 100
4.3.2 רדיוס מזערי של העקום האופקי 100
4.3.2.1 הקשר בין רדיוס להגבהה 100
4.3.2.2 עקרונות ליישום רדיוסים 101
4.3.3 הקשר בין רדיוסים גדולים מהמזעריים להגבהה המתאימה 102
4.3.4 מעבר שיפועים 103
4.3.5 עקום מעבר 106
4.3.6 הרחבה בעקומים אופקיים 107
4.3.6.1 מטרת ההרחבה 107
4.3.6.2 ערכי תכן ואופן ביצוע 107
4.3.7 עקומים מנוגדי כיוון 109
4.3.8 עקומים לאותו כיוון 110
4.3.9 ראות בעקום אופקי 110
4.4 התוואי האנכי של רחובות עירוניים 113
4.4.1 מרווח אנכי 113
4.4.2 השיפוע האורכי 113
4.4.2.1 שיפוע אורכי מזערי 113
4.4.2.2 שיפוע אורכי מרבי 113
4.4.3 עקומים אנכיים 115
4.4.3.1 הגדרה ויעד 115
4.4.3.2 הפרשי שיפועים ללא עקום אנכי 115
4.4.3.3 עקומים קמורים 115
4.4.3.4 עקומים קעורים 117

רשימת תרשימים

תרשים 1.1: תהליך תכנון הרחוב, תוך שימוש בספרי ההנחיות 26

תרשים 2.1: מרווחים לתכן חתכי רוחב לרחוב 35

תרשים 2.2: עיקבה לרכב פרטי ומסחרי קל (P) 37

תרשים 2.3: עיקבה לרכב שירות (SV) 38

תרשים 2.4: עיקבה למשאית עירונית (SU) 39

תרשים 2.5: עיקבה לאוטובוס (BUS) 40

תרשים 2.6: עיקבה לאוטובוס מפרקי רגיל (A-BUS) 41

תרשים 2.7: עיקבה לאוטובוס מפרקי ארוך (BRT) 42

תרשים 2.8: עיקבה לרכב משא מורכב (WB-12) 43

תרשים 2.9: עיקבה לרכב משא מורכב ארוך (WB-15) 44

תרשים 2.10: עיקבה לרכב משא מחובר (WB-15) 45

תרשים 3.1: אפשרויות ניתוב של רחובות לפי מדרג 67

תרשים 3.2: פרטי תכנון לחנייה מקבילה ברחוב עירוני 73

תרשים 3.3: פרטי תכנון לחנייה אלכסונית ברחוב עירוני, כניסה בנסיעה קדימה 73

תרשים 3.4: פרטי תכנון לחנייה אלכסונית ברחוב עירוני, כניסה בנסיעה לאחור 74

תרשים 3.5: פרטי תכנון לחנייה ניצבת ברחוב עירוני 75

תרשים 3.6: "אוזן" בחנייה מקבילה 76

תרשים 3.7: "אוזן" בחנייה ניצבת 77

תרשים 3.8: "אוזן" בחנייה אלכסונית 77

תרשים 3.9: דוגמאות לביצוע רחבות סיבוב בקצה "רחוב ללא מוצא" 87

תרשים 3.10: מפרץ "חלקי" לתחנת אוטובוס 88

תרשים 3.11: "אנטי מפרץ" לתחנת אוטובוס 89

תרשים 4.1: הקשר ביו רדיוסים גדולים מהמזעריים לבין ההגבהה למהירויות הייעוד השונות 104

תרשים 4.2: מעבר שיפועים (לאורך עקום מעבר) 105

תרשים 4.3: אופן מדידת ההפרעה לראות בעקום אופקי 111

תרשים 4.4: המרווח הצידי הפנוי הדרוש בעקום אופקי בתלות במרחק הראות לתכן וברדיוס העקום 112

תרשים 4.5: האורך המזערי הדרוש לעקום אנכי קמור למהירויות הייעוד השונות 117

תרשים 4.6: האורך המזערי הדרוש לעקום אנכי קעור למהירויות הייעוד השונות 118

רשימת טבלאות

טבלה 2.1: סוגי כלי הרכב לתכן ומאפייניהם הגיאומטריים 36

טבלה 2.2: מהירויות הייעוד המתאימות לרחובות ב"כרטיס הדיוקן" 54

טבלה 2.3: מהירויות יעוד וממ"מ מומלצות בסוגי רחובות ודרכים עירוניים 55

טבלה 3.1: נפחי תנועה שעתיים מרביים לתכנון ברחוב חד-מסלולי דו-סיטרי עם נתיב אחד לכל כיוון 62

טבלה 3.2: נפחי תנועה שעתיים מרביים לתכנון ברחוב או במסלול חד-סיטרי 63

טבלה 3.3: רוחב נתיב שאינו יחיד בקטע ישר ברחובות עירוניים ובדרכים עירוניות 69

טבלה 3.4: רוחב נתיב שהוא יחיד במסלול, ורוחב המסלול כולו 70

טבלה 3.5: קביעת טיפוס תחנה 87

טבלה 4.1: ערכי תאוטה וערכי התכן למרחק ראות לעצירה בקטע אופקי 96

טבלה 4.2: מרחקי ראות לעצירה בירידה - רכב פרטי 97

טבלה 4.3: מרחקי ראות לעצירה בעלייה - רכב פרטי 97

טבלה 4.4: הרדיוס המזערי בעקומים אופקיים ברחובות עירוניים 102

טבלה 4.5: שיעור שינוי שיפוע אורכי מרבי בין ציר הדרך וקצה המיסעה במעבר השיפועים בתלות במספר הנתיבים 106

טבלה 4.6: ההרחבה הכוללת הדרושה לנתיבי התנועה ברחוב מקומי דו-סיטרי למהירות יעוד 30 קמ"ש כדי לאפשר מפגש של משאית עירונית עם רכב פרטי 108

טבלה 4.7: ההרחבה הכוללת הדרושה ברחוב מאסף דו-סיטרי למהירות יעוד 50 קמ"ש כדי לאפשר מפגש בין שני אוטובוסים 108

טבלה 4.8: ההרחבה הדרושה לשני נתיבי תנועה בדרך עורקית כדי לאפשר לאוטובוס אחד לעקוף אוטובוס אחר 109

טבלה 4.9: ערכים מרביים וחריגים לשיפוע אורכי 114

טבלה 4.10: אורך מרבי מומלץ של שיפוע אורכי שאינו חריג 114

טבלה 4.11: שינוי שיפוע אורכי מרבי, שאינו מצריך עקום אנכי 115

טבלה 4.12: רדיוסים מזעריים לעקומים אנכיים 116





רחוב רבי עקיבא, בני ברק.

סמלילים לסדרת ספרי ההנחיות לתכנון רחובות בערים

הולך רגל



רוכב אופניים



תח"צ



רכב פרטי



רכב שירות



פעילות דופן



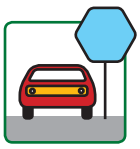
חניית אופניים



תחנה



חנייה



שירות



מרחב פעילות



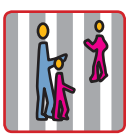
עצים



צמחייה



חצייה



כניסה לדופן



צומת



מתקנים עיליים



תשתיות
תת־קרקעיות



פרק 1:

מבוא

1

פרק 1:
מבוא

1.1 התפישה שבבסיס ההנחיות

הנחיות אלה לתנועת הרכב המנועי בערים הינן חלק מסדרת ספרי ההנחיות החדשות לתכנון רחובות עירוניים, כפי שיתואר בסעיפים הבאים. כפי שהוסבר בסעיף 1.1 של ספר–האב של הסדרה – "תכנון מרחב הרחוב", הנחיות אלה מייצגות תפיסת עולם חדשה ומאוזנת יותר מתפיסות התכנון שהיו נהוגות במחצית השנייה של המאה ה–20, ואשר הציבו את תפיסת ה'רחוב לרכב' – הקיבולת ורמת השירות לרכב הפרטי, כיעד תכנוני עיקרי.
לתפישה זו היתה תרומה משמעותית על כיוון תפקידיו האחרים של הרחוב ועל התכנון העירוני, שהפכו לפחות ופחות מזמינים ובטוחים למשתמשי הדרך האחרים.

מסוף המאה העשרים מסתמנת בעולם השאיפה לבלימת ניוונו של המרחב העירוני. במקומות רבים בעולם הובן, כי השאיפה לאפשר לתושבי העיר נגישות מיידית ברכב פרטי לכל יעד, ספק אם היא ישימה כלל בטווח הארוך, אך מחירה במונחי איכות החיים ורווחתם הינו בלתי סביר כבר עכשיו.

אי לכך ספרי ההנחיות החדשים לתכנון רחובות העיר מבוססים על תפישת עולם חדשה ומאוזנת יותר – במידה רבה מסורתית יותר (ואולי אף מקראית יותר), המושתתת על מספר עקרונות יסוד:

א. רחוב טוב הוא רחוב שטוב לאנשים הנמצאים בו.
ב. לחלל הרחוב תפקידים רבים ומגוונים – מערכתיים, חזותיים, חברתיים ואחרים.
ג. מרחב הרחוב אמור לתת תשובה יעילה וחסכונית לכל הפעילות המתקיימת בו.
ד. תכנון הרחוב מחייב חלוקה מבוקרת ומאוזנת של מרחב הרחוב בין כלל משתמשיו.
ה. איכות הרחוב תלוייה ומשפיעה על האיכות של כלל המרקם הקשור אליו.

במסגרת זו של חלוקה מחדש של מרחב הרחוב בין כלל משתמשיו, צריך גם הרכב הפרטי והמסחרי למצוא את מקומו בתמהיל מאוזן והוגן עם הולכי הרגל, עם רוכבי האופניים, עם התחבורה הציבורית ועם יתר המשתמשים. ההנחיות שלפניכם מפרטות את עקרונות התכנון עבור רצועות התנועה והחנייה המוקצבות ברחוב העירוני לכלי הרכב המנועיים בכבוש, לאחר שלתכנון עבור הולכי רגל ועבור אופניים הוקדשו הספרים הקודמים.

מערכת ההנחיות החדשות לתכנון רחובות בערים, המפורטת בסעיף 1.3 להלן, מדגישה את העמדת הבטיחות, איכות החיים וההתחשבות ברצון התושבים והקהילה, בראש סולם העדיפויות בתכנון הסביבה העירונית והתשתית התחבורתית.

1.2 מטרת מערכת ההנחיות לתכנון רחובות בערים

מטרתן הבסיסית של הנחיות תכנון היא ליצור מסגרת מנחה לקיום תהליך תכנון מסודר, שיטתי ובהיר, שבעזרתו ניתן ליישם את המדיניות לפיתוח המרחב הציבורי כפי שמוצע בספרי ההנחיות.

ההנחיות הן מסמך רב–תחומי הנותן בידי קובעי המדיניות כלים לקבלת החלטות לתכנון, להקמה ולאחזקה של מרחב הרחוב בכללותו. ההנחיות מציגות את צרכי המשתמשים השונים, את המדיניות העומדת מאחורי הקצאת התשתית עבורם, ואת התפישה ורכיבי התכנון השונים הנדרשים להם.

הנחיות אלה מבוססות על ההנחיות ועל הממצאים המעודכנים ביותר מאותן מדינות בהן נצבר כבר ניסיון בפיתוח מרחב עירוני על פי התפישה החדשה, תוך התאמתן לתנאי הארץ – למסגרת החוקית ולמדיניות התכנון התחבורתי בישראל.

1.3 ההנחיות לתנועת רכב מנועי כחלק מההנחיות לתכנון מרחב הרחוב

ה–"הנחיות לתכנון רחובות בערים" מהוות מסגרת–על למערך הנחיות רב–תחומי חדש, אשר עוסק במכלול מרכיביו של המרחב הציבורי ברחובות העיר, ומוצג בחמישה ספרי הנחיות על פי הפירוט הבא:

א. הנחיות לתכנון רחובות בערים – מרחב הרחוב (להלן "מרחב הרחוב"):
ספר זה הינו ספר האב – הבסיס ומסגרת–העל של מערך ההנחיות, ובו מגובשות הנחיות היסוד לתכנון הרחוב. בספר מפורטת תפישת היסוד של מערך ההנחיות, הממקמת את האדם ורווחתו במרכז המרחב הציבורי.

בספר מוטבעת האבחנה המהותית בין 'רחוב עירוני' לבין 'דרך עירונית', אשר מהווה אבן בוחן בסיסית לתכנונו של המרחב הציבורי, כמפורט להלן:

רחוב עירוני – מרחב בעיר המשמש לכלל הפעילות העירונית (תנועה, מגורים, מסחר וכיוצ"ב), ואשר המרכיב התנועתי החשוב בו הוא הנגישות.

דרך עירונית – מרחב עירוני המשמש בעיקר למעבר בין חלקי העיר, ואשר המרכיב התנועתי החשוב בו הוא הניידות.



מגוון משתמשים ברחוב – אמסטרדם, הולנד.

לב הספר הינו מתן הנחייה לתהליך תכנונו של הרחוב באופן שיכלול התייחסות מאוזנת למכלול מרכיבי התכנון – זהו גיבוש דיוקן הרחוב ותבניתו:

דיוקן הרחוב

דיוקן הרחוב – הפרוגרמה לתכנון הרחוב. בגיבוש דיוקן הרחוב מונחה צוות התכנון להתייחס למכלול המרכיבים המשפיעים על עיצובו של הרחוב:

- סוגי התנועות הצפויות ברחוב – הולכי–רגל, אופניים, תחבורה ציבורית, רכב פרטי, רכבי שירות וחירום.
- מרכיבי השהות הצפויים ברחוב – פעילות הדופן ופעילות רחוב של הולך הרגל, חניית אופניים, תחנות תחבורה ציבורית, חניית רכב פרטי, מרחבי עצירה של רכב שירות.
- מפגשים בין התנועות השונות – צמתים, מקומות חצייה וכיוצ"ב.
- מרכיבי העיצוב הנופי והסביבתי – עצים, צמחייה, מרכיבי הצללה, ריהוט רחוב ומרכיבי התשתית העיליים והתחתיים.

המתכנן נדרש לקבוע את עצם קיומם של המרכיבים השונים ברחוב המתוכנן – כמותם ועוצמתם. בנוסף, מונחה המתכנן להתייחס בקביעת דיוקן הרחוב למכלול המשתנים האורבניים, התנועתיים, הנופיים וההיסטוריים–תרבותיים של הרחוב, העשויים להשפיע על תכנונו המרחבי.

תבנית הרחוב

תבנית הרחוב – תיאור עקרוני של תצורת הרחוב כמענה לצרכים ולדרישות שפורטו ב'דיוקן הרחוב'. גיבוש תבנית הרחוב הוא שלב החלוקה המאוזנת והיעילה של המרחב בין משתמשיו הצפויים של הרחוב.

עצמים נייחים ברחוב

עצמים נייחים ברחוב – העיסוק בעצמים העל–קרקעיים והתת–קרקעיים במרחב הרחוב, והנחיות למיקומם באופן היעיל והבטוח ביותר בהתייחס לתפקידיהם.

ספר ההנחיות לתכנון מרחב הרחוב עוסק, כאמור, במכלול המרכיבים של הרחוב ובשילובם המאוזן זה בזה. לצורך התמקדות במשתני התכנון המפורטים, מופנה המתכנן לספרי המשנה התחומיים, הכוללים הנחיות פרטניות של כל מרכיב בנפרד כמפורט בהמשך.



ב. הנחיות לתכנון רחובות בערים – תנועת הולכי רגל (להלן "תנועת הולכי רגל"):

ספר זה הינו ראשון הספרים התחומיים, ועניינו המרכזי – פירוט המרחב הנדרש להולך–הרגל ברחוב – מימדיו ואיכותו.

חלקו הראשון של הספר עוסק במרכזיותו של הולך–הרגל ומציגו בשני היבטים: ההיבט הראשון – הולך–הרגל כמהות אנושית, כמוקד לכלל התכנון האורבני, וכצרכן המרכזי של המרחב הציבורי. ההיבט השני – הולך–הרגל כ'מכשיר תנועה' וכחלק מכלל התנועה בעיר. בחלק הראשון מוסברת החשיבות העליונה בעידוד התנועה הרגלית בעיר ע"י שינוי סדרי העדיפויות התכנוניים.

במרכז ההנחיות מוגדרים התחומים שיש להקצות להולכי הרגל עפ"י מאפייני הפעילות הצפויים ברחוב, ומימדיהם של המרחבים הללו בהתאם להיקף ולאופי הפעילות:

רצועת הליכה – רצועה על המדרכה לאורך הרחוב, המיועדת לתנועה אורכית של הולכי–רגל בלבד.

רצועת עזר – הרצועה על המדרכה או לאורך המיסעה/חנייה, המיועדת להתקנה של העצמים הנייחים והתשתיות העיליות, במגמה לפנות את רצועת הולכי הרגל ממכשולים ומטרדים.

רצועת דופן – הרצועה המלווה את דופן הרחוב, ומיועדת לשהייה ולפעילות של הולכי–רגל לפי אופי השימוש בדופן הרחוב.

מרחב פעילות – מרחב מיוחד, ליניארי או מקומי, כגון רחבה, כיכר וכו', המיועד לשהייה ולפעילות של הולכי–רגל בתחום הרחוב לפי תיפקודו המתוכנן.

ההנחיות קובעות מימדים מומלצים ומזעריים של כל אחד מהמרחבים האמורים, כתוצאה מעוצמות הפעילות והתנועה הצפויות בהם.



מגוון הרצועות ברחוב – וינה, אוסטריה

בהמשך ההנחיות לתנועת הולכי–רגל יש הנחיות תכנון בנושאים הבאים:

שילוב אזורי המתנה לתח"צ במדרכה

שילוב אזורי המתנה לתח"צ במדרכה – הנחיות המתמקדות בחלקי התחנה המצויים על המדרכה, ומגדירות את הכללים והתנאים למיקום המתקנים הדרושים.

הולך–רגל בצומת

הולך–רגל בצומת – מקבץ הנחיות לתכנון קרנות ופינות רחוב – מרחבים מיוחדים הנדרשים להולך–הרגל בצומת הרחובות, הן לשם פעילויות רחוב והן לשם היערכות לחציית רצועות התנועה המנועית.

מקומות חצייה

מקומות חצייה – סיווגים והנחיות לתכנונם של מקומות החצייה בהם מצטלבת תנועת הולכי הרגל עם תנועות אחרות.

נגישות

נגישות – ההנחיות לתנועת הולכי רגל מותאמות ומפנות אל מערך החוקים, התקנות והתקנים בנושא הנגשת הסביבה הבנויה לכלל משתמשי הדרך.



ג. הנחיות לתכנון רחובות בערים – תנועת אופניים בערים (להלן "תנועת אופניים"):

ספר הנחיות ראשון בנושא זה בישראל. בספר מוסברים הכללים וההנחיות לשילוב תנועת האופניים ברשת הרחובות העירוניים לסוגיהם השונים, כך שינועו בנוחות ובבטיחות לצד שאר משתמשי הרחוב. ההנחיות מבוססות על ההנחה שאופניים הם כלי תחבורה מקובל שצריך להגיע מכל מקום לכל מקום, במיוחד בעיר אך גם מחוץ לה. לפיכך כוללות ההנחיות את האמצעים לשילוב האופניים באופן מלא במסגרת האורבנית ובמערך התחבורתי של העיר. האופניים הם כלי תחבורה, ולכן הם צריכים לנוע בנפרד ככל האפשר מהולכי הרגל, ורמת ההפרדה משאר כלי הרכב נקבעת על פי שיקולי הבטיחות. ההנחיות מגדירות שלוש רמות הפרדה לתנועת אופניים: **רמת הפרדה א'** (ללא הפרדה) – שילוב תנועת אופניים עם הרכב המנועי, **רמת הפרדה ב'** (הפרדה מזערית) – בנתיב נפרד לצד נתיבי התנועה המנועית, ו**רמת הפרדה ג'** (הפרדה מרבית) – בשביל נפרד.

בהתאם לכך כולל ספר ההנחיות כלים לבחירה ולתכנון של ההסדר המתאים ביותר לאופניים בקטעי דרך ובצמתים. כמו כן מציג הספר את התמרורים הנדרשים לכל הסדר, וקובע את התקנים לחניית אופניים בשימושים השונים.



ד. הנחיות לתכנון רחובות בערים – תנועת רכב מנועי:

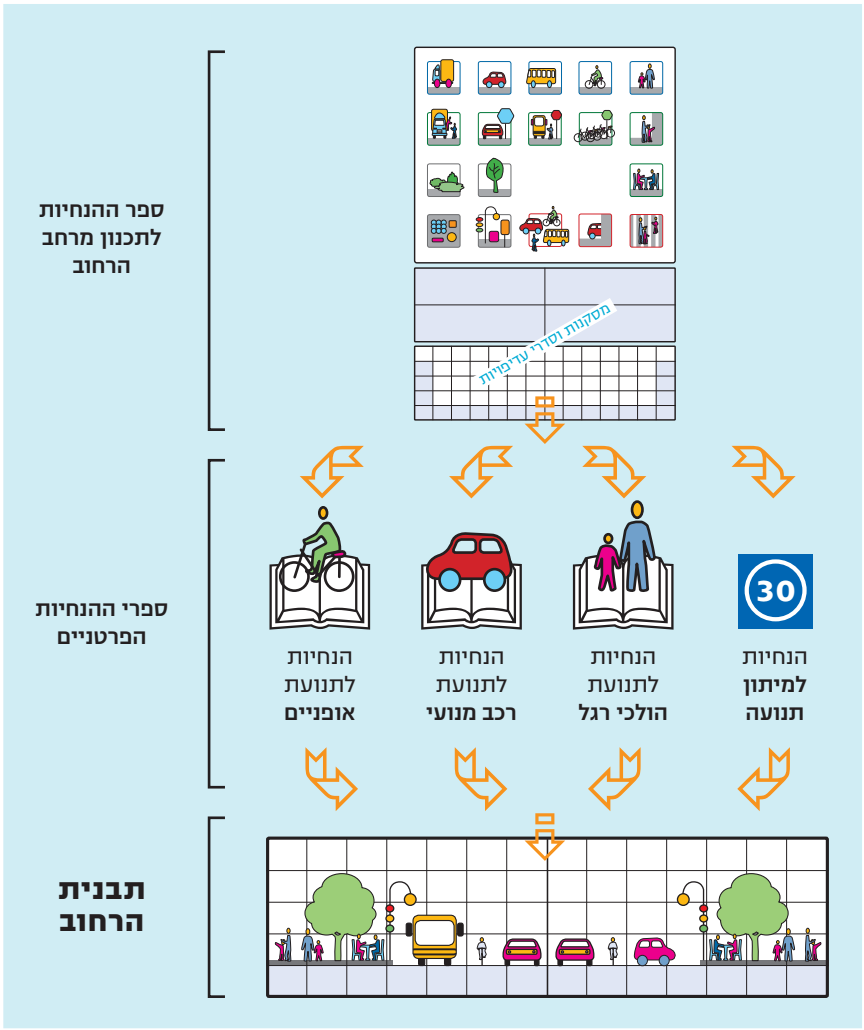
הספר הנוכחי, אשר נגזר מן ההנחיות לתכנון מרחב הרחוב, והוא מגדיר ומנחה את אופן היישום של המשתנים העיקריים הדרושים לתכנון 'רצועות התנועה' ברחובות המיועדים לרכב המנועי – מהירויות, נפחי תנועה, סוג הרכב לתכן, מספר הנתיבים, רוחב הנתיבים וכיוצ"ב, וכן רצועות החנייה. בספר זה נכללות גם ההנחיות לתכן התוואי הגיאומטרי של הרחובות – עקומים אופקיים ואנכיים, שיפועים לאורך ולרוחב, הרחבות בעקומים, מרחקי ראות וכיוצ"ב.



ה. הנחיות לתכנון רחובות בערים – צמתים:

ספר נוסף הנגזר מן ההנחיות לתכנון מרחב הרחוב, אשר מרכז את הנתונים על רצועות התנועה השונות מספרי ההנחיות העירוניים השונים (להולכי–רגל, לאופניים ולרכב המנועי), כדי להנחות את המתכנן לגבי הפתרון המומלץ למפגשים בין התנועות השונות בצמתים ובמפגשים ביניהן. הפתרונות המיועדים לצמתים שבהם יש גם תנועות אופניים מפורטים גם בפרק 5 בהנחיות לתנועת אופניים, ואילו הטיפול בהולכי–רגל באזור הצומת מפורט בפרקים 5 ו–6 בהנחיות לתנועת הולכי–רגל.

תרשים 1.1:
תהליך תכנון הרחוב, תוך שימוש בספרי ההנחיות



1.4 נמעני ההנחיות לתכנון רחובות בערים

בסיס תפישת התכנון של מערך ההנחיות לתכנון הרחוב על נגזרותיו השונות הינו תכנון רב–תחומי ומאוזן של מרחב הרחוב. לפיכך, יטלו חלק בתכנון הרחוב כל הגורמים

המעורבים בתכנונו ובעיצובו של המרחב הציבורי, ביניהם מתכנני העיר, מתכנני התנועה והדרכים, אדריכלים ומתכנני הנוף והסביבה, מתכנני התשתיות, וכיוצ"ב. בנוסף לכל אלה מופנה הספר לציבור מקבלי החלטות וקובעי מדיניות, לנציגי גופים בעלי עניין במרחב הציבורי ואף לקהל הרחב. המגוון הגדול של צרכני הנחיות התכנון מעמיד אתגר בניסוחי הספר ובהגדרותיו. זאת מתוך השאיפה להיות בהיר ושקוף ככל האפשר לקהל היעד הרחב, מבלי לאבד את הדיוק המקצועי הנדרש בכל תחום. בלית ברירה יהיו בספרי ההנחיות פרקים הכתובים בשפה המובנת יותר ל'קהל בלתי מקצועי', ופרקים אחרים בעלי גוון מקצועי יותר, המתייחסים לתכנון ערים, לתכנון תחבורתי, לתכנון נוף, לתשתיות הפיזיות ולנושאים נוספים מתחומים מקצועיים שונים.

בשל הצורך בשיתוף פעולה מלא בין כל שותפי התכנון, ובשל הצורך להפנים ולהבין את מכלול הצרכים והדרישות במרחב הציבורי ולהכריע בחלוקתו המאוזנת, יש חשיבות להפנמה ולהבנה של מכלול ההנחיות ע"י כל שותפי התכנון.

מומלץ לפיכך לכל העוסק בתכנון הרחוב לעיין ולהכיר, בנוסף להנחיות בתחום התמחותו, גם את הנחיות הבסיס המפורטות בספר "מרחב הרחוב", אשר מהווה את 'ספר האב' של ה"הנחיות לתכנון רחובות בערים", וכן להכיר ככל האפשר את ההנחיות המקצועיות העוסקות בתחומי תכנון מקבילים.

1.5 מרחב הגמישות ביישום ההנחיות לתכנון רחובות

ההנחיות מציגות בפני המתכנן את האפשרויות העומדות בפניו. יחד עם זאת, אין ההנחיות מיועדות להגביל את פתרונות המתכנן, אלא להגדיר מסגרת מחד גיסא, ולהרחיב את אופקיו מאידך גיסא, כדי לסייע בידיו להתמודד עם בעיות שאינן סטנדרטיות. מערך ההנחיות המוצע כולל הגדרות בסיסיות של עיקרי מדיניות ועקרונות תכנון בנושאים השונים, וכן קשת רחבה של הנחיות פרטניות, פרטי תכן, שיטות חישוביות, מימדים מומלצים ומזעריים וכיוצ"ב.

אלה גם אלה מטרתם בעיקר לתת כלי תכנון וחשיבה, וכן להפרות ולעודד את המתכנן בחיפוש הפתרונות המתאימים ביותר למקרה הפרטי שתחת ידו. אין ספק שמערך ההנחיות המוצע אינו מספק מענה לכלל אתגרי התכנון העתידיים, אלא מענה חלקי בלבד למקרים היותר נפוצים ומוכרים. מרבית משימות התכנון מייצרות בעיות מקומיות וייחודיות, שלפתרונן יידרשו מאמץ רב, יצירתיות, שיקול דעת והכרעות של צוות התכנון.

בכל התמודדות תכנונית מומלץ מאוד להישען על תפישת העולם, המדיניות ועקרונות התכנון המוצגים בהנחיות, כגון ראייה כוללת של המרחב הציבורי, בחינה מדוקדקת של מכלול צרכי המשתמשים, איזון מבוקר של חלוקת המרחב, תכנון לבטיחות מרבית (ופחות לקיבולת מרבית) וכיוצ"ב.

באשר להנחיות הפרטניות העוסקות בפרטים ובמימדים, מומלץ מאוד לנצל את כל מרחב הגמישות המפורט בהנחיות, ולהפעיל כל שיקול דעת לשם קבלת מוצר מאוזן, יעיל ובטוח מותאם למושא התכנון.



רחוב ייחודי (מרחב הגמישות) – אבראנס, נורמנדי, צרפת.

אופי ההנחיות הוא יישומי, כאשר סדר הפרקים בהנחיות תואם את סדר הפעולות ואת שלבי התכנון הנדרשים לטיפול מלא בתכן רחובות, כפי שהוא מומלץ בהנחיות אלה.
ההנחיות כוללות הגדרות ומושגים חדשים, שהבנתם חשובה ויסודית להפנמת ההנחיות. תהליך תכנון מלא מחייב שילוב ההנחיות מהפרקים השונים למיקשה אחת.
כל הפרקים כתובים בשפה המובנת למקבלי ההחלטות ולמתכננים, אולם ישנם נושאים המתייחסים בעיקר לתכנון ערים, לתכנון התחבורתי, לתכנון הנוף, לתשתיות הפיזיות ולנושאים נוספים מדיסציפלינות שונות.
חשוב לציין, שבמקרים בהם ההנחיות מציינות ערכים מזעריים או ערכים מרביים לתכן של המרכיבים השונים, אין לראות בכך המלצה למתכנן להיצמד לערכים גבוליים אלה.
יש לשאוף תמיד לתכנון מאוזן, ועל המתכנן לבדוק היטב את כל החלופות האפשריות.
כמו כן, יש לזכור, כי הנחיות אינן מסוגלות לצפות את כל התנאים האפשריים, ולכן הן בגדר המלצות והן אינן מהוות תקן או חוק.

1.6 מבנה ספר ההנחיות לתכנון תנועת רכב מנועי בערים

ספר הנחיות זה מיישם את העקרונות שנקבעו בספרי ההנחיות הקודמים כדי לתכנן את רצועות הרחוב המיועדות עבור הרכב המנועי – נתיבי הכביש, רצועות החנייה והמפרדות.

להלן פירוט הנושאים בפרקים הבאים המרכיבים את ההנחיות:

פרק 2 **נתוני קלט לתכן:** הפרק מציג למתכנן את הנתונים הדרושים אותם עליו לרכז במסגרת תהליך תכנון הרחוב, כדי שישמשו מצע לתכנון רצועות התנועה והחנייה ברחוב; נתונים אלה כוללים את הסוגים המאפיינים של כלי הרכב שינועו ברחובות המתוכננים, לרבות הנתונים הגיאומטריים של כלי הרכב האלה, ואת אופן קביעת מהירות הייעוד לתכן אותו רחוב.

פרק 3 **מרכיבי התכן התנועתי:** הפרק מציג את עקרונות התכנון של המרכיבים ההנדסיים העיקריים ברצועות הרחוב השונות המיועדות לתנועה ולחנייה של רכב מנועי, או שתכנונן מושפע מתכונותיו:

- **נתיבי הרכב המנועי** – אופן הקביעה של מספר הנתיבים ורוחבם.
- **חנייה ברחוב** – תצורות החנייה האפשריות ורכיבי התכנון החשובים בהן.
- **מפרדה** – סוגי המפרדות השונים, ההצדקים ליישומן ואופן תכנונן.
- **תחנות אוטובוס** – הסוגים השונים של תחנות האוטובוס מהיבט השתלבותן התנועתית ברחוב, לאחר שהיבטי התכנון של מרכיבי התחנה שבשטח המדרכה נסקרו בספר התכנון לתנועת הולכי רגל, ושילוב התחנות בהסדרים לאופניים נסקר בספר ההנחיות המוקדש לאופניים.

בנוסף, כולל פרק זה פתרונות ייחודיים לסוג רחוב שלא נכלל בספרים הקודמים – רחובות ללא מוצא.

פרק 4

תכן גיאומטרי של אלמנטים לאורך דרכים ורחובות עירוניים: עקרונות, ערכים מנחים ופרטי תכן אופייניים למרכיבי התכנון הפיזי של תוואי הרחוב – מרחקי הראות ליישום, תכן מפורט של עקומים אופקיים ועקומים אנכיים בהתאם לסיווג הרחוב ומהירות הייעוד שנקבעו קודם לכן.

1.7 תחולת ההנחיות ותקפותן

ההנחיות נכנסות לתוקף עם פרסומן.

מערך הנחיות זה מחליף כל הנחיות קודמות המתייחסות לתכנון רחובות בערים, צמתים עירוניים ותכנון עבור הולכי–רגל, **למעט ההנחיות הבאות:**

א. הנחיות לתכנון רמזורים (משרד התחבורה, 1981 – מהדורה חדשה בהכנה);
ב. הנחיות לרחובות משולבים (משרד התחבורה, 1993);
ג. הנחיות לתכנון נתיבים לתחבורה ציבורית (משרד התחבורה, 1998);
ד. הנחיות לאזורי מיתון תנועה (משרד התחבורה, 2001);
ה. עקרונות לתכנון רכבת עירונית (משרד התחבורה, 2003);
ו. הנחיות לפסי האטה (משרד התחבורה, 2004);
ז. ההנחיות למעגלי תנועה (משרד התחבורה, 2005);
ח. הנחיות לתכנון תפעולי וגיאומטרי של מרכזי תחבורה משולבים (משרד התחבורה, 2005);
ט. הנחיות לבחירה ולהצבה של התקני בטיחות בדרכים עירוניות (משרד התחבורה ונת"א, 2005);
י. הנחיות למעברי חצייה עתירי ביקוש (משרד התחבורה ונ.ת.ע., 2006);
יא. הנחיות להסדרי תנועה בסביבת מכשולי גובה (משרד התחבורה, ספטמבר 2006);
יב. מערך ההנחיות לתכנון חנייה (ב–5 חלקים, משרד התחבורה 2008–2000);
יג. ההנחיות "כללים מנחים לשילוב מערכות הסעת המונים ברמזורים" (משרד התחבורה, 2008);
יד. ההנחיות לתכנון דרכים מעוירות (פרבריות) מהירות (יצא לאור בשילוב ההנחיות לדרכים בין–עירוניות של החברה הלאומית לדרכים, 2011).

מבנה ההנחיות מאפשר עדכונן מעת לעת בהתאם לצורך, בהתאם לניסיון הנרכש עם הזמן ובהתאם למדיניות הנקבעת על–ידי משרד התחבורה. המהדורה העדכנית של ההנחיות היא המחייבת את המתכננים.

פרק 2:

נתוני קלט לתכן

פרק 2:
נתוני קלט לתכן

2.1 הרכב לתכן

2.1.1 השפעת הרכב

התפקוד האורבני של הרחוב וסביבתו – סוגי השימושים הקיימים (או המתוכננים) בו והיקפם – משפיע באופן מהותי על מאפייני התנועה ועל כלי הרכב שיעשו בו שימוש. (לדוגמה, מאפייני הרכב ברחוב מגורים פרברי יהיו שונים מאשר באזור תעשיה שוקק). השפעה דומה על מאפייני התנועה תהיה לתפקוד ולמדרג התנועתי של הרחוב. (כך, מאפייני הרכב הנע ברחוב מקומי יהיו שונים מאלה הנעים ברחוב מאסף או דרך עירונית). מסיבה זו, המהלך התכנוני הראשון הנדרש לאחר הגדרת דיוקן הרחוב, הוא לקבוע מה סוג כלי–הרכב המתאים לתכנון הרחוב. לכל סוג כלי–רכב שייקבע, יש השפעה שונה על קביעת תבניות הרחובות ועל קביעת המימדים והמרכיבים התנועתיים הגיאומטריים לאורכם.

סוג הרכב שעל פיו צריך לתכנן רחוב עם שימושים מסוימים נקרא "הרכב לתכן", או "רכב התכן" ומכאן שיהיו סוגים שונים של רכבי תכן המתאימים לסוגים שונים של רחובות (טבלה 2.1).



הרכב לתכן?... בנגקוק, תאילנד

המאפיין הגיאומטרי העיקרי בקביעת החתך הבסיסי לתבנית קטע ישר ברחוב על פי הדיוקן הוא הרוחב המרבי של רכב התכן, ומרווח הבטיחות לנסיעה מול הרכב המגיע מהכיוון הנגדי או בצד הרכב הנוסע בכיוון תנועתו. בתרשים 2.1 ניתן לראות איך רוחב הרכב לתכן משפיע על קביעת הרוחב הדרוש לכביש בהתאם להרכב התנועה (רוחב המשאית מייצג גם את האוטובוס העירוני). המרווחים המומלצים משמשים לתכנון תנועת כלי הרכב שנבחרו לתכן הרחוב, ואילו המרווחים המאולצים משמשים לבדיקה אם מתאפשר מפגש אקראי בין הרכב לתכן לבין רכב גדול יותר.

לסוג ולמידות של כלי הרכב לתכן יש גם השלכה על:

- המימדים של רצועות החנייה ומקומות החנייה בתחום הרחוב.
- מאפייני התוואי האופקי – הרדיוסים המזעריים, ההגבהות וההרחבות הנדרשות ברדיוסים קטנים.
- החתך האנכי של הרחוב: השיפועים המרביים לאורך הרחוב והרדיוסים המזעריים הנדרשים לעקומים האנכיים שלאורכו.

כפועל יוצא של שילוב מאפייני התוואי האופקי והאנכי, יש לרכב התכן גם השפעה על קביעת מאפייני הראות הנדרשים.

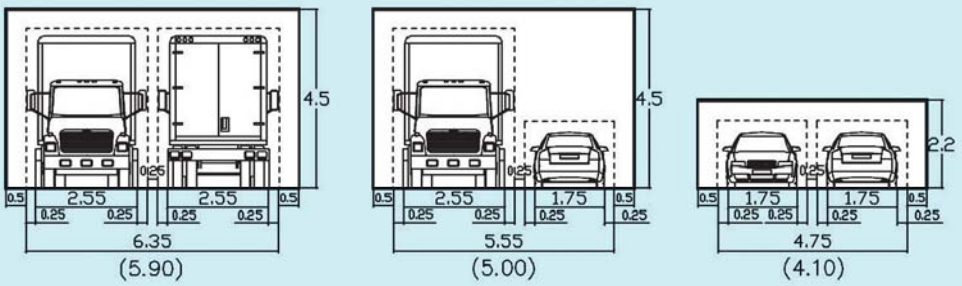
ייתכן, שמשיקולי בטיחות במצבים קריטיים ייקבעו כלי–רכב שונים לתכן מאפיינים שונים – רכב גדול לבחירת מידות הנתיב או ההרחבה, אבל רכב קטן ונמוך למרחקי הראות.

השפעת הרכב לתכן גדולה במיוחד בתכן צמתים: רכבי התכן לצמתים יהיו אלה אשר מגבלותיהם בפניות הן המחמירות מבין כלי הרכב הצפויים בצומת. לפיכך, רכב התכן בצומת יהיה זה בעל רדיוסי הפנייה המזעריים הגדולים ביותר, או הנזקק להרחבה המרבית של הנתיב בפניות ובתפניות דרך. בנוסף, יש להתחשב גם בכלי הרכב בעלי האורך המרבי, הצפויים לעבור בצומת באופן שוטף (להבדיל ממעבר מקרי או חריג, שאינו מחייב התייחסות פרטנית בתכנון הצומת), לצורך תכנון אורכי האחסנה הנדרשים, בעיקר בפניות שמאלה, וזמני פינוי הצומת. לפירוט סוגי הרכב לתכן באזורי צמתים ראו "הנחיות לתכנון צמתים עירוניים".

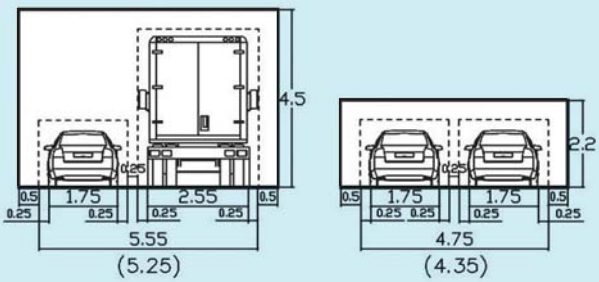
2.1.2 מידות כלי הרכב לתכן

המאפיינים החשובים של כלי הרכב לתכן מרוכזים בטבלה 2.1, ותרשימי העיקבה (תרשים תנועת רכב במהלך פנייה) האופייניים לפניות מזעריות מוצגים בתרשימים 2.2–2.10. המידות המרביות של כלי הרכב בטבלה זו מבוססים על תקנות מס' 313 ו–377 לתקנות התעבורה, בניסוחן המעודכן. תשומת לב המתכנן מופנית לכך, שמדי פעם עשויים לחול שינויים ועדכונים במידות המצוינות בתקנות התעבורה, וכתוצאה מכך עשויים להשתנות מרכיבי תכן קריטיים מסוימים. כלי רכב החורגים במידותיהם מהמצוין בטבלה 2.1 (כגון כלי רכב חקלאיים, מובילי מטען חורג וכד'), אינם מובאים בחשבון לצורכי תכן באופן סטנדרטי, כי אינם מורשים לנוע ללא הסדר מיוחד לליווי,

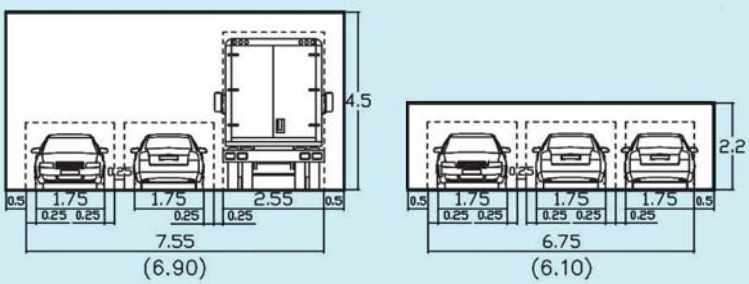
בתנועה נגדית



בתנועה מקבילה



ליד רכב עומד



מקרא:

ללא סוגריים – מרווחים לתכן

בסוגריים – מרווחים מאולצים

——— – מידות תוחמת (גבריט)

------- – מידות לתנועה

– סוג הרכב

תרשים 2.1:
מרווחים לתכן חתכי רוחב לרחוב

ותנועתם בעיר היא היוצא מהכלל ולא הכלל. בצירים עירוניים בהם צפויה, במקרים חריגים, תנועה של כלי רכב כאלה, יש לבדוק מלכתחילה את צירי נסיעתם, ובהתאם לכך לתכנן את הפניות אותן הם נדרשים לבצע. יש לבדוק שהגיאומטריה של הצומת מאפשרת להם לבצע את הפניות בלי לגרום נזק למתקני הבקרה והניתוב הקיימים. במקרים נדירים, אפשר לתכנן מעבר כלי רכב חריגים תוך הפרעה מבוקרת לתנועה, חסימת צירים ומסלולים, שימוש במסלול הנגדי וכד'.

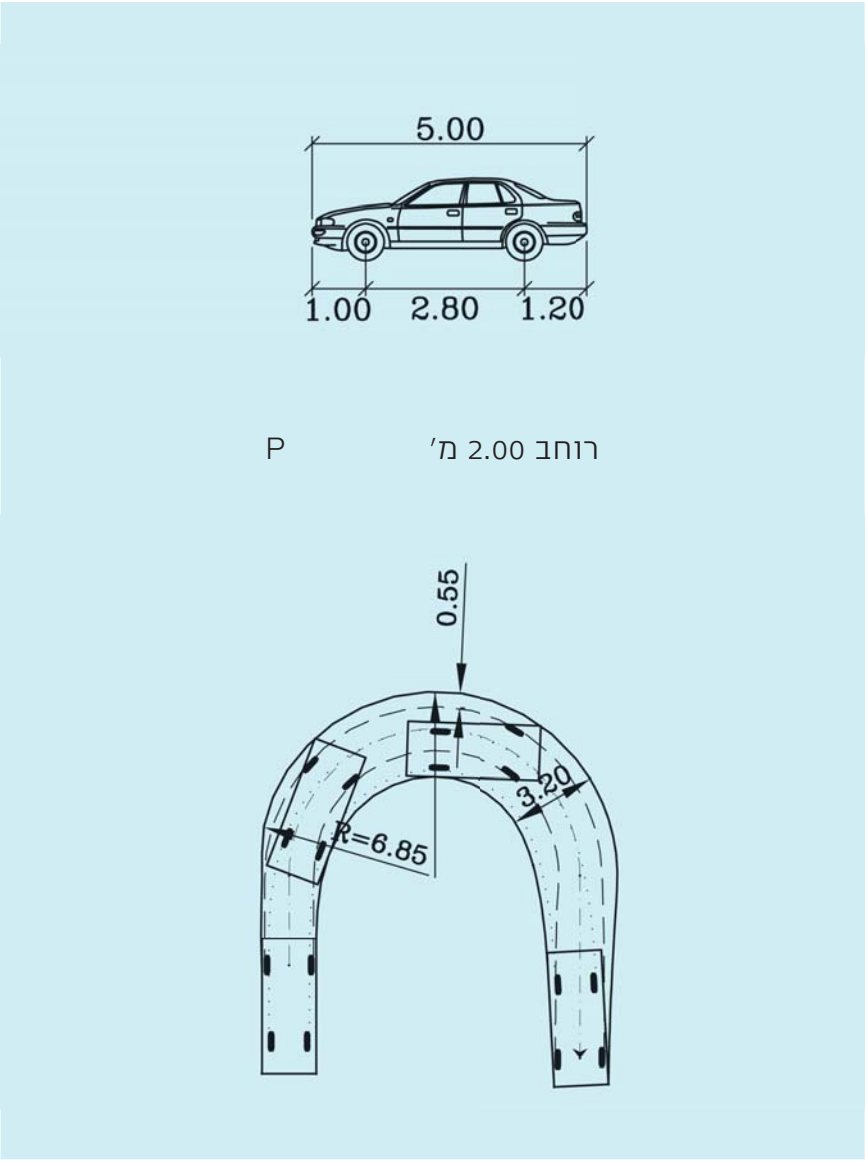
יש לציין, כי תכן עבור אוטובוס מאפשר מעבר של המשאית הרגילה (SU) הגדולה ביותר המותרת בישראל (בעלת סרן אחורי כפול ואורך של 12.00 מטר). למשאית זו רדיוס פנייה דומה לאוטובוס, אך בלט קדמי ואחורי קצרים יותר.

סוג הרכב	אורך כללי	רוחב כללי	רוחק סרנים מרבי	אורך שלוחה קדמית	אורך שלוחה אחורית	רדיוס סיבוב חיצוני מרבי	רדיוס סיבוב פנימי מזערי	תרשים
פרטי ומסחרי קל (P)	5.00	2.00	2.80	1.00	1.20	6.85	3.65	2.2
רכב שירות (SV)	9.50	2.55	5.40	1.80	2.30	9.50	3.80	2.3
משאית עירונית (SU)	9.00	2.55	6.00	1.20	1.80	[1]12.50	7.70	2.4
אוטובוס (BUS) [3]	[4]12.00	2.55	6.00	2.70	3.30	[1]12.50	[5]5.30	2.5
אוטובוס מפרקי רגיל (A-BUS)	17.95	2.55	5.10	2.70	3.40	[1]12.50	[5]5.30	2.6
אוטובוס מפרקי ארוך (BRT)	[1]18.75	2.55	5.85	2.75	3.40	[1]12.50	[5]5.30	2.7
רכב משא מורכב (WB-12)	[2]14.10	2.55	8.40	0.90	1.00	[1]12.50	[5]5.30	2.8
רכב משא מורכב ארוך, תא נהג עילי (WB-15)	[2][1]17.60	2.55	9.95	1.30	1.65	[1]12.50	[5]5.30	2.9
רכב משא מחובר (WB-15)	[3][1]18.75	2.55	5.55	1.30	1.20	[1]12.50	[5]5.30	2.10

טבלה 2.1:
סוגי כלי הרכב לתכן ומידות אופייניות (כל המידות במטרים)*

1) מרבי לפי תקנות התעבורה.
2) אורכו של הנתמך לא יעלה על 12.00 מ' מפין הגרירה.
3) אורכו של הגורר או הגרור לא יעלה על 12.00 מ'.
4) מותר אורך עד 13.5 מ' לאוטובוס עם 2 סרנים ו–15.0 מ' לאוטובוס עם 3 סרנים, ושלוחה אחורית 3.6 מ', אולם אינם מיועדים לשירות עירוני.
5) לפי תקנות התעבורה, הרדיוס הפנימי לא יפחת מ–5.30 מ' כאשר הרדיוס החיצוני 12.50 מ'.
* מידות אופייניות ששימשו לתרשימי העיקבה ברדיוסים המזעריים. ברדיוסים גדולים יותר, רוחב העיקבה קטן.
הערה: הגובה המרבי למשאיות ואוטובוסים בתקנות התעבורה – 4.0 מ'.

תרשים 2.2:
עיקבה לרכב פרטי
ומסחרי קל (P)

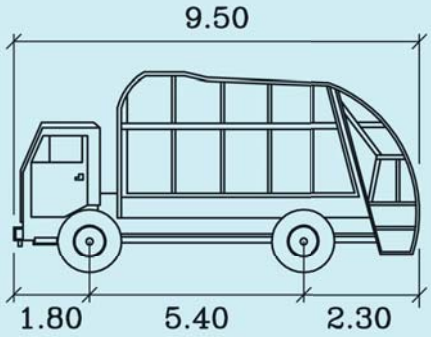




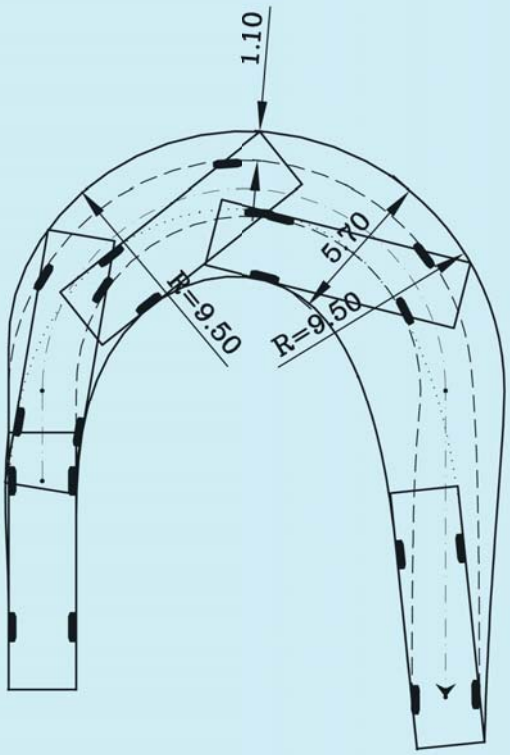


מימין: וינה, אוסטריה.
משמאל: אבראנש,
נורמנדי, צרפת.

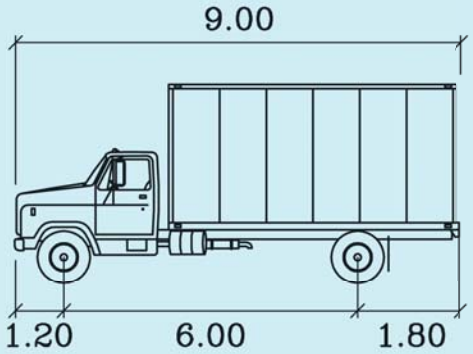
תרשים 2.3:
עיקבה לרכב שירות (SV)



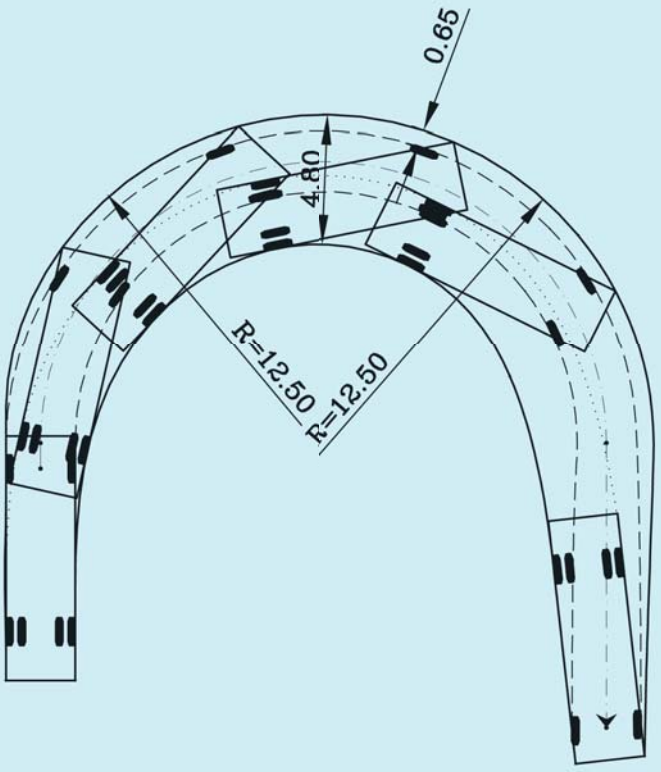
רוחב 2.55 מ' SV



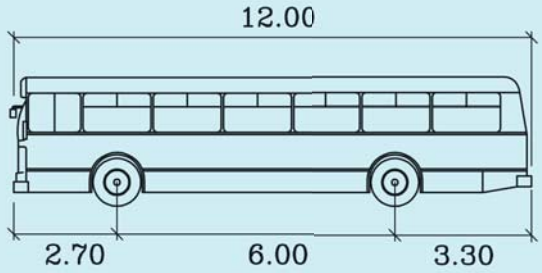
תרשים 2.4:
עיקבה למשאית עירונית (SU)



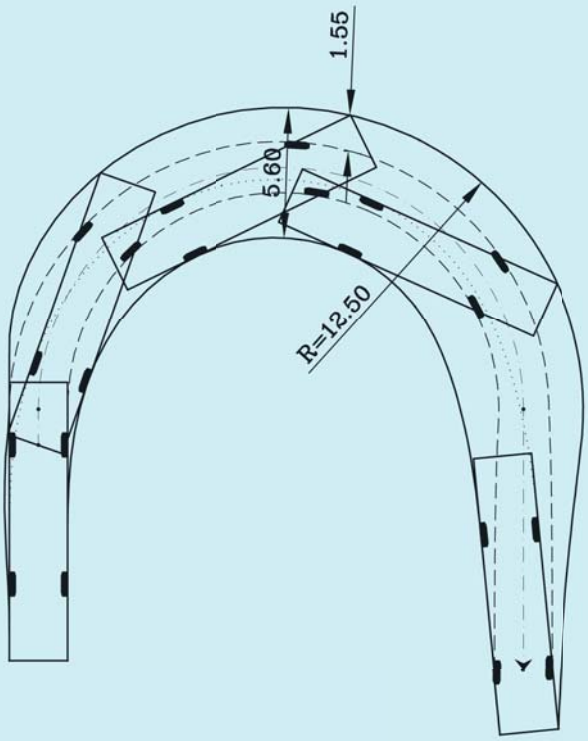
רוחב 2.55 מ' SU



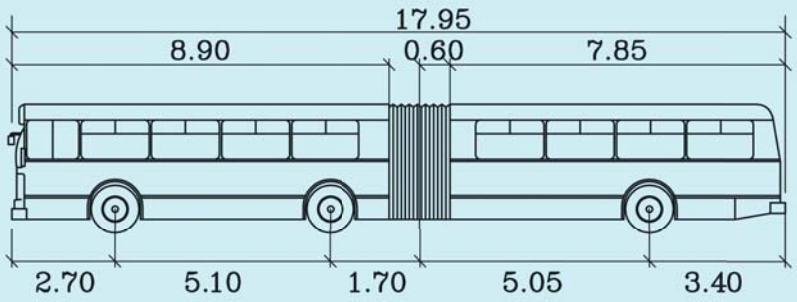
תרשים 2.5:
עיקבה לאוטובוס (BUS)



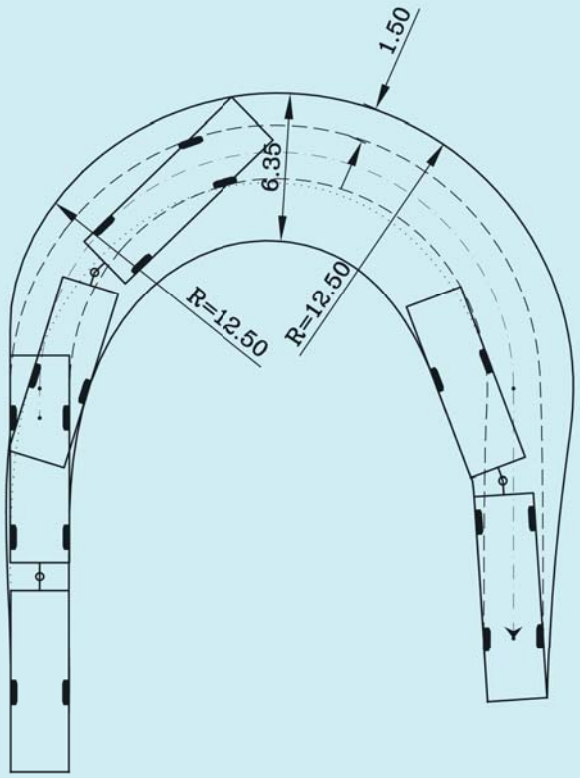
רוחב 2.55 מ' BUS



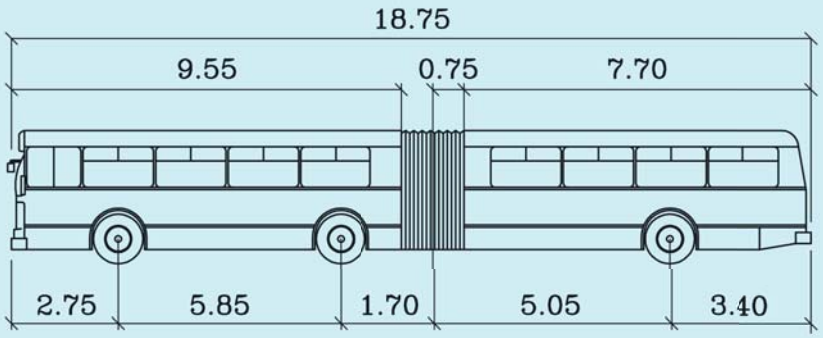
תרשים 2.6:
עיקבה לאוטובוס מפרקי רגיל (A-BUS)



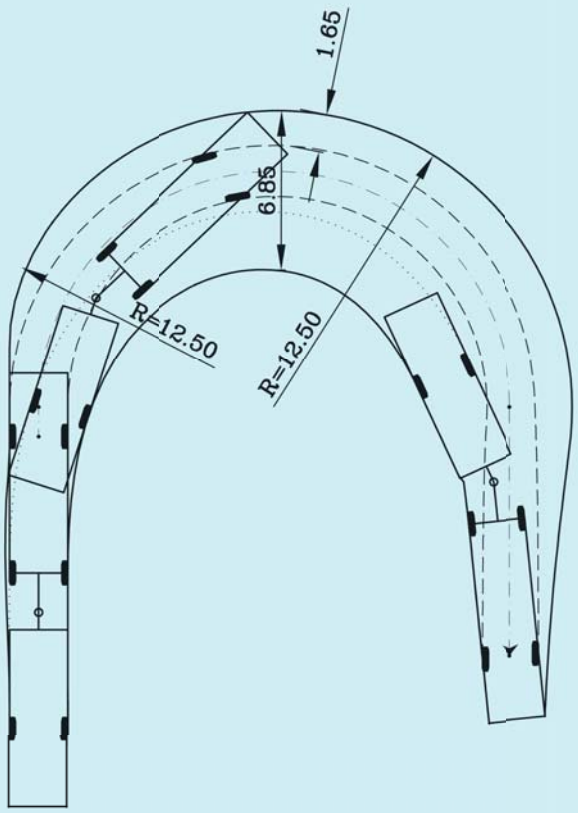
רוחב 2.55 מ' A-BUS



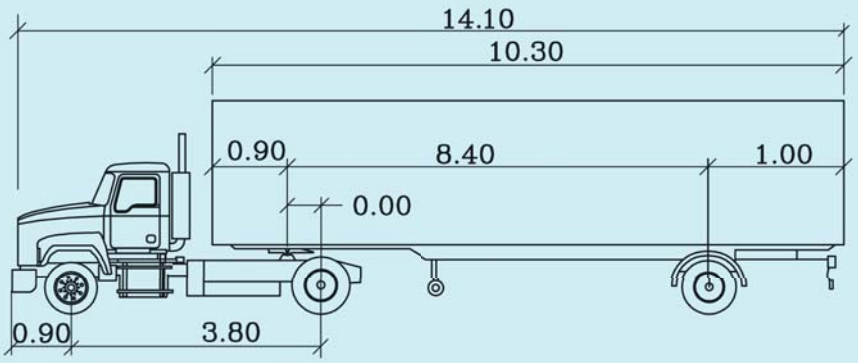
תרשים 2.7:
עיקבה לאוטובוס
מפרקי ארוך (BRT)



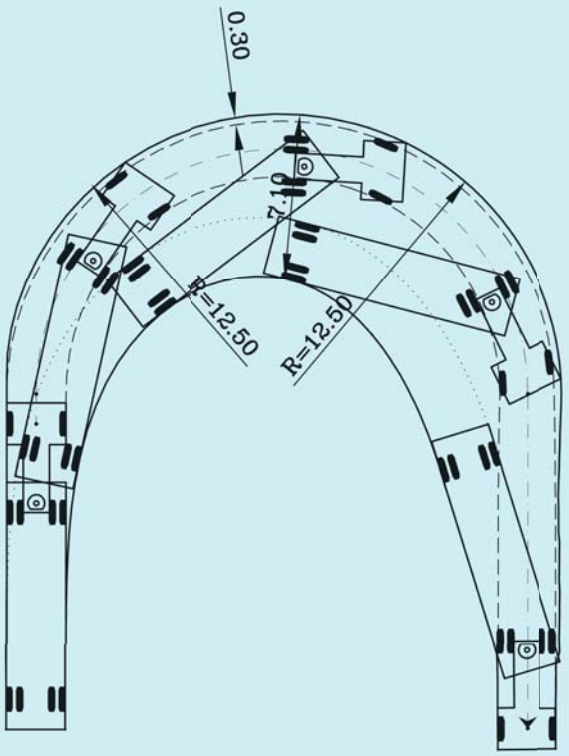
רוחב 2.55 מ' BRT



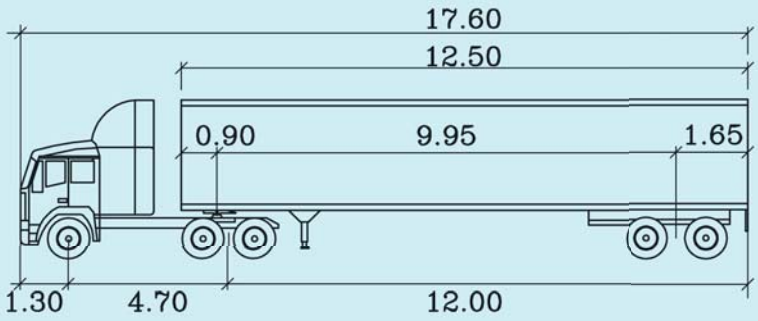
תרשים 2.8:
עיקבה לרכב משא
מורכב (WB-12)



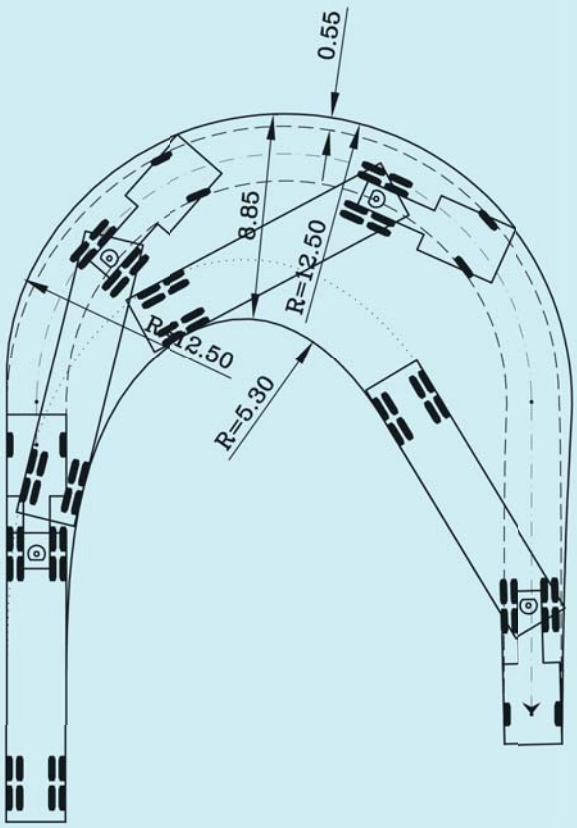
רוחב 2.55 מ' WB-12



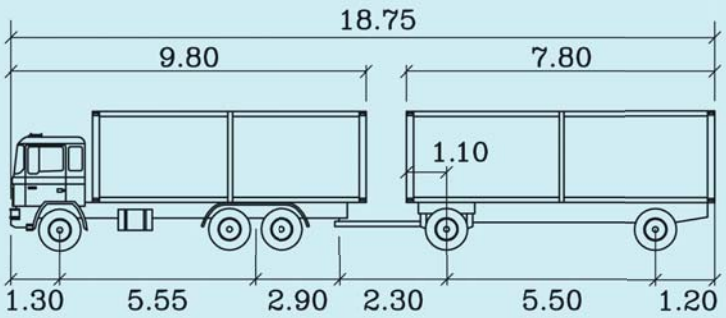
תרשים 2.9:
עיקבה לרכב משא
מורכב ארוך (WB-15)



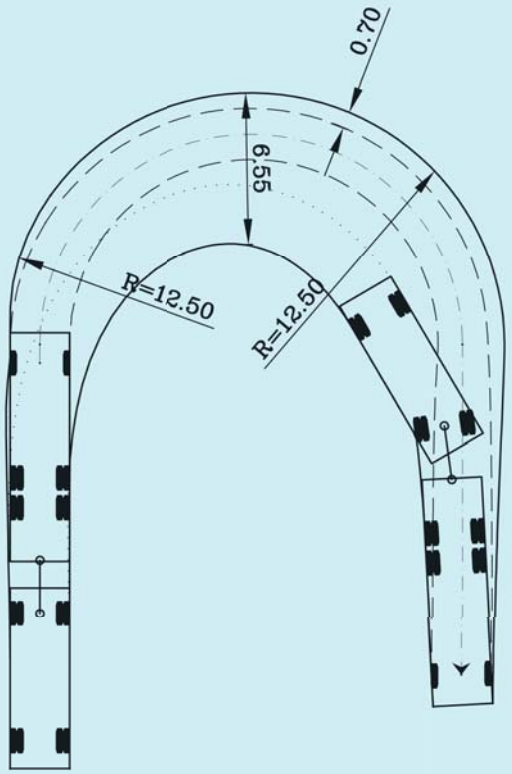
רוחב 2.55 מ' מורכב ארוך WB-15



תרשים 2.10:
עיקבה לרכב משא מחובר (WB-15)



רוחב 2.55 מ' מחובר WB-15



2.1.3 הרכב לתכן באזורי מגורים ומסחר

ההמלצות לבחירת הרכב האופייני לתכן הרחוב הן:

1) רחוב מקומי ללא תחבורה ציבורית:

א. מגורים: ברחוב שעיקר שימושיו הם מגורים וקיימת בו פעילות מסחרית מועטה, הרכב לתכן לתנועה ברחוב הוא רכב פרטי ומסחרי קל (עד 4 טון). תכנון הרחוב צריך לאפשר מעבר של רכב שירות באופן מאולץ מול רכב פרטי, וגישה מאולצת של רכב שירות או משאית אשפה ומשאית עירונית לכל בית.

ב. מגורים ומסחר: ברחוב שבו קיימת פעילות מסחרית משמעותית, הרכב לתכן לתנועה ברחוב הוא משאית עירונית, כאשר תכנון הרחוב צריך לאפשר מעבר חופשי של רכב זה מול רכב פרטי, ומעבר מאולץ של משאית מול משאית. באזור המסחר יותאמו אזורי השירות והחנייה לתנועת משאית עירונית. תכנון זה יאפשר באופן אוטומטי את הגישות הדרושות לרכב השירות לרחוב.

2) רחוב מקומי עם תחבורה ציבורית:

ברחוב זה יש לחזות את אופי השירות הציבורי – תדירות וסוג הרכב המתוכנן (מיניבוס, מידיבוס או אוטובוס רגיל). במרבית המקרים הצפי הוא למפגש אקראי של שני אוטובוסים, ולכן כאשר יש פעילות משמעותית של תחבורה ציבורית ברחוב (לפחות קו תדיר אחד), רכב התכן הוא:

א. ללא פעילות מסחרית ברחוב – אוטובוס שנע באופן חופשי מול רכב פרטי, ומאולץ מול משאית לפינוי אשפה.

ב. עם פעילות מסחרית משמעותית ברחוב – אוטובוס שנע באופן חופשי מול משאית עירונית. שני המקרים מבטיחים באופן אוטומטי את תנועת רכב השירות ברחוב.

3) רחוב מאסף חד-מסלולי:

במרבית הרחובות המאספים צפויה תנועה סדירה של אוטובוסים. לכן הרכב לתכן יהיה אוטובוס, והרחוב יתוכנן לתנועה חופשית של אוטובוס מול אוטובוס, מה שיבטיח גם תנועה חופשית של אוטובוס מול משאית עירונית.

4) רחוב מאסף דו-מסלולי:

רחובות מאספים דו-מסלוליים (מחולקים) יתוכננו לתנועה חופשית של אוטובוס לצד רכב פרטי, ותנועה מאולצת של אוטובוס לצד אוטובוס או משאית.

5) דרכים עירוניות עורקיות:

דרכים עירוניות עורקיות יתוכננו לתנועה חופשית של אוטובוס בכל הנתיבים (אלא אם מתוכנן הסדר בלעדי לתח"צ, ואז יש להתחשב בעיקר בתנועת משאיות עירוניות).

2.1.4 הרכב לתכן באזורי תעשייה

הרכב לתכן באזורי תעשייה עירוניים יהיה המשאית הכבדה, שמידותיה דומות לאוטובוס. עם זאת, ברחובות מקומיים ניתן לתכנן לתנועה מאולצת ולא לתנועה חופשית. באזורי תעשייה בהם שימושי הקרקע עשויים למשוך גם תנועת משאיות מחוברות ומורכבות, יש לתכנן את מסלולי נסיעתן החזויים על פי מאפייניהן. תכנון זה יכלול את צירי התנועה עד לחיבור אל הרשת העורקית הקרובה.

2.1.5 הרכב לתכן בצירי מתע"ן

מדיניות משרד התחבורה כיום היא לבסס את מדיניות ההעדפה לתח"צ במטרופולינים הגדולים על מערכות מתע"ן (מערכות תחבורה עתירות נוסעים) – בין אם מערכות המבוססות על אוטובוסים רבי קיבולת (כגון BRT) ובין אם מערכת מסילתית (רכבת עירונית). אם במערכות אלה יופעלו אוטובוסים מפרקיים המשמשים גם בקווים אחרים, הנתונים המעודכנים ביותר לעת כתיבת הנחיות אלה נתונים בטבלה 2.1 ובתרשימים 2.6–2.7. אם בצירים אלה יסעו כלי רכב ייעודיים, אשר לא יחרגו לצירים אחרים, ניתן להגביל את התכנון עבורם רק לצירים אלה, שבדרך כלל יהיו עורקיים, ולעיתים מאספים ראשיים. במקרה שבנתיב יופעלו אוטובוסים ייעודיים, והיות שהרכב ייבחר בשילוב עם אופן ההפעלה ובחירת המפעיל, מידותיו של רכב זה עשויות לחרוג מן המידות המפורטות לאוטובוס המפרקי או BRT בטבלה 2.1 ובתרשימים 2.6–2.7, ולכן במקרים אלה יש ליצור לרחובות ולדרכים אלה דיוקן ייחודי, שיתבסס על מידות הרכב לתכן ועל ההסדר התנועתי שייבחר עבורו (אופן ההפרדה או השילוב עם משתמשי דרך אחרים וכיוצ"ב). ההסדרים לאוטובוסים יהיו לפי ההנחיות העדכניות לתכנון נת"צים. במקרה של רכבת עירונית, בתכן הפיזי והתנועתי יינתן מענה לצרכים הייחודיים שלה, לפי עקרונות משרד התחבורה לתכנון רכבת עירונית.



גם זה מתע"ן... בנגקוק, תאילנד

2.1.6 הרכב לתכן בדרכים מעוירות

בהעדר משתמשי דרך שאינם מנועיים, הרכב לתכן בהן ינוע ברצף עם הרשת הבין-עירונית. מסיבה זו, ההנחיות לתכן דרכים מעוירות מהירות (דרכים ממוחלפות במלואן באזורים מטרופוליניים) נכללות בהנחיות לתכן דרכים בין-עירוניות, היוצאות לאור בשיתוף החברה הלאומית לדרכים.



רכב מתע"ן - הרכבת הקלה בירושלים



בטעם של כעס – ברלין, גרמניה.

2.2 מהירות הייעוד

2.2.1 התפישה הכללית של תכנון וניהול המהירויות

מהירות הינה אחד ממאפייני זרם התנועה הבסיסיים, המגדיר את מצב הזרימה הן ברמת המאקרו והן ברמת המיקרו. מהירות גבוהה בדרך מצביעה על תנאי זרימה טובים, הן כתוצאה מנתוני הדרך והן כתוצאה של נתוני התנועה. מצד שני, בהיבט הבטיחותי, רוב המחקרים מצביעים על קשר בין המהירות לבין התרחשות וחומרה של תאונות דרכים, כאשר גם השונות של המהירויות בין כלי הרכב השונים גורמת לחוסר בטיחות בדרך.

מכאן, הסוגיה המרכזית כאשר עוסקים בנושא מהירויות ברחוב הינה: כיצד להתאים לרחוב את המהירות המתאימה העונה על הצרכים התפעוליים, הבטיחותיים, הכלכליים, החברתיים ואחרים, כי יש סתירה מובנית ביניהם.

הפתרון טמון בקביעת סדר עדיפות של צרכים לכל רחוב ורחוב. בכפוף לכך תיקבענה מהירויות הנסיעה המתאימות לכל רחוב, וכתוצאה מכך המאפיינים הגיאומטריים המתחייבים ממהירות זו.

למהירות תנועת כלי הרכב ברחוב, השפעה וזיקה ישירה על משתמשים אחרים, לדוגמא: קצב מעברי החצייה, קיומן של מפרדות וסוג המפרדות, קיומם או העדרם של נתיבי חנייה מוסדרים – כל אלה מושפעים ממהירות התנועה המנועית, ומשפיעים על כלל המשתמשים האחרים ברחוב.

הדרכים העורקיות העירוניות מיועדות להזרמת תנועה מאזור לאזור במרחב המטרופוליני. יש לשאוף לתכנון בסטנדרט תנועתי גבוה, כך שדרכים אלה ישאו את עיקר התנועה, ויספקו קיבולת גבוהה ברמת שירות סבירה. התכנון ישקף את העובדה שהמהירויות המותרות בהן צריכות להיות גבוהות יחסית לשאר הרשת העירונית. רמת הבטיחות באותן דרכים לא תיפגע, כל עוד הן מתוכננות לרמת בטיחות גבוהה, המתחשבת בעובדה שקיימים משתמשי דרך מאוד פגיעים (הולכי רגל, רוכבי אופניים, רוכבי אופנועים קלים), שגופם אינו יכול לשאת בתוצאותיה של תאונה המתרחשת במהירות 70 קמ"ש. אחד האמצעים העיקריים לשמירה על רמת בטיחות גבוהה הוא יצירת הפרדה מרבית בדרכים בין המשתמשים הפגיעים לבין יתרת התנועה המנועית.

לעומת זאת, **הרחובות המאספים והמקומיים** במערכת העירונית מיועדים בעיקר לצורכי נגישות. רחובות אלה חייבים לבטא את מעמדם התנועתי הנחות יותר ברשת, הן בסטנדרטים הגיאומטריים והן במהירויות המותרות. נחיתותם התנועתית של רחובות אלה לצרכי תנועה עוברת, ותפקודם בעיקר לצרכי נגישות, יפנו את התנועה העוברת לרחובות ברמה הגבוהה יותר, אשר תוכננו לכך. מכאן, שהבטיחות תעלה לא רק בדרכים העירוניות, אלא בכל הרשת העירונית.

בנוסף, קיימים במערכת העירונית **רחובות ממותני תנועה**, בהם התפיסה התכנונית שונה, דהיינו – המהירות הנמוכה אינה מושגת ע"י הצבת תמרורים, אלא באמצעות



רחוב 30 קמ"ש עם פעילות מעורבת – אמסטרדם, הולנד

הסדרי תנועה והסדרים הנדסיים ואדריכליים מיוחדים. בשל המהירויות הנמוכות הנהוגות בדרכים אלה (30 קמ"ש), ניתן לאפשר שימוש משולב של משתמשי דרך פגיעים עם יתר סוגי התנועה.

ניהול מהירויות הנסיעה ברשת הרחובות צריך להתבסס על רציונל מערכתי אחד: כשלב ראשון בתהליך זה, נדרשת הגדרה ברורה של תפקידי הרחובות ברשת – מדרג רחובות. מדרג הרחובות נקבע בהתחשב במבנה הטופוגרפי, בריכוזי אוכלוסייה, בצרכים תחבורתיים, בשיקולים סטטוטוריים ובמיוחד בהתחשב בשיקולי הניידות בהגדרת תפקידי הרחובות: העברת תנועה וזרימתה, פיזור תנועה או גישה לאזורי מגורים. לכל סוג רחוב נקבע מרחב פיסי להקמה (זכויות דרך) ועקרונות תכן.

הראייה המערכתית של ניהול מהירויות הנסיעה ברשת הרחובות מחייבת שלכל סוג רחוב מוגדר תיקבע מהירות נסיעה רצויה ברחוב זה – **"מהירות הייעוד"**. מהירויות הייעוד לסוגי רחובות שונים נקבעות בהתאם למגוון שיקולים: הניידות, הבטיחות, איכות הסביבה, איכות החיים בריכוזי מגורים ועוד, אשר נבחנים ברמה המערכתית (של כל רשת הדרכים).

בחירה של מהירות הייעוד לסוג רחוב מסוים צריכה לבוא לידי ביטוי במאפייני הרחוב שיתוכננו בסוג רחוב זה, כגון: החתכים הטיפוסיים, סוגי צמתים, ריהוט הרחוב, אביזרי תנועה ובטיחות, אמצעי סימון ותימרור וכו'. במהלך הזמן, יזוהו מאפייני רחוב אלה בעיני הנהגים עם סוג רחוב מסויים ועם מהירויות שמתאימות לנסיעה בסוג רחוב זה. כלומר, השאיפה היא שניהול המהירויות יבוצע בעיקר באמצעות מאפייני התשתית, אשר יעבירו לנהגים מסר עיקבי וברור לגבי סוג הרחוב בו הם נוסעים ומשטר המהירות

המתאים, כאשר יתר האמצעים (הצבת תמרור ממ"מ, אכיפה, אמצעים טכנולוגיים ברכב) אמורים רק לסייע בתהליך זה.
חשוב שקטעי רחובות עם מאפיינים הנדסיים דומים יאפשרו משטר מהירות זהה, וכן שהמסרים לגבי אפשרויות הנסיעה בקטעי רחובות אלה יהיו ברורים בעיני הנהגים. גישה מערכתית כזאת תתרום לשיפור התנהגות הנהגים, להגברת הציות לחוק, ולשיפור רמת הבטיחות ברשת הדרכים. לסיכום, מהירות התנועה המנועית היא אחד הגורמים המהותיים הקובעים את אופי הרחוב, ומשפיעים על אופי הפעילות בו ועל בטיחות משתמשיו. מהירות גבוהה מייעלת את רמת השירות לתנועה המנועית, אך מקשה על פעילויות עירוניות אחרות. מהירות נמוכה מאפשרת פעילות רחוב נוחה ובטוחה, אך גורעת מיעילות התנועה המנועית.
לפירוט בנושאי המהירויות ראו "הנחיות לקביעת מהירויות ברשת הדרכים", משרד התחבורה, 2010.

2.2.2 סוגי מהירות בתהליך התכנון

מהירות הייעוד

מהירות הייעוד (target speed), הינה מהירות הנסיעה הרצויה ברחוב, שלו מאפייני תכנון מסויימים. בעיני המשתמש ברחוב, מאפייני התכנון של הרחובות וסביבתו אמורים ל'שדר' מה המהירות המתאימה לנסיעה ברחוב. השאיפה הינה שרוב כלי הרכב בסוג רחוב זה יסעו במהירות שקרובה למהירות הייעוד.

מהירות מרבית מותרת (ממ"מ)

המהירות המרבית המותרת (ממ"מ) (maximum speed limit), הינה המהירות המרבית שבה מותר לנהגים לנסוע ברחוב זה בתנאי תנועה ומזג אוויר רגילים, עפ"י תקנות התעבורה או על פי התמרור המוצב.

מהירות התכן

מהירות התכן (design speed), הינה המהירות הנקבעת לצורך התכן הגיאומטרי של הרחוב: קביעת המאפיינים הגיאומטריים המשפיעים על תפעול כלי-רכב במרב הבטיחות.

תהליך התכנון מתבצע באופן הבא:

- קביעת סוג הרחוב על פי דיוקן הרחוב;
- קביעת מהירות הייעוד המתאימה לרחוב;
- קביעת המהירות המרבית המותרת (הממ"מ). מהירות זו תהיה קרובה ככל הניתן למהירות הייעוד, ובמצב האידיאלי שווה למהירות הייעוד.

ברחוב העירוני, קביעת המאפיינים הגיאומטריים ומאפייני הדרך האחרים תהיה בהתאם לסוג הרחוב, מהירות הייעוד והממ"מ. בדרך עירונית מהירות התכן תשמש לחישוב מרכיבים מסוימים במהירויות גבוהות, מכיוון ששימוש במהירות תכן נמוכה עלול לגרום בעיות בטיחות קשות.

2.2.3 סיווג הרחובות

תהליך גיבוש הדיוקן התנועתי של הרחוב מחייב להגדיר את התפקוד התנועתי הרצוי ברחוב. במסגרת זאת תוגדר האבחנה הבסיסית בין רחוב לדרך, ובהמשך – בין רחוב מקומי למאסף. אפשרי (אך לא מחויב) גם סיווג תנועתי משני לרחובות (למשל – מאסף רמה 1 או מאסף רמה 2).

א. הזיקה בין הדיוקן התנועתי לדיוקן האורבני של הרחוב

התפקוד התנועתי של הרחוב אינו מנותק מהתפקיד האורבאני של הרחוב, אך לא בהכרח חופף לו. דוגמאות:

- דרכים עירוניות הינן בעלות תפקיד תנועתי מהותי, אולם חשיבותן האורבנית הישירה קטנה מאוד ולעיתים אף בעייתית. המגבלות על פעילות הולכי רגל לאורך הדרך הופכות את הדרך למרחב 'דוחה פעילות' לאורכו.
- רחובות מקומיים שבהם מתקיימת תנועה מועטה של כלי רכב הינם במקרים רבים גם בעלי משמעות אורבנית נמוכה (רחובות מגורים קטנים וכו'), אולם ראוי לשים לב גם לתופעות הפוכות – רחובות מקומיים שוליים מבחינה תנועתית שהינם בעלי חשיבות אורבנית מיוחדת במינה (רחוב שינקין בתל–אביב).
- מוכרת מאוד תופעת רחובות מאספים שהינם גם רחובות עירוניים ראשיים, בעיקר כאלה עם דופן פעילה. ברחובות כאלה מתאחדות עוצמות התנועה עם עוצמות הפעילות העירונית. (רחוב אבן גבירול בתל–אביב, שדרות האליזה בפריס, השדרות הגדולות של מנהטן וכיוצ"ב). רחוב מאסף כזה מתאפיין בעושר פעילות החורג בחשיבותו משימושי המגורים שלאורכו, ומשרת אוכלוסיה ממרחב גדול יותר, ובהכרח גורר כמות תנועות גדולות יותר, למגוון המשתמשים.





למעלה: עצרת באבן גבירול
משמאל: רחוב מאסף משמעותי בעל חשיבות אורבאנית ותנועתית כאחד - אבן גבירול, תל אביב

ב. אופן הסיווג

1) סיווג תנועתי עיקרי – דרך עירונית או רחוב עירוני:

כלל הדרכים והרחובות בעיר מתחלקים לשתי קטגוריות עיקריות (ראו פירוט בסעיפים 3.1, 3.2 ב"מרחב הרחוב"):

- רחוב עירוני – מרחב בעיר המשמש לכלל הפעילויות העירוניות;
- דרך עירונית – מרחב עירוני המשמש למעבר בין חלקי העיר.

ברחובות קיימת עדיפות מובהקת לנגישות הולכי רגל ורכב אליהם:

- ברחוב מאסף: התנועה בו מיועדת הן לצורך הנגישות לשימושים ברחוב והן לצורך מעבר בין חלקים אחרים של העיר.
- ברחוב מקומי: התנועה בו מיועדת בעיקר לצורכי השימושים ברחוב.

בדרכים מוקנית עדיפות לניידות; תפקידן להעביר תנועה בין חלקי העיר:

- דרך פרברית/מעויירת: מסדרון תנועה המשמש למעבר תנועה בין ערים ואזורים במטרופולין. הדרך הפרברית מקשרת את רשת הדרכים הבין–עירונית עם רשת הדרכים העירונית. (נושא זה מטופל בהנחיות נפרדות – הנחיות לדרכים מעויירות שיצאו לאור במסגרת הנחיות החברה הלאומית לדרכים בין–עירוניות).
- דרך עירונית עורקית: מסדרון תנועה המקשר בין הדרך הפרברית או בין דרכים בין–עירוניות לבין רחובות העיר. הדרך העירונית משמשת גם למעבר בין אזורים מרוחקים של העיר.

2) סיווג תנועתי משני לרחוב או לדרך – רמה 1 או 2:

- רמה 1: תנועה מעטה ונגישות גבוהה.
- רמה 2: תנועה רבה יותר אך נגישות ברמה נמוכה יותר.

(לפירוט ראו סעיף 4.5 בספר "מרחב הרחוב" שבסדרה זו.)

האבחנה בין רמות המשנה של התפקוד התנועתי מורכבת יותר ואינה מוגדרת בפרמטרים מוחלטים, אלא באופן יחסי לתפקידו התנועתי של הרחוב בהקשר בו הוא קיים (מדרג יחסי). רחוב מאסף רמה 1 במרקם אחד עשוי להיתפס כמאסף רמה 2 במרקם אחר.

2.2.4 עקרונות לקביעת מהירות הייעוד

על מנת לשמור על אחידות התכנון ושפה משותפת, נקבעו שלוש מהירויות ייעוד עירוניות בלבד, והן המהירויות היחידות שניתן לקבוע בתחום העיר:

א. 30 קמ"ש – מהירות ייעוד לרחובות באזורי מיתון תנועה, ולרחובות עירוניים, בהם לפי הערכת המתכננים ונבחרי הציבור מהירות זאת מתאימה. קביעת מהירות זו אפשרית גם במאספים שאינם באזורי מיתון תנועה, ושהם בני נתיב אחד לכיוון בלבד.

ב. 50 קמ"ש – מהירות ייעוד לרחובות עירוניים רגילים שאינם נמצאים באזורי מיתון תנועה. מהירות זאת מתאימה גם לעורקים החוצים אזורי מגורים ופעילות.
ג. 70 קמ"ש – מהירות ייעוד לדרכים עירוניות.

יש לשאוף שמרבית רחובות העיר יהיו באזורי מיתון תנועה (מהירות ייעוד של 30 קמ"ש – ראו "הנחיות לאזורי מיתון תנועה", משרד התחבורה, 2002), ושבמרבית הדרכים העורקיות מהירות הייעוד תהיה 70 קמ"ש.
חלק מ"דיוקן הדרך" הוא דיוקן תנועתי, כמפורט בסעיף 4.5 ב–"מרחב הרחוב". טבלה 2.2 מתארת את הקשר בין התפקוד התנועתי למהירות הייעוד ב"כרטיס הדיוקן".

טבלה 2.2: מהירויות הייעוד המתאימות לרחובות ב"כרטיס הדיוקן", מתוך "מרחב הרחוב"

איפיון בסיסי	תפקוד	ת. משנה	מהירות
רחוב	רחוב מקומי	רמה 1	30
		רמה 2	30 50
	רחוב מאסף	רמה 1	30 50
		רמה 2	50
דרך	עורק	רמה 1	50 70
		רמה 2	70

2.2.5 השפעת מהירות הייעוד על המשך התכנון

כיוון שרחוב עירוני נועד להעביר את כל מגוון התנועות ולא רק תנועה מנועית, מהירות הייעוד של רחוב עירוני מהווה מרכיב אחד מבין הרבה מרכיבים שמשפיעים על תכנון הרחוב. המאפיינים הנוספים נקבעים על פי מגוון שיקולים שלא כולם תחבורתיים. מבין הנושאים המושפעים ממהירות הייעוד ניתן לציין את שילוב רוכבי אופניים ואת מיקום חציות הולכי רגל.

כמה דוגמאות:

- מהירות הייעוד תורמת לקביעת מאפייני התכנון של תנועת האופניים, כאשר במהירות 30 קמ"ש האופניים נעים עם יתר כלי הרכב, במהירות 50 קמ"ש האופניים נעים בדרך כלל בנתיב תנועה נפרד, ובדרכים האופניים נעים תמיד בשביל המופרד מהתנועה המנועית. (ראו פרק 4 בהנחיות לתנועת אופניים).
- מהירות הייעוד משפיעה על המרחקים הנדרשים בין מקום חצייה אחד למשנהו. (ראו סעיף 6.2.2 בהנחיות לתנועת הולכי רגל).

טבלה 2.3 מסכמת את מהירויות הייעוד (וממ"מ) המומלצות לסוגי הרחובות והדרכים העירוניים.

סוג הדרך	תיאור	מהירות ייעוד וממ"מ
רחובי מקומי	רחוב עם היקף תנועה מזערי או מתון, המכיל 2 נתיבי תנועה, ותנועת אופניים משולבת	30
רחובי מקומי/מאסף 1	רחוב עם היקף תנועה נמוך–בינוני, המכיל 2 נתיבי תנועה לרכב מנועי, ותנועת אופניים מופרדת בנתיבי אופניים	50 / 30
רחוב מאסף 2	רחוב עם היקף תנועה בינוני–גבוה, המכיל 2 מסלולי תנועה לרכב מנועי, ותנועת אופניים מופרדת פיסית בשבילי אופניים	50
דרך 1 – עורק בסיסי	דרך עירונית משנית דו–מסלולית, 2 נתיבי תנועה למסלול, ושבילי אופניים	70 / 50
דרך 2 – עורק רב–נתיבי	דרך עירונית ראשית דו–מסלולית, 2 נתיבי תנועה ויותר למסלול, ושבילי אופניים	70

טבלה 2.3:
מהירויות ייעוד וממ"מ מומלצות בסוגי רחובות ודרכים עירוניים



רחוב מקומי שובה עין – פרובנס, צרפת

פרק 3:

מרכיבי התכן התנועתי

פרק 3:
מרכיבי התכן התנועתי

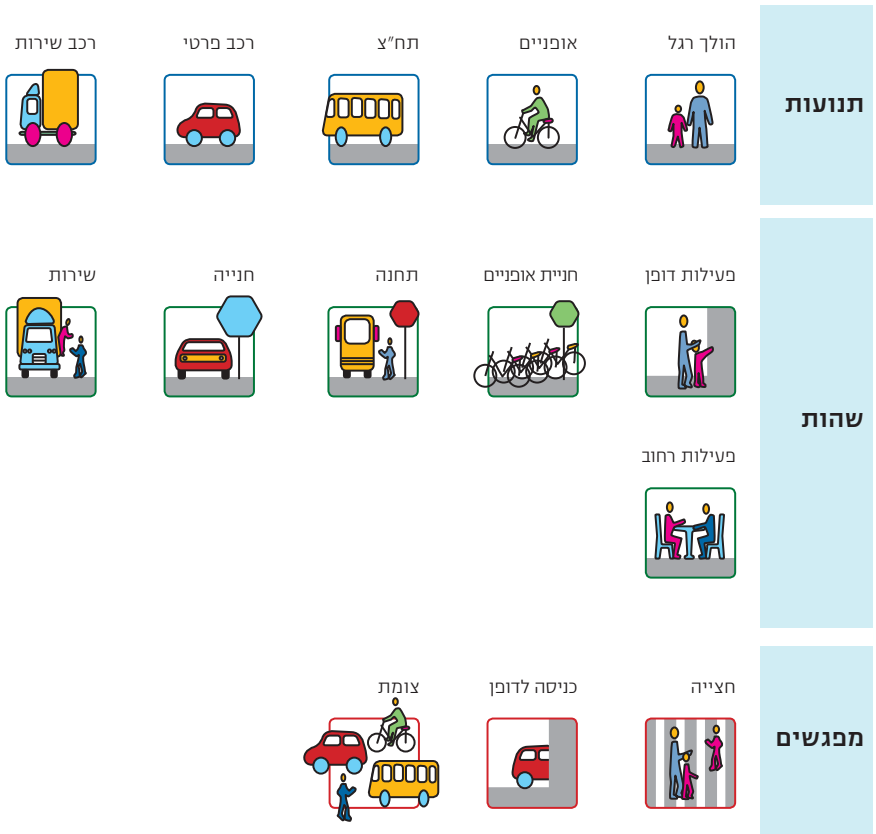
3.1 מבוא

פרק זה מציג את מרכיבי התכן התנועתי לרכב המנועי בקטע הרחוב, הנוגעים לכמות נתיבי התנועה בכל סוג רחוב, לרוחבם ולנתוני המפרדה והחנייה שבהם.

לצורך קביעת מרכיבי התכן התנועתי לרכב המנועי, יש לבדוק במקביל את ההנחיות הנוגעות לתכנון רצועות התנועה לאופניים בספר "תנועת אופניים" מסדרת הנחיות זו, ואת ההנחיות הנוגעות לתכנון הסדרים מיוחדים לתחבורה ציבורית ("הנחיות לתכנון נתיבים לתחבורה ציבורית" ו–"עקרונות לתכנון רכבת עירונית"), שכן הנחיות אלה עשויות להשפיע על דרישות התכנון לשאר מאפייני הרכב המנועי.

למתודולוגיה לגיבוש דיוקן הרחוב, המהווה למעשה את הפרוגרמה של הרחוב, ראו פרק 4 בספר "מרחב הרחוב" מסדרת הנחיות זו.

שפת התיאור של מרכיבי הפעילות ברחוב



3.2 נתיבי הרכב המנועי

3.2.1 מתודולוגיה

כמות הנתיבים הנדרשת לרכב המנועי ורוחב הנתיבים, הם מהנתונים המשמעותיים ביותר המשפיעים על חתך הרחוב. מספר נתיבי התנועה ברחוב העירוני נקבע על בסיס ההחלטות שנתקבלו בדיוקן הרחוב, תוך התחשבות בתפקודו של הרחוב במסגרת כלל הרשת העירונית, בתוספת ניתוח נפחי התנועה, כפי שנספרו, נחזו או נקבעו.

בניגוד לרשת הבין–עירונית, אשר בה הקריטריון הקובע את מספר הנתיבים מתייחס בראש ובראשונה לרמות השירות ולקיבולת בקטעי דרך ארוכים על פי מדדים של נפח וצפיפות, הרי שברשת העירונית, על פי התפיסה המוצגת בהנחיות אלה, קריטריוני הקיבולת ורמת השירות אינם רלוונטיים לרחובות המתוכננים מהטעמים הבאים:

א. לקריטריונים של קיבולת ורמת שירות לאורך קטע יש משמעות מערכתית רק בזרימה רציפה של התנועה. זרימה כזו קיימת באזור העירוני והמטרופוליני רק בדרכים ממוחלפות במלואן שהן בד"כ מעויירות/פרבריות מהירות, ושאינן נכללות בהנחיות אלה, אלא בהנחיות הבין–עירוניות.

ב. ברחובות עירוניים (מקומיים ומאספים), הכוונה היא שהתנועה תשרת את המאפיינים והמטרות המוגדרות בדיוקן הרחוב. התפקוד התנועתי מופיע ברמה איכותית (מעטה/בינונית/רבה) או כמותית ספציפית, אך ללא דרישה למדדים מדויקים לאיכות הזרימה.

ג. בדרכים עירוניות (עורקים), כושר ההעברה של קטע הדרך איננו הגורם הקובע, שכן לאורך דרך כזו מרבית הצמתים מרומזרים. כושר ההעברה של הדרך מוגבל ע"י כושר ההעברה של הצמתים המרומזרים שלאורכה, בהתחשב במספר הנתיבים בגישות לצומת (שאינו בהכרח זהה למספר הנתיבים שלאורך הקטע), ובתנועות המותרות בצומת. גם האפשרות להוסיף נתיבים בצומת לעומת קטע הרחוב, הינה מוגבלת.

לאור האמור לעיל, מספר הנתיבים הדרוש ברחוב או בדרך עירונית ייקבע על פי איפיון הרחוב בדיוקן, כך שייווצר האיזון הדרוש בין כלל התפקודים של הרחוב, ובמטרה ליצור מצב בו לא ייפגע התפקוד התנועתי מחד–גיסא, וזרימת התנועה ברחוב לא תפגע בשאר תפקודיו מאידך–גיסא.

כמות נתיבי הרחוב היא נגזרת של המשתנים התכנוניים הבאים:

- **עוצמת התנועה** – מספר נתיבי התנועה המתוכננים לכל כיוון הוא נגזרת של עצמת התנועה הרצויה ברחוב. בדרכים עירוניות (עורקים), כמות המסלולים והנתיבים תיקבע על–פי ספירות תנועה ותחזיות תנועה, מתוך מטרה לספק רמת–שירות סבירה לתנועה העוברת בהן. ברחובות עירוניים, לעומת זאת, כמות הנתיבים תיקבע לפי מדיניות אורבנית של העיר, ועל בסיס נפחי תנועה שיכולים להיות שונים מממצאי האבחון.



רחוב עם הרבה תנועה יחסית, אבל עם איכות אורבאנית - מקסיקו סיטי, מקסיקו

- **תפקוד תנועתי** – רחוב בעל תפקוד תנועתי מורכב יכול לחייב תוספת נתיבי תנועה. כך, למשל, בדרך עירונית, יכולה להידרש דרך שירות לצורך מתן נגישות לדופן הסמוכה, תוך ביצוע הפרדה בין תנועות הדופן ובין התנועה העוברת בין חלקי העיר. דרך השירות תתוכנן משיקולי נגישות בלבד, תהיה חד–סיטרית, ומהירות הייעוד שלה נמוכה בהרבה ממהירות הייעוד של הדרך העוברת – מומלץ תכנון ל–30 קמ"ש או אף פחות – אפשרי גם תכנון דרך השירות כרחוב משולב. דרך השירות תופרד מהנתיבים העוברים שמשמאלה באמצעות מפרדה רציפה, שהפתחים בה יהיו מבוקרים וישמשו רק לצורך הכניסה לדרך השירות או היציאה ממנה. באזורים בהם תתוכנן חציית הרחוב ע"י הולכי רגל, צריכה מפרדה זו להיות מתוכננת לתנועת ולחציית הולכי רגל, כמפורט בסעיף 3.4 להלן.
- **תפקוד אורבני** – תפקוד אורבני מיוחד משפיע גם על אופי התנועה המנועית וגם על מימדיה. לדוגמה: רחוב עתיר פעילויות דופן כמו חזית מסחרית, בו קיימת תנועה ערה של כניסה ויציאה מחנייה או פריקה וטעינה, יכול לחייב תוספת של נתיב תנועה המשרת את הדופן. מאידך, רחוב שבו נדרש מעבר תדיר של הולכי–רגל בין צידי הרחוב, יכול לחייב הפחתת מספר נתיבי התנועה או רוחבם מסיבות בטיחותיות, או אף יצירת מפרדה לשם קיצור אורך החצייה.
- **איזון בין משתמשי הרחוב** – אחד הגורמים המשמעותיים בהקצאת נתיבי תנועה לרכב המנועי, הוא חלוקה מאוזנת ומבוקרת של מרחב הרחוב בין משתמשיו, והבטחת מרחב פעילות ראוי גם להולכי–הרגל, לרוכבי האופניים, לתחבורה הציבורית ולהיבטים מבניים, עיצוביים וסביבתיים.

3.2.2 כמות נתיבים ונפחים מרביים לפי מדרג הרחוב

3.2.2.1 הקדמה

הסעיף להלן מציע כלים לקביעת מספר נתיבי תנועה ברחוב כך שיהיו לא רק ביטוי להיקף התנועה המנועית החזויה בו, אלא יבטאו את המימד האורבני והרצון להבטיח מרחב פעילות ראוי גם להולכי–רגל, לרוכבי אופניים ולהיבטים אחרים לאורך הרחוב.

3.2.2.2 נפחי תנועה מרביים ברחובות ובדרכים

קיים שוני מהותי בהתייחסות לנפחי תנועה מרביים לתכנון ברחובות עירוניים לעומת דרכים עירוניות, כהגדרתן בסעיף 1.3 לעיל:

בעת תכנון רחוב עירוני, יכולת ההעברה של הכביש מהווה מרכיב אחד מיני רבים המעצבים את דיוקנו של הרחוב. ברחובות עירוניים, הרגישות לקיומם של עומסי תנועה בשעות מסוימות, פחותה, למשל, מהרגישות לבטיחות הולכי–הרגל ורוכבי האופניים, ובהתלבטות בין רוחב מדרכה מיטבי, הנובע מכמות הולכי–הרגל, לבין נתיב נוסף לרכב מנועי, הבחירה תהיה, ככל הנראה, במדרכה הרחבה יותר.

מאידך, בעת תכנון דרכים עירוניות, הפרמטר החשוב ביותר בתכנונו של הכביש הוא יכולת ההעברה שלו. פרמטר זה מועדף על פני ערכים תכנוניים אחרים כמו: חנייה, נגישות לדופן הרחוב, חצייה של הולכי–רגל וכד'.

טבלאות 3.1 ו–3.2 מציגות היקפים של נפחי תנועה שעתיים מרביים לתכנון ברחובות חד–מסלוליים ודו–מסלוליים. יש להתייחס לנתונים לגבי נפחי תנועה ברחובות עירוניים כהדרכה, ולנתונים הנוגעים לדרך עירונית כהנחיה.

עם זאת, חשוב כאמור לזכור, כי בניגוד למקובל בדרכים הבין–עירוניות, לקיבולת קטע רחוב יש משמעות מערכתית מוגבלת, שכן עיקר האילוצים מבחינת נפחי תנועה ועיכובים ברשת העירונית חלים בצמתים, ומאפייני הניתוב והבקרה בצומת קובעים במידה רבה את הקיבולת ורמת השירות בציר כולו.

נפחי התנועה המרביים המאפשרים הכללת הרחוב במסגרת אזור מיתון תנועה, נקבעו ב–"הנחיות לאזורי מיתון תנועה".

טבלה 3.1: נפחי תנועה שעתיים מרביים לתכנון ברחוב חד–מסלולי דו–סיטרי עם נתיב אחד לכל כיוון (כ"ר)

סוג הרחוב/הדרך	סה"כ לשני כיוונים	נפח מרבי בכיוון העמוס
רחוב באזור מיתון תנועה	750	500
רחובי מקומי	1,000	700
רחוב מאסף רמה 1	1,200	800
רחוב מאסף רמה 2	לא מתאים	לא מתאים
דרך עירונית (עורק)	לא מתאים	לא מתאים

טבלה 3.2:
נפחי תנועה שעתיים מרביים לתכנון ברחוב או במסלול חד-סיטרי (כ"ר)

סוג הרחוב/הדרך	נתיב 1 לכיוון	2 נתיבים לכיוון	3 נתיבים לכיוון
רחוב באזור מיתון תנועה	600	לא מתאים	לא מתאים
רחוב מקומי	750	*1,000	לא מתאים
רחוב מאסף 1	750	*1,200	לא מתאים
רחוב מאסף 2	800	1,500	2,200
דרך עירונית (עורק)	לא מתאים	1,800	2,700

*רק ברחוב קיים משיקולי ניהול תנועה



רחוב עמוס אך פעיל, תנועה רבה מכל המינים והסוגים - שאנז אליזה, פריז, צרפת

3

3.2.2.3 אפשרויות ניתוב של רחובות עירוניים

א. מבוא

קביעת מספר נתיבי התנועה ברחובות עירוניים בהסתמך על היקפי תנועה חזויים, מייצגת התייחסות לפן התנועתי בלבד של הרחוב, והזנחה של יתר המשתמשים בו. יתר על כן, יש בכך משום עידוד של תנועת רכב פרטי באופן הסותר את מגמות התכנון של ספר זה. מתן מענה לכל צרכי הרכב הפרטי בנתיבי תנועה משמיט כלי חשוב למעבר לתנועות עדיפות – תחבורה ציבורית, אופניים, הליכה ברגל. לפיכך מוצע כי מספר נתיבי התנועה ברחוב יוגבל על ידי המתכנן (גם אם אין בכך מענה מלא לצרכי התנועה הפרטית), כדי לרסן את התנועה בו ולאזן את חלוקת המרחב עם משתמשים אחרים.

מובאות להלן האפשרויות הסבירות ביותר לקביעת תצורת מסלולי ונתיבי הנסיעה ברחובות השונים (ראו תרשים 3.1). ההתייחסות לניתוב ברחובות הנכללים במסגרת תכנון למיתון תנועה, תהיה על פי ההנחיות למיתון תנועה, על פי הסיווג המוגדר שם – רחובות מטיפוס א' או ב'. (רחובות החייץ, שהם מחוץ לאזורי המיתון, יוגדרו כרגיל על פי הסיווג של דיוקן הרחובות בהנחיות הנוכחיות.)



רחוב מאסף עם מספר נתיבים לכיוון ומפרדה - אבן גבירול, תל אביב

רחובות חד-סיטריים הם, ככלל, תוצאה של אילוץ של ניהול תנועה ברשת קיימת, לרבות דרישות הנוגעות לחנייה ולמניעת תנועה עוברת. רחובות אלה אינם מומלצים לתכנון כרחוב חדש, בשל החסרונות הבאים:

- הארכת הנסיעה ועקב כך הגדלת הרעש והזיהום.
- קשיי התמצאות ברשת.
- קשיי התאמה לתחבורה ציבורית.
- הגדלת מהירות הנסיעה בהעדר רכב ממול (למעט ברחובות צרים בעלי חנייה דו-צדדית).

לפיכך, בספר הנוכחי יש התייחסות מועטה לרחובות חד-סיטריים. בספר "מרחב הרחוב", בסעיף 5.4 "תבניות לרחובות קיימים צרים", קיימות מספר דוגמאות לאפשרויות השדרוג של רחובות חד-סיטריים קיימים. לפתרונות למיתון תנועה ברחובות חד-סיטריים, ראו בהנחיות לאזורי מיתון תנועה. לפתרונות לרחובות משולבים ורחובות ללא מוצא, ראו סעיף 3.6 להלן.

ב. רחוב באזור מיתון תנועה

- רחוב חד-מסלולי, דו-סיטרי, דו-נתיבי ⇦ מתאים לרחוב חדש ולתכנון מחודש של רחוב קיים.
- רחוב חד-מסלולי, חד-סיטרי, חד-נתיבי ⇦ מתאים רק לתכנון מחודש של רחוב קיים, עם זכויות דרך צרות במיוחד.
- רחוב דו-נתיבי, דו-סיטרי, המחולק ע"י מפרדה ⇦ מתאים לרחוב חדש ולתכנון מחודש של רחוב קיים. המפרדה יכולה להיות עבירה לרכב.

ג. רחוב מקומי ורחוב מאסף ברמה 1

ברחוב מקומי דו–סיטרי לא יהיו יותר משני נתיבי תנועה, אחד לכל כיוון. יתכן רחוב מקומי דו–סיטרי המחולק ע"י מפרדה נמוכה ועבירה לרכב, אך מספר נתיבי התנועה לכל אחד מהכיוונים לא יעלה על אחד. הקמת המפרדה היא משיקולי מיתון התנועה, בטיחות הרחוב, התאמה לפעילויות הדופן, ניהול תנועה, שיפור הסדרי החנייה וכיוצ"ב, ולא משיקולי העלאת הקיבולת.

ברחוב מקומי ומאסף חד–סיטרי ברמה 1 לא יהיה בדרך כלל יותר מנתיב אחד לתנועה בכיוון המותר.

- רחוב חד–מסלולי, דו–סיטרי, דו–נתיבי ⇦ מתאים לרחוב חדש ולתכנון מחודש של רחוב קיים.
- רחוב חד–מסלולי, חד–סיטרי, חד–נתיבי ⇦ מתאים רק לתכנון מחודש של רחוב קיים.
- רחוב חד–מסלולי, חד–סיטרי, דו–נתיבי ⇦ מתאים רק לתכנון מחודש של רחוב קיים משיקולי ניהול תנועה.
- רחוב דו–נתיבי, דו–סיטרי, המחולק ע"י מפרדה ⇦ מתאים לרחוב חדש ולתכנון מחודש של רחוב קיים. המפרדה יכולה להיות עבירה לרכב.

ד. רחוב מאסף ברמה 2

ברחובות מאספים קיים מגוון גדול הן של תפקוד תנועתי והן של תפקוד אורבני, ולפיכך נדרש מגוון של הסדרים:

- רחוב דו–מסלולי, נתיב אחד לכיוון ⇦ מתאים לתכנון רחוב חדש ולתכנון מחודש של רחוב קיים.
- רחוב דו–מסלולי, שני נתיבים לכיוון ⇦ מתאים לתכנון רחוב חדש ולתכנון מחודש של רחוב קיים.
- רחוב דו–מסלולי, שלושה נתיבים לכיוון ⇦ מתאים לתכנון חדש של רחובות עירוניים בודדים בערים הגדולות בלבד.
- רחוב חד–מסלולי, חד–סיטרי, דו–נתיבי ⇦ מתאים רק לתכנון מחודש של רחוב מאסף קיים ומשיקולי ניהול תנועה.

המפרדה ברחוב מאסף 2 תהיה בלתי עבירה לרכב.
אין להרבות בנתיבים במאסף כחלופה לדרך עירונית מקבילה.

3.2.2.4 ניתוב בדרך עירונית (עורק תנועתי)

הדרך העירונית תהיה דו–סיטרית, רב–נתיבית, המחולקת על ידי מפרדה בלתי עבירה לרכב.

- דרך דו–מסלולית, שני נתיבים לכיוון ⇦ מתאים בדרך כלל לדרך עורקית ביישוב קטן.
- דרך דו–מסלולית, שלושה נתיבים לכיוון ⇦ מתאים בדרך כלל לדרך עורקית ביישוב גדול.

3.2.2.5 ניתוב בהעדפת תחבורה ציבורית

אם רחוב או דרך הוגדרו כציר העדפה לתח"צ (רת"צ/נת"צ/מת"צ) לרבות רק"ל, אזי שיקולי הניתוב יהיו על פי ה–"הנחיות לתכנון נת"צים" או "עקרונות לתכנון רכבת עירונית" של משרד התחבורה, בהתאם לשיקולים של הוספת רצועה בלעדית לתח"צ, או המרת חלק מנתיבי התנועה הרגילים לנתיבי תח"צ. רק לאחר מיצוי הדרישות לתח"צ יחושב מחדש החתך לנסיעת שאר כלי הרכב.

3.2.2.6 תנועת אופניים

ההתייחסות לרצועות התנועה הדרושות לאופניים, בנוסף לנתיבים הנדרשים לתנועה המנועית, תהיה בהתאם ל–"הנחיות לתנועת אופניים" מסדרת ההנחיות הנוכחית, ותשולב בחתך הרוחב הכולל של הדרך.

3.2.2.7 כללי החלטה נוספים

הנפחים המרביים האופייניים שנתונים בטבלאות 3.1 ו–3.2 הינם נפחי התנועה המכוונים את הקביעה של צוות התכנון מהו מספר נתיבי התנועה הדרוש ברחוב/דרך, על פי נתוני הקלט של נפחי התנועה ומאפייני דיוקן הרחוב.

הניסיון להעביר נפחי תנועה גבוהים מהנתון בטבלאות אלה עשוי לגרום לשתי בעיות:
א. הפרת האיזון בין תפקודי הרחוב כפי שתוכנן על פי הדיוקן, ופגיעה בתפקידו המתוכנן מבחינה תנועתית.
ב. יצירת חוסר איזון ברשת בין כושר ההעברה של קטעי הרחוב לבין כושר ההעברה של הצמתים לאורכו, שמשמעותו הצורך להרחבה בלתי פרופורציונלית של הצמתים לאורך הרחוב/הדרך, או הצורך להשתמש באמצעי ניהול תנועה שיסתרו את כוונת המתכננים במסגרת התכנון האורבני.

אין להקצות ברחוב/דרך מספר נתיבים הגדול מהדרוש, מאחר שתכנון–יתר גורם לבעיות תנועתיות ובטיחותיות, יוצר חוסר איזון גדול מהמקובל בין תפקוד הרחוב בשעות השיא ובשעות השפל, וגורם למהירויות גבוהות מדי בשעות השפל, לתאונות בצמתים עקב אי התאמת מרחקי הראות וכיוצ"ב.

קביעת נתיבי הנסיעה ברחוב*

1. רחובות באיזור מיתון תנועה

- דו-סיטרי דו-נתיבי (אפשרי עם הפרדה)
- חד-סיטרי חד-נתיבי (לא ברחובות חדשים)


מואביט, ברלין

2. רחובות מקומיים

- דו-סיטרי דו-נתיבי (אפשרי עם הפרדה)
- חד-סיטרי חד-נתיבי (לא ברחובות חדשים)
- חד-סיטרי דו-נתיבי (משיקולי ניהול תנועה)


הרב אשי, תל אביב

3. רחובות מאספים

- דו-סיטרי, 1 נתיב לכיוון (אפשרי עם הפרדה)
- דו-סיטרי, 2 נתיבים לכיוון (עם הפרדה)
- דו-סיטרי, 3 נתיבים ויותר לכיוון (מקרים יוצאי דופן) (עם הפרדה)
- חד-סיטרי, חד-נתיבי או דו-נתיבי (רחובות קיימים ומשיקולי ניהול תנועה) או


רוגוזין, אשדוד

4. דרך עירונית

- 2 נתיבים או יותר לכיוון (עם הפרדה)


דרך נמיר, תל אביב

תרשים 3.1:
אפשרויות ניתוב של רחובות לפי מדרג

*במידה שנדרש נת"צ/מת"צ, הוא יכול להתווסף לכמות שצויינה.

3.2.2.8 שלבי ביניים והשלב הסופי

נתוני הקלט של נפחי התנועה ברחובות חדשים המתקבלים מתוך הצבות התנועה, משקפים את המצב בשנת היעד לתכנון, לאחר מיצוי מלא של שימושי הקרקע. אחת הסכנות בתכנון רחובות לפי הצבות עתידיות בלבד היא תקופת הביניים עד למימוש יעדי התכנון. בתקופות הביניים עלול להיווצר מצב של "תכנון תנועתי עודף", המשבש את האיזון ברחוב ומפחית את הבטיחות בו. (הגברת מהירות, נסיעה בלתי זהירה). סוגיה זו היא עילה נוספת להימנע מהתאמה מלאה בין תחזיות התנועה העתידית להקצאת הנתיבים עבורה.

בכל מקרה, יש להיערך למצב בו יהיו שלבי ביניים בהם אין הרחוב נדרש לתפקוד תנועתי בהיקף המלא, ולכן יש לתכנן את הגדלת מספר הנתיבים עם הזמן, בהתאם לנדרש על פי מקדמי האיכלוס, בתוך רצועות שמורות שנועדו לכך. אין לפתוח את הרחוב לתנועה במספר הנתיבים המלא כבר מהשלבים הראשונים, בשל תכנון היתר שייגרם כתוצאה מכך, ויש להקפיד שכל פתרון ביניים הנגזר מהפתרון הסופי, יעמוד במטרות תכנון הרחוב לכל אחד מהשלבים.

3.2.3 רוחב נתיבים לתנועת רכב מנועי

אחד מ"וסתי" הרחוב המובהקים ביותר הוא רוחב הנתיב: ככל שהנתיב רחב יותר, החיכוך בין הרכב לסביבתו קטן, מהירות הרכב גדלה, ונפחי התנועה שניתן להעביר ביחידת זמן (שיעור הזרימה) גדולים יותר. ככל שהנתיב צר יותר, החיכוך בין הרכב לסביבתו גדל, מהירות הרכב קטנה, ונפחי התנועה שניתן להעביר ביחידת זמן נמוכים יותר. לצמצום הרוחב יש תרומה משמעותית לריסון התנועה ברחוב.

ברחוב מקומי, לפיכך, המגמה הינה לצמצם את רוחב הנתיבים, גם אם הדבר משפיע על רמת–השירות של הכביש.

בדרך עורקית, המגמה היא להרחיב את הנתיבים כדי לאפשר רמת–שירות וקיבולת מיטביים.

טבלה 3.3 מציגה את הרוחב המומלץ לנתיב המתוכנן בכל סוג רחוב.



רחוב עם נתיבים צרים לרכב מנועי - רואן, צרפת



רחוב מאסף עם מגוון נתיבים – אמסטרדם, הולנד

טבלה 3.3:
רוחב נתיב שאינו יחיד בקטע ישר ברחובות עירוניים ובדרכים עירוניות (מ')

סוג הרחוב/הדרך	רוחב מזערי	רוחב מרבי[ו']
רחוב באזור מיתון תנועה	4.75[ג'] (למסלול)	5.50–5.80[ג'] (למסלול)
רחוב מקומי 30 רחוב מקומי 50	2.50 2.75	3.0 3.0
רחוב מאסף 30[ה'] רחוב מאסף 50[ה']	2.75[ד'] 3.0	3.0 3.25
דרך עורקית 50 דרך עורקית 70	3.25 3.35	3.50

הערות משלימות לטבלה המתייחסות לרוחב נתיבים:

א. רוחב הנתיב ביציאה מתחום צומת יהיה שווה או גדול מרוחב הנתיב בכניסה אל הצומת (ראו הנחיות לתכנון צמתים עירונים).

ב. מומלץ שרוחב נתיבים בפניות ימניות ושמאליות לא יהיה צר מרוחבם של נתיבים בכיוונים ישרים, במידת האפשר (ראו הנחיות לתכנון צמתים עירוניים).

ג. הרוחב הכולל של רצועת התנועה המיועדת לתנועת רכב פרטי ברחוב דו–סיטרי באזור מיתון תנועה הוא 4.75 מטר, או 5.0 מטר ליד חניה ניצבת. במקרה כזה לא יסומן ציר הכביש (ראו הנחיות לאזור מיתון תנועה). כאשר ברחוב באזור מיתון תנועה צפויה להיות תנועת תחבורה ציבורית, או צפויות לעבור לאורכו משאיות, רוחב הכביש יהיה 5.5 מטר, וניתן להרחיבו כל 80 מטר ל–5.8 מטר, לצורך הקלה על מפגשי אוטובוסים, כמפורט בהנחיות.

ד. ברחוב מאסף, שבו בכיוון אחד יש שני נתיבים ויותר, ניתן לקבוע נתיבים ברוחב 2.75 מטר, אם כי מידת רוחב זו אינה מידה מומלצת לתכנון שגור, ומומלץ להשתמש בה בעיקר מתוך שיקולי איזון בין תנועות הרחוב השונות. למשל: אם רק הצרת הנתיבים תאפשר להקצות נתיב לאופניים או לתח"צ.

ה. ברחוב מאסף דו–נתיבי בו צפוייה תנועה של 10 אוטובוסים לפחות בשעות השיא, רוחב הנתיב 3.25 מ'.

ו. בתחומי עקום אופקי יש להרחיב את רוחב הנתיבים כמוצג בסעיף 4.3.6.

ז. כשמתוכנן נתיב תנועה יחיד במסלול ברחובות מסוג מקומי ומאסף, רוחב הנתיב יהיה על–פי טבלה 3.4.

ח. לנתוני הרוחב של נתיב לתחבורה ציבורית, ראו סעיף 2.3 ב–"הנחיות לתכנון נתיבים לתחבורה ציבורית", משרד התחבורה 1998.

טבלה 3.4:
רוחב נתיב שהוא יחיד במסלול, ורוחב המסלול כולו (מ')

סוג הרחוב/הדרך	בין אבני שפה [1]	ליד נתיב לאופניים	ליד חנייה
רחוב מקומי [2]	4.0 (4.0)	3.3 (4.8)	3.5 (5.5) [3]
רחוב מאסף	4.5 (4.5)	4.0 (5.5) [3]	4.0 (6.0)

בסוגריים: רוחב מזערי למסלול בו נמצא הנתיב, בהתחשב בכלל השימושים בכביש.
1) אבני שפה רציפות לאורך הרחוב. אין להתחשב בהצרויות מקומיות בגין "אוזניים".
2) לרחוב באזור מיתון תנועה ראו טבלה 7.2 ב–"הנחיות לאזורי מיתון תנועה"
3) אם ברחובות קיימים יש בעיה של זכות דרך, והנתונים בטבלה עלולים למנוע ביצוע חנייה או נתיב לאופניים, ניתן לצמצם את רוחב הנתיב והמסלול ב–50 ס"מ לכל היותר.

3.2.4 השיפוע הצידי של הכביש

א. השיפוע הצידי הנורמלי של קטע רחוב ישר מיועד לניקוז המיסעה, והוא יכול להינתן לצד אחד לרוחב כל הכביש, או לשני הצדדים באופן סימטרי מציר הכביש. במרבית המקרים יועדף שיפוע לצד אחד בלבד, המחייב רק מערכת ניקוז אחת.

ב. השיפוע הצידי הנורמלי של קטע רחוב ישר בעל ציפוי אספלטי או מיועד לקבל ציפוי אספלט קבוע הוא 2%. כאשר השיפוע לאורך הכביש נמוך מ–1.0%, רצוי להגדיל את השיפוע לרוחב 2.5%.

ג. במסעה אספלטית, כאשר הרוחב המנוקז בשיפוע אחיד שווה לרוחב נתיב אחד, ניתן לתכנן שיפוע צידי של 1%. כאשר הרוחב המנוקז בשיפוע אחיד גדול מהרוחב של נתיב אחד, רצוי לא לרדת משיפוע של 2%. בדרכים דו–מסלוליות, כל מסלול יהיה בשיפוע צידי אחיד, ללא קמרון.

ד. השיפוע הצידי הנורמלי של קטע כביש ישר העשוי מאבנים משולבות הוא 2% לפחות.

ה. לשיפוע הצידי המרבי של קטע כביש בעל ציפוי אספלטי הנמצא בעקום אופקי, ראו סעיף 4.3.1.



רחוב מחולק עם נתיב לתחבורה ציבורית – ברלין, גרמניה

3.3 החנייה ברחוב

3.3.1 מבוא

חניית רכב הינה אחד מצרכני המרחב הגדולים ברחוב, ולפיכך סוגיית התקנת חנייה ברחוב היא משמעותית ביותר בקביעת דיוקנו של הרחוב ומאפייניו.

בספר 'מרחב הרחוב' מתוארים חמשת משתמשי הרחוב הראשיים הנעים בו – הולך הרגל, האופניים, התחבורה הציבורית, רכב השירות והרכב הפרטי. כל אחד מהמשתמשים הראשיים צורך מרחב לתנועה (רצועות תנועה), ומרחב נוסף לשהייה. מרחב השהייה של המכונית הפרטית היא החנייה.

עקרונות התכנון האידיאליים לעיר, מעמידים את הרכב הפרטי בתחתית סדר העדיפות להקצאת מרחב ברחוב. קודמים לו בחשיבות ארבעת המשתמשים האחרים, לא כל שכן במרחב לחניית הרכב הפרטי, שהינו שטח עירוני יקר המשמש לאחסונם של כלי הרכב, ומשרת בעיקר את אלה שהעדיפו את הרכב הפרטי על חלופת תנועה אורבנית וידידותית יותר.

הקצאת מרחב חנייה לכלי הרכב הפרטיים בעייתית במיוחד ברחובות הקיימים והוותיקים שתוכננו לסטנדרטים אחרים של מינוע. ברחובות אלה מתקיימת תחרות קשה במיוחד בין המשתמשים על כל פיסת רחוב. מחיר הקצאת רצועת חניה בהם יבוא בדרך כלל על חשבון רוחב רצועת ההליכה, נתיבי אופניים, שדרת עצים וכיוצ"ב.

למה חנייה בכל זאת?

התחרות הקשה שמנהלות ה'עירוניות' וה'צפיפות' מול הנטייה לפירבור ולהתפרסות, גובה מחיר לשם משיכת תושבים. חלק ממחיר זה הוא שטחי החנייה. החנייה בעיר מסייעת בתחרות הקשה שמנהלת העיר מול שוליה הפתוחים והנגישים ומול מרכזי הקניות והשירותים החיצוניים, המושכים את הציבור אל מחוץ לעיר.

עוד יודגש כי לקיומה של חנייה מסודרת לאורך הרחוב תפקיד ממתן במהירות התנועה המנועית ובהפרדה בין תנועת הרכב לתנועת הולכי הרגל (והאופניים).

תחת כותרת החנייה נוכל למצוא שלושה סוגים שונים של חניית משתמשי הדרך:

- **חניית רכב פרטי:** חנייה הנמצאת בדרך כלל בכל רחוב עירוני דו–סיטרי מימין לתנועת הרכב המנועי (ברחוב חד–סיטרי אפשרית גם משמאל), והיא יכולה להתבצע במקביל, ולעיתים גם באלכסון ובניצב למדרכה, כמפורט בסעיף 3.3.3.
- **חניית רכב שירות:** חנייה המיועדת למשאיות, לרכב לפינוי אשפה ולרכב תפעולי אחר. בדרך כלל לא מקובל לתכנן חניות מיוחדות לרכב השירות במסגרת רצועות החנייה ברחובות, וקביעת חניות עבורו נעשית בעיקר במקומות שבהם יש לכך ביקוש גבוה.
- **חניית אופניים:** בכדי לעודד את תנועת האופניים, יש לספק לרוכב תנאים סבירים לשימוש בהם, ואחד החשובים שבהם הוא מקום להחנות את האופניים לאורך הרחוב (ראו "תנועת אופניים", פרק 7).

3.3.2 הצדקים לביצוע חנייה

קיומה או אי–קיומה של חנייה ברחוב, מהותיים לאופיו ולתיפקודו של הרחוב: משנקבע שמדובר ב"רחוב עירוני", הרי שהרחוב מהווה חלק מהמרקם העירוני הסמוך, ומוכתבת בו עדיפות לנגישות. נגישות תומכת בקיומה של חנייה (בהתחשב ביתר צרכי הרחוב ובאיזונם הנכון).

משנקבע שמדובר ב"דרך עירונית", הרי שהדרך אמורה להוות בעיקר מסדרון להעברת תנועה מנועית, גם במחיר של מניעת נגישות ישירה, והימנעות מביצוע חנייה לאורכה.

נקבע לפיכך:

א. לאורך דרך עירונית אין לקבוע או לאשר חנייה.

ב. לאורך רחוב עירוני כלשהו (לרבות מאספים דו–מסלוליים מרובי תנועה) נכון להקצות שטחי חנייה! מומלץ מאד לקבוע חנייה משני צדדיו של הרחוב, אולם כשזכות הדרך אינה רחבה מספיק (בעיקר כאשר מחדשים פניו של רחוב קיים), או ברחובות דלי שימושים, ניתן להסתפק ברצועת חנייה אחת.

ג. במקרים שבהם קיימת מצוקה בשטח הרחוב, יש לשקול שילוב רצועת החנייה עם רצועות סטטיות אחרות של הרחוב (למשל רצועת העזר ורצועת עצים), באופן שיינתן מענה מאוזן יותר (אף אם חלקי) למשתמשים נוספים.

3.3.3 סוג החנייה ברחובות השונים

א. חנייה מקבילה ניתן לקבוע בכל רחוב עירוני.

ב. חנייה אלכסונית ניתן לקבוע ברחובות חד–סיטריים או דו–מסלוליים בלבד. אין מניעה להסדיר חנייה אלכסונית ברחובות מאספים מרמה 2, אולם מומלץ, כאשר נפחי התנועה בשעת שיא גדולים מ–1,000 כלי–רכב למסלול, להימנע מחנייה כזו.

ג. חנייה ניצבת ניתן לקבוע בכל הרחובות העירוניים החד–מסלוליים הדו–סיטריים.

3.3.4 פרטי תכנון חנייה

3.3.4.1 חנייה מקבילה (תרשים 3.2)

א. רוחב מקום חנייה ברחוב עירוני 2.0–2.25 מטר.

ב. אורך מקום חנייה ברחוב עירוני 5.5–6.0 מטר, לרבות מרווח התמרון הדרוש לכ"ר החונים ברצף.

ג. רצוי לקטוע באמצעות "אוזן" רצף של עד 8 חניות מקבילות (50 מטר).

ד. אבן השפה ב"אוזן", המקבילה לתנועת הרכב, תשיק לנתיב התנועה ולא תורחק ממנה.

ה. הרוחב המזערי לשילוב בין נתיב תנועה לאופניים לבין רצועת חנייה הוא 3.4 מטר (ראו סעיף 4.2 ב–"תנועת אופניים").

ו. אין לתכנן ברחוב מפרצי חנייה מקבילים ברוחב הגדול מ–2.25 מטר. תכנון רצועות חנייה ברוחב העולה על 2.25 מטר גורם לחנייה אלכסונית על חשבון רצועות התנועה.

3.3.4.2 חנייה אלכסונית (תרשים 3.3 ו–3.4)

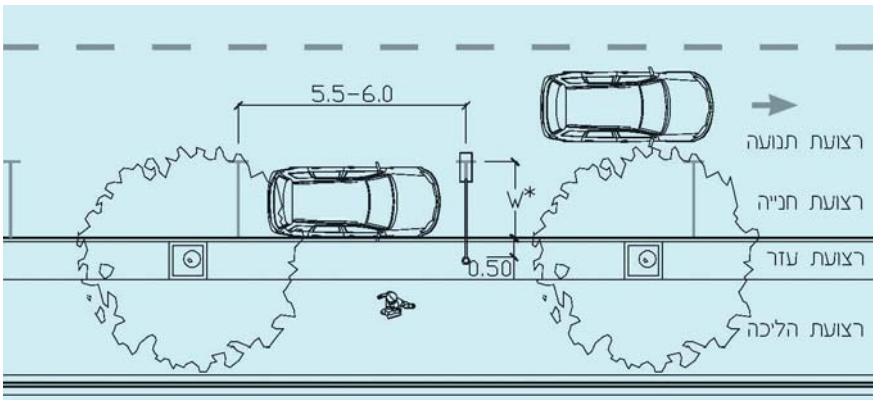
א. רוחב מזערי למקום חנייה אלכסוני ברחוב עירוני הוא 2.5 מטר.

ב. נתוני המידות של חנייה אלכסונית ברחוב עירוני יתבססו על טבלה 7 ב–"הנחיות לתכנון חנייה, פרק ד' תכנון חניונים" המתייחסות לחנייה מול אבני שפה.

ג. החלק מרצועת החנייה הנמצא בתחום המדרכה (בליטת הרכב מעבר לאבן השפה), לא ייחשב כחלק משטח המדרכה.

ד. בין חנייה אלכסונית לבין נתיב לאופניים נדרשת רצועת הפרדה ברוחב 0.5 מטר (ראו סעיף 4.2 ב–"תנועת אופניים").

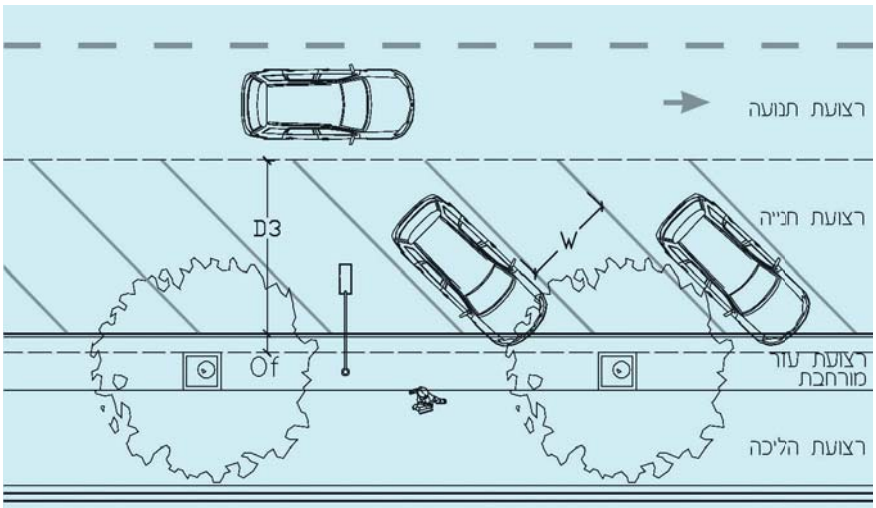
ה. רצוי לקטוע באמצעות "אוזן" רצף של יותר מ–8 חניות אלכסוניות.



תרשים 3.2:
פרטי תכנון לחנייה מקבילה ברחוב עירוני

2.25 ≥ W* ≥ 2.00

*למשאיות ואוטובוסים 2.50 מ'.

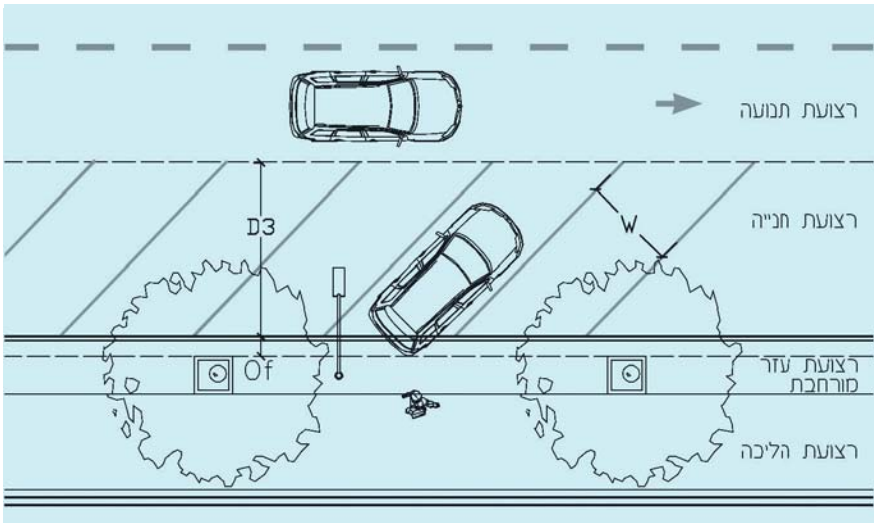


תרשים 3.3:
פרטי תכנון לחנייה אלכסונית ברחוב עירוני, כניסה בנסיעה קדימה

W ≥ 2.50 | 0.35 ≤ Of ≤ 0.50 | 4.30 ≤ D3 ≤ 4.60

גובה אבן שפה לא יעלה על 10 ס"מ.

המידות על פי הנחיות משרד התחבורה לתכנון חניונים.



תרשים 3.4:
פרטי תכנון לחנייה אלכסונית ברחוב עירוני, כניסה בנסיעה לאחור

$4.30 \le D3 \le 4.60$ $0.35 \le Of \le 0.50$ $W \ge 2.50$

גובה אבן שפה לא יעלה על 10 ס"מ.

המידות על פי הנחיות משרד התחבורה לתכנון חניונים.

3.3.4.3 חנייה ניצבת (תרשים 3.5)

א. רוחב מזערי למקום חנייה ניצב ברחוב עירוני הוא 2.5 מטר.

ב. נתוני המידות של חנייה ניצבת ברחוב עירוני יתבססו על טבלה 6 ב–"הנחיות לתכנון חנייה, פרק ד': תכנון חניונים" המתייחסות לחנייה מול אבני שפה.

ג. החלק מרצועת החנייה הנמצאת בתחום המדרכה (בליטת הרכב מעבר לאבן השפה), לא ייחשב כחלק משטח המדרכה.

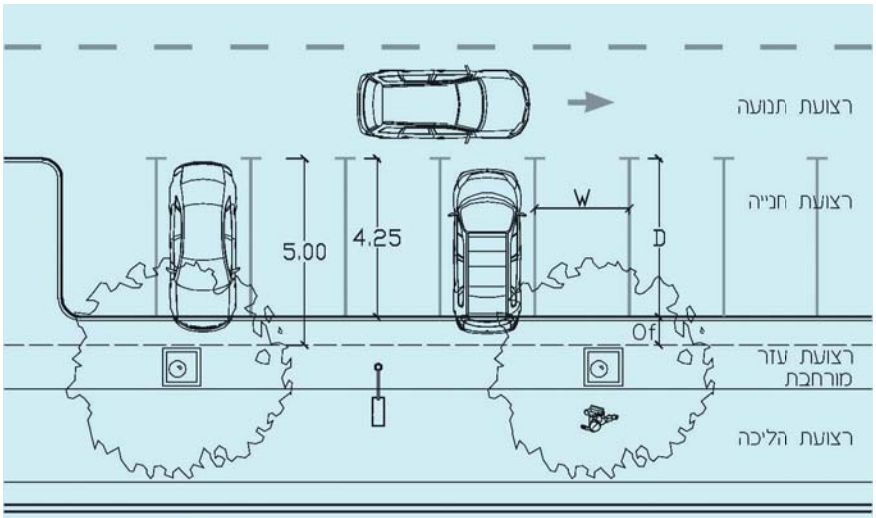
ד. בין חנייה ניצבת לבין נתיב לאופניים נדרשת רצועת הפרדה ברוחב 0.5 מטר (ראו סעיף 4.2 ב–"תנועת אופניים").

ה. רצוי לקטוע באמצעות "אוזן" רצף של יותר מ–10 חניות ניצבות.



חנייה אלכסונית – אבראנש, נורמנדי, צרפת

תרשים 3.5:
פרטי תכנון לחנייה
ניצבת ברחוב עירוני



W ≥ 2.50	רוחב תא החנייה
D = 4.25	עומק תא החנייה

גובה אבן שפה לא יעלה על 10 ס"מ.

Of ≥ 0.75	תחום בליטת הרכב מעל המדרכה, אין למקם עצמים אנכיים.

המידות על פי הנחיות משרד התחבורה לתכנון חניונים.

3

3.3.4.4 הערות כלליות ופרטי תכן לכל סוגי החנייה

א. תחילתם וסופם של מפרצי חנייה יותאמו להנחיות התכנון הנוגעות למשולשי ראות, כמוצג בסעיף 5.6 "מרחב הראות בצומת" ב–"הנחיות לתכנון צמתים".

ב. בתחום ה"אוזניים" ברצועת החנייה ניתן לשלב חניית אופניים (ראו תרשים 7.9 ב–"תנועת אופניים").

ג. ניתן למקם חנייה של אופניים בתחומי ה"אוזניים" שברצועות החנייה גם בסמיכות לצמתים (חניית אופניים אינה מפריעה, בדרך כלל, לראות בצומת).

ד. יש להקפיד לתאם בין תכנון החנייה ברחובות לבין תכנון תשתיות תאורה, חשמל ונוף, כדי להימנע ממצבים בהם התשתיות מותקנות בתחומי החנייה, או שהן מפריעות לנוסעי הרכב לצאת מהרכב, או להיכנס אליו.

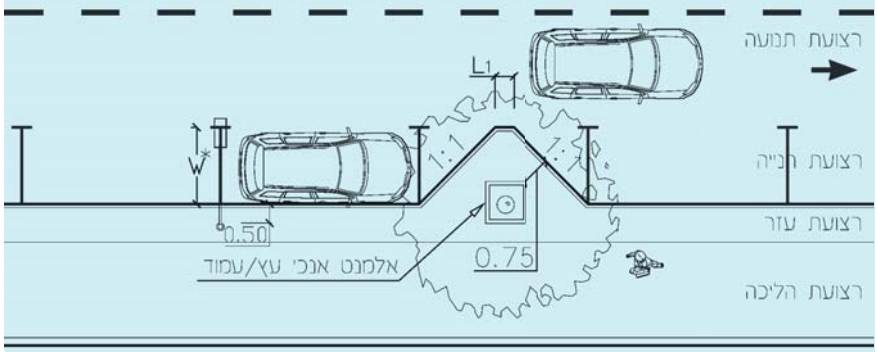
בתרשימים 3.6–3.8 מוצגים פרטי תכנון אופייניים לאוזניים ב–3 סוגי החנייה שפורטו לעיל.

הערות לתרשימים 3.6–3.8:

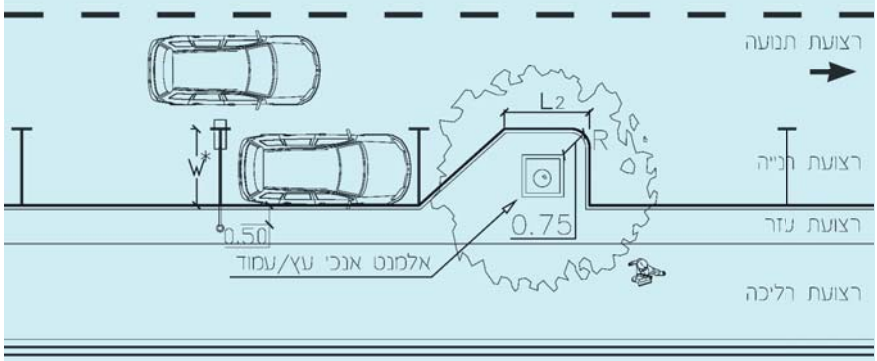
1. שיעור בליטת האוזן זהה לרוחב רצועת החנייה.
2. אורך האוזן מוגבל ל–3 מטר כדי למנוע חנייה לאורכה.
3. כאשר האוזן משמשת כמעבר חצייה, ככניסה לחנייה או כאזור המתנה בתחנת אוטובוס מסוג 'אנטי מפרץ', אורכה יהיה על פי הנדרש לשימוש הרלוונטי וללא הגבלת אורך.
4. אורך האוזן ליד קולטנים:
   ליד קולטן אחד מ' $L \geq 2.00$, ליד שני קולטנים מ' $L = 3.00$.
5. האוזן יכולה לשמש לצורך הצבת עמודי תאורה, שתילת עצים או להתקנת תשתיות אחרות, בכפוף לשיקולי הבטיחות. העצמים יותקנו מחוץ לאזורי הריצוף המסומנים.

תרשים 3.6:
"אוזן" בחנייה מקבילה

אפשרות א': אבן שפה אלכסונית בחלק האחורי של החנייה



אפשרות ב': אבן שפה ניצבת בחלק האחורי של החנייה



$2.00 \geq W^* \geq 2.25$ רוחב תא החנייה *למשאיות ואטובוסים 2.50 מ'

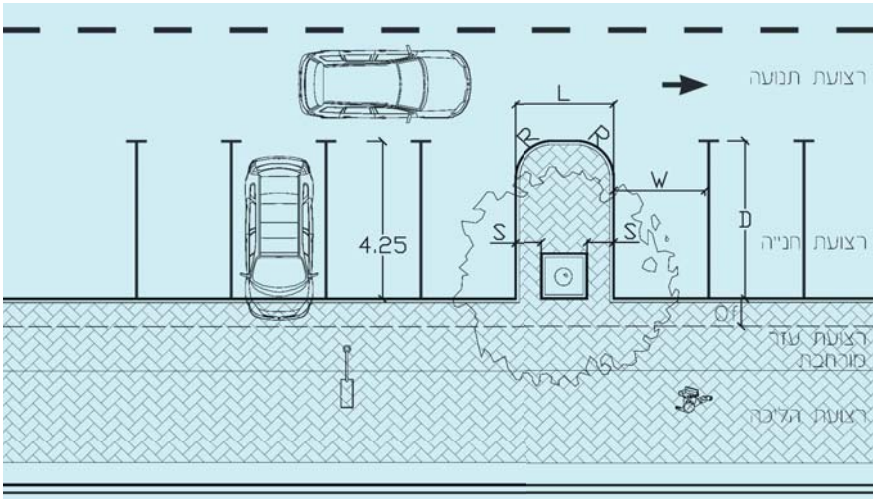
$0.50 \leq L_1 \leq 3.00$

$1.50 \leq L_2 \leq 3.00$

$R = 0.50$

המידות על פי הנחיות משרד התחבורה לתכנון חניונים.

תרשים 3.7:
"אוזן" בחנייה ניצבת



$W \geq 2.50$ רוחב תא החנייה

$D = 4.25$ עומק תא החנייה

$1.50 \leq L \leq 3.00$

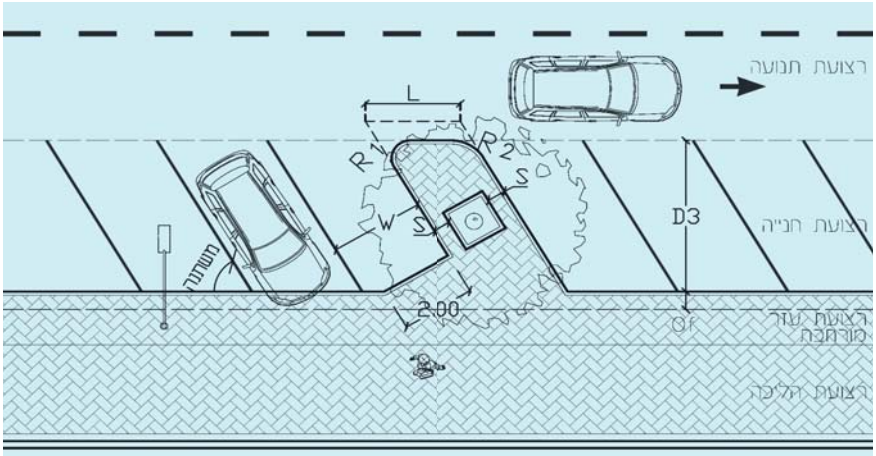
$R \geq 0.50$

$S \geq 0.50$ רוחב ריצוף

$Of \geq 0.75$ תחום בליטת הרכב מעל המדרכה, אין למקם עצמים אנכיים.

המידות על פי הנחיות משרד התחבורה לתכנון חניונים.

תרשים 3.8:
"אוזן" בחנייה אלכסונית



$W \geq 2.50$ רוחב תא החנייה

$4.30 \leq D3 \leq 4.60$ עומק תא החנייה

$1.50 \leq L \leq 3.00$

$S \geq 0.50$ רוחב ריצוף

$R_1 \geq 0.50$

$R_2 \geq 2.00$

$0.35 \leq Of \leq 0.50$ תחום בליטת הרכב מעל המדרכה, אין למקם עצמים אנכיים.

המידות על פי הנחיות משרד התחבורה לתכנון חניונים.



חנייה מקבילה בין אוזניים ומעבר לשביל אופניים - קן, נורמנדי, צרפת

3.3.5 חנייה לנכים

חשוב לדאוג למקומות חנייה ייעודיים ונגישים לציבור הנכים, בעיקר ליד מוסדות ציבור ובמרכזי מסחר ובידור, וכן במקומות ספציפיים ברחוב שסומנו באופן ייעודי לצורך זה. חניות אלה תהיינה במידות מוגדלות (הנחיות לתכנון חנייה פרק ד': תכנון חניונים – פברואר 2000, סעיף 15). החניות תהיינה מתומרורות ומובלטות, בצבע שונה, רצוי כחול. מומלץ שהחניות לנכים תהיינה ניצבות או אלכסוניות, כדי שהנכה יהיה מוגן מפני התנועה בכניסתו וביציאתו מהרכב. החניות ימוקמו קרוב ככל שניתן לכניסה לבניין, למעלית או לרמפת נכים, תוך הקפדה על מפלס ישר ככל שניתן בין הכביש למדרכה, כדי להקל על הנגישות בכסא גלגלים (כל האמור לעיל – תוך הקפדה על קיום תקן ישראלי 1918 העוסק בנגישות הסביבה הבנויה, ותקנות "דרכים נגישות" שהותקנו בעקבות "חוק שוויון זכויות לאנשים עם מוגבלות").

3.3.6 חנייה תפעולית

יש לשאוף לכך שהחנייה התפעולית תהיה מחוץ לזכויות הדרך. כאשר אין פתרון אחר, תתוכנן החנייה התפעולית בתחום זכויות הדרך, קרוב ככל שניתן לשימושים אותם היא משרתת, ובמרחק מתאים מריכוזי הולכי–רגל, מתחנות אוטובוס ומאזורי חצייה. החנייה התפעולית לא תמוקם בקרבת צמתים ובמקומות בהם היא עלולה לחסום את שדה הראייה.

3.3.7 חנייה לרכב חריג

מידות החנייה המופיעות בהנחיות אלה מותאמות לרכב פרטי, לטנדרים, לרכבי שטח גדולים ולרכב מסחרי קל. כלי–רכב חריגים כמו משאיות, אוטובוסים ונגררים חורגים ממפרצי חנייה אלה, מצרים את רצועת התנועה מעבר למידות המתוכננות, ופוגעים בשדה הראייה של הנהגים והולכי–הרגל. רעש התנעתם של כלי–רכב כבדים בשעות הבוקר המוקדמות פוגם באיכות החיים, והם גורמים מטרד רעש בעת מעברם על אמצעי ריסון אנכיים, ולא רצוי להקצות להם מקומות חנייה ברחובות העירוניים. באזורי תעשייה ניתן להתקין חניות ייעודיות מקבילות לרכב כבד, ברוחב נתיב חנייה של 2.5 מטר.

3.4 מפרדה

3.4.1 מפרדות – תפקידיהן וסוגיהן

המפרדה היא רצועה בתחום הרחוב, החוצצת בין תנועות רכב שונות, ובין כיווני תנועה מנוגדים. למפרדה תפקידים רבים ומגוונים בתכנון הרחוב, כמפורט להלן:

תפקידים הקשורים לתנועה המנועית ברחוב:

א. להוות חיץ בטיחותי בין תנועות רכב שונות, באותו כיוון או בכיוונים נגדיים (וגם נת"צ, אופניים וכד').

ב. לכוון ולהדריך נהגים בתחום הצמתים, ולהוות שטח אופציונאלי לביצוע נתיבים מיוחדים לפניות שמאליות.

ג. למתן את אופי התנועה ברחוב.

ד. כלי הנדסי לניהול תנועה (מניעת פניות שמאלה, פרסה וכד').

תפקידים הקשורים לתשתיות ולעצמים נייחים:

א. להוות מקום מתאים להצבת מתקני דרך ותשתיות כמו: עמודי תאורה, שילוט ותימרור, גדרות הפרדה, מעקות בטיחות וכד'.

ב. לתרום לחזות הנופית של הרחוב על–ידי שתילת עצים וצמחיה אחרת לאורכה.

תפקידים הקשורים לתנועה ולפעילות של הולכי רגל:

א. לשפר את בטיחות חציית הכביש עבור הולכי–רגל ולהוות מפלט עבורם.

ב. בשדרה – להוות את "לב" הרחוב.

אבחנה זו בין התפקידים השונים (ואף הסותרים) של המפרדה חשובה ביותר. החלטה על התקנת מפרדה ברחוב חייבת להיות מלווה בהגדרה ברורה של תפקידיה ומשם ייגזר מבנה המפרדה ועיצובה, כפי שיפורט בהמשך.

המפרדה המומלצת הינה המפרדה הבנויה, המהווה שטח מוגבה ביחס לרצועות התנועה שביניהן היא חוצצת. אפשרית אך לא מומלצת מפרדה צבועה, שמטרתה העיקרית להוות חיץ בין תנועות רכב מקבילות וסמוכות. מפרדה כזו פחות יעילה מהמפרדה הבנויה, שכן אין היא מסוגלת לספק את התכונות העיקריות שמספקת המפרדה הבנויה, המוזכרות בפתיח לסעיף זה.

קיימים כמה סוגים עקרוניים של מפרדות:

א. מפרדה מרכזית נמוכה ועבירה לכלי רכב – מיועדת להתקנה ברחובות דו–סיטריים בעלי שני נתיבי נסיעה בלבד. בד"כ מיועדת למיתון תנועה – ראו ב–"הנחיות לאזורי מיתון תנועה".

ב. מפרדה מרכזית שאינה עבירה לכלי–רכב – מיועדת לכל רחוב מאסף דו–סיטרי בעל 4 נתיבים ומעלה ולכל רחוב עורקי – ראו סעיף 3.4.2 להלן.

ג. מפרדה לצד רצועות תנועה לתחבורה ציבורית (אוטובוס או רק"ל) – נחיצותה תיקבע בהתאם להנחיות המתאימות של משרד התחבורה לנת"צים או לרכבת עירונית על פי מיקום התחנות וכיוצ"ב.

ד. מפרדה לאופניים – מיועדת להגן על שביל האופניים. ראו הנחיות לתנועת אופניים בערים.

3.4.2 הצדקים תנועתיים להתקנת מפרדה בנוייה

להלן ההצדקים לפיהם נדרשת מפרדה בנוייה:



מפרדה צרה ברחוב דו-נתיבי
ללא שימושי קרקע,
משיקולי בטיחות - חיפה

א. בכל דרך עירונית (עורק) שבה קיימים לפחות שני נתיבי נסיעה לרכב מנועי לכל כיוון.

ב. בכל רחוב עירוני שקיימים או מוצעים בו שלשה נתיבים או יותר של רכב מנועי לכיוון (לדוגמה: רחוב אבן גבירול בתל-אביב).

ג. ברחובות עירוניים בעלי שני נתיבים לפחות לרכב מנועי לכיוון, כאשר אחד מתוך התנאים הבאים מתקיים:

1) בצמתים (ראו "הנחיות לתכנון צמתים עירוניים").

2) כאשר קיים ממשק הדוק בין שני צידי הרחוב, וקיימת או צפויה תנועת הולכי רגל ערה בקטעי דרך בין שתי גדות הרחוב, או שמתוכננים "מקומות חצייה" כהגדרתם ב-"תנועת הולכי רגל".

3) כאשר נפחי התנועה הקיימים או החזויים גדולים מ-1,000 תנועות לכיוון או מ-1,500 בשני הכיוונים, בממוצע ל-3 שעות שיא.

4) כאשר נדרש למנוע מהנהגים לבצע תמרונים כגון: פניות פרסה, תמרונים לחנייה ניצבת או אלכסונית, חציית נתיב תחבורה ציבורית וכד'.

5) כאשר נדרש להתקין תשתיות מעל פני הקרקע במרכז הרחוב כמו: שילוט, ניצב של גשר (לרבות גשר שילוט), תאורה, חשמל וכד'.

6) כשפתרון החנייה המועדף הוא חניות אלכסוניות.

7) כאשר ביצוע המפרדה נדרש, לדעת צוות התכנון והרשויות המוסמכות, מסיבות בטיחותיות.

8) כאשר מבקשים, במקרים יוצאי דופן, למנוע סטיית רכב לנתיב נגדי.

ד. כאשר מתוכנן שביל אופניים בצמוד לתנועת הרכב המנועי על-פי רמת הפרדה ג' (ראו סעיף 4.2.4 ב-"תנועת אופניים").

ה. כאשר מתוכנן מסלול לתחבורה ציבורית (מת"צ) בצמוד למסלולי תנועה אחרים (ראו "הנחיות לתכנון נתיבים לתחבורה ציבורית"), הסדרת מפרדות בין מסלולי ת"צ לבין מסלולי תנועה של רכב מנועי רצויה, אך לא הכרחית (ראו "כללים מנחים לשילוב מערכות הסעת המונים ברמזורים").

ו. משיקולי מיתון תנועה (גם כאשר נותר רק נתיב אחד לכיוון) – ראו סעיף 7.2.4 ב-"הנחיות לאזורי מיתון תנועה".



מפרדה להקלת החצייה של הולכי רגל ברחוב דו-נתיבי - רבי עקיבא, בני ברק

3.4.3 רוחב המפרדה

3.4.3.1 מבוא

בסעיף זה מוצעות המידות הנדרשות למפרדה בתכניות סטטוטוריות ובתוכניות גיאומטריות לביצוע. מאחר שבמסגרת מהלך התכנון הסטטוטורי לא ידועים עדיין כל צרכי התשתית, הקיבולת והבטיחות של הרחוב, ולא קיים כל המידע הנדרש לביצוע מפרדה, יש לשריין רוחב מרבי למפרדה ולהתאימה למרבית המצבים האפשריים.
מאידך, במסגרת התכנון לביצוע, כאשר נתוני ומאפייני הרחוב ידועים, ניתן לצמצם את רוחב המפרדה (ולפעמים להרחיבה), ולהתאימה לנתונים המעודכנים והסופיים של הרחוב. במקרה כזה, למשל, ניתן לצמצם את רוחב המפרדה בקטעי דרך בין צמתים, אם להערכת צוות התכנון הדבר אפשרי.

3.4.3.2 רוחב מפרדה מזערי לתוכניות סטטוטוריות

א. רוחב מפרדה בין שני מסלולי תנועה נגדית

עורק עירוני: קיימות שתי אפשרויות לקביעת רוחב מפרדה, המותנות בהיקף התנועות הצפוי לפנות שמאלה בצומת הדרכים:

- 8.5–9.0 מטר – רוחב המאפשר קיום שני נתיבים לפנייה שמאלה בצמתים.
- 5.5–6.0 מטר – רוחב המאפשר קיום נתיב אחד לפנייה שמאלה בצמתים.

החתך המתאים ייקבע על סמך ניתוח תחבורתי שיבוצע על-ידי צוות התכנון, והערכת כמות הנתיבים הנדרשת לפניות, וכן משיקולי עיצוב עירוני, ככלי לקביעת אופיו של הרחוב. במקרים אלה יכול הרוחב לעלות על המידות המזעריות הנתונות לעיל.

מאסף 2: 5.5–6.0 מטר – רוחב המאפשר קיום נתיב אחד לפנייה שמאלה בצמתים, ורוחב של 2.5–3.0 מטר לחציית הולכי-רגל.

ב. רוחב מפרדה בין מסלול לתח"צ לבין מסלול לתנועת כלי רכב

נתוני המפרדה בין מסלול לתחבורה ציבורית לבין מסלול של כלי רכב אחרים יתבססו על ה–"נתיבים לתחבורה ציבורית".

ג. רוחב מפרדה בין מסלול לאופניים לבין מסלול לתנועת כלי–רכב

נתוני המפרדה בין מסלול לאופניים לבין מסלול כלי הרכב המנועיים ייקבעו על–פי סעיף 4.2.4 ב–"הנחיות לתכנון תנועת אופניים".

3.4.3.3 רוחב מפרדה לתוכניות גיאומטריות לביצוע

א. כשיש חצייה של הרחוב על–ידי הולכי–רגל ואופניים

רוחב מזערי של המפרדה, כאשר יש חצייה של הרחוב על–ידי הולכי–רגל ואופניים, הוא 2.5 מטר. באזורי צמתים ניתן לצמצם ל–2.0 מטר (רוחב מזערי מוחלט) בנקודות הממשק עם הרדיוסים (809). הרוחב המזערי של 2.5 מטר נדרש לכל אורך המפרדה, בהנחה בסיסית שקיימת חצייה של הולכי–רגל לכל אורך המפרדה (ראו טבלת "מרחקים מומלצים בין מקומות חצייה בערים", פרק 6 ב–"תנועת הולכי–רגל").

ב. כאשר נדרש נתיב לפניה שמאלה

רוחב מזערי מומלץ למפרדה בה נדרש נתיב לפנייה שמאלה הוא 6.0–5.5 מטר.
בעורק ניתן לצמצם את רוחב המפרדה בקטעים הארוכים בין הצמתים, אם אין בתוכה תשתיות מעל הקרקע ואם אין לאורכה חציות של אופניים והולכי–רגל, עד לערכים הנתונים בתת–סעיף ו' להלן.

ג. כאשר נדרשים שני נתיבים לפנייה שמאלה

רוחב מזערי רצוי למפרדה באזורי צמתים, כשנדרשים בצידה שני נתיבים לפנייה שמאלה, הוא 9.0–8.5 מטר.

ד. באזור תחנה של מערכת הסעת המונים

רוחב המפרדה באזור תחנה של מערכת הסעת המונים יהיה בהתאם ל–"הנחיות למעברי חצייה עתירי ביקוש".

ה. באזורי מיתון תנועה

באזורי מיתון תנועה תותקן מפרדה נמוכה ועבירה ברוחב מומלץ של 2.0 מטר, או רוחב מאולץ של 0.8 מטר, כמפורט בסעיף 7.3.4 ב–"הנחיות לאזורי מיתון תנועה".

ו. ברחוב או בדרך עירונית ללא חציית הולכי רגל

1) ברחוב או בדרך עירונית, במפרדה שלא מותקנת בתוכה כל תשתית קשיחה מעל פני הקרקע (למשל: עמודי תאורה, רמזורים, תמרורים, ברזים, עצים וכד'), בקטעים בהם

אין שימושי קרקע או תנועת אוטובוס שיגרמו לחציית הולכי–רגל, ושלא נדרש נתיב מיוחד לפנייה שמאלה על חשבונה, הרוחב המזערי המוחלט בתנאים מאולצים הוא 1.0 מטר. מפרדות כאלה נדרשות בד"כ משיקולים בטיחותיים של מניעת סטייה מנתיב.

2) בדרך עירונית, שמהירות הייעוד בה היא מעל 50 קמ"ש, הרוחב המזערי המוחלט למפרדה הכוללת מכשולים קשיחים הוא הרוחב הנדרש לאותם מכשולים בתוספת שני מעקות בטיחות לרבות רוחב פעיל לתפקודם, על–פי "הנחיות לבחירה ולהצבה של התקני בטיחות בדרכים עירוניות". ראו התייחסות לעצים בתת–סעיף ז' להלן. כל רכיב דרך שמתווסף למפרדה מחייב הגדלת רוחב המפרדה בהתאם.

ז. מרחק עצמים לרבות עצים במפרדה ממסלול התנועה

ברחוב עירוני (מהירות יעוד עד 50 קמ"ש) מרחק עצמים קשיחים במפרדה יהיה לפחות 50 ס"מ מרצועת תנועת הרכב הקרובה אליהם. פירוט נוסף ראו בטבלה 6.1 ב–"מרחב הרחוב". ניתן לטעת עצים במפרדה, אולם יש להקפיד שנוף העצים לא יחדור לתחום הכביש עד גובה של 5.0 מטר מעל מפלס המיסעה, ושגזע העץ לא יהיה במרחק הקטן מ–50 ס"מ משפת המפרדה.

בדרך עירונית למהירות יעוד העולה על 50 קמ"ש, מרחק עצמים ועצים במפרדה יהיה לפחות 3.0 מטר נטו מרצועת תנועת הרכב הקרובה אליהם. ניתן להקטין מרחק זה אם מותקן מעקה בטיחות בין העצמים והעצים לבין רצועת תנועת הרכב הקרובה, בהתאם לרוחב הפעיל של המעקה. (ראו טבלה 3.1 – "ערכי הגורמים לבחינת ההצדקים להצבת מעקות הבטיחות בדרך עירונית" ב–"הנחיות לבחירה ולהצבה של התקני בטיחות בדרכים עירוניות".)

3.4.4 אבני שפה במפרדות

פרטי הפיתוח באזורי מיתון תנועה יהיו לפי ההנחיות המיוחדות לאזורים אלה.

ברחובות עירוניים למהירות ייעוד 30 קמ"ש, וברחובות ובדרכים למהירות יעוד 50 קמ"ש, אבן השפה במפרדה תותאם לגובה אבן השפה במדרכות – 10 או 15 ס"מ. אבני השפה במפרדות יכולות להיות צרות וניצבות. רק במפרדות בדרכים למהירות ייעוד 70 קמ"ש נדרשות אבני שפה משופעות לגובה 15 ס"מ מפני הכביש.



אבן שפה במדרכות ובמפרדות - אבן גבירול, תל אביב



מדרכה רחבה לאורך
חזית פעילה - השדרה
החמישית בניו יורק

3.5 מדרכות

לכל ההנחיות, השיקולים ופרטי התכן המתייחסים למדרכות ברחובות עירוניים לרבות חציית הרחוב, הנמכות וכיוצ"ב, ראו בספר "תנועת הולכי-רגל" מסדרת הנחיות זו.
בדרכים עירוניות וכן ברחובות מאספים המיועדים לנפחי תנועה גדולים למהירות יעוד 50 קמ"ש שאין לאורכם רצועת חנייה, נכון להתקין אמצעים להגנה על הולכי הרגל מפני תנועת הרכב משיקולי בטיחות ומשיקולים של נוחות ורווחה (רעש, חזות וכיוצ"ב). לשם כך, במידה שהתנאים מאפשרים זאת, ראוי להתקין פס ירק בשולי המדרכה ברוחב 2.0 מ' ברחוב מאסף ו-2.5 מ' בדרך עירונית. יש להקפיד שהצמחייה לא תהווה הפרעה לראות, ושלא תיפגע נגישות הולכי-רגל לאורך הרחוב במקומות הנדרשים (מקומות חצייה וכיוצ"ב).

3.6 רחובות משולבים ורחובות ללא מוצא

3.6.1 רחוב משולב

הרחוב המשולב, שנתפס בעבר כסוג רחוב בפני עצמו, נחשב כיום כאחד ממכלול האמצעים למיתון תנועה. ההנחיות המפורטות לתכנון הרחוב המשולב משנת 1993 עדיין בתוקף, ניתן למצוא אותן באתר האינטרנט של אגף תכנון תחבורתי, וניתן ליישמן בהתאם לתנאים המפורטים בהן.

3.6.2 רחוב ללא מוצא (cul-de-sac)

3.6.2.1 הקדמה

"רחוב ללא מוצא" הוא רחוב עירוני רגיל הדומה בכל רכיביו לאלה של רחובות עירוניים, אולם נבדל מהם בכך, שהכניסה אליו בכלי רכב מנועיים מסביבתו הקרובה היא גם היציאה היחידה ממנו באמצעותם אליה.

הנטייה הטבעית והמועדפת בתכנון עירוני ותחבורתי היא ליצור רחוב שיש לו לפחות שתי נקודות חיבור לסביבתו הקרובה לכלי–רכב מנועיים. אולם, לפעמים, מסיבות אורבניות והנדסיות שונות, אין ברירה אלא ליצור "רחוב ללא מוצא".

יודגש כי העדר מוצא לכלי רכב אינו מחייב גם העדר מוצא להולכי רגל ולאופנים. נהפוך הוא, ככל שתובטח רציפות והמשכיות של רשת הולכי הרגל, כן תושבח איכותה ויובטח בה שימוש רב יותר. לפיכך, במידת הצורך, ראוי לאפשר תנועה רב כיוונית להולכי רגל ולאופנים גם ברחובות שהינם ללא מוצא עבור כלי רכב מנועיים.

במקרים כאלה מקובל לקבוע את ה"רחובות ללא מוצא" בעיקר באזורי מגורים, המתבססים על תנועת רכב פרטי הפרושה על פני כל שעות היום, ולהימנע ככל הניתן מלקבוע אותם בצד שימושים המושכים נפחי תנועה גדולים בתקופות זמן קצרות, כגון: בתי ספר, אשכולות של גני ילדים, בתי קולנוע, תיאטראות וכד'. במקרים כאלה כלי הרכב חוסמים את הרחוב ומפריעים הן לתנועה החיצונית הנמשכת לרחוב והן לתנועה המקומית המבקשת לצאת ממנו בתקופות זמן אלה.

מומלץ גם להימנע מלקבוע "רחובות ללא מוצא" בצד שימושים תעשייתיים ושימושים המושכים אליהם משאיות ואוטובוסים, שכן כלי רכב אלה יחייבו להרחיב במידה רבה כמה ממרכיבי הרחוב, ובמיוחד את רחבת הסיבוב.

3.6.2.2 כללים בסיסיים לתכנון

א. יש להקפיד של"רחוב ללא מוצא" יהיו חיבורים נוספים לסביבה הקרובה עבור הולכי רגל ורוכבי אופניים.

ב. רכב התכנון שעל פיו יתוכננו רכיבי "רחוב ללא מוצא" הוא משאית עירונית (SU) בתנועה מאולצת (בעיקר לצורך פינוי אשפה והובלות).

ג. כל ההנחיות הנוגעות למאפייני רחוב רגיל, והמופיעים בחמשת כרכי ההנחיות לרחובות בערים ובהנחיות תכנון תקפות אחרות, חלות גם על "רחוב ללא מוצא", לרבות: רוחב רצועות התנועה, חנייה ציבורית, עקומות אופקיות ואנכיות, מעברי ומקומות חצייה וכד'. מהירות הייעוד לא תעבור 30 קמ"ש.

ד. אין הגבלה הנוגעת לנתוני אורך הרחוב. זאת, למעט ברחוב משולב (ראו הנחיות לרחובות משולבים), שבו האורך המרבי שנקבע הוא 250 מטר.

ה. כמו ברחובות עירוניים אחרים, מומלץ למתן את התנועה לאורך "רחובות ללא מוצא" ולא לאפשר לכלי–רכב לפתח מהירות גבוהה לאורכם.

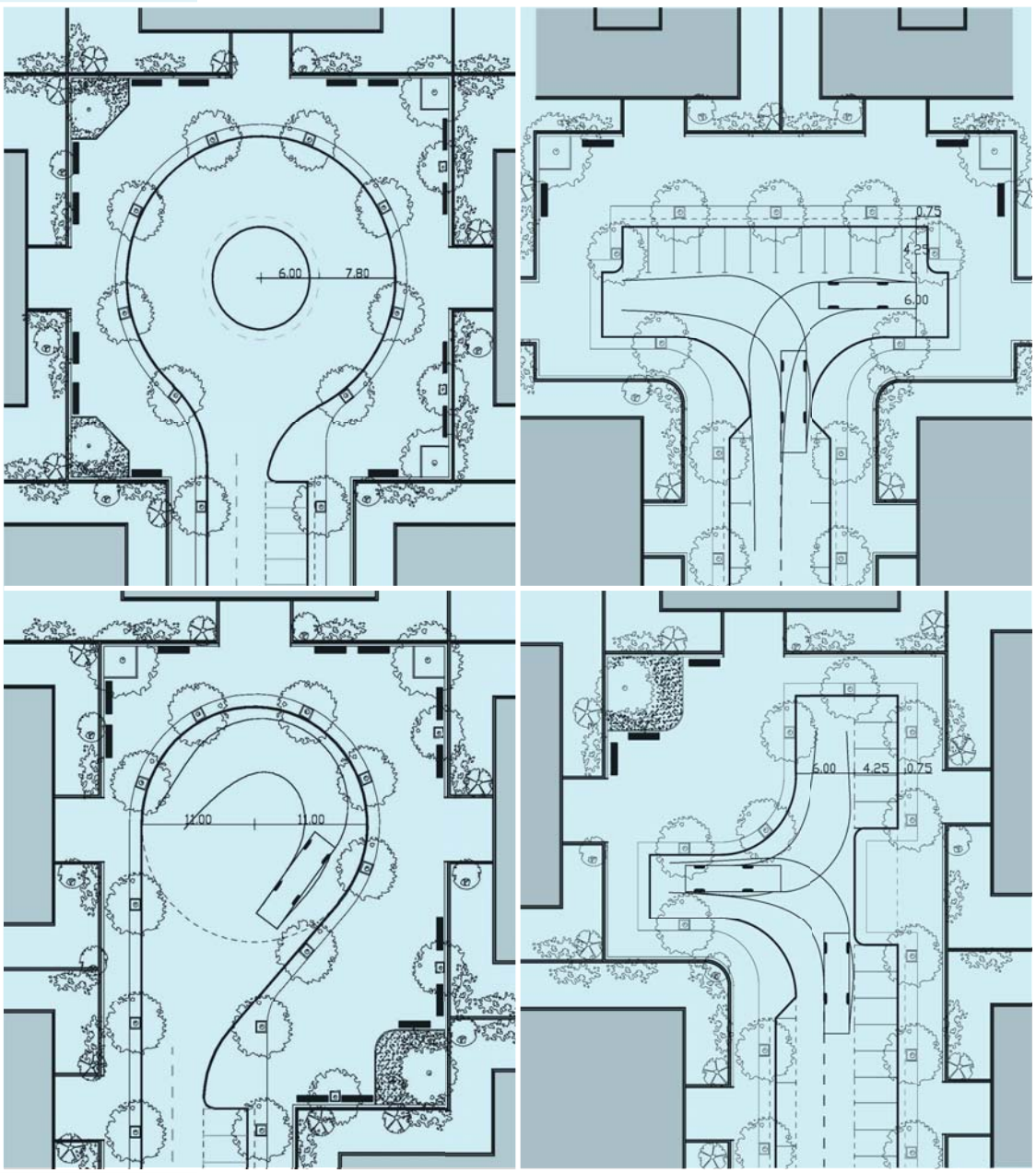
ו. כאשר אורך "רחוב ללא מוצא" גדול מ–75–80 מטר, חובה להתקין בקצה הרחוב

רחבה המאפשרת סיבוב. הרחבה תותאם לסיבוב של משאית עירונית מסוג SU. כאשר אורך הרחוב גדול מ–200 מטר, רצוי להתקין באמצעו מעגל תנועה או רחבת סיבוב, כדי לאפשר תמרון נוח ובטיחותי לצורך יציאה מהרחוב.
בתרשים 3.9 מוצגות כמה דוגמאות לביצוע רחבות סיבוב בקצה "רחוב ללא מוצא".

3.7 תחנות אוטובוס

תחנות אוטובוס נקבעות ברחוב או בדרך, לשם עצירת אוטובוס להעלאת והורדת נוסעים. בהנחיות לתנועת הולכי הרגל (סעיף 4.11) מפורטות הנחיות לתכנון חלק התחנה המצוי על המדרכה. בנוסף, שטח גדול בתחום הרחוב מיועד לתנועת האוטובוס אל התחנה וממנה ולשהייה בה, ועל כך בפרק זה.
כניסת האוטובוס לתחנה והיציאה ממנה מהווים הפרעה לתנועה, ולכן טיפוס התחנה ייקבע משיקולים של בטיחות והפרעה לתנועה. מצד שני, חניית רכב בתחנה מהווה הפרעה לפעילות האוטובוס, וגם זה שיקול בבחירת הפתרון.
יודגש, כי בעוד שנושא הבטיחות הינו שיקול תכנוני קריטי, הרי לעניין ההפרעה לתנועת הרכב פנים לכאן ולכאן. עצירת אוטובוס בנתיב תנועה באופן המעכב את תנועת הרכב הפרטי הינה ביטוי מובהק של העדפת התחבורה הציבורית, ויש בה משום תרומה לעידוד מעבר לנסיעה באוטובוסים. לפתרון כזה יש בדרך כלל ערך מוסף רב גם בחיסכון בשטחי מדרכה לטובת הולכי הרגל. (ראו תצורת 'אנטי מפרץ' בהמשך).
לפיכך בחירת תצורת התחנה ותנוחת האוטובוס החונה בה ייקבעו בכפוף לשיקולי בטיחות ותנועה כמפורט להלן.

קיימים שני טיפוסים של תחנות:
א. מפרץ מחוץ לנתיבי התנועה.
ב. תחנה בנתיב נסיעה, בצמוד למדרכה או באנטי מפרץ.
השיקולים העיקריים לקביעת טיפוס התחנה הם סיווג הרחוב ועוצמת התנועה המנועית בו. מומלץ לבחור בפתרון של "מפרץ" בדרכים עירוניות וברחובות בעלי נפחי תנועה גדולים.
מאידך, מומלץ לבחור בפתרון של "אנטי מפרץ" ברחובות מקומיים ומאספים עם היקף תנועות קטן של תחבורה ציבורית (עד 12 תנועות לכיוון בשעה או עד 18 תנועות לשני הכיוונים בשעה).
תחנת מוצא לקו או תחנת איסוף תלמידים בה האוטובוס ממתין מספר דקות או יותר, תהיה תמיד במפרץ (גם באזור מיתון תנועה).
טבלה 3.5 מפרטת את טיפוסי התחנות המתאימים לסוגי הרחובות השונים.
תחנת אוטובוס בדרך תמוקם בדרך כלל אחרי צומת, קרוב ככל האפשר אליו כדי להקל על חציית הולכי–הרגל. מיקום תחנה בקטע דרך מחייב פתרונות בטיחותיים לחציית הולכי–רגל, כמפורט בהנחיות לתנועת הולכי–רגל.



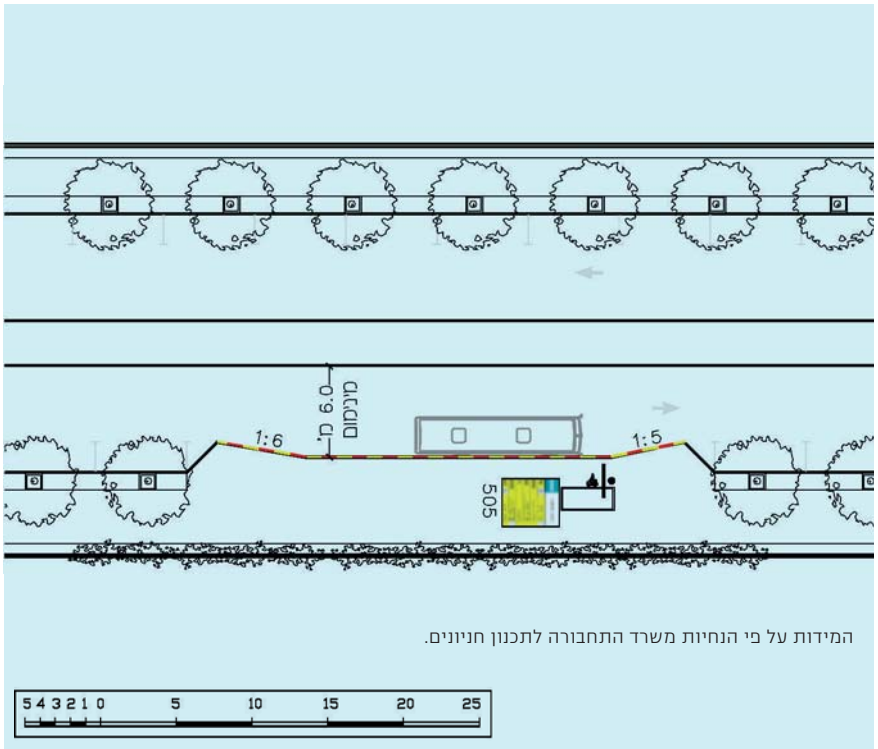
תרשים 3.9:
דוגמאות לביצוע רחבות סיבוב בקצה "רחוב ללא מוצא"

טבלה 3.5:
קביעת טיפוס תחנה

סוג התחנה	סוג רחוב או דרך				
	מיתון תנועה	מקומי	מאסף 1	מאסף 2	דרך (עורק)
אנטי מפרץ	+	+	+	+	–
מפרץ	–	–	–	+	+

תחנת אוטובוס בקטע רחוב תמוקם בקטע ישר, בו שדה הראייה פתוח וקרוב לאזור חצייה. לפרטים לגבי אופן תכנון תחנות במפרץ או בנתיב, ראו פרק 3 ב–"הנחיות לתכנון נתיבים לתחבורה ציבורית" של משרד התחבורה מינואר 1998. בנוסף לסוגי ההסדרים המפורטים שם, קיימים גם מפרץ חלקי ו–"אנטי–מפרץ". מפרץ "חלקי" לאוטובוס, הוא פתרון מאולץ, שייחשב מפרץ כל עוד ניתן לעקוף אוטובוס בתחנה, והוא מתאים לרחוב חד–סיטרי או מחולק, שיש בו נתיב תנועה אחד לכל כיוון. "אנטי–מפרץ" מיועד בעיקר למקרים בהם יש חשיבות גדולה יותר למיקום התחנה ומתקניה מהיבט נוחות משתמשי התח"צ מאשר להיבטי זרימת התנועה ברחוב.

בתרשים 3.10 מוצגת דוגמה למפרץ חלקי, ובתרשים 3.11 מוצגת דוגמה ל"אנטי–מפרץ". גובה אבן השפה בתחנות אוטובוס יהיה 15 ס"מ, גם ברחובות בהם גובה המדרכה 10 ס"מ, וזאת לצורך התאמה לתקנות דרכים נגישות.

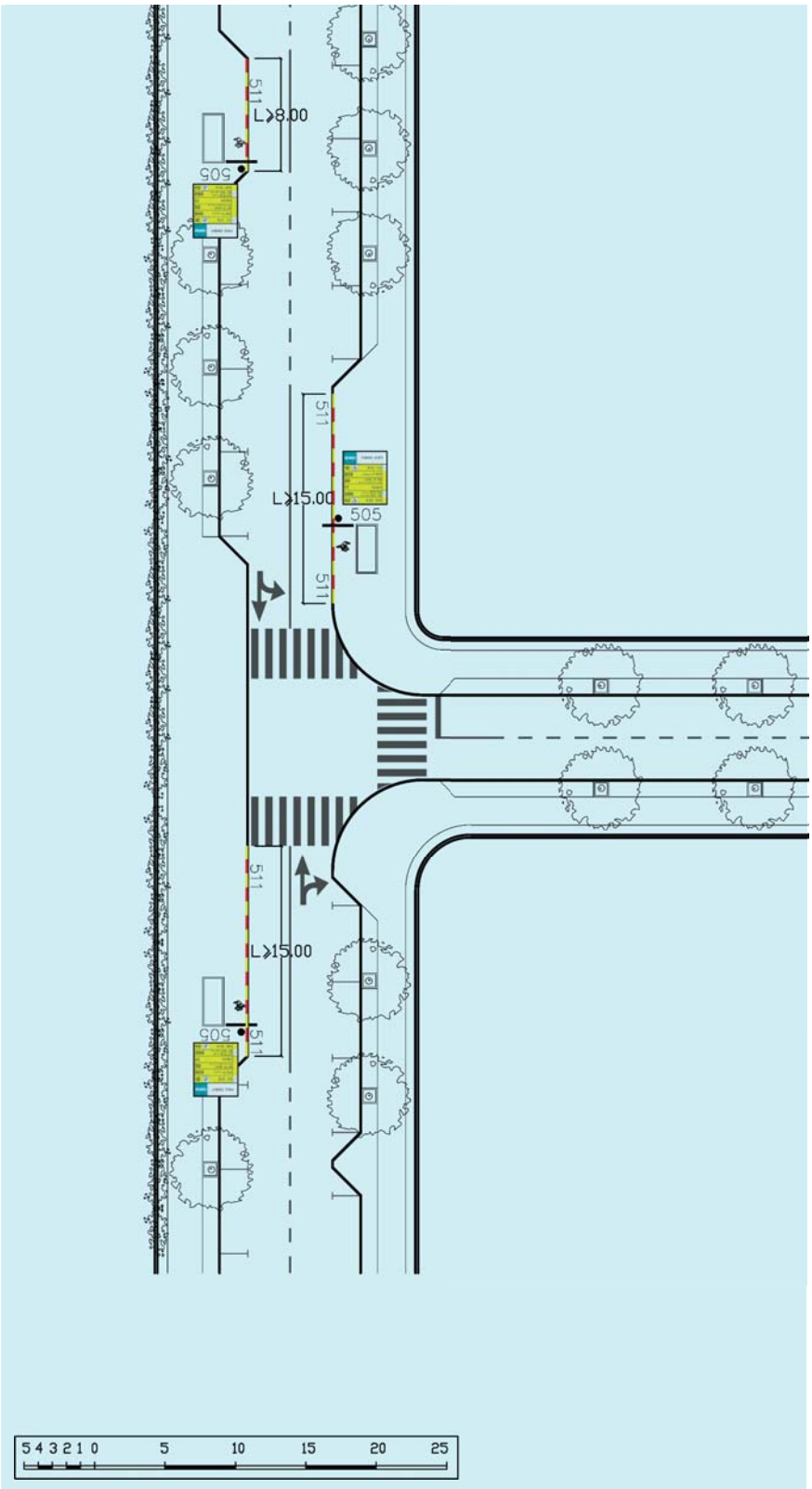


תרשים 3.10:
מפרץ "חלקי"
לתחנת אוטובוס

3.8 תשתיות עירוניות

לכל ההנחיות, השיקולים ופרטי התכן המתייחסים למיקום תשתיות עירוניות מתחת לרצועות התנועה והחנייה ברחובות עירוניים, ראו פרק 6 בספר "מרחב הרחוב" מסדרת הנחיות זו.

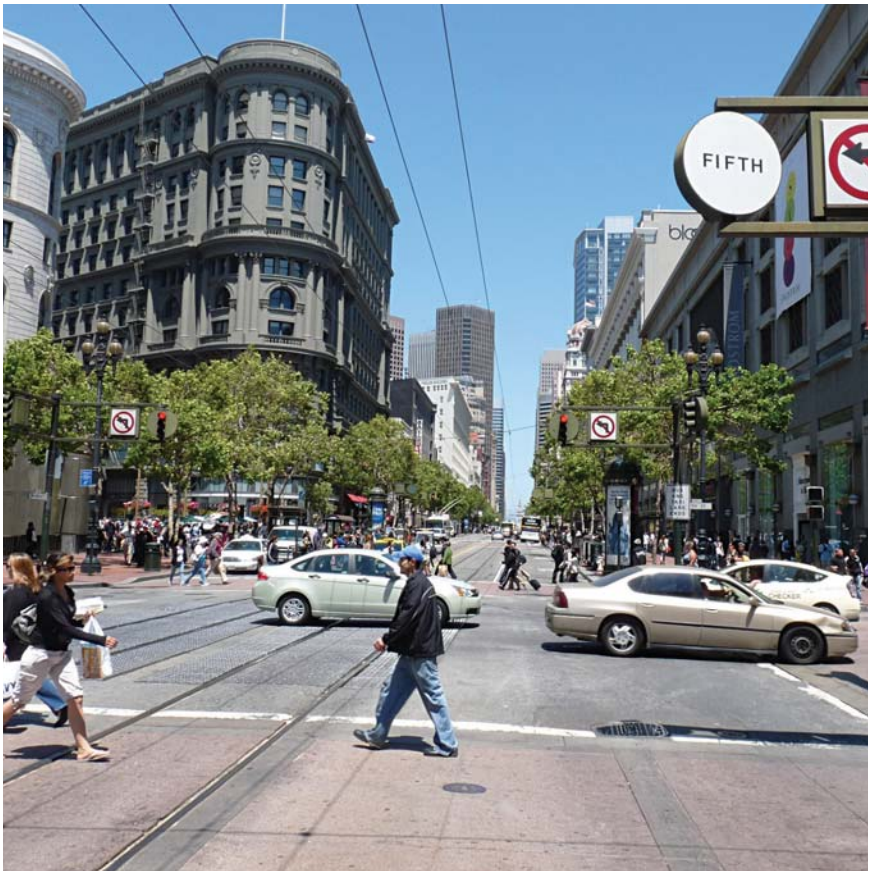
תרשים 3.11:
"אנטי מפרץ"
לתחנת אוטובוס



פרק 4:

תכן גיאומטרי של אלמנטים לאורך רחובות עירוניים

פרק 4:
תכן גיאומטרי של אלמנטים לאורך רחובות עירוניים



רחוב מרובה צמתים במע"ר – סן פרנציסקו, ארה"ב

4.1 כללי

התכן הגיאומטרי של הרחובות העירוניים מיועד לאפשר לכלי הרכב נסיעה רציפה במהירות הייעוד לאורך הרחובות, בקטעים שבין הצמתים. נסיעה בתנאים אלו צריכה להיות בטוחה לכלל משתמשי הדרך. פרק זה דן בהנחיות לתכן הגיאומטרי של קטעי הרחובות שבין הצמתים. התכן הגיאומטרי של הצמתים העירוניים נכלל בספר הבא בסדרה זו – "צמתים עירוניים".

4.2 מרחק ראות

4.2.1 מבוא

מרחק הראות הוא אורך קטע הדרך הנראה לעיני הנהג בכיוון הנסיעה. מרחק זה צריך לאפשר לנהג להבחין במתרחש בקטע הדרך בכיוון הנסיעה לכל אורכו, לקבל החלטה על הפעולה שהוא נדרש לבצע, ולבצע את הפעולה בביטחה תוך שליטה על תנועת הרכב במהלכה. הפעולה הנדרשת יכולה להיות: הימנעות מפגיעה במכשול בדרך או בכלי רכב עומד ע"י עצירה או סטייה, עצירה מבוקרת לפני מעבר חצייה או רמזור, החלפת נתיב לצורך יציאה או פנייה בצומת וכיוצ"ב, וביצוע תימרון כנדרש מהפעולה כגון האצה או האטה.

מרחק הראות הנדרש הינו קלט חיוני לתכנון התוואי האופקי והתוואי האנכי של הדרך, וכן בתכנון צמתים.

סעיף זה מציג את מרחק הראות הנדרש לאורך קטע רחוב או דרך, ופרמטרים נלווים (כגון: תאוטה, זמן חישה–תגובה, גובה חפץ, וגובה עיני נהג), כאשר יישום מרחקי הראות הנדרשים בהתקרבות לצמתים או בתחומם, מפורטים בספר ההנחיות לתכנון צמתים.

4.2.2 מרחק ראות מזערי לעצירה

4.2.2.1 הגדרת מרחק הראות ומרכיביו

מרחק הראות המזערי לעצירה הינו המרחק לפניו שנהג הנוסע במהירות הייעוד צריך להיות מסוגל לראות, כך שיספיק לעצור לפני מכשול בו הבחין בנתיב נסיעתו (רכב תקוע בנתיב הנסיעה, חפץ על הדרך, הולך רגל חוצה, וכו'). מרחק זה חייב להתקיים לכל אורך הקטע. מרחק הראות לתכנון הינו המרחק כפי שנמדד לאורך תוואי הנסיעה – מרחק הנסיעה לראות. מרחק הראות עצמו, המהווה קו ישר בין עיני הנהג לבין ראש העצם הנצפה, עשוי להיות קצר ממרחק הנסיעה לראות, העוקב אחר תוואי הכביש. החישובים של מרחק הראות כפי שיובאו להלן מתאימים למרחק הנסיעה לראות.



מבט מקטע רחוב לצומת - אבראנש, נורמנדי, צרפת

מרחק הראות לעצירה הוא סכום של שני מרכיבים – מרחק החישה–תגובה ומרחק הבלימה: מרחק החישה–תגובה הוא המרחק שהרכב עובר לאורך הנסיעה, מההבחנה במכשול ועד הפעלת הבלמים; זמן החישה הוא הזמן שעבר מרגע ההבחנה במכשול ועד ההחלטה להפעיל את הבלמים, וזמן התגובה הינו הזמן שעבר מרגע ההחלטה להפעיל את הבלמים ועד לתחילת פעולתם המעשית. מרחק הבלימה הוא המרחק שהרכב עובר מתחילת פעולת הבלמים עד לעצירה מוחלטת. במהלך השנים השתפרו משמעותית מערכות הבלימה של כלי הרכב המודרניים, כך שגדלה יכולת התאוטה לבלימה והשתפרו מרחקי הבלימה. במהירות גבוהה במיסעה רטובה, מרבית כלי הרכב מסוגלים לבלום בתאוטה של 3.4 מ'/שניה^2 ומעלה. במיסעה יבשה, מרבית הנהגים מאטים בתאוטה העולה על 4.5 מ'/שניה^2 לפני חפץ שהופעתו אינה נצפית מראש. פרמטר התאוטה הפך להיות הפרמטר הדומיננטי לקביעת מרחק הבלימה, בשל המערכות למניעת נעילה (ABS) המותקנות במרבית כלי הרכב, ואשר מבטיחות כושר האטה ללא חשש להחלקת הגלגלים עקב נעילה.

4.2.2.2 חישוב מרחק הראות במישור

חישוב מרחק הראות לעצירה מבוסס על ההנחות הבאות:

א. זמן החישה–תגובה המייצג לצרכי תכן בדרך עירונית הינו 1.5 שניות.

ב. מהירות הרכב בזמן החישה–תגובה הינה מהירות הייעוד במהירויות עד 50 קמ"ש, וגבוהה ממהירות הייעוד ב–10 קמ"ש במהירויות גבוהות יותר.

ג. יעילות הבלימה נקבעת לפי תאוטת הבלימה של כלי הרכב. תאוטת בלימה זו משקללת את מערכות הבלימה המודרניות של כלי הרכב, ואת איכות הצמיגים המשפיעה על מקדם החיכוך להחלקה בין הצמיגים לכביש. ערכי התאוטות המובאים בטבלה 4.1 מבוססים על כביש אספלט רטוב.

ד. מרחק הראות כפי שמוצג בטבלה 4.1 מתאים לקטע מישורי (שיפוע הקטן מ–3%). להשפעת השיפוע ראו סעיף 4.2.2.4 להלן.

מרחק הראות המזערי לעצירה ללא השפעת השיפוע מחושב לפי הנוסחה שלהלן:

$$S_D = \frac{1.5}{3.6} \cdot V + \frac{V^2}{2 \cdot 3.6^2 \cdot a} = 0.417 \cdot V + 0.0386 \cdot \frac{V^2}{a}$$

כאשר:

S_D – מרחק הראות המזערי לעצירה (מ').

V – מהירות לחישוב (קמ"ש), כמפורט בסעיף ב' לעיל.

a – תאוטת כלי הרכב הפרטי (מ'/שנ'^{2}) מטבלה 4.1.

3.6 – מקדם להתאמת יחידות, מקמ"ש למ'/שנ'.

ערכי התכן של מרחק הראות לעצירה עוגלו עד 5 מ׳ כלפי מעלה. תאוטות האוטובוסים והמשאיות נמוכות יותר (כ–2.85 מ׳/שנייה²), ולכן מרחקי העצירה שלהם ארוכים בכ–20%, אולם בשל גובה הישיבה של הנהגים מתאפשר להם מרחק ראות גדול יותר שמקזז הפרש זה.

הערכים המזעריים הרצויים של מרחקי הראות המאפשרים עצירה בטוחה בתלות במהירות התכן מובאים בטבלה 4.1.

4.2.2.3 הנחיות נוספות ליישום

א. גובה עיני הנהג לצרכי תכן הוא 1.05 מ׳.

ב. ככלל, ברחובות עירוניים יש לספק מרחק ראות שיאפשר לנהג לעצור בביטחה לפני חפץ שגובהו 15 ס״מ מפני המיסעה. גובה זה מייצג כדור משחק, חיית מחמד וכיוצ״ב עצמים העשויים להפתיע את הנהג ברחוב עירוני. רק באתרים מיוחדים, אשר מבוקרים במערכת בקרה ומיועדים לתנועת רכב מנועי בלבד, כגון שיקוע, גשר או מנהרה, ובאישור הרשות האחראית, ניתן לתכנן לגובה חפץ 0.6 מ׳ (פנס בלימה של רכב).

ג. ברחוב דו–סיטרי שבו רוחב הכביש קטן מ–5.5 מ׳, מרחק הראות הדרוש יהיה כפול ממרחקי הראות המובאים בטבלה 4.1, ויימדד מגובה עיני הנהג אל גג מכונית ממול לגובה 1.05 מ׳.

טבלה 4.1: ערכי תאוטה וערכי התכן למרחק ראות לעצירה בקטע אופקי*

מהירות הייעוד (קמ״ש)	תאוטה a (מ׳/שנייה²)	מרחק ראות לעצירה – ערכי תכן (מ׳)
30	4.19	20
50	4.19	45
70	3.76	105

* קטע מישורי בשיפוע הקטן מ–3%.

4.2.2.4 השפעת השיפוע על מרחק הראות לעצירה

השיפוע האורכי משפיע על מרכיב הבלימה שבמרחק הראות לעצירה. כאשר הרכב במצב עלייה, מרחק הבלימה קצר יותר מאשר בקטע אופקי, ובמצב ירידה, מרחק הבלימה ארוך יותר. מרחק הראות המתחשב בשיפוע האורכי מחושב לפי הנוסחה שלהלן:

$$S_D = \frac{1.5}{3.6} \cdot V + \frac{V^2}{2 \cdot 3.6^2 \cdot (a \pm g \cdot 0.01 \cdot i)} = 0.47V + \frac{0.0386 \cdot V^2}{(a \pm \cdot 0.1 \cdot i)}$$

כאשר:

V – מהירות לחישוב (קמ"ש), כמפורט בסעיף 4.2.2.2 לעיל.

i – השיפוע האורכי של הדרך באחוזים, (+) עבור עלייה, ו–(–) עבור ירידה.

g – תאוצת הכובד (9.81 מ'/שנ'^{2}).

השימוש בנוסחה הכרחי עבור קטעי דרך בשיפוע אורכי מ–3% ומעלה. טבלאות 4.2–4.3 מציגות את מרחק הראות המזערי לעצירה עקב מצב ירידה או עלייה עבור רכב פרטי. ברחוב דו–נתיבי בשיפוע אורכי ייקבע מרחק הראות לעצירה לפי מצב כיוון הנסיעה במורד. במסלולים נפרדים של רחוב מחולק יבוצע חישוב מרחק הראות לעצירה עבור כל כיוון בנפרד.

טבלה 4.2:
מרחקי ראות לעצירה בירידה – רכב פרטי (מ')

מהירות הייעוד (קמ"ש)	שיפוע הירידה				
	–3%	–4%	–6%	–8%	–10%
30	25	25	25	25	25
50	50	50	50	50	55
70	110	110	115	120	125

טבלה 4.3:
מרחקי ראות לעצירה בעלייה – רכב פרטי (מ')

מהירות הייעוד (קמ"ש)	שיפוע העלייה				
	+3%	+4%	+6%	+8%	+10%
30	20	20	20	20	20
50	45	45	40	40	40
70	100	95	95	90	90



רחוב עירוני בשילוב שיפוע לאורך עם תוואי אופקי מפותל – יהודה הימית, יפו





למעלה: מקסיקו סיטי, מקסיקו. למטה: העיר העתיקה, ורשה, פולין.

4.3 התוואי האופקי של רחובות עירוניים

4.3.1 הגבהה צידית בעקום אופקי

4.3.1.1 צרכים ומגבלות

שינויי כיוון בתוואי האופקי נעשים ע"י תכנון קשתות מעגליות בין הקטעים הישרים. בקשתות המעגליות פועל על הרכב כוח צנטריפוגלי הדוחף את הרכב אל מחוץ לעקום. כוח זה מתאזן ע"י גורם חיכוך צידי המתפתח בין הגלגלים והמיסעה, וכן ע"י הגבהה צידית של המיסעה, בשיפוע אחיד הגדול מערכו של הקמרון הרגיל.

מבחינה תנועתית, רצוי לספק הגבהות צידיות בעקומים האופקיים, וע"י כך להקטין את התלות בחיכוך הצידי, אולם באזורים עירוניים קיימים מספר אילוצים הגורמים לכך שמבחינה מעשית קשה מאוד או שלא רצוי לשנות את הקמרון הרגיל של המיסעה. בין הגורמים השונים המגבילים את מתן ההגבהה קיימים הגורמים הבאים:

א. ניקוז המיסעה: בדרך כלל, ניקוז הרחובות העירוניים הוא בתיעול תת-קרקעי, כאשר הקולטנים ממוקמים בסמוך לאבני השפה. לכן, אם קו הניקוז עובר לאורך אבן השפה הימנית, הגבהה צידית לכיוון הפוך תעביר את המים לרוחב המיסעה אל המפרדה או אל אבן השפה הנגדית. אומנם בעיה זו ניתנת לפיתרון הנדסי, אולם על המתכנן לשקול היטב את בעיות הניקוז בקטע המוגבה.

ב. עיבוד גבהים בצמתים: הרחובות העירוניים מתאפיינים ע"י קיום צמתים רבים לאורך הרחובות וכן כניסות לשימושי דופן. לכן, כאשר לאורך עקום אופקי, או מיד בסמוך לו, קיים צומת, עלול מתן ההגבהה הצידית להקשות על הסדר נאות של השיפועים והגבהים בצומת.

ג. נגישות: הרחובות העירוניים מספקים נגישות גבוהה לשימושי הקרקע הסמוכים. מתן הגבהה צידית גדולה עלול ליצור הפרשי גבהים בין הרחוב ובין שימושי הקרקע. בייחוד עלולה ההגבהה להכביד על הכניסות לבניינים.

ד. פעילות אוטובוסים: הגבהת המיסעה עלולה להקשות על נוחות ההעלאה וההורדה של נוסעים מאוטובוסים.

ה. חזות: הגבהת יתר של המיסעה עלולה להוות מפגע חזותי ברחוב העירוני. התאמה של גבהי ושיפועי המדרכות לגבהים ולשיפועים בכביש, עשויה ליצור תוואי עדיף מבחינה חזותית, אולם עלולה להקשות על תנועת הולכי הרגל בשל מעברי השיפועים במדרכות.

כל השיקולים שהובאו לעיל תורמים לצורך בהפעלת שיקול דעת ביישום ההגבהה הצידית בתכנון הרחובות העירוניים, כמפורט להלן.

4.3.1.2 עקרונות ליישום הגבהות ברחובות ודרכים עם בינוי גובל

א. הגבהה המרבית ברחובות ובדרכים עירוניות עם בינוי גובל היא 5%, למעט המקרים המצוינים להלן.

ב. ברחובות עירוניים העוברים בשטח בנוי, ואשר מוגבלים באבני שפה משני הצדדים באופן שמתן הגבהה עלול להקשות על ניקוז הכביש, או כאשר ההגבהה הצידית עלולה להקשות על פעילות אוטובוסים או הולכי–רגל, ניתן לשמר בעקום האופקי את החתך הרוחבי הרגיל המתאים לקטע הישר. במקרה זה יהיה רדיוס העקום גדול יותר, כמובא להלן בסעיף 4.3.2.

ג. בדרכים עירוניות וברחובות מאספים, העוברים בשטחים פתוחים בהם הניקוז הוא עילי מצידי הכביש, ושלאורכם ניתן לפתח מהירות אחידה עקב מיעוט צמתים, יש להגביה את המיסעה בקשתות המעגליות, ראו גם 4.3.1.3 להלן.

ד. בקטעי דרך בהם עקב שילוב של שיפוע אורכי גדול והגבהה צידית גדולה קיים שיפוע משוקלל של 8% ומעלה, דרוש טיפול עליון מיוחד לפני המיסעה (SMA) למניעת החלקה.

ה. בכל מקרה, מדיניות ההגבהה לאורך אותו רחוב צריכה להיות אחידה, לכן, אם בקטע מסוים לאורך הרחוב לא ניתנת הגבהה, לא תסופק הגבהה גם בקטעים האחרים שלאורך אותו רחוב.

ו. יש להתחשב בתנועת הולכי–הרגל – אין ליישם הגבהות גדולות לרוחב מדרכות ולרוחב קטעים שיש בהם מעברי חצייה ומקומות חצייה.

4.3.1.3 עקרונות ליישום הגבהות בדרכים ללא בינוי גובל

גם בשטחים עירוניים ייתכנו לעיתים דרכים העוברות בשטחים לא בנויים, ואשר לפחות דופן אחת של הדרך תהיה תמיד גובלת בשטח "ירוק" – שצ"פ, שמורת טבע, חורש, שטח בעל מגבלות בנייה עקב תשתית וכיוצ"ב. עקב כך, יתכן שבדופן אחת לפחות של הדרך אין כלל מדרכה, או שיש שבילים מופרדים מהכביש, אין כלל צמתים או גישות לשימושי דופן, לא מתוכננת חנייה ואין תחנות לתחבורה ציבורית. לפיכך צפויה בדרך תנועה חופשית במהירות גבוהה יחסית. תרחיש זה אופייני בעיקר לאזורים גבעיים או הרריים, שם ייתכן שילוב עם שיפועים גדולים לאורך, ולכן רצוי להגדיל את ההגבהות משיקולי בטיחות הנסיעה, מה שמאפשר גם את הקטנת הרדיוסים המזעריים לשיפור ההתאמה לשטח. ההגבהה המרבית האפשרית רק בתנאים אלה היא 12%.

4.3.2 רדיוס מזערי של העקום האופקי

4.3.2.1 הקשר בין רדיוס להגבהה

הרדיוס המזערי לעקום אופקי נקבע לפי ההגבהה הצידית המרבית למהירות החישוב ולפי גורם החיכוך הצידי המתאים למהירות זו, לפי הקשר:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(e_{max} + f)}$$

כאשר:

R_{min} – הרדיוס המזערי למהירות הייעוד (מ') – נמדד בציר הרצועה המוכרזת.

V – מהירות החישוב (קמ"ש) – זהה למהירות הייעוד עד 50 קמ"ש, וגבוהה ממנה ב–10 קמ"ש מעל 50.

e_{max} – ההגבהה הצידית המרבית למהירות החישוב (בשבר עשרוני), מסעיף 4.3.1.

f – גורם החיכוך הצידי למהירות החישוב (בשבר עשרוני), מטבלה 4.4.

127 – המקדם הדרוש להמרת יחידות, לרבות תאוצת הכובד.

ככל שההגבהה הצידית גדולה יותר, כך קטן ערכו של הרדיוס המזערי המתאים לתכנון. מכאן מובן, כי ברחובות בהם נשמר הקמרון הרגיל גם בעקום, הרדיוס המזערי הדרוש הוא גדול מזה הדרוש ברחובות בהם קיימת הגבהה צידית.

4.3.2.2 עקרונות ליישום רדיוסים

א. ברחובות עירוניים רצוי להימנע מתכנון הרדיוסים האופקיים המזעריים, אלא לספק רדיוסים הגדולים מהרדיוסים המזעריים, גם כדי להימנע מהצורך בהרחבות. הרדיוס המזערי יינתן רק במקרים בהם קיים בתוואי אילוץ שאינו מאפשר הגמשת התכנון.

ב. כאשר לא ניתן להימנע מיישום הרדיוס המזערי, הרי שברחובות עירוניים בהם ניתן לספק הגבהה צידית של 5% בקשת המעגלית או בדרכים בהן ההגבהה היא עד 12%, הרדיוס המזערי לתכנון הוא כנתון בשורה המתאימה בטבלה 4.4.

ג. ברחובות בהם נשמר הקמרון הרגיל גם בעקום האופקי, וע"י כך מתקיים בנתיב אחד שיפוע צידי של 2%, הרדיוס המזערי לתכנון הוא כמובא בשורה המתאימה בטבלה 4.4.





שתי דוגמאות לטיפול בהגבהה גדולה בעקום האופקי של הכביש - חיפה ונשר

ד. יוצאי דופן מכללים אלה הם רחובות מטיפוס "ר" או "ח", שם ניתן ליישם רדיוסים אופקיים של 30 מ', באותם עקומים בני כ–90° אשר מעניקים לרחוב את "תוארו", וזאת גם ללא שינוי החתך הנורמלי לרוחב הדרך. רחובות אלה הינם בד"כ למהירות יעוד של 30 קמ"ש.

טבלה 4.4:
הרדיוס המזערי בעקומים אופקיים ברחובות עירוניים (מ')

הגבהה צידית	מהירות הייעוד (קמ"ש)		
	30	50	70
גורם החיכוך הצידי	0.195	0.17	0.13
–2%***	60**	190	500*
5%	30*	90**	280
12%	–	–	200

* רדיוס לא מומלץ ליישום

** כאשר יש תנועת אוטובוסים דו–סיטרית, מומלץ רדיוס מזערי של 90 מ' בחד–מסלולי ו–140 מ' בדו–מסלולי, בשל ההרחבות הגדולות הנדרשות ברדיוסים קטנים יותר.

*** הרדיוסים הדרושים לשיפוע צידי של 2%– חושבו בהנחה שניצול גורם החיכוך הצידי הוא 70% בלבד.

4.3.3 הקשר בין רדיוסים גדולים מהמזעריים להגבהה המתאימה

כאשר רדיוס העקום גדול מהרדיוס המזערי למהירות לפיה מתכננים, קטנה התאוצה הצנטריפוגלית הפועלת על רכב הנוסע בעקום זה, לעומת התאוצה הפועלת על רכב הנוסע ברדיוס המזערי במהירות זהה. משיקולי איזון בין ההגבהה לחיכוך הצידי והשפעתם על נוחות הנסיעה, יש להקטין את ההגבהה ככל שרדיוס העקום גדל במהירות קבועה.
הקשר בין הרדיוס וההגבהה, אשר עונה לדרישות התכנון, הוא:

$$e_c = e_{max}\left(\frac{R_{min}}{R_c}\right)^{\gamma}$$

כאשר:

- e_c – ההגבהה הצידית הדרושה בעקום בעל רדיוס Rc גדול מהמזערי.
- e_{max} – ההגבהה הצידית המרבית למהירות הייעוד, לפי המדיניות, בסעיף 4.3.1.
- R_{min} – הרדיוס המזערי למהירות הייעוד (מ') בהתאם להגבהה, מטבלה 4.4.
- R_c – הרדיוס הקיים בעקום (מ').
- γ – מקדם התלוי ב–e_{max}: 1.166 להגבהה מרבית 5%, 2.60 להגבהה מרבית העולה על 5%. (ראו כללי בחירת ההגבהה המתאימה בסעיף 4.3.1 לעיל.)

הקשר ההדדי בין הגדלת הרדיוסים להקטנת ההגבהות מופיע בתרשים 4.1. בתרשים מוצג טווח הרדיוסים המקובלים בהתאם לטבלה 4.4. כפי שפורט בסעיף 4.3.1 לעיל, הגבהה מעל 5% מיושמת רק לדרכים למהירות ייעוד 70 קמ"ש, בד"כ ללא בינוי גובל.

הערך המזערי של הגבהה צידית אחידה היורדת בכיוון מרכז העקום האופקי הוא 2%. משיקולי ניקוז, אין לבצע הגבהה בעלת ערך קבוע הנמוך מכך (פרט למעברי שיפועים). ייתכנו מקרים בהם הרדיוס המתוכנן של הקשת המעגלית גדול מהרדיוס הקטן ביותר שכבר מאפשר יישום חתך נורמלי הנתון בטבלה 4.4. גם במקרה כזה, כאשר ניתן להגביה את המיסעה, רצוי לספק את ההגבהה הצידית בהתאם לנוסחה ולא את הקמרון הרגיל, באשר תכנון כזה מאפשר ניצול קטן יותר של גורם החיכוך הצידי, וע"י כך גדלה בטיחות הנסיעה בעקום.

4.3.4 מעבר שיפועים

מעבר שיפועים הינו קטע הדרך שלאורכו נעשה מעבר הדרגתי מן החתך הרוחבי הרגיל אל החתך הרוחבי המוגבה. מעבר השיפועים דרוש כדי לענות לדרישות נוחות ובטיחות הנסיעה, וכן כדי לשמר חזות נעימה של קצות המיסעה, ללא עיוות של פני הדרך. במעבר השיפועים כלולים האורכים של שני הקטעים הבאים (תרשים 4.2):

א. מעבר המשיק: הקטע שלאורכו נעשה מעבר הדרגתי מן החתך הרוחבי הרגיל אל חתך רוחבי שבו הנתיב/ים החיצוניים אופקי/ים, והנתיב/ים הפנימי/ים נמצא/ים בשיפוע רוחבי רגיל.

ב. מעבר הגבהה: הקטע שמסוף מעבר המשיק, ואשר לאורכו מתבצע המשך המעבר ההדרגתי של השיפוע הצידי עד לקבלת החתך הרוחבי המוגבה המרבי.

האורך המזערי של מעבר ההגבהה מחושב לפי הנוסחה:

$$L_1 = \frac{b \cdot e_c}{\Delta}$$

כאשר:

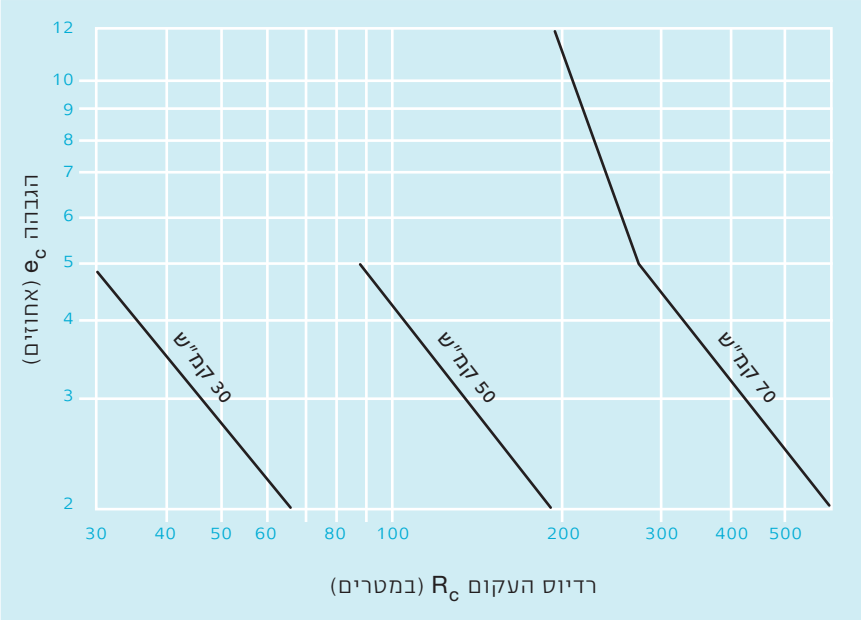
L_1 – אורך מזערי למעבר ההגבהה (מ').

b – רוחב הנתיב הפנימי בקשת המעגלית (מ') לרבות הרחבה, אם קיימת.

e_c – ההגבהה הקיימת בקשת המעגלית (אחוזים).

Δ – ההפרש המרבי של שיפוע השפה ביחס לציר הדרך (אחוזים), מטבלה 4.5.

האורך המזערי של מעבר ההגבהה לא יפחת מהמרחק המתאים לשתי שניות נסיעה במהירות התכן.



תרשים 4.1:
הקשר בין רדיוסים גדולים מהמזעריים לבין ההגבהה למהירויות הייעוד השונות

אורך מעבר המשיק (L_2) מחושב לפי:

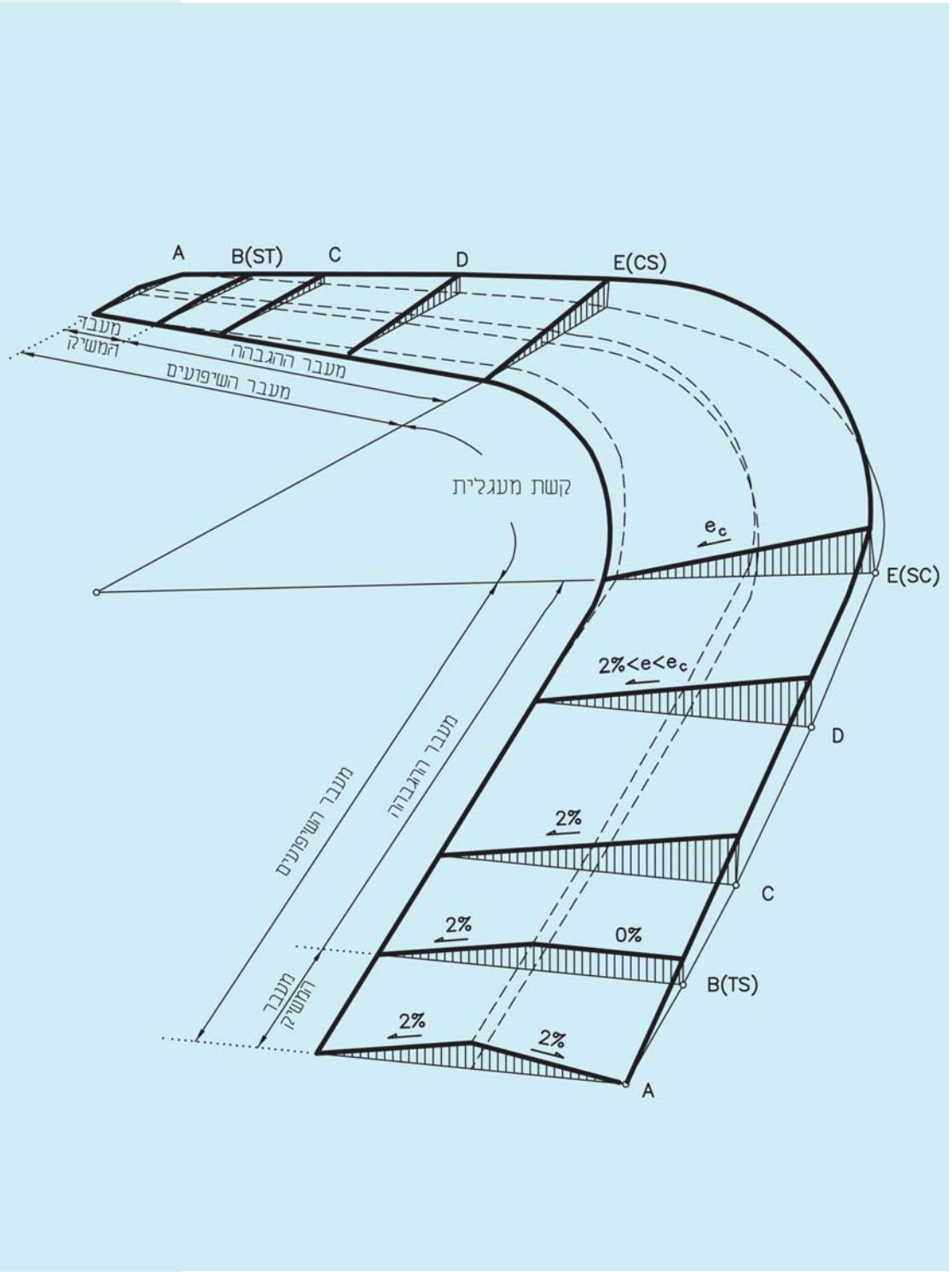
$$L_2 = \frac{b \cdot 2}{\Delta}$$

אורך מעבר השיפועים הוא סכום האורכים של מעבר המשיק ומעבר ההגבהה. כאשר קיימים עקומי מעבר, יאוחד אורכם עם אורך מעבר הגבהה, לפי הארוך מבין השניים. במקרה זה יבוצע מעבר המשיק בקטע הישר שלפני תחילת עקום המעבר, והחתך המוגבה בשיעור e_c יישאר קבוע לאורך העקום המעגלי, כמתואר בתרשים 4.2.

אם לפני הקשת המעגלית אין עקומי מעבר, יהיה שליש ממעבר ההגבהה בתוך הקשת המעגלית, ושני–שליש ממעבר ההגבהה וכן מעבר המשיק יהיו על הקטע הישר שמחוץ לקשת. מעבר השיפועים מתבצע על ידי סיבוב המיסעה סביב ציר הכביש.



עקום אופקי במנהרה עירונית – ברצלונה, ספרד



תרשים 4.2:
מעבר שיפועים (לאורך עקום מעבר)

טבלה 4.5:
שיעור שינוי שיפוע אורכי מרבי בין ציר הדרך וקצה המיסעה במעבר השיפועים בתלות במספר הנתיבים (%)

סוג הדרך	מהירות יעוד (קמ"ש)		
	30	50	70
דו-נתיבית חד-מסלולית	0.85	0.73	0.56
ארבע-נתיבית*	1.13	0.97	0.74

*יוגדל ב-50% לכל נתיב נוסף במסלול.

4.3.5 עקום מעבר

עקום מעבר אופקי הינו עקום המאפשר מעבר הדרגתי מקטע דרך ישר אל הקשת המעגלית. לאורך עקום המעבר משתנה הרדיוס באופן הדרגתי, מאינסוף בנקודות ההשקה לקטע הישר, ועד לרדיוס השווה לרדיוס הקשת המעגלית בנקודת ההשקה לקשת, וגורם להתפתחות הדרגתית של הכוח הצנטריפוגלי הפועל על הנהג והרכב. צורת העקום המועדפת לשימוש היא הקלוטואידה (ספירלה), הקרובה ביותר אל המסלול הטבעי שמבצע הרכב במעבר מקטע ישר לקטע מעגלי במהירות קבועה וקצב קבוע לסיבוב ההגה.

השימוש בעקומי מעבר יהיה רק בדרכים עירוניות אשר מהירות הייעוד שלהן מעל 50 קמ"ש, והתאוצה הצנטריפוגלית בעקום האופקי במהירות הייעוד עולה על 0.4 מ'/שנ'^{2}. לפיכך, בדרך עירונית למהירות יעוד 70 קמ"ש, דרוש עקום מעבר רק ברדיוסים הקטנים מ-950 מטר.

אורך העקום יחושב לפי:

$$L_s = \frac{V^3}{47 \cdot C \cdot R_c}$$

כאשר:

- L_S – אורך עקום המעבר (מ').
- V – מהירות הייעוד בתוספת 10 קמ"ש.
- C – מקדם נוחות הנסיעה – 0.664 מ'/שנ'^{3}.
- R_C – רדיוס הקשת המעגלית (מ').
- 47 – מקדם ההמרה הדרוש להסדרת היחידות.

אורך עקום המעבר יאוחד עם אורך מעבר ההגבהה, כמפורט בסעיף 4.3.5 לעיל, כך שהאורך המשותף לא יפחת משתי שניות נסיעה במהירות הייעוד.

4.3.6 הרחבה בעקומים אופקיים

4.3.6.1 מטרת ההרחבה

הרחבת המיסעה בעקומים אופקיים דרושה כדי לאפשר את נסיעת הרכב בעקום בתנאים הדומים לנסיעה בקטע דרך ישר. הרוחב הדרוש למיסעה מורכב מהגורמים הבאים:

א. רוחב רכב התכן.

ב. מרווח הבטיחות הדרוש כדי להפריד בין שני כלי–רכב הנוסעים זה מול זה.

ג. מרווח הבטיחות בין כלי–הרכב לבין המדרכה או לבין שולי המיסעה.

הרוחב הדרוש בעקום אופקי גדול מהרוחב הדרוש בקטע ישר, מהסיבות הבאות:

א. רוחב העיקבה של רכב הנוסע בקשת מעגלית גדול מרוחב העיקבה בקטע ישר (עיקבה היא הסימן שמשאיר הגלגל במקום נסיעתו – תרשימים 2.2–2.10).

ב. בעת נסיעה בעקום, מתקשה הנהג לתמרן את רכבו לנסיעה במרכז הנתיב.

רוחב העיקבה של הרכב בעקום תלוי בסוג הרכב וברדיוס העקום: ככל שהרכב ארוך יותר, או שהמרחק בין הסרנים שלו גדול יותר, או שהשלוחה הקדמית ארוכה יותר, וככל שהרדיוס קטן יותר, יש צורך בהרחבה גדולה יותר.

יש לוודא שלהרחבה הנדרשת יינתן ביטוי בתכניות הסטטוטוריות.

4.3.6.2 ערכי תכן ואופן ביצוע

א. ערכי ההרחבה הדרושה למיסעה, בתלות בסוג הרחוב, במהירות הייעוד וברוחב המיסעה בקטע דרך ישר, מובאים בטבלאות 4.6–4.8.

ב. כאשר ברחוב מאסף או ברחוב עורקי כלי הרכב לתכן הוא רכב מורכב מסוג כלשהו, יש להוסיף לערכים שבטבלאות את המידות הבאות:

- בעקומים עם רדיוס קשת עד 100 מ' יש להוסיף 0.6 מ'.
- בעקומים עם רדיוס קשת מעל 100 מ' יש להוסיף 0.3 מ'.

ג. הקטע שלאורכו מבוצעת ההרחבה ההדרגתית של המיסעה מאפס עד להרחבה הדרושה בעקום הוא "מעבר ההרחבה". אופן ביצוע מעבר ההרחבה הוא כדלהלן:

1) בעקום אופקי ללא עקום מעבר, תינתן ההרחבה הדרושה בנתיב הפנימי של הדרך. מעבר ההרחבה יבוצע לאורך מעבר ההגבהה, כך ש–3/2 ממעבר ההרחבה יבוצע לאורך הקטע הישר ושליש ממנו בקשת המעגלית.

2) כאשר מתוכננים עקומי מעבר בקצות העקום האופקי, יינתן מעבר ההרחבה לאורך עקום המעבר, כך שאורכם של מעבר ההרחבה ועקום המעבר יהיה שווה. ניתן לקבוע את כל ההרחבה בתחומי הנתיב הפנימי של הדרך, או לחלקה באופן שווה בין שני הנתיבים.

3) ציר המיסעה יסומן תמיד בצבע באמצע המרחק שבין הקצוות.

טבלה 4.6:
ההרחבה הכוללת הדרושה לנתיבי התנועה ברחוב מקומי דו-סיטרי למהירות יעוד 30 קמ"ש כדי לאפשר מפגש של משאית עירונית עם רכב פרטי

רדיוס העקום (מ')	רוחב שני נתיבי התנועה בקו ישר	
	6.0 מ'	פחות מ-6.0 מ'
30	1.00	1.30
40	0.70	1.00
50	0.50	0.80
60	אין צורך	0.65
70–80	אין צורך	0.50
>80	אין צורך	אין צורך

טבלה 4.7:
ההרחבה הכוללת הדרושה ברחוב מאסף דו-סיטרי למהירות יעוד 50 קמ"ש כדי לאפשר מפגש בין שני אוטובוסים

רדיוס העקום (מ')	רוחב שני נתיבי התנועה בקו ישר	
	6.0 מ' *	6.5 מ'
90	1.45	1.25
100–110	1.30	1.10
120	1.20	1.00
130–150	1.10	0.90
160–200	1.00	0.80
210–260	0.90	0.70
270–400	0.75	0.55
410–600	0.60	אין צורך
>600	אין צורך	אין צורך

* שיעור הרחבה זה מתאים גם לרחובות מיתון תנועה ברוחב 5.8 מ'. בשל ההרחבות הגדולות הדרושות, לא רצוי לתכנן רדיוסים קטנים יותר ברחוב המיועד למפגש של אוטובוסים.

טבלה 4.8:
ההרחבה הדרושה לשני נתיבי תנועה בדרך עורקית כדי לאפשר לאוטובוס אחד לעקוף אוטובוס אחר

רדיוס העקום (מ')	מהירות הייעוד (קמ"ש)	
	50 [1]	70 [2]
140–150	0.90	*
160–190	0.80	*
200–260	0.70	0.60
270–350	0.55	אין צורך
>350	אין צורך	אין צורך

* הרדיוס אינו מתאים למהירות הייעוד – ראו טבלה 4.4.

1) בהנחת רוחב נתיב בסיסי 3.25 מ'.

2) בהנחת רוחב נתיב בסיסי 3.5 מ'.

4.3.7 עקומים מנוגדי כיוון

כאשר נעשה שינוי כיוון בתוואי האופקי של רחוב מאסף או עורקי ע"י הכנסת שני עקומים אופקיים מנוגדי כיוון, יש לכלול קטע דרך ישר בעל אורך מזערי מסויים, בין שני העקומים.

האורך המזערי הרצוי במטרים לקטע הישר שבין שני העקומים הוא 1.0V–1.5V, כאשר V הוא הערך של מהירות הייעוד בקמ"ש.

אורך הקטע הישר נמדד תמיד בין קצות העקומים המעגליים, לפני הכנסת עקומי מעבר, אם ישנם. בתנאים מאולצים ניתן להסתפק בכך שעקומי המעבר הנגדיים ישיקו זה לזה, ללא קטע ישר ביניהם.

לפרטים נוספים ולאופן ביצוע מעברי השיפועים, ראו סעיף 5.7 "שילוב עקומים עוקבים" בפרק "התוואי האופקי" במהדורת 2011 של "הנחיות לתכן דרכים בין-עירוניות – כרך 1" של החברה הלאומית לדרכים.



רחוב צר במדריד, ספרד

4.3.8 עקומים לאותו כיוון

א. ברחובות עירוניים מאספים ועורקיים, יש להימנע מתכנון עקומים אופקיים לאותו כיוון, כשביניהם קטע דרך ישר קצר, שכן זה מנוגד לציפיות הנהגים. במקום זאת רצוי לתכנן עקום אופקי בעל רדיוס יחיד או עקום אופקי מורכב, שבו היחס בין רדיוסים עוקבים לא יעלה על 1.5.

ב. כאשר עקב אילוצי קרקע קשים לא ניתן להימנע מתכנון עקומים אופקיים עוקבים לאותו כיוון, יש לתכנן קטע ישר בעל אורך מזערי מסויים בין קצות העקומים המעגליים.
האורך המזערי במטרים הדרוש לקטע הישר הוא 3.0V ברחוב מאסף ו–5.0V בדרך עורקית, כאשר V הוא הערך של מהירות הייעוד בקמ"ש.

לפרטים נוספים ולאופן ביצוע מעברי השיפועים, ראו סעיף 5.7 "שילוב עקומים עוקבים" בפרק "התוואי האופקי" במהדורת 2011 של "הנחיות לתכן דרכים בין–עירוניות – כרך 1" של החברה הלאומית לדרכים.

4.3.9 ראות בעקום אופקי

בעקום אופקי יש צורך לספק לנהג מרחק ראות בהתאם למדיניות שנקבעה בסעיף 4.2 לעיל. לכן, יש לשחרר את שדה הראיה של הנהג מכל מכשול העלול להפריע לראות, כמתואר בתרשים 4.3. שדה הראות הדרוש תלוי בערך של מרחק הראות אותו יש לספק וברדיוס הקשת, בהתאם לביטוי:

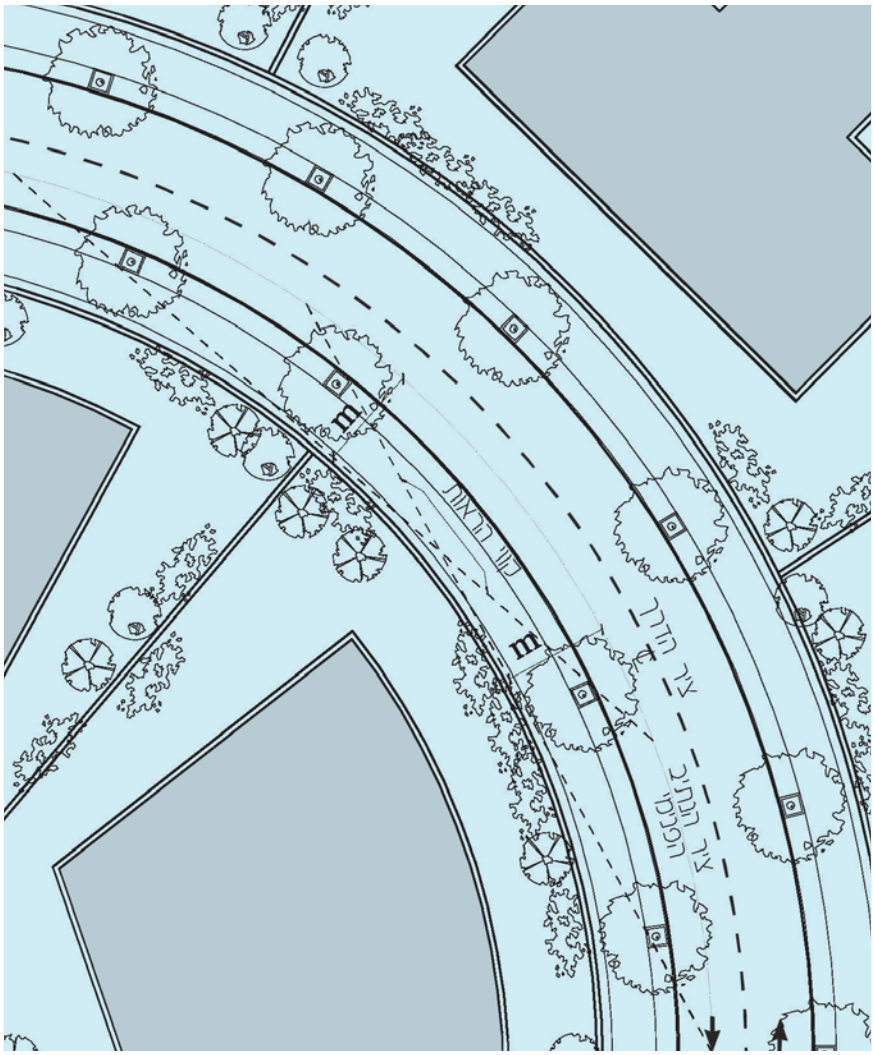
$$m = 1 - \cos\left(\frac{s}{2R}\right)$$

כאשר S הוא מרחק הראות לעצירה המחושב בהתאם לסעיף 4.2.2 לעיל, ו–R – רדיוס העקום. m הוא המרחק הצידי המזערי הפנוי ממכשול, הדרוש בין אמצע הנתיב הפנימי ובין המכשול לראות, ואשר מאפשר את קיום מרחק הראות הרצוי, ומובא בתרשים 4.4.

הגובה המרבי למכשול כך שלא יסתיר משתנה בהתאם למיקומו לאורך קו הראות, היות שקו הראות משתפל מגובה עין הנהג לגובה החפץ הנראה. באמצע קו הראות הגובה המרבי האפשרי הוא כ–60 ס"מ.

ברחוב דו–סיטרי שרוחבו פחות מ–5.5 מטר, יש לחשב את m לפי מרחק ראות כפול מהנתון בטבלה 4.1, ולגובה גג רכב.
על המתכנן לסמן בתוכנית הרחוב את מעטפת הראות הדרושה, ולדאוג שבהיתר התכנית לא יוגבל מרחק הראות הדרוש ע"י מבנים, ריהוט רחוב, חניות מתוכננות, וכן צמחייה גבוהה או מעקות בטיחות המצויים במפרדה או מצידי הדרך.

תרשים 4.3:
אופן מדידת ההפרעה לראות בעקום אופקי

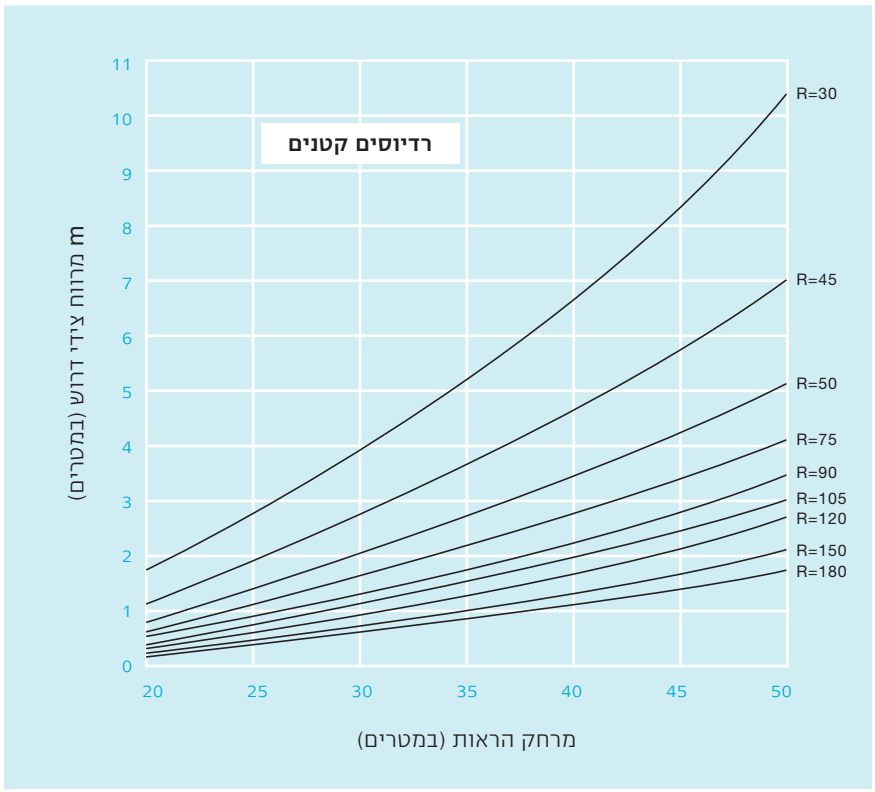


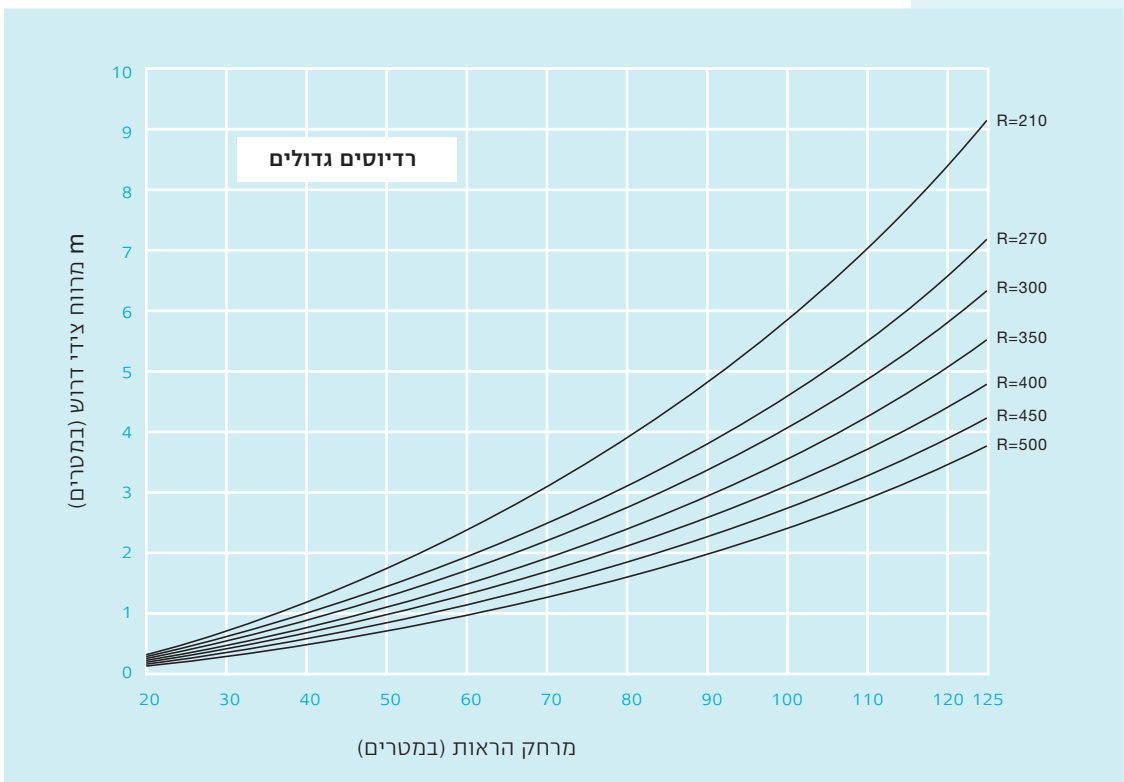




מרחק ראות חסום כתוצאה ממיקום חנייה בצד הפנימי בעקום אופקי - נשר

תרשים 4.4:
המרווח הצידי הפנוי הדרוש בעקום אופקי בתלות במרחק הראות לתכן וברדיוס העקום





4.4 התוואי האנכי של רחובות עירוניים

4.4.1 מרווח אנכי

המרווחים האנכיים הפנויים ברחובות עירוניים יהיו על פי סעיף 2.1 ב–"הנחיות להסדרי תנועה בסביבת מכשולי גובה" של משרד התחבורה מספטמבר 2006:

א. דרכים עירוניות המהוות המשך לדרכים ארציות – 5.50 מ'.

ב. רחובות ודרכים אחרים ללא מעבר חלופי – 5.00 מ'.

ג. רחובות ודרכים עם מעבר חלופי – 3.80 מ'.

הסדרי התנועה ותימרור בסביבת מכשול הגובה יהיו כמפורט בהנחיות האמורות לעיל.

4.4.2 השיפוע האורכי

4.4.2.1 שיפוע אורכי מזערי

השיפוע האורכי המזערי ברחובות עירוניים הוא 0.5%.

4.4.2.2 שיפוע אורכי מרבי

ברחובות ודרכים יוגבל השיפוע האורכי המרבי משיקולי קושי בזינוק בעלייה, בלימה בירידות והתחברויות, וכן תוך התחשבות בדרישות הנגישות להולכי–רגל לאורך הרחוב:

א. השיפוע האורכי המרבי שלא בתחומי צומת מפורט בטבלה 4.9. השיפוע האורכי המרבי המותר בצמתים מפורט בהנחיות לתכנון צמתים עירוניים.

ב. בקטעי דרך הקצרים מ–150 מ', ניתן להגדיל את השיפועים עד לשיפוע החריג המפורט בטבלה 4.9.

ג. אזור מישורי מוגדר כאזור בו הפרשי גבהים אופייניים לאורך 1 ק"מ הם עד 40 מ', ושיפועי מדרונות טבעיים אינם עולים על 1:10.

ד. לפי תקנות שוויון זכויות לאנשים עם מוגבלויות (דרכים נגישות), השיפוע לאורך רצועת ההליכה יהיה מותאם לשיפוע הרחוב ולא יעלה על 5%, למעט במקומות בהם תאשר רשות התכנון האחראית שיפועים גדולים יותר. שיפוע זה הוא גם המרבי המאפשר תנועה נוחה של אופניים.

ה. בנוסף לערכים המובאים בטבלה 4.9 ולאמור בסעיף ד' לעיל, באתרים בהם לא ניתן לקיים את ההמלצות עקב הטופוגרפיה, יש לתכנן את השיפוע האורכי המרבי גם בהתאם לעקרונות הבאים:

- ברחוב מקומי, בקטעי דרך בהם קיימת חניית כלי רכב במקביל או בניצב, יוגבל השיפוע האורכי המרבי לערכים הבאים:
  באזור מישורי יותר שיפוע מרבי של 6%.
  באזור שאינו מישורי יותר שיפוע מרבי של 8%.

- באזורי תחנת אוטובוס, יש לשאוף שהשיפוע האורכי לא יעלה על 5%, משיקולי נגישות. 8% הוא ערך קיצוני חריג.
- ברחוב המיועד לרכבת עירונית, השיפוע המרבי הרצוי הוא 6%, עם חריגה עד 9% בקטעים קצרים, בהתאם לסוג הציוד המיועד.

ו. יש להגביל את אורכו של השיפוע האורכי המיושם בדרך, כדי להימנע מהפרעות לזרימת התנועה ולרמת השירות. מומלץ להגביל את אורכי הקטעים המשופעים בהתאם לטבלה 4.10.

טבלה 4.9:
ערכים מרביים וחריגים לשיפוע אורכי

מהירות הייעוד (קמ"ש)	טופוגרפיה**	שיפוע אורכי מרבי (%)	שיפוע אורכי חריג (%)*
30	מישורי	8	10
	לא מישורי	12	14
50	מישורי	8	9
	לא מישורי	10	12
70	מישורי	7	8
	לא מישורי	9	10

* לקטעי רחוב הקצרים מ–150 מ'.

** אזור מישורי מוגדר כאזור בו הפרשי גבהים אופייניים לאורך 1 ק"מ הם עד 40 מ', ושיפועי מדרונות טבעיים אינם עולים על 1:10.

ברחובות בהם מתוכננת רכבת עירונית, יוגבל השיפוע לאורך לפי טבלה 5.1 ב–"עקרונות לתכנון רכבת עירונית".

טבלה 4.10:
אורך מרבי מומלץ של שיפוע אורכי שאינו חריג

שיפוע אורכי מרבי (%)	8	9	10	11	12
אורך מרבי רצוי (מ')	250	200	180	175	150



תוואי משופע ומפותל – לומברד סטריט, סן פרנציסקו

4.4.3 עקומים אנכיים

4.4.3.1 הגדרה ויעד

העקומים האנכיים הם המרכיב הגיאומטרי שבאמצעותו מבוצע שינוי השיפוע לאורך התוואי באופן הדרגתי ורציף. העקום האנכי הוא מטיפוס קמור או קעור, בהתאם למגמת הקטעים המשופעים. העקומים האנכיים הם מסוג פרבולה, שיתרונה בכך, שעקמומיותה הינה בעלת ערך קבוע לכל אורכה.

עקומים אנכיים יתוכננו בהתאם לשיקולים של בטיחות, נוחות, ניקוז וחזות התוואי, כמפורט להלן לעקום קמור בסעיף 4.4.3.3 ולעקום קעור בסעיף 4.4.3.4.

4.4.3.2 הפרשי שיפועים ללא עקום אנכי

כאשר ההפרש האלגברי בין שיפועי הקטעים העוקבים אינו עולה על המצוין בטבלה 4.11, אין צורך בעקום אנכי ביניהם, ודי בביצוע החלקה מקומית של פני התוואים באזור ההשקה. המרחק בין נקודות שבר מוחלקות עוקבות לא יקטן מהאורך המזערי לעקום אנכי למהירות התכן, כמפורט בסעיף 4.4.3.3 להלן.

טבלה 4.11:
שינוי שיפוע אורכי מרבי, שאינו מצריך עקום אנכי

מהירות הייעוד (קמ"ש)	30	50	70
שינוי שיפוע (%)	1.3	1.0	0.7

4.4.3.3 עקומים קמורים

הרדיוס המזערי על העקום הקמור ייקבע בהתאם לגדול מבין הרדיוסים הדרושים לפי שלושת הקריטריונים הבאים:

א. שיקולי בטיחות – הרדיוס המזערי המתאים למרחק ראות לעצירה, כמפורט להן.

ב. שיקולי נוחות – הרדיוס המזערי במטרים משיקולי נוחות, שהוא $0.257V^2$, כאשר V היא מהירות הייעוד בקמ"ש. ברחובות המתוכננים לרכבת עירונית, הערך המזערי $0.39V^2$.

ג. שיקולי חזות התוואי – האורך המזערי במטרים הנקבע משיקולים חזותיים שהוא $1.0V$, כאשר V היא מהירות הייעוד בקמ"ש.

השיקול הבטיחותי

תכן עקום אנכי קמור מבוצע בראש ובראשונה בהתאם לקריטריון הבטיחותי, לפיו חייב העקום לקיים, בכל נקודה לאורכו, את מרחק הראות לעצירה המתואר בסעיף 4.2.2. לכל עקום אנכי קמור יש לחשב את הרדיוס המזערי אשר יקיים את מרחק הראות הדרוש. בחישוב אורך עקום אנכי קמור לפי שיקולי מרחק הראות, מבדילים בין שני המקרים הבאים:

1) מרחק הראות לתכן (S_D) נכלל באורך העקום (L), לאמור: $S_D \leq L$.

2) מרחק הראות לתכן (S_D) גדול מאורך העקום (L), לאמור: $S_D > L$.

הן מרחק הראות לתכן והן אורך העקום נמדדים בהיטל האופקי לאורך הדרך.
נוסחאות החישוב עבור הרדיוס המזערי לעקום האנכי הקמור, הן כדלקמן:

עבור $S_D \leq L$:

$$R = \frac{S_D^2}{2\left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}\right)^2}$$

עבור $S_D > L$:

$$R = \frac{200S_D}{A} - \frac{20{,}000\left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}\right)^2}{A^2}$$

כאשר:

R – רדיוס העקום האנכי (מ').

S_D – מרחק הראות לתכן (מ'), כמפורט בטבלאות 4.1–4.3.

h_1 – ערך התכן לגובה עין הנהג – 1.05 מ' כמפורט בסעיף 4.2.2.3.

h_2 – ערך התכן לגובה קצהו השני של קו הראות במטרים, כמפורט בסעיף 4.2.2.3:
0.15 מ' לעצירה, 1.05 מ' להבחנה ברכב ממול ברחוב צר.

A – שינוי השיפוע האנכי בין שני קצות העקום (אחוזים). שינוי שיפוע זה הוא הערך המוחלט של סכום ערכי השיפועים הנגדיים או הפרש ערכי השיפועים לאותו כיוון.

טבלה 4.12:
רדיוסים מזעריים
לעקומים אנכיים (מ')

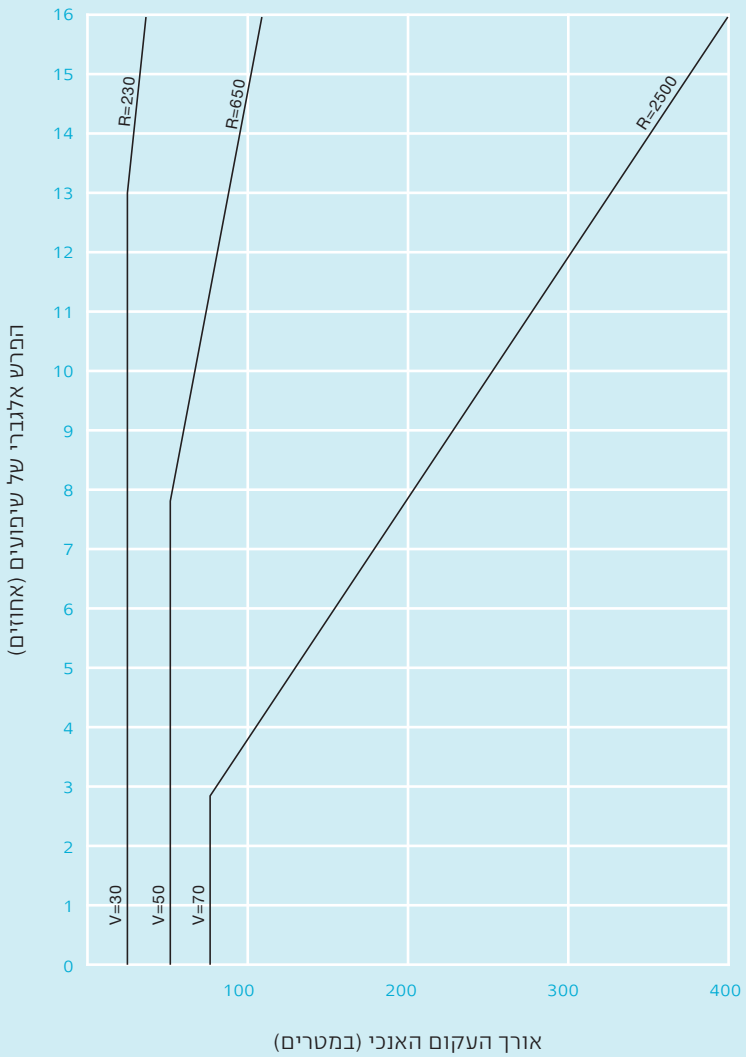
מהירות יעוד (קמ"ש)	עקום קמור[1]		עקום קעור[1] [5]
	לעצירה	להבחנה ברכב ממול	
30	230[2]	230[3]	230
50	650[4]	–	650
70	2500	–	1250

1) ברחובות המתוכננים לרכבת עירונית נדרש רדיוס קמור מזערי 650 מ', ורדיוס קעור מזערי 350 מ'.
2) הרדיוס המזערי משיקולי ראות – 100 מ', אינו עומד בשיקולי הנוחות.
3) הרדיוס המזערי משיקולי ראות – 190 מ', אינו עומד בשיקולי הנוחות.
4) הרדיוס המזערי משיקולי ראות – 500 מ', אינו עומד בשיקולי הנוחות.
5) בהנחה שהרחובות מוארים, נקבע משיקולי נוחות.

הרדיוסים המזעריים למהירויות הייעוד השונות מפורטים בטבלה 4.12.
אורך העקום האנכי הקמור מחושב לפי $L = R \times A/100$, לפי הסימונים לעיל.

בתרשים 4.5 מוצגים האורכים המזעריים לעקום אנכי קמור למהירויות הייעוד השונות, כתוצאה משיקולי התכן השונים.

תרשים 4.5:
האורך המזערי הדרוש לעצירה לעקום אנכי קמור למהירויות הייעוד השונות



4

4.4.3.4 עקומים קעורים

בעקום קעור מגבלת הראות היא בלילה, אולם היות שבשטח עירוני המיסעה תמיד מוארת, אין צורך לתכנן לפי קריטריון ראות בלילה, ולכן רדיוס העקום הקעור יהיה בתחום האורכים המצוי בין הרדיוס המזערי שנקבע משיקולי נוחות וחזות התוואי,

לבין הרדיוס המרבי שנקבע משיקולי ניקוז התוואי, כמפורט:

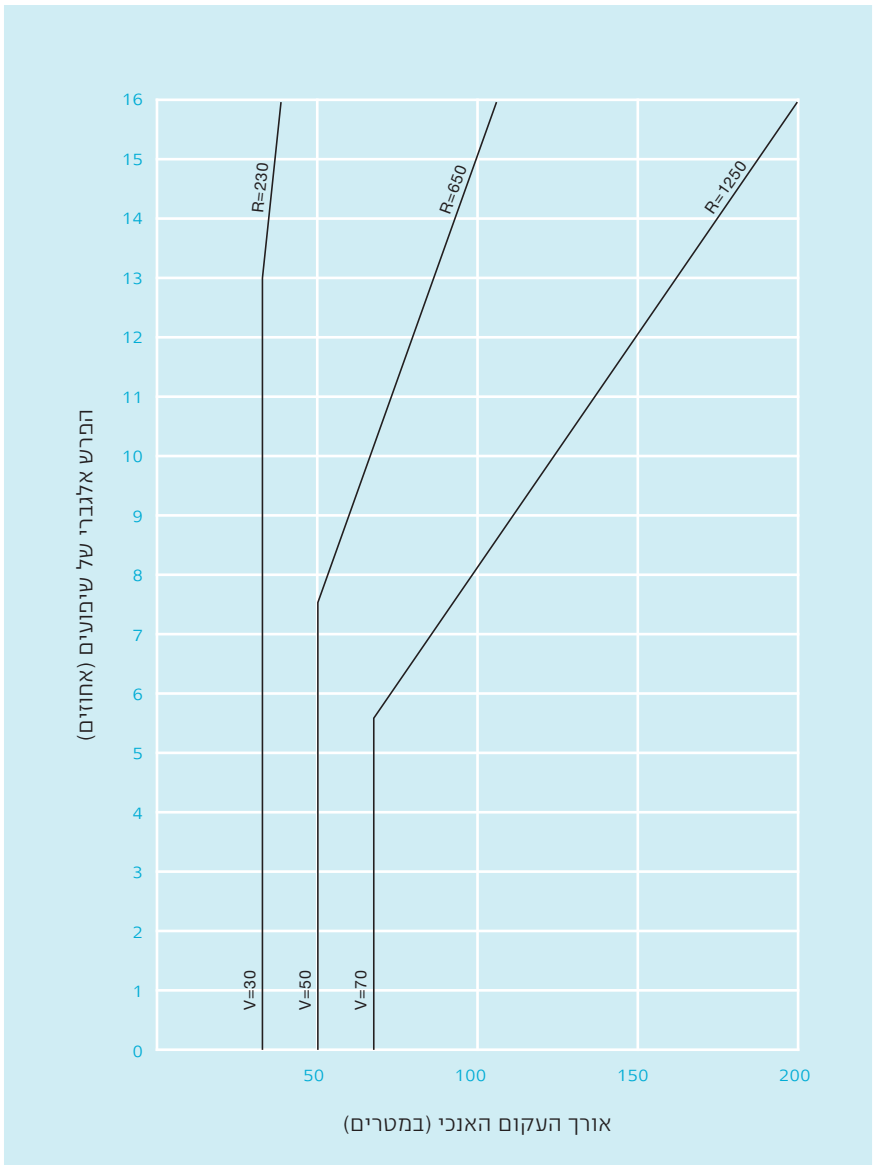
א. שיקולי נוחות – הרדיוס המזערי הנקבע משיקולי נוחות הוא $0.257V^2$, כאשר V היא מהירות הייעוד בקמ"ש.

ב. שיקולי חזות התוואי – האורך המזערי הנקבע משיקולים חזותיים הוא 1.0V, כאשר V היא מהירות הייעוד בקמ"ש.

ג. שיקולי ניקוז התוואי – הרדיוס המרבי הנקבע משיקולי ניקוז הוא 2,500 מטר.

בתרשים 4.6 מוצגים האורכים המזעריים לעקום אנכי קעור למהירויות הייעוד השונות בהתחשב בכל הקריטריונים לתכן.

תרשים 4.6:
האורך המזערי הדרוש לעצירה לעקום אנכי קעור למהירויות הייעוד השונות







ברצלונה, ספרד.





שדרות עם מסלולי העדפה למתע"ן – ברצלונה, ספרד.



גם זה רחוב – פאריס, צרפת.

רשימה ביבליוגרפית

הרשימה הביבליוגרפית משותפת לשלושת ספרי תכנון הרחוב (מרחב הרחוב, תנועת הרכב המנועי, צמתים עירוניים), ולכן תצורף רק לספר האחרון – הנחיות לתכנון צמתים עירוניים.

