

הרשות לאיכות הסביבה בעיריית תל אביב - יפו

דוח מסכם



עיריית תל אביב - יפו
הרשות לאיכות הסביבה

מיפוי חשיפה לרעש מתחבורה (כלי רכב ורכבות) בתל אביב-יפו



מנהל פרויקט: אנג' אלכס צוקרמן - אחראי רעש ואקוסטיקה
ברשות לאיכות הסביבה עיריית ת"א - יפו
פרויקטור: אידו עינת - הנדסאי איכות הסביבה
סיוע מקצועי: אינג' מרגריטה רוגינסקי - סגנית ראש אגף רעש
וקרינה במשרד להגנת הסביבה

תל אביב 2006

פרויקט מיפוי חשיפה לרעש מתחבורה (כלי רכב ורכבות) בתל אביב - יפו

תוכן העניינים

4	1.	כללי – רעש מתחבורה בתל אביב יפ
4	1.1	רעש מתחבורה בתל אביב – יפו
5	1.2	הצורך במיפוי רעש מתחבורה
6	1.3	הפרויקט למיפוי רעש תחבורה בתל אביב – יפו
7	1.4	מטרות הפרויקט למיפוי רעש מתחבורה
8	2.	הקריטריונים לרעש מתחבורה
8	2.1	רעש מכבישים
8	2.2	רעש מרכבות
9	2.3	רעש מצטבר
10	3.	המדדים העיקריים
11	4.	מיפוי רעש מתנועת כלי רכב
11	4.1	השיטה
11	4.2	המודל ושלבי העבודה
12	4.3	הנתונים הבסיסיים
12	4.4	נתוני ספירות תנועה
12	4.5	קביעת אחוז כלי רכב כבדים ומהירויות תנועה
12	4.6	קביעת נתונים גיאומטריים של הכבישים והבניינים
13	4.7	והטופוגרפיה
13	4.7	התוכנה
14	4.8	שלבי בניית המודל ב- Sound Plan
14	4.8.1	בחירת אזור, רחובות ומבנים
17	4.8.2	בניית אובייקטים במודל Sound Plan
18	4.8.3	נתוני ההרצה
19	4.9	בדיקה וכיול המודל
19	4.9.1	בדיקת רעש בבית ספר תיכון חדש
22	4.9.2	בדיקות נוספות

22	תוצרי הפרויקט למיפוי רעש מתנועת כלי רכב	4.10
23	מיפוי רעש מתנועת רכבות	5.
23	השיטה	5.1
23	המודל ושילבי העבודה	5.2
24	הנתונים הבסיסיים	5.3
24	נתוני תנועת הרכבות	5.3.1
26	נתוני תנועת כלי רכב בכביש איילון	5.3.2
	נתונים גיאומטריים של המסילה,	5.3.3
26	הכבישים ומחסומי רעש	
27	הבניינים והטופוגרפיה	5.3.4
27	הרצות המודל	5.4
27	שילבי בניית המודל ב- Sound Plan	5.5
28	כיול המודל לחיזוי רעש רכבות	5.6
28	תוצרי הפרויקט למיפוי רעש רכבות	5.7
30	סיכום וכיווני המשך העבודה	6.
31	רשימת מקורות ספרות	

נספחים – דוגמאות של מפות הרעש

נספח – 1	מפת חשיפה לרעש מתנועת כלי רכב ברחובות וכבישים בתל אביב – יפו בשעות היום בגובה 4 מ'
נספח – 2	מפת חשיפה לרעש מתנועת כלי רכב ברחובות וכבישים בתל אביב – יפו בשעות היום בגובה 45 מ'
נספח – 3	מפת חשיפה לרעש מתנועת כלי רכב באזור הסטטיסטי מס' 42 בשעות היום
נספח – 4	מפת חשיפה לרעש מתנועת כלי רכב באזור הסטטיסטי מס' 42 בשעות הלילה
נספח – 5	מפת חשיפה לרעש מצטבר מתנועת רכבות וכלי רכב בציר איילון בתחום תל אביב – יפו בשעות הלילה בגובה 15 מ'
נספח – 6	מפת חשיפה לרעש מתנועת רכבות בתחום תל אביב – יפו בשעות הלילה במצב חירום (תנועת רכבות משא בציר איילון) בגובה 15 מ'

1. כללי

1.1 רעש מתחבורה בתל אביב - יפו

מפגעי רעש בסביבה אורבאנית פוגעים באיכות החיים של התושבים ועלולים ליצור הפרעות תפקוד, פגיעה באיכות שינה ואף נזקים בריאותיים. על פי כל הסקרים שנערכו בארץ ובעולם מקור הרעש העיקרי בעיר הוא תחבורה, הכוללת תנועת כלי רכב, רכבות ומטוסים. עובדה זו תואמת גם את נתוני הסטטיסטיקה לגבי תלונות התושבים שהתקבלו בשנים האחרונות ברשות לאיכות הסביבה ובמשרד לאיכות הסביבה.

הנזקים הציבוריים והכלכליים מחשיפה לרעש סביבתי כוללים ירידה במחירי הדירות, הוצאות רפואיות, הגבלות והפסדים בשימושי קרקע והפסדי ימי עבודה. כתוצאה מכך ערך הדירות ליד כביש סואן נמוך יותר מאשר ערך דירות דומות באזור שקט. ממחקרים שנערכו התברר שבאזור עירוני ערך הדירה יורד בממוצע ב-1.4% עם כל עלייה של דציבל אחד במפלס הרעש (מקור 1).

בעיר תל אביב - יפו רעש מתנועת כלי רכב ובמיוחד אוטובוסים מהווה את מקור הרעש הדומיננטי מבחינת גודל השטחים החשופים ומספר התושבים המוטרים, כאשר רעש רכבות ורעש מטוסים מהווים מקורות רעש משניים המשפיעים באזורים מוגבלים.

על פי מדידות רעש רבות שנערכו ע"י הרשות לאיכות הסביבה וניסיונות למיפוי רעש בשנים הקודמות הוברר כי לאורך צירים רבים מאוד בעיר תל אביב יפו ישנם מפלסי רעש גבוהים העולים על הקריטריונים לרעש מכבישים חדשים המומלצים ע"י המשרד לאיכות הסביבה המפורטים בהמשך. רמות הרעש גבוהות במיוחד נמדדו באזורים הסמוכים לציר נתיבי אילון, יותר מ- 75 dB(A).

מפלסי רעש גבוהים, ברמה שבין 70 – 75 dB(A) שוררים לאורך צירים רבים מאוד, הפרוסים בכל חלקי העיר. כך לדוגמה, לאורך הרחובות הירקון, אבן גבירול, אלנבי, בן יהודה, דרך פתח תקווה, פינקס, דרך נמיר, דרך השלום, קיבוץ גלויות ושאד' רוקח. רחובות אלה משמשים כצירים ראשיים שבהם עוברת תנועה רבה, הכוללת תחבורה ציבורית. בחלק מהרחובות ישנם נפחי תנועה ברמה של כבישים בין עירוניים, על אף שהם ממוקמים בסמיכות לבתי מגורים. גם בצירים אחרים, המצויים במדרג נמוך יותר במערכת הכבישים, מפלס הרעש גבוה יחסית 65 – 70 dB(A) והוא גם גורם למטרד רעש לתושבים.

בתחום העיר תל אביב – יפו עוברת רצועת רכבת בין מסלולי כביש האיילון כולל קטע קיים מאוניברסיטת תל אביב עד בני ברק ובנוסף מתוכנן קטע חדש של איילון דרום.

השפעת רעש הרכבת קטנה בהשוואה לרעש מכבישים, אך עלולה להיות חשובה בשעות הלילה ובמצבי החירום כאשר קיימת תנועה מוגברת של רכבות המשא.

כמו כן רעש מרכבות תורם לרעש המצטבר (רכבות + כלי רכב) לגביו גם קיימים קריטריונים לרעש המרבי המותר של המשרד לאיכות הסביבה.

הרעש מתנועת תחבורה במרבית המקרים משפיע בעיקר על המבנים לאורך הכבישים הראשיים ופוחת משמעותית ככל שמתרחקים מהם. יחד עם זאת רעש מהכבישים הראשיים כמו נתיבי איילון וכן רעש מרכבות בלילה עלול להשפיע עד למרחקים של מאות מטרים ובמיוחד על הקומות הגבוהות של המבנים הרב קומתיים עבורם אמצעי מיגון אקוסטיים מסוג קירות/סוללות אשר מקימים כנגד רעש בסמוך לכבישים ומסילות ברזל פחות יעילים.

רמת הרעש במבנים סמוכים לכביש מושפעת בעיקר מגיאומטריה של הכביש (מס' נתיבים, פס הפרדה וכו'), נפח התנועה כלי רכב (מספר כלי הרכב בשעה), אחוז כלי הרכב בינוניים וכבדים (אוטובוסים ומשאיות) ומרחק הבית מהכביש, מצב הפיזי וציפוי הכביש (סוג אספלט).

רמת הרעש מתנועת רכבות תלויה בעיקר מנפח תנועת רכבות, סוג הקטר והקרונות וכן המרחק.

אמצעים אקוסטיים טיפוסיים שנוקטים בהם על מנת להפחית רעש מתנועת כלי רכב ורכבות כוללים אמצעים מסוג מתרסי רעש (קירות/סוללות אקוסטיים) וטיפול אקוסטי במעטפת הבניין (מיגון דירתי). האמצעים הנ"ל דורשים השקעה כספית ניכרת מטעם התושבים והרשויות.

1.2 הצורך במיפוי רעש מתחבורה

המידע על מפלסי הרעש הקיימים והצפויים בעתיד באזורים הרגישים לרעש בתחום העיר ורמת חריגת הרעש מעל הקריטריונים המומלצים לכבישים חדשים ולרכבות על ידי המשרד לאיכות הסביבה חשוב ביותר לצורך תכנון האופטימאלי של העיר, לרבות תכנון ופיתוח שכונות, מערכות תחבורה עתידיות ולקבלת החלטות נכונות לגבי בחירת סוג אמצעים אקוסטיים הנדרשים להפחתת הרעש במקרים שונים.

לכל פרויקט של הקמה או שינוי בכבישים עירוניים, ת.ב.ע. חדשה, בניין מגורים או מבנה רגיש לרעש דורשת כיום העירייה נספח אקוסטי הכולל התייחסות לרעש רקע קיים לפני הקמת הפרויקט, חיזוי רעש הצפוי בחזיתות המבנה ובתוכו ופרוט האמצעים להפחתת רעש על מנת לעמוד בקריטריונים לרעש המרבי המותר בחוץ ו/או בתוך המבנים.

בנספחים האקוסטיים שמגישים כיום לרשויות קיים מידע חלקי מאוד לגבי רעש הרקע הקיים המבוסס בד"כ על מדידות קצרות במספר נקודות בגבולות התכנית בגובה של קומה 2 – 1 מעל פני הקרקע בלבד. מידע זה אינו משקף בצורה מספיקה את מפלסי הרעש הקיימים בסביבה במשך שעות היום והלילה, שינויים עם הגובה מעל הקרקע וכן את שינויים במהלך השנה.

בדומה לאמור לעיל לגבי נתוני רעש קיים, נתוני החיזוי מתייחסים למספר מוגבל של נקודות בלבד ובדרך כלל ללא התחשבות בתרומת רעש הכבישים מרוחקים החשובה ביותר עבור קומות הגבוהות.

לצורך קבלת מידע רחב יותר מזה שקיים היום המליצה ועדה של האיחוד האירופי לבצע מיפוי רעש סביבתי, תוך התבססות על שיטת חיזוי ומדידה מתואמים ואפשרות להשוואה והחלפת מידע בין מדינות. מפת הרעש היא מפת העיר (או חלק ממנה) עם עקומות או צבעים המסמנים את מפלסי הרעש, המבוססת על מדידות רעש ו/או על חישובים בעזרת מודל אקוסטי המחושב בעזרת תוכנת מחשב.

על פי האמנה של האיחוד האירופי בנושא מיפוי הרעש למדינות מתאריך 28.4.02 (מקור 4) כל המדינות החברות באיחוד מחויבות להכין את מפות הרעש לערים הגדולות שבתחומן במהלך השנים הקרובות. ההנחיות של האמנה האירופית כוללות המלצות לביצוע מיפוי רעש ולאופן הצגת המידע על חשיפת הציבור לרעש סביבתי. על סמך נתונים אלה יקבעו בהמשך את מפלסי הרעש הרצויים ואת האמצעים האופטימאליים להפחתת הרעש במסגרת תוכנית הפעילות של האיחוד.

בארץ מיפוי הרעש עד היום התבצע ביוזמת האגף למניעת רעש של המשרד לאיכות הסביבה. בוצע מיפוי של רעש מכל שדות התעופה. בירושלים מתבצע מיפוי רעש של תנועה בכבישים בשיתוף המשרד לאיכות הסביבה, עיריית ירושלים והלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

1.3 הפרויקט למיפוי רעש תחבורה בתל אביב - יפו

ביצוע מיפוי רעש סביבתי בעיר תל אביב - יפו התחיל בשנת 1995 ביוזמת הרשות לאיכות הסביבה ואף הומלץ במסגרת תכנית אסטרטגית לתל אביב - יפו בהתאם למסמך "פרופיל העיר" משנת 2002 (מקור 3). כאמור ביצוע המיפוי תואם להנחיות האמנה של האיחוד האירופי (מקור 4). הפרויקט של מיפוי חשיפה לרעש מתחבורה בת"א - יפו מתבצע ע"י הרשות לאיכות הסביבה בשיתוף ובמימון של אגף רעש במשרד לאיכות הסביבה. הפרויקט מהווה המשך של העבודות לאיסוף הנתונים, ניתוח ממצאי מדידות רעש רבות מכבישים ורכבות באזורים שונים של העיר וניסויים קודמים של מיפוי רעש שנערכו בשנים האחרונות ברשות לאיכות הסביבה. במהלך הפרויקט הנדון נעשה שימוש בניסיון שנצבר במשרד לאיכות הסביבה בפרויקט למיפוי רעש מכבישים בירושלים (מקור 5).

הפרויקט מתבצע בתחנת העבודה, ותוך כדי שימוש במודל החיזוי והמיפוי שקיימים ברשות לאיכות הסביבה.

בשלב הראשון במהלך שנת 2003 התבצע מיפוי חשיפה לרעש מתנועה בכבישים ורחובות בת"א - יפו במצב הקיים. בשלב השני במהלך שנות 2004 ו- 2005 בוצע מיפוי חשיפה לרעש מתנועת רכבות במצב החיזוי בשנת 2010.

1.4 מטרות הפרויקט למיפוי רעש מתחבורה

המטרה העיקרית של הפרויקט היא הכנת מפות חשיפה לרעש למצב הקיים ובמצבים החזויים מתנועת כלי רכב ורכבות באזורים שונים של העיר (מפות רעש), תוך הצגתן בצורה ברורה ונוחה לשימוש בקרב האנשים הנוגעים בנושא (מקבלי החלטות, מוסדות תכנון עירוניים, מתכננים ויועצים פרטיים, יזמים, הציבור הרחב, לרבות האנשים שמעוניינים לקנות/לשכור או למכור דירות), כולל באתרי האינטרנט של עיריית תל אביב – יפו ושל המשרד לאיכות הסביבה. בשלב הבא יש כוונה להציג ולנתח את התוצאות במערכת GIS.

המפות הנ"ל תהוונה כלי עזר למוסדות התכנון העירוניים והממשלתיים להפחתת רעש מכבישים קיימים וחדשים, להגנת שימושי קרקע רגישים לרעש ולתכנון שימושי קרקע חדשים בהתחשב ברעש הקיים והחזוי. על סמך מפות הרעש יהיה ניתן להעריך את היקף הבעיה של חשיפת התושבים לרעש בצורה הסטטיסטית ולאתר את המוקדים הבעייתיים (קטעי הרחובות ואזורים).

תוצאות הפרויקט תהוונה בסיס למגוון הפרויקטים הנוספים בתחומים שונים, כגון בחינת מערכות תחבורה ובינוי עתידיות, תחזיות רעש במצבים עתידיים שונים, בדיקת היעילות של אמצעים אקוסטיים והצעדים במסגרת תוכנית הפעילות להפחתת רעש סביבתי בעיר במסגרת התוכנית האסטרטגית. בעזרת הטכנולוגיה והכלים שפותחו במסגרת הפרויקט יהיה ניתן לבצע חיזוי של מפלסי הרעש הצפויים לאחר השינויים שיבוצעו בעקבות השינוי במערכת התחבורה וכתוצאה מהקמת פרויקטים חדשים ולתת הנחיות לתכנון ודרישות למיגון אקוסטי לעסקים ולפרויקטים שונים על מנת להפחית את מפלסי הרעש כך שלא יחרגו מהקריטריונים הנדרשים.

כמו כן ניתן יהיה בצורה מדויקת ומוחשית לבדוק את יעילותם של מחסומי רעש ואמצעים אקוסטיים אחרים המתוכננים. המידע והאפשרויות החדשות הנובעות בעקבות יישום פרויקט המיפוי יביאו לעליית רמת הטיפול בנושא בעיית רעש תחבורה בתחום העיר.

2. הקריטריונים

2.1 כבישים

כיום הקריטריון של המשרד לאיכות הסביבה לרעש המרבי המותר מכבישים ראשיים בתוך העיר והמחייב נקיטת אמצעים להפחתת רעש נקבע בהתאם להנחיות של הועדה הבין-משרדית לרעש מדרכים. מפלס הרעש המותר נע בין 64 – 70 dB(A) בחזית בניין מגורים בשעת שיא הרעש. הקריטריון הנ"ל מתייחס רק לכבישים חדשים או כבישים העוברים שינוי מהותי והוא תלוי ברעש הרקע הקיים בסביבה ובעלויות האמצעים הנדרשים להפחיתו (מקור 2).

בפרויקטים של בנייני מגורים חדשים הסמוכים לכבישים קיימים דורשת העירייה נקיטת אמצעים אקוסטיים להפחתת רעש מתנועה במסגרת טיפול במעטפת הבניין (מיגון דירתי), תוך טיפול בחלונות, דלתות, ארגזי התריסים, התקנת מזגנים ותכנון פונקציונאלי כך שמפלס הרעש בתוך חדרי מגורים לא יעלה על 40 dB(A) במצב של חלונות סגורים בשעת השיא של הרעש. למבנים רגישים לרעש כגון בית חולים, בית אבות, בית ספר וכו' מתייחסים לקריטריונים כנמוכים ב- 5 dB(A) מהקריטריונים למגורים.

לכן ניתן לומר שרמות החשיפה המינימאליות מרעש תנועה הדורשות התייחסות אקוסטית במסגרת התכנון היא 59 dB(A) בחזית בניין ציבורי רגיש לרעש ו- 64 dB(A) בחזית בניין מגורים.

2.2 רכבות

לפי הנחיות של המשרד לאיכות הסביבה לתוכניות רכבת פרברים בתחום עיר תל אביב - יפו, מפלסי הרעש שווי – הערך המרביים המותרים מתנועת רכבות בחזית מבנה המתוכנן יהיו כפי שמתואר בטבלה 1 להלן.

טבלה מס' 1: מפלס הרעש שווה - הערך ב - dB(A) ממסילת רכבת

רעש מחוץ למבנה		סוג מבנה
שעות הלילה	שעות היום	
52	62	מוסדות ציבור רגישים לרעש
55	65	בתי מגורים באזור מגורים

הערה:

למבנים, אשר על פי ייעודם, אינם נמצאים בשימוש בשעות הלילה, יש להשתמש רק בערכי הרעש לשעות היום.

הערכים המרביים המותרים על ידי המשרד לאיכות הסביבה לרעש מרכבות נקבעו בהתאם לטיטות התקנות מסילות הברזל (רעש ורעידות שמקורם במעבר רכבות).

מפלסי הרעש המרביים המותרים תלויים ברעש הרקע. כאשר רעש הרקע נמוך המפלסים המותרים הנם:
 65 dB(A) בממוצע בשעות היום ו- 55 dB(A) בממוצע בשעות הלילה בחזית מבנה מגורים וזהים לערכים שבטבלה מס' 1.
 למבני מוסדות ציבור רגישים לרעש כגון בית חולים, בית ספר וכו' מתייחסים לקריטריונים שנמוכים ב- 3 dB(A) מהקריטריונים למגורים.

2.3. רעש מצטבר

על פי הנחיות של המשרד לאיכות הסביבה לתסקירי השפעה על הסביבה מפלס רעש מצטבר (כלי רכב + רכבת) לאחר שינויים לא יעלה על 70 dB(A) בממוצע לשעות היום ובתנאי כי רעש שמקורו בתשתית שהתווספה (כביש או מסילת רכבת) לא יעלה על הקריטריונים שהוזכרו לעיל.
 כאשר רעש הרקע לפני השינויים הינו מעל 70 dB(A), מפלס הרעש המצטבר לא יעלה על רעש הרקע לפני השינויים ובתנאי כי רעש שמקורו בתשתית שנאספה (כביש או מסילת רכבת) לא יעלה על הקריטריונים שהוזכרו לעיל שהתווספה.

3. המדדים העיקריים

בפרויקט נעשתה התאמה של המדדים ושל צורת הצגת התוצרים לתנאים המיוחדים הקיימים בתל אביב – יפו ולשיטות המדידה והקריטריונים לרעש מכבישים ורכבות המקובלים בישראל.

המדדים העיקריים הם: מפלסי הרעש הממוצעים ל- 24 שעות (למפות רעש מכבישים בלבד), לשעות היום ולשעות הלילה, כדלקמן:

א. L_{day} - ממוצע יומי של הרעש, בין השעות 06:00 בבוקר ל- 22:00 המוערך כממוצע שנתי של הימים א' עד ה'. מכיוון שספירות התנועה מתבצעות בתל אביב – יפו בשעות היום (בין 7:00 ל- 19:00) בימי א' – ה' בלבד, מדד זה אמין ביותר מבחינת טעות החיזוי האפשרית. כמו כן, הקריטריונים לרעש מכבישים המקובלים כיום בארץ מתייחסים לרעש בשעת השיא אשר בדרך כלל הוא הרעש בשעות היום. מסיבות אלו המדד הנ"ל שימושי ביותר ולפיכך המדד של L_{day} מהווה מדד ראשי בפרויקט זה.

ב. L_{night} - ממוצע של הרעש בשעות הלילה, בין השעות 22:00 ל- 06:00. המוערך כממוצע שנתי בימים א' – ה'. מדד זה חשוב להערכת שיעור האנשים הסובלים מהפרעות שינה. מכיוון שאין בסיס נתוני תנועה בשעות הלילה, נעשתה בשלב הראשון הערכה סטטיסטית ראשונית בלבד, ולכן בשלב זה של הפרויקט המדד הנ"ל משתנה ופחות אמין מבחינת טעות החיזוי האפשרית במיוחד באזורי בילוי ולאורך דרכי הגישה לעיר.

ג. L_{dn} - ממוצע של הרעש במשך 24 שעות עם קנס של 10dB(A) לשעות הלילה. במדד הזה משתמשים בארץ כמדד לרעש מטוסים וכן הוא נלקח בפרויקט של מיפוי רעש תחבורה בירושלים. מסיבות הקשורות לבעייתיות של מדד L_{night} המוזכרות לעיל, המדד L_{dn} מהווה מדד משנה ופחות אמין מבחינת טעות החיזוי האפשרית ממדד L_{day} ולכן פחות שימושי.

4. מיפוי רעש מתנועת כלי רכב

4.1 השיטה

לצורך ביצוע מיפוי רעש מכבישים, השימוש במודל ותצוגת המפות הסופית בצורה נוחה יותר, מפת העיר חולקה ל- 30 חלקים בעלי שטח של כ- 3 - 1 קמ"ר כ"א בהתאם לאזורים הסטטיסטיים המקובלים בתל אבי - יפו. לאחר מכן נעשתה מפה של העיר כולה.

ההתייחסות ניתנת לשתי השורות הראשונות של הבניינים הסמוכים לקטעי הרחובות בהן קיימת תנועת כלי רכב שמעל 2000 רכבים במשך היממה. בסיסי הנתונים העיקריים הנדרשים לבצוע הפרויקט נתקבלו מהאגפים הרלוונטיים בעיריית ת"א - יפו, כגון אגף תנועה ומח' המדידות וכוללים מידע לגבי נפחי והתפלגות התנועה, תוכניות הבינוי והכבישים. נתנה התייחסות למצב בינוי ומערכת כבישים הקיימים.

4.2 המודל ושלבי העבודה

בפרויקט נעשה שימוש מודל גרמני, לחישוב רעש מכבישים שאומץ ע"י הממשלה הגרמנית בשנת 1990 בשם RLS90. מודל זה מאושר על ידי המשרד לאיכות הסביבה ונלקח גם בפרויקט מיפוי רעש בירושלים. פירוט המודל נמצא במקור (6) עמודים 328 - 335.

המודל משתמש בנתוני הכביש ובנתוני ותנועה ומחשב את הרעש בנקודת הייחוס במרחק של 25 מטר מציר הכביש בגובה של 4 מטרים. לאחר מכן מחושב הרעש בכל נקודה במרחב תוך התחשבות בבינוי ותנאי התפשטות הרעש. המודל מתחשב גם בבליעת הרעש באוויר, בקרקע, במחסומי רעש ובבתים אחרים שממוקמים בין הכביש לבין נקודת המדידה, בהחזרות בין הבתים ועוד.

4.3 הנתונים הבסיסיים

במודל החישוב נעשה שימוש בנתונים הבסיסיים הבאים:

- מפת אזורים סטטיסטיים הסטנדרטית של עיריית תל - אביב יפו,
- מפת רחובות של העיר תל אביב - יפו,
- מפת רעש מכבישים ורחובות בתל אביב - יפו (מיפוי מוקדי רעש) שהוכנה בעבר ע"י הרשות לאיכות הסביבה,
- מפת קווי האוטובוסים של "דן" ו"אגד".
- קובץ בינוי של העיר וקובץ צירי התנועה בפורמט Autocad
- שנתקבלו במח' מיפוי ומידע של עיריית תל אבי - יפו.
- נתוני ספירות תנועה של אגף התנועה בעירייה.

4.4 נתוני ספירות תנועה

נתוני ספירות תנועה נלקחו מתוך קובץ בפורמט Excel של אגף התנועה בעיריית תל אביב - יפו. בקובץ זה מוצגים נתוני ספירות תנועה במעל מ-700 צמתים. בכל צומת קיימים נתונים לגבי מספר כלי הרכב שעוברים בה לכל כיוון בשנים השונות.

הנתונים מתייחסים למספר כלי הרכב שעוברים ביום במשך 12 שעות הספירה : בין השעות 7:00 בבוקר ועד 19:00 בערב. כדי לקבל את כמות כלי הרכב העוברים במשך - 24 שעות (נתון - ADT (Average Daily Traffic)) - נעשה שימוש במקדם המעבר 1.25 (תוך הנחה של תוספת 25% בשאר השעות) כמקובל לחישובים הערכתיים בהעדר נתונים מדויקים לגבי תנועה בשעות בין 19:00 ל- 07:00 למחרת).

חישוב מספר כלי רכב בשעות היום ובלילה נעשה על פי מקדמים הסטנדרטיים של RLS בהתייחסות לכבישים העירוניים: Roads within the city, דהיינו: 0.06ATD בשעות היום (06:00 – 22:00) ו- 0.011ATD בשעות הלילה (06:00 – 22:00) (מקורות 6, 7).

4.5 קביעת אחוז כלי רכב כבדים ומהירויות תנועה

עיקר כלי הרכב הכבדים (מעל 2.8 טון עפ"י RLS90) באזור תל אביב - יפו הם אוטובוסים. המשאיות הכבדות עוברות בכביש נתיבי איילון ובנוסף קיימת כמות מסוימת של משאיות בדרכי גישה לאתרי בנייה. בשלב הראשון הוחלט שלא להשתמש בנתון המומלץ במודל RLS90 שהוא 10% לכלי רכב כבדים בשעות היום ו- 3% בשעות הלילה לכביש העירוני.

על מנת שלא להחמיר את החישוב בשלב זה ובהסתמך על נתוני ספירות ממוצעים שנערכו בצמתים ברחבי העיר, בפרויקט זה נעשה שימוש בנתונים נמוכים יותר מהמומלצים על פי טבלה מס' 2. קביעת אחוז כלי הרכב הכבדים נעשה תוך חלוקת הכבישים בתחום תל אביב - יפו לארבעה סוגים שונים. בטבלה זו מצוינים גם ערכי המהירויות שנלקחו לצורך החישוב.

טבלה מס' 2 : קביעת אחוז כלי רכב כבדים ומהירויות תנועה ברחובות שונים

כמו כן על מנת ללא לסבך את החישוב בשלב זה הוחלט לא לקחת בחשבון תוספת רעש בעקבות צמתים ורמזורים. עליית הרעש באזורים הסמוכים לצמתים מקבלת ביטוי באמצעות הערך של מהירות התנועה הגבוהה יחסית של 50 קמ"ש שנלקח לרוב הרחובות.

4.6 קביעת נתונים גיאומטריים של הכבישים, הבניינים והטופוגרפיה

רחובות ראשים רבים בתל אביב - יפו (לדוגמת: ויצמן, אבן גבירול, פנקס וכו') הנם בעלי מבנה סטנדרטי עם שני מסלולים כאשר בכל אחד מהם ישנם שני

לכבישים קטנים יותר אין בדרך כלל מבנה קבוע מוגדר ולכן לרובם בצעו מדידות בשטח לקביעת הנתונים הגיאומטריים.

- על מנת לפשט את המודל נעשה שימוש בנתונים אחידים לכלל הבניינים:
- גובה בניין אחיד של 15 מטרים (חמש קומות כולל קומת הקרקע),
 - גובה של כל קומה 2.8 מטרים,
 - גובה קולט להתייחסות בקומה השנייה מעל הקרקע.

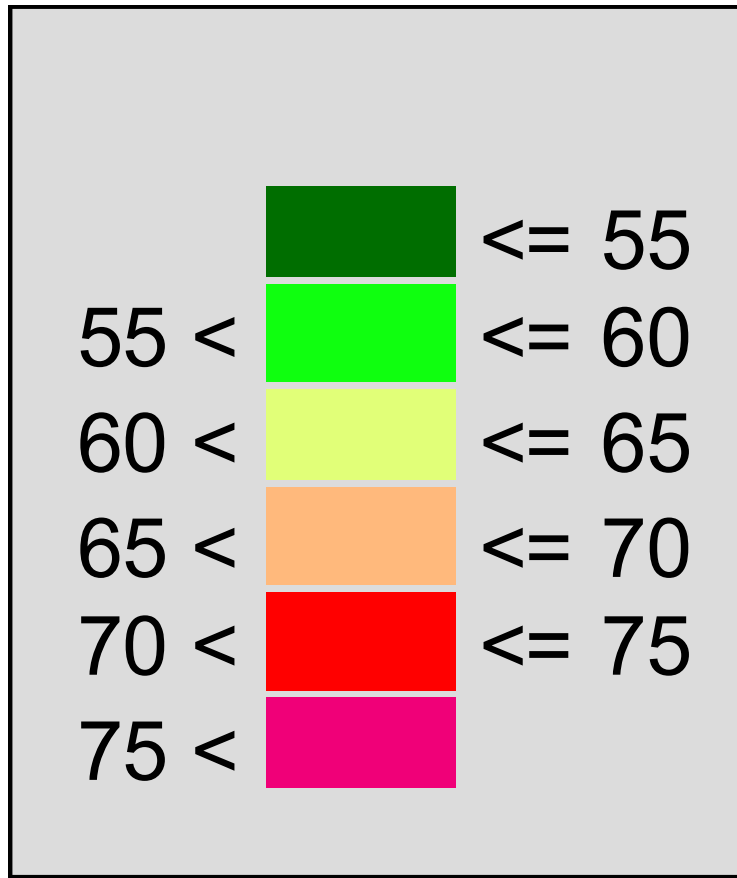
הפרויקט נעשה ללא התחשבות בטופוגרפיה (טופוגרפיה שטוחה) מלבד מקרה של כביש נתיבי איילון אשר נלקח כמשוקע בכל אורכו לעומק 5 מ' לעומת שאר שטח העיר.

4.7 התוכנה

לצורך ביצוע הפרויקט נעשה שימוש בתוכנת מחשב מסוג Sound Plan גרסה 5, שפותח בגרמניה בעזרתה כבר בוצע מיפוי רעש בערים רבות בחו"ל וגם בארץ. התוכנה מאפשרת לחשב על בסיס נתונים השונים כגון: נתונים גיאומטריים של הכבישים והבתים, ספירות תנועה, התפלגות כלי הרכב לפי סוג הרכב ועוד, את מפלסי הרעש החזויים בכל נקודה ונקודה לרבות בשטח העיר בכל שעות היממה והצגת הנתונים בצורה גראפית - מפת רעש, ברזולוציה שנקבעה (5 dB(A) בפרויקט זה).

מפות הרעש מציגות את אזור החשיפה לרעש תוך צביעת האזור בצבע סטנדרטי המאפיין (רואה תרשים מס' 1 אשר מציג את הצבעים האופייניים על פי רמת החשיפה), תוך התייחסות לגובה מעל פני הקרקע הנדרש. כמו כן מאפשרת המודל להציג את נתוני הרעש בצורת טבלאות ובצורות אחרות שיאפשרו בעתיד עיבוד הנתונים במערכות סטטיסטיות כמו GIS. המפות והטבלות מתייחסות כאמור לשלושה ממדים השונים: יום, לילה ו-Ldn.

תרשים מס' 1: צבעים האופייניים במפה על פי רמות חשיפה לרעש (dB(A))



בהתאם לקריטריונים לרעש המפורטים בסעיף 2 לעיל ניתן להתייחס לרמות החשיפה שבתרשים הנ"ל בצורה הבאה:

- רמות חשיפה פחותות מ- 65 dB(A) (צבעים ירוק כהה, ירוק בהיר וצהוב) נחשבות כנמוכות יחסית (למגורים בתנאי העיר),
- רמות חשיפה בין 65 – 70 dB(A) (צבע כתום) נחשבת כבינונית,
- רמות חשיפה מעל 70 dB(A) ניתן להגדיר כרמות חשיפה גבוהות.

4.8 שלבי בניית המודל ב- Sound Plan

4.8.1 בחירת אזור, רחובות ומבנים

בהתאם למפת אזורים סטטיסטיים של תל אביב - יפו נבחרו קטעי הרחובות הרלוונטיים למיפוי בתוך האזור הנבחר בהתאם למפת רעש מכבישים (מוקדי רעש) שנעשתה בעבר ברשות לאי"ס בתוספת רחובות נוספים בהם נפח התנועה היומי כיום עולה על 2000 כ"ר.

תרשים מס' 3: בחירת כבישים ורחובות רלוונטיים בתוך אזור המיפוי



4.8.2 בניית אובייקטים במודל Sound Plan

כבישים:

נתוני הכבישים כוללים את שם הכביש, סוג הכביש, מספר כלי הרכב העוברים בו ב-24 שעות, אחוז כלי רכב כבדים מכלל המכוניות, מהירויות ונתונים גיאומטריים של הכביש.

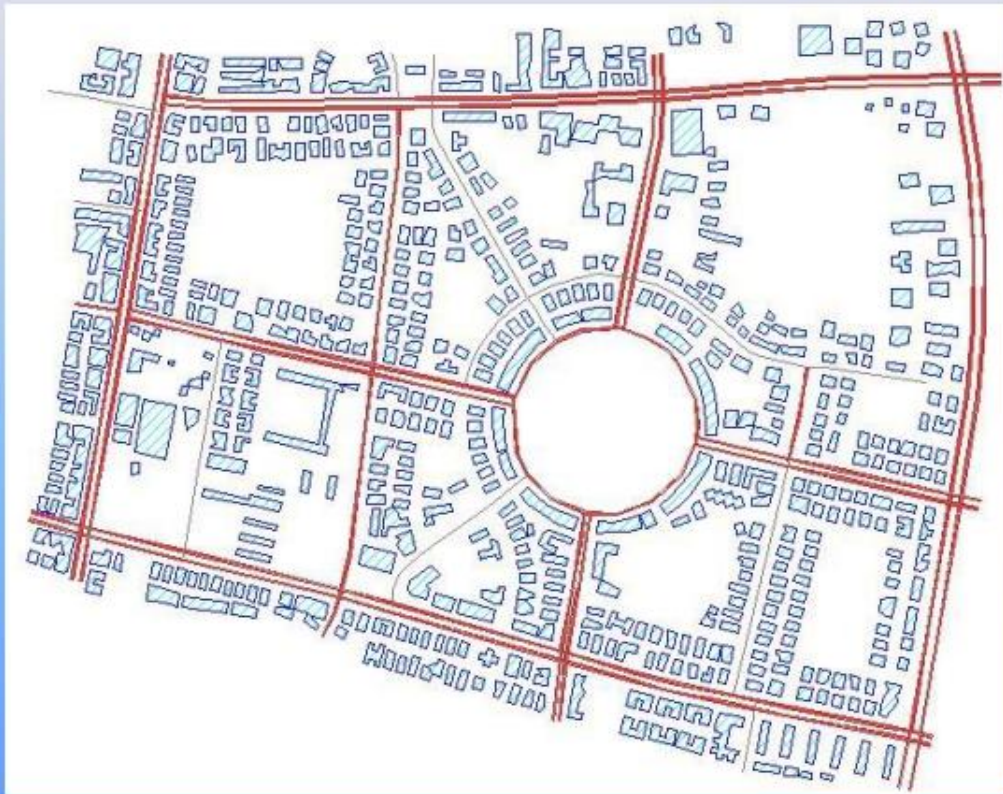
מבנים:

הגדרות הבניין כוללות קונטור הבניין, שם הבניין, שם הרחוב ומספר הבית, גובה בניין גובה של קומה, מספר קומות וקומה של קולט הרעש.

דוגמת אובייקטים ב- Sound Plan מוצגת בתרשים מס' 4.

תרשים מס' 4: דוגמת בניית אובייקטים בתוכנת Sound Plan

דוגמת אובייקטים ב-SoundPlan



4.8.3 נתוני ההרצה

הרצת המודל עבור כל ה-30 האזורים הסטטיסטיים התבצעה עבור גובה של 4 מטרים מעל הקרקע בשלוש תצורות שונות:

1. מפלס הרעש הממוצע לשעות היום Lday.
2. מפלס הרעש הממוצע לשעות הלילה Lnight.
3. מפלס הרעש הממוצע לשעות היום והלילה Ldn.

הרצת המודל עבור כל שטח העיר התבצעה עבור גובה של 4 ו- 45 מטרים מעל הקרקע לשעות היום Lday בלבד.

בהרצות המודל נלקחו הנתונים המפורטים בטבלה מס' 2 ומס' 3 שלהלן.

טבלה מס' 2: נתוני הרצת מודל לחיזוי רעש מכבישים לכל שטח היער

נתון	פרמטר
RLS 90 streng	תקן לרעש מכבישים
3°	Angle increment
1	Number of reflections
500m	Max search radius
30m	Grid space
4m,45m	גובה ההרצה

טבלה מס' 3: נתוני הרצת מודל לחיזוי רעש מכבישים לאזורים

נתון	פרמטר
RLS 90 streng	תקן לרעש מכבישים
2°	Angle increment
1	Number of reflections
100m	Max search radius
10m	Grid space
4m	גובה ההרצה

4.9 בדיקה וכיול המודל

4.9.1 בדיקת רעש בבית ספר תיכון חדש

בסיום בניית מפת הרעש לאזור הראשון (אזור סטטיסטי מס' 42) בוצע ניסוי על מנת לבדוק את דיוקו של המודל שנבנה (מקור 8). בניסוי הוצב מד רעש במבנה של בית הספר "תיכון חדש ת"א" (ממוקם בתוך האזור) במשך כיומיים (48 שעות), כאשר בכל יום נמדד מפלס הרעש בחזית אחרת של התיכון. ביום הראשון - בחזית המזרחית לכיוון רח' דרך נמיר, וביום השני בחזית הצפונית לכיוון רח' פנקס. בכל חזית המדידה נערכה במשך 24 שעות ונמדד בה מפלס הרעש כל 15 דקות.

בסיום הניסוי חושבו מפלסי הרעש הממוצעים ליום, ללילה ול-24 שעות. התוצאות שהתקבלו בהשוואה עם תוצאות החישוב במודל מוצגות בטבלה מס' 4 ובגרף בתרשים מס' 5 .

טבלה מס' 4: השוואת תוצאות מדידות רעש בבית ספר תיכון חדש לחישוב

חזית מזרחית (נמיר)		חזית צפונית (פינקס)		מפלס הרעש שווה הערך dB(A)
מודל	ניסוי	מודל	ניסוי	
72.3	71.4	63.9	62.8	Lday
65	65.6	56.5	57	Lnight
73.4	73.3	64.9	64.7	Ldn

תרשים מס' 5: גרף מדידות רעש מדרך נמיר שנערכו ב"תיכון חדש"



ניתן לראות שתוצאות המודל קרובות מאוד לתוצאות הניסוי.

4.9.2 בדיקות נוספות

בנוסף לבדיקה שבוצעה בבית ספר "תיכון חדש" בוצעה השוואת התוצאות לבדיקות רעש שנערכו בשנים 1993 – 2005 ע"י הרשות לאיכות הסביבה בעשרות מקומות הסמוכים לכבישים הסואנים בכל אזורי העיר. הבדיקה הנ"ל מתבצעת באופן שוטף בעקבות תלונות התושבים על רעש מכבישים וכאכיפה על פרויקטים עירוניים המלווים בשינויים בכבישים (הרכבה, סלילת אספלט שקט, בניית מחלפים וכו').

שיטת המדידה היא סטנדרטית וזהה לבדיקות שנערכו בתיכון חדש. מתוך השוואת תוצאות המדידות עם הערכים שנתקבלו במודל לא נתקבלו סטיות ניכרות בין הערכים המדודים והחזויים עבור מדד L_{day} . לכן הסטייה המרבית למפות לשעות היום להערכתנו היא נמוכה מ- 3 dB(A) וזה דיוק מקובל למטרות מפות מסוג זה.

לאור האמור בשלב זה הוחלט לא לבצע כל כיול למפות לשעות היום.

למפות עבור שעות הלילה L_{night} הפער בין מפלס המדוד והנמדד עלול להיות יותר ניכר כתוצאה מחוסר נתוני תנועה מדויקים בשעות הלילה. הסטייה עלולה להגיע עד 5 dB(A) ואף יותר בעיקר באזורי הבילוי ובדרכי הגישה לאזורים הנ"ל. לכן לגבי המפות בשעות הלילה יש צורך בבצוע סקר תנועה באזורי בילוי ובדרכי הגישה, על מנת לקבל בסיס הנתונים האמין יותר לבצוע מפת רעש לשעות הלילה המעודכנת בעתיד.

4.10 תוצרי הפרויקט למיפוי רעש מתנועת כלי רכב

במהלך העבודה הוכן סט של 90 מפות: יום, לילה וממוצע של יממה (L_{day} , L_{night} , L_{dn}) עבור 30 אזורים הסטטיסטיים. כל המפות הנ"ל הוצגו במצגת שהוכנה בתוכנת Power Point. כמו כן הוכנו מפות רעש של כל העיר בגובה של 4 מ' ו- 45 מ' בשלוש הגרסאות הנ"ל והוכנה מצגת המפרטת את השיטה ותהליך העבודה ותוצרי הפרויקט העיקריים.

דוגמאות של המפות שהוכנו מוצגות בנספחים המצורפים.

5. מיפוי רעש רכבות

5.1 השיטה

בפרויקט מיפוי רעש מרכבות נעשה שימוש בתוכנת מחשב מסוג Sound Plan גרסה 5 המתוארת בקצרה בסעיף 4.7 לעיל.
לצורך מיפוי רעש מרכבות חולקה המסילה בתחום העיר לקטעים הבאים:

- קטע לאורך ציר איילון מגבול תל אביב הצפונית עד לתחנת ארלוזורוב,
- קטע לאורך ציר איילון תחנת ארלוזורוב עד גבול תל אביב הדרומי,
- קטע לאורך כביש נתיבי איילון דרום ממחלף קיבוץ גלויות עד גבול בת ים.
- קטע מאוניברסיטה עד בני ברק.

לאחר מכן בוצעה מפה מסכמת.

כל השלבים הנ"ל בוצעו לגבהים שונים המתייחסים לגובה של קומות שונות (קומה 2, 5, 15) של הבניינים הקיימים הסמוכים, למשטר תנועת רכבות במצב המתוכנן בשנת 2010.

המפות הסופיות תצגנה רמות חשיפה לרעש רכבות ותנועה בכביש איילון וכן רמת החשיפה לרעש המצטבר משני המקורות הרעש האלה.

5.2 המודל ושלבי העבודה

בפרויקט נעשה שימוש במודל גרמני שפותח ע"י רשות הרכבות הפדראלית של גרמניה בשם Schall 03 מהדורת 1990.

המודל מחשב את מפלס הרעש הממוצע, Leq לשעות היום (6:00-22:00) ולשעות הלילה (22:00-6:00).

התקן הגרמני מוסיף בונוס של 5dB לרעש שנגרם מרכבות, זאת בהתאם למחקר שערכה רשות הרכבות הגרמנית ולפיו הרכבת גורמת למטרד זהה לכבישים אם מוסיפים למפלס הרעש שלה 5dB (לדוגמה, רעש של 60dB שנגרם מרכבת מטריד כמו רעש של 65dB שמקורו מכבישים).

מכיוון שתקינה בארץ לא מתחשבת בבונוס הנ"ל, בפרויקט הנדון גם לא נלקח בחשבון גורם זה.

חישוב מפלס הרעש בנקודה כלשהי בוצע בשני שלבים:

א. חישוב מפלס הרעש שיוצר כל קטע מסילה בנקודת ייחוס של 25m מהמסילה – החישוב נעשה על פי נתוני הרכבת (מספר הרכבות ביום, אורך הרכבת, מהירות וכו').

ב. חישוב מפלס הרעש בנקודה המבוקשת וזאת על ידי סיכום מפלסי הרעש של כל קטעי המסילה המשפיעים על הרעש בנקודת הייחוס. בנוסף נלקחו בחשבון בסעיף זה גורמי סביבה כגון: מיסוכים, בליעת קרקע, התפשטות באוויר ועוד.

פירוט אופן הביצוע של שני השלבים ע"י המודל מוצג במקור (6).

5.3 הנתונים הבסיסיים

5.3.1 נתוני תנועת הרכבות

כלל הנתונים על משטר הרכבות שנלקחו מתייחסים לשנת 2010 שאליה מתייחס החיזוי. שנה זו נבחרה מכיוון שבה מתוכננת תחילת חשמול המסילות שתביא להפעלת הקטרים החשמליים השקטים יותר מקטרים מסוג דיזל חשמליים שפועלים היום. לפיכך צפוי בשנת 2010 שיא ברעש הנובע מרכבות.

נתוני תנועת הרכבות מחולקים לארבעה קטעים:

- א. ציר איילון הראשי מגלילות ועד לתחנת ת"א ההגנה.
- ב. המשך קטע א' - מתחנת ת"א ההגנה ועד ליציאה מתחום העיר לכיוון לוד.
- ג. קטע תל ברוך/ אוניברסיטה – ב"ב.
- ד. קטע איילון דרום – מדרך קיבוץ גלילות ועד לוולפסון.

הנתונים הועברו לעיריית ת"א מרכבת ישראל והם מופיעים בטבלות 5.

טבלה מס' 5: נתוני משטר רכבות הצפויים בשנת 2010

קטע	רכבות נוסעים ביום		רכבות משא ביום	רכבות נוסעים בלילה		רכבות משא בלילה
	קרנוע	קרונות עם קטר		קרנוע	קרונות עם קטר	
א	92	258	0	13	17	*0
ב	97	271	0	14	18	*2
ג	2	63	7	0	4	13
ד	0	170	0	0	13	0

*במפה שהוכנה לשעת חרום מופנה תנועת רכבות המשא בלילה מקטע ג' לקטעים א' ו-ב'.

נתונים נוספים שנלקחו מאגף תפעול של רכבת ישראל ומאתר האינטרנט של רכבת ישראל מוצגים בטבלה מס' 6:

טבלה מס' 6: נתוני רכבות נוספים

300 מטרים	אורך רכבת נוסעים "קרנוע" ממוצעת
175 מטרים	אורך רכבת נוסעים עם קטר
450 מטרים	אורך רכבת משא ממוצעת
70 קמ"ש	מהירות נסיעה ממוצעת רכבת נוסעים
80 קמ"ש	מהירות נסיעה ממוצעת רכבת משא
100%	P% – אחוז בלימה לצירי הרכבת

בנוסף בהתאם לתוצאות כיול המודל, כמפורט בסעיף 5.6 נלקח מקדם תיקון לרעש הבסיס של כל אחת משלושת סוגי הרכבות:

טבלה מס' 7: תיקון לרעש מרבית

מקדם תיקון, dB(A)	סוג הרכבת
+0.5dB(A)	רכבת נוסעים "קרנוע"
+3dB(A)	רכבת נוסעים עם קטר
+7dB(A)	רכבת משא

5.3.2 נתוני תנועת כלי רכב בכביש איילון

נתוני התנועה לקטע האיילון מגלילות ועד ליציאה לכביש 1 נלקחו מספירות תנועה שנערכו בין התאריכים 16-20 לנובמבר 2003. ההנחה היא שנפחי התנועה בשנת 2010 יהיו דומים לנפחי התנועה הנוכחיים. נתוני ספירות התנועה לקטעים הרלוונטיים לפרויקט מוצגים בטבלאות מס' 8 ו-9.

טבלה מס' 8: נתוני ספירות תנועה בכביש איילון

קטע	כיוון צפון	כיוון דרום
קטע לכביש 1	82372	68723
ק. גלויות – לה גרדיה	137088	74407
לה גרדיה – השלום	144894	141920
השלום – ארלזרוב	140799	136514
ארלזרוב – ההלכה	113739	115983
ההלכה – רוקח	68085	112649
רוקח – קק"ל	102320	97578
קק"ל – גלילות	108182	93857

טבלה מס' 9: נתוני של אחוז כלי רכב כבדים ומהירות נסיעה לצורך החיזוי

אחוז כלי רכב כבד ליום	7%
אחוז כלי רכב כבדים לילה	3%
מהירות נסיעה ממוצעת	80 קמ"ש
גובה הכביש ביחס לפני הקרקע	4-5 מ' מתחת לפני הקרקע

5.3.3 נתונים גיאומטריים של המסילה, הכבישים ומחסומי רעש

הנתונים הגיאומטריים של המסילה, הכבישים מחסומי הרעש נלקחו על פי התוכניות ומקובצי AutoCad שנתקבלו מאגף תכנון בניין העיר בעירייה ומחב' נתיבי איילון.

נלקחו בחשבון מחסומי הרעש הבאים:

- א. סוללה מרמת השרון ועד שדרות רוקח בכיוון דרום ובכיוון הצפון עד למעוז אביב בגובה 3-4 מ' מעל פני הקרקע.
- ב. קירות אקוסטיים בקטע בין שדרות רוקח להלכה. קיר אחד צמוד למסילת הרכבת והשני צמוד לכביש – הקירות בגובה 3 מ'.
- ג. קיר אקוסטי בקטע מקיבוץ גלויות ועד לה- גוורדיה בכיוון צפון – בגובה 3 מ'.
- ד. בציר אילון דרום מחסומים בגובה 3.5 - 5 מ' מצידי הכביש ומחסום הנוסף בצמוד לרכבת בגובה 4 מ' מדרך בן צבי דרומה.

5.3.4 הבניינים והטופוגרפיה

נתוני הבניינים והטופוגרפיה נלקחו מקובצי AutoCad שנתקבלו מאגף תכנון בניין העיר בעירייה. בפרויקט נלקחו בחשבון כל המבנים שנמצאים במרחק של עד 500 מטרים מציר מסילת הרכבת. הבניינים בשתי השורות הסמוכות למסילה החשופות ביותר לרעש נלקחו במדויק (כגון גובה הבניין, גובה קרקע ומספר הקומות). שאר הבניינים נלקחו עם נתונים סטנדרטיים : כבני 4 קומות ובגובה 15 מטרים מעל פני הקרקע בדומה לפרויקט של רעש מתנועת כלי רכב.

5.4 בניית המודל ב- Sound Plan

לאחר שרטוט קווי המסילות הרכבת הוגדרו נתונים של המודל הכוללים סוג המסילה, רדיוס, סוג כמות ואורך הרכבת, תוספות הרעש מבעבר הרכבת על הגשר ובהצטלבות מסילות וכו' כמתואר במקור (6).

5.5 הרצות המודל

הרצת המודל התבצעה עבור גבהים של 5m, 15m, 45m מעל הקרקע ובחמש תצורות שונות:

- א. מפלס הרעש הממוצע לשעות היום Lday מתנועת רכבות.
- ב. מפלס הרעש הממוצע לשעות הלילה Lnight מתנועת רכבות.
- ג. מפלס הרעש הממוצע לשעות הלילה Lnight עבור מצב חירום בו תנועת הרכבות מקטע ג' שתואר מופנת לקטעים א' ו-ב'.
- ד. מפלס הרעש הממוצע לשעות היום, Lday מתנועת רכבות וכלי רכב בציר איילון.

ה. מפלס הרעש הממוצע לשעות הלילה, Lnight מתנועת רכבות וכלי רכב בציר אילון.

בהרצות המודל נלקחו נתונים המוצגים בטבלה מס' 10.

טבלה מס' 10: נתוני ההרצה למודל לרעש מרכבות ורעש מצטבר מכביש ורכבות

קריטריון	פרמטר שנלקח
תקן לכבישים	RLS 90 streng
תקן לרכבות	Schall 03 streng
Angle increment	1°
Number of reflections	1
Max search radius	500m
Grid space	20m
גובה ההרצה	5m,15m,45m

5.6 כיוול המודל לחיזוי רעש רכבות

לצורך כיוול המודל לחיזוי רעש רכבות בוצעה השוואת תוצאות החישוב במודל Schall 03 עם תוצאות החישוב באותם המצבים על פי שיטה המפורטת במסמך HMMH (Transit Noise and Vibration Impact Assessment), US Federal Transit Transportation, 1995 ע"י חב' Harris Miller Miller & Hanson Inc. USA, המקובלת ע"י המשרד לאיכות הסביבה ואשר יותר תואמת לסוגי ברכבות הפועלות בארץ:

הוברר כי קיים פער של כ- 4 – 5 dB(A) בין התוצאות בהתאם למצב, כאשר מפלסי הרעש הגבוהים יותר נתקבלו במודל על פי HMMH הנ"ל. הסיבה העיקרית היא הבדל בנתוני הרעש לרכבות בעיקר לקטרים הדיזל חשמליים שנכנסו למודלים הנ"ל.

לצורך התאמה של תוצאות החישוב בשני המודלים נעשה תיקון לתוצאות החישוב כמפורט בטבלה מס' 8 בסעיף מס' 5.3.1.

5.7 תוצרי הפרויקט למיפוי רעש רכבות

במהלך הפרויקט הוכנו סט המפות ומצגת עבור 15 מפות של חשיפה לרעש מרכבות בכל תחום העיר בהתאם למצבים השונים בתוכנת Power Point.

חלק מהמפות הנ"ל וכן מפות רעש מכבישים של כל שטח העיר הוצגו באתר העירוני באינטרנט.

דוגמאות של המפות שהוכנו מוצגות בנספחים מס' 1 – 6 המצורפים.

6. סיכום וכיווני המשך העבודה

בדוח זה פורטו המטרות, השיטה ותוצרים של שלב א' ושלב ב' של הפרויקט למיפוי רעש תחבורה בתל אביב – יפו:
 שלב א' – מיפוי רעש מכבישים במצב קיים שנעשה בשנת 2003,
 שלב ב' – מיפוי רעש מרכבות במצב החיזוי בשנת 2010 שבוצע בשנת 2004-5.

בשלב הבא של הפרויקט מתוכנן בצוע מיפוי למצב העתידי של מערכת תחבורה (לרבות צירי, נפחי ומהירויות התנועה), הצפוי לאחר הקמת רכבת קלה "קו אדום" ומצב הבינוי החזוי בשנות 2015 - 2020.

המיפוי יתייחס למפלסי רעש ממוצעים בשעות היום ובלילה לשתי שורות הבניינים הסמוכים לקטעי הרחובות בהן קיימת תנועת כלי הרכב מעל 2000 כ"ר במשך היממה ו/או מתוכננת תנועת רכבות ולכל המגדלים בתחום העיר בגובה מעל 20 קומות.

יבוצע מיפוי של כל שטח העיר בו זמנית באמצעות מודל ממוחשב מסוג Sound Plan 6 (גרסה המעודכנת ביותר) בגובה של קומות האופייניות (כדוגמה קומות 2, 5, 10, 20, 30, 40).

בסיס הנתונים העיקריים הנדרשים לבצוע העבודה יסופק ע"י האגפים הרלוונטיים בעיריית ת"א – יפו ויכלול מידע לגבי נפחי והתפלגות התנועה, תוכניות הבינוי והכבישים.

כמו כן מתוכנן בצוע מיפוי רעש מכבישים במצב קיים בשעות הלילה המבוסס על סקר תנועה מעודכן תוך דגש על כבישים באזורי הבילוי ודרכי הגישה לעיר.

רשימת מקורות ספרות

1. בחינת המשמעויות הכלכליות בישום רמות תקן שונות לרעש מכבישים – דוח סופי של הצוות הכלכלי מאוגוסט 1998. הוכן ע"י עמוס לביא – יועץ כלכלי והשקעות בע"מ.
2. קריטריונים לרעש מדרכים – דוח של הוועדה הבין משרדית לקביעת תקני רעש מכבישים מפברואר 1999.
3. פרופיל העיר – תכנית אסטרטגית לתל אביב – יפו. אוקטובר 2002.
4. Directive of the European Parliament and of the Council relating to the assessment and management of environmental noise – Brussels, 8 April 2002.
5. מפת רעש של ירושלים - דוח של ד"ר אשר אלפר מרכז מניעת רעש, המשרד לאיכות הסביבה מחוז ירושלים.
6. Sound Plan Wins User's Manual – 22 May 2001
7. Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure – version 1, 5 December 2003
8. מיפוי רעש מכבישים בשכונות מגורים בת"א – פרויקט גמר של אידו עינת סטודנט פקולטה להנדסה מכאנית באוניברסיטת תל אביב. נובמבר 2002.

נספחים

דוגמאות למפות הרעש

נספח – 1

**מפת חשיפה לרעש מתנועת כלי רכב
ברחובות וכבישים בת"א – יפו
בשעות היום בין 06:00-22:00**

עיריית תל-אביב-יפו
הרשות לאיכות הסביבה

המשרד לאיכות הסביבה
وزارة جودة البيئة
Ministry of the Environment
שלום עם הסביבה

מפלס רעש שווה
ערך לשעות היום
Lday, dB(A)

<= 55	≤ 55
55 < 60	≤ 60
60 < 65	≤ 65
65 < 70	≤ 70
70 < 75	≤ 75
75 <	≤ 75

הערות:

- המפה נעשתה באמצעות מודל SoundPlan
- המפה נכונה לשנת 2003
- המפה כוללת השפעת החזרות מהבתים
- המפה כוללת קטעי כבישים ראשיים עם יותר מ-2000 כלי רכב ליממה
- המפה מתייחסת ל-2 שורות הבתים הראשונות שסמוכות לכביש
- דיוק המפה הוא כ- $\pm 3\text{dB(A)}$
- המפה מתייחסת לגובה של 4 מטרים מעל פני הקרקע
- המפה אינה מתייחסת למחסומים אקוסטיים (קירות, סוללות)

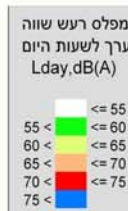
המפה הוכנה ע"י הרשות לאיכות הסביבה בעיריית תל אביב יפו במימון המשרד לאיכות הסביבה

נספח – 2

**מפת חשיפה לרעש מתנועת כלי רכב
ברחובות וכבישים בת"א – יפו
בשעות היום בין 06:00-22:00
בגובה 45 מטר**

עיריית תל-אביב-יפו
הרשות לאיכות הסביבה

המשרד לאיכות הסביבה
وزارة جودة البيئة
Ministry of the Environment
שלום עם הסביבה



הערות:

- המפה נעשתה באמצעות מודל SoundPlan
- המפה נכונה לשנת 2003
- המפה כוללת השפעת החזרות מהבתים
- המפה כוללת קטעי כבישים ראשיים עם יותר מ-2000 כלי רכב ליממה
- המפה מתייחסת ל-2 שורות הבתים הראשונות שמוכנות לכביש
- דיוק המפה הוא כ- $\pm 3\text{dB(A)}$
- המפה מתייחסת לגובה של 45 מטרים מעל פני הקרקע
- המפה אינה מתייחסת למחסומים אקוסטיים (קירות, סוללות)

המפה הוכנה ע"י הרשות לאיכות הסביבה בעיריית תל אביב יפו במימון המשרד לאיכות הסביבה

נספח – 3

נספח – 4

מפת רעש מכישים ורחובות בתל"א-יפו

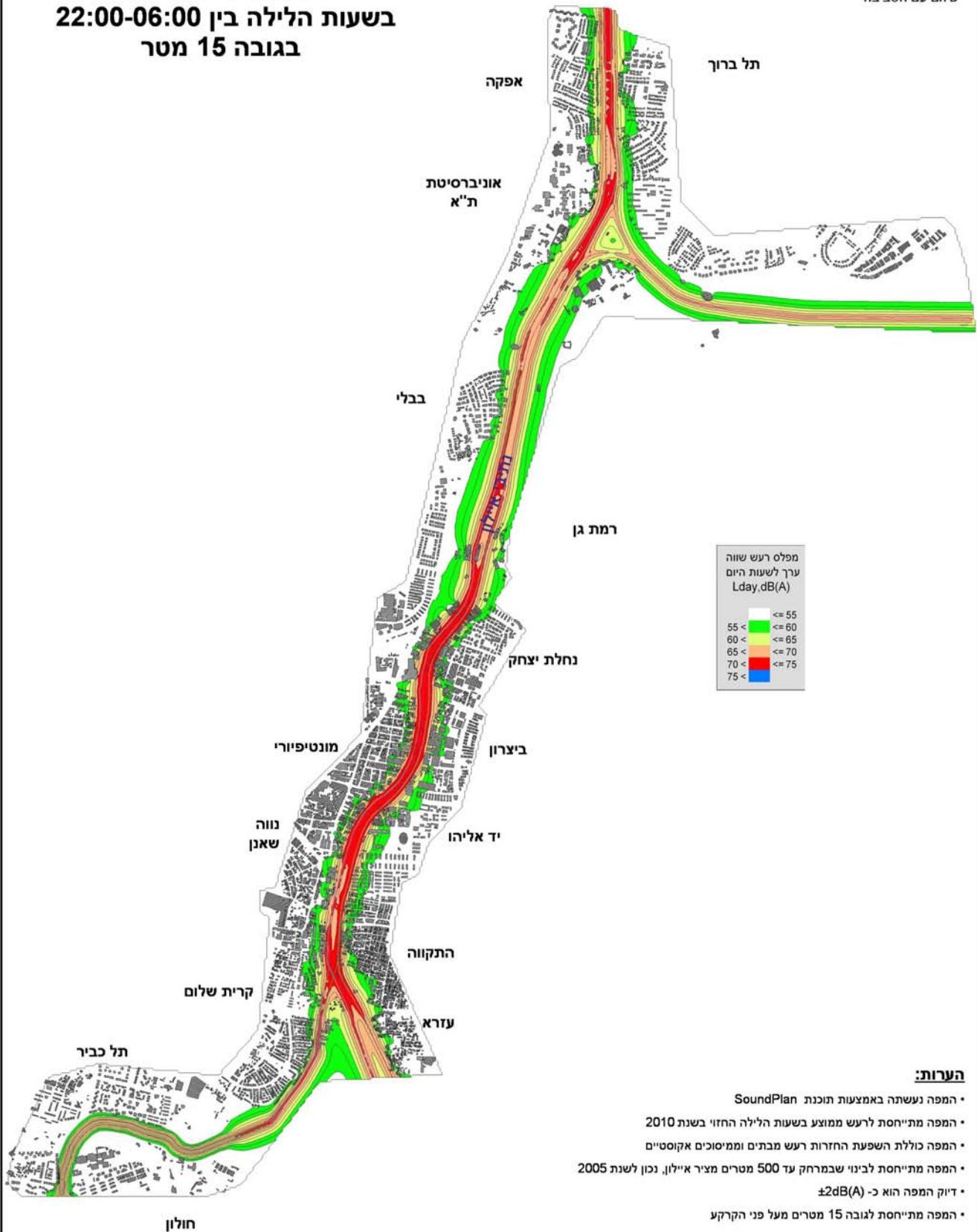


נספח – 5

מפת חשיפה לרעש מצטבר
מתנועת רכבות וכלי רכב בציר איילון
בתחום ת"א-יפו
בשעות הלילה בין 22:00-06:00
בגובה 15 מטר

עיריית תל-אביב-יפו
 הרשות לאיכות הסביבה

המשרד לאיכות הסביבה
 وزارة جودة البيئة
 Ministry of the Environment
 שלום עם הסביבה



הערות:

- המפה נעשתה באמצעות תוכנת SoundPlan
- המפה מתייחסת לרעש ממוצע בשעות הלילה החזוי בשנת 2010
- המפה כוללת השפעת החזרות רעש מבתיים וממיסוכים אקוסטיים
- המפה מתייחסת לבינוי שבמרחק עד 500 מטרים מציר איילון, נכון לשנת 2005
- דיוק המפה הוא כ- $\pm 2\text{dB(A)}$
- המפה מתייחסת לגובה 15 מטרים מעל פני הקרקע

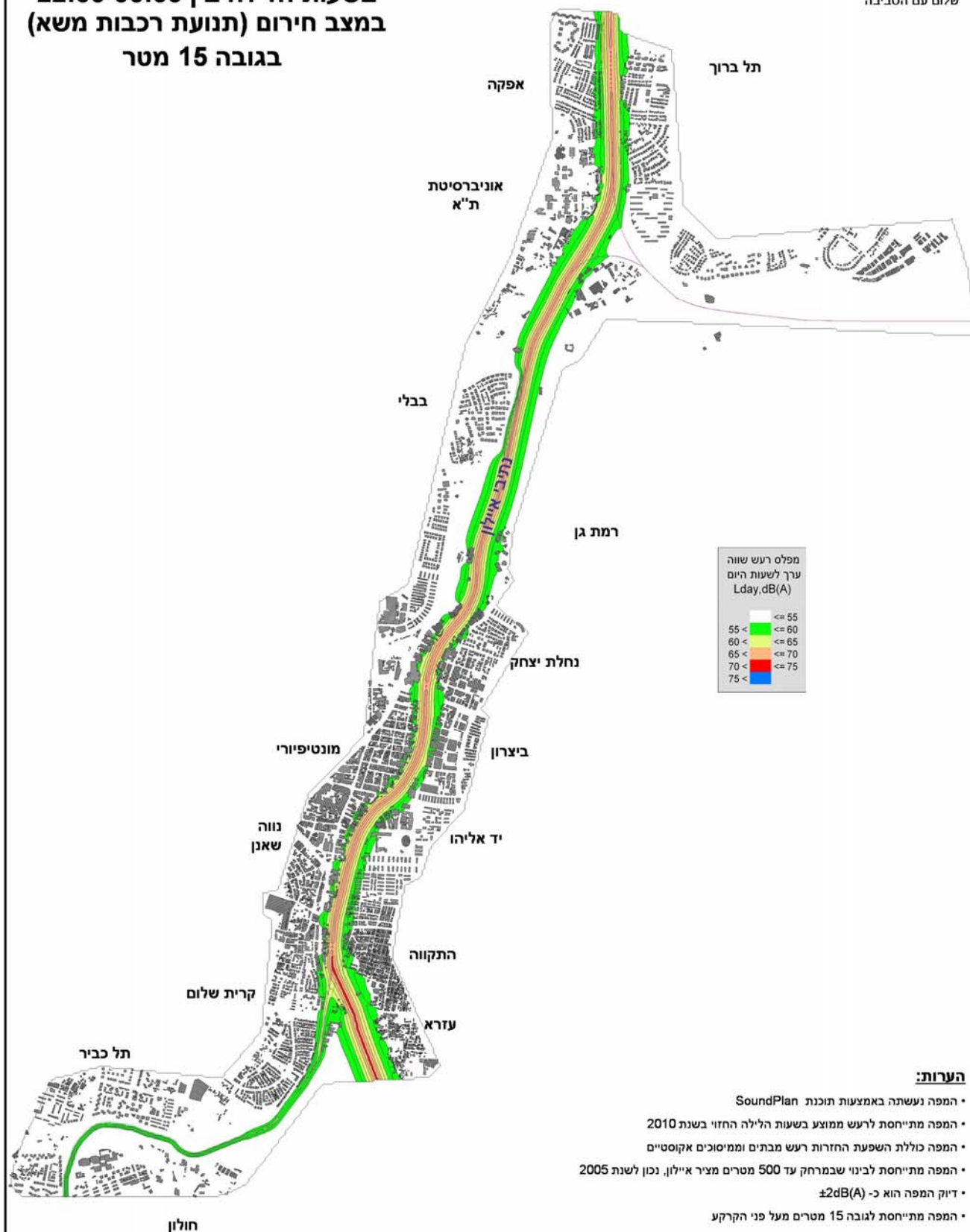
המפה הוכנה ע"י הרשות לאיכות הסביבה בעיריית תל אביב יפו במימון המשרד לאיכות הסביבה בשנת 2005

נספח – 6

מפת חשיפה לרעש
מתנועת רכבות בתחום ת"א- יפו
בשעות הלילה בין 22:00-06:00
במצב חירום (תנועת רכבות משא)
בגובה 15 מטר

עיריית תל-אביב-יפו
 הרשות לאיכות הסביבה

המשרד לאיכות הסביבה
 وزارة جودة البيئة
 Ministry of the Environment
 שלום עם הסביבה



הערות:

- המפה נעשתה באמצעות תוכנת SoundPlan
- המפה מתייחסת לרעש ממוצע בשעות הלילה החזוי בשנת 2010
- המפה כוללת השפעת החזרות רעש מבתיים וממיסוכים אקוסטיים
- המפה מתייחסת לבינוי שבמרחק עד 500 מטרים מציר איילון, נכון לשנת 2005
- דיוק המפה הוא כ- $\pm 2dB(A)$
- המפה מתייחסת לגובה 15 מטרים מעל פני הקרקע

המפה הוכנה ע"י הרשות לאיכות הסביבה בעיריית תל אביב יפו במימון המשרד לאיכות הסביבה בשנת 2005