



מתודולוגיה לתכנון אקוסטי של כבישים



מאי 2011

תוכן העניינים

2	תוכן העניינים
5	1.0 שלב תכנון ראשוני
5	חומר רקע לתכנון
5	איפיון מצב קיים
5	קביעת קריטריונים
5	חישוב רעש
6	מיגון אקוסטי
6	ניתוח חלופות
6	דו"ח מסכם
7	2.0 שלב תכנון מוקדם
7	חומר רקע לתכנון
7	קביעת קולטי הרעש
8	מדידות רעש מצב קיים
10	בחינת חלופות "מיקרו" נוספות
10	קביעת קריטריונים למפלס רעש מותר
13	חישוב מפלס רעש קיים עבור דרך קיימת
13	מודל/תוכנה לחיזוי רעש והזנת נתונים
17	הרצת המודל למצב ללא מיגון אקוסטי
17	קביעת חלופות למיגון אקוסטי
19	אספלט שקט
20	מיגון דירתי

20	דו"ח מסכם/הכנת נספח מיגון אקוסטי לתוכנית הדרך
21	3.0 שלב תכנון מפורט
21	חומר רקע לתכנון
21	קביעת קולטי הרעש
21	מדידות רעש קיים
21	בדיקת רעש מעודכנות
22	הרצת המודל למצב ללא מיגון אקוסטי
22	תכנון מפורט של המיגון
22	רעש/רעידות בשלב ההקמה
23	הכנת נספח ביצוע אקוסטי
24	4.0 מיגון אקוסטי דירתי
24	כללי
24	חומר רקע לתכנון
24	חישוב רעש
24	סוג המיגון הדירתי
25	דו"ח מסכם
26	טבלאות
30	נספח מס' 1
31	שלב תכנון ראשוני
31	שלב תכנון מוקדם
32	שלב תכנון מפורט
32	מיגון דירתי
34	נספח מס' 2
35	שלב תכנון ראשוני
35	שלב תכנון מוקדם/הכנת נספח אקוסטי לתוכנית הסטטוטורית
36	שלב תכנון מפורט
37	מיגון דירתי

הקדמה

מסמך זה הוכן כיוזמה משותפת של החברה הלאומית לדרכים בע"מ, המשרד להגנת הסביבה והוועדה לתשתיות לאומיות במטרה לפרט, להבהיר ולעדכן את ההנחיות המפורטות במסמך "קריטריונים לרעש מדרכים" שהוכן ע"י הוועדה הבינמשרדית לקביעת תקני רעש מכבישים, מפברואר 1999.

המסמך מתבסס על הניסיון הרב שנצבר במשך כ- 11 שנה, מאז הוצאת המסמך של הוועדה הבינמשרדית.

המסמך מפרט את הקריטריונים לרעש שיחולו על כבישים בינעירוניים ואת השיטות למדידות רעש מכבישים, לחיזוי רעש תחבורה (למעט רכבות) ולתכנון האמצעים להפחתתו, בהתאם לשלבי התכנון (תכנון ראשוני, תכנון מוקדם, תכנון מפורט). בנוסף, המסמך מביא הנחיות לתכנון מיגון אקוסטי דירתי לשלב התכנון המוקדם והמפורט.

מסמך המתודולוגיה מלווה בנספחים המפרטים את חומר הרקע הנדרש לביצוע העבודה ואת הדו"חות שיש להגיש כדי לסכם את ממצאי הבדיקות.

המסמך שלפניכם מסכם הליך ממושך ומאומץ של דיונים בהם נטלו חלק נציגי המשרד להגנת הסביבה במשרד הראשי ובמחוזות, היועצים הסביבתיים של וועדת התשתיות הלאומיות ויועצים אקוסטיים העוסקים בתכנון רעש מכבישים וגורמים נוספים שהעירו הערות ותרמו מניסיונם. תודתנו נתונה לכולם.

תקוותנו כי המסמך יתרום תרומה משמעותית לקידום התכנון והטיפול בבעיות רעש תחבורה.

מתודולוגיה לתכנון אקוסטי של כבישים

בחינה של החלופות התכנוניות ותכנון ראשוני של החלופה המועדפת	1.0 שלב תכנון ראשוני
מטרות עיקריות בחינה של החלופות התכנוניות של הכביש מההיבט של מניעת רעש, אפיון אקוסטי של הפרוייקט וסביבתו, הערכה ראשונית של האזורים שבהם יידרש מיגון אקוסטי והיקפו החזוי.	
ראה נספח מס' 1	1.1 חומר רקע לתכנון
יבוצעו מדידות רעש מדגמיות במספר מצומצם של נקודות תוך תאור מקורות הרעש. ניתן לבצע את המדידות בכל שעה ביום אך כאשר רעש הקיים מקורו בכבישים קיימים יש להתייחס למצב בשעת השיא על פי ספירות תנועה קיימות (כגון ספירות הלמ"ס). כל מדידה – 10 דקות לפחות.	1.2 איפיון מצב קיים
תיערך בדיקה האם קיימים מחסומים אקוסטיים (קירות, קווי דיקור וכו'), ובמידת האפשר – האם במבנים קיימים בוצע מיגון דירת.	
בשלב התכנון הראשוני ולצורך בחינת חלופות, יש להתייחס לקריטריון של 64 dBA למבני מגורים ו- 59 dBA למבני ציבור רגישים לרעש (כפי שמוגדרים בסעיף 2.5.2 בהמשך), אלא-אם-כן נדרש ניתוח אחר ע"י מוסד התכנון.	1.3 קביעת קריטריונים
לכל חלופה, יבוצע חישוב ראשוני של תחום ההשפעה של הכביש למבני מגורים (64 dBA) ולמבני ציבור רגישים לרעש (59 dBA). החישוב יתבסס על נתוני תנועה (נפחים ברמת שרות C לשני הכיוונים, התפלגות, מהירות) למסלולים ראשיים בלבד (ללא רמפות וכו').	1.4 חישוב רעש

היועץ יפעיל את שיקול דעתו המקצועית כדי לשקלל את תחום ההשפעה על פי אלמנטים המשפיעים על התפשטות הרעש מהכביש (טופוגרפיה, שורות בתים, עיקולים בכביש וכו').

חישובי הרעש יבוצעו על-ידי שימוש במודל FHWA.

על בסיס החישוב, תינתן הערכה עבור כל חלופה, של מספר יחידות דיור, מספר מבני ציבור רגישים לרעש, העלולים להיות חשופים לרעש מעל הקריטריונים לעיל.

יש להציג את תחום השפעת הרעש ע"י קווים "שווי ערך" מהכביש.

1.5 מיגון אקוסטי לכל חלופה, הערכה ראשונית של אורך המיגון האקוסטי הנדרש ושטחו, ובנוסף מספר יחידות דיור למיגון דירתי.

1.6 ניתוח חלופות על בסיס מספר יחידות הדיור/מבני ציבור החשופים לרעש שמפלסו עולה מעל הקריטריון והיקף המיגון האקוסטי הנדרש לכל חלופה, יערך דירוג החלופות מבחינה אקוסטית.

1.7 דו"ח מסכם ראה נספח מס' 2

2.0 שלב
תכנון
מוקדם

הליך אישור סטטוטורי ותכנון
מוקדם לחלופה הנבחרת

מטרות עיקריות	אפיון אקוסטי של החלופה הנבחרת וסביבתה, תכנון מוקדם של חלופות למיגון אקוסטי בקנ"מ 1:2,500, הכנת פרק הרעש בתסקיר, הכנת תשריט ונספח אקוסטי סטטוטורי.
2.1 חומר רקע לתכנון	ראה נספח מס' 1
2.2 קביעת קולטי הרעש	על בסיס תשריט שימושי ויעודי הקרקע, קביעת קולטי הרעש לצורך חיזוי הרעש לשלב התכנון המוקדם. שיטת קידוד הקולטים במודל FHWA תהיה כמפורט להלן בסעיף 2.7.6. קולטי הרעש יאפיינו את כל המבנים הקיימים בסביבת הכביש ואת כל התוכניות המאושרות שטרם מומשו בסביבת הכביש. הקולטים יחולקו לשני סוגים: א. קולטים המאפיינים מבנים קיימים שהוקמו על פי ייעודם ו/או קולטים המאפיינים תוכניות מאושרות שבהן ניתן לקבוע את מיקום וגובה המבנה שיוקם (על פי היתר בנייה או נספח בנוי בתכנית מפורטת). לקולטים אלה ייבדקו מפלסי הרעש החזויים כתוצאה מהתכנית המוצעת ובמידה ויימצאו חריגות מהקריטריונים, יתוכננו המיגונים האקוסטיים הנדרשים על מנת לעמוד בקריטריונים. ב. קולטים המאפיינים תוכניות מאושרות שטרם מומשו, בהן לא ניתן לקבוע מיקום וגובה מדויקים של המבנה שיוקם ו/או קולטים המאפיינים מבנים קיימים שלא הוקמו על פי היעוד. לקולטי רעש אלו ייבדקו מפלסי הרעש החזויים כתוצאה מהתכנית המוצעת אך במידה ויימצאו חריגות מהקריטריונים לא יבוצע תכנון של מיגונים אקוסטיים אלא תבוצע בדיקה של היתכנות למיקום המיגון במסגרת רצועת הדרך על בסיס חתכי רוחב. במידה ולא, האם יש צורך במיגון דירתי או באמצעי מיגון אחר.

כאשר התכנון המוקדם נעשה במסגרת תסקיר/הליך סטטוטורי, יש לתאם את מיקום הקולטים עם המשרד להגנת הסביבה ו/או היועץ הסביבתי של מוסד התכנון.

מיקום הקולטים וסימונם כמפורט לעיל ייעשה על גבי מפה פוטוגאומטרית / צילום אורתופוטו בקנ"מ כמצויין בנספח מס' 1.

פרטים על קידוד הקולטים ב- TNM ראה בסעיף 2.7.6.

2.3 מדידות רעש מצב קיים

מטרת המדידות היא לאפיין ולתעד את מצב הרעש הקיים בעת עריכת המדידה, טרם אישור התוכנית. יודגש כי מדידות הרעש לא ישמשו לקביעת קריטריונים או לחישוב ו/או תכנון המיגונים האקוסטיים הדרושים.

המדידות יבוצעו כמפורט להלן.

2.3.1 מיקום ביצוע מדידות

נקודות המדידה ייקבעו כדי לאפיין את כל קולטי הרעש שעבורם יבוצע חיזוי רעש למצב העתידי.

המדידות יבוצעו בנקודת מדידה המאפיינת את חשיפת הרעש במרחק של 1 מ' מחזית הבניין הקרובה ביותר לכביש, בגובה 1.5 מ' מעל מפלס הקרקע, אלא-אם-כן תהיה דרישה ספציפית מהרפרנט/בודק לבצע מדידה נוספת במפלס אחר. במידת הצורך ייערכו המדידות בתאום עם בעלי הבתים.

2.3.2 שיטת ביצוע מדידות הרעש

מפלסי הרעש יימדדו ביחידות Leq.

משך כל מדידה יהיה 15 דקות לפחות.

המדידות יבוצעו באמצעות מכשור העומד בדרישות תקן IEC 651 דרג 1 לפחות.

אין לבצע מדידה כאשר מהירות הרוח עולה על 20 קמ"ש, או כאשר יורד גשם.

מערכת המכשור תכיל לפני תחילת המדידה ובסופה. סטייה של יותר מ-1 dBA בין שני הכיולים תחייב מדידה חוזרת.

מדידות הרעש הקיים יכללו את כל מקורות הרעש שהינם חלק מהאקלים האקוסטי הכללי של האזור. לאחר ביצוע המדידות, ינוקו תרומות רעש ממקורות אקראיים כגון נביחות כלבים, סירנות, מטוסים, רכבות, קולות

2.3.3 תאום פרטי מדידות הרעש מיקום נקודות המדידה ושיטת המדידה יתואם מראש עם המשרד להגנת הסביבה ו/או היועץ הסביבתי של מוסד התכנון ו/או הרפרנט המקצועי. הודעה על מועד ביצוע המדידות תימסר לרפרנט/בודק בעוד מועד.

2.3.4 תיקון לשדה התפשטות חופשי במידה והמדידה מבוצעת בסמוך לחזית הבניין הפונה לכביש, עד 1 מ' מהחזית, יופחתו 2 dBA ממפלס הרעש הנמדד כדי להביא בחשבון את הגברת מפלס הרעש הנמדד כתוצאה מהחזרות רעש מחזית הבניין.

2.3.5 מדידת רעש מדרך קיימת במשך כל המדידה מדרך קיימת, יימדדו מפלסי הרעש באופן רצוף בנקודות ייחוס שתמוקם קרוב ככל האפשר לדרך (כדי שהרעש הנמדד בנקודה זו ישקף את רעש הכביש בלבד, ללא הסתרות). בנקודת הייחוס, מפלסי הרעש ייאגרו בזיכרון המכשיר כל 5 שניות לפחות. המדידה בנקודת הייחוס תימשך 3 שעות לפחות, ותכלול את שעת השיא (תנועה).

כאשר אזור המדידות כולל יותר מדרך אחת או כאשר נפחי התנועה משתנים משמעותית לאורך הכביש ($\pm 10\%$ על פי ספירות תנועה קיימות), יש צורך לקבוע נקודת ייחוס נפרדת לכל קטע הכביש.

תוצאות מדידות הרעש שתערכנה בנקודת המדידה הסמוכות למבנים בסביבה, תשוקללנה בהתאם למפלס הרעש הנמדד באותו זמן בנקודת הייחוס הרלוונטית ומפלס הרעש הנמדד בשעת השיא (רעש) בנקודת הייחוס. אופן השקלול: בהתאם לנוסחה הבאה:

$$\Delta Leq(i, max) = Leq(i, Ti) + [Leq(ref, max) - Leq(ref, Ti)]$$

כאשר:

$\Delta Leq(i, max)$ – מפלס רעש משוקלל בשעת שיא בנקודת מדידה i.

$Leq(i, Ti)$ – מפלס רעש מדוד בנקודת מדידה i, בזמן Ti .

$Leq(ref, max)$ – מפלס רעש מדוד בשעת שיא בנקודת הייחוס.

$Leq(ref, Ti)$ – מפלס רעש מדוד בנקודת הייחוס בזמן Ti .

2.3.6 מדידת רעש בתוואי דרך שאינה קיימת יבוצעו בהתאם לסעיפים מדידות רעש בתוואי דרך

כאשר מקור הרעש הקיים העיקרי אינו כביש, ולפיכך לא ידוע על שעת שיא הרעש, ניתן לבצע את המדידות בכל שעה בין השעות 06:00 ל-22:00, אך שעת המדידות תיקבע כדי לאפיין את הרעש המירבי במקום (על פי שיקול דעת המודד).

2.3.7 תיעוד מדידות הרעש מפלסי הרעש יירשמו כל 5 שניות לפחות במהלך המדידות תוך ציון מקורות הרעש הלא אופייניים לאזור (מקורות אקראיים, מקורות חולפים כגון נביחות כלבים, סירנות, מטוסים, רכבות, קולות דיבור וכו').

ככל האפשר, יצולם המבט מנקודת המדידה לכיוון הכביש ונקודת המדידה מכיוון הכביש. (תרשים מס' 1 א' ו-1 ב': דוגמא של צילום מהקולט לכיוון הכביש ומהכביש לכיוון הקולט).

יצורף תרשים סביבה/תצ"א של הדרך והסביבה במצב הקיים ועליו סימון נקודות המדידה ונקודות ייחוס. (ראה תרשים מס' 2: דוגמא של תאור נקודות מדידה ונקודות ייחוס).

תוצאות המדידות יוצגו בטבלה (או טבלאות) הכוללת סימון נקודת המדידה (שתצוין גם בתרשים בקנ"מ 1:2,500 לפחות), תאור נקודת המדידה, שעת ביצוע המדידה, מפלס הרעש הנמדד (ב-Leq), מקורות הרעש שנשמעו בעת המדידה, מפלס הרעש הנמדד באותו זמן בנקודת הייחוס, מפלס רעש שנמדד בנקודת ייחוס בשעת השיא, מפלס רעש משוקלל בשעת השיא. (ראה טבלה מס' 1: דוגמא של תוצאות מדידות רעש וטבלה מס' 2: דוגמא של חישוב מפלסי רעש קיימים משוקללים לשעת השיא על פי נקודת הייחוס).

יוצג תרשים המראה את מפלסי הרעש שנמדדו בנקודת ייחוס כל 5 דקות ומפלס הרעש שעת הריץ בנקודת הייחוס. (תרשים מס' 3: דוגמא של תוצאות מדידה בנקודת ייחוס).

2.4 בחינת חלופות "מיקרו" נוספות ייתכן ובמהלך התכנון וכתוצאה מהתכנון הראשוני, יעלו חלופות נוספות. חלופות אלו ייבחנו באותה שיטה, המתוארת בסעיף 1.4 לעיל.

2.5 קביעת קריטריונים למפלס רעש מותר קביעת קריטריון לתכנון מיגונים אקוסטיים תהיה לכל מבנה רגיש לרעש בהתאם לפרמטרים הבאים:

- סוג הכביש (כפי שמוגדר בהמשך)

- שימוש וייעוד המבנה (מגורים/ציבורי רגיש לרעש)
- מפלס רעש קיים מחושב (ראה סעיף 2.6 להלן).

2.5.1	הגדרת סוג הדרך	דרך חדשה - דרך שאינה קיימת ואינה מאושרת בתוכנית מפורטת תקפה או בתוכנית מתאר תקפה הכוללת הוראות של תוכנית מפורטת. דרך קיימת - דרך הכלולה בתוכנית תקפה הכוללת הוראות ברמה של תוכנית מפורטת או בהתאם להוראות סעיף 277 ז' לחוק התכנון והבנייה. לצורך קביעת הקריטריונים, מוגדרים שלושה סוגים של דרך קיימת: א. דרך סלולה בפועל בה מתוכנן שינוי פיזי הדורש אישור סטטוטורי. ב. דרך סלולה בפועל בה מתוכנן שינוי פיזי שאינו דורש הליך סטטוטורי לצורך אישור השינוי. ג. דרך מאושרת שאינה סלולה בפועל
-------	----------------	--

2.5.2	הגדרת סוגי המבנים הרגישים לרעש	הקריטריונים חלים על מבנים רגישים לרעש המוגדרים כמבנה א' ו/או מבנה ב' כפי שמפורט להלן. מבנים שאינם נכללים בהגדרות אלה אינם זכאים למיגון אקוסטי והקריטריונים אינם חלים עליהם. מבנה א' - מבנה ציבור המשמש כבית חולים, בית הבראה, בית אבות עם מחלקה סעודית, מוסד חינוך. מבני ציבור אחרים לא ייחשבו כרגישים לרעש. מבנה ב' - מבנה או יחידת דיור שהוקמה כחוק, המשמש למגורים באזור המותר למגורים על פי תכנית מפורטת תקפה. למען הסר ספק, הקריטריונים לא יחולו על חלקי מבנים שאינם משמשים לשימוש רגיש לרעש (כגון מסחר, משרדים, מחסנים וכו'). הקריטריונים אינם חלים על מבנה המוגדר כמבנה א' או ב' כמפורט לעיל, במקרים שלהלן: א. מיקומו של המבנה אינו תואם את יעוד השטח על פי תוכנית תקפה (כגון מבנה מגורים המוקם על מגרש שייעודו חקלאי).
-------	--------------------------------	---

- **סעיף 277 ז' לחוק התכנון והבנייה:** "התווייתה, סלילתה או סגירתה של דרך שפקודת הדרכים ומסילת הברזל נהגנה ופיתוח 1943 הוחלה עליה לפני תחילתו של חוק זה, מכוח צו לפי סעיף 3 לאותה פקודה לא יהיו טענות היתר על אף האמור בחוק זה, הוראות צו כאמור שאושרו על ידי שר הפנים ושר העבודה יראו אותן כתכנית מתאר מחוזית שאושרה על פי פרק ג'."

ב. מבנה קיים אשר נבנה שלא על פי תוכנית מאושרת כחוק. ג. מבנה מתוכנן שטרם ניתן לו היתר בניה כחוק או שמיקומו וגובהו אינם מסומנים בתכנית מפורטת (תב"ע) או בנספח בינוי לתוכנית מפורטת.	
שמורות טבע וגנים לאומיים מוגדרים כגנים לאומיים או שמורות טבע הפתוחים לציבור, מוכרזים או בתהליך הכרזה על פי חוק גנים לאומיים, שמורות טבע, אתרים לאומיים ואתרי הנצחה, התשנ"ח-1998.	2.5.3 שמורת טבע וגנים לאומיים
הקריטריון לשמורת טבע או לגנים לאומיים יהיה שווה לקריטריון לרעש מירבי המותר מדרכים חדשות, עבור מבנה ב'. הקריטריון יחול במרחק של 100 מ' או יותר מהדרך, בשטח המתוכנן לשהיית קהל.	
דרך חדשה ודרך קיימת בה מתוכנן שינוי פיזי במסגרת הליך סטטוטורי תתוכנן לפי קריטריון רעש של $Leq = 64 \text{ dBA}$ למבנים המוגדרים כמבנה ב' ו- $Leq = 59 \text{ dBA}$ למבנים המוגדרים כמבנה א' בכפוף לסייגים שלהלן: • במידה ומפלס הרעש הקיים המחושב נמוך מ- 70 dBA, הקריטריון יהיה 64 dBA. • במידה ומפלס הרעש הקיים המחושב 70 dBA ומעלה, הקריטריון יהיה 67 dBA.	2.5.4 קריטריונים לרעש מדרך חדשה ומדרך קיימת העוברת שינוי סטטוטורי
הגדרה: במידה ולאחר סך כל השינויים המתוכננים בדרך, מפלס הרעש החזוי מהכביש המתוכנן גורם לעלייה של 3 dBA ומעלה מעל המצב הקיים המחושב (כמפורט בהמשך), השינוי ייחשב כשינוי מהותי. אם העלייה במפלס הרעש הינה, לאחר סך כל השינויים המתוכננים בדרך, פחות מ- 3 dBA, השינוי אינו מוגדר כשינוי מהותי, ואין צורך בתכנון אקוסטי.	2.5.5 קריטריונים עבור שינוי מהותי בדרך קיימת שאינו כרוך בהליך סטטוטורי לאישורו
למרות האמור לעיל, כאשר מפלס הרעש החזוי עולה על 70 dBA, וכאשר השינוי המתוכנן לביצוע יגרום לעלייה ברעש של 1 dBA לפחות, יישקל השימוש ב- "אספלט שקט".	
קריטריון הרעש לתכנון דרך קיימת העוברת שינוי מהותי ללא הליך סטטוטורי, יקבע בהתאם למפלס הרעש הקיים המחושב כדלקמן: • במידה ומפלס הרעש הקיים המחושב נמוך מ- 64 dBA,	

הקריטריון יהיה 64 dBA.

- במידה ומפלס הרעש הקיים הוא בין 64-67 dBA, הקריטריון יהיה מפלס הרעש הקיים המחושב.
- במידה ומפלס הרעש הקיים המחושב 67 dBA ומעלה, הקריטריון יהיה 67 dBA, ללא קשר לעלייה במדרגת העלויות.

(טבלה מס' 3 א' ו- 3 ב': סיכום קריטריון הרעש למבנה א' ו- למבנה ב')

2.5.6 קריטריונים עבור דרך מאושרת שאינה סלולה בפועל

בדרך המאושרת בתוכנית מפורטת תקפה או בתוכנית מתאר תקפה הכוללת הוראות של תוכנית מפורטת ואשר טרם נסללה, יחולו הקריטריונים האקוסטיים שנקבעו בהוראות התוכנית. היה ולא נקבעו קריטריונים אקוסטיים בהוראות התוכנית, יחולו עליה הקריטריונים לדרך חדשה.

2.6 חישוב מפלס רעש קיים עבור דרך קיימת

במידה ומדובר בשינוי לדרך קיימת (הן דרך העוברת שינוי סטטוטורי והן דרך שאינה עוברת שינוי סטטוטורי) יבוצע חישוב של מפלס הרעש הקיימים בכל הקולטים.

החישוב יבוצע עבור "חלופת 0" המוגדרת כדלקמן: בהתאם למצב הפיזי הקיים של הכביש (כולל קווי דיקור, טופוגרפיה, מיסוך אחר וכו') ללא התחשבות באספלט שקט או מעקה בטיחות באי מרכזי. החישוב יעשה בהתייחס לתחזיות תנועה לרמת שרות C לשני כיווני הנסיעה למסלולים ראשיים ועבור מסלולים משניים – על פי תחזיות תנועה לשעת שיא לשנת יעד של התוכנית המוצעת.

יודגש כי לצורך קביעת שינוי מהותי/לא מהותי, המצב הקיים ייקבע על פי חישובים בלבד בהתאם למצב הפיזי הקיים בשטח ("חלופת 0").

2.7 מודל/תוכנה לחיזוי רעש והזנת נתונים

חיזוי הרעש יבוצע ע"י המודל הממוחשב של FHWA, בגרסה המעודכנת ביותר.

2.7.1 קידוד הכביש כללי

הכביש יקודד בהתאם לתנוחה וחתך לאורך כדי לאפיין, בצורה מדויקת את התוואי האופקי והאנכי שלו. למסלולים הראשיים, יקודד הציר של כל מסלול והציר של כל רמפה. בנתיבי האטה תקודד נקודת ההתחלה

בתחילת נתיב ההאטה ובנתיב ההאצה תקודד נקודת הסיום בקצה נתיב ההאצה.

למצב של תנועה עצור-וסע, קידוד פרטי "בקרת הזרימה" ("Flow Control") כפי שנקבע במודל ה-FHWA, על פי שיקול הדעת של היועץ האקוסטי.

דרך קיימת

לדרך קיימת (הן דרך העוברת שינוי סטטוטורי והן דרך שאינה עוברת שינוי סטטוטורי), קידוד הכביש יימשך 300 מ' מעבר לגבול ביצוע העבודות של הכביש המוצע בתחום בינעירוני. כאשר הכביש נכנס לתחום עירוני יקודד קטע של 50 מ' בלבד. למען הסר ספק, קידוד המשך הכביש מתייחס למסלולים הראשיים בלבד.

דרך קיימת העוברת הליך סטטוטורי לאישור השינוי המתוכנן בה

לדרך קיימת העוברת הליך סטטוטורי לאישורה, תיערך הרצה נוספת הכוללת את קטעי הכביש הנכללים בתוך גבולות התוכנית בלבד.

לקולטים הנמצאים בסמוך להמשך הכביש (מחוץ לגבול התוכנית), מפלס הרעש ייחשב כחורג מהקריטריונים, כאשר הוא עומד בכל אחד מהתנאים האלו:

1. מפלס הרעש החזוי למצב הכולל את המשך הכביש חורג מהקריטריונים המפורטים בסעיף 2.5.4 לעיל.

2. מפלס הרעש החזוי למצב הכולל קטעי הכביש הנכללים בתוך גבולות התוכנית בלבד, יגרום לעלייה בשיעור של 1 dBA מעל המצב הקיים כפי שחושב (כמפורט בסעיף 2.6 לעיל).

2.7.2 נתוני תנועה

נתוני התנועה יקבעו ע"י יועץ התנועה של הפרוייקט בלבד ויתועדו במסמך כתוב על ידו אשר יפרט בין השאר את תחזיות התנועה, מקורן והשיקולים בקביעת התפלגות כלי הרכב.

נתוני תנועה (נפחי תנועה ומהירויות תנועה) לכבישים ראשיים בעלי תנועה חופשית, יהיו בהתאם לרמת שרות C. לשני כיווני הנסיעה, על פי מסמך Highway Capacity Manual המעודכן.

כאשר קיים בתוואי אלמנט המגביל את זרימת התנועה (כגון רמזור, ככר, תמרור עצור וכו'), נתוני התנועה (נפחי תנועה, מהירויות תנועה) לאחר האלמנט (במצב האצה) יהיו בהתאם לקיבולת האלמנט המגביל, אך לא יותר מהנתונים המחושבים על פי רמת שרות C לשני כיווני הנסיעה.

לכל מסלול, מהירות התנועה תהיה זהה לכל סוג רכב, אלא-אם-כן ייקבע אחרת ע"י יועץ התנועה (לדוגמא, למקרה של רכב כבד בשיפוע).

תחזיות תנועה לרמפות מחלפים ולכבישים חוצים יהיו לשעת השיא לשנת יעד, לטווח של לפחות 20 שנה ממועד עריכת התסקיר. במידה ונתונים אלו אינם זמינים, תחזיות התנועה יתייחסו לשנה הרחוקה ביותר שלגביה קיימות תחזיות.

התפלגות התנועה תתבסס על ספירות תנועה שנערכו בכביש קיים בעל מאפיינים דומים לכביש נשוא הבדיקה (ספירות על פי הגדרות FHWA) למשך שעת השיא לפחות. יש לציין באיזה כביש נערכו הספירות ואת מועד עריכתן.

במקרים שההתפלגות מתבססת על מדידות שבוצעו ע"י החברה הלאומית לדרכים, מע"צ, ההתפלגות תהיה כדלהלן:

- רכב פרטי – רכב קל על פי הגדרות מודל ה- FHWA
- מוניות - רכב קל על פי הגדרות מודל ה- FHWA
- אוטובוסים – אוטובוסים על פי הגדרות מודל ה- FHWA
- מסחרי (עד 4 טון) - 100% רכב קל על פי הגדרות מודל ה- FHWA
- אופנועים – אופנועים על פי הגדרות מודל ה- FHWA
- משאיות – 70% רכב בינוני, 30% רכב כבד על פי הגדרות מודל ה- FHWA

מהירות תנועה לרמפות ולכבישים חוצים תהיה המהירות התפעולית המירבית המותרת בהם (ולא מהירות התכן).

2.7.3	הגדרת תכסית קרקע	כברירת מחדל יש להגדיר את סוג הקרקע כ- "hard soil". במקרים שבהם תכסית הקרקע שונה באופן ברור, יש להשתמש בסוג אחר של קרקע בהתאם להגדרות המפורטות במודל ה- FHWA.
-------	------------------	--

2.7.4	קידוד קווים טופוגרפיים	כאשר הכביש בחפירה, יקודדו קווי דיקור (על פי חתכי רוחב הנדסיים) כדי לאפיין את גבול החפירה.
-------	------------------------	---

יקודדו קווים טופוגרפיים מתאימים על פי סקירה של מדידות הסביבה (שינוי בשיפוע הקרקע), וחתכי רוחב סביבתיים/הנדסיים.

חתכי רוחב "סביבתיים" הכוללים את הבתים הקרובים שבהם צפויות חריגות מהקריטריונים, ייבדקו כנגד חתכי הרוחב הנוצרים במודל החישוב. במידת הצורך יש להוסיף/לתקן קווי גובה בהתאם. בדיקה זו תבוצע לקולטי רעש קריטיים הקובעים את תכנון המיגון האקוסטי.

2.7.5	מיסוך ע"י	יש לקדד את "חותמת הבניין" (קונטור המבנה). אין להסתפק ב-
-------	-----------	---

2.7.6	קידוד קולטים	<u>מיקום הקולט</u> – 1 מ' מחזית הבניין הקרוב ביותר לכביש. כאשר הקולט מאפיין בניין קיים, מיקום הקולט ייקבע על פי המדידה. כאשר הקולט מאפיין בניין מתוכנן שטרם הוקם – מיקום הקולט ייקבע כפי שמסומן בנספח הבנוי או בהיתר הבנייה. כאשר הקולט מאפיין מגרש המיועד למגורים בתוכנית שאין בה נספח בנוי או טרם הוצא היתר בנייה, הקולט יסומן על קו הבנייה של המגרש. במידה וקיימים פתחים בחזית הקרובה ביותר לכביש, מיקום הקולט יאפיין את מרכז הפתחים (חלונות/דלתות) של חדרי מגורים. במידה ולא קיימים פתחים בחזית הקרובה ביותר לכביש, הקולט ימוקם באמצע החזית.
		<u>קביעת גובה הקולט</u> – גובה הקולט יאפיין את הגובה המרבי המותר של גג הבניין על פי התוכנית הסטטוטורית התקפה, פחות 1 מ' (כדי לאפיין את הסף העליון של חלון בקומה העליונה), (ראה תרשים מס' 4 ב').
		כאשר הקולט מאפיין מבנה קיים, ייערך חישוב רעש נוסף לגובה המרבי הקיים של המבנה (סף עליון של חלון בקומה עליונה), לצורך בחינת חלופות למיגון אקוסטי. גובה הקולט ייקבע באחת מן האפשרויות הבאות:
		1. כאשר קיימים נתונים ממדידה של פתח הקולט, גובה הקולט ייקבע כסף עליון של חלון בקומה העליונה. 2. כאשר מסומן במדידה גובה כללי של הבניין בלבד אך לא מסומן גובה סף עליון של חלון, יש להתייחס לגובה הגג (כשמדובר בגג שטוח), פחות 1 מ'. יש לאמת את הגובה מול צילום הבית (ייתכן והגובה מתייחס לראש גג רעפים, ראש ארובה וכו'). 3. כאשר במדידה לא מסומן גובה המבנה או גובה חלון, גובה הקולט ייקבע על פי הקו הטופוגרפי הגבוה ביותר העובר ליד המבנה, בתוספת 3 מ' לכל קומה, פחות 1 מ'. (ראה תרשים מס' 4 א' ו- ב': דוגמא של תאור מיקום הקולט וגובה הקולט).
2.7.7	בקרה על הנתונים	לצורך בקרה עצמית, יש לבצע בדיקה קפדנית של כל ה- input tables, מבט הפרספקטיבה במודל הממוחשב, פרופיל הכביש במודל הממוחשב כדי לזהות טעויות בקידוד הנתונים.

ההרצה תכלול את כל האלמנטים הפיזיים המתוכננים במסגרת תכנון הכביש (כולל קווי דיקור, מבנים ממסכים). ההרצה תתייחס לכל הקולטים שנקבעו בסעיף 2.2 לעיל.	הרצת המודל למצב ללא מיגון אקוסטי	2.8
כאשר מפלסי הרעש החזויים ללא מיגון אקוסטי חורגים מהקריטריון, ייבחנו חלופות אפשריות למיגון אקוסטי בגבהים שונים ובשילוב אמצעי מיגון שונים. במידת האפשר, תבחן יחד עם מתכנן הכביש ואדריכל הנוף האפשרות לשינויים הנדסיים בגיאומטריית הכביש (שינויים בהתוויה אופקית ואנכית של הדרך המתוכננת) על מנת להפחית את מפלסי הרעש החזויים. החלופות יתייחסו גם לשלבי הביצוע השונים, במידה ומתוכננים. הקירות האקוסטיים יתוכננו עבור קולטים המאפיינים מבנים רגישים לרעש הקיימים ביעודם, או מבנים מתוכננים שבהם קיים נספח בנוי ובו מסומן מיקום וגובה הבניין או שניתן להם היתר בנייה תקף כחוק.	קביעת חלופות למיגון אקוסטי	2.9
אמצעי המיגון במסגרת הכביש יהיו: קירות אקוסטיים (בולעים או מחזירים לפי הצורך) במגוון צורות, סוללות עפר מגוננות, ציפוי הכביש ב"אספלט שקט" (ראה סעיף 2.10 להלן), או שילובים שונים של אמצעים אלה. תינתן עדיפות לסוללות עפר מגוננות או שילוב קירות וסוללות עפר על פני קירות, ככל שרוחב רצועת הדרך מאפשר זאת. מיקום המיגון וחלופות המיגון יתואמו עם מתכנן הכביש ואדריכל הנוף. יש לוודא כי המיגון אינו חוסם שדה ראייה ואינו מהווה מפגע ויזואלי, אינו חוסם נגישות לתפעול ותחזוקה של אלמנטים שונים וכי הקמתו ומיקומו מתואמים עם מערכות תשתית על ותת קרקעיות, וכוללות פתרונות ניקוז הולמים. אמצעי מיגון מחוץ לכביש יהיו : מיגון דירתי בהתאם לרמות המיגון שיפורטו להלן או מתרסי רעש מחוץ לגבולות התוכנית.	אמצעי המיגון	2.9.1
כאשר המיגון הינו קיר אקוסטי, יהיה הגובה המכסימלי 6 מ' מעל מפלס הקרקע עליה ניצב הקיר. כאשר הקיר ניצב על קיר תמך הגובה המירבי (6 מ') יהיה מדוד מקצה העליון של הקיר התומך. כאשר המיגון הינו סוללת עפר מגוננת, יהיה הגובה המכסימלי 8 מ' מעל מפלס בסיס הסוללה.	גובה מירבי למיגון	2.9.2

כאשר המיגון הינו קיר משולב עם סוללת עפר יהיה הגובה המכסימלי כולל הסוללה 10 מ' מעל מפלס בסיס הסוללה.

בדיקת גובה המיגון הדרוש תיעשה במדרגות של 0.5 מ'.

ניתן לסטות מהגבהים המרביים המפורטים לעיל, בשיעור של עד 1 מ', אך יש לנמק את סיבת הסטייה ולקבל אישור מתכנן הנוף. (ראה תרשים מס' 5: גובה מירבי של מתרסים אקוסטיים).

2.9.3	בדיקת חלופות המיגון	בדיקת החלופות למיגון אקוסטי תבוצע לכל הקולטים שבהם נרשמה חריגה במצב ללא מיגון אקוסטי, תוך הפעלת שיקול דעת של צוות התכנון. שיקול הדעת יכלול שיקולים נופיים, סביבתיים, הנדסיים וכלכליים.
-------	---------------------	--

מיגון במסגרת הכביש

א. בדיקה לאפשרות מיגון במסגרת הכביש, תיערך לגובה הקומה העליונה.

ב. במידת הצורך, תבוצע בדיקה של המיגון האקוסטי הנדרש כדי לעמוד בקריטריונים בשאר הקומות לרבות קומת הקרקע.

ג. לפי הצורך ייבדקו אפשרות למיגון באמצעות קירוי חלקי/ קיר "מצחייה" או שימוש באלמנטים מיוחדים אחרים כגון אלמנטים בולעים בקצה הקיר וכ"ו. בחישוב ההפחתה של אלמנטים מיוחדים יש לפרט את שיטת החישוב בהן מעשה שימוש (נוסחאות מאקווה וכיו"ב).

מיגון מחוץ לרצועת הדרך ו/או גבולות התכנית

א. בדיקת אפשרות למיגון אקוסטי הכולל מיגון דירתי כאמצעי יחיד או משולב עם אמצעי מיגון במסגרת הכביש.

ב. בדיקת אפשרות לתכנון מתרסים אקוסטיים מחוץ לגבולות התוכנית, תיערך במידה ויש ייתכנות למיגון כזה מבחינה סטטוטורית או בהסכמת הבעלים של השטח בו מוצע להציב את מתרס הרעש.

2.9.4	יעילות המיגון	היעילות של המתרסים האקוסטיים תיבדק עבור הקולטים שבהם נרשמה חריגה מהקריטריונים במצב ללא מיגון אקוסטי.
-------	---------------	--

תכנון המתרסים האקוסטיים ישאף להביא להפחתת רעש של 5 dBA לפחות ביחס למצב שאין מתרס.

תנאי להקמת מתרס אקוסטי הוא שהקמתו תגרום להפחתת רעש של 3 dBA לפחות בקומה העליונה בכל הקולטים שבהם נרשמה חריגה במצב ללא מיגון אקוסטי.

במקרים שבהם עלות הקמת מתרס אקוסטי היא גבוהה ביחס למספר יחידות הדיור שבהן הוא מביא תועלת אקוסטית, יש לשקול נקיטת

2.9.5	קירות בולעים	הסימון של קיר כ- "קיר בולע" והיקף הקיר הבולע ייקבע על פי שיקול דעתו של היועץ האקוסטי.
2.10	אספלט שקט	אספלט שקט הינו אספלט בעל תכונות מתועדות או מדודות המראות כי מפלס הרעש מהדרך המצופה בו נמוך ב- 3 dBA לפחות לעומת אספלט רגיל. אספלט מהסוג הבא המבוצע בהתאם למפרט "הספר הירוק" שאושר ע"י מע"צ והמשרד להגנת הסביבה, ייחשב כאספלט שקט בתנאי שקיימת ומיושמת תכנית לתחזוקת תכונותיו לאורך הזמן: א. אספלט מסוג SMA 9.5 ש'. ב. אספלט מסוג SMA 12.5 ש'. ג. כל תערובת אספלט אחרת שתאושר ע"י המשרד להגנת הסביבה כ- "אספלט שקט". אם לא נקבע אחרת באישור התערובת, במקרה שבו הכביש ייסלל ב- "אספלט שקט", בהרצת המודל משטח הכביש ("Pavement Type") ייקבע כמשטח מסוג OGAC, ויוכנס פקטור קבוע ("Adjustment Factor") של -1dB לאותם כבישים הנסללים באספלט שקט, כך שמפלס הרעש המחושב במודל לאותם כבישים יהיה 1dB פחות ממפלס הרעש המחושב עם OGAC בלבד. השימוש באספלט שקט ילווה בהוראות המבטיחות שהיעילות האקוסטית תישמר לאורך זמן.
2.10.1	מצבים בהם יתוכנן השימוש באספלט שקט	מצבים בהם יתוכנן השימוש באספלט שקט כאמצעי מיגון יחיד או בשילוב עם אמצעים נוספים (כגון מתרסי רעש, מיגון דירתי) : (א) כאשר מיגון באמצעות מתרסי רעש בלבד אינו יעיל או כאשר יש צורך בהנמכת גובה המתרס בשל סיבות נופיות, ניתן לשלב אספלט שקט עם אמצעים אחרים. (ב) כאשר החריגה המחושבת מקריטריון הרעש ללא מיגון אינה עולה על 1.5 דציבל, ניתן להשתמש באספלט שקט כאמצעי יחיד.
2.10.2	מצבים בהם לא יתוכנן השימוש	מצבים בהם אין להביא בחשבון הפחתת רעש באמצעות אספלט שקט: (א) כאשר יעילות המיגון באמצעות מתרסי רעש הינה 7 דציבל

באספלט שקט	ומעלה.
(ב) במידה וקטע הכביש הרלבנטי נמצא בחפירה של 3 מ' לפחות.	
2.11 מיגון דירתי	בשלב התכנון המוקדם, ייבדקו מספר הקומות שבהן נדרש מיגון אקוסטי וקטגוריית המיגון כמפורט בסעיף 4.0 להלן. יש לפרט במלל ולסמן בתשריט על רקע פוטוגאומטרי / אורתופוטו את כל המבנים הזכאים למיגון דירתי, מספרי הקומות וקטגוריית המיגון, וכן הוראות מיוחדות לעניין ביצוע המיגון, במידת הצורך כחלק בלתי נפרד מתוכנית המיגון האקוסטי של הדרך .
2.12 דו"ח מסכם/הכנת נספח מיגון אקוסטי לתוכנית הדרך	ראה נספח מס' 2

3.0 שלב תכנון מפורט	הכנת תוכניות לביצוע
---------------------------	---------------------

מטרות
רביזיה ועדכון של התכנון האקוסטי בהתאם לנתוני התכנון ההנדסי המפורט, תכנון לביצוע, הכנת נספח ביצוע אקוסטי

3.1	חומר רקע לתכנון	ראה נספח מס' 1
3.2	קביעת קולטי הרעש	על בסיס תוצאות התכנון המוקדם, חישוב הרעש יבוצע לכל בניין שבו קיים חשש לחריגה מהקריטריונים. אין להסתפק בקולטים מדגמיים.
3.3	מדידות רעש קיים	במידה וחלפו 3 שנים ויותר מאז התכנון האקוסטי המוקדם, יבוצעו מדידות רעש קיים מעודכנות לאפיון ותיעוד מפלסי הרעש הקיימים טרם הביצוע.
3.4	בדיקת רעש מעודכנות	תיערך בדיקה מעודכנת של מפלסי הרעש החזויים בכל המבנים שבהם קיים חשש לחריגה מהקריטריונים, על בסיס תכנון הנדסי מפורט לביצוע במהדורה המעודכנת ביותר.
3.4.1	קידוד הכביש	תיערך בדיקה מעודכנת של קידוד הכביש בהתאם לתוכניות ההנדסיות המפורטות. באופן כללי, הקידוד יבוצע כמפורט בסעיף 2.7.1 לתכנון המוקדם.
3.4.2	נתוני תנועה	לפי הצורך יבוצע עדכון נתוני התנועה באמצעות יועץ תנועה, במסמך כתוב. יש להתייחס לנתוני תנועה לפי רמות שרות C לשני כיווני הנסיעה.
3.4.3	קידוד קווים טופוגרפיים	תיערך בדיקה מעודכנת של הקווים הטופוגרפיים על פי המדידה המעודכנת והוספת קווים, במידת הצורך.

3.4.4 ייבחן הצורך בהוספת קולטי רעש למבנים נוספים שלא נבדקו בתכנון המוקדם ובהם קיים חשש לחריגה מהקריטריונים.	קידוד קולטים
3.5 תבוצע הרצה מעודכנת על פי סעיף 2.7 לעיל.	הרצת המודל למצב ללא מיגון אקוסטי
אין להביא בחשבון החזרות למעט החזרות מקירות "מקבילים", כמפורט בסעיף 3.6.1 בהמשך.	
3.6 ייערך תכנון מפורט של המיגון האקוסטי הנדרש תוך התחשבות בהיבטים של נוף, שדות ראיה, בטיחות, תשתיות, קונסטרוקציה וכו"ב. בנוסף, יש להתייחס לסוג הקיר ולמתן פתרונות לפתחי ניקוז ולפתחי מעבר בקיר. גובה הקיר ייבדק במדרגות של 0.3 מ'.	תכנון מפורט של המיגון
3.6.1 בכל מקרה שבו קיר אקוסטי מסומן כ- "קיר בולע" בתכנון המוקדם, ייבדקו ההיקף הנדרש של הקיר הבולע, ורמת הבליעה הנדרשת. שיטת הבדיקה תהיה בהתאם לשיקול דעתו המקצועי של היועץ האקוסטי. פרטי הבדיקה יוצגו בנספח האקוסטי.	קירות מחזירים/בולעים
3.7 בשלב ההקמה, מפלסי הרעש הנגרמים עקב עבודות סלילה ו/או עבודות בכביש לא יעלו על מפלס הרעש בלתי סביר כפי הגדרתו לתקנות למניעת מפגעים (רעש בלתי סביר) תש"ן - 1990 ובתוספת 20 דציבל בחזית הבנין. מפלסי הרעידות לא יעלו על הדרישות המפורטות בתקן הגרמני DIN 4150 חלקים 2 ו-3. שיטת הבדיקה	רעש/רעידות בשלב ההקמה
בחינת רעשים ורעידות בשלב הביצוע תיעשה בהתאם לשיטת ה- FTA בארה"ב (HMMH) לרעש ולרעידות. הבדיקה תהיה סימולציה אמיתית, ככל האפשר, של הרעש והרעידות הצפויות בכל שלב העבודות. הבדיקה תתייחס לכל הציווד שיופעל באתר ותביא בחשבון את שלבי הביצוע (והציווד שיופעל בכל שלב), משך זמן משוער שכל ציווד יופעל, מיקום הפעלת הציווד (ציווד קבוע/ציווד נייד),	

הפעלת הציוד בשעות יום או/שעות לילה.

אמצעים להפחתת רעש/רעידות

במידה ומתוצאות הבדיקה קיים חשש לרעש/רעידות חריגים, יוצעו אמצעים להפחתת הרעש/רעידות. אמצעים אלו יכולים להיות מנהליים (כגון: צמצום שעות ההפעלה) או פיזיים (כגון אמצעים לבידוד אקוסטי של רעשים וכו').

ניסוי רעש/רעידות לפני תחילת העבודות

במידת הצורך, תינתן המלצה לביצוע ניסוי רעש/רעידות באתר לפני תחילת העבודות.

3.8 הכנת נספח ביצוע אקוסטי
ראה נספח מס' 2

תכנון אקוסטי מפורט של המיגון הדירתי	4.0 מיגון אקוסטי דירתי
בדיקה מפורטת של כל המבנים שבהם נדרש מיגון אקוסטי דירתי (בתכנון המוקדם) כדי לקבוע את הזכאות למיגון ותכנון מפורט של אלמנטי המיגון הנדרשים	מטרות
הזכאות למיגון אקוסטי דירתי תיקבע על פי חישובים בלבד. סוג המיגון האקוסטי ייקבע על פי שיעור החריגה מעל הקריטריון.	4.1 כללי
ראה נספח מס' 1	4.2 חומר רקע לתכנון
ייערך קידוד <u>מפורט</u> של הכבישים, מיסוכים אקוסטיים, קווי גובה, קולטי רעש ברמה של תכנון מפורט. כל נתיב נסיעה של כל כביש יקודד בנפרד. נפחי התנועה יחולקו באופן שווה בין נתיבי הנסיעה. ימוקם קולט רעש בכל פתח של כל חדר מגורים (חדר שינה, סלון, מטבח שפתוח לסלון, חדר עבודה). קולט הרעש ייקבע 1 מ' מחזית הבניין (גם לחזיתות הניצבות לכביש), במרכז הפתח, בגובה 2/3 מגובה הפתח. ייערך חישוב של הרעש החזוי למצב של רמת שרות C לשני כיווני הנסיעה.	4.3 חישוב רעש
בהתאם לתוצאות חישובי הרעש (סעיף 4.3 לעיל), קביעת הזכאות למיגון דירתי וקטגוריות המיגון. קטגוריית המיגון תקבע כדלהלן: רמה א: חריגה של 0-2dBA – התקנת מזגן. רמה ב: חריגה של 2-5dBA – החלפת חלונות/דלתות הזזה בחלונות/דלתות ציריים והתקנת ומזגן. רמה ג: (חריגה מעל 5 dBA) – נקיטת אמצעים אקוסטיים כדי שמפלס הרעש בתוך החדר יהיה 40dBA בשעת השיא כאשר החלונות סגורים.	4.4 סוג המיגון הדירתי

המיגון האקוסטי הדירתי יבוצע בחדרי מגורים וחדרי שינה בלבד.

- 4.4.1 מזגנים פרטי המזגן (כגון הספק, סוג, התקנת וכו') ייקבעו ע"י יועץ מיזוג אוויר בתאום עם יועץ חשמל, במידת הצורך (במקרה שקיים חשש שנדרשים שינויים במערכת החשמל).
- התקנת המזגן נדרשת גם אם באותו חדר נמצאים פתחים נוספים שבהם לא נרשמה חריגה מהקריטריון.

- 4.4.2 חלונות ודלתות במידה ובעל הדירה אינו מסכים להחלפת חלון או דלת בחלון או דלת צירי, תינתן לו האפשרות להחליף חלון/דלת הזזה בחלון/דלת הזזה משופרת מבחינה אקוסטית, בעלת כושר בידוד אקוסטי של 25 dB לפחות, אך יובא לידיעתו מראש ובכתב כי כושר הבידוד האקוסטי של החלון/דלת יהיה פחות מהרצוי וכי לא יוכל לבוא בטענה ליזם הדרך בעניין זה.

- 4.5 דו"ח מסכם יוכן דו"ח מסכם כמפורט בנספח מס' 2.
-

טבלאות

טבלה מס' 1: תוצאות מדידות הרעש, dBA

נקודת מדידה	שימוש קרקע	גובה מדידה מעל הקרקע, מ'	שעת תחילת המדידה	משך המדידה, דקות	מפלס הרעש הנמדד, Leq	מקורות רעש שנשמעו בעת המדידה
שואבה						
SH3	מגורים	1.5	07:30	15	66.6	תנועה בכביש 1, תנועה מקומית
SH12	מגורים	3	07:55	15	65.7	תנועה בכביש 1, אוושת עלים, צרצרים
SH44	ייעוד למגורים	1.5	08:23	25	56.6	תנועה בכביש 1

טבלה מס' 2: מפלסי רעש קיימים משוקללים בשעת השיא, dBA

נקודת מדידה	שימוש קרקע	מפלס הרעש הנמדד, Leq	מפלס רעש נמדד בנקודת הייחוס, Leq	מפלס רעש נמדד בשעת השיא בנקודת הייחוס, Leq	מפלס הרעש הנמדד משוקלל, Leq
שואבה					
SH3	מגורים	66.6	77.8	78	66.8
SH12	מגורים	65.7	78.1	78	65.6
SH44	ייעוד למגורים	56.6	77.6	78	57

טבלה מס' 3 א': סיכום קריטריון הרעש (מבנה א')

מעמד הכביש	מפלס רעש קיים, Leq	קריטריון, Leq
דרך חדשה (או דרך קיימת העוברת שינוי סטטוטורי)	נמוך מ- 65 dBA	59 dBA
	65 dBA ומעלה	62 dBA
שינוי מהותי בדרך קיימת (ללא שינוי סטטוטורי)	נמוך מ- 59 dBA	59 dBA
	59-62 dBA	מפלס הרעש הקיים

62 dBA	62 dBA ומעלה
--------	--------------

טבלה מס' 3 ב': סיכום קריטריון הרעש (מבנה ב')

מקדם הכביש	מפלס רעש קיים, Leq	קריטריון, Leq
דרך חדשה (או דרך קיימת העוברת שינוי סטטוטורי)	נמוך מ- 70 dBA	64 dBA
	70 dBA ומעלה	67 dBA
שינוי מהותי בדרך קיימת (ללא שינוי סטטוטורי)	נמוך מ- 64 dBA	64 dBA
	64-67 dBA	מפלס הרעש הקיים
	67 dBA ומעלה	67 dBA

טבלה מס' 4: פרטי קולטי הרעש ששימשו לחיזוי הרעש

קולט	יעוד הקרקע	תכנית חלה על הבנין	מס' קומות על פי ייעוד הקרקע	גובה הקרקע, מ'	גובה מירבי מותר על פי תב"ע, מ'	מרחק מהכביש, מ'	רום הכביש בנקודה הקרובה, מ'	רום חלון עליון מעל פני הכביש, מ'
קרית יערים								

קולט	יעוד הקרקע	תכנית חלה על הבנין	מס' קומות על פי ייעוד הקרקע	גובה הקרקע, מ'	גובה מירבי מותר על פי תב"ע, מ'	מרחק מהכביש, מ'	רום הכביש בנקודה הקרובה, מ'	רום עליון מעל פני הכביש, מ'
KY2	מגורים	הל/111 א	דו מפלסי / תלת מפלסי	684.4	8	100	671.7	20.7
KY3	מגורים	הל/111 א	דו מפלסי / תלת מפלסי	688.5	8	101	672.9	23.6
KY4	מבנה ציבור	הל/111 א	3 קומות	684.7	8	57.5	671.6	21.1
KY5	מגורים	הל/111 א	4-6 קומות בהתאם לנספח בינוי	687.2	17	103	672.7	31.5
KY6	מגורים	הל/111 א	4-6 קומות בהתאם לנספח בינוי	687.9	17	95	673.1	31.8
KY7	מגורים	הל/111 א	4-6 קומות בהתאם לנספח בינוי	693.8	17	101	673.3	37.5
KY8	מגורים	הל/111 א	4-6 קומות בהתאם לנספח בינוי	693.6	17	99.5	674.8	35.8
KY9	מגורים	הל/111 א	4-6 קומות בהתאם לנספח בינוי	693.3	17	97.5	674.1	36.2
KY11	מגורים	הל/111 א	4-6 קומות בהתאם לנספח בינוי	693.1	17	102	674.7	35.4

טבלה מס' 5: מפלסי רעש חזויים, ללא מיגון אקוסטי, dBA

קולט	יעוד הקרקע	קריטריון, dBA	מפלס רעש חזוי, Leq, רמת שרות C/C
קרית יערים			
KY2	מגורים	64	66.7
KY3	מגורים	64	67.8
KY4	מבנה	59	72.2

ציבור			
KY5	מגורים	64	68.1
KY6	מגורים	64	68.2
KY7	מגורים	64	68.4
KY8	מגורים	64	67.6
KY9	מגורים	64	67.8
KY11	מגורים	64	67.1
KY12	מגורים	64	68.4

טבלה מס' 6: מפלסי רעש חזויים לאחר הקמת הקירות האקוסטיים, dBA

קולט	קריטריון, dBA	מפלס רעש חזוי ללא מיגון אקוסטי, dBA	מפלס רעש חזוי עם קירות, dBA	הפחתת הרעש הניתנת ע"י הקירות, dBA	שיעור החריגה ביחס לקריטריון, dBA
שואבה					
sh1	64	66	63.3	2.7	
sh2	64	65.7	64.3	1.4	0.3
sh3	64	68	67	1	3
sh4	64	66.5	64	2.5	0
sh7	64	67.2	66.5	0.7	2.5
sh8	64	66.6	65.5	1.1	1.5
sh11	64	66.7	66.6	0.1	2.6
sh12	64	71.1	68.4	2.7	4.4
sh13	64	71	67.3	3.7	3.3
sh14	64	64.9	60.8	4.1	
sh15	64	63.7	60.2	3.4	

נספח מס' 1

חומר רקע נדרש בהתאם לשלב התכנון

שלב תכנון ראשוני

מיפוי פוטוגרמטרי או אורטופוטו בקנ"מ 1:10,000 או 1:5,000 (עם סימון החלופות), הכולל את המבנים הקרובים ביותר לתוואי (עד למרחק של 400 מ' מציר הכביש), העלולים להיות חשופים לרעש מהכביש + קווי גובה המאפשרים לקבוע מפלס קרקע של הבניינים הקרובים

לכל חלופה - תשריט תנוחת הכביש, חתכי רוחב הנדסיים אופייניים, חתך אורך

תשריט שימושי קרקע (ניתן לסמן על תכנית מדידה או על אורטופוטו)

תשריט ייעודי קרקע – תוכניות (מפורטות) החלות על הסביבה הקרובה לכביש בו יסומנו ייעודי קרקע רגישים לרעש על פי תכניות תקפות או תוכניות שהוחלט להפקידן, הוראות סטטוטוריות המתייחסות לנושא האקוסטיקה והכלולות בתקנונים או בנספחים סביבתיים, נספחי בינוי.

צילומים של אזור התוכנית והסביבה.

שלב תכנון מוקדם

כללי	כמו בתכנון ראשוני אך תוכניות מעודכנות בקנ"מ לפחות 1:1,250 / שטח עירוני או 1:2,500 בשטח בינעירוני.
תנוחה	תנוחה מעודכנת בקנ"מ לפחות 1:1,250 / שטח עירוני 1:2,500 בשטח עירוני.
חתכים	חתכי רוחב הנדסיים בקנ"מ 1:500, לפחות, חתכי אורך מפורטים לכל הכבישים והרמפות.
תצ"א	תצ"א מעודכנת (לשנה האחרונה) / אורטופוטו בקנ"מ 1:2,500 בשטח לא עירוני, ובקנ"מ 1:1,250 בשטח עירוני.
מדידת שטח	מדידה פוטוגרמטרית מעודכנת בקנ"מ 1:2,500 בשטח לא עירוני, ובקנ"מ 1:1,250 בשטח עירוני. במידת הצורך השלמת נתונים על ידי מדידת שטח בנקודות נבחרות.
שימושי/ייעודי קרקע	תשריט מעודכן של שימושי קרקע (ניתן לסמן על תכנית מדידה או על אורטופוטו) תשריט מעודכן של ייעודי קרקע – תוכניות (מפורטות) החלות על הסביבה הקרובה לכביש בה יסומנו ייעודי קרקע רגישים לרעש על פי תכניות תקפות או תוכניות

שהוחלט להפקידן. פירוט במלל של הוראות בתקנון ובנספחי הבינוי המתייחסות לנושא האקוסטיקה, (כגון מרחק לקו הבניין, גובה מותר לבנייה/מס' קומות).

סיוור לאורך התוואי צילום דיגיטאלי של כל קולט המאפיין מבנה קיים עם הטבעת תאריך על הצילום.

שלב תכנון מפורט

כללי	כמו בתכנון מוקדם אך תוכניות מעודכנות ומפורטות, רצוי בקנ"מ 1:500, אך לא פחות מ- 1:1000.
------	--

תנוחה	תנוחה מעודכנת, רצוי בקנ"מ 1:500, אך לא פחות מ- 1:1000.
-------	--

חתכים	חתכי רוחב הנדסיים בקנ"מ 1:200, כל 20 מ'.
-------	--

חתכי אורך מפורטים לכל הכבישים והרמפות.

מדידת שטח	מדידה פוטוגראמטרית מעודכנת בקנ"מ 1:1000. מדידת שטח של כל מבנה שבו קיים חשש לחריגה מהקריטריונים על פי התכנון המוקדם. תוכנית המדידה תכלול את גובה סף העליון של החלונות בקומה העליונה, וגובה הקרקע של מבנים אלו. המדידה תבוצע בתאום עם היועץ האקוסטי.
-----------	--

שימושי/יעודי קרקע	עדכון שימושי ויעודי הקרקע
-------------------	---------------------------

מיגון דירתי

תוכניות לביצוע של הכביש (תנוחה, חתכי רוחב, חתכי אורך) // תוכנית מדידה פיזית של כבישים קיימים.

תוכניות לביצוע של המתרסים האקוסטיים המתוכננים במסגרת הפרוייקט.

תוכנית מדידה ידנית של כל השטח בין הכביש לבין המבנים המסומנים למיגון דירתי בשלב התכנון המוקדם. המדידה תכלול קווי דיקור, קוים טופוגרפיים ברזולוציה של 0.5 מ', קירות תמך, חותמת וגובה של מבנים, אלמנטי מיסוך אקוסטי אחרים. פרטי המדידה יתואמו עם היועץ האקוסטי טרם ביצוע המדידה.

מדידה ידנית מפורטת של המבנים המסומנים למיגון דירתי. המדידה תכלול את חותמת הבניין, גובה קרקע, גובה הסף התחתון והעליון של כל הפתחים בחזית הפונה לכיוון הכביש והחזיתות הניצבות לכביש, מיקום וגובה מעקות של מרפסות. במידה והחותמת של כל הקומות אינן זהות, תימסר מדידה נפרדת של חותמת הבניין לכל קומה. פרטי המדידה יתואמו עם היועץ האקוסטי טרם ביצוע המדידה.

היתרי הבנייה של המבנים המסומנים למיגון דירתי.

צילום דיגיטלי של כל חזית של כל המבנים המסומנים למיגון דירתי.

נספח מס' 2

דרישות לדו"ח מסכם בהתאם לשלב
התכנון

שלב תכנון ראשוני

הדו"ח המסכם את שלב התכנון הראשוני יכלול תיאור של כל החלופות, תיעוד ותיאור הסביבה הקיימת, תוצאות מדידות קיים, תוצאות חישובי הרעש ומספר יחידות דיור חשופים לרעש חריג לכל חלופה, היקף המיגון האקוסטי הנדרש לכל חלופה, המלצה לדירוג החלופות מבחינה אקוסטית.

שלב תכנון מוקדם/הכנת נספח אקוסטי לתוכנית הסטטוטורית

הדו"ח המסכם את שלב התכנון המוקדם יכלול:

- (א) תיאור מילולי של הכביש.
- (ב) פרטים על המצב הסטטוטורי של הכביש.
- (ג) תנוחה של הכביש בקנ"מ 1:1,250 בשטח עירוני ו-1:2,500 בשטח בינועירוני, הכוללת סימון גבול התוכנית (קו כחול), גבול רצועת הדרך/ההכרזה, סימון התחנות, גובה כל הכבישים, קווי דיקור, סימני נתיבים, מבנים קרובים עד למרחק של 300 מ' מרצועת הדרך ("זכות הדרך") על בסיס המדידה הפוטוגרמטרית, קווי טופוגרפיה כל 1 מ' לפחות. סימון קולטי הרעש תוך אבחנה בין סוגי הקולטים, על פי יעודם והשימוש בהם וכן סימון האם הקולט קיים או מתוכנן. הסימון יהיה בהתאם לסעיפים 2.2 ו-2.6.6 לעיל.
- (ד) במידה ולא צורפו כחלק ממסמכי התסקיר: חתך אורך של הכביש הראשי, רמפות, כבישים חוצים עד לגבול הבדיקה האקוסטית.
- (ה) חתכי רוחב הנדסיים בקנ"מ 1:500 לפחות, כל 50 מ' לפחות.
- (ו) תצ"א מעודכנת (עד לשנה)/אורטופוטו בקנ"מ 1:1,250/עירוני 1:2,500 בשטח בינועירוני עם סימון תוואי הכביש וקווי הדיקור שלו.
- (ז) תשריט של יעודי הקרקע כולל סימון מספר התוכנית וגבולות התכנית.
- (ח) טבלה המפרטת את כל התוכניות המפורטות בתשריט, כוללת פירוט הוראות בתקנון ובנספחי הבינוי המתייחסות לנושא האקוסטיקה, (כגון מרחק לקו הבניין, גובה מותר לבנייה/מס' קומות).
- (ט) תוצאות מדידות רעש מצב קיים, כולל תרשים של מיקום הנקודות ונקודות הייחוס במידת הצורך, על בסיס תוכנית מדידה עם סימון תוואי הכביש, הכל כמפורט בסעיף 2.3 לעיל.
- (י) טבלה המפרטת את פרטי קולטי הרעש: מספר קולט, תאור הקולט, מעמד הקולט, מרחק לציר הכביש, גובה הקולט מעל הקרקע ומעל הכביש, הוראות ספציפיות לקולטים המאפיינים מבנים מתוכננים. (ראה טבלה מס' 4: דוגמא של טבלה המפרטת פרטי קולטי הרעש).
- (יא) טבלה המפרטת את תוצאות חישובי הרעש: מספר קולט, תאור הקולט, קריטריון, מפלס רעש חזוי ללא מיגון. (ראה טבלה מס' 5: דוגמא של טבלה המפרטת הצגת מפלסי הרעש החזויים, ללא מיגון אקוסטי).
- (יב) תאור ופרוט של חלופות המיגון שנבחנו, השוואת החלופות ופרוט הסיבה לקביעת החלופה הנבחרת. תאור החלופה הנבחרת, מרכיביה ושטח המיגון. תיאור ופרוט המיגון הדירתי לרבות המבנים, הקומות למיגון בכל מבנה ורמת המיגון.
- (יג) טבלה המפרטת לכל קולט את מפלסי הרעש החזויים ללא מיגון, מפלסי הרעש החזויים עם המיגון המוצע, הפחתת הרעש המתקבלת מהמיגון, הפרש בין מפלס הרעש החזוי

וקריטריון הרעש. (ראה טבלה מס' 6: דוגמא של טבלה המפרטת הצגת מפלסי רעש חזויים עם המיגון האקוסטי המוצע).

(יד) הוראות והנחיות המתייחסות לשלבי ההקמה השונים ובדיקות שיתבצעו בהם.

(טו) תרשים של החלופה הנבחרת בקנ"מ 1:2,500 בשטח בינעירוני 1:1250 בשטח עירוני, כולל סימון גובה המתנס מעל הקרקע, מעל הכביש ומעל הים (רוזטה), סימון סוג הקיר (בולע/מחזיר), קטע הכביש שבו מומלץ אספלט שקט. סימון מפלס הרעש ללא מיגון ועם מיגון עבור כל קולט אופייני, סימון המבנים הזכאים למיגון דירתי, מס' הקומות הזכאיות בכל מבנה ורמת המיגון, הערות לשלבי ביצוע. כל הפרטים הנ"ל יוצגו על רקע תנוחת הכביש המפורט בסעיף (ג) לעיל. (ראה תרשים מס' 4: דוגמא של הצגת קיר אקוסטי).

שלב תכנון מפורט

נספח הביצוע האקוסטי יסכם את שלב התכנון המפורט ויכלול:

- (א) תיאור מילולי קצר של הכביש ושלב הביצוע הרלבנטי.
- (ב) פרטים על המצב הסטטוטורי של הכביש ושל המיגונים האקוסטיים המתוכננים.
- (ג) תנוחה של הכביש בקנ"מ 1:1000 לפחות, הכוללת סימון גבול התוכנית (קו כחול), גבול רצועת הדרך/ההכרזה, סימון מיקום החתכים, גובהים של הכביש, קווי דיקור, סימני נתיבים, מבנים קרובים עד למרחק של 300 מ' מרצועת הדרך ("זכות הדרך") על בסיס המדידה הפוטוגראמטרית, קווי טופוגרפיה כל 1 מ' לפחות. סימון קולטי הרעש תוך אבחנה בין סוגי הקולטים, על פי יעודם והשימוש בהם וכן סימון האם הקולט קיים או מתוכנן.
- (ד) חתך אורך של הכביש הראשי, רמפות, כבישים חוצים עד לגבול הבדיקה האקוסטית.
- (ה) חתכי רוחב הנדסיים בקנ"מ 1:200 לפחות, כל 20 מ' לפחות.
- (ו) תשריט של יעודי הקרקע כולל סימון מספר התוכנית וגבולות התכנית.
- (ז) טבלה המפרטת את כל התוכניות המפורטות בתשריט, כוללת פירוט הוראות בתקנון ובנספחי הבינוי המתייחסות לנושא האקוסטיקה, (כגון מרחק לקו הבניין, גובה מותר לבנייה/מס' קומות).
- (ח) תוצאות מדידות רעש מצב קיים, כולל תרשים של מיקום הנקודות ונקודות הייחוס במידת הצורך, על בסיס תוכנית מדידה עם סימון תוואי הכביש, הכל כמפורט בסעיף 2.3 לעיל.
- (ט) טבלה המפרטת את פרטי קולטי הרעש: מספר קולט, תאור הקולט, מעמד הקולט, מרחק לציר הכביש, גובה הקולט מעל הקרקע ומעל הכביש, הוראות ספציפיות לקולטים המאפיינים מבנים מתוכננים.
- (י) טבלה המפרטת את תוצאות חישובי הרעש: מספר קולט, תאור הקולט, קריטריון, מפלס רעש חזוי ללא מיגון.
- (יא) תאור תמציתי של החלופות למיגון אקוסטי שנבחנו בשלב התכנון המפורט (כולל תאור גרפי במידת הצורך).
- (יב) תרשים של המיגונים האקוסטיים בקנ"מ 1:1000, כולל סימון גובה המתנסים מעל

הקרקע, מעל הכביש ומעל הים, סימון המבנים הזכאים למיגון דירתי.

(יג) תאור מפורט של המתרסים האקוסטיים: תנוחה של הקירות/סוללת עפר (בקנ"מ 1:250 לפחות), פריסה של הקירות תוך ציון גובה המיגון האקוסטי הנדרש והחומרים שבהם יוקם הקיר (בקנ"מ 1:250 לפחות), חתכי רוחב סביבתיים בקנ"מ 1:200 לפחות.

(יד) טבלה המפרטת לכל קולט את מפלסי הרעש החזויים ללא מיגון, מפלסי הרעש החזויים עם המיגון המוצע, הפחתת הרעש המתקבלת מהמיגון, הפרש בין מפלס הרעש החזוי וקריטריון הרעש.

(טו) פרטי הבדיקות לשלב ההקמה ומתן המלצות לאמצעים נדרשים לשלב ההקמה ודרישות לביצוע בדיקות לפני תחילת העבודות.

מיגון דירתי

הדו"ח המסכם את התכנון המפורט של המיגון האקוסטי הדירתי יכלול:

(א) תוכנית סביבה עם סימון הכביש המתוכנן והמבנים שנבדקו

(ב) נתוני תנועה ששימשו לחישובי הרעש

(ג) טבלה המפרטת את מס' הקולט, כיוון החזית, שימוש החדר, מפלס רעש חזוי, שיעור החריגה תוך ציון רמת המיגון הדירתי הנדרש.

(ד) תשריט של כל מבנה הנבדק בנפרד תוך ציון הפתחים שימוגנו (ובמידת הצורך כל קומה בנפרד) המציג את מיקום הקולטים, מפלסי הרעש החזויים, שיעור החריגה מהקריטריון תוך ציון בצבע שונה של רמת המיגון הנדרש.

(ה) פירוט האמצעים הנדרשים למיגון הדירתי, לכל פתח לרבות עבודות מיזוג לפי הצורך.

(תרשים מס' 6: דוגמא של הצגת מיקום קולטי רעש, מפלסי רעש חזויים ורמת המיגון האקוסטי הנדרשת).
