



ד"ר יולי קלר בע"מ

תכנון אקוסטי ואלקטרו-אקוסטי
בקרת רעש, רעידות ואינפרא-אדום

רחוב אצ"ל 34/20, חולון
טלפון. 03-5013130

ת.ד. 5030 קרית ים 29500
טל. 04-8759875 פקס 04-8760079



מתחם מגורים 15 – 16 בנתיבות – הגנה בפני רעש רכבות
תכנון אקוסטי מוקדם לתוואי המעודכן של המחסום האקוסטי



הוכן ע"י ד"ר יולי קלר



יולי 2018

אב תשע"ח



תכנון אקוסטי ואלקטרו-אקוסטי
בקרת רעש, רעידות ואינפרא-אדום

רחוב אצ"ל 34/20, חולון
טלפון. 03-5013130

ת.ד. 5030 קרית ים 29500
טל. 04-8759875 פקס 04-8760079

=====

1. מבוא



מתחם מגורים 15 – 16 בנתיבות יוקם מזרחית למסילת הרכבת,

בתי המגורים הקרובים בעלי שתי קומות ובתי מגורים רב קומתיים יימצאו במרחק של כ- (80 – 85) מ' מהמסילה.

על פי הזמנת עיריית נתיבות, נערך סקר רעש מתנועת הרכבות במתחם השכונה המתוכננת, והוא כלל את השלבים הבאים:

1. חיזוי מפלסי הרעש שייווצרו מתנועת הרכבות בשעות היום והלילה.

2. תכנון אמצעים אקוסטיים להפחתת רעש ליד בתי המגורים.



חיזוי רעש מתנועת הרכבות ומתן פתרונות להפחתתו נערכו על פי טיוטת ההצעה לפקודת מסילת הברזל – "רעש ורעידות שמקורם במעבר רכבת – התשס"ג 2002".

משטר תנועת הרכבות סופק על ידי רכבת ישראל.

בשעות היום תנועת הרכבות גורמת למפלסי רעש נמוכים משמעותית מהקריטריון שלהחיות של המשרד להגנת הסביבה.

בשעות הלילה מפלסי הרעש שייגרמו במתחם המתוכנן מתנועת הרכבות יהיו גבוהים ממפלסי הרעש המירביים המותרים, וזאת בשל נפחי תנועה גדול של רכבות המשא בשעות הלילה.

סוללת עפר בשילוב קיר אקוסטי באורך של 3300 מ' תבטיח רמות רעש בהתאם להנחיות המשרד להגנת הסביבה בקומת הקרקע בכל בתי המגורים הדו קומתיים, כאשר בקומה השנייה בחלק מהבתים האלו ובבתי המגורים הרב קומתיים יתבצע מיגון אקוסטי דירת ויובטח מיזוג אוויר.



הקירות האקוסטיים מעל סוללת עפר ייבנה מכל חומר דוגמת בטון מזוין, בלוקי בטון, לוחות שקופים מפוליקרבונט או כל חומר אחר בעל כושר בידוד אקוסטי של:

$$R_w = 25 \text{ dB}$$

המיגון האקוסטי דירתי יתבצע על פי דרגות המיגון בהתאם לתקנות מסילות הברזל.

2. מפלסי הרעש המירביים המותרים





רמות הרעש הממוצעות המירביות המותרות לשעות היום והלילה ליד בתי המגורים מתנועת הרכבות³ במסילה המתוכננת יהיו בהתאם לדרישות של המשרד לאיכות הסביבה:

1. לשעות היום, בין השעות 06:00 – 22:00 :

1.1 מבנה א' - $Leqo = 62 \text{ dB(A)}$

1.1 מבנה ב' - $Leqo = 65 \text{ dB(A)}$

2. לשעות הלילה, בין השעות 22:00 – 06:00 :

1.1 מבנה א' - $Leqo = 52 \text{ dB(A)}$

1.1 מבנה ב' - $Leqo = 55 \text{ dB(A)}$



3. מאפייני תנועת הרכבות

מאפייני תנועת הרכבות סופקו לחתום מטה ע"י ברכת ישראל.

על פי התחזית, משטר תנועת הרכבות בשנת 2030 מוצג בטבלה 1:

טבלה 1 מאפייני תנועת הרכבות

סוג רכבת	יום				לילה			
	מספר רכבות לשני כיוונים בשעה ממוצעת	מספר קטרים לרכבת	מספר קרונות לרכבת (ממוצע)	מהירות תנועה מרבית, קמ"ש	מספר רכבות לשני כיוונים בשעה ממוצעת	מספר קטרים לרכבת	מספר קרונות לרכבת (ממוצע)	מהירות תנועה מרבית, קמ"ש
גרורות עם קטר חשמל	2.4375	1	8	160	1.25	1	8	160
קרונות חשמליים	2.4375	-	8	160	1.25	-	8	160
משא עם קטר דיזל	0.625	1	35	100	1.375	-	35	100

חצי מגרורות משא מסוג חדש וחצי מסוג ישן.



4. חיזוי רעש רכבות סביבתי



חיזוי רעש מתנועת הרכבות ומתן פתרונות להפחתתו נערכו על פי טיוטת ההצעה לפקודת מסילת הברזל – "רעש ורעידות שמקורם במעבר רכבת – התשס"ג 2002".

הקרקע לחיזוי רעש רכבות נלקחה כמחזירה.

הסוללה משולבת בקיר האקוסטי נותנים מענה למאמץ להפחית את מפלסי רעש הרכבות במתחם 15 - 16.

דרגת המיגון האקוסטי הדרתי ייקבע על פי "תקנות מסילות הברזל", כדלקמן:

1. חריגה מהקריטריונים בשיעור של $9 - 3$ dB(A) – התקנת מיזוג אוויר בחדרים הפונים למסילה.

2. חריגה מהקריטריונים בשיעור מעל 9 dB(A) – התקנת חלונות ציריים בעלי כושר בידוד אקוסטי של 24 dB והתקנת מיזוג אוויר בחדרים הפונים למסילה.



בטבלה 2 - מוצגים מפלסי הרעש שייווצרו ליד בנייני מגורים מתנועת הרכבות.

מס' בית	מס' קומות	רום ראש מחסום	גובה קיר מעל פסי רכבת	גובה מחסום	מפלסי רעש בשעות היום		מפלסי רעש בשעות הלילה		דרגת טיפול אקוסטי דירתי
					ללא מחסום אקוסטי	עם מחסום אקוסטי	ללא מחסום אקוסטי	עם מחסום אקוסטי	
L 1 קאנטרי	1	142.0 (סוף מחסום)	8.5 (סוף מחסום)	9.0	61.8	51.8	-	-	-
	2				61.8	54.4	-	-	
	3				61.8	61.8	-	-	
	4				61.8	61.8	-	-	
L2 בית ספר עירוני מעורב	1	142.0	8.4	6.0	62.1	51.5	-	-	-
	2				62.1	55.3	-	-	
	3				62.1	60.8	-	-	
	4				62.1	62.1	-	-	
3	1	142.0	8.5	6.0	61.4	47.7	62.2	48.8	-
	2				61.4	49.6	62.2	50.7	
	3				61.4	52.5	62.2	53.6	
	4				61.4	56.3	62.2	57.4	1
	5				61.4	61.4	62.2	62.2	
L4 גן ילדים	1	143.0	9.5	6.0	64.0	57.6	-	-	-
	2				64.0	64.0	-	-	1
	3				64.0	64.0	-	-	
L5 מעונות	1	143.0	9.6	5.0	64.0	55.9	-	-	-
	2				64.0	64.0	-	-	1
	3				64.0	64.0	-	-	

טבלה 2, המשך - מפלסי הרעש החזויים מתנועת הרכבות.

6

מס' בית	קומות מס'	מחסום גובה	גובה קיר מעל פסי רכבת	מחסום גובה	מפלסי רעש בשעות היום		מפלסי רעש בשעות הלילה		טיפול אקוסטי דירתי
					ללא מחסום אקוסטי	עם מחסום אקוסטי	ללא מחסום אקוסטי	עם מחסום אקוסטי	
6	1	5.0	9.7	143.0	63.4	48.6	64.5	49.7	-
	2				63.4	53.9	64.5	54.9	
6-7	1	6.6	10.5	143.0	63.4	48.4	64.5	49.5	-
	2				63.4	51.6	64.5	52.7	
7	1	5-8	- 10.9 7.9	143.0	63.3	49.8	64.4	51.4	-
	2			- 140.0	63.3	53.2	64.4	54.3	
8	1	5.5	8.0	140.0	61.0	46.1	62.1	47.2	-
	2				61.0	47.5	62.1	48.6	
	3				61.0	49.7	62.1	50.8	
	4				61.0	52.7	62.1	53.8	
	5				61.0	56.6	62.1	57.7	1
	6				61.0	61.0	62.1	62.1	
	9				60.9	60.9	62.0	62.0	
9	1	6.2	8.3	140.0	63.3	49.1	64.4	50.3	-
	2				63.3	53.2	64.4	54.2	
10	1	7.5	8.7	140.0	63.3	48.3	64.4	49.4	-
	2				63.3	50.0	64.4	51.1	
11	1	6.7	7.15	138.0	63.3	48.9	64.4	50.0	-
	2				63.3	52.2	64.4	53.3	
12	1	8.4	7.0	137.0	60.9	46.4	62.0	47.5	-
	3				60.9	47.8	62.0	48.9	
	5				60.9	49.9	62.0	50.9	
	6				60.9	52.5	62.0	53.5	
	7				60.9	55.7	62.0	56.8	1
	9				60.8	57.3	61.9	58.1	

טבלה 2, המשך - מפלסי הרעש החזויים מתנועת הרכבות.



מס' בית	מס' קומות	גובה מחסום	גובה קיר מעל פסי רכבת	גובה מחסום	מפלסי רעש בשעות היום		מפלסי רעש בשעות הלילה		טיפול אקוסטי דירתי
					ללא מחסום אקוסטי	עם מחסום אקוסטי	ללא מחסום אקוסטי	עם מחסום אקוסטי	
13	1	137.0	6.9	8.4	63.2	48.3	64.3	49.4	-
	2				63.2	50.1	64.3	51.2	
14	1	135.0	5.5	7.3	63.2	48.8	64.3	49.9	-
	2				63.2	52.8	64.3	53.9	
15	1	135.0	6.1	8.2	63.2	48.2	64.3	49.3	-
	2				63.2	50.1	64.3	51.2	
16	1	134.0	5.1	7.5	60.9	49.5	62.0	50.5	-
	2				60.9	51.5	62.0	52.5	
	3				60.9	54.5	62.0	55.6	1
	4				60.9	57.9	62.0	59.0	
	9				61.0	60.0	61.9	61.0	
17	1	134.0	5.3	7.5	63.2	48.3	64.3	49.4	-
	2				63.2	50.7	64.3	51.8	
18	1	134.0	5.1	8.3	63.1	48.2	64.2	49.3	-
	2				63.1	50.0	64.2	51.1	
19	1	132.0	4.3	7.1	63.1	48.3	64.2	49.4	-
	2				63.1	51.2	64.2	52.3	
20	1	132.0	4.3	7.1	60.8	48.7	61.9	49.8	-
	3				60.8	50.5	61.9	51.6	
	4				60.8	53.3	61.9	54.4	1
	5				60.8	56.6	61.9	57.7	
	9				60.7	60.7	61.8	61.8	
21	1	132.0	4.7	7.6	63.1	48.1	64.2	49.2	-
	2				63.1	50.6	64.2	51.7	





מס' בית	מס' קומות	גובה מחסום	גובה קיר מעל פסי רכבת	מפלסי רעש בשעות הלילה		מפלסי רעש בשעות היום		טיפול אקוסטי דירתי
				ללא מחסום אקוסטי	עם מחסום אקוסטי	ללא מחסום אקוסטי	עם מחסום אקוסטי	
L22 בית כנסת	1	132.0	4.7	7.6	60.9	46.8	-	-
	2				60.9	48.3	-	-
	3				60.9	50.4	-	-
L23 בית ספר	1	128.0	1.9	5.4	60.3	54.3	-	-
	2				60.3	56.9	-	-
	3				60.3	60.3	-	-
	4				60.3	60.3	-	-
24	1	128.0	2.8	5.3	59.1	52.0	60.2	53.1
	2				59.1	53.8	60.2	54.9
25	1	128.0	3.0	5.5	58.8	50.8	59.9	51.9
	2				58.8	52.4	59.9	53.5
26	1	128.0	4.4	6.5	58.3	49.4	59.4	50.5
	2				58.3	50.8	59.4	51.8
27	1	127.0	3.0	7.5	58.8	50.8	59.9	51.9
	2				58.8	52.4	59.9	53.4
28	1	127.0	3.3	8.5	58.5	49.9	59.6	50.9
	2				58.5	51.3	59.6	52.4
29	1	127.0	3.5	7.9	58.3	49.3	59.4	50.3
	2				58.3	50.6	59.4	51.7
30	1	125.0	2.6	3.9	57.5	51.7	58.6	52.8
	2				57.5	53.0	58.6	54.1
31	1	125.0	3.0	3.8	56.9	50.2	58.0	51.3
	2				56.9	51.3	58.0	52.3

טבלה 2, המשך - מפלסי הרעש החזויים מתנועת הרכבות.





טבלה 2, המשך - מפלסי הרעש החזויים מתנועת הרכבות.

טיפול אקוסטי דירתי	מפלסי רעש בשעות הלילה		מפלסי רעש בשעות היום		גובה מחסום	גובה מפלס קיר רבת	רום ראש הסוללה	מס' קומות	מס' בית
	עם מחסום אקוסטי	ללא מחסום אקוסטי	עם מחסום אקוסטי	ללא מחסום אקוסטי					
	53.5	57.7	52.5	56.6	2.8	2.1	119.0	1	32
	54.5	57.7	53.4	56.6				2	
	51.9	58.0	50.8	56.9	3.0	2.7	119.0	1	33
	52.9	58.0	51.9	56.9				2	
-	52.9	58.3	51.8	57.2	2.4	3.4	118.0	1	34
	53.9	58.3	52.9	57.2				2	
-	52.4	58.4	51.3	57.3	1.6	2.6	117.0	1	35
	53.5	58.4	52.5	57.3				2	
	52.8	58.5	51.7	57.4	5.3	2.4	116.0	1	36
	53.9	58.5	52.9	57.4				2	
	-	-	50.8	57.6	8.0	3.0	116.0	1	37 ג
	-	-	52.0	57.6				2	
-	52.5	59.3	51.4	58.2	9.0	1.5	114.0	1	38
	54.2	59.3	53.1	58.2				2	
-	51.6	59.6	50.5	58.5	11.3	1.4	114.0	1	39
	53.5	59.6	52.5	58.5				2	
	51.4	60.1	50.4	59.0	*112 פתוח	-	-	1	40
	53.6	60.1	52.5	59.0				2	
	51.6	59.5	50.6	58.4	*120 פתוח	-	-	1	41
	53.7	59.5	52.6	58.4				2	





סיכום:

בשעות היום תנועת הרכבות גורמת למפלסי רעש נמוכים משמעותית מהקריטריון שלהחיות של המשרד להגנת הסביבה.

בשעות הלילה מפלסי הרעש שייגרמו במתחם המתוכנן מתנועת הרכבות יהיו גבוהים ממפלסי הרעש המירביים המותרים, וזאת בשל נפחי תנועה גדול של רכבות המשא בשעות הלילה.

סוללת עפר בשילוב קיר אקוסטי באורך של כ-3300 מ' תבטיח רמות רעש בהתאם להנחיות המשרד להגנת הסביבה בקומת הקרקע בכל בתי המגורים הדו קומתיים, כאשר בקומה השנייה בחלק מהבתים האלו ובבתי המגורים הרב קומתיים יתבצע מיגון אקוסטי דירת ויובטח מיזוג אוויר.



הקירות האקוסטיים מעל סוללת עפר ייבנה מכל חומר דוגמת בטון מזוין, בלוקי בטון, לוחות שקופים מפוליקרבונט או כל חומר אחר בעל כושר בידוד אקוסטי של:

$$R_w = 25 \text{ dB}$$

המיגון האקוסטי דירתי יתבצע על פי דרגות המיגון בהתאם ל"תקנות מסילות הברזל".





5. רעידות מתנועת הרכבת.

הרעידות שייגרמו בבתי המגורים מתנועת הרכבות חושבו על פי "נוהל לחישוב רעידות מרכבת" של הנספח לתקנות מסילות ברזל.

בטבלה 3 נרשמו המרחקים ממסילת הרכבת עד לקולטי רעש, בתי המגורים, הקרובים

טבלה 3

מספר קולט	המרחק מהקולט למסילה, מ'
21	86.9
11	83.4
6	80.0

בתי המגורים הקרובים ממוקמים במרחק של 80 מ' מהמסילה.

מפלס הרעידות יחושב לפי הנוסחה:

$$L_v = L_{v,ref} + E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6 + E_7 + E_8 + E_9$$

כאשר:

$$L_{v,ref} = 60 \text{ dB}$$

$$E_1 = 20 \log (V/60)$$

$$E_2 = E_3 = E_5 = E_6 = E_9 = 0.0$$

$$E_4 = E_7 = -10 \text{ dB}$$

$$E_8 = +6 \text{ dB}$$

מפלס הרעידות שיווצר בבסיס בית המגורים הקרוב למסילת הרכבת יהיה:

$$L_v = 60.4 \text{ dB}$$





בהתאם ל"תקנות מסילות הברזל (רעש ורעידות שמקורם במעבר רכבת) התשס"ג 2002, הקריטריונים למפלסי הרעידות נרשמו בטבלה 4.

סוג המבנה	תחם של מפלסי רעידות עד 70 מעברי רכבות ליממה
בית מגורים, בית חולים, בית החלמה, בית הבראה, בית אבות	66 - 74
בית ספר, משרדים באזור המיועד ומשמש למגורים ולאחד או יותר מהשימושים הבאים: מסחר, מלאכה ובידור	69 - 77

סיכום:

מפלסי הרעידות שייווצר ליד בית המגורים הקרוב יהיה נמוך במידה משמעותית מהקריטריון.



בברכה,

ד"ר יולי קלר

