

מרכז מבקרים – אמפיתיאטרון - שוהם

---

## דו"ח אקוסטי

---

אפריל 2020

פשוטיין אקוסטיקה בע"מ 

טל: 02-6417959, epac@epac.co.il  
ת.ד. 11617, ירושלים, פקס: 02-6427103

# תוכן העניינים

|           |   |
|-----------|---|
| 2         | תוכן העניינים                           |
| 3         | מבוא                                    |
| <b>4</b>  | <b>פרק א. קריטריונים</b>                |
| 4         | 1.1 רעש בסביבת האמפיתיאטרון             |
| 4         | 1.2 רעש באזור המגורים                   |
| <b>5</b>  | <b>פרק ב. בדיקות אקוסטיות מכביש 444</b> |
| 5         | 2.1 שיטת חיזוי הרשע                     |
| 5         | 2.2 קולטי הרעש                          |
| 5         | 2.3 תחזיות תנועה                        |
| 6         | 2.4 תוצאות חיזוי הרעש                   |
| <b>7</b>  | <b>פרק ג. חיזוי הרעש מהאמפיתיאטרון</b>  |
| 7         | 3.1 שיטת בדיקת הרעש                     |
| 8         | 3.2 כיווניות מערכות הרמקולים            |
| 8         | 3.3 קולטי הרעש                          |
| 9         | 3.4 תוצאות חיזוי הרעש ללא מיגון אקוסטי  |
| <b>11</b> | <b>פרק ד. אמצעים למניעת מפגעי רעש</b>   |
| 11        | 4.1 מיגון אקוסטי                        |
| 11        | 4.2 קונכייה אקוסטית                     |
| <b>12</b> | <b>פרק ה. בדיקת חלופות</b>              |
| 15        | 5.1 המלצה כללית                         |

---

## מבוא

התוכנית המוצעת להקמת פארק ממזרח לשכונה כ"א בשוהם, כוללת בתוכה אמפיתאטרון בשטח המחצבה הישנה. ממערב לפארק עובר כביש 444 המפריד את שטח הפארק משורת הבתים המזרחית של העיר שוהם.

מתכנני התכנית הינם ק.ס.מ אדריכלי נוף.

בשלב הראשון נבדקו מפלסי הרעש עבור תכנון בו האמפי פונה לכיוון צפון מזרח. בהתאם לממצאי בדקה זו, נערכה בדיקה נוספת בה כיוון האמפי סובב ב- 180 מעלות ופונה לכיוון דרום מערב..

חוות דעת זו בודקת את מפלסי הרעש החזויים במבני המגורים הקרובים, בשתי החלופות הנ"ל. מבנים אלו ממוקמים בצדו המערבי של הפרויקט. בדיקת הרעש בוצעה עבור קיום מופעי מוסיקה המוניים הכוללים שימוש במערכות הגברה באמפי.

בנוסף, נבדקו מפלסי הרעש החזויים מכביש 444 והשפעתם על הפעילות המתוכננת באמפיתאטרון.

## פרק א קריטריונים

### 1.1 רעש בסביבת האמפיתיאטרון

מפלס רעש הרקע המומלץ בסביבת האמפיתיאטרון על מנת שהפעילות המתרחשת בו לא תופרע על ידי רעש חיצוני עומד על כ- 50 dBA. במסגרת התוכנית הנ"ל מקור רעש הרקע העיקרי אשר עלול להשפיע על התכנית הוא כביש 444 העובר ממערב לאמפיתיאטרון.

### 1.2 רעש באזור המגורים

מפלסי הרעש מהאמפיתיאטרון במגורים הסמוכים, נבחנו בהשוואה לקריטריון הקבוע בתקנות למניעת מפגעים (רעש בלתי סביר) התש"ן - 1990. בתקנות אלו נקבע כי באזור מגורים (מבנה ב' לפי התקנות), מפלס הרעש המותר הינו 50 dBA לרעש הנמשך יותר מ- 9 שעות בשעות היום (מ- 6:00 עד 22:00) ו- 40 dBA לרעש הנמשך מעל 30 דקות בשעות הלילה. ככל שהרעש נמשך פחות זמן כך גדל מפלס הרעש המירבי המותר בתקנות.

פירוט מפלסי הרעש המרביים בשעות היום והלילה, מופיע בטבלה מס' 1 להלן.

טבלה מס' 1: מפלסי הרעש המותרים לפי התקנות למניעת מפגעים (רעש בלתי סביר) תש"ן-1990, dBA

| מבנה ב |     | משך הרעש                              |
|--------|-----|---------------------------------------|
| לילה   | יום |                                       |
|        | 50  | עולה על 9 שעות                        |
|        | 55  | עולה על 3 שעות אך אינו עולה על 9 שעות |
|        | 60  | עולה על שעה אך אינו עולה על 3 שעות    |
| 40     |     | עולה על 30 דקות                       |

**"מבנה ב"** - בניין באזור מגורים בהתאם לתכנית על פי חוק התכנון והבניה

הקריטריון הקבוע בתקנות אלו מתייחס למדידת הרעש המתבצעת בתוך הבניין, במרכז חדר המשמש למגורים כשפתחי החלונות והדלתות הפונים כלפי חוץ – פתוחים. כמו"כ, מתייחס הקריטריון לרעש המקור בלבד בניכוי רעש הרקע.

## פרק ב

# בדיקות אקוסטיות מכביש 444

חיזוי הרעש הצפוי מכביש 444 העובר ממערב לאמפיתיאטרון, נעשה באמצעות המודל לחיזוי רעש מכבישים, "TNM", גירסה 2.5, שפותח ע"י רשות הכבישים הפדרלית (F.H.W.A) בארה"ב. המודל מפיק מפלסי רעש שעתיים ביחידות Leq.

### 2.1 שיטת חיזוי הרעש

לצורך חיזוי הרעש, המודל משתמש בנתונים כדלהלן:

- נפחי תנועה לפי סוג הרכב (רכב קל, בינוני, כבד, אוטובוסים אופנועים) – טבלה מס' 2 בהמשך.
- מהירות התנועה
- מיקום הכביש ע"פ קוארדינטות תלת מימדיות (כולל שיפוע הכביש)
- סוג המסעה ("average")
- מיקום של מישור אקוסטי בין הכביש לבין הקולטים. מישור זה כולל את הטופוגרפיה הנוצרת על ידי הטופוגרפיה הקיימת בין תוואי הכביש לאמפיתיאטרון.
- מיקום הקולטים
- סוג הקרקע בין הכביש לקולט (לכל הקולטים נעשה שימוש בקרקע מסוג "loose soil").

### 2.2 קולטי הרעש

במסגרת הבדיקה, הוצבו 3 קולטי רעש בשטח האמפיתיאטרון המתוכנן. קולט אחד הוצב על גבי הבמה המתוכננת ושני קולטים הוצבו בשטח הקהל (ראה תרשים 1).

### 2.3 תחזיות תנועה

נפחי התנועה ששימשו לחישוב הרעש נלקחו מספירות תנועה שנעשו בשנת 2018 עבור כביש 444 מהלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. הספירות הוכפלו ב- 5% לשנה בהתאם לחישוב בגידול האוכלוסייה עד לשנת 2040, על מנת לצייר תמונה אשר תהיה מעודכנת לתווק זמן ארוך. הספירות נלקחו עבור שעה 20:00 ועבור שעה 15:00 על מנת לצפות את מפלסי הרעש בשעות פעילות שונות באמפי'. התפלגות התנועה לכלי רכב שונים נלקחה מספירות שנעשו לאחרונה בצומת נבלט.

נפחי התנועה ששימשו לחיזוי הרעש מפורטים בטבלה מס' 2 להלן:

**טבלה מס' 2: נפחי התנועה ששימשו לחיזוי הרעש**

| שעה   | כביש 444 | קל   | בינוני | כבד | אוטובוסים | אופנוע | מהירות, קמ"ש |
|-------|----------|------|--------|-----|-----------|--------|--------------|
| 15:00 | לצפון    | 1072 | 92     | 40  | 9         | 12     | 85           |
|       | לדרום    | 2024 | 211    | 90  | 23        | 24     | 85           |
| 20:00 | לצפון    | 975  | 84     | 36  | 8         | 11     | 85           |
|       | לדרום    | 1061 | 111    | 47  | 12        | 12     | 85           |

**2.4 תוצאות חיזוי הרעש**

תוצאות חיזוי הרעש מכביש 444, ללא מיגון אקוסטי, מפורטות בטבלה מס' 3.

**טבלה מס' 3: תוצאות חיזוי הרעש**

| קולט     | מצב חזוי, בשעה 20:00, dBA | מצב חזוי, בשעה 20:00, dBA |
|----------|---------------------------|---------------------------|
| R1 (קהל) | 43.3                      | 41.6                      |
| R2 (קהל) | 46.6                      | 45                        |
| R3 (במה) | 43.8                      | 42.1                      |

מטבלה מס' 3 לעיל נראה כי מפלסי הרעש החזויים באזור האמפיתיאטרון אינם חורגים ממפלס הרעש המומלץ העומד על 50 dBA. דהינו, לא צפויות הפרעות לקהל מהרעש הנובע מכביש 444.

## פרק ג

# חיזוי הרעש מהאמפיתיאטרון

מפלסי הרעש שמקורם בפעילות שתתרחש באמפיתיאטרון, נבדקו עבור מבני המגורים הקרובים ביותר בשוהם. מבנים אלו הינם בני 2-4 קומות ונמצאים לאורך רח' קדם, במרחק של כ- 350 מ' מבימת האמפיתיאטרון.

חיזוי הרעש התבסס על מפלסי רעש אופייניים ממערכות ההגברה המופעלות במופעי מוזיקה המוניים.

מפלס הייחוס שבו נעשה שימוש הנו: 100 dBA במרחק 22 מ'.

ספקטרום רעש אופייני לפי פסי אוקטבה למופעי מוזיקה המוניים מפורט בטבלה מס' 4.

טבלה מס' 4: הספק רעש אופייני של מופעי מוזיקה לפי פסי אוקטבה, dB

| פס אוקטבה, Hz  | 63  | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
|----------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| הספק קולי, LWA | 130 | 131 | 133 | 130 | 132  | 129  | 123  | 116  |

ההספק הקולי ("Sound Power Level") המופק ממערכות ההגברה אשר הובא בחישובי הרעש הנו LWA = 135 dBA. ההספק הקולי מוגדר ככמות הרעש המופק ע"י הרמקולים במקור.

### 3.1 שיטת בדיקת הרעש

חישובי הרעש בוצעו באמצעות תוכנת SoundPlan אשר פותחה ע"י חב' SoundPLAN GmbH בגרמניה, בסוף שנות ה-80. התוכנה מביאה בחשבון את תכונות מקור הרעש (מפלסי רעש לפי פסי אוקטבות), אפיון של הטופוגרפיה בסביבה בין המקור לבין הבתים הסמוכים ואפיון הבתים החשופים לרעש מהמקור. חישובי הרעש מבוצעים באופן מרחבי (תלת-ממדי) בהתאם לתקן ISO 9613, "Acoustics — Attenuation of sound during propagation outdoors".

הפרמטרים העיקריים המשפיעים על מפלסי הרעש המתקבלים בבניינים הסמוכים הינם כדלהלן:

**מרחק:** המרחק הפיזי בין הרמקולים לבין חזית המגורים הפונה לאמפי. המרחק הינו תלת מימדי ולוקח בחשבון את הפרשי הגבהים בין הרמקולים למגורים.

**כיוונית:** זווית ציר הרמקולים ביחס למבני המגורים. במסגרת התכנון, הרמקולים פונים לכיוון דרום מערב ואילו המגורים ממוקמים מצפון מערב עד לדרום מערב לאמפי.

**מיסוד:** המיסוך האקוסטי הנוצר בין הרמקולים לבין מבני המגורים. המיסוך מורכב מהטופוגרפיה באזור ומדפנות האמפי'.

### 3.2 כיווניות מערכות הרמקולים

כמפורט לעיל, בנוסף לפרמטרים הסביבתיים המשפיעים על התפשטות הרעש מהמקור לסביבה (מרחק, מיסוך מהטופוגרפיה וכו'), הובא בחשבון בבדיקות הרעש כיווניות הרמקולים. דהיינו, זווית ציר הרמקולים ביחס למיקום מבני המגורים בסביבה.

בתרשים מס' 2 מוצגת כיווניות טיפוסית של רמקול באוקטבות שיונות (מ- 500 עד 8,000 הרץ). מתרשים זה ניתן לראות כי באוקטבה של 500 הרץ (וגם באוקטבות נמוכות יותר), ההפרש בין מפלס הרעש בנקודה לפני הרמקול (זווית 0 מעלות) לבין מפלס הרעש מאחורי הרמקול (זווית 180 מעלות) הוא כ- 2 dB בלבד. לעומת זאת, בפס אוקטבה של 8,000 הרץ, ההפרש בין מפלס הרעש בנקודה לפני הרמקול לבין מפלס הרעש בנקודה מאחורי הרמקול הוא כ- 25 dB.

דהיינו, בתדירויות הנמוכות, כיווניות הרמקול כמעט ואינה משפיעה על התפשטות הרעש הנפלט ממנו. בתדירויות הנמוכות מפלס הרעש לפני הרמקול וגם מאחוריו (ובכל זווית אחרת) יישאר כמעט זהה.

### 3.3 קולטי הרעש

מפלסי הרעש נבדקו במבני המגורים המייצגים הקרובים ביותר, ברחוב קדם בשוהם (תרשים מס' 3).

במסגרת הבדיקה הובאה בחשבון הטופוגרפיה הקיימת בין האמפי לבין המבנים הקרובים.

גבהי מפלס הקרקע בבניינים וכן גובה החלון בקומה העליונה בחזית המזרחית של כל בית הפונה לכיוון האמפי, נלקחו ממסמכי היתר הבנייה של כל בית (כמוצג באתר עיריית שוהם).

פרטי הקולטים מפורטים בטבלה מס' 5 להלן.

**טבלה מס' 5: פרטי קולטי הרעש ברחוב קדם בשוהם**

| כתובת  | גובה קרקע מעל פני הים, מ' | גובה חלון עליון מעל הקרקע, מ' |
|--------|---------------------------|-------------------------------|
| קדם 10 | 90.9                      | 14.05                         |
| קדם 12 | 90.9                      | 14.05                         |
| קדם 14 | 90.9                      | 14.05                         |
| קדם 16 | 90.9                      | 14.05                         |
| קדם 20 | 98.5                      | 6                             |
| קדם 24 | 98.5                      | 6.6                           |
| קדם 28 | 100.7                     | 2.4                           |

| כתובת  | גובה קרקע מעל פני הים, מ' | גובה חלון עליון מעל הקרקע, מ' |
|--------|---------------------------|-------------------------------|
| קדם 32 | 102                       | 4                             |
| קדם 36 | 103                       | 5.95                          |
| קדם 40 | 104                       | 6.85                          |
| קדם 44 | 105.05                    | 6                             |
| קדם 48 | 106.16                    | 5.8                           |
| קדם 52 | 106.3                     | 6.06                          |
| קדם 56 | 106.25                    | 7.3                           |

### 3.4 תוצאות חיזוי הרעש ללא מיגון אקוסטי

מפלסי הרעש הצפויים בבניינים הקרובים ביותר, ממערכות ההגברה באזור האמפיתאטרון, מפורטים בטבלה מס' 6.

כפי שצוין, הקריטריון כפי שנקבע בתקנות למניעת מפגעים, מתייחס לרעש המתקבל מתוך חדר המגורים הפונה לאמפי' כאשר החלונות פתוחים. בהתאם למדידות שנערכו במספר מבנים בארץ, כושר הבידוד האקוסטי של חזית בניין עם חלון פתוח הוא כ- 5 dBA. לפיכך, צפוי כי מפלס הרעש בתוך הבניין עם חלון פתוח יהיה כ- 5 dBA פחות ממפלס הרעש המחושב מחוץ לחזית הבית.

בנוסף לכך, מאחר והרמקולים אשר יוצבו באמפי' יכוונו לאזור הקהל, נלקחה בחשבון הפחתת רעש, בהתאם לזווית שבין הציר המרכזי של האמפי' לבין מיקום כל קולט, כתוצאה מכיווניות הרמקול (סעיף 2.2.3 לעיל).

יצוין כי מיקום הרמקולים נקבע בגובה 8 מ' מעל גובה הבמה, בהתאם להנחיית מנהל הפרויקט, מר שלום אלון.

טבלה מס' 6: מפלסי הרעש החזויים בתוך מבני המגורים, ללא מיגון אקוסטי

| קולט   | קריטריון (בין שעה אחת ל- 3 שעות, בשעות היום), dBA | מצב חזוי, dBA |
|--------|---|---------------|
| קדם 10 | 60  | 67.4          |
| קדם 12 | 60  | 68.2          |
| קדם 14 | 60  | 68.4          |
| קדם 16 | 60  | 68.3          |
| קדם 20 | 60  | 66.7          |
| קדם 24 | 60  | 65.8          |
| קדם 28 | 60  | 65.8          |
| קדם 32 | 60  | 64.6          |

| מלבד חזוי, dBA | קריטריון (בין שעה אחת ל-3 שעות, בשעות היום), dBA | קולט   |
|----------------|--|--------|
| 62.9           | 60   | קדם 36 |
| 60.8           | 60   | קדם 40 |
| 59.1           | 60   | קדם 44 |
| 57.1           | 60   | קדם 48 |
| 55.2           | 60   | קדם 52 |
| 53.6           | 60   | קדם 56 |

קולטים שבהם מפלס הרעש החזוי עולה על הקריטריון

מטבלה מס' 6 לעיל ניתן לראות, כי בהנחה שהפעילות המתרחשת באמפי' עתידה להימשך בין שעה ל-3 שעות בלבד ובשעות היום (עד השעה 22:00) בלבד, מפלסי הרעש המחושבים במבני המגורים שנבדקו ברחוב קדם, חורגים מהקריטריון המותר בתקנות, הקובעות כי מפלס הרעש המותר עומד על 60 dBA. החריגות נרשמו ברחוב קדם 10 מדרום עד רחוב קדם 40 בצפון. ברחוב קדם 44 וצפונה לא נרשמו חריגות מהקריטריון.

במידה ויתרחשו אירועים פחות רועשים באמפיתאטרון (כגון אירועים שכונתיים, אירועים לילדים וכו'), עצמת מערכת ההגברה תהיה נמוכה יותר בשיעור של עד כ-5 dBA. במקרה זה צפויות חריגות בכ-7 מגרשים (רח' קדם 10-28).

במידה והפעילות תתרחש בשעות הלילה (אחרי השעה 22:00), מפלסי הרעש בכל בנייני המגורים יחרגו מין הקריטריון, בשיעור ניכר.

## פרק ד אמצעים למניעת מפגעי רעש

מטבלה מס' 6 לעיל נראה כי מפלסי הרעש הנובעים מהאמפיתאטרון בעת מופע מוזיקה המוני בשעות היום (עד השעה 22:00) עתידים לחרוג מהקריטריון בחלק מבנייני המגורים בשוהם, הקרובים לשטח התכנית.

### 4.1 מיגון אקוסטי

לצורך הפחתת הרעש, בהתאם לתכניות האדריכל, נבחנה אפשרות להקים קיר אקוסטי מאחורי אזור הישיבה של הקהל באמפיתאטרון. מבדיקה זו עולה כי כדי לעמוד בדרישות התקנות, יש צורך בקיר גובה 12 מ'! מעל גובה הקרקע. כמובן, שפתרון כזה אינו ישים.

הסיבה לצורך בקיר כה גבוה הוא כי גובה החלונות של הבניינים הקרובים ברח' קדם עומד על כ- 20 מ' מעל גובה הרמקולים, כמו כן הטופוגרפיה הטבעית באזור זה אינה מהווה מיסוך בין הרמקולים למגורים.

יצוין כי המיסוך האקוסטי אינו חייב להתבטא בקיר אקוסטי כה גבוה אלא יכול לבוא לידי ביטוי בסוללה, קיר ע"ג סוללה, הגבהת אזור הקהל, הנמכת הבמה או הרמקולים וכו' על פי העדפת מזמין הפרויקט, כל עוד הפרש הגבהים בין הרמקולים לקצה המיסוך עומד על 12 מ'.

### 4.2 קונכייה אקוסטית

כמצוין לעיל, במסגרת תכנון האמפיתאטרון הוצע על ידי מתכנני הפרויקט למקם קונכייה אקוסטית על גבי בימת האמפי על מנת לשפר את איכות הקול בעת מופע באתר.

מניסיונו המקצועי, השימוש בקונכייה מועיל בדרך כלל, לנגנים על הבמה. הקונכייה מאפשרת להם לשמוע את עצמם ותורמת לאיזון בין הנגנים. מאחר והנגינה באמפי עתידה להיות מושמעת במערכת הגברה, כך שהקונכייה אינה תורמת באופן זה. בנוסף לכך, הקונכייה אינה יעילה להפחתת הרעש לסביבה, בפרט במקרה כמו בשוהם שבו הקונכייה ממוקמת מאחורי הבמה ואינה מהווה אלמנט מיסוך בין בימת האמפי למבני המגורים בסביבה.

## פרק ה בדיקת חלופות

לאור הממצאים המפורטים לעיל, בהתאם לבקשת מר יעקב ירקוני, מהנדס מועצת שוהם, נבדקו מפלסי הרעש בחלופה אחרת בה הבמה מסובבת ב-180 מעלות ופונה לכיוון צפון מזרח (תרשים מס' 4).

בחלופה זו, המרחק מהרמקולים לבניינים בסביבה נשאר כמעט כמו בחלופה המקורית. מכיוון שמיקום הבמה וכתוצאה מכך גם מיקום הרמקולים זה לכיוון דרום מערב, המיסוך האקוסטי הנוצר ע"י הטופוגרפיה משתנה מעט ביחס לחלופה המקורית (ראה תרשים 5).

הפרמטר העיקרי המושפע מסיבוב הבמה הוא כיווניות הרמקולים. לאחר סיבוב הבמה ב-180 מעלות, ציר הרמקולים פונה לשטח הפתוח ולא לכיוון בנייני המגורים.

מפלסי הרעש אשר התקבלו בחלופה זו, ללא מיגון אקוסטי מפורטים בטבלה מס' 7.

טבלה מס' 7: מפלסי הרעש בתוך בנייני המגורים הקרובים לאמפי'

| מפלסי רעש חזויים, dBA        |              | קולט   |
|------------------------------|--------------|--------|
| חלופת סיבוב הבמה ב-180 מעלות | חלופה מקורית |        |
| 63.0                         | 67.4         | קדם 10 |
| 64.4                         | 68.2         | קדם 12 |
| 65.2                         | 68.4         | קדם 14 |
| 65.5                         | 68.3         | קדם 16 |
| 64.7                         | 66.7         | קדם 20 |
| 64.9                         | 65.8         | קדם 24 |
| 65.0                         | 65.8         | קדם 28 |
| 64.8                         | 64.6         | קדם 32 |
| 64.3                         | 62.9         | קדם 36 |
| 64.0                         | 60.8         | קדם 40 |
| 63.5                         | 59.1         | קדם 44 |
| 63.2                         | 57.1         | קדם 48 |

| מפלסי רעש חזויים, dBA |              |                               |
|-----------------------|--------------|-------------------------------|
| קולט                  | חלופה מקורית | חלופת סיבוב הבמה ב- 180 מעלות |
| קדם 52                | 55.2         | 63.1                          |
| קדם 56                | 53.6         | 62.8                          |

קולטים שבהם מפלס הרעש החזוי עולה על הקריטריון

מטבלה מספר 7 ניתן לראות שמפלסי הרעש שהתקבלו בחלופה בה האמפי מסובב ב- 180 מעלות נמוכים יותר בחלקו הדרומי של רחוב קדם (בית מס' 10 – 28) אך גבוהים יותר בחלקו הצפוני של הרחוב (בית מס' 32 – 56). בנוסף ניתן לראות כי לאחר סיבוב הבמה ב- 180 מעלות, מפלסי הרעש, ללא טיפול, חורגים מהקריטריון המותר בתקנות בכל הבניינים שנבדקו, אם-כי מפלס הרעש הגבוה ביותר (רח' קדם 16) נמוך בכ- 3 dBA ממפלס הרעש שהתקבל בחלופה המקורית.

על מנת שמפלסי הרעש יעמדו בקריטריון, בחלופת סיבוב הבמה ב- 180 מעלות, יש צורך להקים מתרס אקוסטי אשר גובהו יהיה 9 מ' לפחות, מעל גובה הרמקולים. יצוין כי בחלופת המקור, על גובה המתרס להיות 12 מ' לפחות מעל גובה הרמקולים על מנת שמפלסי הרעש יעמדו בתקנות.

כפי שצוין לעיל, מתרס אקוסטי יכול לבוא לידי ביטוי בקיר אקוסטי, סוללה, הגבהת הקהל, הנמכת הבמה או הרמקולים לפי שיקול דעתו של המתכנן או המזמין, כל עוד ההפרש שהוזכר לעיל נשמר.

מפלסי הרעש שהתקבלו לאחר הקמת המתרס המומלץ בכל חלופה מפורטים בטבלה מס' 8.

#### טבלה מס' 8: מפלסי הרעש במגורים הקרובים לאמפי' לאחר הקמת המתרס

| מפלסי רעש חזויים, dBA |  |  |
|-----------------------|--|--|
| קולט                  | חלופה מקורית עם קצה קיר בהפרש של 12 מ' מעל גובה הרמקולים | חלופת סיבוב הבמה ב- 180 מעלות עם קצה קיר בהפרש של 9 מ' מעל גובה הרמקולים |
| קדם 10                | 57.9   | 57.5   |
| קדם 12                | 58.6   | 54.7   |
| קדם 14                | 59.0   | 53.8   |
| קדם 16                | 59.1   | 53.5   |
| קדם 20                | 57.4   | 53.1   |
| קדם 24                | 57.3   | 54.3   |
| קדם 28                | 57.4   | 56.5   |

| מפלסי רעש חזויים, dBA |  |  |
|-----------------------|--|--|
| קולט                  | חלופה מקורית עם קצה קיר בהפרש של 12 מ' מעל גובה הרמקולים | חלופת סיבוב הבמה ב- 180 מעלות עם קצה קיר בהפרש של 9 מ' מעל גובה הרמקולים |
| קדם 32                | 57.1   | 57.5   |
| קדם 36                | 56.8   | 57.9   |
| קדם 40                | 56.4   | 58.5   |
| קדם 44                | 55.8   | 59.0   |
| קדם 48                | 55.3   | 59.6   |
| קדם 52                | 54.7   | 60.0   |
| קדם 56                | 53.8   | 60.0   |

מטבלה מס' 8 ניתן לראות כי לאחר הקמת המתרס האקוסטי המומלץ בהתאם לכל חלופה, מפלסי הרעש אינם חורגים מהמותר בתקנות בשורת הבתים הקרובה ברחוב קדם.

בטבלה מס' 9 ניתן לראות סיכום עבור השוואה בין 2 החלופות, על מנת להבהיר את גבהי הקירות המדוברים.

טבלה מס' 9: סיכום השוואה בין שתי חלופות התכנון

| חלופה מקורית | חלופת סיבוב הבמה ב- 180 מעלות |  |
|--------------|-------------------------------|--|
| 77.5 מ'      | 79.0 מ'                       | גובה הבמה  |
| 85.5 מ'      | 87 מ'                         | גובה הרמקולים- 8 מ' מעל הבמה                                 |
| 12 מ'        | 9 מ'                          | הפרש נדרש בין קצה המיגון האקוסטי לבין גובה הרמקולים          |
| 85.5 מ'      | 81.0 מ'                       | גובה תחתון של קיר בהתאם לתכנון האדריכלי- בנקודה הנמוכה ביותר |
| 12 מ'        | 15 מ'                         | גובה קיר מקסימלי מעל הקרקע                                   |

---

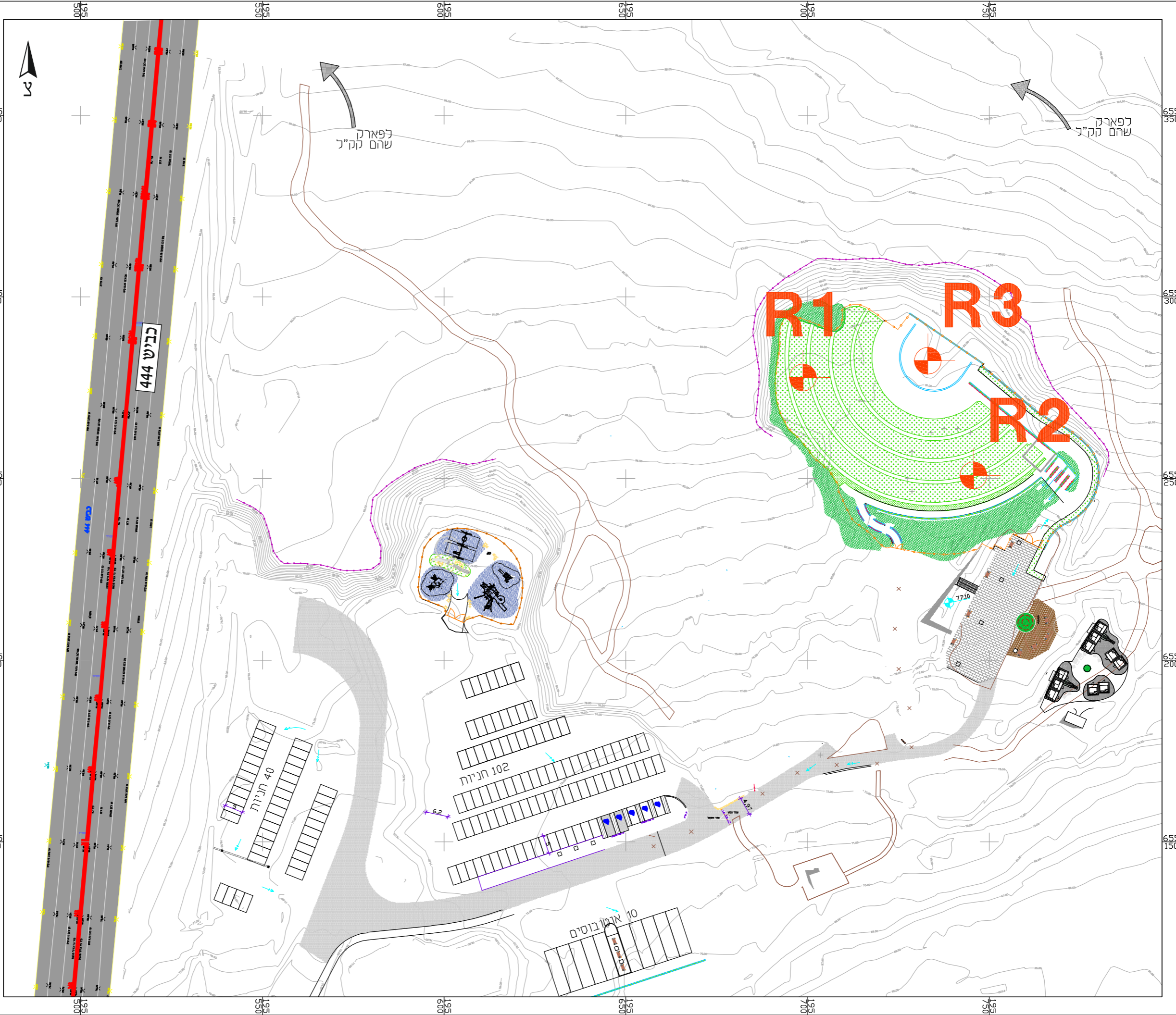
מטבלה מס' 9 לעיל ניתן לראות כי למרות שההפרש הנדרש בין קצה המיגון האקוסטי לגובה הרמקולים גבוה יותר בחלופה המקורית מאשר בחלופת סיבוב האמפי ב- 180 מעלות, גובה הקיר בפועל מעל הקרקע נמוך יותר. זאת מכיוון שבחלופת הסיבוב ב- 180 מעלות, מיקום הקיר האקוסטי חייב להיות בעיקר מאחורי הבמה המהווה את הנקודה הנמוכה ביותר בתכנון האמפי. נקודה זו נמצאת במפלס הנמוך בכ- 6 מ' מתחת לגובה הרמקולים. לעומת זאת, בחלופה המקורית, מיקום הקיר האקוסטי הוא בעיקר בגב הקהל המהווה את הנקודה הגבוהה ביותר בתכנון האמפי. נקודה זו נמצאת בגובה הרמקולים.

יצוין כי הבדיקה שנעשתה בשלב זה מותאמת לשלב התכנון הראשוני של הפרויקט. בשלב התכנון המפורט, ישנה אפשרות כי הדרישה למיגון אקוסטי תשתנה מעט בגובהה ובאורכה בהתאם לפרטי התכנון.

## 5.1 המלצה כללית

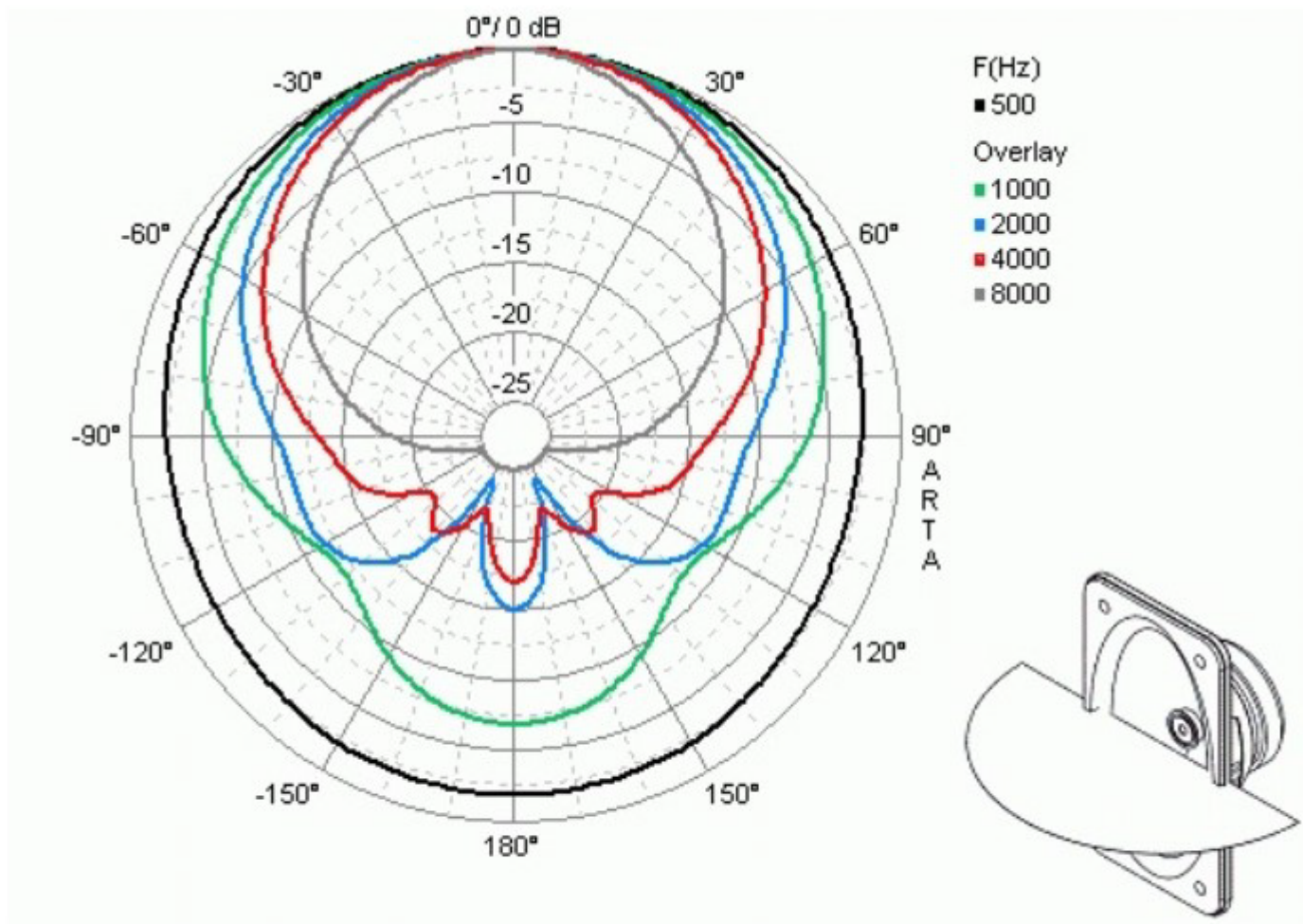
יצוין כי הבדיקה האקוסטית נעשתה בעזרת כלים מקצועיים הלוקחים בחשבון את התנאים התלת מימדיים של השטח בין האמפי למגורים. עם זאת, מאחר והטופוגרפיה באזור זה מורכבת ועלולה להשפיע על מפלסי הרעש המתקבלים במגורים, מומלץ לא להסתמך על בדיקה חישובית בלבד אלא לבצע בדיקה פיזית בשטח, עם הרמקולים המתוכננים, על מנת לקבל תמונה מדויקת יותר של מפלסי הרעש שיתקבלו. ייתכן וממצאי בדיקה זו יצביעו על כך שגובה המיסוך הנדרש הוא נמוך יותר מאשר הגבהים שהתקבלו מהחישובים המפורטים לעיל.

תרשים מס' 1  
מיקום הקולטים  
באמפיתאטרון לרעש  
מכביש 444  
קב"מ 1:1,000



**פשיין**  
**קוסטיקה בע"מ**



טל: 02-6417959, כתובת: ת.ד. 617, ירושלים 11016  
אינטרנט: [www.epac.co.il](http://www.epac.co.il) מייל: [epac@epac.co.il](mailto:epac@epac.co.il)

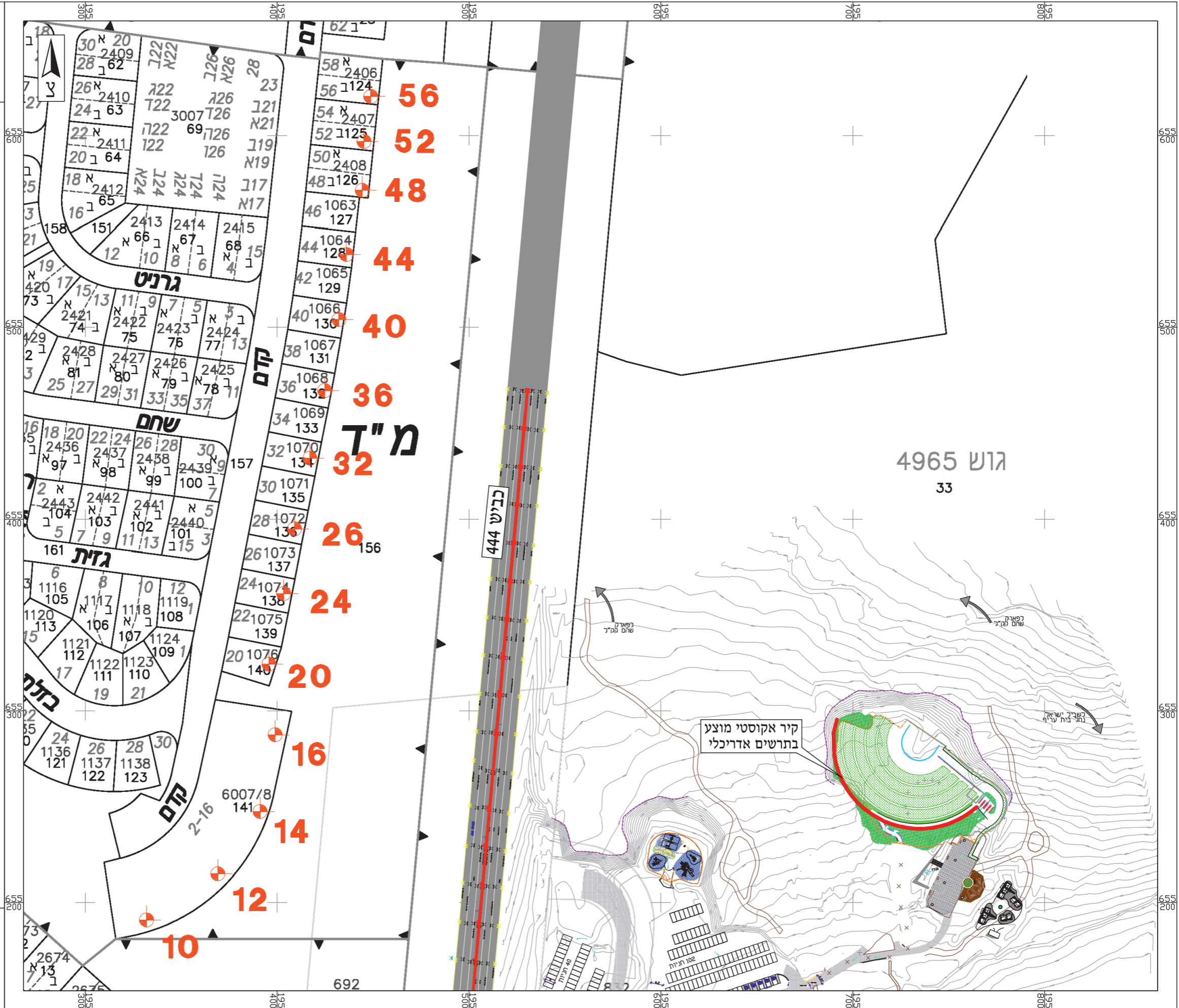


Horizontal directivity pattern of a commercial loudspeaker (Visaton WB 10) [11].

תרשים מס' 3  
 רעש מהאמפיתאטרון  
 במגורים הסמוכים בשוהם  
 קנ"מ 1:2,000

מקרא:

-  סוללה בגובה 10 מ'
-  קיר אקוסטי מוצע  
בתרשים אדריכלי



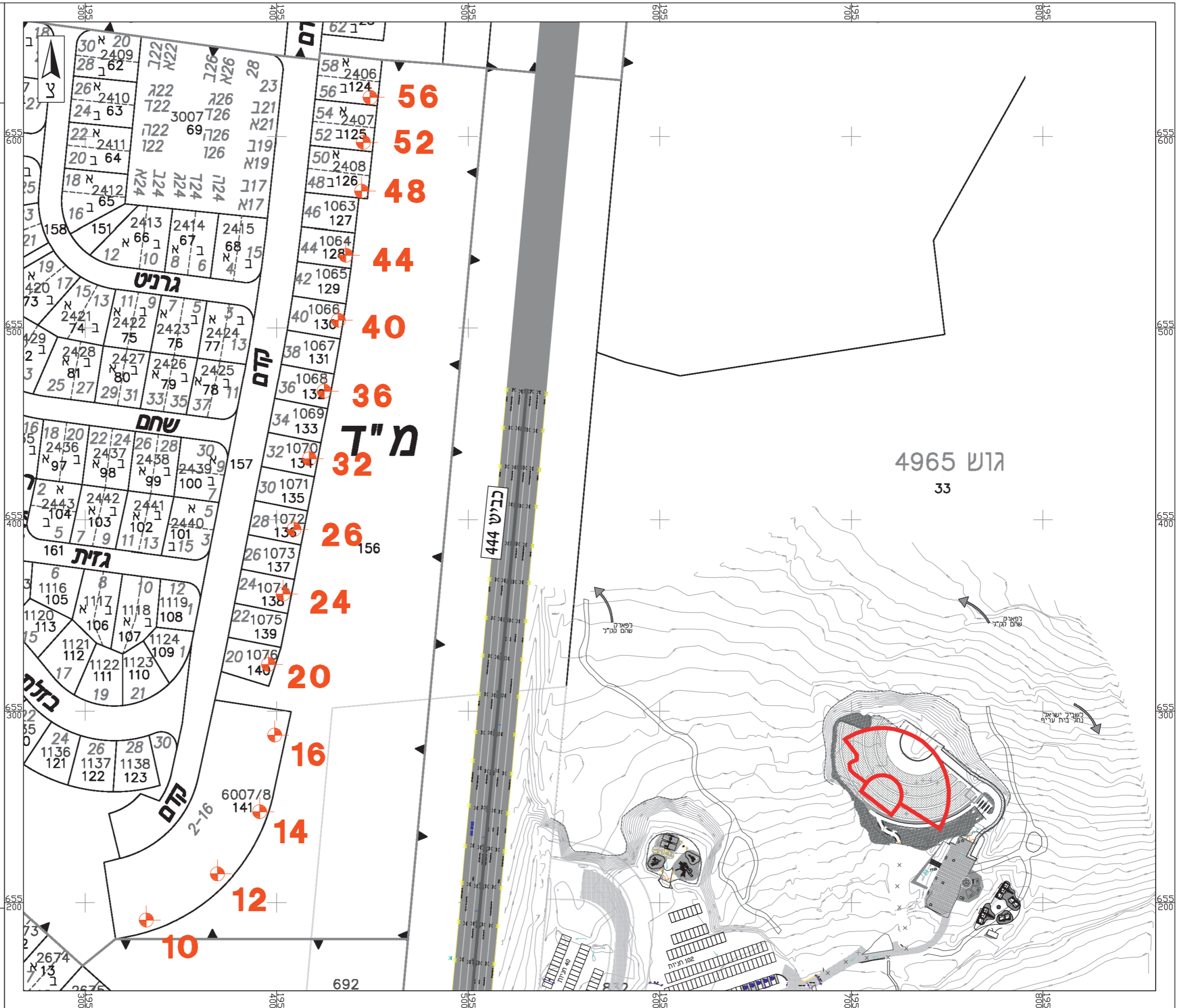
**א** פשטיין  
 קוסטיקה בע"מ

טל: 02-6417959, כתובת: ת.ד. 6107, ירושלים 10160  
 אינטרנט: www.epac.co.il מ"ל: epac@epac.co.il

תרשים מס' 4  
 חלופת סיבוב הבמה  
 ב-180 מעלות

מקרא:

חלופה ב



**פשטיין**  
**קוסטיקה בע"מ**

טל: 02-6417959, כתובת: ת.ד. 6701, ירושלים 61101  
 אינטרנט: www.epac.co.il מיל: epac@epac.co.il

