

608534-100

**רון בנארי בע"מ** - מהנדס יועץ לביסוס מבנים ולגיאולוגיה הנדסית  
**RON BENARY LTD.** - Foundation & Engineering Geology Consultant engineer

## תכנית מס' 318/03/30 פארן - בריכת מים ותחנת שאיבה

חוות דעת גיאוטכנית להערכת הסיכון הסייסי בתחום התכנית.

חוק התכנון והבניה, התשכ"ה-1965  
מחוז דרום  
הוועדה המחוזית החליטה ביום: 22/2/14  
לאשר את התכנית  
התכנית לא נקבעה טענה אישור השר  
התכנית נקבעה טענה אישור השר  
יו"ר הוועדה המחוזית  
22/2/14  
תאריך

פברואר 2013

תוכן עניינים:

1. רקע
2. מיקום התכנית
3. מודפולוגיה וסופוגרפיה
4. המבנה הגיאולוגי והמסלע בשטח התכנית
5. הערכת הסיכון הסייסמי
  - 5.1. העתקים
  - 5.2. רעידות אדמה באזור
  - 5.3. תפרוסת רעידות אדמה באזור
  - 5.4. ניתוח גורמי הסיכון הסייסמי בשטח התכנית המחייבים התייחסות תכנונית
    - 5.4.1. תנודות קרקע
    - 5.4.2. גזירה בפני הקרקע לאורך העתקים
    - 5.4.3. תגובת אתר
    - 5.4.4. גלישות קרקע
    - 5.4.5. התנולות קרקע
6. סיכום והנחיות

נספח:

תרשימים

#### 1. רקע

דוח זה הוכן כמענה להנחיות לשכת התכנון המחוזית (מחוז דרום) מ-16.4.12 לתכנית מס' 318/03/30 – בריכה ותחנת שאיבה פארן הדוח בוחן ומעריך את הסיכון הסייסמי בתחום התכנית.

#### 2. מיקום התכנית

הפרוייקט מתוכנן על מדרגה טופוגרפית מצפון לאפיק נחל פארן, נ.צ.מ. 195200/471600 (תרשים 1).

#### 3. מורפולוגיה וטופוגרפיה

פני השטח באתר תת אופקיים. בשולי האתר קיימים מדרונות לכוון מערב ודרום מערב (דרך העפר) וצפון מזרח (מדרון יורד לאפיק). מפלס הרצפה של הבריכה החדשה מחייב חפירה עד לרום של כ-268+ (רוב המדרון לכוון הדרך הקיימת צפוי להחפר בעבודות העפר). בהיקף הבריכה מתוכננת חצר שירות ברוחב של כ-6 מטר נוספים (עד לגדר).

#### 4. המבנה הגיאולוגי והמסלע בשטח התכנית

4.1 בתרשים 2 מוצג האתר על רקע מפה גיאולוגית

4.2 האתר נמצא בתחום אגן פארן-כרכום, שקע טופוגרפי - אזור נמוך המוגבל ע"י סדרה של העתקים גיאולוגיים המפרידים אותו מן האזורים ההרריים שמשני צידיו מצפון ומדרום. אגן פארן-כרכום תחום ע"י מערכת העתקים המוגדרים כפעילים (ראה בהמשך סעיף 5.3)

4.3 מערכות ההעתקים באזור הינם העתקי משנה למערכת השבירה הגדולה הנמצאת כ-25 ק"מ מזרחה, בקע הערבה שהוא קטע ממערכת העתקים המכונה בקע ים המלח The Dead Sea Transform, שהינה חלק ממערכת השבירה הסורית אפריקאית (DSTF)

4.4 האזור מלא בתומרי סחף שהורבדו בעבר הגיאולוגי מאפיקי נחלים שזרמו באזור. להלן תיאור עיקרי חתך הקרקע הצפוי באתר:

⇐ חלוקי נחל – סחף נחלי – קונגלומרט החל מפני השטח ועד לעומק של כ-2-3 מטר. רמת ליכוד בינונית. חומר ואדי (סחף) שרובו חלוקים מעוגלים בגודל של 2 ס"מ עד 10 ס"מ (מקומית, תתכן המצאות אבנים גדולות בגודל של יותר מ-50 ס"מ) וחומר קלאסטי גם עד חרסיתי. החלוקים הם בעיקר של גיר ודולומיט. מישורים של חומרי סחף צעירים יחסית מגיל ניאוגן עד סדימנטים עכשוויים שהצטברו בתוך הבקע

⇐ חול טיני עד חווארי – מתחת לחלוקי הנחל ועד לעומק של מספר מטרים (לפחות). חילופים של חול דק טיני עד טין חרסיתי. גוון חום אדמדם. רמת ליכוד בינונית עד גבוהה. צפיפות השכבות מוערכת כבינונית עד גבוהה.

## 5. הערכת הסיכון הסייסמי

ככלל, הסיכון הסייסמי לבריכה - מבנה בטון עגול ודרוך - הוא נמוך. להלן הערכה לגבי הסיכון הסייסמי באתר. ההערכה הוכנה תוך התייחסות לדרישות המפורטות במכתב מינהל התכנון מ- 8.6.09 (מכתב שמאי אסיף) - הנחיות להתחשבות בסיכונים סייסמיים בתכניות מתאר.

### 5.1 מקורות סייסמוגניים לרעידות אדמה באזור

המקורות הסייסמוגניים העשויים לגרום לרעידת אדמה באזור הם:

5.1.1 **העתק ים המלח ומפרץ אילת:** טרנספורם ים המלח (DSTF), הטרנספורם הוא חלק ממערכת השבירה "הסורית אפריקאית" שנמשכת בישראל בין מפרץ אילת דרך אגן ים המלח לאזור קריית שמונה. רעידות אדמה בראש מפרץ אילת ובאגן ים המלח הם מקור הסיכון העיקרי לרעידות אדמה באילת.

5.1.2 **הים התיכון:** רעידות אדמה, רובן קטנות עד בינוניות, שהמוקד שלהן נמצא במרחב שבין ישראל לקפריסין. חלק מהרעידות בים התיכון, באזור מפרץ חיפה, מיוחסות לפעילות סייסמית על המשכו של שבר יגור - כדמל.

5.1.3 **רעידות אדמה בקפריסין:** רעידות אדמה חזקות בקפריסין מורגשות גם בישראל.

5.1.4 **רעידות אדמה מקומיות:** רעידות אדמה חלשות שהמוקדים שלהן פזורים במרכז הארץ והם קשורים ככל הנראה להעתקים מקומיים.

### 5.2 תפוסת מוקדי רעידות אדמה באזור הנגב הדרומי (תרשים 3)

במפרץ אילת ודרום הערבה מרוכזים מוקדים של רעידות אדמה חזקות יחסית. בין השנים 1973 ל-1999 פקדו את אזור אילת 70 רעידות אדמה במגניטודות שבין 3.0-4.9. באזורים דרומיים יותר, במרחק של יותר מכ-40 ק"מ התרחשו גם רעידות במגניטודה גבוהה מ-5 בסולם ריכטר. רעידת האדמה בנואיבה בשנת 1995 הייתה במגניטודה 7.2 בסולם ריכטר וגרמה לנזקים למבנים באילת. המחקר מציין כי באזור יכולות להתרחש רעידות אדמה במגניטודה של עד 7.5 בסולם ריכטר. רעידות אדמה במגניטודה 6 יכולות להתרחש כל 1,000 עד 1,500 שנה. בשנת 1068 התרחשה רעידת אדמה כבדה שהסבה נזקים בכל רחבי האזור. תעודות היסטוריות מתארות הרס רב שנגרם לעיר רמלה ונותרו בה רק שני בתים עומדים על תלם. במכתבים יהודיים מהגניזה הקהירית מתואר שבאותו זמן המים נעלמו מן הירדן והים התיכון "הפך ליבשה, מהלך שני ימים". במחקרים שנערכו באזור מלחת עברונה הועלתה ההשערה שמוקד רעידת האדמה של שנת 1068 במגניטודה גבוהה מ-7 בסולם ריכטר היה במלחה. באתר המכון הגיאופיסי לעומת זאת מצוין שמוקד הרעידה היה בים התיכון.

### 5.3 העתקים

במיפוי שדה של שטח התכנית לא זוהו בסדימנט הסחף גבנונים או מדרגות העשויים להעיד על שבירה צעירה של הסדימנטים. אין מידע לגבי המצאות העתקים רדומים בעומק תת הקרקע, העתקים שאינם משאירים מופע מורפולוגי בפני השטח. עפ"י מפת ההעתקים הפעילים והחשודים כפעילים (ברטוב וחובריו מהמכון הגיאולוגי, תרשים 4) קיימים באזור מספר ההעתקים החשודים כפעילים (צבע ירוק במפה), הקרוב ביותר במרחק של קצת יותר מ-1.0 ק"מ מדרום לאתר. במפה אין כל ציון להמצאות העתקים פעילים (צבע אדום) בקרבת האתר.

## 5.4 ניתוח גורמי הסיכון הסייסי בשטח התכנית המחייבים התייחסות תכנונית

### 5.4.1 תנודות קרקע

תנודות קרקע ברעידות אדמה חזקה עלולות להסב נזק למבנים. עוצמת הנזק תלויה במספר גורמים וביניהם: עוצמת הרעידה (המגניטודה), המרחק של מוקד הרעידה, התשתית הספציפית עליה ממוקם המבנה ומידת ההתאמה של העמידות ההנדסית של המבנה לתנודות.

בתקן 413 "תכן עמידת מבנים ברעידות אדמה" מפורטת בין יתר הנחיות התכנון גם תאוצת הקרקע המרבית PGA לפיה יש לתכנן מבנים בהתייחס לאזורי הארץ השונים. הערכים מחושבים ע"י מודל גיאופיסי (משוואת הניחות) המתייחס לתאוצת קרקע מרבית העשויה להתרחש בתשתית סלעית, בהסתברות של 10% (או גבוהה יותר) פעם אחת לפחות בתקופה של 50 שנים.  
תאוצת הקרקע המרבית הצפויה באתר לפי ת"י 413 היא 0.16g (תרשים 5).

### 5.4.2 גזירה בפני הקרקע לאורך העתקים

קריעת פני הקרקע עקב תזוזות על העתקים פעילים הוא סיכון אפשרי בשולי הערכה במקומות סמוכים לקווי העתק. כאמור בסעיף 5.3 לעיל, לפי מפת ההעתקים הפעילים והחשודים כפעילים בהוצאת המכון הגיאולוגי, בתחום התכנית לא עוברים העתקים פעילים ראשיים ומשניים, במיפוי שדה של שטח התכנית לא זוהו סימנים העשויים להעיד על שבירה צעירה של הסדימנטים ואין מידע לגבי המצאות העתקים רדומים בתת הקרקע בעומק.

### 5.4.3 תגובת אתר

במקומות בהם מונח כיסוי של סדימנטים רכים על תשתית סלעית קשיחה, תאוצת קרקע בפני השטח צפויה להיות שונה מזו המחושבת לגבי תשתית סלעית והמוצגת במפת PGA (סעיף 5.4.1 לעיל), הגברה או הפחתה.

עפ"י מפת איזורים החשודים בהגברות שתית חריגות, האתר נמצא בתחום שטח החשוד כבעל פוטנציאל להגברה (תרשים 6).

במצבים בהם מתוכננים מבני ציבור (הכוונה במבנה ציבורי היא למבנה בו קיימת פעילות ונוכחות קבועה של מספר משמעותי של אנשים) או בינוי אורבני, תנאים גיאו-סייסמיים כגון אלו שבאתר הנדון מחייבים עריכת בדיקת תגובת אתר (ראה תרשים 6A, המקור: מפת איזורים החשודים בהגברות שתית חריגות). קביעה זאת מסתמכת על פרשנות של גיליון תיקון 3 לת"י 413 מ-1995

מאחר והדרישה לביצוע בדיקת תגובת אתר הינה שנויה במחלוקת מקצועית, הוכן לת"י 413 גיליון תיקון 4 המאפשר שיקול דעת של המתכנן בקביעה הצורך בבדיקה זו.

בכל מקרה, במקרה הנדון מאחר ולא מדובר במבנה ציבורי אלא במתקן הנדסי מרוחק ממקום יישוב לדעת הח"מ אין מקום לחייב עריכה של בדיקת תגובת אתר וניתן להסתפק בדרישה לתכנן את המבנה לרעידות אדמה עפ"י הדרישות של ת"י 413 שבתוקף כולל הגדלת המקדמים הסייסמיים בהתאם להנחיות התקן.

### 5.4.4 גלישות קרקע:

בתחום התכנית, פני הקרקע מישוריים ואין חשש לגלישות קרקע במדרון.

### 5.4.5 התנזלות קרקע:

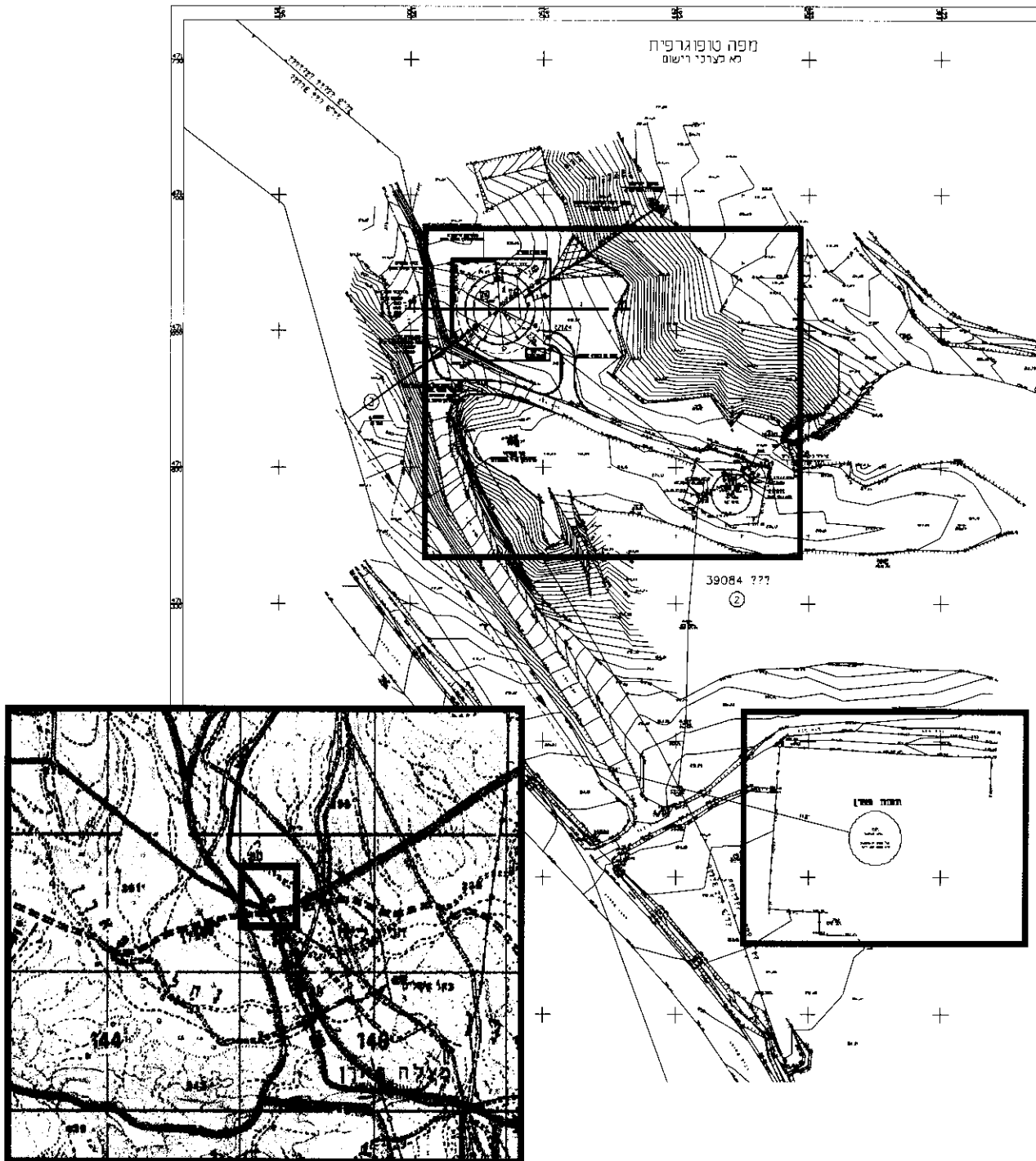
בתחום התכנית, מפלס מי התהום אינו קרוב לפני השטח ולא קיים פוטנציאל לכשל קרקע בהתנזלות.

**6. סיכום והנחיות**

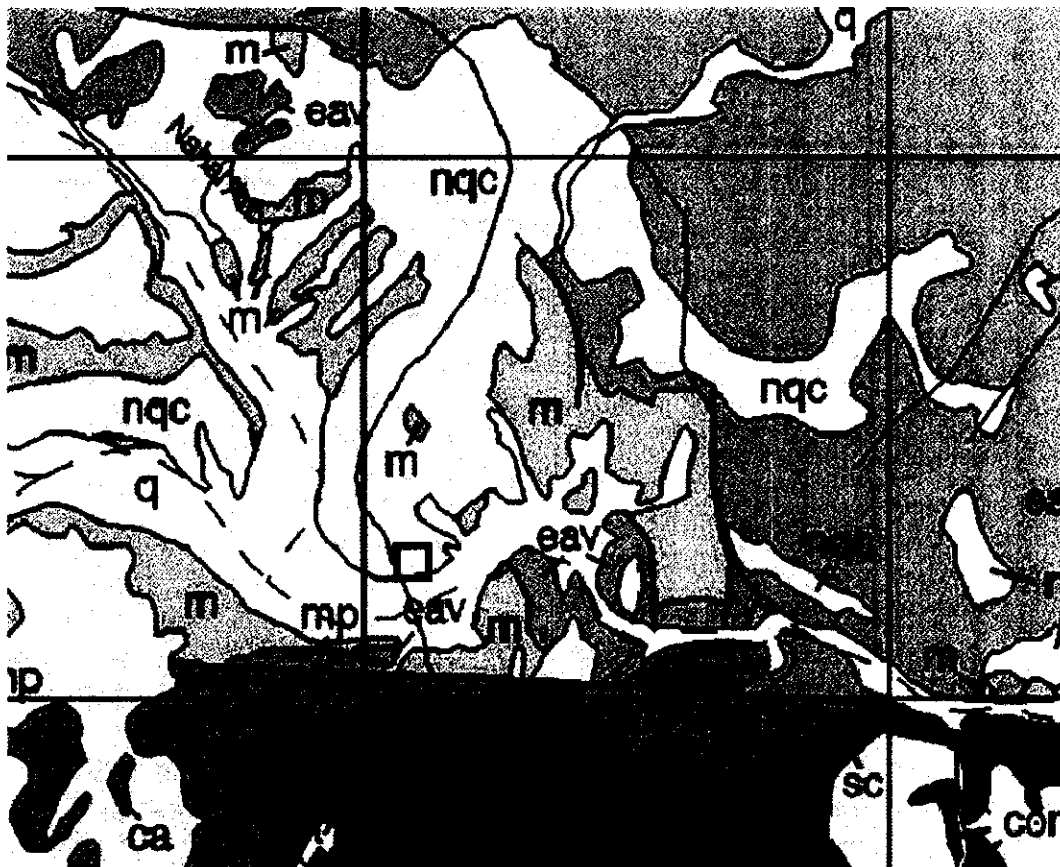
- 6.1 על בסיס הנתונים הסייסמיים של האתר והניסיון המצטבר (מצב הבריקה הקיימת) לא נדרשות הנחיות מיוחדות לתכנון סייסמי באתר הנדון למעט תכנון עפ"י דרישות התקן שבתוקף.
- 6.2 תכנון עמידות למצב סייסמי של רעידות אדמה יעשה בהתאם לדרישות תקן 940 חלק 1 (תקן הביסוס) ותקן 413 (תקן רעידות האדמה).
- 6.3 תאוצת הקרקע החזויה באתר (PGA) בהתאם לנספח בת"י 413 היא  $Z = 0.16$
- 6.4 יתר המכפילים לתכנון כגון: מקדם שתית, מקדמי מבנה וכו' יוגדלו עפ"י המפורט בת"י 413.
- 6.5 למצב של רעידת אדמה, מותר להגדיל את מאמצי המגע המפורטים בסעיף 4.2.2' שבדו"ח הביסוס ב- 50% בהתאם למפורט בסעיף 3.2.3 שבתקן 940.

בברכה

ג'נאל  
בנארי רון

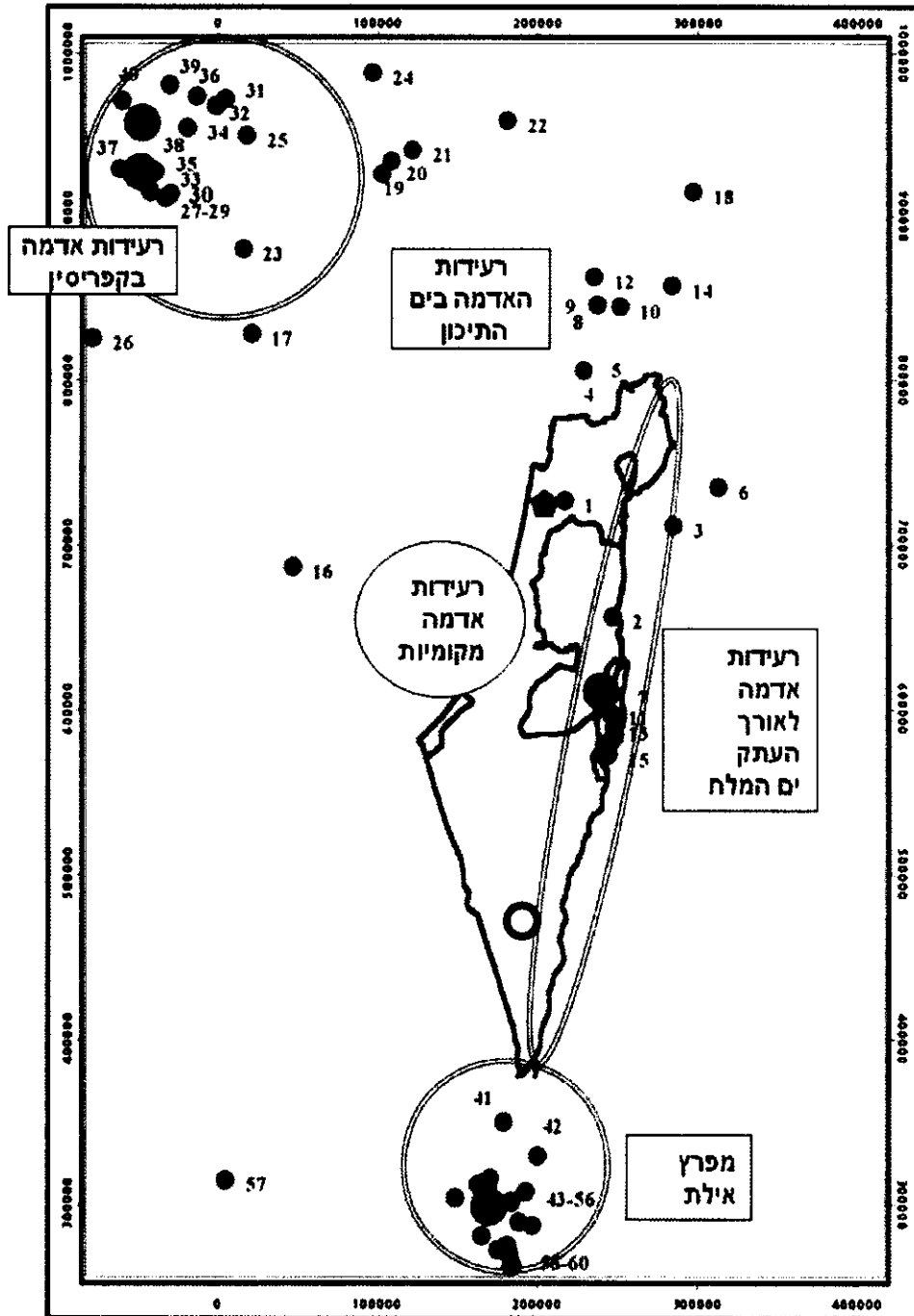


**תרשים 1 : תכנית מס' 318/03/30 - תרשים סביבה ומפת איתור**



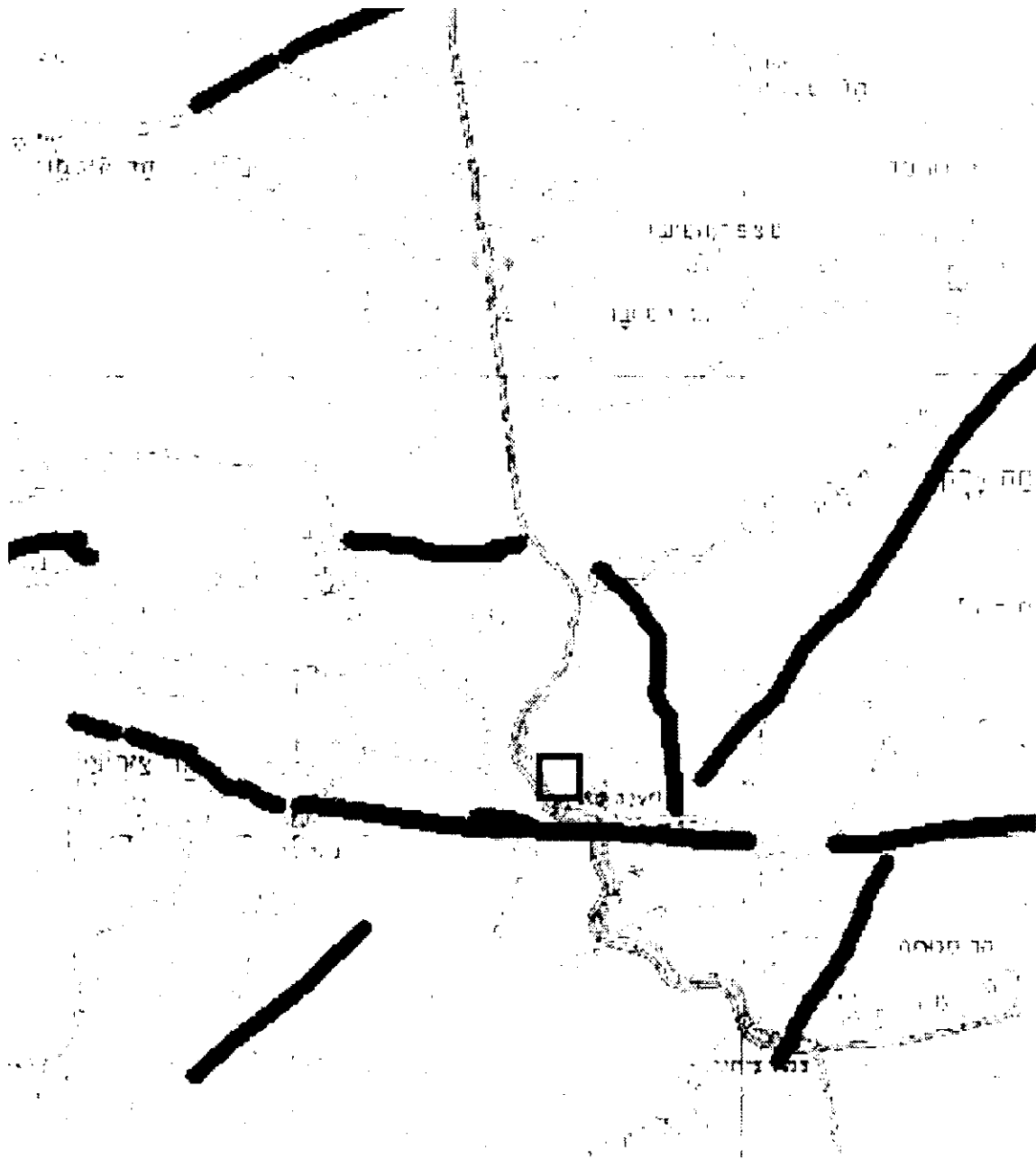
תרשים 2: תכנית מס' 318/03/30 - על רקע מפה גיאולוגית



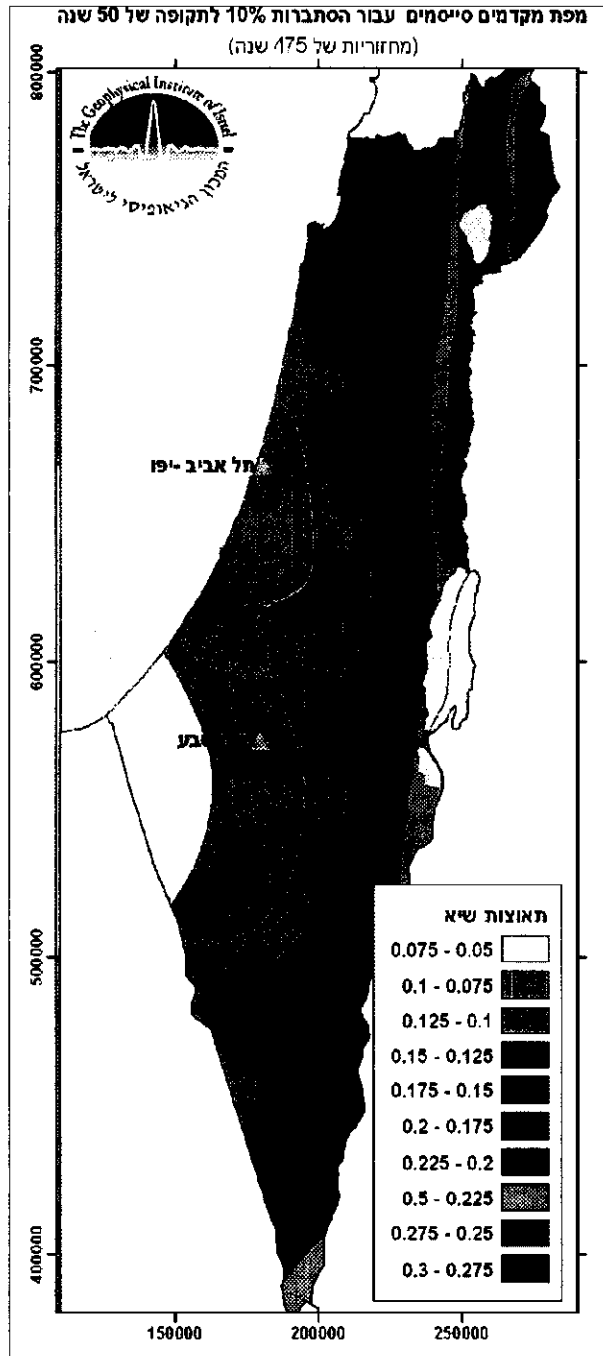


● רעידות אדמה עם מגניטודה בין 5-6 ● רעידות אדמה עם מגניטודה יותר מ-6

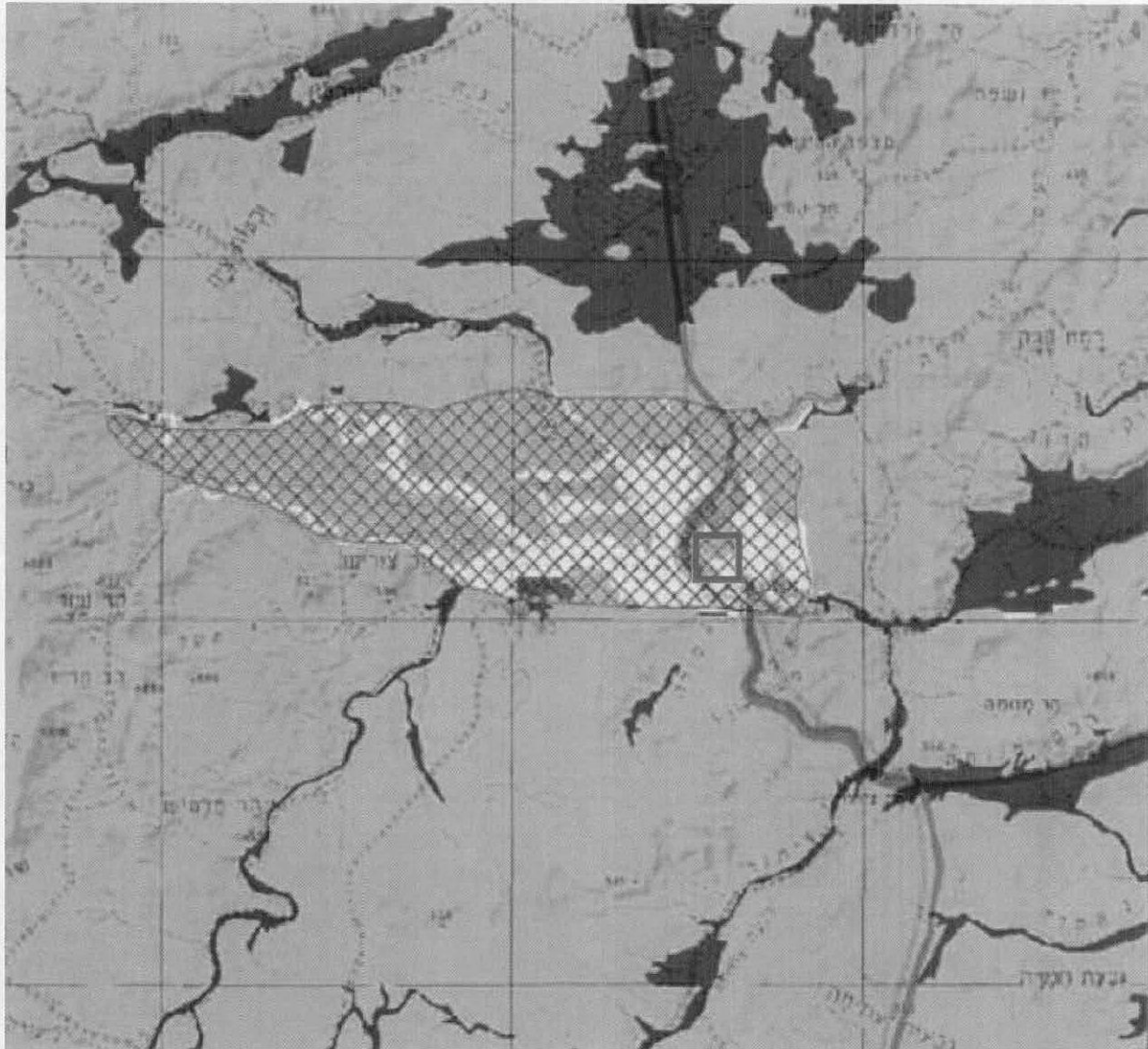
**תרשים 3: תכנית מס' 318/03/30 – תפרוסת מוקדי רעידות אדמה**



**תרשים 4: תכנית מס' 318/03/30 – על רקע מפת העתקים פעילים**



**תרשים 5: תכנית מס' 318/03/30 – על רקע מפת תאוצות קרקע (PGA)**



תרשים 6: תכנית מס' 318/03/30 – על רקע מפת מפת איזורים החשודים  
בהגברות שתית חריגות

מפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות מצביעה על שני סוגי אזורים בהם מידת הגברת תנודות הקרקע בזמן רעידת אדמה עלולה להיות גבוהה מהרגיל. (1) אזורים בהם קרקע רכה מונחת ישירות על סלע אם קשה (מסומן במפה בשחור), בהם תופעת הגברת התנודות הסיסמיות מתחזקת במידה ניכרת כתוצאה מכליאת האנרגיה הסיסמית בשכבת הקרקע. (2) אגנים גיאולוגיים צרים ועמוקים (מסומן במפה בקווים אדומים), בהם עלולים להיווצר אפקטים נוספים הקשורים לכליאה של האנרגיה בין קירות האגן ופני השטח, למיקוד גלים לאזורים מסוימים, לריכוז אנרגיה בקרבת קירות האגן, לכיוונית הגלים הסיסמיים ועוד.

לאור החשש הזה החליטה ועדת המומחים של מכון התקנים הישראלי שבאזורים אלו, עבור מבני ציבור חשובים ועבור תכנון אורבני, מקדמי הגברת תנודות הקרקע לצורך תכנון מבנים יקבעו על סמך לימוד פרטני של תנאי התשתית המקומיים ולא על פי מקדמים סטנדרטיים. הדרך המעשית ליישום ההחלטה היא לכלול אתרים החשודים בהגברות חריגות בסוג אתר F, המיועד לחריגים מסוגים שונים והמחייב ביצוע סקר אתר מפורט. בת"י 413 בסעיף 202.2.1א, שנוסף בגיליון תיקון מס' 3 (2009), מפורטים חמישה קריטריונים לסיווג אתר כ F. ארבע הקריטריונים הראשונים המגדירים קרקעות המועדות לכשל פנימי נלקחו מהתקן האמריקני; החמישי התווסף בכדי לתת מענה לאזורים החשודים בהגברות שתית חריגות. נאמר שם, שעבור מבנים מקבוצת חשיבות א' ועבור תכנון אורבני, אתר יסווג כ F, אם הוא נכלל באזורים שבהם לפי המפה הנ"ל יש חשד להגברות שתית חריגות עקב הימצאות סלע קשה מאוד בבסיס או עקב השפעת אגן (basin effect).

מפה חדשה זו מצטרפת לשתי מפות שצורפו לתקן בעבר: מפת התאוצה האופקית המרבית (PGA) בהסתברות של 10% בחמישים שנה, המהווה בסיס לחישוב ספקטרום התגובה לתכן עבור אתרי סלע; ומפת ההעתקים הפעילים או חשודים כפעילים המגבילה בנייה על קרקע שעלולה להיגזר בזמן רעידת אדמה. יצוין שמפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות, שמצטרפת עתה לת"י 413, מצביעה על אזורים בעיתיים אך איננה מהווה תחליף לסקר מפורט שרק בו ניתן לכמת את מידת ההגברה ולאפיינה כחדר ובטוחה מתאימה.

## תרשים 6A: הבהרות למפת איזורים החשודים בהגברות שתית חריגות