

DR. UZI SALTZMAN BOAZ SALTZMAN **דר' עזי זלצמן בעז זלצמן**

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע

מינהל התכנון
 החוק לקידום הגנה במתחמים מוגדמים לדיוור
 (הוראת שעה), חוזשע"ד, 2014
 החוודה למתחמים מוגדמים לדיוור ההליטה ביום
 7/4/16
 לאשר את התוכנית
 יו"ר הוועדה למתחמים מוגדמים לדיוור

סקר סייסמולוגי

קריית גת מערב

מינהל התכנון
 החוודה למתחמים מוגדמים לדיוור
 10-10-2016
 נתקבל

מוגש עבור:

משרד הפנים - מנהל התכנון

באמצעות:

יער-קורין ניהול ותכנון בע"מ

מאי 2015

תוכן עינים

עמוד

4.....	מבוא	1.
7.....	תאור מורפולוגי של האתר	2.
7.....	המצב ההידרוגיאולוגי	3.
7.....	המיבנה הגיאולוגי	4.
7.....	מיבנה כללי	4.1
7.....	העתקים	4.2
8.....	נטיות המיסלע	4.3
8.....	מיסלע	5.
8.....	קבוצת המיסלע הגבוהה	5.1
9.....	קבוצת המיסלע הנמוכה	5.2
9.....	קרקע	6.
13.....	סייסמולוגיה	7.
14.....	קריעת פני השטח על גבי העתקים גיאולוגיים פעילים	7.1
15.....	יצירת תאוצות והפעלת כוחות אופקיים על מיבנים ותשתיות	7.2
16.....	מיקום אפיצנטרים	7.3
17.....	העצמה של תנודות הקרקע עקב תנאים גיאולוגיים וטופוגרפיים	7.4
19.....	פגיעה ביציבות מדרונות וגלישת קרקע	7.5
20.....	סיכום	8.
21.....	מסקנות והמלצות	9.

איורים

עמוד

3.....	מפה טופוגרפית קנ"מ 1:50,000	איור 1
5.....	מפת האתר קנ"מ 1:2500	איור 2
9.....	מפה גיאולוגיות קנ"מ 1:50,000 גליון קריית גת, (המכון הגיאולוגי, 2008)	איור 3
10.....	מפת ההעתקים הפעילים והחשודים כפעילים בישראל (המכון הגיאולוגי, 2000)	איור 4
10.....	מפת ההעתקים הפעילים והחשודים כפעילים בישראל (המכון הגיאולוגי, 2009)	איור 5
11.....	מפת העתקים בישראל החשודים בפעילות צעירה (המכון הגיאולוגי 2013)	איור 6
14.....	ספקטרום עפ"י מיקום האתר וסוג הקרקע - גליון תיקון 5 של ת"י 413	איור 7
15.....	מפת ההגברות (עפ"י תקן 413, מימין תיקון 5 מ-2011, משמאל 2002)	איור 8
16.....	מפת אפיצנטרים של אזור האתר (ללא קנה מידה)	איור 9
17.....	מפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות (המכון הגיאולוגי, 2009)	איור 10
18.....	מפת האזורים בהם קיימת סכנה לגלישת מדרונות	איור 11

טבלאות

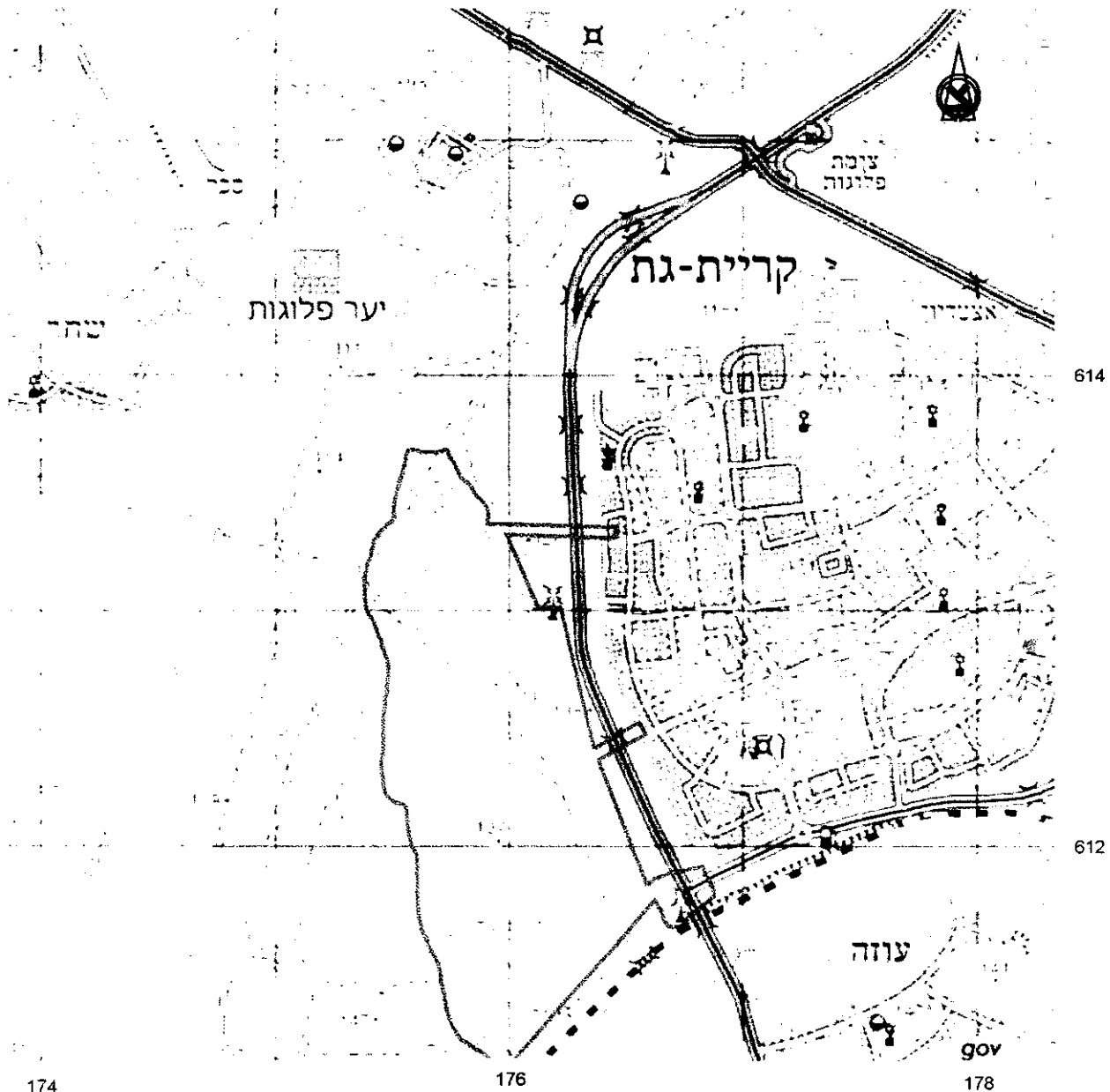
עמוד

14.....	טבלה 1. ספקטרום עפ"י מיקום האתר וסוג הקרקע
16.....	טבלה 2. טבלת אירועים ב-25 השנים האחרונות

1. מבוא

התבקשנו לבצע סקר סייסימי במסגרת תכנון הבניה באזור המוגדר כשכונת "קרית גת - מערב" (ראה מיקום האתר באיור 1 ואיור 2). הסקר בוצע על פי הזמנת חברת יער-קורין ניהול ותכנון בע"מ.

המסמך שלהלן, מסכם את המצב הסייסמולוגי באתר.



איור 1: מפה טופוגרפית קב"מ 1:50,000

המסמך נשען על הנחיות מינהל התיכנון במשרד הפנים שפורסמו בתאריך 08.06.2009, ואשר כותרתן: "הנחיות בנושא התחשבות בסיכונים סיסמיים בתכניות מתאר ובתכניות מפורטות". (ראה פרק 7 "סייסמולוגיה" להלן).

המסמך המנחה, קובע את מסגרת החומר שיש להציגו בדו"ח ומציג את המפות על פיהן יש להציג ערכים מנחים. בנוסף לנדרש נעזרנו בעזרים נוספים, כדלקמן:

א. מפה גיאולוגית בק.מ. 1:50,000 בהוצאת המכון הגיאולוגי. (גליון: קריית גת IV-10, 2008) בעריכת ע. סנה ומ. רוזנפוט,

ב. התקבלה אינפורמציה עדכנית מהמכון הסייסמולוגי ומהמכון הגיאולוגי.

ג. תצלומי אוויר של המרכז למיפוי ישראל, משנות השמונים של המאה העשרים.

כן עמדו לרשותנו המחקרים הבאים:

א. ב. בוכבינדר (1969) "המפה הגיאולוגית של אזור השפלה - ישראל (עם דברי הסבר) בק.מ. 1:20,000.

ב. י. בר יוסף (1965) "הגיאולוגיה של אזור אחוזם-נירעם", תכנון המים לישראל.

ג. ג. גבירצמן וב. בוכבינדר (1969) "מחשופים של תצורות ניאוגניות במישור החוף המרכזי והדרומי, בשפלה ובבקעת באר שבע, ישראל", המכון הגיאולוגי, בולטין מס' 50.

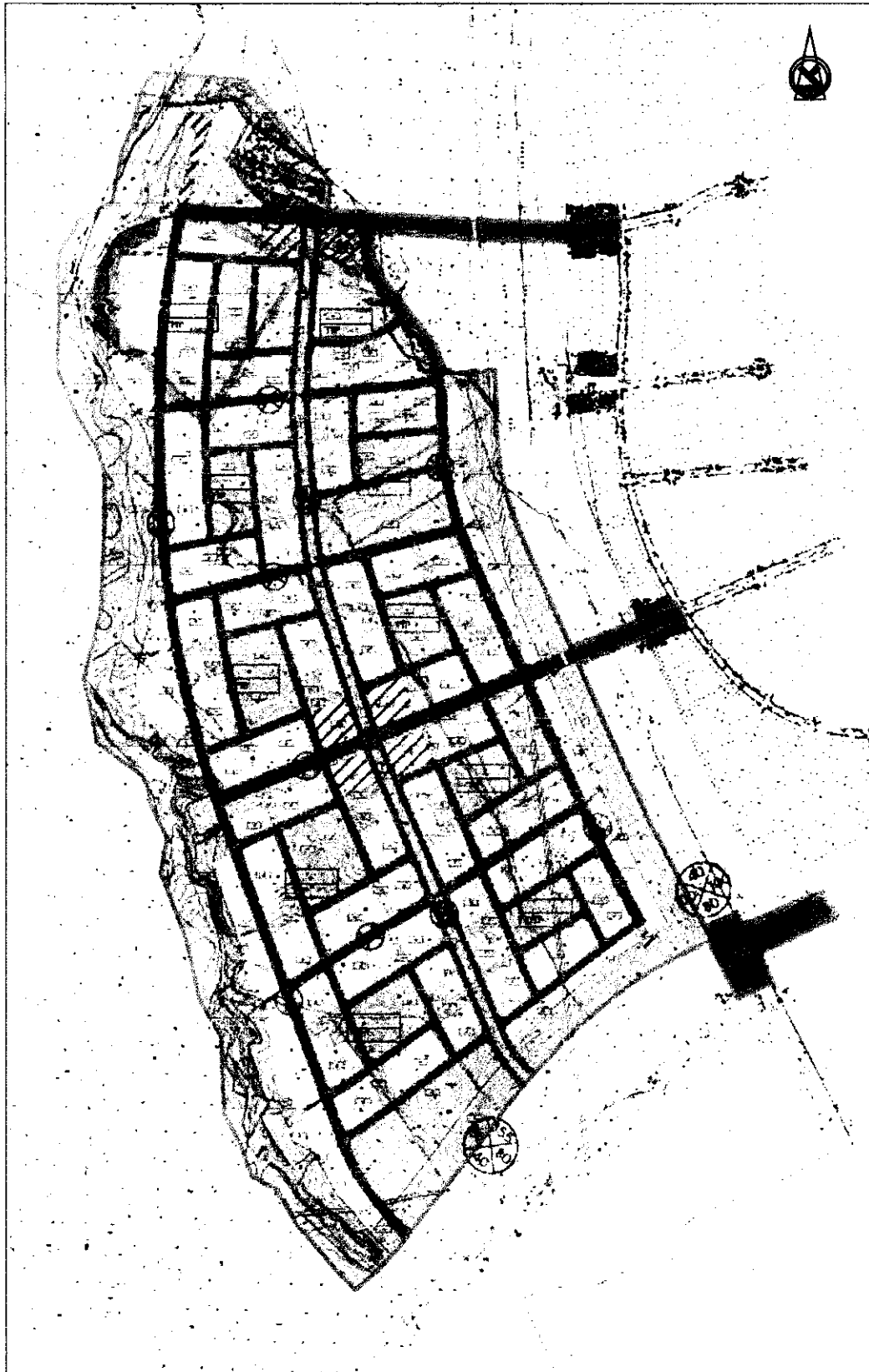
ד. ג. גבירצמן (1969) "חבורת סקיה (איאוקן מאוחר עד פלייסטוקן מוקדם) במישור החוף והשפלה; ישראל", המכון הגיאולוגי, בולטין מס' 51.

ה. י. גרייצר (1960) "הגיאולוגיה של אזור קריית גת", תכנון המים לישראל.

ו. ע. זילברמן (1991) "התפתחות הנוף בנגב המרכזי, הצפוני והצפון מערבי בנאוגן ובקוורטר" עבודה לשם קבלת תואר דוקטור לפילוסופיה, הוגשה לאוניברסיטה העברית בירושלים. דו"ח המכון הגיאולוגי מס GSI/45/90.

ז. מפה גיאולוגית של ישראל בק.מ. 1:50,000, גליון קריית גת (2008), בעריכת ע. סנה, בהוצאת המכון הגיאולוגי.

המסמך שלהלן מנסה לסכם את נושא ההשלכות הגיאולוגיות והסייסמולוגיות על תכנון הבניה. המסמך - אינו תחליף למסמכים הפרטניים, שעונים על התכנון ההנדסי של המיבנים באתר ספציפי, שהם פועל יוצא של תקנים 413 ו-940.



איור 2: מפת האתר קנ"מ 1:2500

2. תאור מורפולוגי של האתר

האתר ממוקם ממערב לקרית גת ולכביש מס' 40, בין המיפלים: 105-150+ מ'. כוון הנחיתה הכללית של הטופוגרפיה (שהוא מדרום לצפון) מופר על ידי מערכת לא סדירה של שלוחות/גבעות מוארכות שנחצות על ידי ערוצונים המבטרים את השטח.

השיפועים הרגילים נעים סביב כ-3-8% (2-5°). השיפועים לאורך הערוצים מתונים יותר (1%-1/2%) והשיפועים הנוחתים בניצב לערוצים "תלולים" יותר (נעים סביב כ-5-10%). הניקוז מתבצע בכוון נחל לכיש שמצפון לקרית גת. ככלל, מדובר בשטח מונוטוני מבחינת הטופוגרפיה.

3. המצב ההידרוגיאולוגי

הנגר העילי מתנקז באמצעות ערוצים רדודים שמתחתרים במאסה בכוללת קרקע וסלע חלש ויוצרת מבנה ביתרונות. הזרימה העילית הטבעית מתבצעת בכיוון לצפון אל ערוץ ראשי המתנקז אל נחל לכיש.

פני מי התהום נמצאים במפלסים שבין: 30+ ל- 50+ מ' מעל לפני הים, כלומר, בעומק העולה על 50 מ' מתחת לטופוגרפיה הקיימת.

כיום ממוקם אגם לאיסוף מי שטפונות בחלק הצפוני (הנמוך) של האתר. ממדי האגם המקורבים: 300X300 מ'. **האגם מהווה חלק מהאזור המתוכנן.**

אני מניח שלשכונה החדשה תתוכנן מערכת ניקוז מתאימה והשלכות מיקום האגם על מצב האתר ייבדקו בהליך ההנדסי שבודאי ילווה את הקמת השכונה החדשה.

4. המיבנה הגיאולוגי

4.1 מיבנה כללי

האתר ממוקם בתחום השולים המזרחיים של מיבנה הקער (הסינקלינה) של השפלה. המיבנה העקרונני – הסכמאטי – של הקער מוצג בחתך המלווה את המפה שב

איור 10. המיסלע הבונה את חלקיו הגבוהים של רצף הסלע – אינו מהווה חלק מהמיבנה הסינקלינאלי (וראה הסבר להלן).

4.2 העתקים

אין העתקים משמעותיים באזור קריית גת (איור 4, איור 5 ואיור 6).

4.3. נטיות המיסלע

נטיות המיסלע הכללית היא למערב – ואינה עולה על 5° .

5. מיסלע

המיסלע מכוסה קרקע וכיסוי נארי.

בתת הקרקע, ניתן להבחין בשתי קבוצות סלעים: גבוהה ונמוכה, המופרדות על ידי מישור מסוג אי התאמה זוויתית (Angular Unconformity), שהוא המישור המפריד בין קבוצת הסלעים הגבוהה לנמוכה (המעצבת את מיבנה הקער) ב

איור 10. פרוש המצב הוא כי הקבוצה הגבוהה נוצרה – למעשה – אחרי היווצרות מיבנה הקער.

5.1. **קבוצת המיסלע הגבוהה** מצטיינת בריבוי מרכיבים המפוזרים כ"כתמים" אקראיים על פני השטח ומתחתיו. חלק מה"כתמים" רצופים וחלקם האחר מנותקים זה מהאחרים. כל "כתם" משייך – גיאולוגית – לתקופה שונה. ההסבר הגיאולוגי לתופעה של ריבוי המרכיבים – אינו שייך לתחום המוצג בדו"ח זה. סדר המרכיבים על פי תקופות היווצרותם (ראה מקרא למפה גיאולוגית, איור 3):

- א. קרטון וחואר – משתיכים לתצורת "בית גוברין" מגיל איאוקן עליון (הנמוכה מבין התצורות הבונות את הקבוצה הגבוהה),
- ב. אבן גיר משוכבת – משתיכת לתצורת "לכיש" מגיל אוליגוקן.
- ג. קונגלומרט חופי – משתייך לתצורת "צקלג" מגיל מיוקן.
- ד. חול כורכרי – משתייך לתצורת "פלשת" מגיל פליוקן-פלייסטוקן
- ה. קונגלומרט – סחף נחלים (GC) – מגיל פליסטוקן – הווה (הגבוהה מבין התצורות הבונות את הקבוצה הנמוכה).

אנחנו מציגים את המיכלול הפרטני של רצף היחידות – הגם, שאין לו משמעות סייסמולוגית וזאת כדי להדגיש את אפשרות המיקום האקראי והלא רצוף של מרכיבי המיסלע. אמנם, הסיכוי הגבוה הוא להיתקלות במיסלע כורכרי-חולי מתחת לכיסוי הקרקע. אולם, רק ביצוע סקר הקרקע – לקראת תכנון האזור – הוא שיקבע באיזה חומר סלעי ייתקלו בפינה זו או אחרת.

ככלל, כל קבוצת הסלע הגבוהה (הקרוב לפני הקרקע) – חלשה, בעלת צפיפות נמוכה (משקל סגולי, משוער, בין 1.6-2.2 גרם/סמ"ק) ומאפשרת מעבר גלים סייסימיים במהירות – יחסית –

נמוכה (בהשערה: עד 2,000 מ'/שניה). עובי הקבוצת המיסלע הגבוהה - בתחומי השטח הנדון - נע בין כ-40-60 מ'.

5.2. קבוצת המיסלע הנמוכה

המידע נשען על מידע מקדוחי הפקת מים וקדוחים מסייעים לחיפושי נפט. (ראה איור 10).

בנויה שתי מערכות: **גבוהה** (קרטונית עם מרכיבים אחרים מגיל סנון-איאוקן) ו**נמוכה** (דולומיטית-גירית עם מרכיבים אחרים מגיל קרטיקון-קנומן).

א. **מערכת גבוהה:** בנוייה, בעיקר, קרטון בדרגות שונות של חוזק (בעיקר נמוך) ומשקל סגולי נמוך: 1.6-2.3 גרם/סמ"ק). ומאפשרת מעבר גלים סייסמיים במהירות משוערת בת כ-2,000-2,500 מ'/שניה.

עובי המערכת בתחומי האתר נע סביב כ-400 מ'.

פירוט המיסלע ניתן כדי להראות את תחום השינויים בהרכבו:

- (1) תצורת מרשה מגיל איאוקן תחתון-תיכון. בנוייה קרטונים חלשים ואולי חוואריים. הגבוהה מבין התצורות הבונות את הקבוצה הנמוכה.
- (2) תצורת עדולם מגיל איאוקן תחתון. בנוייה קרטונים בינוניים וחלשים עם שכבות ביניים של קרטון מצורר ו/או רצועות של עדשות צור.
- (3) תצורות: מנוחה, מישאש, ע'רב וטקיה מגיל סנון בנויות - בעיקר קרטון - אולם עם אופקים הכוללים הופעת חוואר (טקיה) וצור (מישאש).

ב. **מערכת נמוכה:** בנוייה, בעיקר, אבן דולומיט ואבן גיר חזקות וצפופות ומשקל סגולי גבוה: 2.4-2.7 גרם/סמ"ק). בהערכה, צפויה מהירות גל סייסמי בת כ-3,000-3,500 מ'/שניה.

ניתן להניח כי עובי המערכת בתחומי האתר עולה על כ-500 מ'. המיסלע ממוקם בעומק כ-300(-) מתחת לפני הים או, כ-450 מ' מתחת לטופוגרפיה הנוכחית. אין שינויים במרכיבי הסלע שמצדיקים פירוט התצורות.

6. הרקע

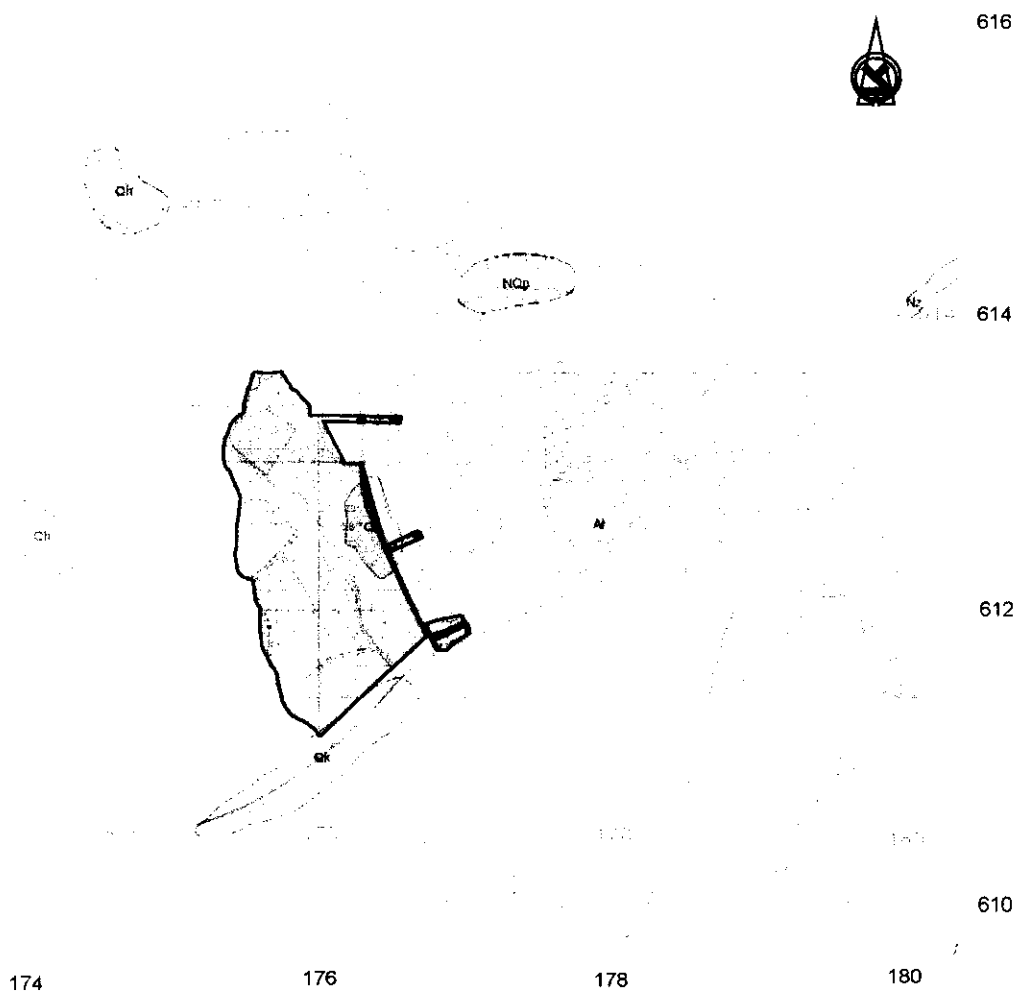
עובי הקרקע תלוי בסוג הסלע שמתחתיו, כאשר בסלע חזק (יחסית) עובי הקרקע קטן מאשר על סלע חלש יותר ובערוצים שם עלול עובי הקרקע החרסיתית - להגיע לכ- 20 מ' ומעל לערך זה. ככלל - איבחון השדה של הקרקע הוא CH-CL עד (CH).

DR. UZI SALTZMAN BOAZ SALTZMAN **ד"ר עזי זלצמן בעז זלצמן**

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע

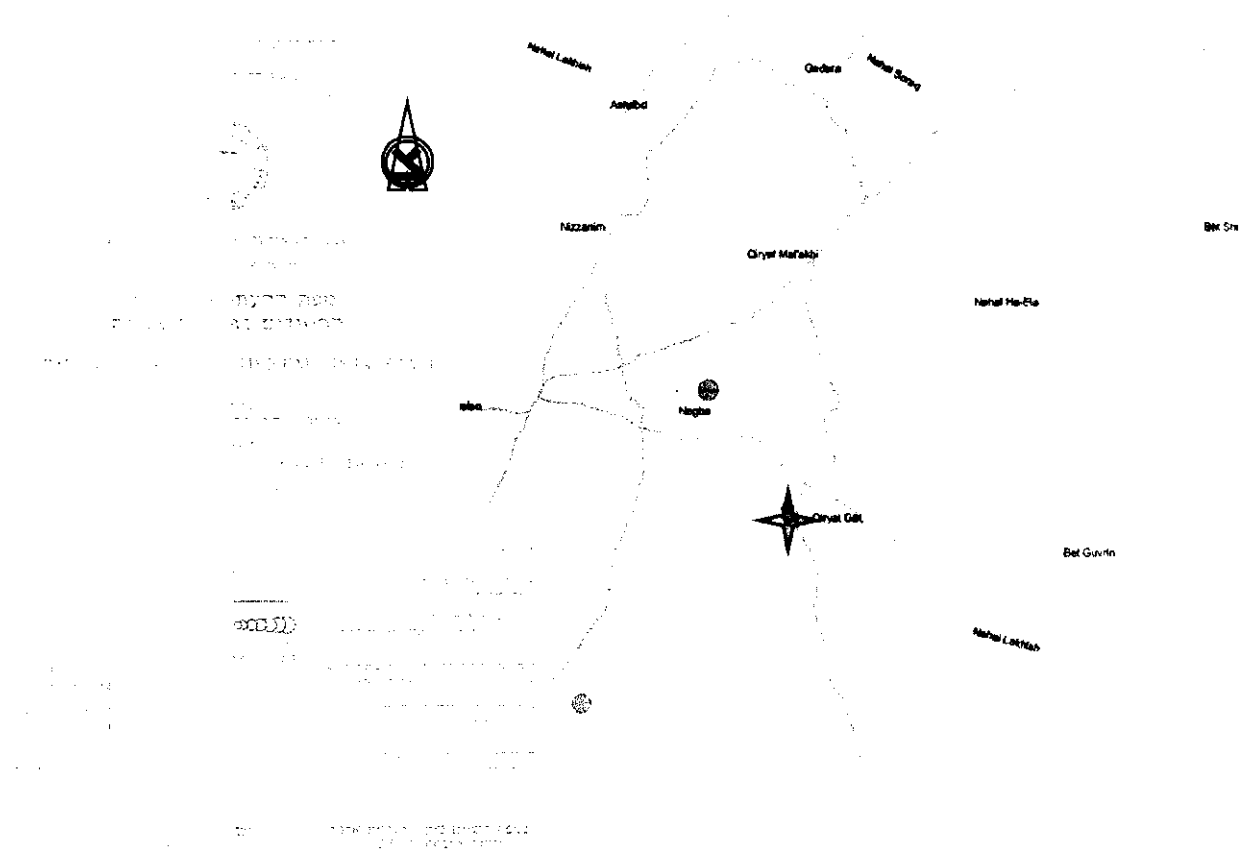
הגם שעובי הקרקע המצויין על גבי המפה הגיאולוגית הוא כ-2 מ' – אני מרשה לעצמי לחלוק על מספר המציין עובי כה נמוך - בעיקר כאשר מוכר לנו סקר (שנערך על ידי משרד הבינוי והשיכון סביב שנת 1970 בתחומי קרית גת) בו נבחנו כלונסאות לעומק כ-20 מ' שנקדחו בקרקע חרסית. איור 3 מציג מצב על פיו כ-90% משטח המפה הגיאולוגית מכוסה קרקע (AI). מתחתה ממוקמות התצורות ניאוגניות-פלייסטוקניות ה"מקומיות" (ראה פרק המיסלע לעיל). האתר ממוקם באזור שעבר שינויים (פיתוח כמו אזור האגם). מכאן, קיימים אזורים עם שפיקה של מילוי על גבי הקרקע הטבעית בסמוך לאזורים של חפירה. אין אינדיקציה לגבי מוצא המילוי, עוביו ומימדיו.



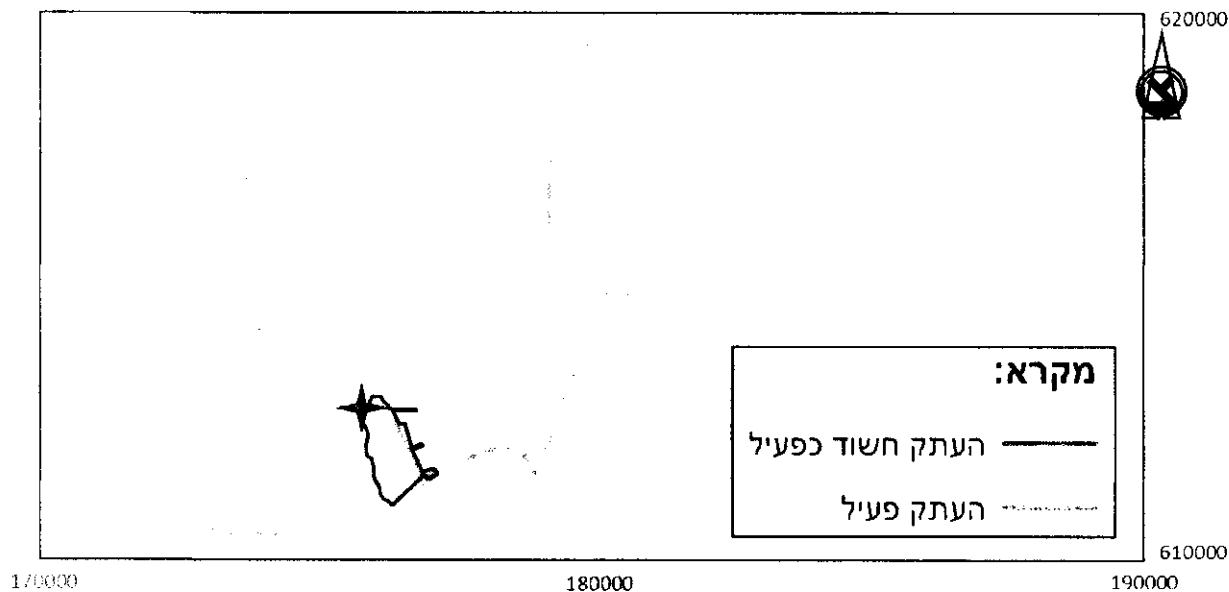
STRATIGRAPHY סטרטיגרפיה

SYSTEM	SERIES - STAGE	SYMBOL	THICK. מ' עובי מ'	LITHOLOGY	LITHOSTRATIGRAPHY	ליתוסטרטיגרפיה
תקופה	סדרה - דרגה	סימן		מסלע	MAPPING UNITS יחידות מיפוי	GROUP חבורה
QUATERNARY	PLEISTOCENE	Qp	20+		Alluvium, colluvium, Loess	אבנים קצבים קרפס לוס
QUATERNARY	PLEISTOCENE	Qr1	40		Ruhama loess & sand	לוס וחול רחמה
		Qh*	10+		Calcareous Sandstone	אבן חול גירית
		Qk*	10		Red Sand & Loam	חול אדום וטיט
NEOGENE	MIOCENE	Ng	10		Aluzam Conglomerate	קנגלומרט אלוזם
		NQp	15		Pleshet Formation	תצורת פלשא

איור 3: מפה גיאולוגיות קב"מ 1:50,000 גליון קריית גת, (המכון הגיאולוגי, 2008)



איור 4: מפת ההעתקים הפעילים והחשודים כפעילים בישראל (המכון הגיאולוגי, 2000)



איור 5: מפת ההעתיקים הפעילים והחשודים כפעיליך בישראל (מסלול מעודכן 2013)

STATE OF ISRAEL מדינת ישראל
מט"ר המאגריה והמים
THE MINISTRY OF ENERGY AND WATER RESOURCES



GEOLOGICAL SURVEY המכון הגאולוגי
ישראל 2013

מפת מפתח למפת 'ההעתיקים הפעילים והחשודים כפעילים' בישראל, עדכון לשנת 2013

Map of Active and Potentially Active Faults in Israel - Update 2013

א. שגיא, ע. סנה, מ. רוזנצ'יק, י. ברטוב

A.Sagy, A. Sneh, M. Rosenshaft and Y. Bartov

0 10 20 Km

- העתק פעיל
- העתק חשוד כפעיל
- אזור העתקה פעילה



מפה זו נמסרה למכון התקנים הישראלי לצורך עדכון ת"י 413

DR. UZI SALTZMAN BOAZ SALTZMAN דר' עזי זלצמן בעז זלצמן

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע

	אשדוד	גדרה	בית שמש	ירושלים	קליה	
	10-I	10-II	11-I	11-II	12-I, II	
	אשקלון	קרית גת	בית גוברין	חברון	מצפה שלם	
	10-III	10-IV	11-III	11-IV	12-III	
	נירים	משמר הנגב	אשתמוע	הר חצרון	עין גדי	
	13-II	14-I	15-I	15-II	16-I	
	ניר יצחק	צאלים	באר שבע	ערד	נווה זוהר	
		14-IV	15-III	15-IV	16-III	
<p>מפת 'העתקים הפעילים והחשודים כפעילים' בישראל, עדכון לשנת 2013</p> <p>מפה זו נמסרה למכון התקנים הישראלי לצורך עדכון ת"י 413</p> <p>מפת 'ההעתקים הפעילים והחשודים כפעילים' מציגה מידע גאוגרפי רלוונטי ומדויק ככל שניתן על מיקום העתקים שנמצאו עדויות לכך שקרעו את פני השטח בתקופה גיאולוגית צעירה. המפה מסתמכת על מופי הגיאולוגי הסטנדרטי של ישראל בקנה-מידה 1:50,000 בהוצאת המכון הגיאולוגי. רמת הדיוק של המפה מותנית ברמת ה'רוק' של המפות הגיאולוגיות, וזו יכולה להגיע לכדי כמה עשרות מטרים. על כן, לצרכים תכנוניים והנדסיים על הנעזר במפה לאתר במסח את מיקומו של ההעתק.</p> <p>העדכון המכחי מחליף את המפה שפורסמה בשנת 2009 ונמסר למכון התקנים לצורך עדכון המפה בת"י 413. וההגדרות והקריטריונים שנקלטו בחשבון לצורך העדכון פורסמו בדו"ח המכון הגיאולוגי מס' GSI/12/2012 ומפורסמים בדברי ההסבר למפה זו (). אין לראות מפה זו כמפת סיכונים סייסמיים ולא כמפת תחזית למיקום עתיד של רעידות אדמה.</p> <p>הגדרות</p> <p>'העתקים פעילים' לצורך תקן ת"י 413</p> <p>העתק ייחשב 'העתק פעיל' אם קרע את פני השטח לפחות פעם אחת כ- 13,000 שנים האחרונות.</p> <p>'העתקים חשודים כפעילים' לצורך תקן ת"י 413</p> <p>'העתק חשוד כפעיל' הינו העתק השייך לאחת משלוש הקבוצות הבאות:</p> <p>א. ענפים מסדר ראשון ושני של 'העתק פעיל' שבינם לבין ההעתק הפעיל ישנו קשר פיזי רצוף בפני השטח. ענף מסדר ראשון מוגדר כאן כהעתק המתפלג 'ישרות' מ- 'העתק פעיל' וענף מסדר שני מוגדר כמתפלג 'ישרות מעוף מסדר ראשון'.</p> <p>ב. העתקים שיש עדויות גיאולוגיות או גיאופיזיות המצביעות על כך שהם ענפים היוצאים מבקע ים המלח מאזורים מסווגים מים או מאזורים עם כיסוי הולוקן.</p> <p>ג. העתקים שנמצאה לגביהם עדות בחרה לקיימת פני שטח בתקופת הזמן שבין 13,000 שנים ל- 35,000 השנים האחרונות.</p> <p>'אזורי העתקה פעילה'</p> <p>אזור של כ- 200 מטר מכל צד וקצה של עקבת 'העתק פעיל' ו- 'העתק חשוד כפעיל'.</p> <p>הנחיות לשימוש במפה</p> <p>ד. איתור העתק 'פעיל' או 'חשוד כפעיל' בשטח מחייב חקירה גיאולוגית מקצועית. החקירה צריכה להתפרסם עד לקצה תחום 'אזור העתקה פעילה' בכדי לשלול קיומן של עקבות העתק נוספות.</p> <p>ה. דביקה מחודשת של מעמדו של העתק 'חשוד כפעיל' מחייבת חקירה גיאולוגית מקצועית, שממארה יבחן על ידי המכון הגיאולוגי.</p> <p>ו. רק המכון הגיאולוגי מוסמך לשנות את מעמדו של העתק עבור ת"י 413.</p> <p>ז. בטרם חקירה מומלץ לברר במכון הגיאולוגי האם השתנה מעמד ההעתק מאז עדכון המפה האחרון.</p>	רחוב	רביבים	דימונה	מכתש קטן	סדום	
			18-II	19-I	19-II	20-I
		שב	שדה בוקר	אורון	נאות הכר	
		18-IV	19-III	19-IV, 20-III		
<p>העתקים פעילים והעתקים חשודים כפעילים מופיעים רק במשבצות הירוקות</p> <p>איור 6: מפת העתקים בישראל החשודים בפעילות צעירה (המכון הגיאולוגי 2013)</p>						

7. סייסמולוגיה

על פי מסמך מינהל ההנדסה במשרד הפנים מתאריך 6 ביוני 2009 (תכ 11639-2009): "הנחיות בנושא התחשבות בסיכונים סייסמיים בתכניות מתאר בתכניות מפורטות", רשימת גורמי הסיכון שיש להציגם הם:

- א. קריעת פני השטח על גבי העתקים גיאולוגיים פעילים.
- ב. יצירת תאוצות והפעלת כוחות אופקיים על מיבנים ותשתיות.
- ג. העצמה של תנודות הקרקע עקב תנאים גיאולוגיים וטופוגראפיים.
- ד. פגיעה ביציבות מדרונות וגלישת קרקע.
- ה. התנזלות קרקע.
- ו. הופעת נחשול ים (צונאמי).

מקורות המידע העיקריים בנושא הסיכונים הסייסמיים המומלצים על ידי מנהל התכנון נמצאים בעבודות המכון הגיאולוגי המוצגות באתר המכון באינטרנט, כדלקמן:

- א. מפות ההעתקים הפעילים והחשודים כפעילים בישראל, המציינות מיקום העתקים פעילים וחשודים כפעילים,
- ב. מפת תאוצות הקרקע (מפת אזורים של המקדם הסיסמי לתקן הישראלי 413), (מפת התאוצות האופקיות וההגברות האופקיות של זעזועים),
- ג. מפת אזורים החשודים בהגברת תשתית חריגה, (מפת ההעצמות של הזעזועים בגין מיבנים/מיסלע צפוף בעומק).
- ד. מפת האזורים בהם קיימת סכנה לגלישת מדרונות, וליציבות קרקע,
- ה. מפות אזורים בהם קיים פוטנציאל להתנזלות (רגישות זניחה להתנזלות באתר),
- ו. מפת אזורים המועדים להצפה מצונאמי (אין חשש צונאמי באתר),
- ז. בנוסף התקבל מיקום האפיצנטרים באזור הנדון.

מתוך המידע המתלווה לחומר של משרד הפנים שבידנו – אין חיוב לבצע סקרים מיוחדים נוספים על הקביעה הנוכחית. אולם, במסגרת הצגת ההעתקים משנת 2009 מוצגות דרישות לגיאולוגים המכונים סקרים סייסמולוגיים. הצגת הסיבוך בפרק 7.1 להלן. מוצע בכל מקרה בו יתבקש סיוע/הבהרה בנושא ההגברה – מוצע כי מתכנן הקונסטרוקציה יפנה למחברי התקן ז. גבירצמן (המכון הגיאולוגי) וי. זסלבסקי (המכון הגיאופיסי).

7.1. קריעת פני השטח על גבי העתקים גיאולוגיים פעילים

- א. אנחנו מציגים את הדיון שלהלן כדי שהמתכנן יעמוד על בעייתיות הנושא.
- ב. מצורפות שתי מפות המציגות את ההעתקים החשודים בפעילות סייסמית (בהוצאת המכון הגיאולוגי, מהשנים: 2002, 2009 ו-2013). ניתן לראות כי בשתי המפות אין סימון העתק פעיל/חשוד כפעיל באזור קריית גת.
- ג. בחלקים אחרים של ישראל – מוצגים הבדלים בין המוצג על האחת למוצג על השניה, ולא ניתן הסבר לעובדה כי: הגם שהגיאולוגיה אינה משתנה מצאו משרטטי המפות שינויים המצדיקים הצגת מפות העתקים שונות משך 10 השנים האחרונות (איור 4, איור 5 ואיור 6).
- ד. על פי חוק - המפה החדשה מבין הקיימות - היא המחייבת. אולם, בהיות השוני בין המפות - שוני מהותי - ללא הסבר מה הביא לשינוי מהותי זה - מוצע להמשיך ולהתייחס לשתי המפות - כאשר בכל מקרה, ההסתמכות תהיה על ההגדרה החמורה מבין השתיים שמצויינות על גבי המפות.
- ה. חובה להדגיש כי בהסבר המילולי המצורף למפת 2009 מצוין כי "במפה הגיאולוגית בקנ"מ 1:200,000 (של ישראל) לא מופיעים העתקים המכוסים באלוביום ולכן אין הם מופיעים במפת ההעתקים הנוכחית". ובהמשך "מן האמור לעיל עולה כי על הנעזר במפה מוטלת חובה לבצע בדיקה פרטנית ומדוייקת של כל ההעתקים הרלוונטיים למשתמש". ואיך זיל גמור. אין הנחיה כיצד לבצע חובה זו ומה מחירה ולמי במדינת ישראל מלבד למכונים היכולץ להגדיר העתק כפעיל.
- באזור הסקר, כאשר המיסלע מכוסה בקרקע, לא ניתן להגדיר את מיקום העתקים והשפעתם על המסלע בשטח (קריעה), לא נמצא ביטוי מורפולוגי למעבר העתקים (כמו: יצירת מדרון תלול או, שינוי קו זרימה).
- כפי שניתן לראות – מאיור 9, הרי שלא ארעו באזור קריית גת ובסביבתו ארועים סייסמיים בשלושים השנים האחרונות. עובדה זו מחזקת את הטען כי באזור קריית גת אין פעילות העתקים.
- יש לציין כי – למעט הארוע של שכונת שחמון (אילת) בו התגלתה קריעת פני השטח על ידי העתק פעיל – אין בידנו שום מידע על קריעת פני השטח בישראל שניתן היה לשייך לתזוזה על גבי העתק. גם באזור קריית גת, בנוסף לכך, שלא מזוהים העתקים פעילים או חשודים בפעילות – לא התגלו קריעות קרקע.

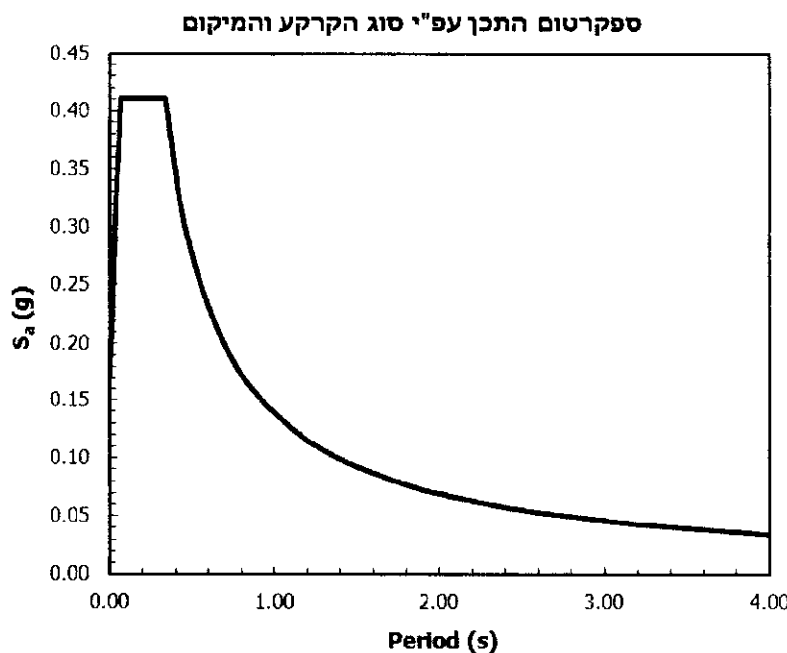
7.2. יצירת תאוצות והפעלת כוחות אופקיים על מיבנים ותשתיות

מצורפים מסמכים המסכמים את המידע הקיים:

- א. מפת תאוצות ההגברה (מפת התאוצה האופקית המרבית (PGA) בהסתברות של 10% (על פי תקן 413 – איור 8 מוצגות שתי מפות תיקון 5 לתקן שהוגש לאחרונה בימין והמקורי בשמאל)
- ב. מקדם ההגברה הסייסמית של אזור האתר (PGA) הוא $g=0.097-0.099$ וע"פ תיקון 5 $g=0.07$.
- ג. המכון הסייסמולוגי אינו מייחד את אזור קריית גת כאזור סייסמוגני המאופיין על ידי מימצאים שונים משל כלל אזור הנגב או מרכז ישראל.
- ד. גם תאוצות ההגברה באזור קריית גת - ממוצעות לגבי תחומי ההגברה המשפיעים על מדינת ישראל (בין 0.3 - 0.07).

קוארדינטת X: 176000	קוארדינטת Y: 612000
הסתברות ב-50 שנה: 10%	סוג הקרקע: E
$S_{DS} = 0.41$	$Z = 0.07$
$S_{D1} = 0.14$	$S_S = 0.16$
$T_0(s) = 0.07$	$S_1 = 0.04$
$T_S(s) = 0.34$	$F_a = 2.50$
	$F_v = 3.50$

טבלה 1: ספקטרום עפ"י מיקום האתר וסוג הקרקע



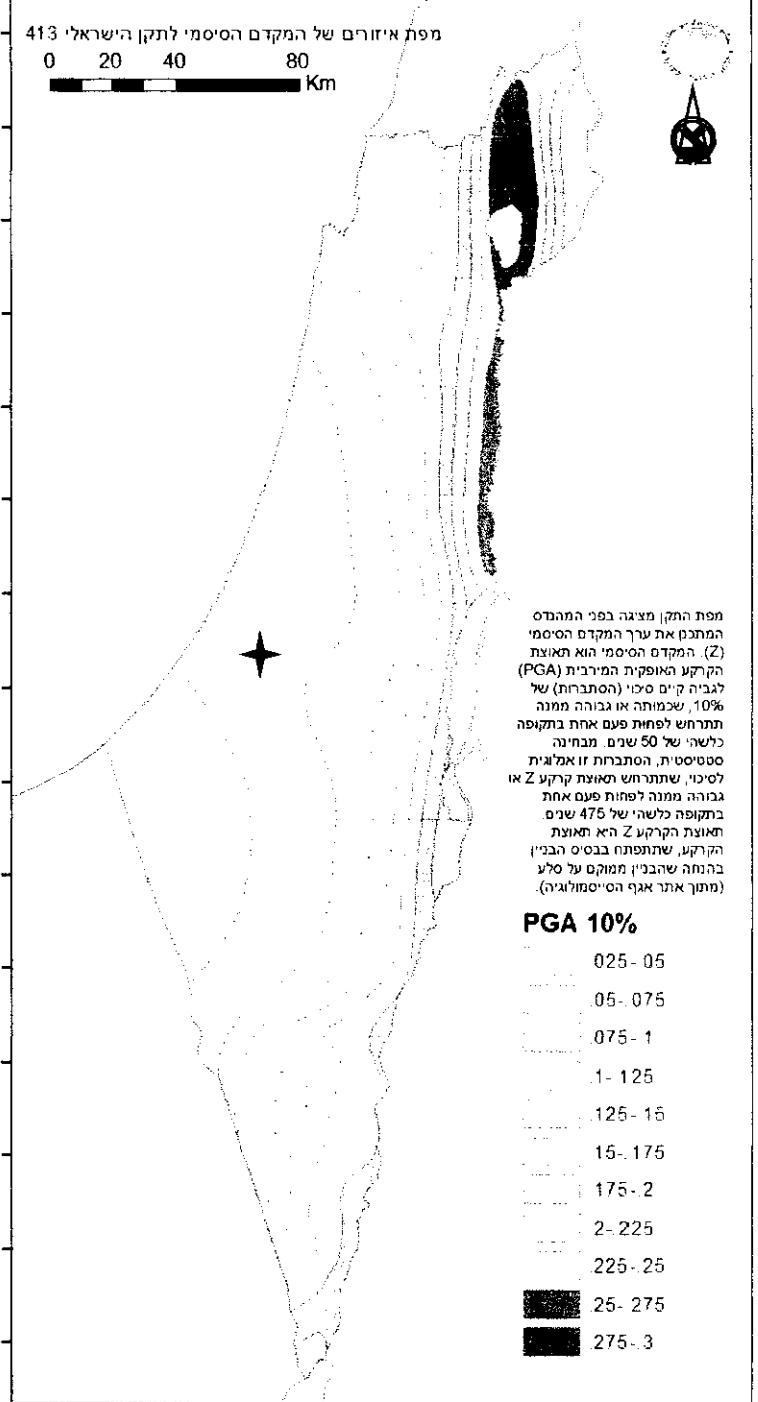
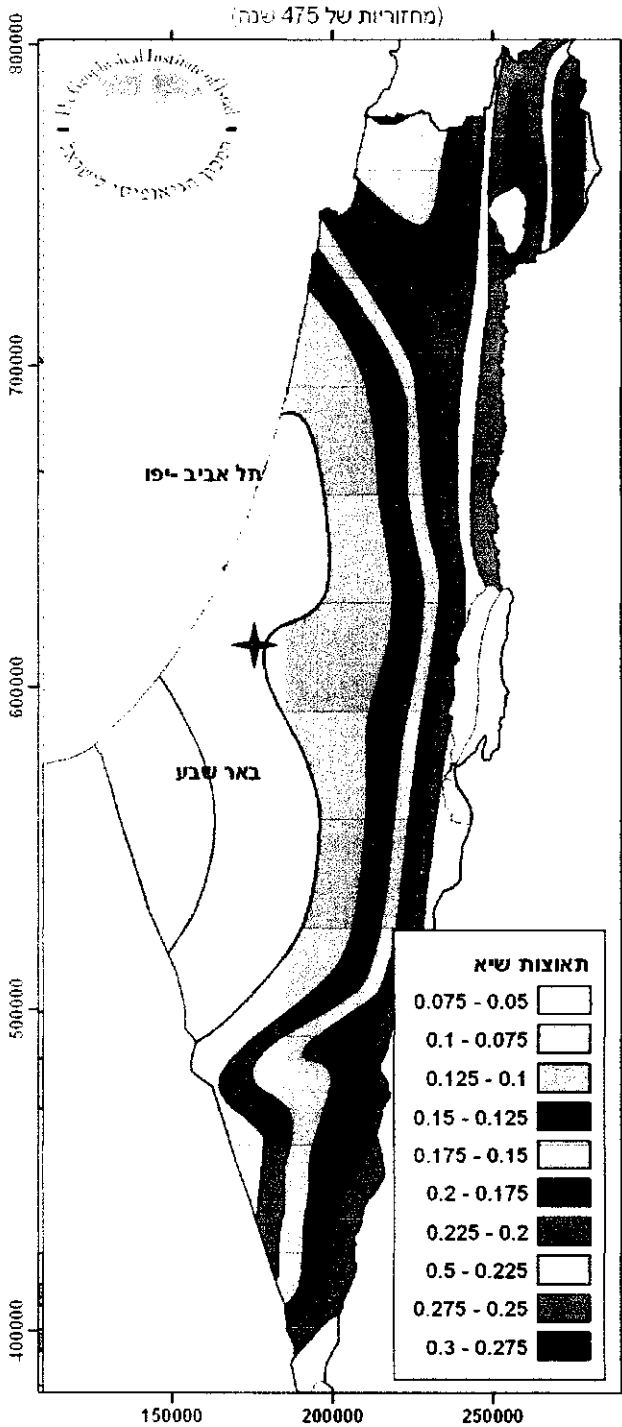
איור 7: ספקטרום עפ"י מיקום האתר וסוג הקרקע - גליון תיקון 5 של ת"י 413

DR. UZI SALTZMAN BOAZ SALTZMAN דר' עזי זלצמן בעז זלצמן

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע

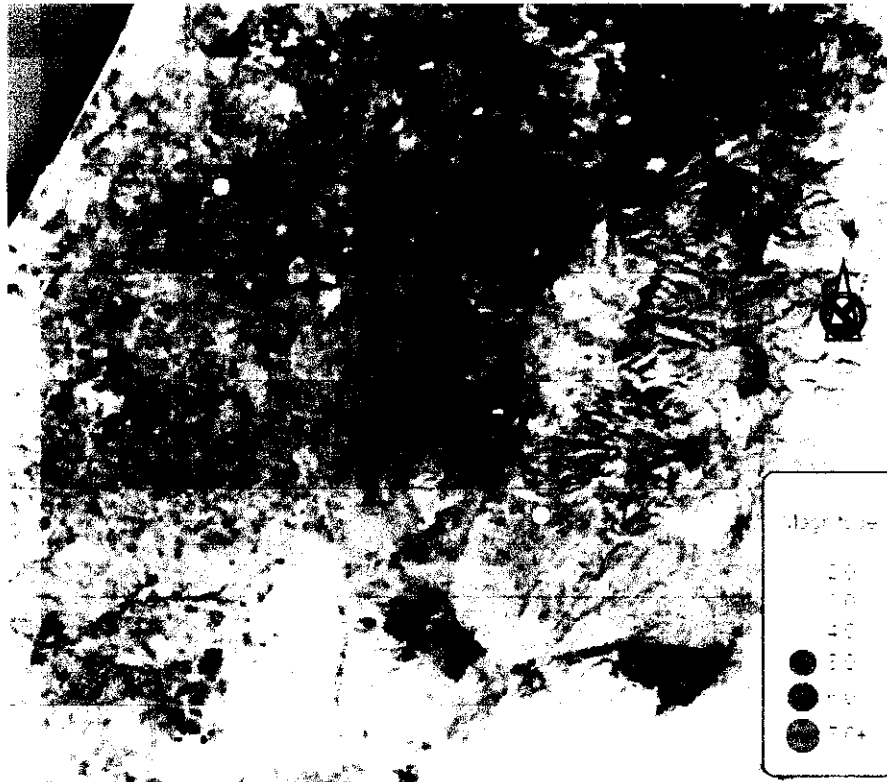
מפת מקדמים סייסימיים עבור הסתברות 10% לתקופה של 50 שנה



איור 8: מפת ההגברות (עפ"י תקן 413, מימין תיקון 5 מ-2011, משמאל 2002)

7.3 מיקום אפיצנטרים

מפת האפיצנטרים (איור 9) וטבלה 2 מציגות מיקום ועוצמה של רעידות אדמה באזור הסקר כפי שנרשמו ב-50 השנים האחרונות.



איור 9: מפת אפיצנטרים של אזור האתר (ללא קנה מידה)

Type	Region	Depth(Km)	Long	Lat	Mb	Md	Millisecond	Time(UTC)	Date
EQ	Central-Israel	15	34.6971	31.6695	0	3.3	267	22:13:11	12/05/1998
EQ	Central-Israel	16	34.9554	31.4455	0	3.3	851	08:41:22	19/06/1999

טבלה 2: טבלת אירועי רעידות אדמה ב- 50 השנים האחרונות

7.4. העצמה של תנודות הקרקע עקב תנאים גיאולוגיים וטופוגרפיים

באזור קרית גת, ההעצמה נוצרת בגלל המיבנה התת קרקעי (קמר-קער) והימצאות המיסלע החלש על גבי המיסלע החלש.

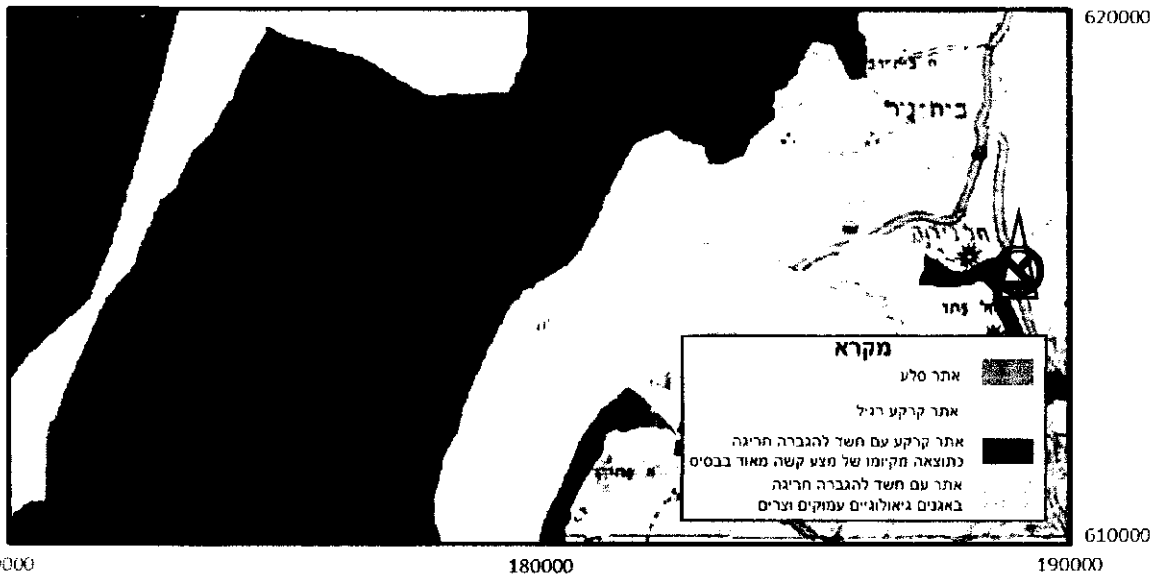
באזור השרון והשפלה (בין חוף הים התיכון לרכסי הגבעות וההרים) מקובלת "חבורת יהודה" הדולומיטית גירית כשכבה הבריאה – כסלע החזק.

מיקום ומצב מישור המגע בין הסלע חזק לסלע חלש באזור קריית גת (ראה איור 3, 1

איור 10) נדון בפרק 5 "המיסלע" – לעיל.

בכל מקרה חייבים להציג במסגרת הגדרת נושא ההגברה - את המצב על פיו מישור המגע בין הסלע החלש ל"בריא" הוא אלכסוני וזאת בגלל מיבנה הסינקלינה (קער).

באזור קרית גת ממוקם המיסלע החזק של חבורת יהודה בעומק המיסלע ממוקם בעומק כ-300(-) מתחת לפני הים או, כ-450 מ' מתחת לטופוגרפיה הנוכחית. לפי מפת העצמה של תנודות הקרקע עקב תנאים גיאולוגיים וטופוגרפיים הגברות שתית - אזור הנסקר ממוקם על אתר "קרקע עם חשד להגברה חריגה כתוצאה מקיומו של מצע קשה מאד בבסיס" (איור 10).



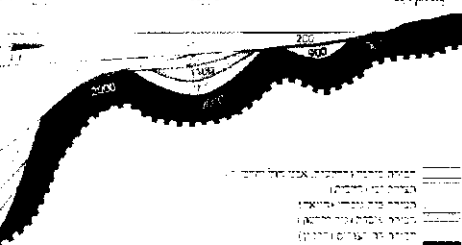
איור 10: מפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות (המכון הגיאולוגי, 2009)

בנוסף לתופעת ההגברה הנובעת מהפרשי מהירות הגלים הסיסמיים, באגנים גיאולוגיים צרים ועמוקים עלולים להיווצר אפקטים מיוחדים הקשורים לכליאה של האנרגיה בין קירות האגן ומי השטח, למיקוד גלים לאזורים מסוימים, לריכוז אנרגיה בקרבת קירות האגן, לכיוונית הגלים הסיסמיים ועוד. יצוין, שאגנים אלו נמצאים בדרך כלל באזורים סיסמוניים שבהם הסיכון הסיסמי גדול ממילא. מניטיון שהוצעו מרעיונות אדמה חזקות כמו זאת שהתרחשה באזור לוס אנג'לס (קליפורניה) ב-1994 ובביובה (יפן) ב-1995 הנתרר שהשפעת אגן גם מאריטת את משך התנודות וגם מגבירה אותן.

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

לאור החשש הזה החליטה ועדת העומחים של מכון התקנים הישראלי שבאזורים אלו, עבור מבני ציבור חשובים ועבור תכנון אורבני, מקדמי הגברת תנודות הקרקע לצורך תכנון מבנים יקבעו על סמך לימוד מרטיני 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 ממורט. בתיי 413 בסעיף 2.1.202, שנוסף בגילוף תיקון מס' 3 (2009), ממורטים תמשיה קריטריונים לסינון אתר כ-F ארבע קריטריונים הראשוניים המעידים קרקעית המועדות לכשל נזימי ולקטו מתקן האמריקני; התמשיה הנוספת בכדי לתת מענה לאזורים החשודים בהגברות שתית חריגות. נאמר שם, שעבור מבנים מקבוצת חשיבות יא ועבור מבני אורבני, אתר מסוג F, אם הוא נכלל באזורים שבהם לפי המפה הנ"ל יש חשד להגברות שתית חריגות עקב הימצאות סלע קשה מאד בבסיס או עקב השפעת אגן (basin effect).

מפה חדשה זו מצטרפת לשתי מפות שצורפו לתקן בעבר: מפת התאוצה האופקית המרבית (PGA) בהסתברות של 10% בהמשכים שנה, המהווה בסיס לחישוב ספקטרום התנודה לתקן עבור אתרי סלע; ומפת ההשקיות הפעילים או חשודים כפעילים המבילה בדיקה על קרקע שעלולה להיגרו בואן רעידת אדמה. יצוין, שמפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות, שמצטרפת עתה לתיי 413, מצביעה על אזורים בעייתיים אך איננה מחוזה תחליף לסקר ממורט שרק בו ניתן לכמת את מידת ההגברה ולאיימה תנודו ומצומת מתאימים.



תחת סכמי המדגים ציורפים אפשריים של יחידות גיאולוגיות בשפלה ובמישור החוף של ישראל, הוצגים החזרה חזקה של גלי רעידות אדמה ועלולים לגרום להגברה חריגה של תנודות הקרקע בואן רעידת אדמה. המספורים מציינים בקיבוץ את מהירות גלי גיוריה ביחידות של מטר לשנייה. קו אדום עבה מצוין מחזיר סיסמי עם יחס אימפדנס מערך של 4 ויתר שנומקו בתחום העלול לגרום להגברה חריגה. איור זה מועד להמחשה בלבד ואין להשתמש בו לחישובי הגברה ללא סקר ממורט נאטר החקר.

מפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות

זהר גבירצמן
המכון הגיאולוגי
המשרד לתשתיות לאומיות

יולי זולבסקי
המכון הגיאולוגי לישראל

תמונת חשופ' 2009
ד"ר GSI-15/2009

מקורות
סקרי תגובת אתר
זולבסקי וחבריו, אתר המכון הגיאולוגי לישראל
www.gii.co.il

התאמה בין המבנה הגיאולוגי למידדות רעשי רקע
גבירצמן וחבריו, אתר המכון הגיאולוגי
www.gsi.gov.il

מפה גיאולוגית של ישראל, קב"מ 1:200,000
סנה, ע., ברטוב, י., רויזנטל, מ., 1998
המכון הגיאולוגי

מפה סטרוקטורלית של אג חבורת יהודה
קב"מ 1:200,000
פלישר, ל., גופסו, ר., 2003
המכון הגיאולוגי לישראל, ד"ר 753/312/03

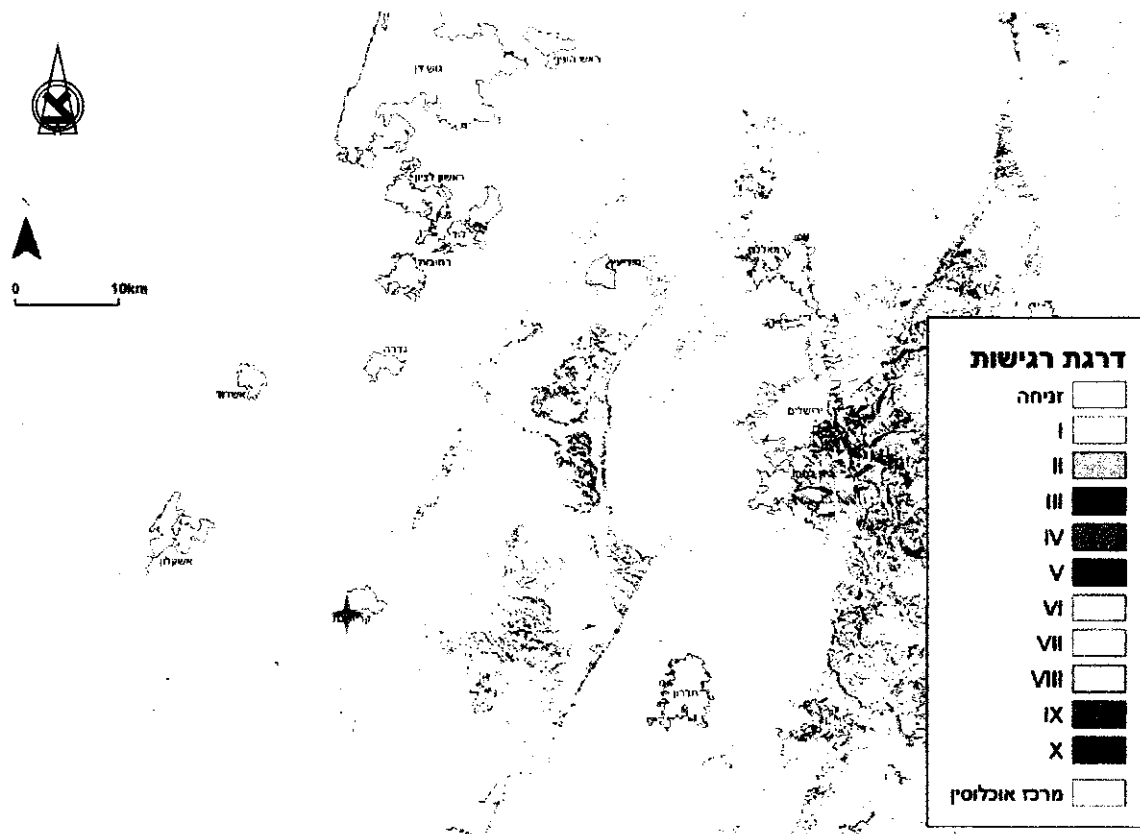
מקרא

אתר סלע

אתר קרקע רגיל

אתר קרקע עם חשד להגברה חריגה כתוצאה מקיומו של מצע קשה מאד בבסיס

אתר עם חשד להגברה חריגה באגנים גיאולוגיים עמוקים וצרים



איור 11: מפת האזורים בהם קיימת סכנה לגלישת מדרונות קנה המידה – אינו מאפשר זיהוי אפשרות גלישה באזור קריית גת.

7.5. פגיעה ביציבות מדרונות וגלישת קרקע

הרס המוגדר כגלישת מדרונות מתבצע אך ורק כאשר נוכח אופק סלע חלש שנמצא במצב של חוויה המחלישה אותו. סלע זה הוא, בעיקר, אבן חואר או קרטון עם גבול נילות גבוה. שני תנאים נוספים מתחייבים לצורך התפתחות גלישה באבן חואר:

- א. עובי מספיק לבנית מעגל גזירה בתוך אבן החואר
- ב. ו/או נטיה המאפשרת התפתחות מישור החלקה באבן חואר המקביל לשיפוע השכבות. בדרך כלל שיפוע הנע סביב כ- 15° מאפשר החלקה מטיפוס זה.
- ג. באזור קריית גת - לא מוזכר (בחומר הספרותי שאספנו) אירוע של גלישה, אמנם תצורת בית גוברין כוללת אבן חואר – אך נראה כי היא עמוקה מכדי להשפיע, או שכמות הנגר העילי (הנדרשת להפעלת מכאניזם גלישה) אינה מחלחלת ומחלישה את אבן החואר.

ההרס המוגדר במפת האזורים בהם קיימת סכנה לגלישת מדרונות (איור 11) - אינו כולל אפשרות מפולת סלע (toppling) בתחום המינוח גלישה. זאת, למרות שהמפולת היא השכיחה בין סוגי ההרס בסלע. באזור קריית גת - לא קיים סלע שעלול להתמוטט ורק באזור הערצים קיימת התמוטטות לס - וזו באם קיימת - נובעת בראש ובראשונה מסיבות של מים וחוזק קרקע ולא בגלל השלכות סייסמולוגיות.

8. סיכום

בבסיס הבחינה, שבוצעה, מונחת רשימת גורמי הסיכון המופיעה במסמך מינהל התכנון במשרד הפנים. על בסיס הנתונים הגיאולוגיים שהוצגו בפרקים הקודמים ניתן לקבוע כי בתחומי האתר התנאים הקיימים הם, כדלקמן:

א. קריעת פני השטח על גבי העתקים גיאולוגיים פעילים:

על פי כל ההנחות שבספרות המיקצועית - אין השפעת העתקים באזור קריית גת.

ב. אין הסבר לכך שבשנים האחרונות הוצאו 3 מפות העתקים על ידי המכון הגיאולוגי. אין הסבר על פי איזה קריטריונים התבצע שינוי רדיקאלי, שלא לדבר על המשמעות הכספית הנילוית לשינוי.

ההשקפה הנוכחית שלנו היא: כי עד שלא יובהרו העקרונות לפיהם שונתה המצגת במפות מוטב להסתמך על הגרסה המחמירה בין אם מופיעה על גבי מפת 2002 או על גבי מפת 2009 ו-2013.

צויינה המגבלה המוזכרת במפת ההעתקים החשודים כפעילים (2009 - איור 5 ואיור 6) בגין חוסר ההתייחסות של המכון הגיאולוגי להעתקים המכוסים בקרקע. מרבית אזור קריית גת מכוסה קרקע לס או חרסית, ולכן לא מופיעים בו העתקים מתחת לכיסוי הקרקע.

לדעתנו, המספר הנמוך של האפיצנטרים, שנמדד באזור, מצדיק הנחה שהאזור נקי מהעתקים פעילים או חשודים כפעילים.

בכל מקרה יש להתייחס לנושא על פי תקן 413.

ב. יצירת תאוצות והפעלת כוחות אופקיים על מבנים ותשתיות.

מקדם ההגברה הסייסמית של אזור קריית גת (PGA) הוא $g=0.097-0.099$ וע"פ תיקון 5 $g=0.07$.

כאמור, אין העתקים פעילים או חשודים כפעילים באזור קריית גת.

ג. העצמה של תנודות הקרקע עקב תנאים גיאולוגיים וטופוגרפיים.

קריית גת ממוקמת בתחומי "אזור קרקע עם חשד להגברה חריגה כתוצאה מקיומו של מצע קשה מאד בבסיס".

ד. פגיעה ביציבות מדרונות וגלישת קרקע.

אין מיסלע חווארי-קרטוני על פני השטח. התצורות הקירטוניות – חוואריות החלשות ממוקמות בעומק באזור קריית גת בתצורת בית גוברין. ההופעה, בדרך כלל, עמוקה מכדי ליצור גלישות.

כיסוי הלס יוצר, מצד אחד, מדרונות תלולים, אך מצד שני, מוכר בהתמוטטויות המתרחשות לאורכם. בדרך כלל הכשלים של הלס אינם קשורים להופעות סייסמולוגיות,

ה. הערות לסיכום הסקר

(1) כפי שניתן לראות, כיסוי הקרקע והנארי אינו מאפשר הגדרה מדוייקת של מיקום כל מיסלע בשטח. אם יידרש לבצע הגדרה זו יהיה צורך להסתייע בקדוחי נסיון ובדיקות במיבדקה מאושרת.

(2) נושא הביסוס אינו חלק מדו"ח זה. הקמת המיבנים תבוצע בהתאם לתקן הביסוס הישראלי 940. יחד עם זאת יש להדגיש את חוסר האחידות והמורכבות של מרכיבי המיסלע מתחת לכיסוי הקרקע. ככלל – לפני בדיקה - נראה כי עיקר החומר בתשתית העמוקה יהיה קרטון/חואר וחלקו כורכר או קונגלומרט חרסיתי.

(3) על מרבית השטח מכסה נארי או קרקע לס חרסיתי. נושא העובי נדון בפרק ה"קרקע" לעיל.

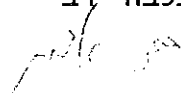
9. מסקנות והמלצות

קבוצת המסלע הגבוהה (מגיל ניאוגן - פלייסטוקן) היא העיקרית בתחומי קריית גת. באזור קריית גת, המיסלע המשתייך לקבוצת המיסלע הנמוכה (שמתחת למישור אי ההתאמה הזויתי ולקבוצה הגבוהה) לא השתתף בתכנון הנדסי כלשהו.

התכונות הסייסמיות שמשרה נוכחות מישור אי ההתאמה האלכסוני (בין קבוצת הסלעים הגבוהה לקבוצת הסלעים הנמוכה לא נבדקה ולא מצאנו התייחסות לכך בספרות המיקצועית.

קרקע הלס - חייבת להיות מוגדרת - הגם שעוביה הידוע קטן.

בכבוד רב



בעז זלצמן