

31/07/2017

תאריך

י"ר הוועדה המחוזית



סקר סיכונים סיסמיים

תבע תעשייה קלה (כסייפה)



מוגש



לאדריכלית אלה זילברפרב
ארי כהן
אדריכלות ובינוי ערים (2001) בע"מ



מרץ 2015

תוכן עיניים

עמוד

1.....	הערת אזהרה	
1.....	מבוא	1.
5.....	גיאולוגיה	2.
5.....	מיסלע	2.1
5.....	סדר ההצגה מהמיסלע מהנמוך לגבוה (הסמוך לפני השטח)	2.1.1
5.....	חבורת יהודה	2.1.1.1
5.....	חבורת הר הצופים	2.1.1.2
7.....	תצורת חצבה	2.1.1.3
8.....	קרקע	2.1.2
8.....	מיבנה	2.2
8.....	כללי	2.2.1
9.....	נחיתת השכבות (Dip)	2.2.2
9.....	העתקים	2.2.3
9.....	סייסמולוגיה	3.
10.....	קריעת פני השטח על גבי העתקים גיאולוגיים פעילים	3.1
13.....	יצירת תאוצות והפעלת כוחות אופקיים על מיבנים ותשתיות	3.2
14.....	העצמה של תנודות הקרקע עקב תנאים גיאולוגיים וטופוגרפיים	3.3
19.....	פגיעה ביציבות מדרונות וגלישת קרקע	3.4
19.....	השפעות ליקויפקציה (התנזלות) וצונאמי	3.5
19.....	סיכום	4.
20.....	מסקנות והמלצות	5.

איורים

עמוד

2.....	תחום האתר	איור 1:
3.....	תחום האתר על גבי מפתצולם	איור 2:
6.....	מפה גיאולוגית של אזור כסיפה, בקנ"מ 1:50,000	איור 3:
7.....	חתך עמודי (תצורות) באזור כסיפה	איור 4:
8.....	מערכת הקמרים והקערים של הנגב הצפוני	איור 5:
11.....	מפת העתקים בישראל החשודים בפעילות צעירה (המכון הגיאולוגי 2002)	איור 6:
12.....	מפת העתקים בישראל החשודים בפעילות (המכון הגיאולוגי 2009)	איור 7:
13.....	מפת מיקום אפיצנטרים ומגניטודות באזור ערד	איור 8:
16.....	מפת אזורים סייסמוגניים של ישראל	איור 9:
17.....	מפת התאוצה האופקית המרבית (עפי תקן 413)	איור 10:
18.....	מפת האזורים החשודים בהגברות תשתית חריגות	איור 11:
19.....	מפת האזורים בהם קיימת סכנה לגלישת מדרונות	איור 12:

טבלאות

עמוד

בנספח.....	טבלת אירועים ב- 25 השנים האחרונות	1.
------------	-----------------------------------	----

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

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע

- 1 -

הערת אזהרה

האתר, נשוא דו"ח זה, ממוקם על גבי מיסלע עשיר בצור – בחלקו מאסיבי מהסוג עליו ממוקמת ערד. נוכחות צור מכפילה ומשלשת מחיר חציבה וחפירה גם מתוך השחיקה המסיבית שנגרמת לציוד הנדסי וגם מבחינת לוח זמנים איטי.

חובה להכין דו"ח גיאולוגי שיאכן את תחומי התפשטות הצור ומאפייניו. מחובתנו להתריע על המצב הגיאולוגי הקשה שבהעדר סקר גיאולוגי הנדסי מתאים עלול לסכן את קיום הפרוייקט בגלל ההוצאות שלא הובאו בחשבון התכנון.

תכנון לא נכון – שהתעלם מהשינויים בין אזורי הצור לתופעות הקשורות בערוצים מנקזים (בסדר גודל של מבנים נפרדים) גרמו בשנות השבעים להריסה של מיבנים שכשלו בערד.

1. מבוא

המסמך שלהלן מסכם את הנושא של הצגת הסיכונים הסייסמיים בתכנית מתאר של אזור התעשייה בכסיפה. המסמך בא לענות על הנחיות מינהל התיכנון במשרד הפנים שפורסמו בתאריך 8/06/2009, ואשר כותרתו: "הנחיות בנושא התחשבות בסיכונים סייסמיים בתכניות מתאר ובתכניות מפורטות". עד הפעלת הדרישה של משרד הפנים לא הוכן מסמך דומה.

המסמך המנחה מטעם מנהל התכנון וההנדסה במשרד הפנים, קובע את מסגרת החומר שיש להציג בדו"ח.

המסמך שלהלן, דן בשטח המסומן על גבי תכנית המציגה את גבולות האתר, שהעמדת לרשות ללא כותרת וללא ק.מ. או קואורדינטות. השטח הנכלל בתכנית נע, בקרוב, סביב כ- 200 דונם.

גבולות השטח - תחומים בין הקואורדינטות:

א. צפון דרום: 2095 - 2105

ב. מזרח מערב: 5715 - 5725

המסמך שלהלן מנסה לסכם את נושא ההשלכות הגיאולוגיות והסייסמולוגיות על תכנון הבניה. אולם מחובתנו להדגיש כי המסמך - אינו תחליף למסמך עתידי, פרטני, שינחה תכנון בניה באתר ספציפי - זה או אחר. תכנון חדש של מיבנה או שכונה - מחייב מכלול פעולות, שהן פועל יוצא של תקן הביסוס 940.

כמסמך מנחה, המסמך הנוכחי מציג בפני מתכנן המיבנה/האתר את המידע הקיים בספרות המקצועית בנושאי הסייסמולוגיה ומנסה להציג עקרונות, שעל פיהם יבחן כל מתכנן תכנון פרטני

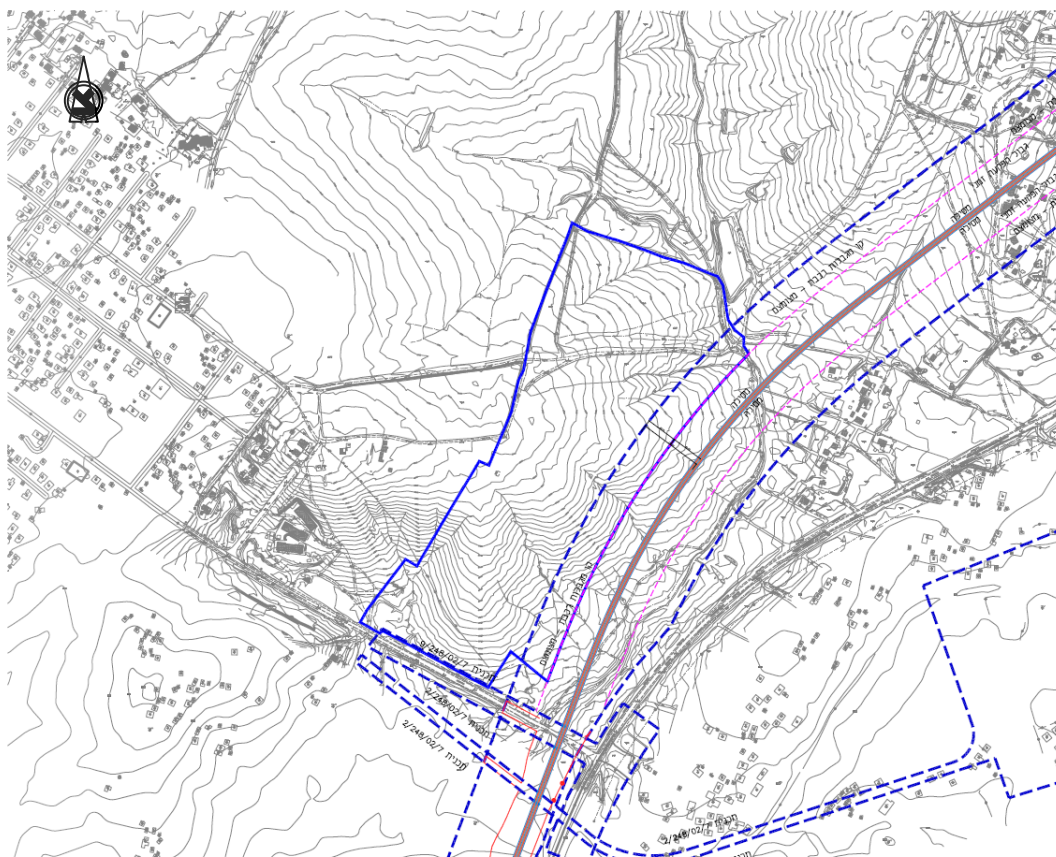
DR. UZI SALTZMAN BOAZ SALTZMAN **בעז זלצמן**

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע

את הנושא הסייסמולוגי. היקף הסקר הפרטי ייקבע על ידי המהנדס המתכנן, אך בדו"ח המסכם שלו יהיה המתכנן חייב לכלול התייחסות לנושאים המוצגים במסמך הנוכחי.

הסקר מתבסס על סיור קצר באתר, ועל ניתוח החומר הספרותי הקיים ועל בחינה של תצלומי אוויר (קונטקטים).



איור 1: תחום האתר

העזרים לביצוע הסקר הם:

א. גבולות תכנית המתאר משורטטים על גבי התכנית שהועברה. הגבולות הושלכו (לצורך ההתמצאות) על מפות תל מלחה וערד בק.מ. 1:50,000 בהוצאת המרכז למיפוי ישראל.

ב. מפה טופוגרפית שנכללת (במידת הפיענוח האפשרי) על גבי התכנית שהועברה אלינו,

ג. מפות גיאולוגיות בק.מ. 1:50,000 בהוצאת המכון הגיאולוגי:

(1) "ערד" (2008), בעריכת פ. הירש, א. בורג וי. אבני,

(2) "תל מלחה" (2013), בעריכת ע. סנה וי. אבני.

ד"ר עזי זלצמן בעז זלצמן

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע

ד. מפות ההעתקים הפעילים והחשודים כפעילים בק.מ. 1:400,000. המכון הגיאולוגי (2009), בעריכת י. בר טוב ע. סנה ומ. רוזנזפט ועידכון 2013 בעריכת א.שגיא, י. בר טוב ע. סנה ומ. רוזנזפט בק.מ. 1:50,000.

ה. בנושא הסייסמולוגי, נעזרנו בתקן 413 ובתקן 940. כן התקבלה אינפורמציה עדכנית מהמכון הסייסמולוגי ומהמכון הגיאולוגי.

ו. נעזרנו בתצלומי אוויר של המרכז למיפוי ישראל בק.מ. שבין 1:9,000 ל- 1:14,000 משנות השבעים והשמונים של המאה העשרים.



איור 2: תחום האתר על גבי מפתצולם

עמדו לרשותנו המחקרים הבאים:

1. א ארד (1964) "הגיאולוגיה וההידרוגיאולוגיה של הקרטיקון התחתון בנגב הצפוני והרי יהודה", עבודה לשם קבלת תואר דוקטור לפילוסופיה, הוגשה לאוניברסיטה העברית בירושלים. דו"ח המכון הגיאולוגי, הידרו/64/3.
2. י. קולודני (1965) "הליתוסטרטיגרפיה של תצורת מישאש והפטרולוגיה של סלעיה הצורניים" עבודת מוסמך האוניברסיטה העברית בירושלים.

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

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע



3. י. ארקין ומ. חמאוי (1967), "חבורת יהודה (קרתיקון עליון) במרכז ודרום ישראל". המכון הגיאולוגי, בול. מס' 42.

4. י. ארקין, מ. בראון, י. יצחקי (1967) "יחידות מיפוי והקורלציה שחם בנגב". המכון הגיאולוגי, בול. מס' 43.

5. מ. גולדברג (1970) "הליתוסטריגרפיה של חבורת ערד (יורה) בנגב הצפוני" עבודה לשם קבלת תואר דוקטור לפילוסופיה, הוגשה לאוניברסיטה העברית בירושלים. דו"ח המכון הגיאולוגי מס 70/3.



6. ע. סנה (באנגלית), (1981) "תצורת חצבה בערבה הצפונית, ישראל". העיתון למדעי האדמה, ישראל מס' 30, עמ' 81-92.

7. ש. ודובינסקי (1985) "הגיאולוגיה של דרום הרי חברון" עבודה לשם קבלת תואר דוקטור לפילוסופיה, הוגשה לאוניברסיטה העברית בירושלים. דו"ח המכון הגיאולוגי מס GSI/25/85.

8. ע. וולקן, י. שילוני, א. גילת, ח. צפירי. (1991) "רמות ראדון בסלעים באזור ערד – טקרונות ומיפוי", המכון הגיאולוגי, GSI/36/91.



9. ג. גבירצמן (1970) "חבורת סקיה (אאוקן מאוחר עד פלייסטוקן מוקדם) במישור החוף והשפלה" עבודה לשם קבלת תואר דוקטור לפילוסופיה, הוגשה לאוניברסיטה העברית בירושלים. בולטיין המכון הגיאולוגי מס 51.

10. א. גילת (1994) "תופעות טקטוניות ומינרליזציה נילויות בדרום יהודה - ישראל" עבודה לשם קבלת תואר דוקטור לפילוסופיה, הוגשה לאוניברסיטה העברית בירושלים. דו"ח המכון הגיאולוגי מס GSI/19/94.

כן הסתייענו בממצאים, אשר הוסקו בעבודות שנערכו עבור חברות נפט שונות בשנות ה-60-80 של המאה ה-20.



בנוסף, הסתייענו בממצאים, אשר הוסקו בעבודות שנערכו על ידנו עבור משרד הבינוי והשיכון במשבצת: ערד – דימונה – באר שבע, עבודות, שנמסרו לנו על ידי אנשי תחום ביסוס וקרקע: מ. סוקולובסקי, ע. מזרחי, וב. קנבסקי. בנוסף, נעזרנו בעבודות שלנו, שנערכו באזור ערד עבור גורמים פרטיים ומימסדיים אחרים (תהל, מנהל מקרקעי ישראל, רשות שמורות הטבע ומשרד הבטחון).

יש לציין כי מרבית המחקר הגיאולוגי הרשמי באזור בוצע עוד בשנות ה-50-70 של המאה ה-20. ולכן, קיים חסר בציורים שמאפשרים הצגה נאותה.



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

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע

2. גיאולוגיה

2.1. מיסלע

2.1.1. סדר ההצגה מהמיסלע מהנמוך לגבוה (הסמוך לפני השטח)

את יחסי השדה בין התצורות ניתן לראות במפה הגיאולוגית המצורפת שהיא חיבור של שתי מפות "ערד" ו"תל מלחתה" – איור 3. מתוך המפה הכללית – באזור כסייפה נחשפת למעשה תצורה יחידה: תצורת מישאש ובהצגת התצורות המתוארות להלן, ממוקמות במיפלסים עמוקים בכ- 200-50 מ' מתחת לפני השטח. להלן רשימת תצורות שבעומק זה – בסדר מהנמוכה לגבוהה.

2.1.1.1. חבורת יהודה – בנויה סלעים חזקים קרבונטיים. מחולקת למספר תצורות. באזור כסייפה ממוקמות תצורות אלו בעומק כ- 80-50 מ' **מתחת לפני השטח** ובהן: תצורת "חצרה" (הנמוכה) מגיל קנומן, ומעליה: תצורות "שבטה", ו"נצר" (הגבוהה) שגילן טורון תצורת "דורורים" חסרה.

2.1.1.2. חבורת הר הצופים – גיל החבורה: סנון. החבורה המכסה על גבי חבורת יהודה, מחולקת למספר תצורות: "מנוחה" (הנמוכה), "מישאש" (האמצעית), ו"ערב" ו"טקיה" (הגבוהות).

א. תצורת מנוחה – עובי התצורה משתנה בין כ- 20-40 מ'. קירטון לבן בדרגות שונות של חוזק וצפיפות. יוצרת נוף מתון ומעוגל.

ב. תצורת מישאש – (Kumi על המפה). **זו התצורה היחידה באזור האתר**. חילופי צור (>50% מהנפח) וקרטון (<50% מהנפח). הצור חזק וקשה במיוחד בולט כדרגש בולט בנוף. ניתן להבחין בין שני מופעים שונים של התצורה:

(1) אופקי צור בעובי כ- 10-80 סמ', עם אופקי ביניים של קירטון. הרטון כולל פוספט.

(2) חצץ צור (ייתכן צור מרוסק בעל הופעה ברקואידית) עם או ללא תלכיד קרטוני.

הפורמציה מלווה בהופעת גז רדון.

עובי התצורה מגיע לכ- 20 מטרים בשיא הקימורים ולכ- 70 מטרים באגנים הנמוכים. באתר צפוי עובי תצורה הנע סביב כ- 30-40 מ'.

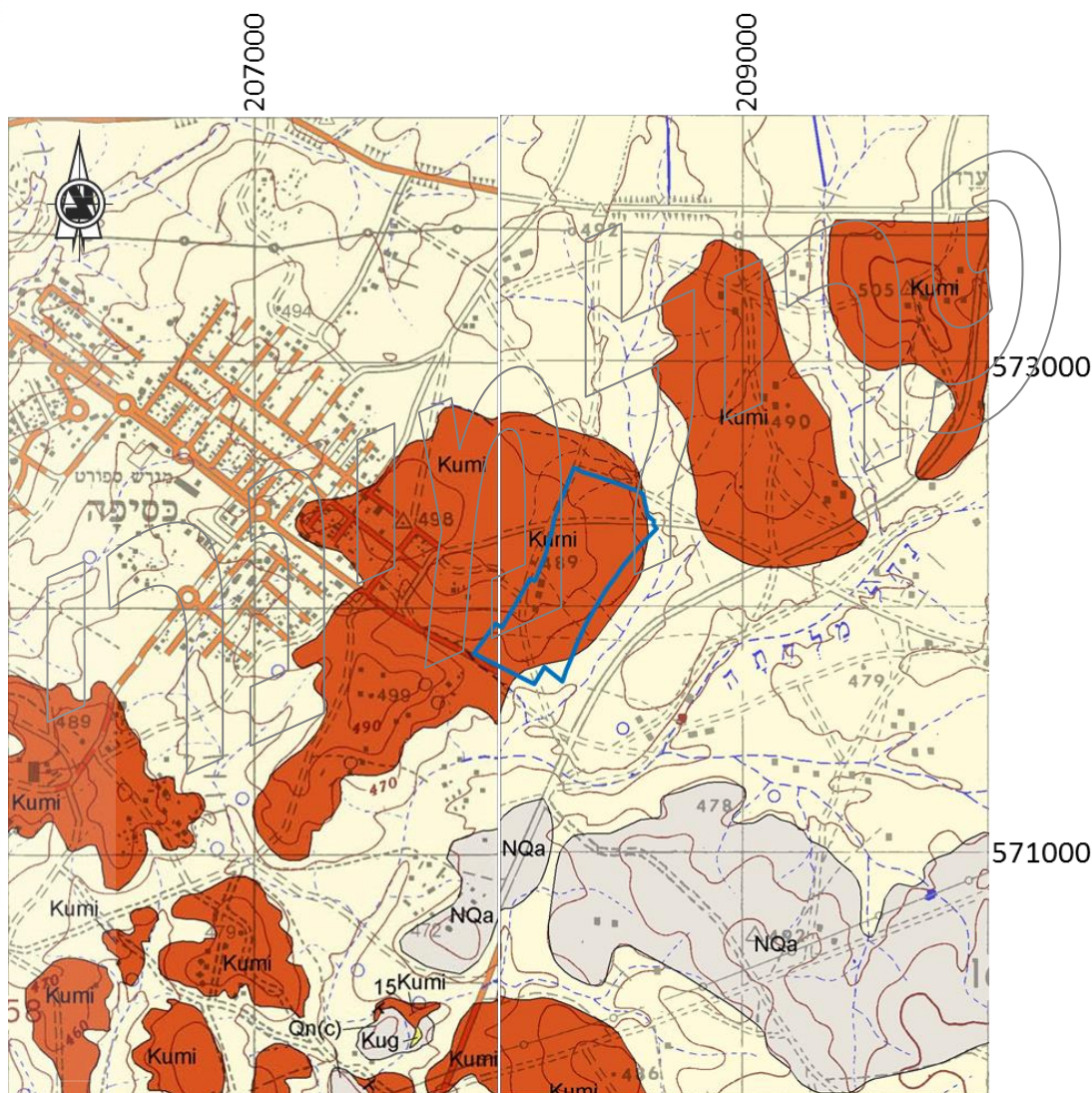
DR. UZI SALTZMAN BOAZ SALTZMAN **בעז זלצמן** דר' עזי זלצמן

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע

חשוב לציין את הקשיים בביסוס באזור ערד – גם בגלל מיקום הצור אך גם בגלל היווצרות חריצים תלולים (שנשמרים בגלל הצור), שכיום מלאים פסולת סלע ולס. קיים קושי באבחון הסדקים.

ג. תצורת ע'רב (אינה חשופה – אך קיימת מערבה לאתר) – חילופי שכבות קירטון עם שכבות ביניים של חוואר. עובי היחידה מגיע לכ- 50-70 מ'. התצורה מכוסה באזור תל ערד-כסיפה-תל מלחתה בכיסוי קרקע בעובי של כ- 5-20 מ'.



איור 3: מפה גיאולוגית של אזור כסיפה, התאמה של שתי מפות גיאולוגיות בקנ"מ 1:50,000 גיליונות ערד ותל מלחתה (ראה איור 4 לפירוט התצורות)

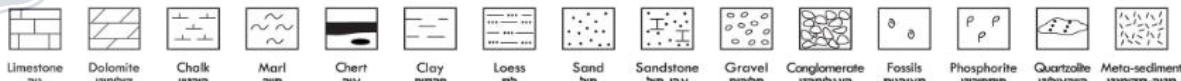
DR. UZI SALTZMAN BOAZ SALTZMAN **ד"ר עזי זלצמן בעז זלצמן**

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע

STRATIGRAPHY סטרטיגרפיה

SYSTEM תקופה	SERIES - STAGE סדרה - דרגה	SYMBOL סימן	THICK. מ' עובי מ'	LITHOLOGY מסלע	LITHOSTRATIGRAPHY ליתוסטרטיגרפיה	
					MAPPING UNITS יחידות מפות	GROUP חבורה
QUATERNARY קוורטר	PLEISTOCENE-HOLOCENE פליסטוקן-הולוקן	Al	2+		Alluvium, colluvium, soil אלוביום, קולוביום, סרקו	DEAD SEA ים המלח
		Qls	2+		Loess לס	
		Q1-3	2+		Terrace conglomerates קונגלומרט טרסות	
NEOGENE נאוגן	PLIOCENE פליוקן	NQa Na	5-10		Ahuzam Cgl. קונגלומרט אחוזם	SAQIYE סקייה
		Nhe	4		Arava Formation תצורת ערבה	
	MIOCENE מיוקן	Nh	50-70		Heimar Conglomerate קונגלומרט חימר	AVEDAT עבדת
		Emr	50+		Hazeva Formation תצורת חצבה	
PALEOGENE פלאוגן	EOCENE אאוקן	KTgt	25-75		Maastrichtian מאסטריוכט	MOUNT SCOPUS הר הצופים
		Kug	20-70		Campanian קמפן	
	PALEOCENE פלאוקן	Kum	20-40		Santonian סנטון	JUDEA יהודה
		Kun	50		Turonian טורון	
	CENOMANIAN קנומן	Kush	5-50		Shiva Formation תצורת שביטה	
		Kud	0-30		Derorim Formation תצורת דרורים	
	CRETACEOUS קרטיקון	Kut	50-80		Tamar Formation תצורת תמר	
		Kuav	70-100		Avnon Formation תצורת אבנון	
	UPPER עליון	Kuza	50		Zafit Formation תצורת צפית	



איור 4 חתך עמודי (תצורות) באזור כסייפה

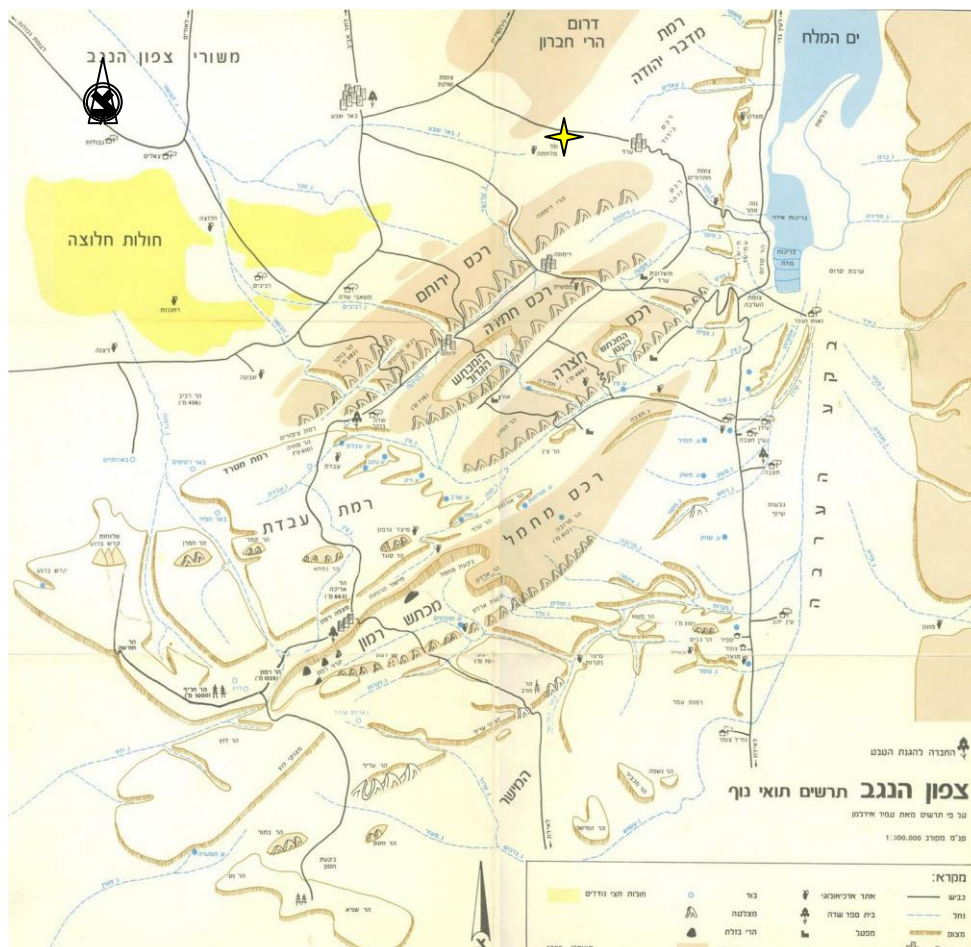
ד. תצורת טקיה (אינה חשופה – אך קיימת מערבה לאתר) – מאסת חוואר
(כ- 50-70%) עם מרכיב מישי (קרטון) בפרופורציות שונות. החואר תופח.
עובי: כ- 0-40 מ'. התצורה מכוסה באזור תל ערד-כסייפה-תל מלחתה
בכיסוי קרקע בעובי של כ- 5-20 מ'.

2.1.1.3. תצורת חצבה (NQa על המפה - מגיל נאוגן). מוכרת גם בשם: "קונגלומרט חצבה". חשופה מזרחה לכסייפה וייתכן גם סביבה. בנויה ברובה אבן חול גסה וצהובה או חול דק המלכדים חלוקי צור שחורים, מעוגלים היטב, קוטר החלוקים: כ- 5-30 סמ'. עובי יחידה זו משתנה בצורה דראסטית ממטרים בודדים ועד עשרות מטרים.

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

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע



איור 5: מערכת הקמרים והקערים של הנגב הצפוני

2.1.2. קרקע

הקרקע באזור כסייפה בנויה תערובת לס וחול. קרקע מכסה שטחים נרחבים וקיים קושי להפרידה מתצורת חצבה שמתחתה. עוביה עלול להגיע למטרים ספורים. בקרקע נחרצים ערוצים.

2.2. מיבנה

2.2.1. כללי

המיבנה הגיאולוגי של הנגב הצפון-מזרחי (איור 3) מורכב מרכסים (אנטיקלינות) מקבילים הנמשכים מכיוון דרום-מערב לכיוון צפון-מזרח שהתפתחו כתוצאה מתהליכים טקטוניים. המדרונות הנוחתים לדרום-מזרח מצירי הקמטים תלולים מאלה הנוחתים לצפון מערב. אזור כסייפה ממוקם בקער (סינקלינה שבין שני קמרים: קמר ירוחם בדרום מזרח וקמר חברון בצפון מערב. (איור 5).

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

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע



2.2.2. נחיתת השכבות (Dip)

הנחיתה האזורית הכללית של האזור הנסקר היא למערב-לצפון-מערב. נחיתה זו מתבטאת, בין השאר, בהופעתן של שכבות צעירות יותר ממערב לשכבות עתיקות יותר.

נטיית השכבות נעה בין כ-15°-5° למערב – צפון מערב.



כאשר קיים צור מהסוג שבערד, מלווה אותו תופעת סילסולים המעוותים את מצבו ואת הנטיה שלו ממצב משופע למצב אנכי או כמעט אנכי. עלול להווצר מצב על פיו שכבת צור בעובי 1 מ' יוצרת – מצב מקומי – בו "עובי" השכבה (לקדיחה אנכית) מגיע למספר מטרים.

2.2.3. העתקים

למעט "מצוק ההעתקים" – במרחק כ-10 קמ' מזרחה לערד אין העתקים משמעותיים באזור כסייפה.



3. 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 - אין חשש באזור כסייפה.

ו. הופעת נחשול ים (צונאמי) – אין חשש באזור כסייפה.

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

א. מפת ההעתקים הפעילים והחשודים כפעילים בישראל,

ב. מפת תאוצת הקרקע (מפת אזורים של המקדם הסייסמי לתקן הישראלי 413)



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

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע



ג. מפת אזורים החשודים בהגברת תשתית חריגה

ד. מפת האזורים בהם קיימת סכנה לגלישת מדרונות

ה. דוחות של סקרי תגובות אתר

ו. מפות אזורים בהם קיים פוטנציאל להתנזלות

ז. מפת אזורים המועדים להצפה מצונאמי.



3.1. קריעת פני השטח על גבי העתקים גיאולוגיים פעילים

משתי המפות המצורפות ניתן ללמוד כי באזור כסייפה אין העתקים. מצורפות שתי מפות המציגות את ההעתקים החשודים בפעילות סייסמית (בהוצאת המכון הגיאולוגי 2002 ו-2009) כאשר מערכות ההעתקים המסומנות כפעילות/חשודות בפעילות סייסמית מרוכזות באזור ערד – ים המלח ומרוחקות כ- 20 קמ' מזרחה לכסייפה. מוצגות שתי המפות (איור 6 ואיור 7), מאחר וקיימים שינויים בהצגת מכלול ההעתקה וחומרתה ומאחר ולא ניתן הסבר לשינויים. השינויים שננקטו הם: בהגדרת העתק "כפעיל" במקום "כחשוד כפעיל", במקום ההעתק והסתעפויותיו בשטח, ובהעלמת/הוספת כרבע מההעתקים שהוצגו במפה של 2002.



בשנים 2012-2013 הוחל בהפצת גליונות/מפות חדשות בקנ"מ 1:50,000 שעליהן מסומנים העתקים חשודים בפעילות סייסמית, כלומר, קביעה שלשית תוך 10 שנים. אולם, עד להצגת מסמך זה טרם הוכנה מפות סייסמיות חדשות לגליונות ערד ותל מלחתה (בתוכן ממוקם אזור כסייפה).

על פי חוק - המפה החדשה היא המחייבת. אולם, בהיות השוני בין המפות - שוני מהותי - ללא שניתן הסבר לסיבת השינוי - מוצע להמשיך ולהתייחס לשתי המפות - כאשר בכל מקרה ההסתמכות היא על ההגדרה החמורה מבין השניים שעל גבי המפות.



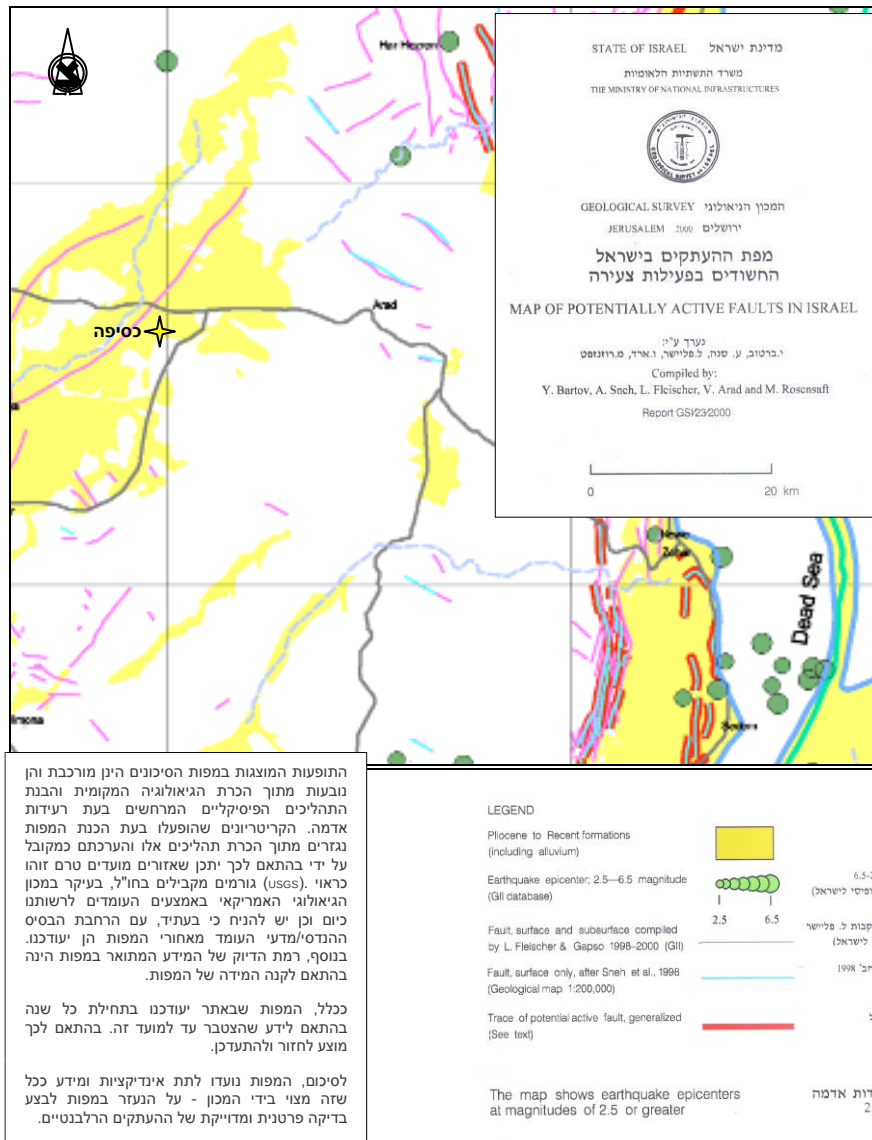
חובה להדגיש כי בהסבר המילולי המצורף למפת 2009 מצוין כי "במפה הגיאולוגית בקנ"מ 1:200,000 (של ישראל) לא מופיעים העתקים המכוסים באלוביום ולכן אין הם מופיעים במפת ההעתקים הנוכחית". ובהמשך "מן האמור לעיל עולה כי על הנעזר במפה מוטלת חובה לבצע בדיקה פרטנית ומדויקת של כל ההעתקים הרלוונטיים למשתמש". ואידך זיל גמור.



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

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע



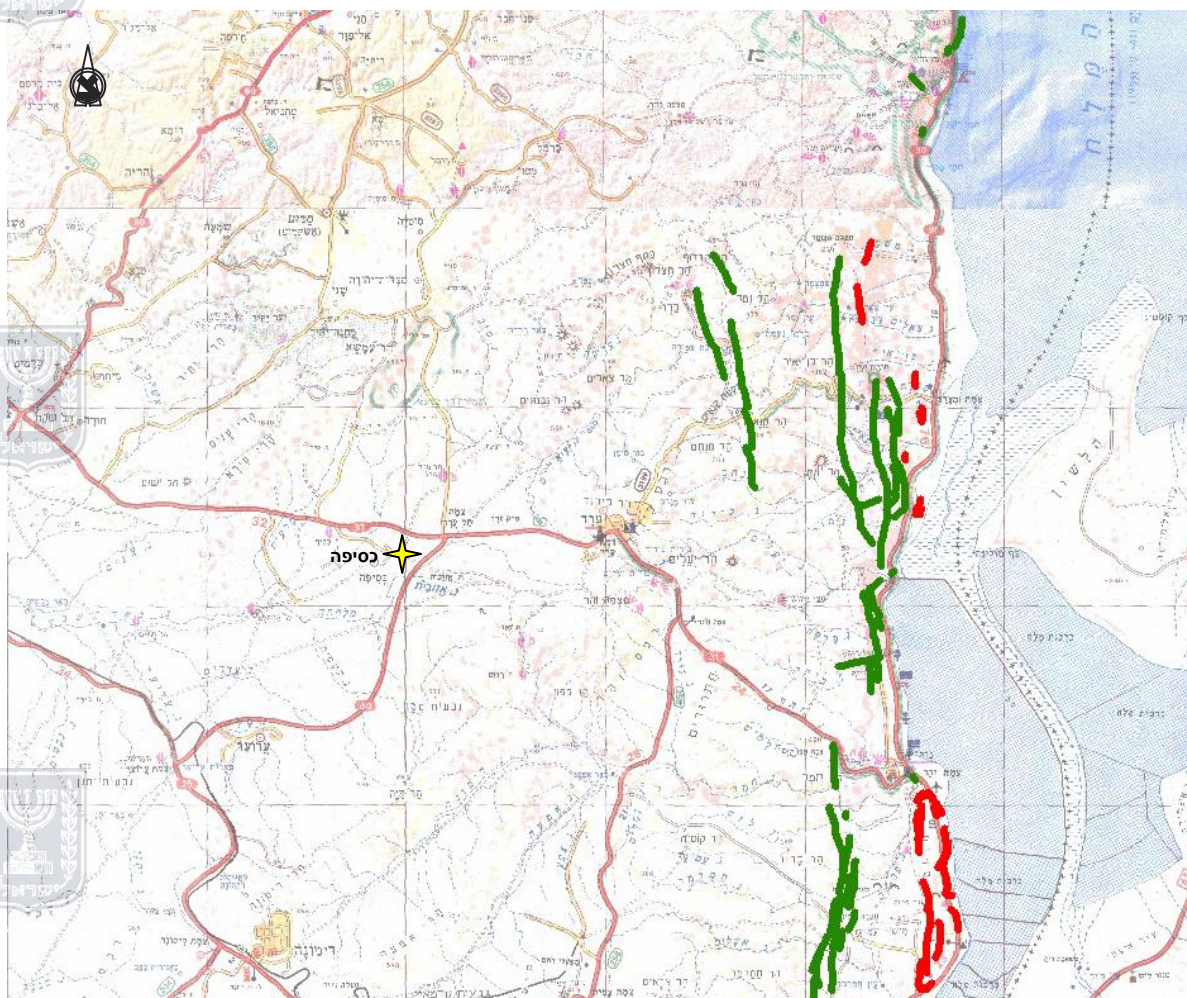
איור 6: מפת העתקים בישראל החשודים בפעילות צעירה (המכון הגיאולוגי 2002)

כפי שניתן לראות – ממפת האפיצנטרים (איור 8), הרי שבאזור הכלול בסקר הנוכחי לא קרה ארועים סייסיים בשלושים השנים האחרונות. אולם, יש לזכור כי כסיפה מרוחקת כדי 20-30 קמ' ממצוק ההעתקים באזור ים המלח שהוא עתיר ארועים סייסיים – מהיותו חלק מ"טרנספורם ים המלח". מהבחינה הסייסמית, ב-2 ארועים נרשמו מגניטודות גבוהות מ-5 בסולם ריכטר.

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

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע



מקרא:

העתק חשוד כפעיל —————
העתק פעיל —————



משרד התשתיות הלאומיות
המכון הגיאולוגי

**מפת ההעתיקים הפעילים
והחשודים כפעילים בישראל -
עדכון מרץ 2009**

MAP OF ACTIVE AND POTENTIALLY
ACTIVE FAULTS IN ISRAEL

בעריכת יוסף ברטוב, עמיחי סנה ומרסלו רוזנפוט

כרטוגרפיה - חנה נצר-כהן

רקע: מפה טופוגרפית של המרכז למיפוי ישראל

המפה המוצגת מחליפה את זו שפורסמה בדו"ח המכון הגיאולוגי בנושא מאת י. ברטוב, ע. סנה, ל. פליישר, ו. ארד ומ. רוזנפוט Report GSI/29/2002. המפה הנוכחית מבוססת בעיקרה על המפה הגיאולוגית של ישראל בקנה"מ 1:200,000 (סנה, ברטוב, ויסברוד ורוזנפוט, 1998) ועל מפות חדשות בקנה"מ 1:50,000 שציאו לאור מאז 1998. הקריטריונים שנלקחו בחשבון לצורך העדכון הם אלו שהופעלו במפה משנת 2002. המפה המוצגת היא בקנה"מ 1:200,000 ודיוקה מותנה ברמת הדיוק של מקורותיה. סטייה במיקום העתק יכולה להגיע אפילו עד 200 מטר. עם זאת, במפה הנוכחית, מספר גדול יותר של העתקים מוקם על פי מקורות בקנה"מ 1:50,000 ורמת הדיוק עלתה. שים לב! במפה הגיאולוגית בקנה"מ 1:200,000 לא מופיעים במפת ההעתיקים הנוכחית. (להבהרות) בנושא הקריטריונים, רמת הדיוק ובסיס הנתונים הגיאוגרפי ראה טקסט מלווה בדו"ח הנ"ל. העתקים שיש ראיות לפעילותם ב 11,000 השנים האחרונות סומנו בצבע אדום.
מן האמור לעיל עולה כי על הנעזר במפה מוטלת חובה לבצע בדיקה פרטנית ומדויקת של כל ההעתיקים הרלבנטיים למשתמש.

איור 7: מפת העתקים בישראל החשודים בפעילות (המכון הגיאולוגי 2009)

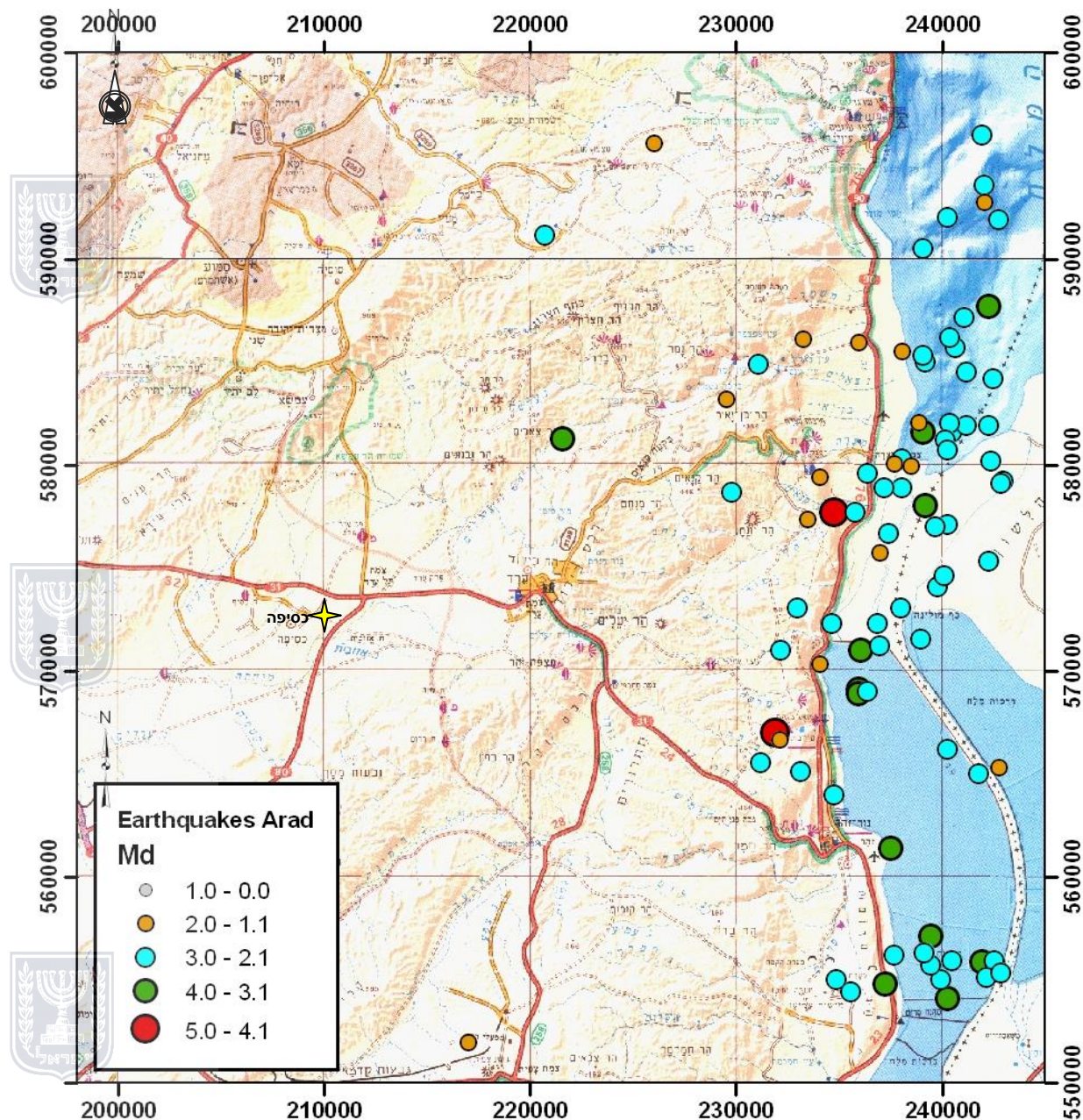
יש לציין כי – למעט הארוע של שכונת שחמון (אילת) בו התגלתה קריעת פני השטח על ידי העתק פעיל – אין בידנו שום מידע על קריעת פני השטח בישראל המשוייכת לתזוזה על גבי

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

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע

העתק. בתחום האזור שניסקר, בנוסף לכך שלא מזהים העתקים פעילים או חשודים בפעילות – לא התגלו קריעות קרקע.



איור 8: מפת מיקום אפיצנטרים ומגניטודות באזור ערד

3.2. יצירת תאוצות והפעלת כוחות אופקיים על מיבנים ותשתיות

ורפים מסמכים המסכמים את המידע הקיים:

א. מפת האזורים הסייסמוגניים (איור 9)

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

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע



ב. מפת התאוצה האופקית המרבית (PGA) בהסתברות של 10% בחמישים שנה (על פי תקן 413 – איור 10)

ג. מקדם התאוצה הסייסמית של אזור כסייפה (PGA) הוא $g=0.09$.

ניתן לראות כי המכון הסייסמולוגי אינו מייחד את אזור כסייפה ובקעת באר שבע כאזור סייסמוגני המאופיין על ידי מימצאים שונים משל כלל אזור הנגב או מרכז ישראל (איור 10).



גם תאוצות האופקיות באזור כסייפה - ממוצעות לגבי תחומי התאוצה המשפיעים על מדינת ישראל (בין 0.3 - 0.075).

תת הקרקע של אזור כסייפה כפי שהוצג בקצרה בפרק המסלע מחולק לשני מרכיבים. הנמוך (קבוצת הסלעים הנמוכה בדו"ח זה) מוגדר באזורים אחרים בארץ כסלע "בריא" (תצורות מגיל קנומן - סנון), והגבוה (קבוצת הסלעים הגבוהה בדו"ח זה – "חצבה") בנויה סלע חולי קונגלומרטי חלש, מתפורר. עובי הסלע החלש באזור כסייפה משתנה בין כ- 5-25 מ'.



בכל מקרה, חייבים להציג את הצפי לקיום עובי משתנה של המיסלע החלש כמצב שיט לטפל בו במסגרת חישוב ההשפעה של נושא ההגברה – כאשר: במרבית תחום הסקר – עובי החול-קונגלומרט זניח – אולם בשוליו ייתכן עובי המגיע לכ-10 מ', בעוד בקטע המערבי של בקעת באר שבע, עובי החול-קונגלומרט נע סביב כ-50-100 מ'.

3.3. העצמה של תנודות הקרקע עקב תנאים גיאולוגיים וטופוגרפיים

הגברה נוצרת במערכת סלע רצוף, או לחילופין, במערכת בה מונח סלע חלש (שהוא בדרך כלל גם בעל צפיפות נמוכה ומהירות נמוכה של גל סייסמי) על גבי סלע חזק (שהוא בדרך כלל גם בעל צפיפות גבוהה ומהירות גבוהה של גל סייסמי).



הדיון העקרוני בהגברה נסוב על הגדרת "עומק שכבה חזקה" (או בריאה), כאשר באזור הישוב הצפוף של מדינת ישראל (לאורך חוף הים התיכון) השכבה הבריאה מתיחסת לחבורת יהודה הדולומיטית-גירית.

אזור כסייפה (ראה איור 3, איור 11) ממוקם סמוך לגבול בין שתי יחידות: "יחידת סלע" (גוון ירוק) ו"יחידת סלע מכוסה קרקע" (גוון שחור). קנה המידה של מפת הרקע, אינו מאפשר זיהוי מדויק - בשטח - של קו הגבול – ולעניות דעתי אין טעם בחיפוש מדויקדק אחרי הגבול הנעלם. מוצע להתייחס לאתר כולו כאל "אתר קרקע עם חשד להגברה חריגה כתוצאה מקיומו של מצע קשה מאד בבסיס". נזכיר כי באזור הנדון המצע כולל צור.



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

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע

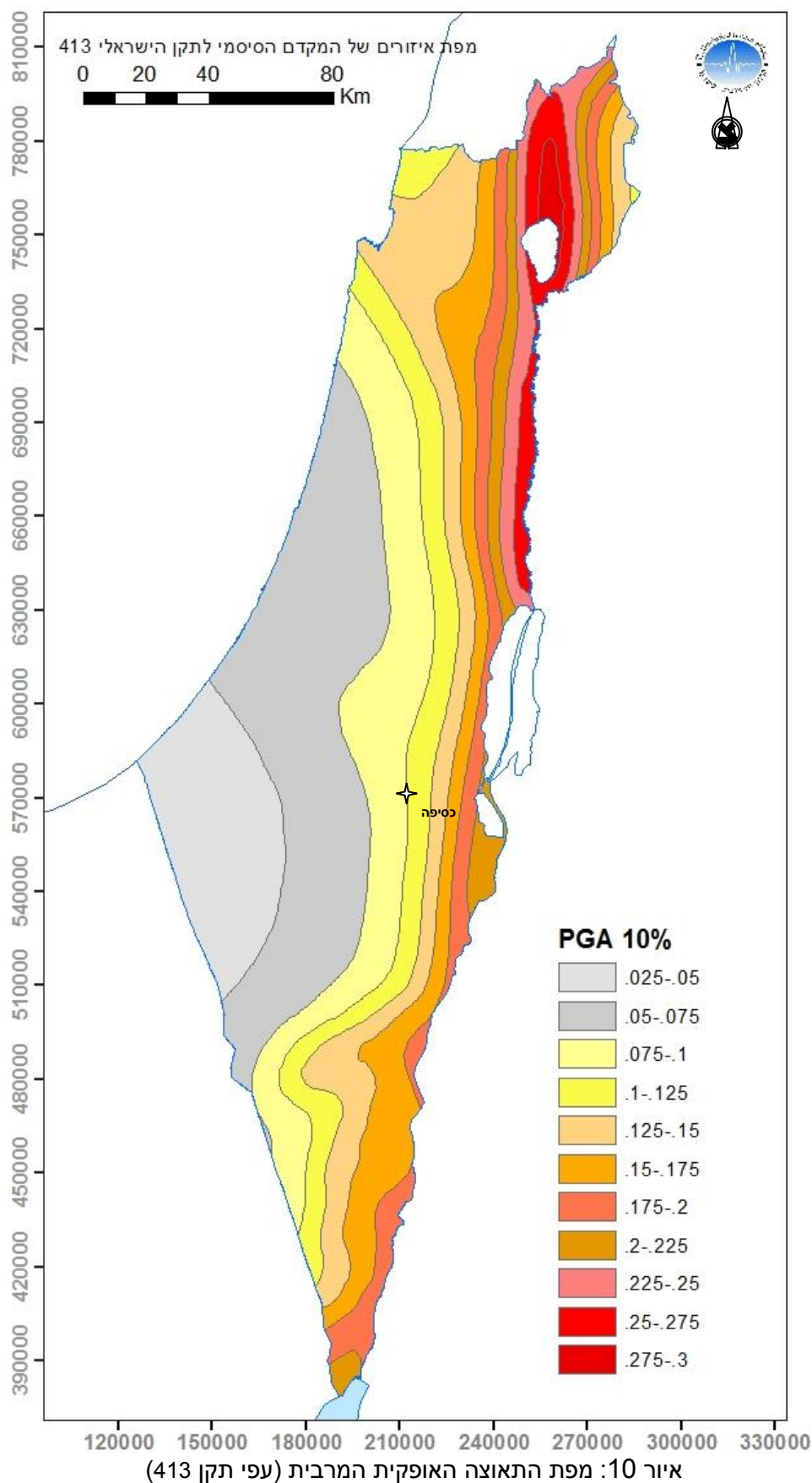


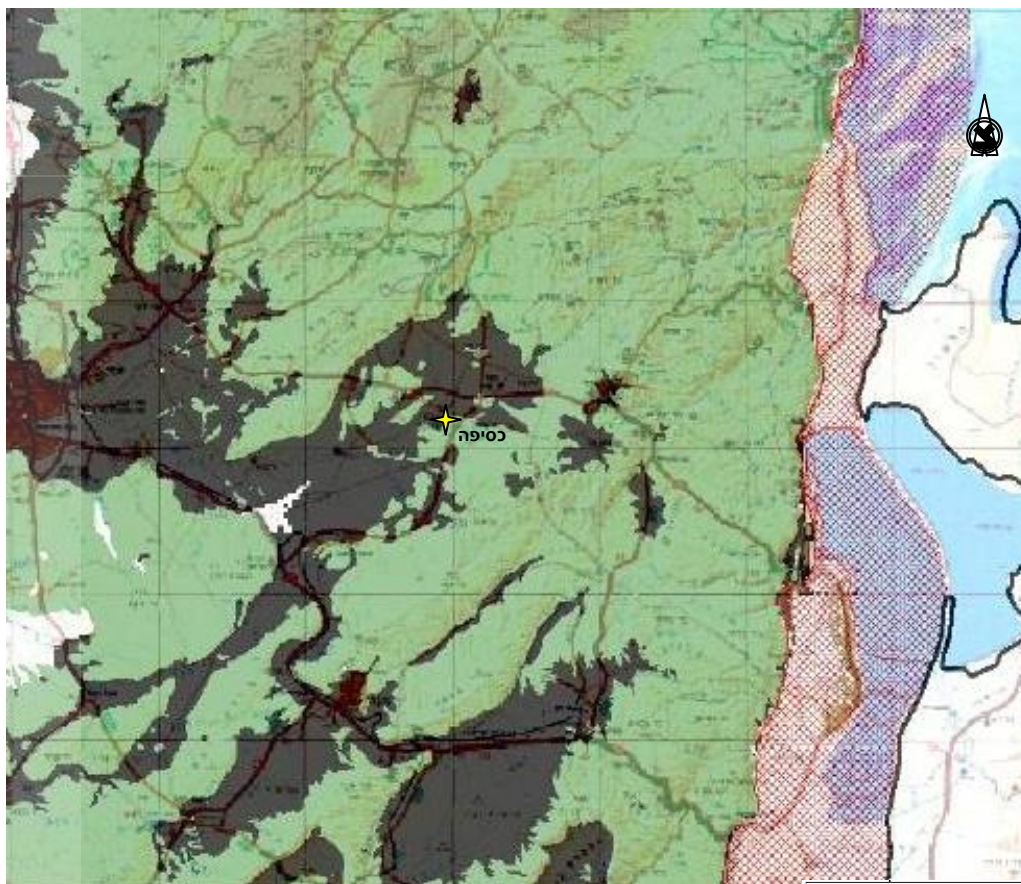
איור 9: מפת אזורים סייסמוגניים של ישראל

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

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע

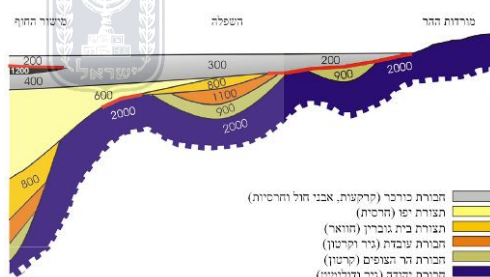




איור 11: מפת האזורים החשודים בהגברות תשתית חריגות

אתרי קרקע באגנים גיאולוגיים צרים ועמוקים

בנוסף לתופעת ההגברה הנובעת מהפרשי מהירויות הגלים הסיסמיים, באנגיני אולטראסונים צריכים ועומדים עלולים לחיזור אפקטים מיוחדים הקשורים כלילאה לא התארגנה בין קירות האגן ופני השטח, למקדקדק גלים לאורזים סיסמיים, לריכוז אנרגיה בקרבת קירות האגן, כלוניות הגלים הסיסמיים ועוד. יצויר, שאנגיני אלו נמצאים בדרך כלל באזורים סיסמיים שבהם הסיכון הסיסמי גדול ממילא. מסיסוס השצטבר מעוררות אדמה חזוקת כמו את התרחשה באזור לול אנגליס (קליפורניה) ב-1994 וקבוקה (יפן) ב-1995. הנתרר שהשפעת אגן גם מאריכות את משך התנדורת וגם ממבירות אחרות.



חתך סכמטי המדגים צירופים אפשריים של יחידות גיאולוגיות שגבלה ובמחצית החוף של ישראל, היוצרים החזרה חזקה של גלי רעידות אדמה ועקולים לרום להגברת הרגיעה של מנדיות הקרקע בזמן רעידת אדמה. המספרים מציינים בקירוב את מהירות גזירה ביחידות של מטר לשנתי. קו אדום עבה מצוין מחזיר סיסמי יחס יחסא ממוצע מוערך של 4 ויותר צעצועים בתחום העלול לרום הגברת חריגה. אזור זה נועד להמחשה בלבד ואין להשתמש בו לחישובי הגברת גל סקר מוערך באחר התחבר

תקציר

מפת האזורים החשודים בהגברות שתי חריגות מצביעה על שני סוגי אזורים בהם חרלה הגברת גזירות בזמן עריכת דאמה לעולה היתות בנבה מוריד (1) אזורים בהם קרקע עול מונחת ישירות על שלעס אקש (מסומן במפה בשחור), בהם תופעת הגברת הגזירות הסיסימיות מתחזקת במידה ניכרת כתוצאה מכליאת האגריה הסיסימית בשכבת הקרקע (2) אגנים גיאולוגיים צרים ועמוקים (מסומן במפה בקווים אדומים), בהם עוללים לחיזור אגנים נוספים הקשורים לכליאת של האגריה בהן קירות האגן ופני השטח, למקד הלם לאזורים מסומנים, לריכוז אגריה בקרבת קירות האגן, לכיוויות הגלים הסיסימיים ועד.

לאור החשש הזה החליטה ועדת המומחים של מכון התקנים הישראלי באוורלי, עלבור מבני ציבור חשופים ועבור תנכון אורבני, ממדמי תהברת תגודת הרקרקע לוצור תנכון מבנני יקבע על סמך לימוד פרמטי של אגיא התשתית המקומיים ולא על פי קסטדס סטדרייטס. דרך המעשית ליושם ההחלטה היא לכלול אתרים החשודים בהבגרות רגרות בסוג אתר F, המיועד לחריגים מסוגים שונים והמחייב ביצוע סקרא אתר מפרט. בגויי 413 בסעיף 2022.2, אנוסף בגילוי תיקון מס' (2009), ממפרטים חמישה קריטריונים לסיווג אתר בגילוי תיקון הקריטריונים הראשונים המגדירים קרקעות המועדות לכלש נמימי ולנקח מתחנן האמריקני; הממשיח התווסף באת בתת מענה האורבני החשודים בהבגרות שיתת חריות. זאמו שם, שעבדו מבגרות מקבוצת השיבויט יא עבדור תנכון אורבני, אתר סיזון K, אתר אה וכלל באזורים ששבה אל המפה הבניס יא חשד להבגרות שיתת חריות עקב הימצאות סלע קעה מאוד בבניס יא עקב השפעת אר (basin effect).

ממפה חדשה זו מצטרפת לשתי מפות שצורפו לתקן בעבר: מפת התאוצה האופקית המרביית (PGA) החתובילה של 10% במימסות שנה, המהווה בסיס לחישוב ספקטרום התאוצה לכתב ותר אתר של; ומפת ההעתקים הפעילים או חשודים כפעילים המגבילה בנייה על קרקע שגוללה להיווצר בזמן ערידת אדמה. יצוין, שפיקוס האזורים החשודים בהתגברות שומת הריחות, שמצטרפת לת"מ 413, מבצעה על אזורים בעייתים אך איננה חוללת תהליך של ספקר שרק בו ניתן לכתוב את מיתדת ההגברו לאומייה בתדר ובנעוצמה מאומים.

**מפת האזורים החשודים
בהגברות שתית חריגות**

זהר גבירצמן
המכון הגיאולוגי
המשרד לתשתיות לאומיות



יולי זסלבסקי
המכון הגיאופיסי לישראל



תמוז תשס"ט יולי 2009
דו"ח GSI/15/2009

מקורות

סקרי תגובת אתר
זסלבסקי וחבריו, אתר המכון הגיאופיסי לישראל
www.gii.co.il

התאמה בין המבנה הגיאולוגי למדידות רעשי רקע
גבירצמן וחורבין, אתר המכון הגיאולוגי
www.gsi.gov.il

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

מפה סטרוקטורלית של גג חבורת יהודה
קנ"מ 1: 200,000
פליישר, ל., וגפסו, ר., 2003
המכון הגיאופיסי לישראל, דו"ח 753/312/03

מקרא

אתר סלע	
אתר קרקע רגיל	
אתר קרקע עם חשד להגברה חריגה	
כתוצאה מקיומו של מצע קשה מאוד בבסיס אתר עם חשד להגברה חריגה	
באגנים גיאולוגיים עמוקים וצרים	

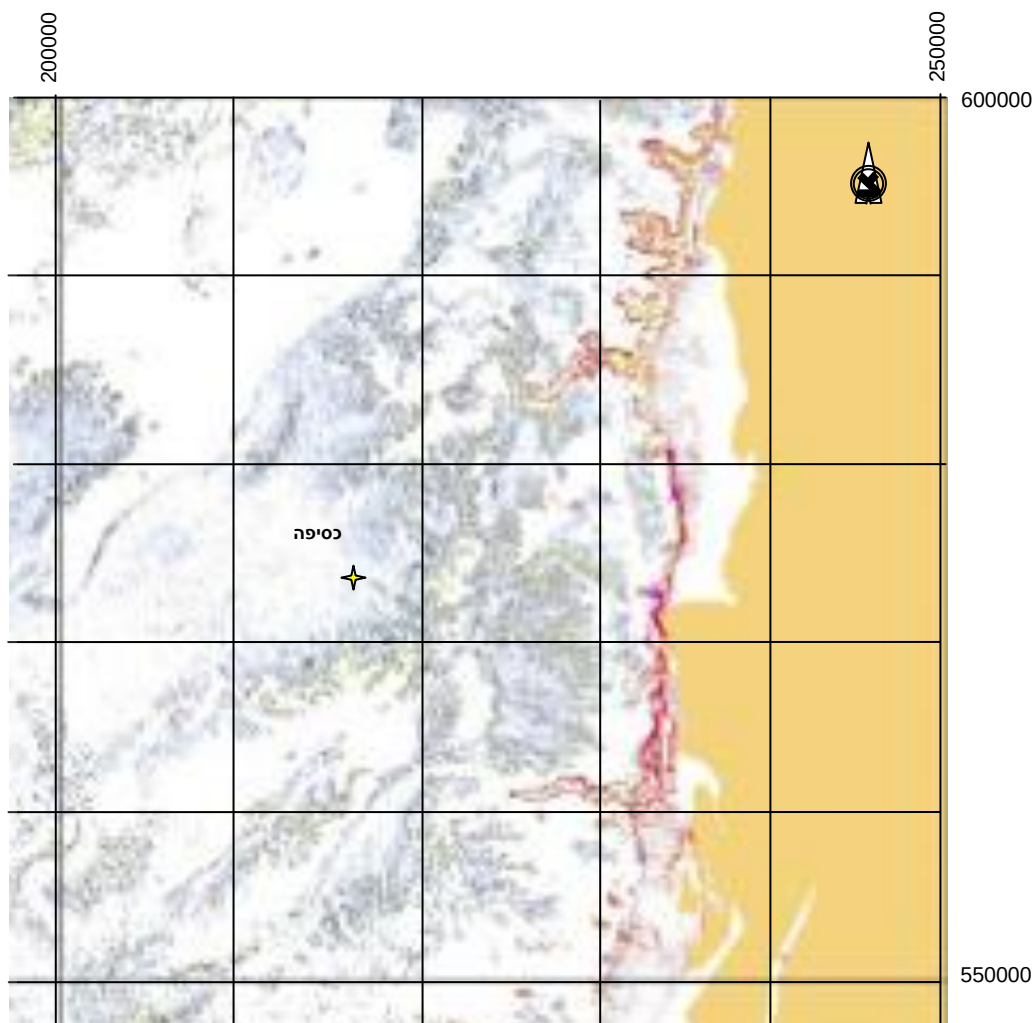
DR. UZI SALTZMAN BOAZ SALTZMAN **ד"ר עזי זלצמן בעז זלצמן****ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING****גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע**

המפה האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות (איור 11), מצביעה על כך, שעיקרו של אזור הסקר – (מעל לכ-70%) - ממוקם על קרקע מעל סלע המהווה "מצע קשה מאד בבסיס" (שחור), ובמקרה כסיפה – הנוכחות של צור מסיבי. שארית האזור הוגדרה (מתחת לכ-30%) מוגדרת כאזור סלע. דהינו אזור ללא הגברה חריגה.

מוצע להתייחס לאתר כולו כאל "מצע קשה מאד בבסיס".



דרגת רגישות
זניחה
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X



איור 12: מפת האזורים בהם קיימת סכנה לגלישת מדרונות קנה המידה – אינו מאפשר זיהוי אפשרות גלישה באזור ערד.

השאלה עליה יש לקבל תשובה תיאורטית ומעשית היא: איזו השראה סייסמית יש לצור על המבנים שיוקמו על גבי הסלע החלש והלם. מודגשות: צפיפות הצור (משקל סגולי 2.65 לעומת 2.2-2.5 של הסלעים האחרים באזור) ונוכחותו שאינה רצופה, כתופעות שיש להן השפעה שאינה מכומתת בכתובים.

לא מצאנו בספרות המקצועית התייחסות לתופעות אלו ולכן מודגש הנושא במיוחד - ככזה



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

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע



3.4. פגיעה ביציבות מדרונות וגלישת קרקע

באזור כסייפה לא מוזכר (בחומר הספרותי שאספנו) ארוע של גלישה.

בפרסומים העוסקים באזור כסייפה אין הופעת תצורות הכוללות חואר (טקיה וע'ר).
בבדיקות החואר באזורים המרוחקים מכסייפה, החואר היה רווי - רק - החל בעומק כ-3 מ'
מתחת לפני השטח. (איור 12)



אזורי הליס העבה וחול הניאוגני (NQa) באם ימצאו כחריגים בתחומי האתר - מחייבים
התייחסות מהנדסי קרקע (ביסוס)

3.5. השפעות ליקויפקציה (התנזלות) וצונאמי

אין השפעות באתר.

4. 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 הסקר
שהתבקשו לערוך באזור של כסייפה, מתקיימים התנאים הבאים:

הסיכום המקוצר שלהלן מבוסס על הטעונוים/הסתייגויות שיש לעיין בהן לצורך הסקת המסקנות.

א. קריעת פני השטח על גבי העתקים גיאולוגיים פעילים:

על פי כל ההנחות שבספרות המיקצועית – אין העתקים ואין השפעה סייסמית להעתקים
באזור כסייפה.



צויינה המגבלה המוזכרת במפת ההעתקים החשודים כפעילים (2009 – איור 7) בגין חוסר
ההתייחסות של המכון הגיאולוגי להעתקים המכוסים בקרקע. מרבית אזור ערד מכוסה
קרקע לס או חוליות, ולכן לא מופיעים בו העתקים מתחת לכיסוי הקרקע. יחד עם זאת,
המספר הנמוך של האפיצנטרים שנמדד באזור מצדיק הנחה שהאזור נקי מהעתקים
פעילים או חשודים כפעילים.

ב. יצירת תאוצות והפעלת כוחות אופקיים על מבנים ותשתיות.

מקדם התאוצה האופקית של אזור כסייפה (PGA) הוא $g=0.09$.

ג. העצמה של תנודות הקרקע עקב תנאים גיאולוגיים וטופוגרפיים.



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

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע



מוצע להתייחס לאזור כסייפה כאל "אזור קרקע עם חשד להגברה חריגה כתוצאה מקיומו של מצע קשה מאד בבסיס". המצע הקשה הוא: צור. נזכיר את חשיבות הבחינה של כסי קרקע ולס.

ד. פגיעה ביציבות מדרונות וגלישת קרקע.

בהעדר חומר בו מתפתחות גלישות – אין צפי לגלישות באתר.



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

5. מסקנות והמלצות

עד להוצאת מסמך זה, עיקר הבניה של כסייפה ממוקם מערבה וצפונה לאזור שבמפות מופיע כאזור צור. ניתן לשער כי התושבים בחוכמתם הכירו תופעת הצור והתרחקו ממנה. חשוב לזכור זאת בתכנון עתידי - כך שעלות הפיתוח תביא בחשבון את שחיקת הצידוד.



הופעת הצור מהווה גורם דומיננטי בהגדרות הסייסמולוגיות. מודגשת: צפיפות הצור (משקל סגולי 2.65 לעומת 2.2-2.5 של הסלעים האחרים באזור). העדר מיפוי גיאולוגי מקשה על הגדרת ההופעה הגיאומטרית של הצור. (רציפותו בתצורה ועובי אופקיו).

לא מצאנו בספרות המקצועית התייחסות לתופעות אלו ולכן מודגש הנושא במיוחד - ככזה שאיננו מוסמכים לענות עליו.

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

יש לבחון נתונים אלה בעזרת קדוחי נסיון במסגרת פיתוח האתרים לבניה.

בכל מקרה יש להתייחס לנושא על פי תקן 413.



מכבוד רב


ד"ר עזי זלצמן



DR. UZI SALTZMAN BOAZ SALTZMAN דר' עזי זלצמן בעז זלצמן**ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING****גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע****נספח**

טבלה 1: טבלת אירועים ב- 25 השנים האחרונות.

Date			Origin Time (UTC)			Magnitude			Israeli Coordinates		Depth	Geographic Coordinates		Region
Year	Month	Day	Hour	Minute	Second	Md	Mb	Mw	X	y		Latitude	Longitude	
1985	2	1	1	1	26.9	2.4	0	0	240.3	592	8	31.42	35.427	Dead Sea
1985	4	29	12	16	51.2	2.1	0	0	241.2	584.5	3	31.352	35.436	Dead Sea
1985	5	17	9	41	13.9	2.4	0	0	242.8	591.9	7	31.419	35.454	Dead Sea
1985	7	21	14	24	58.4	2	0	0	217	551.91	0	31.058	35.178	Negev
1985	8	3	9	53	14.5	2.1	0	0	242.3	581.9	8	31.329	35.448	Dead Sea
1985	8	19	11	18	29.3	2.1	0	0	238.1	580.3	0	31.314	35.403	Dead Sea
1985	8	24	23	24	0.5	2.4	0	0	240.7	585.7	12	31.363	35.431	Dead Sea
1985	9	21	17	28	31.4	2	0	0	229.57	583.18	4	31.34	35.31	Cent. Israel
1985	12	12	11	32	44.3	2.5	0	0	235.6	554.4	5	31.081	35.375	Dead Sea
1986	1	21	22	34	13.2	2	0	0	236	585.9	18	31.365	35.381	Dead Sea
1986	7	1	20	43	32.7	1.9	0	0	238.5	579.9	20	31.311	35.407	Dead Sea
1986	8	21	6	30	31.4	3.2	0	0	239.5	557.1	5	31.105	35.416	Dead Sea
1986	9	11	19	41	57.3	2.1	0	0	239.1	590.5	19	31.406	35.414	Dead Sea
1986	11	26	9	58	56	2	0	0	238.1	585.5	12	31.361	35.403	Dead Sea
1987	1	1	18	7	23.8	2.4	0	0	240.14	574.62	11	31.263	35.424	Dead Sea
1987	4	3	10	59	9.8	2	0	0	237	575.7	7	31.273	35.391	Dead Sea
1987	4	19	6	14	17.2	3.1	0	0	242	555.9	10	31.094	35.443	Dead Sea
1987	4	22	8	26	48.3	2.6	0	0	240	555	17	31.086	35.421	Dead Sea
1987	5	8	23	9	38.4	3.3	0	0	237.52	561.38	4	31.144	35.395	Dead Sea
1987	6	27	9	31	0	2.6	0	0	242.29	575.3	19	31.269	35.447	Dead Sea
1987	6	29	2	56	43.2	2.6	0	0	238.07	578.91	25	31.302	35.402	Dead Sea
1987	6	2	3	59	12.5	2.4	0	0	235.79	577.72	22	31.291	35.378	Dead Sea
1987	6	6	20	50	3.2	2.7	0	0	233	573.03	6	31.249	35.348	Dead Sea
1987	8	15	5	24	48.2	2.5	0	0	240.49	555.95	12	31.095	35.427	Dead Sea
1987	8	15	6	1	28.6	2.4	0	0	242.58	555.91	12	31.094	35.449	Dead Sea
1987	8	15	5	41	50.5	2.5	0	0	237.72	556.18	14	31.097	35.397	Dead Sea
1987	9	22	7	28	40.1	3.1	0	0	221.62	581.26	18	31.323	35.228	Cent. Israel
1987	9	23	14	32	4.7	2	0	0	237.7	580.05	23	31.312	35.399	Dead Sea
1987	10	23	16	32	35.6	4.1	4.2	0	231.9	567	7	31.194	35.336	Dead Sea
1988	1	1	19	36	36.1	3	0	0	231.21	565.52	6	31.181	35.329	Dead Sea
1988	4	1	0	44	0.6	2.4	0	0	240.3	577.1	5	31.286	35.426	Dead Sea
1989	8	11	0	29	51.5	2.4	0	0	232.21	571.01	18	31.23	35.34	Dead Sea
1989	9	17	12	3	40.2	2.3	0	0	240.28	566.21	0	31.187	35.425	Dead Sea
1990	7	9	20	7	37.7	2	0	0	232.13	566.63	0	31.191	35.339	Dead Sea
1990	11	16	19	21	23.1	2.9	0	0	241.09	587.14	25	31.376	35.435	Dead Sea
1991	11	28	13	11	51.7	2.9	0	0	241.8	565	2	31.176	35.441	Dead Sea
1992	1	3	14	35	27.7	2.4	0	0	239.5	555.7	13	31.092	35.416	Dead Sea
1992	1	11	3	46	31.5	3.7	4	0	236	569.1	16	31.213	35.38	Dead Sea
1992	1	21	3	44	36.7	2	0	0	234.1	570.3	7	31.224	35.36	Dead Sea
1992	6	26	17	17	44.8	3.2	0	0	240.3	554.1	13	31.078	35.424	Dead Sea
1992	6	26	16	41	34.7	3.1	0	0	237.3	554.8	13	31.084	35.393	Dead Sea
1992	6	26	13	17	24.9	2.1	0	0	242.2	555.1	10	31.087	35.445	Dead Sea
1992	9	9	15	47	10.8	2.3	0	0	243	579.2	3	31.304	35.455	Dead Sea
1992	9	9	15	48	26.5	2.1	0	0	242.9	579.1	3	31.304	35.454	Dead Sea

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

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע

Date			Origin Time (UTC)			Magnitude			Israeli Coordinates		Depth	Geographic Coordinates		Region
Year	Month	Day	Hour	Minute	Second	Md	Mb	Mw	X	y		Latitude	Longitude	
1992	10	8	5	17	51.3	2.6	0	2.2	237.2	578.9	13	31.302	35.393	Dead Sea
1992	11	28	1	49	8.4	2.5	0	2.2	236.4	579.6	21	31.308	35.385	Dead Sea
1993	5	28	3	22	47.1	2.9	0	2.2	242.6	555.8	10	31.093	35.449	Dead Sea
1993	8	2	23	16	53	4.1	4.3	3.3	234.8	577.7	20	31.291	35.368	Dead Sea
1993	8	2	13	28	57.2	2	0	1.8	233.5	577.3	19	31.287	35.354	Dead Sea
1994	4	30	13	56	49.3	2.2	0	1.8	239.2	585	20	31.357	35.415	Dead Sea
1994	6	15	15	48	33.8	2.3	0	1.8	229.8	578.7	7	31.3	35.315	Cent. Israel
1995	4	10	8	25	54	1.9	0	1.8	242.1	592.7	15	31.426	35.446	Dead Sea
1995	8	25	5	25	5.7	3.2	0	2.5	239.1	581.6	20	31.326	35.414	Dead Sea
1995	8	25	5	48	51.8	2.8	0	0	240.5	581.6	21	31.326	35.428	Dead Sea
1995	10	27	6	25	47	2	0	0	242.8	565.3	10	31.179	35.452	Dead Sea
1996	4	14	13	30	34.5	2.2	0	0	240.2	581.2	24	31.322	35.425	Dead Sea
1996	8	30	9	20	41.6	3	0	2.3	242.5	584.2	20	31.35	35.45	Dead Sea
1996	9	16	22	3	43.1	2.6	0	2.6	236.9	572.3	7	31.242	35.39	Dead Sea
1996	10	12	22	32	4.9	2.1	0	0	240.4	586.2	21	31.368	35.428	Dead Sea
1996	11	24	8	49	39.7	2.1	0	0	231.1	584.9	13	31.356	35.329	Cent. Israel
1997	9	4	8	20	7	2.9	0	2.3	242.1	593.6	22	31.434	35.446	Dead Sea
1997	9	23	15	23	54.2	2.6	0	2.2	242	596	12	31.456	35.445	Dead Sea
1998	6	1	11	29	58.1	2.3	0	0	239.7	577	22	31.285	35.42	Dead Sea
1998	6	27	22	32	10.7	2.2	0	0	234.8	564	10	31.167	35.367	Dead Sea
1999	1	23	23	23	29	2.8	0	0	241.2	581.9	23	31.329	35.436	Dead Sea
1999	6	25	6	33	58	2	0	0	233.3	586.1	9	31.367	35.352	Dead Sea
1999	10	4	2	4	37.6	2.8	0	0	242.4	580.2	22	31.314	35.449	Dead Sea
1999	11	16	2	39	15.5	3.4	0	2.6	242.3	587.7	21	31.381	35.448	Dead Sea
2000	3	7	12	37	2.7	2.1	0	0	240.3	580.7	18	31.318	35.426	Dead Sea
2001	2	3	19	49	33.9	2.1	0	0	234.9	555	6	31.086	35.367	Dead Sea
2001	3	28	22	30	24.6	2.2	0	1.8	234.7	572.3	5	31.242	35.366	Dead Sea
2001	11	22	2	47	55.9	2	0	0	234.1	579.4	17	31.306	35.36	Dead Sea
2003	6	17	18	16	22.8	2	0	1.7	238.9	582	10	31.33	35.412	Dead Sea
2003	6	17	17	4	2.1	2.3	0	1.9	240.4	582	7	31.33	35.427	Dead Sea
2003	7	23	3	3	24.3	2.8	0	0	236.4	569	13	31.212	35.384	Dead Sea
2003	8	15	23	56	21.6	2.8	0	2.3	237	571.2	10	31.232	35.391	Dead Sea
2005	3	19	22	59	49.9	3.5	0	2.7	236	568.9	10	31.211	35.38	Dead Sea
2005	6	1	3	27	28.5	3.7	4.2	3.1	239.2	578	11	31.294	35.414	Dead Sea
2005	7	18	9	52	51.9	3.5	0	2.7	236.1	571	11	31.23	35.381	Dead Sea
2005	9	26	10	20	20.2	2.7	0	0	239.8	574.1	19	31.258	35.421	Dead Sea
2007	2	27	1	42	47.2	2.4	0	1.9	239.17	556.29	6	31.098	35.411	Dead Sea
2007	5	2	23	50	45.7	2	0	0	226.03	595.6	15	31.452	35.273	J. Samaria
2007	8	21	17	9	0.5	2.1	0	0	239.03	571.54	18	31.235	35.409	Dead Sea
2007	9	13	7	10	4.1	2.5	0	2.1	237.43	576.69	11	31.282	35.393	Dead Sea
2007	12	30	5	9	51.5	2.2	0	2	239.1	585.31	22	31.359	35.41	Dead Sea
2009	3	19	21	50	40.4	2.5	0	0	220.74	591.14	10	31.412	35.218	Cent. Israel
2009	9	5	0	19	4.2	2.1	0	0	242.91	555.35	9	31.089	35.45	Dead Sea
2010	3	18	14	56	5.7	2.5	0	2	238.03	573.04	9	31.249	35.399	Dead Sea
2010	3	28	4	2	11.6	2.3	0	0	233.19	565.1	7	31.177	35.349	Dead Sea