



לשכת התכנון המחוזית
משרד הפנים- מחוז דרום
24.12.2014
כתקבל

נספח הערכת סיכונים סיסמיים

תוכנית מס' 37/115/02/2
גבעה 106 - אילת - דרך יותם פינת רחוב חטיבת הנגב



חוק התכנון והבניה, התשכ"ה - 1965
משרד הפנים - מחוז הדרום
הוועדה המחוזית להקליטה ביום:

983129

לאשר את התכנית

- התכנית לא נקבעה טעונה אישור השר
- התכנית נקבעה טעונה אישור השר

יו"ר הוועדה המחוזית

תאריך

19/12/15

אח"מ בוסקילה בע"מ
ת.ד. 2597 נתיבות
טל. 08-9933925 | טקס 08-9933926
ת.פ. 9-9-1958

מיכאל בן ציון
אדריכל ראשי
חברת האח"מ בוסקילה בע"מ
מס' רישון 38253

אפריל 2012

אילת, דרך יותם, גוש 40039, חלקות 2, 3 ו-7 - אתר אחים בוסקילה בע"מ
הערכת סיכונים סיסמיים

תוכן

<u>עמוד</u>	
3	1. כללי
3	2. תנאים אזוריים
4	2.1. רקע גיאולוגי
4	2.2. המבנה הגיאולוגי והתפתחותו
5	2.3. טור הסלעים/קרקות
5	2.4. העתקה
8	3. סביבה סיסמית ונתונים פליאוסיסמיים
11	4. הידרולוגיה
12	5. התנזלות
12	6. יציבות מדרונות וגלישות קרקע
12	7. צונאמי
13	8. אפיון תנאים סיסמיים באתר
14	9. סיכום
16	10. מקורות

תרשימים

3	1 - תצלום לוויין של האזור הנסקר וסביבתו הקרובה
5	2 - חתך סכמתי לרוחב הערבה באזור הנסקר
6	3 - קטע מהמפה הגיאולוגית של ישראל, גיליון אילת, קנ"מ 1:100,000
7	4 - קו סיסמי G1-2108 מהרי אילת לגבול הבינלאומי בערבה
10	5 - תופעות כשל שמופו מיד לאחר רעידת האדמה, נואיבה (1995)
10	6 - האתר הנסקר על רקע קטע ממפת ההעתקים בישראל החשודים בפעילות צעירה
11	7 - האתר הנסקר על רקע מפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות

טבלה

13	1 - ריכוז מאפיינים סיסמיים בתחומי האתר הנסקר ובסביבה הקרובה
----	---

**אילת, דרך יותם, גוש 40039, חלקות 2, 3 ו-7 - אתר אחים בוסקילה בע"מ
הערכת סיכונים סיסמיים**

1. כללי

במסגרת התוכנית לבנייתם של 7 מבנים בני 11 קומות עם מרתף, בתא שטח המשתרע מדרום מערב למפגש שדרות חטיבת הנגב את דרך יותם ולדרישת מינהל התכנון, עלה הצורך במתן התייחסות להיבטים והשפעות סיסמיות השוררים בתא שטח זה. בהגדרה נקבע כי כבסיס לניתוח התנאים הסיסמיים ישמש חומר קיים, סיסמי, גיאופיסי, גיאולוגי, גיאוהנדסי והידרולוגי, ללא חקירה שדה ו/או ביצוע חקר אתר.

2. תנאים אזוריים

בפרק זה מובא תיאור אזורי כללי של התנאים השוררים באתר וסביבתו הקרובה וזאת כרקע להצגת ממצאים ראשוניים כפי שיקבלו ביטוי בהמשך. האתר הנסקר, נ.צ.מ. 194500/385250, ממוקם מדרום מערב למפגש שדרות חטיבת הנגב את דרך יותם, אילת, בלב אזור בנוי (ראה תרשים 1). כללית, האתר ממוקם במורד המורדות המזרחיים של מבנה השוליים המערבי של בקע הערבה (טרנספורם ים-המלח). מבנה שוליים זה בנוי סידרה של הרים המורכבים מסלעים מגמטיים, מטמורפיים, אבני חול ומקומית גיר וקרטון. המורפולוגיה השלטת באתר הינה מישורית. פני השטח משתפלים במתינות לדרום מזרח מרום של כ-57+ במעלה (צפון מערב) לכ-50+ (דרום מזרח). בפני השטח הנסקר, במקומות, נפוץ מילוי לגובה עשרות ס"מ עד כ-2.5 מטר.



תרשים 1: תצלום לוויין של האתר הנסקר וסביבתו הקרובה



האתר הנסקר - מימין, מבט לדרום מזרח. בפני המגרש נפוץ מילוי לגובה עשרות ס"מ עד כ-2.5 מטר הנ"ל על גבי שתית טבעית שעיקרה חילופין בין חול, לחול עם צרורות, חלוקים ושברי סלע, הנ"ל עם/בלי מקשר חולי טיני ובמקומות עם שכבות/עדשות של חרסית רזה עד שמנה עם מרכיב חולי וצרורות (עובי גדול מ-20 מטר). משמאל, מרכיב תת הקרקע כפי שנחשפים בשול האתר לדרום מזרח.

2.1 רקע גיאולוגי

הגיאולוגיה והליתוסטריגרפיה התת-קרקעית של אזור אילת נידונו בהרחבה על ידי חוקרים רבים במהלך עשרות השנים האחרונות. מספר עבודות מרכזיות ריכזו את מירב הידע הגיאולוגי האזורי:

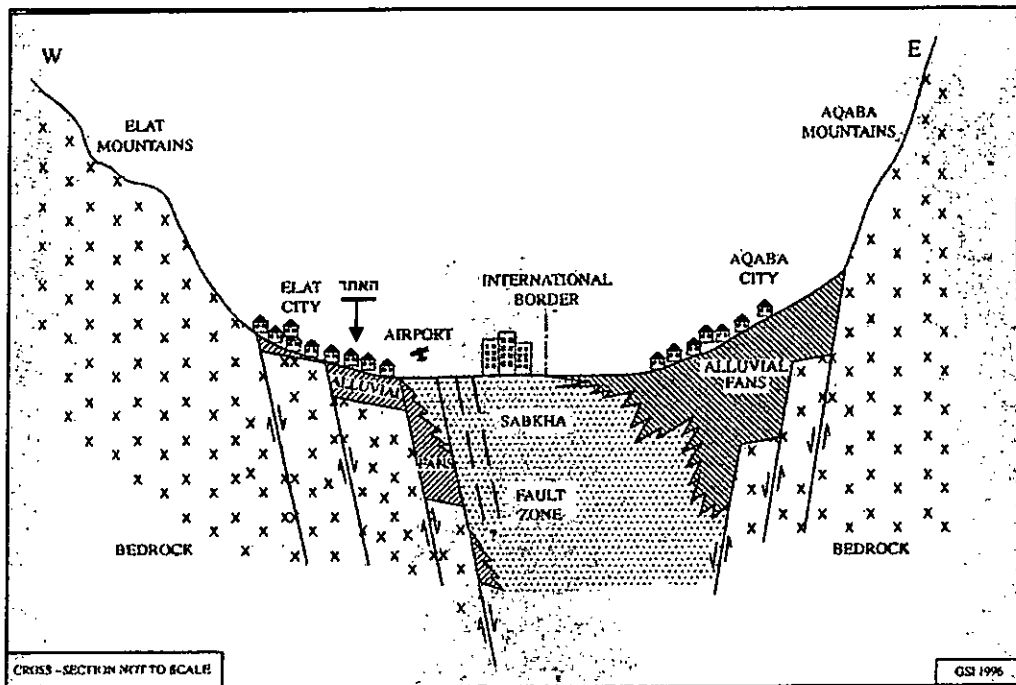
- ברטוב י., 1994, הגיאולוגיה של הערבה, דברי הסבר למפה הגיאולוגית.
- דרוקמן י. ואחרים, 1993, המפה הגיאולוגית של יטבתה ואילת, קני"מ 50,000:1.
- גרפונקל צ., 1970, הטקטוניקה של השולים המערביים של הערבה הדרומית.
- פריזלנדר א., 2000, מבנה טרנספורם ים-המלח תוך דגש על הערבה לאור נתונים גיאופיסיים חדשים.

2.2 המבנה הגיאולוגי והתפתחותו

התופעות הטקטוניות הן השליטות והמעצבות את התנאים הגיאולוגיים והמורפולוגיים באזור אילת ולהם גם השפעה מכרעת על המשטר ההידרולוגי. היחידות הליתולוגיות בבקע הערבה ובשוליו המערביים מאופיינות בהיותן מורכבות מחומרים קלסטיים. סלעי יסוד ומטמורפיים (גיל פריקמפריים), החול הנובי (גיל קרטיקון תחתון) ואבן חול פליאוזואית בונים את הגוש ההררי שממערב. למרגלות גוש הררי זה מצויות מניפות אלוביאליות ובמרכז הבקע, מילוי סחף אלוביאל. בשוליים המזרחיים, מעבר לגבול הבינלאומי, המסלעים השולטים הם סלעי יסוד ומטמורפיים פריקמבריים, לרגליהם מניפות אלוביאליות גדולות המורכבות בעיקר מחול, חלוקים ובודדרים שמקורם בסלעים אלו.

האתר הנסקר ממוקם למרגלות מבני השוליים ההרריים המערביים של הבקע, הרי אילת, התחומים למרגלתם, ממזרח, על ידי מערכת העתקים ראשית המוגדרת כמערכת העתקים פעילה.

תרשים 2 מציג חתך סכמתי לרוחב הערבה/בקע באזור אילת.



תרשים 2: חתך סכמתי לרוחב הערבה באזור הנסקר, ללא קניימ (מתוך ווסט, 1997)

2.3 טור הסלעים/קרקות (ראה תרשים 3)

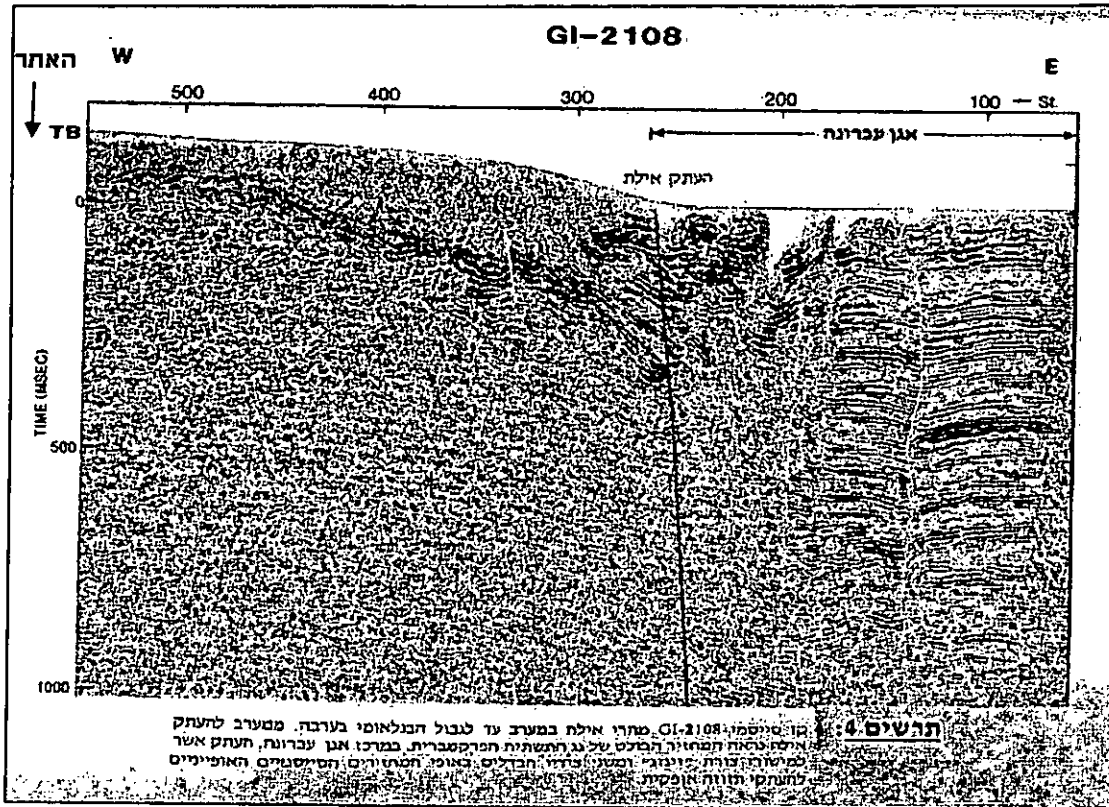
מבחינה גיאולוגית, במתחם הנסקר, בתת הקרקע, לעומק רלוונטי לביסוס ולפיתוח, במקומות, תחת מילוי המתנשא לגובה עשרות ס"מ עד כ-2.5 מטר שולטת יחידה אחת – קונגלומרט לא מחולק - אלוביום (גיל ניאוגן-ריבעון). מרכיבי יחידה זו מוצאם מערום של סחף המגיע מן ההרים שממערב. ריבוי מקורות ההספקה ועוצמות סחיפה שונות והמרחק ממקור ההספקה הם הגורמים העיקריים לכך שמרכיבי יחידה זו אינו אחיד. עיקר המרכיבים: טין וחרסית, חול, חול טיני/חרסיתי, חרסית, צרורות, חלוקים ושברי סלע. במרכיבים הנ"ל מרובים מעברים וחילופין בין חומרים גסים יותר לגסים פחות כאשר למרחק ממקור ההספקה השפעה על שינויים טקסטורליים של השכבות/אופקים/עדשות. ממצאי 4 קידוחי ניסיון שנקדחו לעומק עד כ-15 מטר, בתחומי האתר מצביעים כי מרכיבי הכיסוי האלוביאלי באזור עוצמתם גדולה מ-15 מטר. על פי מידע אזורי, בהערכה, שתית סלעית שעיקרה סלעי גרניט (סלעי יסוד) צפויה בעומק גדול מ-40 מטר.

תרשים 3 מציג מיקום האתר הנסקר על רקע קטע מהמפה הגיאולוגית של אזור אילת.

2.4 העתקה

העיר אילת בנויה משני צדי העתק אילת-עברונה הנמשך לאורך כ-120 ק"מ משוליו הצפון מערביים של מפרץ אילת ועד אזור גיבל א-רישה שבמרכז הערבה. העתק זה הנו חלק ממערכת "טרנספורם ים-המלח" ומהווה את הגבול בין הלוח הערבי שבמזרח ללוח סיני-ישראל שבמערב. לאורך הגבול שבין הלוחות חלה, מזה כ-20 מיליון שנה, תנועה של הלוח הערבי לצפון בשיעור של כ-105 ק"מ ביחס ללוח סיני-ישראל (Garfunkel, et al., 1981).

והיא מורכבת ממספר העתקים עמוקים. חלק מהעתקים אלו מתפצל בחלקו העליון להעתקי משנה (העתק "פרח") המאופיינים ברכיב אופקי (ראה תרשים 4 - מתוך פריזלנדר, 2000).



על פי מפת העתקים בישראל החשודים בפעילות צעירה¹ העתק אילת נקבע כהעתק פעיל. מקובלת לאורכו תנועה של 0.5-1.0 ס"מ לשנה (ראה תרשים 6).

העתק פעיל - הנו העתק המסוגל לייצר בהווה רעידת אדמה ו/או לגרום לתזוזות משתיירות בפני השטח בזמן ובעקבות רעידת אדמה. זאת, לאורך מישור ההעתק ובמרחק מסוים מצדדיו. לאלו עשויות להתלוות, על פי נתוני האתר הספציפי, הגברות של התנודות החולפות של הרעידה עצמה. גילוי, איתור העתק, הגעתו לפני השטח או סמוך להם, סווגו כפעיל או בלתי פעיל וקביעת העתק פעיל על פי גיל פעילות ומאפייני תזוזה, הינם פעולות מורכבות וסבוכות. פעולות אלו מחייבות שילוב אמצעי סקירה שונים, על ותת-קרקעיים במכלול הגיאולוגי, הגיאואנדסי, גיאופיסי, והסייסמולוגי ושילוב מכלול זה בהיבטים הנדסיים תכנוניים. על פי ת"י 413, העתק פעיל הנו העתק שהוגדר ומופה על ידי המכון הגיאולוגי לישראל במפת "העתקים פעילים" עדכנית כהעתק חשוד כפעיל מבחינה סיסמית. על פי התקנה המקובלת בקליפורניה, העתק פעיל הנו העתק שהעתיק את פני השטח במהלך 11,000 השנים האחרונות (הולוקן), ולכן מהווה סיכון פוטנציאלי למבנים שעשויים להיות ממוקמים עליו.

העתק חשוד כפעיל - על פי ת"י 413, הנו העתק שהוגדר ומופה על ידי המכון הגיאולוגי לישראל במפת "העתקים החשודים כפעילים", עדכנית, כהעתק חשוד כפעיל מבחינה סיסמית.

¹ ברטוב וחוברין, 2009, מפת העתקים בישראל החשודים בפעילות צעירה, המכון הגיאולוגי.

קרבה להעתק פעיל - על פי ת"י 413, על עקבה של העתק פעיל ו-15 מטר משני צדיה לא יוקמו, באזורים בהם $Z \geq 0.25$, מבנים שתקן זה חל עליהם, למעט מבנים נמוכים שאינם מיועדים למגורים ובאזורים שבהם $Z \geq 0.15$ לא יוקמו מבנים שמקדם החשיבות שלהם הנו מקבוצה א או ב (מבני ציבור ומבנים בעלי חשיבות) ומבנים מרובי אוכלוסין (לפחות 100 בני אדם), אלא לאחר קבלת חוות דעת של יועץ קרקע ושל גיאולוג. בתחום של עד 200 מטר מכל צד של העתק פעיל באזורים בהם $Z \geq 0.15$, בנייה של מבנים שמקדם החשיבות שלהם הוא מקבוצה א או ב ומבנים מרובי אוכלוסין תלויה בחוות דעת של יועץ קרקע. חקירות גיאולוגיות מתאימות יבוצעו עבור תכנון אורבני בקרבת העתקים פעילים או חשודים כפעילים.

קרבה להעתק חשוד כפעיל - על פי ת"י 413, כשיש חשד לקיום העתק פעיל על אף שאינו מסומן במפת העתקים של המכון הגיאולוגי, או כשהוא מסומן כהעתק חשוד כפעיל, יש לפנות למכון הגיאולוגי לקבלת חוות דעת באשר למעמד ההעתק. בהתייחס לאתר הנסקר, יש לקחת בחשבון כי הוא ממוקם במרחק גדול מ-500 מטר ממערב להעתק אילת. וכי במרחק גדול מ-200 מטר ממזרח לאתר הוצה העתק נוסף חשוד כפעיל.

3. **סביבה סיסמית ונתונים פליאואסיסמיים**

סיסמית, יש לקחת בחשבון מיקום האתר בסמוך לבקע ("טרנספורם ים-המלח"). הבקע מוגדר כאלמנט סטרוקטורלי ראשי, המצוי תחת מעקב על ידי המכון הגיאופיסי לישראל. ממצאי המחקרים שנערכו בבקע ובשוליו מצביעים על קיום מוקדי רעידות אדמה רבים לאורכו ובשוליו. שמיר (1997) מתבסס על עדויות פליאו-וארכיאו-סיסמיות מציינ כי:

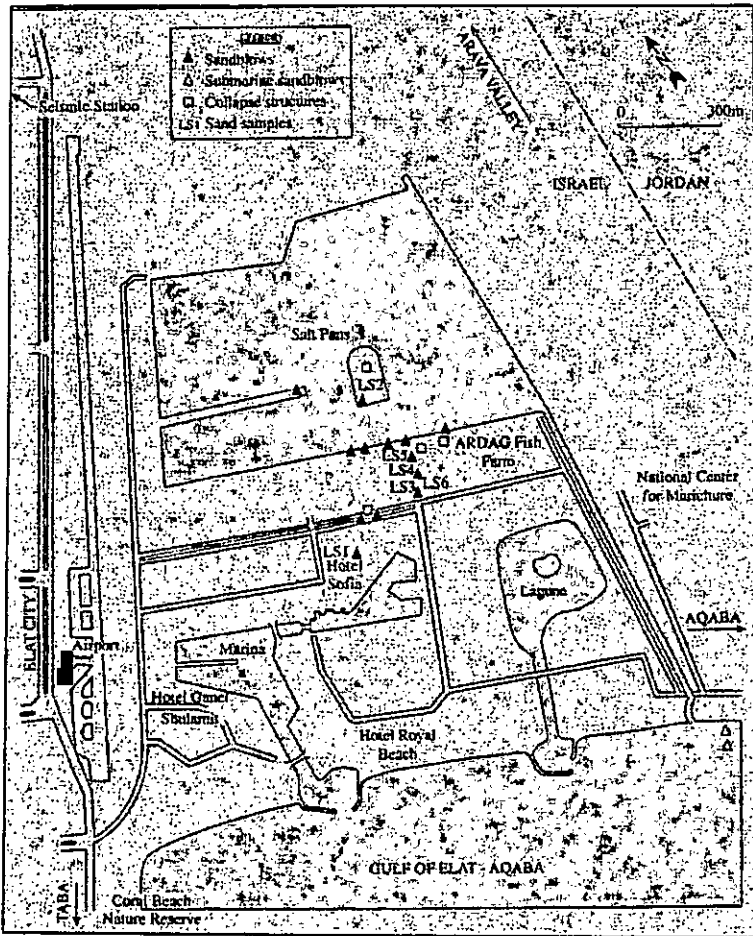
- יתכן שצבירים של רעידות אדמה בינוניות גדולות ($M > 6.0$) הופיעו במחזוריות של כ-10,000 שנה באזור ים המלח ובערבה.
- יתכן כי ניתן להבחין בין זמני חזרה של 100-300 שנה לרעידות בינוניות ($M \geq 5.5$) לבין זמן חזרה של מספר אלפי שנה לרעידות גדולות מאד ($M > 7.5$), אם כי אין עדויות ברורות לרעידות במגניטודה ($M \geq 8.0$) באלפי השנה האחרונות.
- היעילות הסיסמית של טרנספורם ים המלח נמוכה, אם בגלל מרכיב ניכר של תנועה א-סיסמית או בגלל רעידות אדמה גדולות שטרם זוהו בטווח הפליאואסיסמי.

ניתוח באמצעות סיסמולוגיה מכשירית, מעלה כי בקע ים המלח והערבה מחולק לסגמנטים. לאורכו נוצרו אגני מתיחה, שהביטוי הבולט הוא פיזור בלתי אחיד של פעילות סיסמית עכשווית בתחומיהם. שמיר (1997), מניח אפשרות של דמיון במבנה השברים הכללי לאורך הבקע. הפעילות הסיסמית במפרץ אילת, מאופיינת משנות ה-80 בשני סגנונות:

- גלים של רעידות אדמה בינוניות ($M < 6.0$), מוגבלים בזמן ובמרחב לאזורי הדרוג במערכת השברים הראשיים.
- רעידת האדמה גדולה, כמו זו של נואיבה, נובמבר 1995, ($M_w = 7.1$) שהתחילה ונעצרה באזורי דירוג והסיטה קטע שלם.

בהשלכה של מסקנותיו של שמיר לאזור הנסקר, ניתן להניח כי:

- העתקי מקור לרעידות אדמה חזקות באזור, מצויים בריחוק מה ממזרח לאתר וממערב לו.
 - לא ניתן להעריך האם בטווח הארוך, הפעילות על העתקים הללו, תתבטא במיקרו-סיסמיות או ברעידה חזקה גדולה (דומה לרעידה של נואיבה, נובמבר 1995). יחד עם זאת, באזור פוטנציאל לאתחול רעידת אדמה גדולה שתהיה מוגבלת לאחד הקטעים השקטים של הבקע אך תיצור מומנט סיסמי ניכר.
 - ניתוח פלאוסיסמי של העתק עברונה, המשך העתק אילת לצפון, העריך עבורו מגניטודה מרבית אפשרית של 7.5 עם חזרות של 1000-1500 שנים.
 - רעידת אדמה הגדולה באזור אילת התרחשה בשנת 1068, באזור מלחת עברונה. העיר אילה (עקבה) נהרסה, ובמרחק של כ-500 ק"מ היו נפגעים בנפש. רעידה נוספת התחוללה בשנת 1212 לאורך העתק זה. מוקדה לא ידוע, ההשערה כי המוקד היה לאורך העתק החוצה בקרבת עקבה. לכן, יתכן כי העתק זה הוא האלמנט הבולט לאורכו עשויה להתרחש רעידה גדולה בעתיד (Amit et al. 2002).
 - רעידת האדמה של ה-22 בנובמבר 1995, שמוקדה היה במפרץ אילת (נ.צ. 117/201 בעומק של 13 ק"מ) במגניטודה של 6.2 (M_w) גרמה לנזקים ברכוש ובנפש לאורך חופי מזרח סיני. בישראל נגרמו נזקים מועטים יחסית והיא הורגשה עד למרחק גדול מ-100 ק"מ מצפון למוקד. ווסט (1997) בשיתוף צוות חוקרים בדקו התשתיות והמבנים לאורך מפרץ אילת (חופי סיני), אילת ועקבה, מיד לאחר הרעידה (ראה תרשים 5). ביו היתר נבדקו סדקים, התמוטטות סלעים, ענני אבק, "התפרצויות חולי", צונאמי, סידוק בריף האלמוגים, שינויי מפלסי מי תהום. לאלו נוספו בחינה של בניינים, מערכות מים, כבישים, סוללות, רציפים, סכרים, אזורי מילוי עפר, מרינות ובריכות. מסקנות הצוות לאור תיאור הנזקים והערכת הסיכונים הסיסמיים היו: ריכוז הנזקים הנו באזור המלוות באילת והוא נובע מהגברות מקומיות של תאוצת הקרקע וכשל התשתית. לא נמצאו עדויות לתנועות על העתקים בכיוון צפון - דרום, החוצים את העיר. הנזק למבנים מלאכותיים גדול מהצפוי עקב תאוצת קרקע מכסימלית של 0.1g שנצפתה במניפת הסחף של אילת. למקרה של רעידה במגניטודה גדולה יותר או שמוקדה יהיה קרוב יותר יתכנו נזקים גדולים יותר. בהתייחס לאתר הנסקר וסביבתו הקרובה לא ידוע על נזקים כל שהם שנגרמו למבנים באזור עקב רעידה זו.
- על פי נספח ג' לתקן הישראלי 413, מקדם תאוצת קרקע אופקית חזויה Z באזור הנסקר הנו 2.3 (2.1 על פי טיוטת גיליון תיקון 5 לת"י 413, דצמבר 2011). זוהי תאוצת הקרקע האופקית המכסימלית שלגביה קיימת הסתברות של 10% לקבלת תאוצת שיא בסלע בפרק זמן של 50 שנה. מקדם זו משמשת כידוע לצורך תכנון הנדסי ומובא בעיקר לצורך של ניתוח יציבות (ראה תרשים 6).

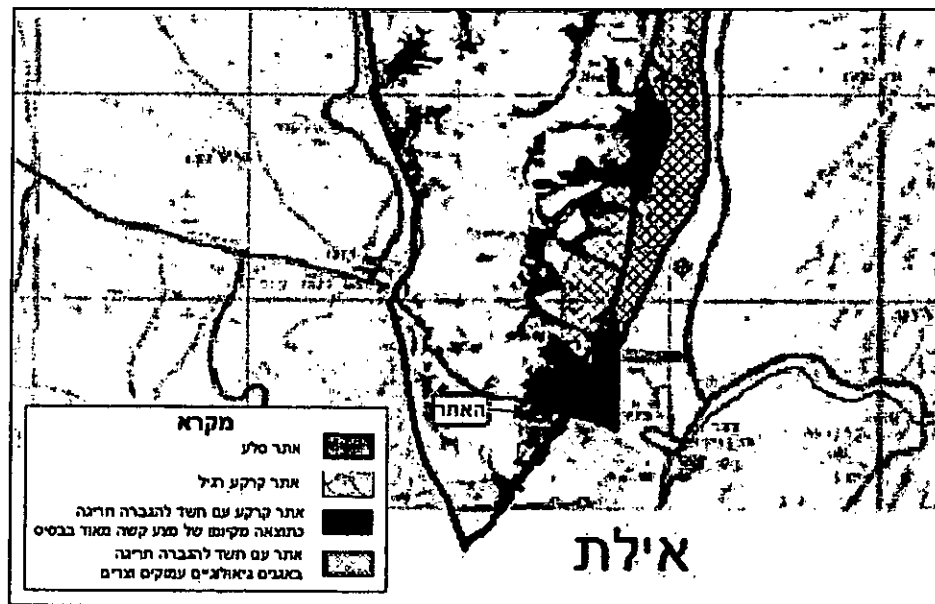


תרשים 5: תופעות כשל שמופו מיד לאחר רעידת האדמה נואיבה נובמבר 1995 (מתוך ווסט, 1997)



הגברה - מפת האזורים החשודים בהגברת שתית חריגות (גבירצמן וזסלבסקי, 2009), מצטרפת לתקן ישראלי 413 ובאה להצביע על אזורים בעיתיים בהיבט של הגברת שתית חריגה (אינה מהווה תחליף לסקר מפורט שרק בו ניתן לקבוע את מידה ההגברה, אפיונה בתדר ובעוצמה המתאימה). כללית, מפה זו מצביעה על שני סוגי אזורים בהם מידת הגברת תנודות הקרקע

בזמן רעידת אדמה עלולה להיות גבוהה מהרגיל. האחד, אזור בו הקרקע מונחת ישירות על גבי סלע אם קשה (מסומן במפה בשחור). במקרה שכזה תופעת הגברת התנודות הסיסמיות מתחזקת במידה ניכרת כתוצאה מכליאת האנרגיה הסיסמית בשכבת הקרקע. השני, אגנים גיאולוגיים צרים ועמוקים (מסומנת 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, לכיווניות הגלים הסיסמיים ועוד. יודגש כי על פי תקן ישראלי 413, סעיף 202.2.1, גיליון תיקון מס' 3 (2009), נקבע כי עבור מבני ציבור חשובים ותכנון אורבני, מקדמי הגברת תנודות הקרקע לצורך תכנון מבנים יקבעו על סמך לימוד פרטני של תנאי השתית המקומיים ולא על פי מקדמים סטנדרטיים. נקבעו 5 קריטריונים המגדירים קרקעות המועדות לכשל פנימי. ארבעה מהקריטריונים נלקחו מהתקן האמריקני והחמישי התווסף כדי לתת מענה לאזורים החשודים בהגברות שתית חריגות. נקבע שעבור מבנים מקבוצת חשיבות א' ועבור תכנון אורבני, אתר יסווג כ-F (אתר חשוד בהגברות חריגות), אם הוא נכלל באזורים שבהם לפי המפה הנ"ל יש חשד להגברות שתית חריגות עקב הימצאות סלע קשה מאד בבסיס או עקב שפעת אגן (Basin Effect).



תרשים 7: האתר הנסקר על רקע מפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות (מתוך, גבירצמן, זסלבסקי, 2009)

מאחר והאתר הנסקר ממוקם באזור שנקבע במפה כחשוד בהגברה חריגה באגן גיאולוגי עמוק וצר ולאור התכנון להקים בשטחו מבנים בני יותר מ-3 קומות מתבקש לבצע סקר סיסמי מפורט לכימות מידת ההגברה, אפיונה בתדר ובעוצמה מתאימים באתר.

4. הידרולוגיה

האתר הנסקר ממוקם בשוליים הדרום המזרחיים של הרי אילת. מידע אזורי מצביע כי מי תהום צפויים בעומק רב. כיוון הזרימה הינו למזרח אל עבר הבקע המהווה בסיס הניקוז האזורי.

מעיינות לא ידוע על קיומם של מעיינות נובעים בתחומי האתר הנסקר או הסביבה הקרובה לו.

5. התנולות

התנולות הנה תהליך בו סדימנט גרנולרי (גררי) רווי מים, מאבד את חוזקו ומתנהג כנוזל במהלך זעזוע סיסמי חזק. לצורך התרחשות אירוע שכזה נדרש שילוב בין קרקע או מסלע בלתי מלוכד, מי תהום גבוהים ותאוצות קרקע חזקות הנגרמות בעת רעידת אדמה. בהתייחס למרכיבי תת הקרקע (חתך גרנולארי בהרכב, חול, חול טיני, צרורות, חלוקים ושברי סלע) ומאחר ומי תהום צפויים בעומק שאינו רלוונטי לביסוס ניתן לקבוע כי האתר ממוקם באזור שאינו רגיש להתנולות.

6. יציבות מדרונות וגלישת קרקע

התבליט הטבעית באזור הנסקר הינה גלית גבעית. שיפועי המדרונות הטבעיים מתונים יחסית. הנייל, בשילוב עם מרכיבי תת הקרקע מצביעים על סיכוי התמוטטות נמוכים עד זניחים. גם על פי מפת האזורים בהם קיימת סכנה לגלישת מדרונות שהוכנה על ידי המכון הגיאולוגי (כץ ואחרים, 2009) והקריטריונים שנקבעו לצורך הכנת מפה זו, האזור הנסקר מוגדר כזניח להתפתחות גלישה.

7. צונאמי

האתר הנסקר לא נמצא בתחום השפעה של אירוע צונאמי.

8. סיכום תנאים הסיכונים הצפויים באתר

בניסיון לאפיין את התנאים והסיכונים הסיכומיים השונים הצפויים באתר רוכזו בטבלה 1 שלהלן, נתונים שונים בליווי הערכות הקשורות למאפיינים השונים העלולים להתרחש כתוצאה מאירוע של רעידת אדמה. יודגש כי הערכה זו מבוססת על מידע קיים ולא על חקירה אתרית.

האתר	נ.צ.מ.	רום מקורב (+)	מקדם תאוצת קרקע (Z)	מרכיבי תת קרקע צפויים	ממלס מי תהום	קרבה להעתק פעיל/ חשוד כפעיל	יציבות מדרונות טבעיים	הסיכון להתנזלות קרקע	חשד להגברה חריגה	הסיכון מצונאמי (נחשולים)
גוש 40039 חלקות 2,3,7	194500/385250	50÷57	2.3 (2.1) על פי טיוטת גיליון תיקון 5 לת"י 413, דצמבר 2011	20 > 0.0 מ' - אלובים/קונגלומרט לא מחולק (גיל ניאוגן-ריבעון) ההרכב: חול, חול טיני/חרסיתי, חרסית, צרורות, חלוקים ושברי סלע. במרכיבים הנ"ל מרובים מעברים וחילופין בין חומרים גסים יותר לגסים פחות כאשר למרחק ממקור החספקה השפעה על שינויים טקסטורליים של השכבות/אופקים/עדשות. מתחת שתית סלעית קשה (סלעי יסוד).	עומק רב גדול מעשרות מטר	מערכת העתקה ראשית המוגדרת כפעילה חוצה במרחק 200 מטר עד גדול מכ-500 מטר ממזרח לאתר. סידרה של העתקים פעילים וחשודים בפעילות צעירה אותרה במרחק גדול מק"מ ממערב ודרום מערב לאתר (שכונת שחמון).	יציב	לא רלוונטי	קיימת באזור שנקבע כתשוד בהגברה חריגה באגן גיאולוגי עמוק וצר	לא רלוונטי

טבלה 1: ריכוז מאפיינים סיכומיים בתחומי האתר הנסקר וסביבתו הקרובה

8. סיכום

כחלק מהנחיות מינהל התכנון בנושא התחשבות בסיכונים סיסמיים בתוכניות מפורטות, נדרשנו להערכת התנאים הסיסמיים השוררים בגוש 40039, חלקות 2,3 ו-7 הממוקמות מדרום מערב למפגש שדרות חטיבת הנגב את דרך יותם בעיר אילת.

בהגדרה נקבע כי כבסיס לניתוח התנאים ישמש חומר קיים (סיסמי, גיאופיסי, גיאולוגי וגיאוהנדסי והידרולוגי), ללא חקירה שדה ואו ביצוע חקר אתר.

הערכת הסיכונים הסיסמיים נבחנה על פי: קירבה למוקדי רעידות אדמה, קירבה להעתק פעיל או חשוד כפעיל, חשד להגברה חריגה, בחינת אפשרות לגלישות קרקע ויציבות מדרונות, בדיקת אפשרות להתנזלות קרקע וייתכנות צונאמי (נחשול ים). להלן עיקרי המסקנות:

רגישות סיסמוגנית - האתר ממוקם בסמוך לבקע המוגדר כאלמנט סטרוקטורלי ראשי לאורכו ובשוליו מוקדי רעידות אדמה רבים. בהערכה, זמן חזרה של אירוע רעידת אדמה במגניטודה גבוהה מ-6.2 המתרחש לאורך הבקע והעשוי לגרום לנזק, הנו כ-400 שנה.

הגברה של תנודות קרקע עקב תנאים גיאולוגיים וטופוגרפיים - על פי נספח ג' לתקן הישראלי 413, מקדם תאוצת קרקע אופקית חזויה (Z) באתר, הנו 0.23.

על בסיס ניתוח מרכיבי תת הקרקע ואפיונם ניתן לקבוע כי הקרקע באתר הנסקר ניתנת לסיווג C- (קרקע צפופה מאוד).

בהתבסס על מפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות, האתר הנסקר ממוקם באזור שנקבע כחשוד בהגברה חריגה עקב מיקומו באגן גיאולוגי עמוק וצר.

קירבה להעתק פעיל או חשוד כפעיל - בתחומי האתר הנסקר לא ניתן לאתר חציית העתקים עקב הפרת פני השטח כתוצאה ממעורבות האדם לאורך שנים (אזור בנוי, מחופה ומופר). במרחק גדול מ-200 מטר ו-כ-700 מטר למזרח חוצים 2 העתקים בכיוון כללי צפון-דרום. העתקים אלו הוגדרו על ידי המכון הגיאולוגי כפעילים. מערכת העתקים פעילה וחשודה כפעילה אותרה במרחק גדול מק"מ בשכונת שחמון שממערב לאתר. לאור הני"ל, ניתן בשלב הנוכחי לקבוע כי האתר הנסקר אינו נחצה על ידי העתקים פעילים או חשודים בפעילות צעירה.

גלישות קרקע ויציבות מדרונות - התבליט הטבעית באזור הנסקר הינה גלית כשפני השטח משתפלים לדרום מזרח מרום כ-57+ לכ-50+. השילוב בין מרכיבי פני השטח ותת הקרקע לשיפוע המדרון מצביעים כי תא השטח הנסקר יציב. גם על פי מפת האזורים בהם קיימת סכנה לגלישת מדרונות שהוכנה על ידי המכון הגיאולוגי, האתר הנסקר מצוי באזור שבו באירוע של רעידת אדמה חזקה סיכויי התמוטטות/כשל בשתיית הטבעית נמוכים עד זניחים. יחד עם זאת, במידה ויתוכנו מילויים גבוהים, יש לקחת בחשבון כי באירוע של רעידת אדמה חזקה, תיתכנה תופעות הרס (גלישה, תזוזה) במילוי.

אפשרות להתנולות הקרקע - בחינת התנאים באתר, רום הופעת מים בשילוב חתך תת הקרקע ותכונות מרכיבי פני השטח מצביעים כי באזור לא קיימים התנאים העשויים לפתח תופעות התנולות בעת רעידת אדמה.

ייתכנות צונאמי - האתר וסביבתו אינם ברי השפעה מאירוע צונאמי.

ויאן ילוב
גיאולוג שירותים גיאוטכניים בע"מ

10. מקורות

- בלנק, ע., לרר, ע., 2009. תוכנית אב ומתאר אילת חוף צפוני וחוף דרומי היבטים גיאוטכניים. דו"ח 4098-09.
- בק, א., מדבדייב, ב., 2009, סקר סייסמי לאיתור ומיפוי העתקים צעירים בשדה התעופה אילת, המכון הגיאופיסי לישראל, דו"ח מס' 359/422/09.
- ברטוב, י., 1994. הגיאולוגיה של הערבה, דברי הסבר למפה הגיאולוגית, המכון הגיאולוגי, דו"ח GSI/4/94.
- ברטוב, י. ואחרים, 2009. מפת ההעתקים בישראל החשודים בפעילות צעירה. המכון הגיאולוגי.
- ברטוב, י. ביינ, ע., 1994. הגיאולוגיה וההידרוגיאולוגיה של הערבה התיכונה בין יוטבתה לפארן, המכון הגיאולוגי, דו"ח GSI/5/94.
- גבירצמן, ז., 2006. עדכון סוגית תאוצות קרקע בתקן הבניה הישראלי בהתאם לתנאים הגיאולוגיים בישראל. המכון הגיאולוגי, דו"ח GSI/03/2007.
- גרפונקל, צ., 1970. הטקטוניקה של השוליים המערביים של הערבה הדרומית, חיבור לקבלת תואר דוקטור, האוניברסיטה העברית ירושלים.
- גרפונקל, צ. ואחרים, 2000. מפה גיאולוגית של צפון מפרץ אילת, קני"מ 1:100,000, המכון הגיאולוגי.
- דוד, ד., דוד, י., 2009. סקר להערכת סיכוני רעידת אדמה שדה התעופה - אילת. דוד דוד וישי דוד – ביסוס מבנים בע"מ, דו"ח מיר/מיו/te-908-42.
- ווסט, ה., 1997. רעידת האדמה במפרץ אילת (עקבה) ב-22 נובמבר 1955: תיאור נזקים והערכת הסיכונים הסיסמיים. המכון הגיאולוגי דו"ח מס' GSI/3/97.
- זילברמן, ע., עמית, ר., נחמיאס, י., 2003. סקר לזיהוי מערכות העתקים פעילים באזור שדה התעופה אילת. המכון הגיאולוגי, דו"ח GSI/4/2003.
- כץ, ע. ואחרים, 2008. מפת האזורים בהם קיימת סכנת גלישת מדרונות, המכון הגיאולוגי.
- סלמון, ע. ואחרים, 2008. האזורים במישור החוף של ישראל בהם נדרשת חקירת הסיכון להתנזלות, המכון הגיאולוגי, דו"ח GSI/34/2008.
- סלמון, ע. ואחרים, 2009. מפת מיקום הגיליונות המציגים את מיפוי האזורים המועדים להצפה מצונאמי. המכון הגיאולוגי.
- פריזלנדר, א., 2000. מבנה טרנספורם ים המלח תוך דגש על הערבה לאור נתונים גיאופיסיים חדשים. עבודת דוקטורט, האוניברסיטה העברית ירושלים.
- קלר, א., זסלבסקי, י., טאטינה, מ., שפירא, א., 2011. מפות תאוצה ספקטראליות לשימוש בת"י 413 גליון תיקון 5, המכון הגיאופיסי בשיתוף מוסד הטכניון.

- שירן, ע., 2009. אתר בריכות המלח באילת הערכת תגובת האתר הספציפית ברעידת אדמה. (דו"ח 1037 הוגש לתעשיות מלח בע"מ).
- שמיר, ג., 1997. ההתנהגות הסיסמית של בקע ים המלח, החברה הגיאולוגית הישראלית, כנס החברה-כפר גלעדי, עמ' 92.
- שמיר, ג., 2008. התפתחות בזמן של סדרות עכשוויות של רעשי משנה לאורך טרנספורם ים המלח. המכון הגיאולוגי דו"ח GSI/09/2008 עמ' 92.
- שפירא א., 2002. מפה מעודכנת של תאוצות השיא לתקן הישראלי 413, דברי הסבר, המכון הגיאופיסי לישראל.
- תה"ל., 2002. אילת צפון- אתר רווד חוות דעת אודות היבטים גיאוטכניים, העתקים ורעידות אדמה. הוכן עבור משרד הבינוי והשיכון. דו"ח 9041-102.135.
- נספח ב'-מפת אזורים של מקדמי עוצמה אופקית חזויה Z גיליון תיקון לתקן ישראלי ת"י 413.
- תקן ישראלי 413, (גיליונות תיקון 3 ו-4) תקן עמידות מבנים ברעידות אדמה, מכון התקנים הישראלי.
- ת"י 413, 1995. (טיוטת גיליון תיקון מס' 5, דצמבר 2011). תקן עמידות מבנים ברעידת אדמה.
- Amit, R., Zilberman, E., Porat, N., 1999. Relief inversion un the Avrona playa as evidence of large-magnitude historical earthquakes, southern Arava Valley, Dead Sea Rift. Quaternary Research, 52:76-91.
- Shitvelman, V., Frieslander U., Zilberman e., 1998, Mapping shallow faults at the Evrona playa site using the high resolution method, Geophysics, 63:1257-1264.
- seismic zonation in Israel. GSI Rept. 12/2001 and GII No. 550/95/01(1).