



סקר הערכת סיכונים סייסמיים

שכונת ג'ואריש

רמלה

מוגש עבור

מוגש באמצעות

ת.י.ק פרויקטים

יוני 2021



תוכן עינים

תוכן עינים

- 2..... תוכן עינים
- 3..... רשימת איורים
- 4..... 1. מיקום
- 5..... 2. סימוכים והנחיות
- 7..... 3. תאור מורפולוגי של האתר
- 8..... 4. המצב ההידרוגיאולוגי
- 9..... 5. הערות גיאולוגיות כלליות
- 10..... 6. המיבנה הגיאולוגי
- 10..... 6.1 מבנה כללי
- 10..... 6.2 העתקים
- 11..... 6.3 נטיות המיסלע
- 11..... 7. מיסלע/ קרקע
- 11..... 7.1 המיסלע
- 11..... 7.1.1 התפתחות המיסלע בשפלה
- 14..... 7.1.2 מיקום המיסלע על פני השטח
- 15..... 7.2 סיכום המצב הגיאולוגי
- 16..... 8. סייסמולוגיה
- 16..... 8.1 קריעת פני השטח על גבי העתקים גיאולוגיים פעילים
- 20..... 8.2 יצירת תאוצות והפעלת כוחות אופקיים על מיבנים ותשתיות
- 22..... 8.3 העצמה של תנודות הקרקע עקב תנאים גיאולוגיים וטופוגרפיים
- 25..... 8.4 פגיעה ביציבות מדרונות וגלישת קרקע
- 26..... 8.5 התנזלות
- 28..... 8.6 הופעת נחשול ים (צונאמי)
- 28..... 9. תגובת אתר
- 28..... 9.1 הקדמה:
- 29..... 9.2 שיטת העבודה:
- 32..... 10. סיכום
- 35..... הוראות לתוכנית
- 36..... נספח א ביבליוגרפיה מסייעת
- 37..... נספח ב מחקר תגובות האתר. הוכן על ידי י. זסלבסקי





רשימת איורים

רשימת איורים

- איור 1: תוכנית האתר 5
- איור 2: קטע ממפת 1:50,000 עם סימון האתר (אדום) 6
- איור 3: מפת גבהים של אזור הסקר עם מפלסי מי תהום 8
- איור 4: תצלום אוויר עם סימון האתר (אדום) 10
- איור 5: קטע ממפה גיאולוגית גליון ראשון לציון 13
- איור 6: קטע ממפת חבורות הקרקעות של ישראל (משרד החקלאות) 16
- איור 7: מפת העתקים בישראל החשודים בפעילות צעירה (המכון הגיאולוגי 2002) ... 18
- איור 8: מפת העתקים בישראל החשודים בפעילות צעירה (המכון הגיאולוגי 2019) ... 19
- איור 9: מיקום אזורי סייסמוגניים 20
- איור 10: מפה ורשימה של רעידות אדמה באזור האתר 22
- איור 11: ספקטרום עפ"י מיקום האתר וסוג הקרקע - גליון תיקון 5 של ת"י 413 23
- איור 12: מפת תאוצות ההגברה האופקית המרבית (עפי תקן 413) 24
- איור 13: מפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות 25
- איור 14: מפת האזורים בהם קיימת סכנה לגלישת מדרונות 26
- איור 15: מפת האזורים בהם קיים פוטנציאל התנזלות 28
- איור 16: חתך גיאולוגי סכמתי החוצה את האתר (שטח האתר באדום) 30
- איור 17: מודל חד ממדי ממוצע של תת הקרקע אזור 1 31
- איור 18: תוצאות ממוצעות שונות באזור יחסית לתקן הבניה $PGA=0.093$ (מקווקו) 32
- איור 19: האתר על גבי מפת תת האזורים בהתאם לחלוקה של ספקטרום התגובה מחושב על פי SEEH 32





מיקום

1. מיקום

א. האתר תחום בין הקואורדינטות:

צפון – דרום (E) 185250-186100

מזרח – מערב (N) 647950-648500

ב. האתר מסומן כחלק מגוש 4724, חלקות 19, 29, גוש 7190 חלקה 65.



איור 1: תוכנית האתר

ג. גבולות השטח תחומים כדלקמן:

במזרח: רחוב האתר

בצפון: המשך רחוב הזית

במערב: כביש עוקף רמלה (בסלילה)

בדרום: רחוב אל זהרא

ד. מטרת הסקר היא: להציג את הנתונים הסייסמולוגיים באזור ניר צבי (תחום באדום

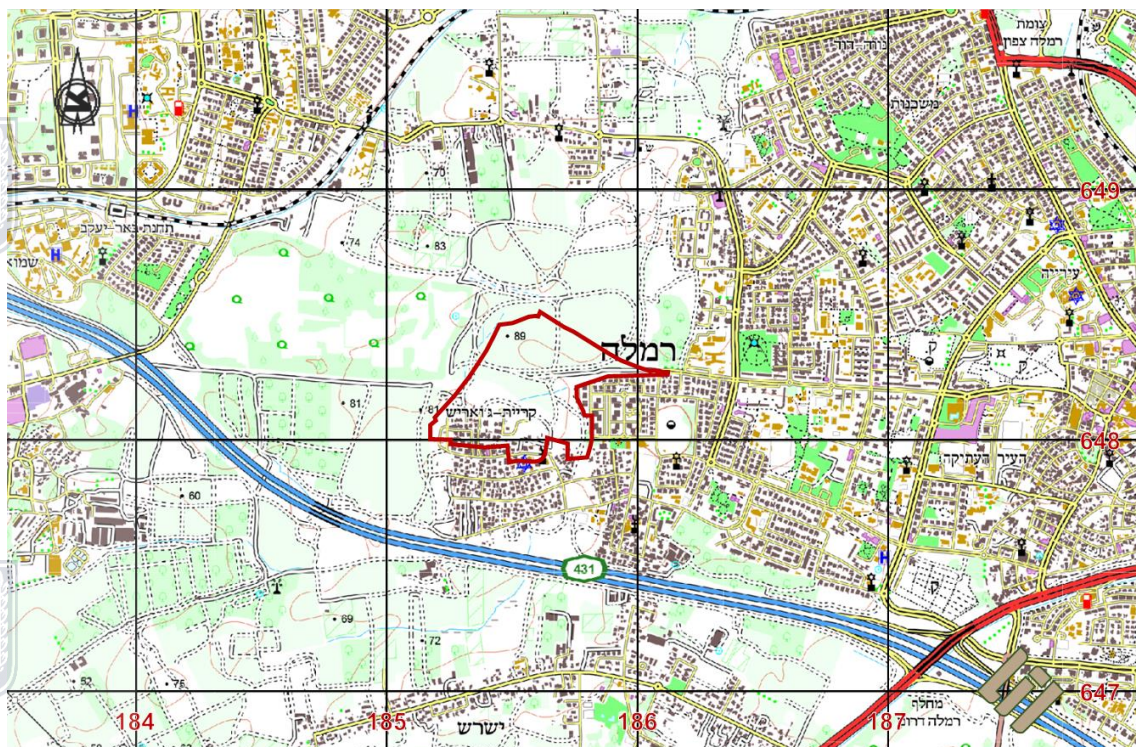
איור 1) הנתונים מציגים את השפעת התנאים הגיאולוגיים שבבסיס השטח - על





סימוכים והנחיות

- ההתנהגות הסייסמית באזור בו ממוקם האתר. כן תוצג הגיאומטריה הגיאולוגית הכללית של הסלעים הבונים את האתר ויוצגו הנתונים הסייסמיים באזור הנדון.
- ה. רשימה ביבליוגרפית של מחקרים שסייעו להכנת מסמך זה, מוצגת בנספח א.
- ו. על המסמך המוצג להלן להתמודד עם דרישות משרד הפנים. בתאריך 10/04/2014 הוצא מסמך מנהל התכנון במשרד הפנים "התחשבות בסיכוני רעידות אדמה בתכניות מתאר ובתכניות מפורטות" שמחייב את המתכננים מאז תאריך פרסומו. הסיכום, שלהלן, נערך על פי הנחיות מנהל התכנון במשרד הפנים.
- ז. המסמך שלהלן אינו מהווה תחליף לדו"ח גיאולוגי הנדסי. יש לבצע סקר גאולוגי הנדסי העוסק ביחסי השדה בשטח.



איור 2: קטע ממפת 1:50,000 עם סימון האתר (אדום)

2. סימוכים והנחיות

- א. הסקר, שלהלן, נערך על בסיס מתכונות, שנקבעה על ידי מנהל התכנון שבמשרד הפנים: תכ- 2013-42821 שיצא באפריל 2014.





סימוכים והנחיות

ב. ברקע ההצגה שלהלן, ניצבות דרישות התקנים הישראליים 413 (תקן מיבנים בתנאי רעידות אדמה) ו-940 (תקן ביסוס מיבנים), שנקבעו על ידי מכון התקנים.

ג. הסקר הסייסמולוגי מתבסס על העזרים הבאים - כמתחייב מהנחיות משרד הפנים:

(1) מפות ההעתקים החשודים כפעילים בהוצאת המכון הגיאולוגי (מהשנים 2000,

2009, ומאז 2016 ישירות באתר של המכון הגיאולוגי). המפה ראשונה מראה גם

העתקים בתת הקרקע שאין להן עדות על פני השטח.

(2) מפת תאוצות הקרקע (מפת האזורים של המקדם הסייסמי לתקן ישראלי 413 (איור 12).

(3) מפת אזורים החשודים בהגברת תשתית חריגה (איור 13).

(4) מפת האזורים בהם קיימת סכנה לגלישת מדרונות (איור 14).

(5) מפות אזורים בהם קיים פוטנציאל להתנזלות.

(6) מפת האזורים המועדים להצפה מצונאמי.

(7) דוחות של סקרי תגובות אתר.

ב. בניגוד לשינויים במפות ההעתקים, אין שינויים במפות המבהירות סעיפים 2-6 דלעיל (וראה להלן).

ג. כן הסתיענו בעזרים הבאים:

(1) רישום מוקדי רעידות אדמה (אפיצנטרים), כפי שנרשמו על ידי המכון הסייסמולוגי בחמישים השנים האחרונות.

(2) המפה הגיאולוגית בהוצאת המכון הגיאולוגי, בק.מ. 1:50,000: קרית גת (2008). שכבת התצורות הגיאולוגיות באתר המפות הממשלתי.

יש להדגיש כי באזור רמלה לא קיים דיווח על מוקדי רעידות אדמה (אפיצנטרים), שקרו עד לרדיוס בן 10 קמ' מהיקף השטח הנבדק (נספח ב).

לפני תכנון - חשוב להציג בפני יוזם הפרוייקט את ההערה המלווה את מסמכי המכון הגיאולוגי, כדלקמן:

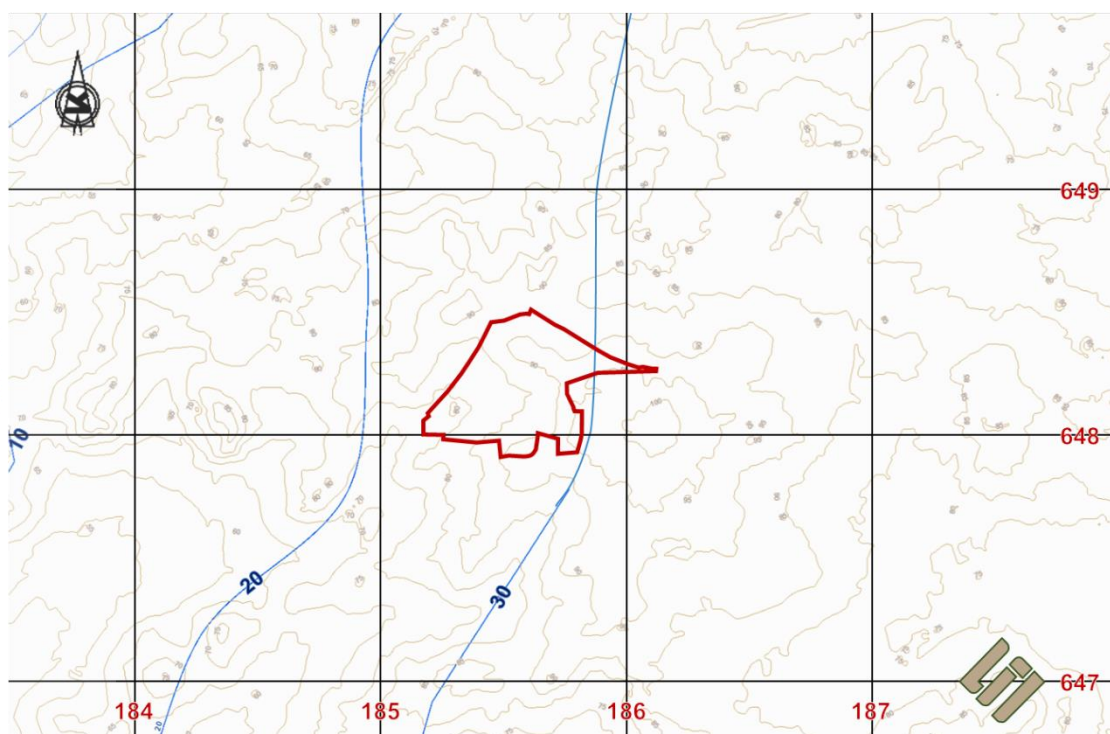




תאור מורפולוגי של האתר

"למען הסר ספק מודגש בזאת כי החוקרים מחברי הדו"ח והמכון הגיאולוגי אינם ולא יהיו אחראים לכל פגיעה ו/או נזק ו/או הוצאות ו/או הפסד מכל סוג ומין, שנגרם או עלול להיגרם לרכוש ו/או לגוף, כתוצאה ישירה או עקיפה, למקבל הדו"ח או לצד "ג" כל שהוא, עקב דו"ח זה או בהקשר אליו, לרבות בשל יישום האמור בו".

המסקנה מהאמור לעיל היא כי: עד לאישור הדו"ח שלהלן על ידי המכון הגיאולוגי ומתוכו נובעת קבלת האחריות לפרמטרים שייקבעו גם האמור בדו"ח זה אינו מכוסה על ידי האחריות שלנו.



איור 3: מפת גבהים של אזור הסקר עם מפלסי מי תהום

3. תאור מורפולוגי של האתר

באתר ממקומת כיום שכונה של בתים צמודי קרקע.

האתר ממוקם באזור מישורי בגובה של כ- 75-95 מ'.

כלל האזור מכוסה בבניה ובפיתוח של כבישים. קיימים מערומי עודפי עפר, פסולת בניין, ופסולת באזורים המקיפים את השכונה.





המצב ההידרוגיאולוגי

טבעית האתר ממוקם באזור גבעי שטוח יחסית עם נטיה קלה לדרום מערב.

4. המצב ההידרוגיאולוגי

א. קווי פרשת מים מקומיים, עוברים בשיאי השלוחות. האזור הטבעי חתור על ידי ערוצים רדודים (איור 3).



ב. האתר ממוקם בסמוך לקו פרשת מים בין אגן הניקוז של נחל הירקון ונחל לכיש. קו זה עובר בסמוך צפונית מזרחית לשכונה.

ג. הנטיה היא לכיוון ערוץ נחל לכיש דרומית מערבית לאתר. האתר ממוקם באזור פעיל חקלאית ולכן מרושת בתעלות ניקוז מקומיות חדשות וישנות. כיום המצב הטבעי מופר והזרימה מנוקזת על ידי המערכת העירונית.

ד. הזרימה העילית הטבעית מתבצעת לכיוון לתעלה במערב האתר ודרום לכביש 431.



ה. פני מי התהום נמצאים במפלסים שבין: +40 ל-+20 מ' מעל לפני הים, כלומר, בסביבות עומק של כ- 50 מטרים מתחת למיפלסי הטופוגרפיה הנוכחיים.

ו. על פי ההגדרה האתר ממוקם מעל אזור בעל רגישות גבוהה לזיהום מי התהום באקופר ראשי (החוף). התווך נחשב כנקבובי ומחלחל.

ז. יש להניח קיום מיפלסי מים שעונים (על גבי רצועות חרסית או אבן חול חרסיתית "חמרה"). המימצאים רלוונטיים לניתוח נקודתי לצורך הקמת מיבנה – אך, לצורך הגדרה סייסמולוגית: אין דרישה של משרד הפנים להגדיר מיקום מדויק של מי תהום או של מים שעונים.



ח. מפלס פני המים משתנה גם עונתית וגם על בסיס שנתי - בעיקר כאשר קיימת השפעה של שאיבות מתוכננות (לפעמים שאיבות יתר) ושל החדרה מתוכננת שתלויות במאזן המים הכללי של ישראל.

ט. בגלל השינויים העונתיים והשינויים הקשורים בתיפקוד רשויות המים - אסור להתייחס לכל מיפלס כאל מפלס מוחלט.





הערות גיאולוגיות כלליות

י. מלבד נושא הליקוויפקציה - הקשור לניתוח הסייסמולוגי, למיפלס המים חשיבות בתכנון מרתפים וחפירות אחרות. על המהנדס המתכנן לבדוק את נושא המיפלס של מי התהום כפי שמופיע באתרי השירות ההידרולוגי ונציבות המים.



איור 4: תצלום אוויר עם סימון האתר (אדום)

5. הערות גיאולוגיות כלליות

א. כבכל נושא גיאולוגי - תיתכנה אינטרפרטציות שונות לארועים או למיקום תופעות. אולם, בתחומי המרחב הטופוגרפי-גיאולוגי שנסקר, באם קיימים חילוקי דעות - בין אם בקשר לסדר המסלע או לארועים שהביאו להווצרותו - אין הם מהווים עילה להגדרות שונות של הדרישות לטיפול בנושאים הסייסמולוגיים.

ב. האינפורמציה הגיאולוגית נשענת בעיקר על קדוחים, שבוצעו עוד בשנות השישים והשבעים של המאה העשרים. מטרת הקדוחים היתה הידרולוגית-הידרוגיאולוגית.

ג. יש לזכור כי התיאור הגיאולוגי אינו תאור הנדסי. תיאור גיאולוגי אינו מתבסס על הליך הנדסי ואינו מתימר להציג עקרונות לתכנון עצמו. תפקיד הבירור הגיאולוגי הוא: הצגת הגיאומטריה של מרכיבי הסלע, מיקומם ותכונותיהם ההנדסיות של כל





המיבנה הגיאולוגי

המרכיבים. הכרות עם תכונות אלו - מאפשרת תכנון הנדסי שעונה על כלל הבעיות שמציג המיסלע באתר.

ד. העיסוק בנושא הסייסמולוגי דן בקריטריונים אזוריים. מרבית האפיצנטרים שתועדו באזור התרחשו בעומקים בין כ- 10-20 קמ'. בהשוואה, התיאור הגיאולוגי של המיסלע (שנתון בידנו) מוגבל לעומק כ-7 קמ', שהוא העומק המירבי של קדוחי הנסיון שבוצעו בישראל ושל הסקרים הגיאופיסיים שבוצעו (שתי הקבוצות - לצרכי הפקת נפט).



ה. יצירת קשר בין בסיס עומק המידע לעומק ארוע האפיצנטר מתבססת על נתונים עקיפים - ובעיקר אינטרפרטציה של מעבר גלי זעזוע שמוצאם ברישומי סייסמוגרפים.

ו. האינפורמציה הגיאוטכנית הנדרשת לקראת הקמת מיבנה נשענת על מידע עליו אחראי הסקר שמבצע המהנדס. הנתונים הסייסמולוגים מתקבלים ממיצג רישומי ואינם ניתנים לשיקול דעתו של המהנדס.



6. המיבנה הגיאולוגי

6.1. מבנה כללי

האתר ממוקם בתחום השולים המערביים של מיבנה הקער (הסינקלינה) של השפלה. המיבנה העקרוני - הסכמאטי - של הקער מוצג בחתך המלווה את המפה באיור 13. המיסלע הבונה את חלקיו הגבוהים של רצף הסלע - אינו מהווה חלק מהמיבנה הסינקלינאלי (וראה הסבר להלן).



6.2. העתקים

אין העתקים משמעותיים באזור רמלה.





מיסלע/ קרקע

6.3. נטיות המיסלע

נטיית המסלע הכללית – באזור רמלה לוד היא אופקית עם נטיה קטנה למערב.

7. מיסלע/ קרקע

7.1. המיסלע

7.1.1. התפתחות המיסלע בשפלה

ההסבר שלהלן, חשוב להבנת המצב הגיאולוגי באתר. מטרת הדו"ח אינה לבוא במקום המהנדסים המתכננים מיבנים בחלקות שונות בתחומיו. המטרה היא להציג במרוכז את הנתונים הגיאולוגיים שיאפשרו את קביעת הפרמטרים הסייסמולוגיים - כדי שינתן להם ביטוי בתכנון.

מקובל על החוקרים כי: חילופי המיסלע באזור השפלה הם תוצאה של פעילות טקטונית מחד גיסא (התרוממות רכסי ההרים ביהודה ושומרון שמשפיעה על השפלה) ושל משטר אקלימי בו מתחלפות תקופות קרח בתקופות הפשרה.

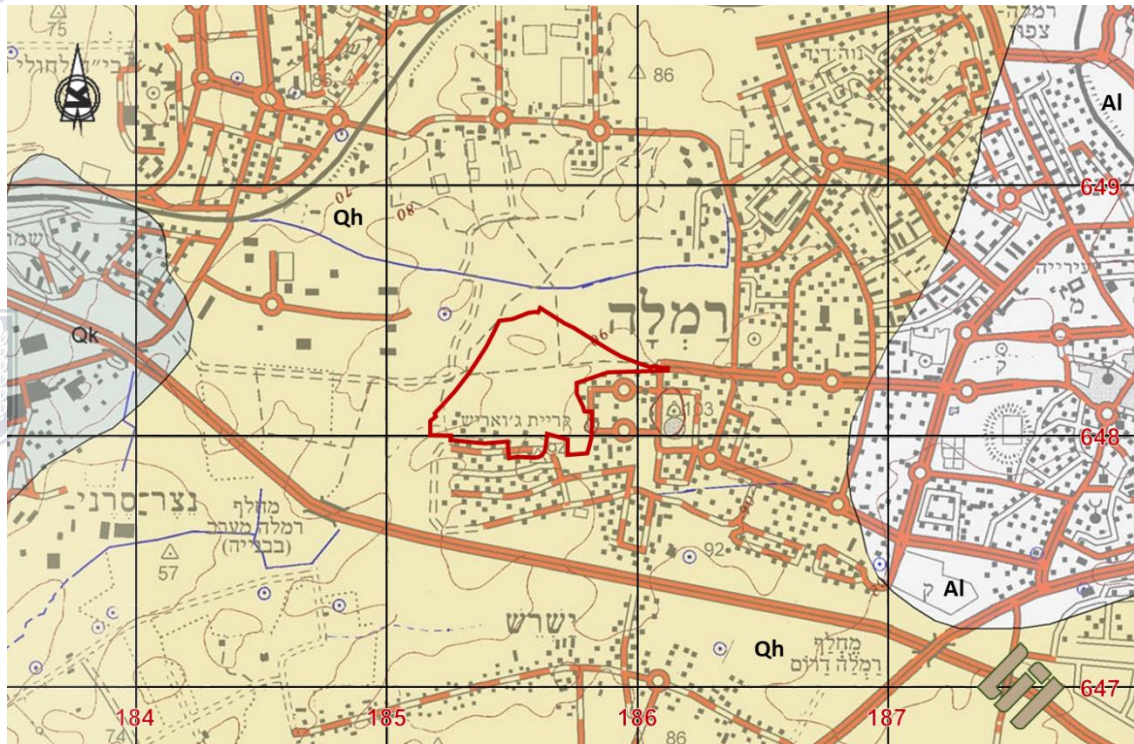
מחזורי אקלים משתנה (התחממות-התקררות), השפיעו על אזור החוף של ישראל באמצעות התרוממות והנמכה יחסית של גופי המים (בים התיכון). כליאה של מים בקרחונים מורידה את מפלס הימים ואילו הפשרת הקרחונים מעלה מיפלסים אלה.

מקובל שבאגן הים התיכון לא הצטברו שלגים - אך מוכרים שינויים בין תקופות גשומות (הצפה) לתקופות יבשות (התייבשות).





מיסלע/ קרקע



איור 5: קטע ממפה גיאולוגית גליון ראשון לציון

סטרטיגרפיה STRATIGRAPHY

SYSTEM תקופה	SERIES - STAGE סדרה - דרגה	SYMBOL סימן	THICK. m עובי מ'	LITHOLOGY משלע	LITHOSTRATIGRAPHY ליתוסטרטיגרפיה	
					MAPPING UNITS יחידות מיפוי	GROUP חבורה
QUATERNARY קוורטור	HOLOCENE הולוקן	Al	2+		Alluvium אלוביום	KURKAR כורכר
		Qs	15+		Sand dunes דונות חול	
	PLIO-PLEISTOCENE פליו-פליסטוקן	Qk	45+		Calcareous sandstone אבן חול גירית	
		Qh	15+		Red sand & loam חול אדום וטיט	



השינוי בתנאים הפיסיקליים והכימיים, שנגרם בגלל מחזורי האקלים והשינויים בפני השטח החשוף יוצרים סביבות השקעה שונות של סלעים ובעקבות: בניית המכלול המאפיין את תת הקרקע לאורך מישור החוף של ישראל (ובכללו את אזור האתר).



מיסלע/ קרקע

עקרונית, מקובל כי: ה"חול" שהתאבן בחלקו והפך ל"כורכר" נוצר בתקופה בה קיים ים במיפליס ההיווצרות. לא ברור לחוקרים באם אופקי החול הנוצרים - מצטברים בזמן ההצפה או בזמן הנסיגה.

במקביל, מוסכם, כי אופקי החרסית נוצרו בזמן הנסיגה של פני הים והחישוק להווצרות קרקעות ממוצא יבשתי.



הדעה מאוחדת גם לגבי מקור החול הקוורצי, הבונה את גופי הכורכר והחול שהוא: בשפך הנילוס לים התיכון.

לעומת זאת, קיימים חילוקי דעות בנושא התיארוך של הארועים ובנושא המקור של תמיסות הגיר המלכדות את גרגרי החול והופכות אותם לאבן חול גירית (Calcareous Sandstone) ששמה המקומי "כורכר".



כפי שניתן לראות מהרשימה הביבליוגרפית (נספח "א"), מאז שנות ה-70 וה-80 של המאה העשרים לא התקדם המחקר התת קרקעי באזור החוף של ישראל. מאז ועד עתה, התרכז המחקר בהשפעות הארזיביות על המצוק החופי ובהשפעות הקמת המבנים (נמלים, מרינות) על החוף הישראלי.



בכל מקרה חובה לזכור כי התיאור הגיאולוגי שנמצא בדוחות אינו תיאור הנדסי. תיאור גיאולוגי אינו מתבסס על הליך הנדסי ואינו מתימר להציג פרמטרים לתכנון. תפקיד ההצגה הגיאולוגית הוא להציג את הגיאומטריה של מרכיבי הסלע ומיקומם כדי, שבעזרתה יוצר סדר בהכללות ההנדסיות.

גיל המיסלע הבונה את אזור ראשון לציון- לוד: פלייסטוקן - הווה (עד כשני מיליון שנים). מלבד הקרקעות המכסים אותו - זה המיסלע המוכר כצעיר בישראל. מהבחינה הגיאולוגית, לפנינו מיסלע שלא עבר כל קטסטרופה גיאולוגית - ולא היה נתון לרמת ההצטופפות (Consolidation), הגיבוש (Solidification) או ההתאבנות (Lithification) הפועלת על סלעים עתיקים יותר ומחזקת אותם.



מאחר והסלע המחזק (המוכר כ"כורכר") לא הגיע לרמת הלכידות של הסלעים העתיקים - גם העמידות (Durability) שלו לבליה הפועלת על



מיסלע/ קרקע

הסלעים צעירים נמוכה. כמודל להשוואה ניתן להציג את "מצוק ראש הניקרה" על המערות שבו ועל יציבותו, היחסית, אל מול "מצוק החוף" (כמו באזור נתניה, או באזור בת ים), שיציבותו מתערערת חדשות לבקרים. חתך הסלע לעומק, כפי שמאובחן בדוחות הגיאולוגיים הוא כדלקמן:

תצורה/ חבורה	גיל גיאולוגי	עובי	מיקום טופוגרפי
קרקע וחול נודד	הווה	0-10 מ'	+15 - +30
חבורת כורכר	פלייסטוקן הווה	160-180 מ'	+30 - (-)180
חבורת סקיה	ניאוגן (איאוקן עליון - פלייסטוקן)	750-1250 מ'	(-)180 - (-)1400
חבורת יהודה	קנומן טורון	מתחת ל"סקיה"	מתחת ל- (-)180 - (-)1400



הדיון הסייסמולוגי (וראה להלן פרק 8) אינו דן במיסלע עמוק מחבורת יהודה. מפלס פני הים הנוכחי קיים (עם תנודות קלות וללא תנועות טקטוניות משמעותיות) סביב 2,000 השנים האחרונות.

7.1.2. מיקום המיסלע על פני השטח

חבורת הכורכר (מדובר בשם של תקופה גיאולוגית ולא בשם מקובל לסלע) זו יחידת המיסלע הבונה את המיסלע/ קרקע שעליה מכסה תצורת רחובות ובכללה אזור ניר צבי. חבורת הכורכר ממוקמת על חבורת סלעים מ"תצורת סקיה" שממוקמת בעומק בין כ-180-30 מ' מתחת לפני השטח בתלות במיקום. ככל שמתקדמים למזרח, עומק הגבול סקיה - כורכר מתרומם ומתקרב אל פני השטח וככל שמתקרבים לחוף - עומק הגבול יורד ומעמיק (ראה. Error! Reference source not found. ואיורים 7-9).

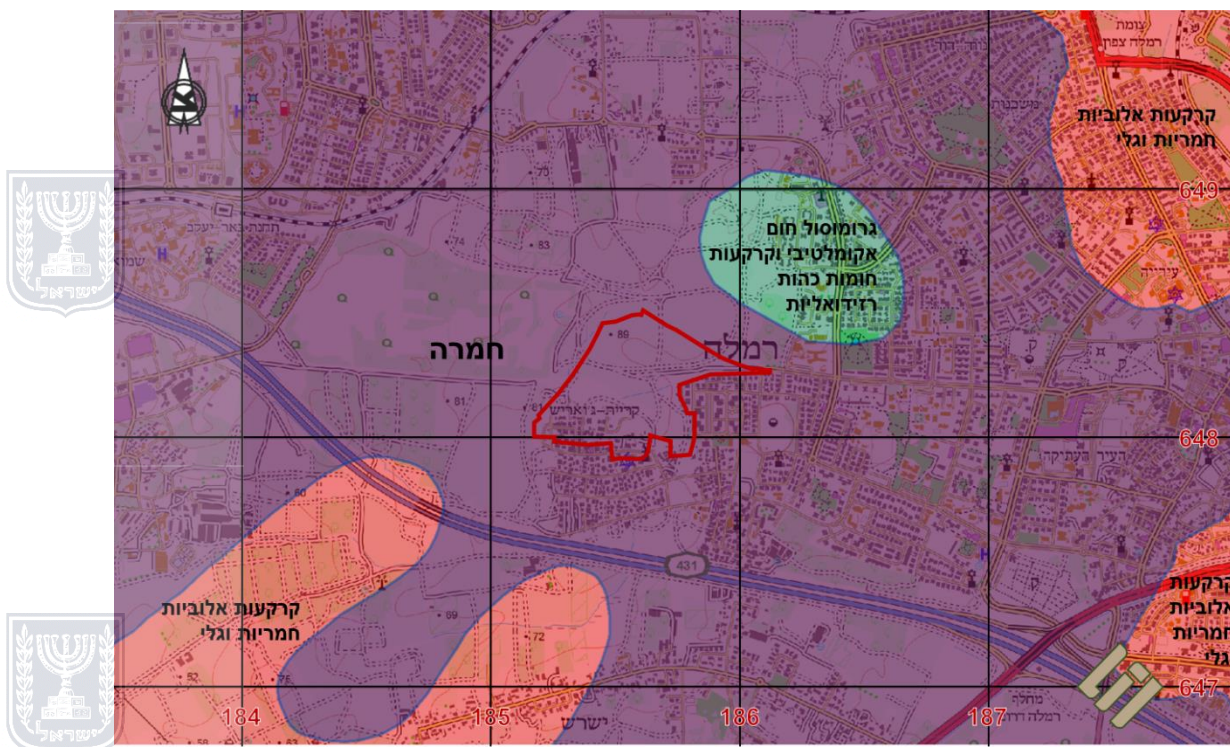
מיון הקרקעות (על פי מפת חבורת הקרקעות של י. דן וצ. רז (הוצאת המחלקה לפרסומים מדעיים של מכון וולקני והאגף לשימור קרקע וניקוז





מיסלע/ קרקע

במשרד החקלאות, 1970), מציג פן אחר של הגדרת החומר הקרקעי באזור האתר (ראה איור 10).



איור 6: קטע ממפת חבורות הקרקעות של ישראל (משרד החקלאות)

- E-1: קרקעות אלוביות וגלי (סחף)
E-3: חמרה
H-1: גרומוסול חום אלובי
H-3: גרומוסול חום אקומולטיבי (על גבעות) מכיל קרבונט וקרקעות חומות כהות רזידואליות.

7.2. סיכום המצב הגיאולוגי

המיסלע באזור רמלה הוא מגוון. כאמור, בגלל תנאי היווצרות שונים, מתקיימים שינויים אופקיים ואנכיים גם במרכיבי הסלע (חילופי כורכר-חול חרסית-כורכר וכדומה), גם בצפיפות של המרכיבים עצמם (בתלות ברמת הליכוד של גרגרי החול ובקונסולידציה של החרסית) וגם בחומר המלכד (קלציט חרסית). תכיפות השינויים - אקראית ומכאן גם האקראיות של מימדי התופעה ושל הופעתה הגיאומטרית





סייסמולוגיה

בתת הקרקע. כלומר: צפויים מצבים בהם שינויים מקומיים - לא צפויים עלולים להימצא בתחומי מיבנה או קבוצת מיבנים מסוימת.

אין להסתמך על תאור הסדר הגיאולוגי העקרוני של הסלעים/קרקעות הקיים בתחומי האתר בתאור מצב נקודתי - מאחר ובכל יחידת מיסלע/ קרקע - קיימים שינויים אנכיים ואופקיים.



8. סייסמולוגיה

על פי מסמך מינהל ההנדסה במשרד הפנים משנת 2014: "התחשבות בסיכוני רעידות אדמה בתכניות מתאר ובתכניות מפורטות", רשימת גורמי הסיכון שיש להציגם הם:

- קריעת פני השטח על גבי העתקים גיאולוגיים פעילים.
- יצירת תאוצות והפעלת כוחות אופקיים על מיבנים ותשתיות.
- העצמה של תנודות הקרקע עקב תנאים גיאולוגיים וטופוגרפיים.
- פגיעה ביציבות מדרונות וגלישת קרקע.
- התנזלות קרקע.
- הופעת נחשולים (צונאמי).



8.1. קריעת פני השטח על גבי העתקים גיאולוגיים פעילים

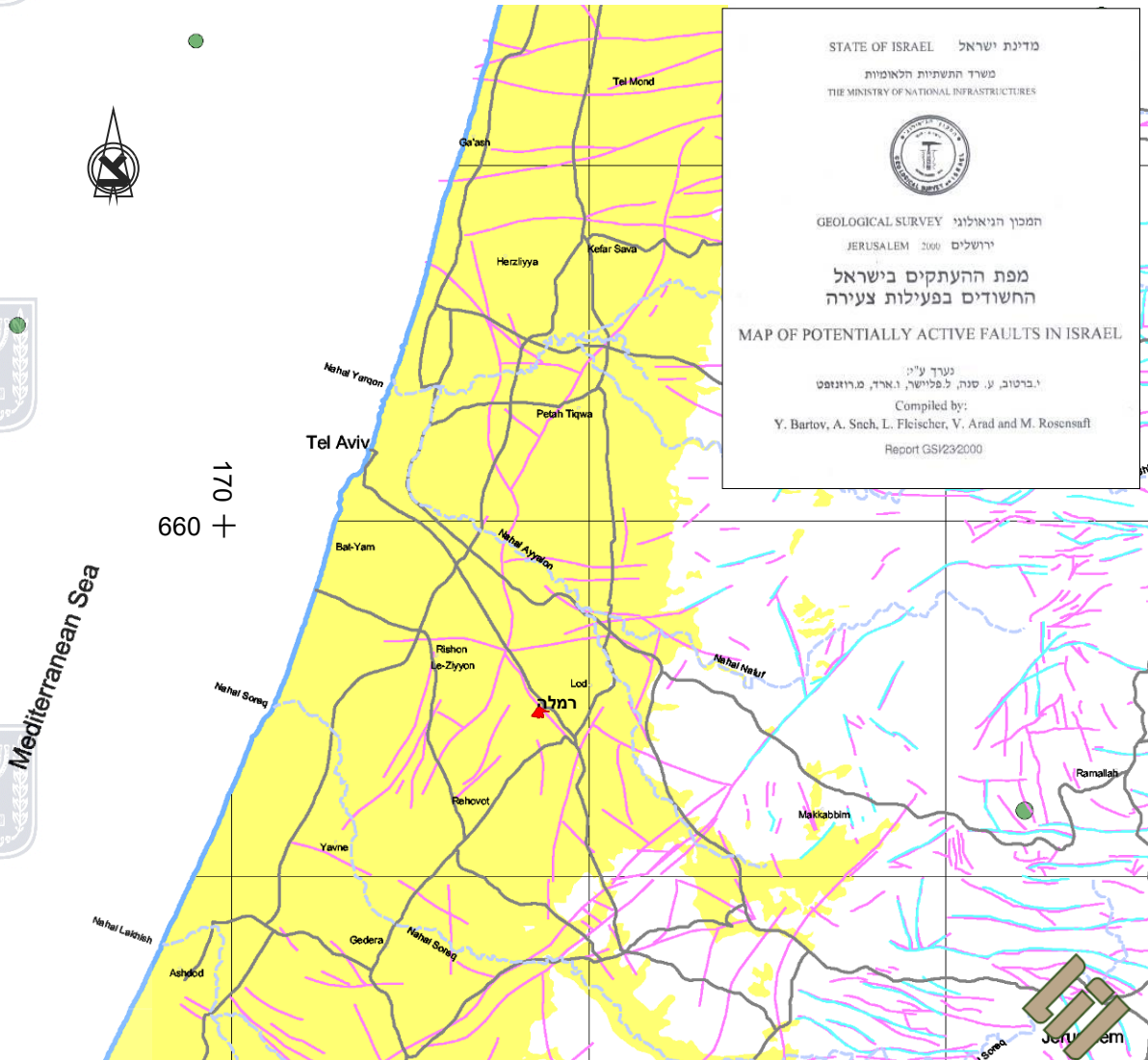
מצורפות שתי מפות המציגות את ההעתקים החשודים בפעילות סייסמית (בהוצאת המכון הגיאולוגי, מהשנים: 2000 ו-2019). אנחנו מציגים את שתי המפות מאחר וקיימים שינויים במצגת. כאשר המפה השנייה (משנת 2013 ואילך - איור 8) מציגה את הממצאים גם על מפה עם קנ"מ 1:50,000.

על פי חוק - המפה החדשה היא המחייבת. אולם, בהיות השוני בין המפות - שוני מהותי - ללא הסבר מה הביא לשינוי מהותי זה - מוצע להמשיך ולהתייחס לשתי המפות (הראשונה והשנייה) - כאשר בכל מקרה, ההסתמכות תהיה על ההגדרה החמורה מבין השתיים ניתן לראות כי בשתי המפות אין סימון העתק פעיל/חשוד כפעיל באזור רמלה.





סייסמולוגיה



התופעות המוצגות במפות הסיכונים הינן מורכבת והן נובעות מתוך הכרת הגיאולוגיה המקומית והבנת התהליכים הפיזיקליים המרחשים בעת רעידות אדמה. הקריטריונים שהופעלו בעת הכנת המפות נגזרים מתוך הכרת תהליכים אלו והערכתם כמקובל על ידי בהתאם לכך יתכן שאזורים מועדים טרם זוהו כראוי. (USGS) גורמים מקבילים בחו"ל, בעיקר במכון הגיאולוגי האמריקאי באמצעים העומדים לרשותו כיום וכן יש להניח כי בעתיד, עם הרחבת הבסיס ההנדסי/מדעי העומד מאחורי המפות הן יעודכנו. בנוסף, רמת הדיוק של המידע המתואר במפות הינה בהתאם לקנה המידה של המפות.

ככלל, המפות שבאתר יעודכנו בתחילת כל שנה בהתאם לידע שהצטבר עד למועד זה. בהתאם לכך מוצע לחזור ולהתעדכן.

לסיכום, המפות נועדו לתת אינדיקציות ומידע ככל שזה מצוי בידי המכון - על הנעדר במפות לבצע בדיקה פרטנית ומדויקת של ההעתקים הרלבנטיים.

איור 7: מפת העתקים בישראל החשודים בפעילות צעירה (המכון הגיאולוגי 2002)
רמת דיוק נמוכה. הגדלה ממפה 1:200,000. אין שברים פעילים, שבר בתת הקרקע.



סייסמולוגיה

מדינת ישראל STATE OF ISRAEL

משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים

MISINSTRY OF NATIONAL INFRASTRUCTURES
ENERGY AND WATER RESOURCES



GEOLOGICAL SURVEY

המכון הגיאולוגי

JERUSALEM

ירושלים 2016



מפת מפתח למפת 'ההעתיקים הפעילים והחשודים כפעילים' בישראל
עבור ת"י 413, תכן עמידות מבנים ברעידת אדמה
עדכון לשנת 2016



א. שגיא, ע. סנה, מ. רוזנזפט, י. ברטוב

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

מפת 'ההעתיקים הפעילים והחשודים כפעילים' עבור תקן ת"י 413
מציגה מידע גיאוגרפי רלוונטי ומדויק ככל שניתן על מיקום העתקים
שנמצאו עדויות לכך שקרעו את פני השטח בתקופה גיאולוגית צעירה.
המפה מסתמכת על מיפוי הגיאולוגי הסטנדרטי של ישראל בקנה-מידה
1:50,000 בהוצאת המכון הגיאולוגי. רמת הדיוק של המפה מותנית
ברמת הדיוק של המפות הגיאולוגיות, וזו יכולה להגיע לכדי כמה עשרות
מטרים. על כן, לצרכים תכנוניים והנדסיים על הנעזר במפה לאתר
בשטח את מיקומו של ההעתק.

העדכון הנוכחי מחליף את המפה שפורסמה בשנת 2013 וההגדרות
והקריטריונים שנלקחו בחשבון לצורך העדכון פורסמו בדו"חות המכון
הגיאולוגי (GSI/12/2012, GSI/02/2013). ההעתיקים ואזורי ההעתקה
הפעילה במפה מוגדרים עבור ת"י 413 בלבד ואין לראות מפה זו כמפת
סיכונים סייסיים ולא כמפת תחזית למיקום עתיד של רעידות אדמה.

הגדרות

'העתיקים פעילים' לצורך תקן ת"י 413

העתק ייחשב 'העתק פעיל' אם קרע את פני השטח לפחות פעם אחת ב-
13,000 שנים האחרונות.

'העתיקים חשודים כפעילים' לצורך תקן ת"י 413

ה'העתק חשוד כפעיל' הינו העתק השייך לאחת משלוש הקבוצות הבאות:
א. ענפים מסדר ראשון ושני של העתק המוגדר כ- 'העתק פעיל' בלבד,
שבנים לבין ההעתק הפעיל ישנו קשר פיזי רצוף בפני השטח. ענף מסדר
ראשון מוגדר כאן כהעתק המתפצל ישירות מ- 'העתק פעיל' וענף מסדר
שני מוגדר כמתפצל ישירות מענף מסדר ראשון.

ב. העתקים שיש עדויות גיאולוגיות או גיאופיזיות המצביעות על כך שהם
ענפים היוצאים מבקע ים המלח מאזורים מכוסים מים או מאזורים עם
כיסוי הולקני.

ג. העתקים שנמצאה לגביהם עדות ברורה לקריעת פני שטח בתקופת
הזמן שבין 13,000 שנים ל- 35,000 השנים האחרונות.

'אזורי העתקה פעילה'

אזור של כ- 200 מטר מכל צד וקצה של עקבת העתק 'העתק פעיל' ו-
'העתק חשוד כפעיל'.

העתקים פעילים והעתקים חשודים כפעילים מופיעים רק במשבצות הירוקות
איור 8: מפת העתקים בישראל החשודים בפעילות צעירה
(המכון הגיאולוגי 2019)

ניתן לראות כי אין העתקים באזור הסקר וכי אין

אפיצנטרים של רעידות אדמה באזור.

- העתק פעיל
- העתק חשוד כפעיל
- אזור העתקה פעילה



סייסמולוגיה



איור 9: מיקום אזורים סייסמוגניים





סייסמולוגיה

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".

המיבנה של האזור, מביא למסקנה כי: באזור הגובל באתר אין העתקים פעילים גם מתחת לסלעים החלשים ולקרע החרסיתי-חולית הממלאים את בקעת לוד.



כפי שניתן לראות – מאיור 10 הרי שלא ארעו באזור רמלה ארועים סייסמיים בשלושים השנים האחרונות. אם קרו ארועים מתועדים הם קרו לאורך בקע הירדן וקו סעד נפחא במרחק כ-50 קמ' מהאתר.

האתר ממוקם באזור הסיסמוגני השפלה (איור 9). האזור נחשב כשקט מבחינה סייסמית (איור 10). לא נמצאו מוקדים של רעידות אדמה באזור הקרוב. האתר והאזור מכוסים בקרקע ובמסלע מגיל צעיר המאופיין בהסעה אלוביאלית (מים) איאולית (רוח). קרקע מצד אחד סופגת את האנרגיה ומתעוותת ומצד שני הינה צעירה מבחינה גיאולוגית. בגלל תנאים אלה לא מוצאים עדויות להעתקים על פני השטח במרחב הקרוב.



8.2. 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 5%, 10% ו-2% בחמישים שנה (על פי תקן 413)



ב. מקדם ההגברה הסיסמית (PGA) של אזור ניר צבי ע"פ תקן 413 הוא $g=0.06$.

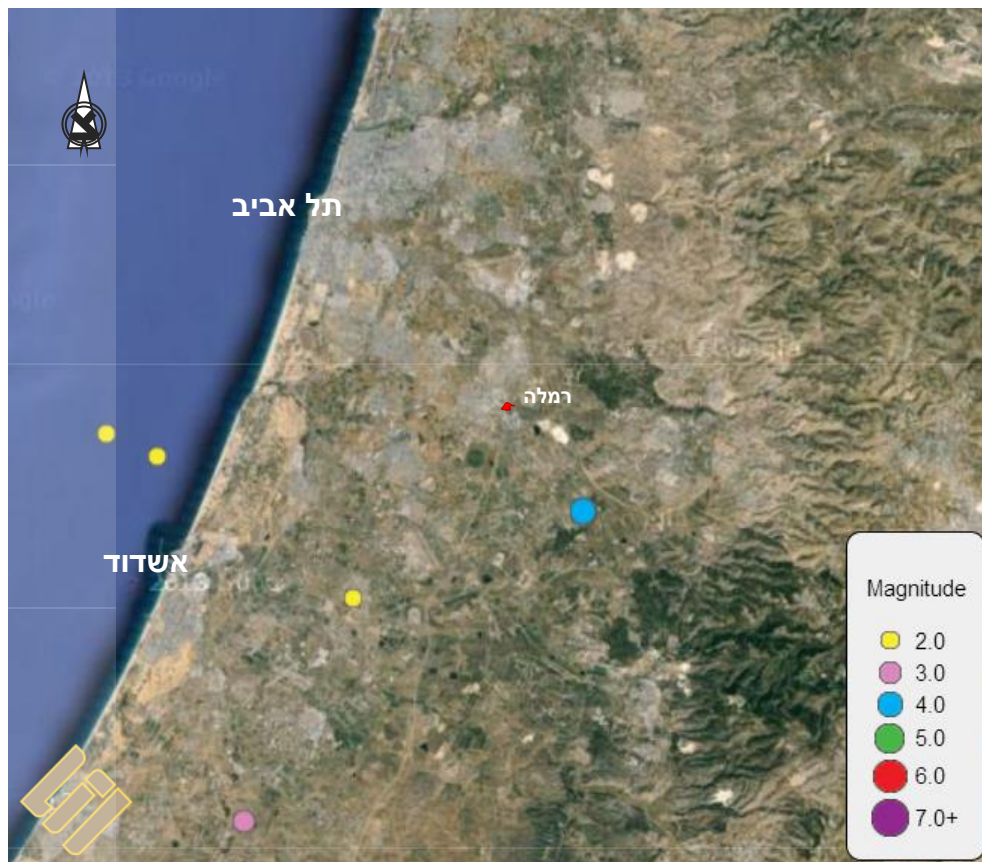
הגברה זו התגלתה כנמוכה מזו שחושבה בפועל על ידי המכון הגיאופיסי בעבודתו על תגובות אתר באזור לוד (נספח ב)

ג. המכון הסייסמולוגי מייחד את אזור בקעת לוד ורמלה בתוכו כאזור סייסמוגני המאופיין על ידי ממצאים שונים משל כלל אזור השפלה.





סייסמולוגיה



איור 10: מפה ורשימה של רעידות אדמה באזור האתר.

בשנים: 1965-2020

באיזור התחום בין קו רוחב 31.5-32.0 (N) וקו אורך 34.5-35.0 (E)

בעומק של 0 עד 700 ובמגניטודה של 0.0 עד 8.0

סוג	אזור ססמוגני	עומק (Km)	קו אורך	קו רוחב	Mb	Md	משך Millisecond	זמן (UTC)	תאריך
EQ	Mediterranean	12	34.5968	31.9088	0	2.3	742	17:49:04	30/09/1989
EQ	Mediterranean	5	34.6342	31.8946	0	2.3	20	08:57:03	28/12/1989
EQ	Hasharon	9	34.7765	31.8079	0	2.3	299	20:35:28	29/08/1991
EQ	Central-Israel	15	34.6971	31.6695	0	3.3	267	22:13:11	12/05/1998
F	Judea-Samaria	13	34.9445	31.861	4.3	4.2	34	22:19:54	23/11/2007

הגברה של הגלים הסייסמיים, עקב המצאותם של משקעים סדימנטריים צעירים המכסים על מסלע קשה, היא אחד הפרמטרים החשובים ביותר המשפיעים על סיכונים סייסיים. תגובת אתר הקשורה בהגברה של תנועות הקרקע בתדר התהודה של בניין עלולה להיות בעלת השלכות חמורות.

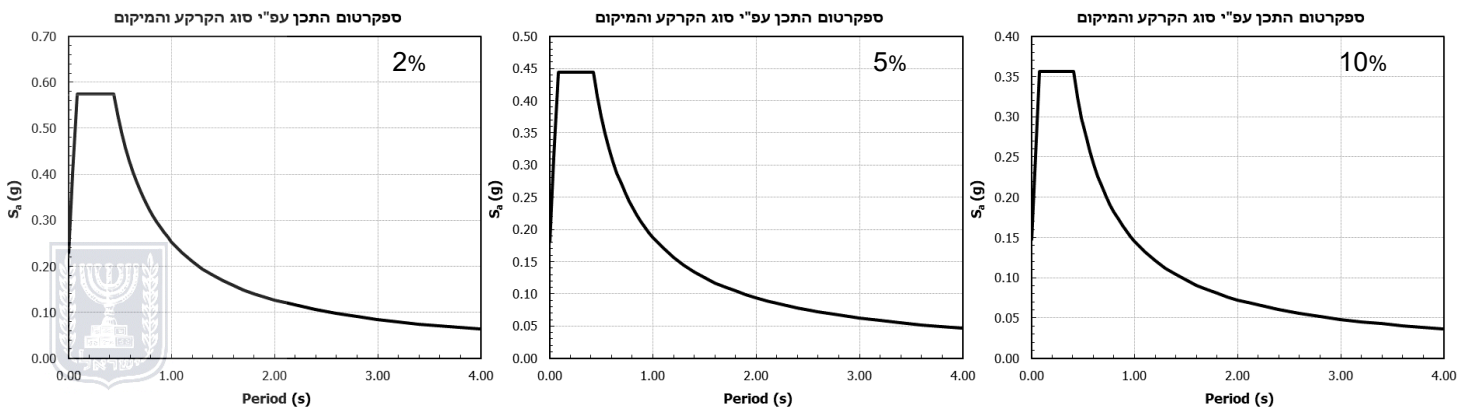




סייסמולוגיה

2%	5%	10%	הסתברות ב- 50 שנה:	
0.09	0.07	0.06	= Z	קוארדינטת X:
0.23	0.18	0.14	= S_s	185625
0.07	0.05	0.04	= S_1	קוארדינטת Y:
2.50	2.50	2.50	= F_a	648250
3.50	3.50	3.50	= F_v	
0.57	0.44	0.36	= S_{DS}	
0.25	0.19	0.15	= S_{D1}	סוג קרקע: E
0.09	0.08	0.08	= T_0 (s)	
0.44	0.42	0.41	= T_s (s)	

טבלה 1: ספקטרום עפ"י מיקום האתר וסוג הקרקע (ת"י 413)



איור 11: ספקטרום עפ"י מיקום האתר וסוג הקרקע - גליון תיקון 5 של ת"י 413

8.3. העצמה של תנודות הקרקע עקב תנאים גיאולוגיים וטופוגרפיים

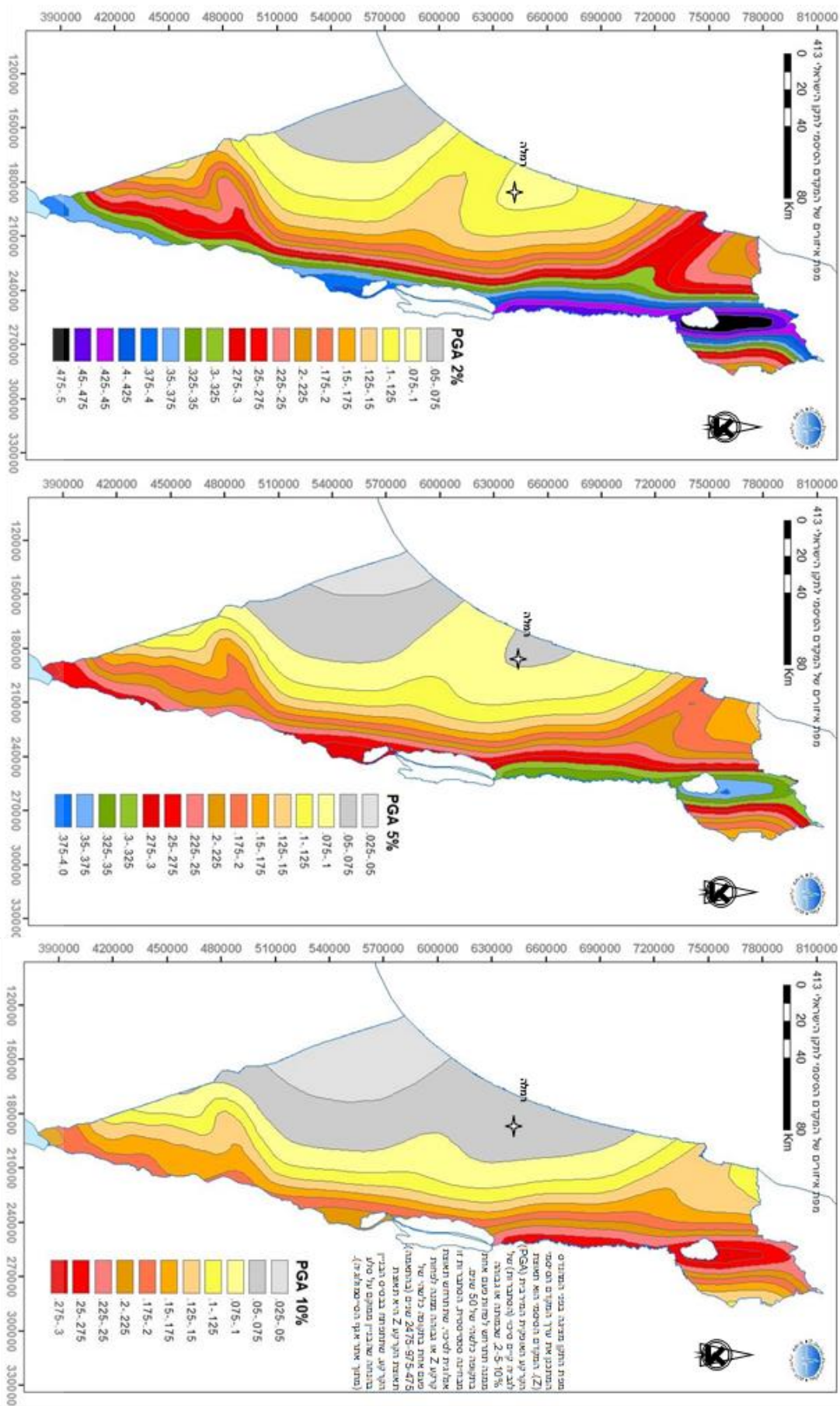
זו הנקודה הרגישה באזור הסקר.



הגברה נוצרת במערכת סלע רצוף, או לחילופין, במערכת בה מונח סלע חלש (שהוא בדרך כלל גם בעל צפיפות נמוכה ומהירות 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 הדלומיטית-גירית.



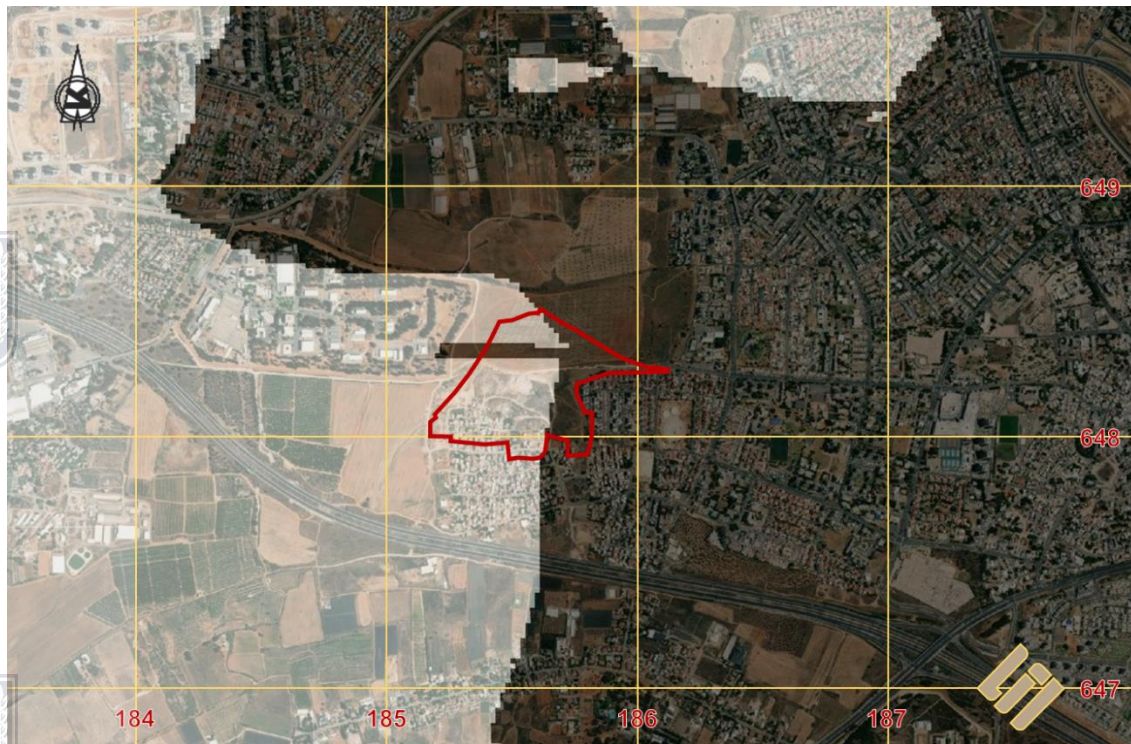
סייסמולוגיה



איור 12: מפת תאוצות ההגברה האופקית המרבית (עפי תקן 413)



סיסמולוגיה



איור 13: מפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות

אתרי קרקע באגנים גיאולוגיים צרים ועמוקים

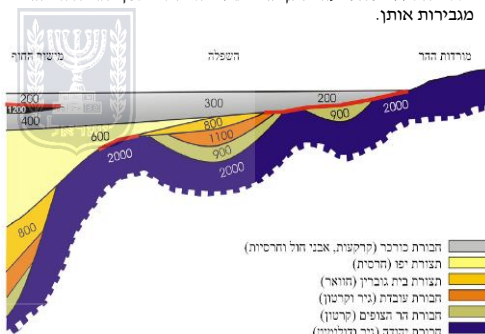
בנוסף לתופעת ההגברה הנובעת מהפרשי מהירויות הגלים הסיסמיים, באגנים גיאולוגיים צרים ועמוקים עלולים להיווצר אפקטים מיוחדים הקשורים לכליאה של האנרגיה בין קירות האגן ופני השטח, למיקוד גלים לאזורים מסוימים, לריכוז אנרגיה בקרבת קירות האגן, לכיוונויות הגלים הסיסמיים ועוד. יצוין, שאננים אלו נמצאים בדרך כלל באזורים סיסמוגניים שבהם הסיכון הסיסמי גדול ממילא. מניסיון שהצטבר מרעידות אדמה חזקות כמו זאת שהתרחשה באזור לוס אנג'לס (קליפורניה) ב-1994 ובקובה (יפן) ב-1995 הנתרר שהשפעות אגן גם מאריכות את משך התנודות וגם מגבירות אותן.

תקציר

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, לכיוונויות 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 החלטתה היא לכלול אתרים החשודים בהגברות חריגות בסוג אתר F, המיועד לחריגות מסוגים שונים והמחייב ביצוע סקר אתר מפורט. בתי"י 413 בסעיף 2.2.1, 2022, 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 הוסיף בכדי לתת מענה לאזורים החשודים בהגברות שתית חריגות. אמר שם, שעבור מבנים מקבוצת חשיבות 'א' ועבור תכנון אורבני, אתר יסווג כ-F, אם הוא נכלל באזורים שבהם לפי המפה הני"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 המוגבלת בנייה על קרקע שעלולה להיגרם בזמן רעידת אדמה. יצוין, שמפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות, שמצטרפת עתה לתי"י 413, מצביעה על אזורים בעיתיים אך איננה מהווה תחליף לסקר מפורט שרק בו ניתן לכמת את מידת ההגברה ולאפיינה בתדר ובעוצמה מתאימים.



חתך סכמטי המדגים ציפויים אפשריים של יחידות גיאולוגיות בשפלה ובמישור החוף של ישראל, היוצרים החזרה חזקה של גלי רעידות אדמה ועלולים לגרום להגברה חריגה של תנודות הקרקע בזמן רעידת אדמה. המספרים מציינים בקירוב את מהירות גלי גוריה ביחידות של מטר לשנייה. קו אדום עבה מצוין מחזיר סיסמי עם חס אימפדנס מוערך של 4 ויותר שעומקו בתחום העלול לגרום להגברה חריגה. איור זה נועד לתמחשה בלבד ואין להשתמש בו לחישובי הגברה ללא סקר מפורט באתר התחלק.



מפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות

זהר גבירצמן
 המכון הגיאולוגי
 המשרד לתשתיות לאומיות

יולי זלסבסקי
 המכון הגיאופיזי לישראל

תמוז תשס"ט
 2009
 דו"ח GSI/15/2009

מקורות
 סקרי תגובת אתר
 זלסבסקי וחבוריו, אתר המכון הגיאופיזי לישראל
 www.gii.co.il

התאמה בין המבנה הגיאולוגי למדידות רעשי קרקע
 גבירצמן וחבוריו, אתר המכון הגיאולוגי
 www.gsi.gov.il

מפה גיאולוגית של ישראל, ק"מ 1:200,000
 סנה, ע., ברטוב, ל., רחנפט, ר., 1998
 המכון הגיאולוגי

מפה סטרוקטורלית של גג חבורת יהודה
 ק"מ 1:200,000
 פליישר, ל., וגפס, ר., 2003
 המכון הגיאופיזי 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



סייסמולוגיה

על פי המפה, באזור רמלה, האתר מכוסה בקרקע או מסלע חלש מאד והשכבה הבריאה ממוקמת בעומק. לכן מוגדר האזור כ"אתר קרקע עם חשד להגברה חריגה כתוצאה מקיומו של מצע קשה מאוד בבסיס".



איור 14: מפת האזורים בהם קיימת סכנה לגלישת מדרונות

8.4. פגיעה ביציבות מדרונות וגלישת קרקע

גלישה רוטציונית הינה מכאניזם הרס נדיר בסלע – מאחר והיא מתקיימת, רק, כאשר קיים אופק הבנוי חומר בעל תכונות פלאסטיות בסלע רצוף. האופק הפלאסטי משפיע גם כאשר עובי אופק החומר הפלאסטי (אבן חואר, קרטון חואר, חרסית) מספיק להוצרות מישור גלישה, או גם, כאשר השכבה הבעייתית נוטה בזווית קריטית אל מדרון פתוח. המקרה של האתר תואם להגדרה הראשונה בין השתיים. האתר מאופיין בכיסוי קרקע וסחף. התצורות הקירטוניות – חווריות החלשות ממוקמות בעומק. על כן, בדרך כלל, השכבה עמוקה מכדי ליצור גלישות.

כיסוי הקרקע החולית יוצר מראה מישורי. בדרך כלל הכשלים של החול אינם קשורים להופעות סייסמולוגיות, מה גם שבאזור ניר צבי לא מוכרים אפיצנטרים.



סייסמולוגיה

לכן, מומלץ כי שיקולי קיום גלישות עתידיות בגלל תכונות הנדסיות של המיסלע/קרקע יחייבו מתכננים כאשר תיווצר פגיעה מתוכננת במצב הטבעי (חפירות, סוללות) שעלולה להביא לגלישה או להתמוטטות. בחינת מצבים אלה והפתרונות לשימור היציבות הן חלק מעבודת מהנדס הביסוס. תופעה של כשל יכולה להתקיים כתוצאה של חפירה שלא בוצעה עם מקדמי בטיחות.



8.5. התנזלות

קיים חשש לתופעת התנזלות. הקרקע החולית וכן פני מי התהום הקרובים לפני השטח.

על פי מפת המכון הגיאולוגי קיימת רגישות נמוכה מאד (רגישות ד' במפה באיור 15) להתנזלות קרקע באזור רמלה.



על פי המחקר שנעשה באיזור החוף של ישראל נמצא כי האתר ממוקם בתחום שנכלל ב- "אזורים בהם עלול להימצא בתת הקרקע חול מהפליסטוקן התיכון או המאוחר בין שכבות הכורכר או כחמרה קלה דלת חומר דק, כאשר העומק למפלס הייחוס של אקוויפר החוף קטן מ- 20 מטר".

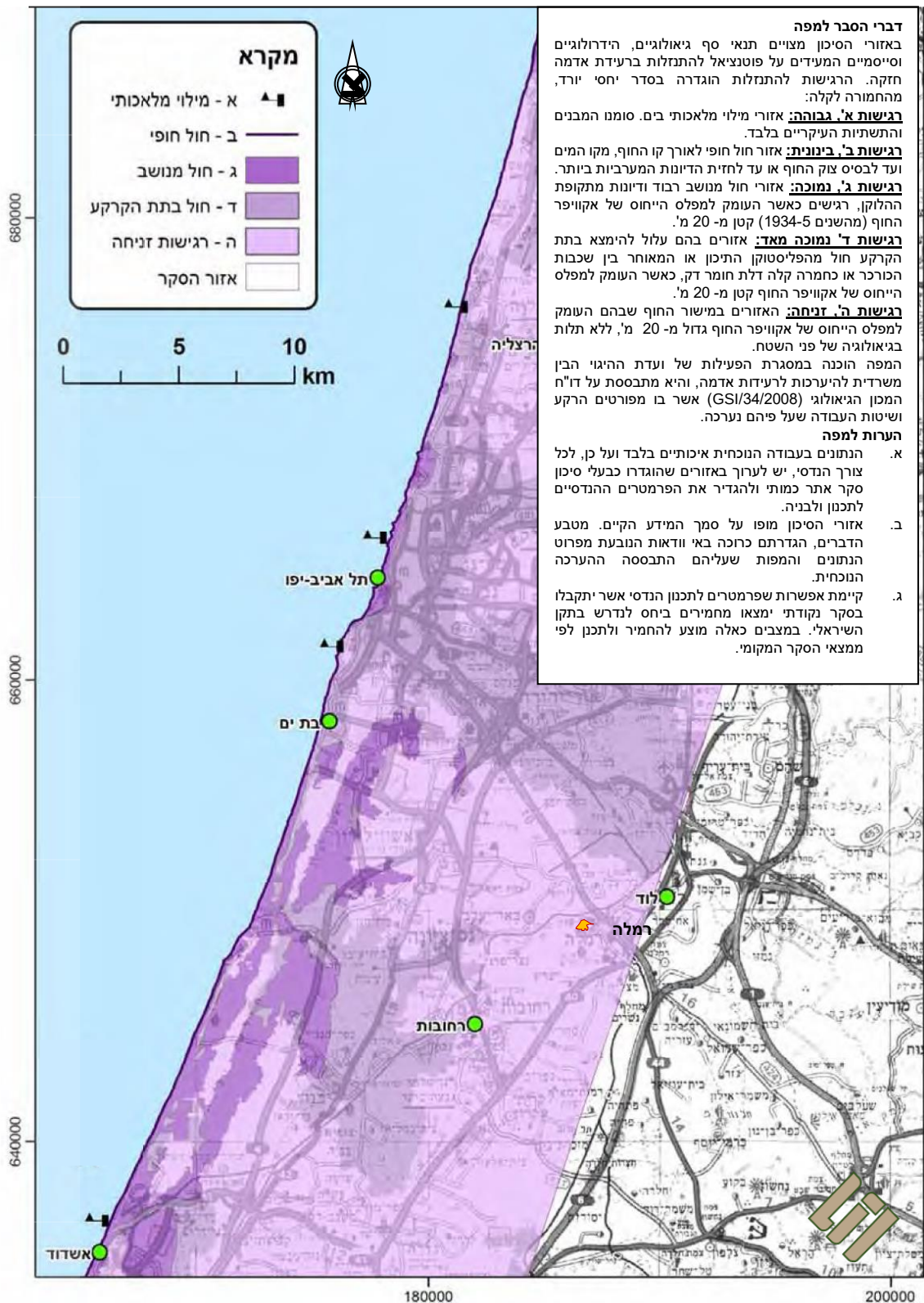
ההטרוגניות של מרכיבי הסלע/קרקע יוצרת מצבים נקודתיים בהם עלולה להתפתח תופעת התנזלות. על כן קביעת הפוטנציאל להתנזלות יהיה חלק מעבודת מהנדס הביסוס, כאשר ניתן לקבוע אותה באמצעות בדיקות SPT בכל אתר.



על מנת לודא זאת יש לבצע סקר גיאוטכני הכולל קדוחי נסיון. הקדוחים יתנו מידע על גובה מי התהום ולאפיין את התכונות הגיאוטכניות של המסלע המתקבל בקדיחה.



סייסמולוגיה



איור 15: מפת האזורים בהם קיים פוטנציאל התנזלות



תגובת אתר

8.6. הופעת נחשולים ים (צונאמי)

אין הופעת צונאמי באזור רמלה.

9. תגובת אתר

9.1. הקדמה:

הקהילה הסייסמולוגית וקהילת המהנדסים הכירו בעובדה שתאוצת השיא- PGA היא מדד לא מספיק טוב לסיכון הסייסמי. בנוסף, לשיטה הנהוגה בתקן הישראלי 413 כמו גם בתקנים אחרים על פיה מציילים את ספקטרום הענות לפי תאוצת השיא לוקה בשלושה תחומים: הקריטריון ההסתברותי מתקיים רק לגבי תאוצת השיא ולא לגבי ערכי התאוצות בתדירויות שונות, ספקטרום ההיענות תלוי בגדלים ובמרחקים של רעידות האדמה, ספקטרום ההיענות תלוי בפונקציית התגובה של האתר. מגבלות אלו דירבנו את החוקרים לפתח שיטה חלופית. ב- 1993 הוצגה שיטה חדשה על ידי שפירא וואן אק. השיטה SEEH, מציגה את הסיכון הסייסמי כספקטרום התאוצות בבניינים בעלי מקדם ריסון נתון כאשר לכל תאוצה יש את אותה הסתברות בפרק זמן נתון (בד"כ 10% ב- 50 שנה). חישוב התאוצות הספקטרליות מבוסס על הפעילות הסייסמית סביב האתר ועל פונקציית התגובה באתר.



עם הגידול בנתוני המדידה של רעידות אדמה חזקות, מתחזקת ההערכה שתגובת האתר היא אחד הגורמים היותר משפיעים על עוצמת התנודה והיקף הפגיעה.

קיימות מספר שיטות הערכה נסיונית המתבססות בעיקרן על חישוב היחס בין התנודות האופקיות לתנודות האנכיות והשוואת ספקטרום התנודות באתר הנבדק עם אלה הנמדדות במחשף הסלע הקרוב. הדרך המדויקת או האמיתית ביותר לבצע את הבדיקות הללו היא כמובן בעת רעידות אדמה חזקות. מכיוון שבדיקות כאלה אינן מעשיות עקב נדירותן של רעידות כאלה באזורינו החלופה היא להעריך את תגובת האתר מתוך תנודות הנובעות מרעידות חלשות או מבידוד של התנודות





תגובת אתר

הסיסמיות מרעשי הרקע. השיטה המתבססת על שימוש בגלי גזירה מרעידות אדמה נקראת: Receiver Function והשיטה המתבססת על מדידת רעשי הרקע נקראת- שיטת נאקאמורה.

9.2. שיטת העבודה:

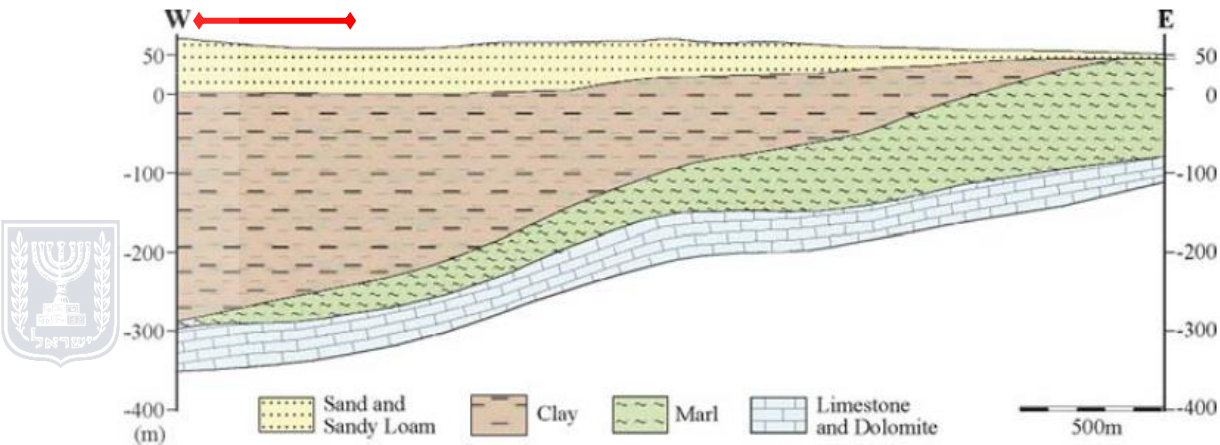


בפרוייקט נבחרו 90 נקודות עליהן בוצע חישוב של תגובת אתר. בכל אזור נבחר חתך מאפיין. החתך התקבל מקידוח עמוק בסמוך. לאחר קבלת תוצאות החישובים חולק אזור הבדיקה בשפלת לוד ל- 8 תת אזורים בעלי ספקטרום שונה.

מסלע	עובי ('מ')	עומק ('מ')	Vs ('מ\שנ')	צפיפות (גר\סמ')	מקדם ריסון (%)
חמרה	8	0-8	200	1.6	4
חול	90	8-98	350	1.6	4
כורכר וחרסית	52	98-150	600	1.7	2
חרסית	83	15-233	700	1.7	2
חוואר	9	233-242	900	1.8	1
דולומיט וגיר	-	>242	2100	2.1	-



טבלה 2: חתך תת הקרקע לחישוב ממוצע של ספקטרום עבור האזור בו נכלל האתר



איור 16: חתך גיאולוגי סכמתי החוצה את האתר (שטח האתר באדום)

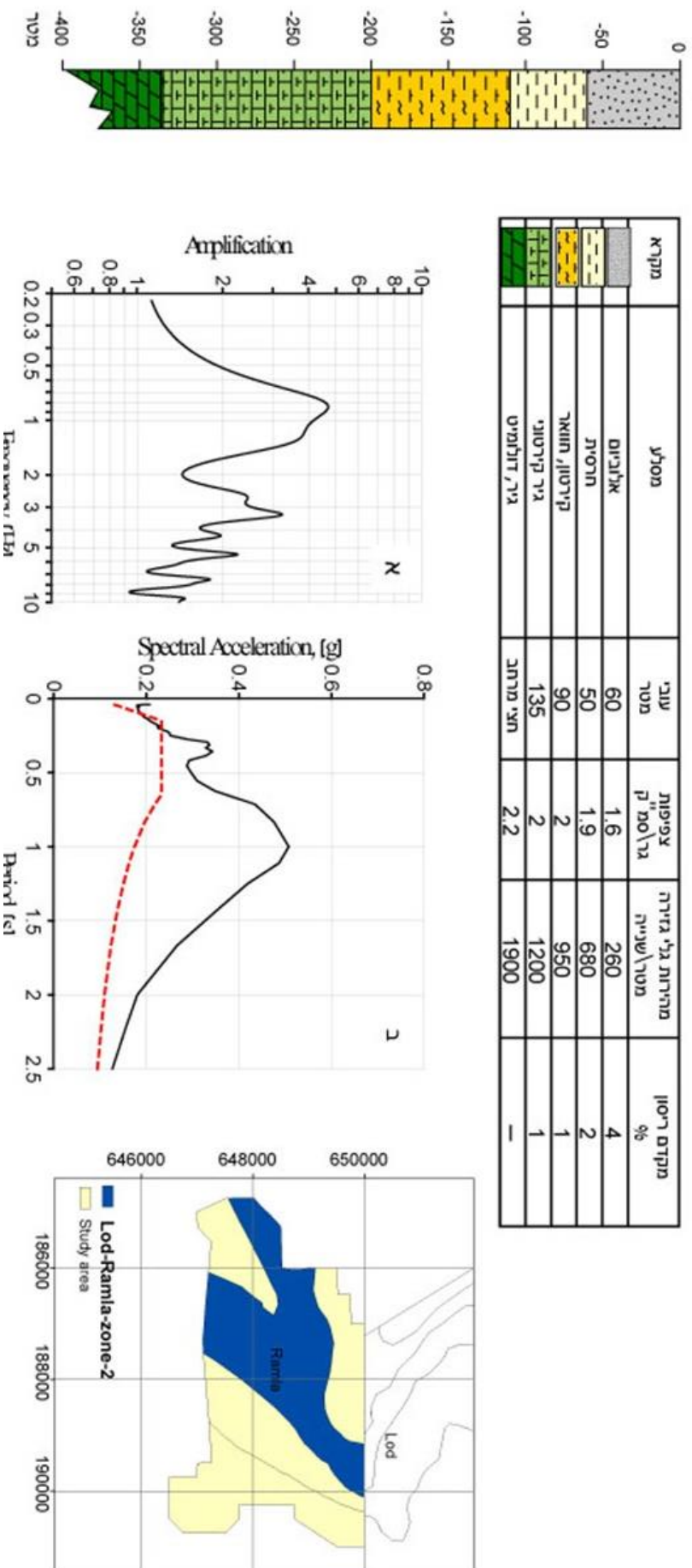


ספקטרום התאוצות לתכנון מחושב רק להתנהגות לינארית של הקרקעות. אפשר לחשב את ספקטרום התאוצות גם להתנהגות לא לינארית. בהנתן פרמטריים גיאוטכניים מתאימים של הקרקעות שבמודל תת הקרקע. ד"ח הסקר: [2007-569_303_07 LOD-VALLEY.pdf](#).

תוצאות נתוני אתר לאיזור LR-1

איור 17: מודל חד ממדי ממוצע של תת הקרקע אזור 1

מקרא	מסלע	עובי מטר	צפיפות גר/סמ"ק	מהירות גלי גזירה מטר/שנייה	מקדם ריסון %
	אלביום	60	1.6	260	4
	חיסית	50	1.9	680	2
	קירטון, חוואר	90	2	950	1
	גיר קירטוני	135	2	1200	1
	גיר, דולמיט	חצי מרחב	2.2	1900	—



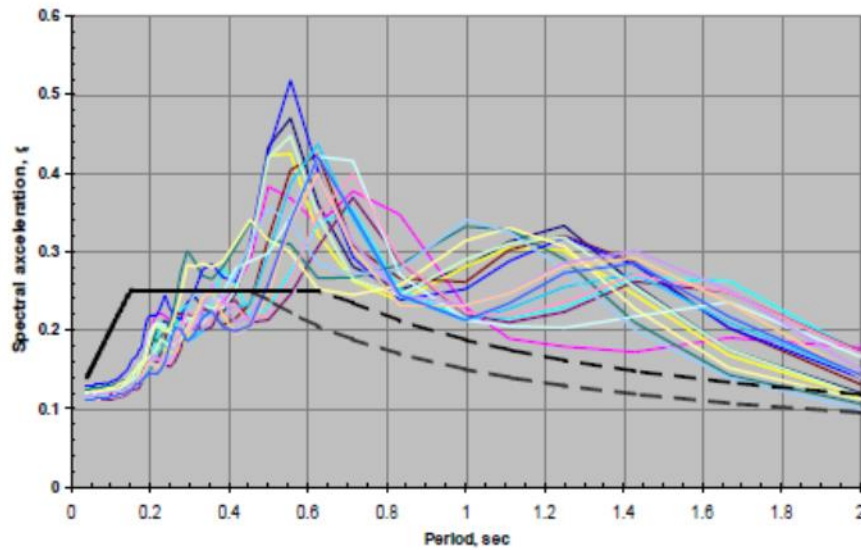
תגובת אתר

(א) פונקציית אנליטית של תגובת אתר כפי שחושבה על פי המודל החד-מימדי של תת הקרקע. (בהתחשבות במודל תת הקרקע של האתר) וכפי שהוערך על פי ת"י 413 עבור סוג ספקטרום תאוצות לתכנון כפי שהוערך בשיטת HEES (בהתחשבות במודל תת הקרקע של האתר) וכפי שהוערך על פי ת"י 413 עבור סוג הקרקע באתר הנבדק (קו מקווקו). התאוצות הספקטראליות מתארות את התאוצות שתתפתחה בסידרת מתנדים בעלי דרגת חופש אחת ובעלי מקדם ריסון של 5%. לתאוצות אלה, או גבוהות מהן, הסתברות של 10% להתרחש לפחות פעם אחת בתקופה כלשהי של 50 שנים.

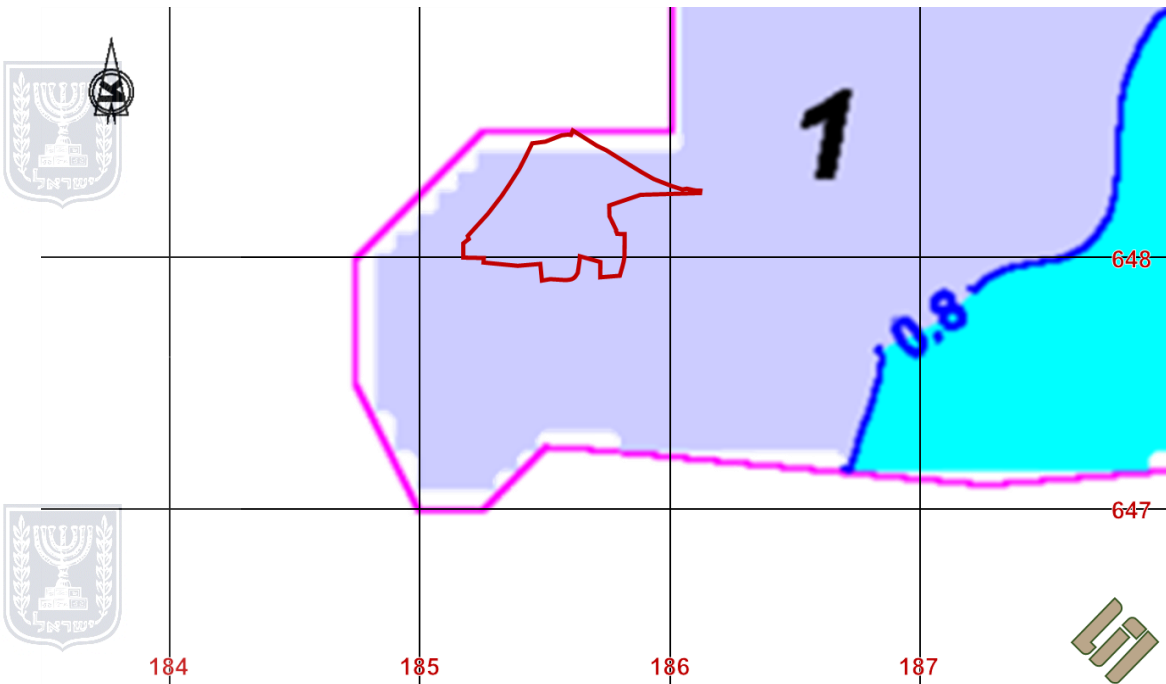
(ב)



תגובת אתר



איור 18: תוצאות ממוצעות שונות באזור יחסית לתקן הבניה $PGA=0.093$ (מקווקו)



איור 19: האתר על גבי מפת תת האזורים בהתאם לחלוקה של ספקטרום התגובה מחושב

על פי SEEH





סיכום

10. 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 קיימים התנאים הבאים:

א. קריעת פני השטח על גבי העתקים גיאולוגיים פעילים:

באזור רמלה הכולל את האתר נשוא דו"ח זה - אין העתקים פעילים או חשודים בפעילות סייסמית ב-13,000 השנים האחרונות.

צויינה המגבלה המוזכרת במפת ההעתקים החשודים כפעילים בגין חוסר ההתייחסות של המכון הגיאולוגי להעתקים המכוסים בקרקע. מרבית אזור רמלה מכוסה קרקע חרסיתית 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.

בכל מקרה יש להתייחס לנושא על פי תקן 413.

ב. יצירת תאוצות והפעלת כוחות אופקיים על מבנים ותשתיות:

מקדם התאוצה האופקית המרבית של מרכז האתר (PGA) הוא ב- 10%: $g=0.06$, ב- 5%: $g=0.07$, ב- 2%: $g=0.09$.

אולם מחקר מעודכן מראה כי ספקטרום התגובה התאוצה עולים על אלו שנקבעו על ידי הקוד הישראלי בתוך הטווח של 0.5-3.0 שניות. תחום תדירות בין 0.5-0.8 Hz. כאמור, אין העתקים פעילים או חשודים כפעילים באזור.

ג. העצמה של תנודות הקרקע עקב תנאים גיאולוגיים וטופוגרפיים:

אזור האתר ממוקם בתחום ההגדרה: "אתר קרקע עם חשד להגברה חריגה כתוצאה מקיום של מצע קשה מאד בבסיס".

באזור לוד ורמלה בוצעה בשנת 2007 בדיקה של תגובת אתר וחלוקה לאזורי משנה. האתר משתרע בתחום אחד אזורי המשנה.





סיכום

על פי מורכבות הסלע/קרקע בתחום האזור הנדון, עלולים להתקיים חריגים מקומיים. לפיכך, יש להסתמך על התקן 413 ולהתייחס לאזור הנדון במסגרת דרגות "D" ו-"E", על פי בדיקות SPT שיבוצעו במסגרת תכנון המיבנים.

המאמרים האחרונים מצביעים על הגברה של פי 2 מהתקן הקיים.

ד. פגיעה ביציבות מדרונות וגלישת קרקע:



כיסוי הקרקע החולית יוצר מראה מישורי. בדרך כלל הכשלים של החול אינם קשורים להופעות סייסמולוגיות, מה גם שבאזור לוד לא מוכרים אפיצנטרים.

לכן, מומלץ כי שיקולי קיום גלישות עתידיות בגלל תכונות הנדסיות של המיסלע/קרקע יחייבו מתכננים כאשר תיווצר פגיעה מתוכננת במצב הטבעי (חפירות, סוללות) שעלולה להביא לגלישה או להתמוטטות. בחינת מצבים אלה והפתרונות לשימור היציבות הן חלק מעבודת מהנדס הביסוס. תופעה של כשל יכולה להתקיים כתוצאה של חפירה שלא בוצעה עם מקדמי בטיחות.



יש להקפיד על ביצוע חפירות עם שיפועים מתוכננים על פי אופי החומר שנחפר.

ה. התנזלות קרקע

קיים חשש לתופעת התנזלות. הקרקע החולית וכן פני מי התהום הקרובים לפני השטח.



האתר ממוקם בתחום המוגדר כאזור עם "רגישות זניחה". אולם (ואנחנו מחמירים) נתקלנו באזורים בהם הגדרה היתה "רגישות זניחה" ובהם מצאנו עדשות חול שפין. באם יימצא חול שפין בשלבי בדיקות הקרקע וביצוע הקמת המיבנים על מתכנני המיבנים להגדיר את השטח בחזקתם כ"כולל חול בתת הקרקע".

כך, ההטרוגניות של מרכיבי הסלע/קרקע ומיקום אופקי מים שעונים, יוצרת מצבים נקודתיים בהם עלולה להתפתח תופעת התנזלות נקודתית. קביעת הפוטנציאל להתנזלות הוא חלק מעבודת מהנדס הביסוס, כאשר ניתן לקבוע אותה באמצעות בדיקות SPT בכל אתר.





סיכום

מקובל כי התנגדות להחדרה תיקנית (SPT) נמוכה מ- 13 חבטות מבטאת בקרקע חולית רוויה תחום סכנת התנזלות.

1. צונאמי

אין סכנת פגיעה של גלי צונאמי באזור רמלה.

בכל מקרה - יש להקפיד על ביצוע ההנחיות הקבועות בתקן 413.

הערות	בתכנית מתאר		בתוכנית מפורטת	גורם סיכון
	שלב ביצוע	טיב חקירה	המלצות לתכנון הנדסי בשלב היתרי הבניה	
	מיידית לפני היתר	תגובת אתר		הגברת שתית חריגות
	תיכנון לפני ביצוע	בורות נסיון, קדוחי נסיון	תכנון שיפוע חפירות, תמיכה וביסוס 'תיכנון ניקוז	כשל במדרון
גובה פני מים שעונים	תיכנון לפני ביצוע	קדוחי נסיון ופיזומטרים	תיכנון ניקוז	מי תהום

טבלה 3: טבלת סיכום סיכונים סייסמיים

בכבוד רב


 בעז זלצמן





הוראות לתוכנית

הוראות לתוכנית

א. על פי התקן, מקדם התאוצה האופקית המרבית של מרכז האתר (PGA) הוא ב- 10%:
 $g=0.06$, ב- 5%: $g=0.07$, ב- 2%: $g=0.09$.

אולם מחקר מעודכן מראה כי ספקטרום התגובה התאוצה עולים על אלו שנקבעו על ידי הקוד הישראלי בתוך הטווח של 0.5-3.0 שניות. תחום תדירות בין 0.5-0.8 Hz.

ב. השכונה ממוקמת בתחומי "אזור קרקע עם חשד להגברה חריגה כתוצאה מקיומו של מצע קשה מאד בבסיס". מפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות מצביעה על אזורים בעיתיים אך איננה מהווה תחליף לסקר אתר בו ניתן לכמת את מידת ההגברה ולאפיינה בתדר ובעוצמה מתאימים. יש לבצע סקר אתר לפני התיכנון של האתר.

ג. השכונה ממוקמת בתחום המוגדר כאזור עם "רגישות זניחה". אולם קיים סיכוי להמצאות עדשות חול שפיר. באם יימצא חול שפיר בשלבי בדיקות הקרקע וביצוע הקמת המיבנים על מתכנני המיבנים להגדיר את השטח בחזקתם כ"כולל חול בתת הקרקע".

כך, ההטרוגניות של מרכיבי הסלע/קרקע ומיקום אופקי מים שעונים, יוצרת מצבים נקודתיים בהם עלולה להתפתח תופעת התנזלות.

מפלסי מי התהום האזוריים מוערך בעומק כ- 40-50 מ' מתחת לפני השטח.

ד. על מרבית השטח מכסה קרקע חולית חרסיתית. בדרך כלל הכשלים אינם קשורים להופעות סייסמולוגיות. הכשל נובע מסיבות של מים וחוזק וקשורות לתכנון וביצוע של חפירות. יש לבצע קידוחי ניסיון לקבלת מאפייני הקרקע לשם קבלת היתר.

ה. הקמת המבנים תבוצע בהתאם לתקן הביסוס הישראלי 940. ככלל – לפני בדיקה – נראה כי עיקר החומר בתשתית העמוקה יהיה חול חרסיתי וחלקו כורכר או קונגלומרט חרסיתי.

ו. הדו"ח שהוגש הינו דו"ח כללי לשכונה. הוא אינו דו"ח פרטני לכל מגרש ואתר, כאשר כל יזם אמור להגיש את תוכן דו"ח זה למתכננים מטעמו, כדי שיטמיעו את מסקנותיו בתכנון.

ז. המסמך שלהלן אינו מהווה תחליף לדו"ח גיאולוגי/הנדסי. יש לבצע סקר גיאוטכני לכל מגרש ואתר.





נספח א ביבליוגרפיה מסייעת

נספח א ביבליוגרפיה מסייעת

1. אקר ע. (עורך) (1964) - "אטלס - חתכים גיאולוגיים נבחרים ומפות של תת הקרקע באקוויפר החוף של ישראל" המכון הגיאולוגי, דו"ח מ"ג/99/18.
2. בר טוב ואחרים (2002 ו-2010) - "קטלוג ושתי מפות: ההעתקים החשודים כפעילים בישראל", המכון הגיאולוגי דו"ח GSI/23/2000.
3. גבירצמן ג. (1970) - "חבורת סקיה - איאוקן מאוחר עד פלייסטוקן מוקדם" במישור החוף ובשפלה. עבודת דוקטור האוניברסיטה העברית ירושלים והמכון הגיאולוגי עליון - סקר סייסי רב ערוצי בכנרת, המכון הגיאופיסי בישראל עבודה 167/97733/ גבירצמן ג. (1990) - "הגיאולוגיה והגיאומורפולוגיה של של השרון ומדפו הים תיכוני" בתוך דגני א. גרוסמן ד, שמואלי א. עורכים השרון בין ירקון לכרמל משרד הבטחון ההוצאה לאור.
5. גבירצמן ז. וי. זסלבסקי (2009) - "מפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות: דברי הסבר". דו"ח המכון הגיאולוגי GSI/15/2009.
6. דן י. רז צ. (1970) - "מפת חבורות הקרקעות של ישראל בקנ"מ 1:250,000", משרד החקלאות, מכון וולקני לחקר החקלאות והאגף לשימור הקרקע, המחלקה לפרסומים מדעיים.
7. דן י. יעלון ד. (1990) - "היווצרות הקרקעות בשרון והקשר ביניהן ובין אופי הנוף בתוך" דגני א. גרוסמן ד, שמואלי א. עורכים השרון בין ירקון לכרמל משרד הבטחון ההוצאה לאור.
8. ניב ד. (1979) - "ארבעה שלבים של פעילות טקטונית הולקנית לאורך קו החוף של ישראל והמתאם ביניהן לבין ארבע תקופות אקלימיות פלוביאליות" האגודה לחקר הפלייסטוקן, הכנס השנתי, האוניברסיטה העברית בירושלים.
9. Y. Zaslavsky, et al. (2005) – "Site Response from Ambient Vibrations in the Towns of Lod and Ramle (Israel) and Earthquake Hazard Assessment". Bulletin of Earthquake Engineering.

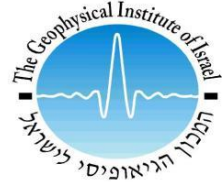




נספח ב מחקר תגובות האתר. הוכן על ידי י. זסלבסקי

נספח ב מחקר תגובות האתר. הוכן על ידי י. זסלבסקי

THE GEOPHYSICAL INSTITUTE OF ISRAEL המכון הגיאופיסי לישראל
P.O.B. 182, LOD 71100, ISRAEL, TEL: 972-8-9785888, FAX: 972-8-9208811 - לוד 6, רח' הבעש"ט
www.gii.co.il



MICROZONING OF THE EARTHQUAKE HAZARD IN ISRAEL

PROJECT 1 SEISMIC MICROZONING OF LOD AND RAMLA

November 2001

No 569/143/01

Principal Investigator:
Dr. Y. Zaslavsky



Collaborators:
M. Gorstein, M. Kalmanovich, V. Giller, I. Livshits, D.
Giller, I. Dan, Dr. A. Shapira, L. Fleischer I. Leonov, U.
Peled



Submitted to:
Earth Sciences Research Administration
National Ministry of Infrastructures
and
Ministry of Absorption

Contract Number 20-17-029



הדו"ח נכתב באנגלית ומקיף כ- 75 עמודים. ניתן למצא את הדו"ח באתרי האינטרנט של
המכון הגיאופיסי ושל המכון הגיאולוגי. ממצאי הדו"ח משולבים בדו"ח עצמו.