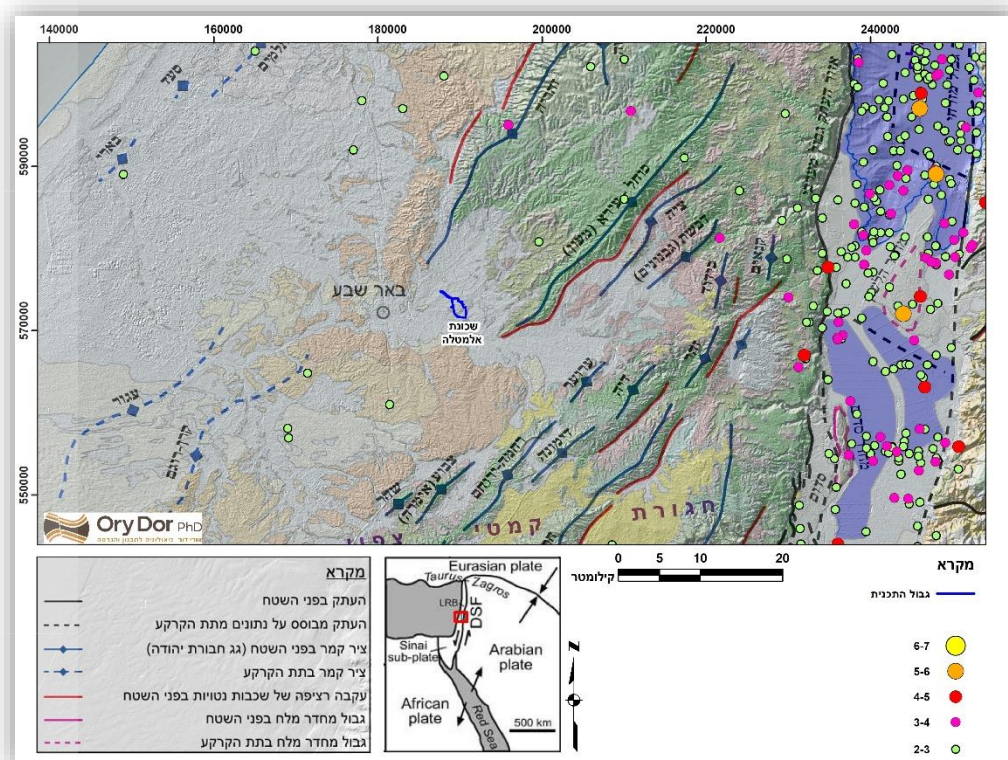




Ory Dor PhD
אורי דור גיאולוגיה לתכנון והנדסה
Geology for Planning and Design

סקר סיכוני רעידות אדמה ראשוני: שכונת אלמטלה, תל שבע



הוכן עבור:



לרמן בן-שושן
עיר | אזור | נוף

אוגוסט 2019





לרמן בן-שושן

עיר אזור ענף

הוכן עבור:



ביצוע:

8/2019

סקר סיכומי רעידות אדמה ראשוני עבור תכנית שכונת אלמטלה, תל שבע

עמוד i

תוכן העניינים

1	מבוא	1
1.1	רקע אירגוני	1.1
1.2	גיאוגרפיה, מורפולוגיה וניקוז	1.2
2	תנאים גיאולוגיים וגיאוטכניים	2
2.1	יחידות הסלע החשופות בתחום התכנית ובסביבתה	2.1
2.2	תנאים גיאוטכניים וסווג הקרקע	2.2
3	תנאים מבניים וסיסמוטקטוניים	3
3.1	סביבה מבנית	3.1
3.2	מקורות סיסמוגניים עיקריים ופעילות סיסמית	3.2
4	סיכומי רעידות אדמה	4
4.1	תנודות הקרקע באתר	4.1
4.1.1	תנודות הקרקע החזיות בגג שכבת הסלע	4.1.1
4.1.2	הגברת שתית	4.1.2
4.1.3	הגברת שתית חריגה	4.1.3
4.2	קריעת פני שטח על גבי העתק פעיל	4.2
4.3	התנזלות	4.3
4.4	גלישת מדרונות	4.4
4.5	נחשול ים/אגם (צונאמי/סייש)	4.5
5	סיכום והשלכות הממצאים עבור התכנית	5
5.1	סיכום הממצאים והשלכות לתכנון	5.1
5.2	המלצות	5.2
6	רשימת מקורות ספרות	6





לרמן בן-שושן

עיר אזור נהר

הוכן עבור:



ביצוע: 8/2019

סקר סיכוני רעידות אדמה ראשוני עבור תכנית שכונת אלמטלה, תל שבע

עמוד ii

רשימת איורים

1. איור 1: התכנית על גבי תצלום אויר ומפה טופוגרפית בקנ"מ 1:50,000.
3. איור 2: התכנית על רקע מפה גיאולוגית בקנ"מ 1:200,000.
4. איור 3: חתך גיאולוגי-גיאופיזי באזור באר שבע, ממערב לתחום התכנית.
5. איור 4: מודל רום סטרוקטורלי של משטח גג חבורת יהודה.
6. איור 5: חתך גיאולוגי סכמטי דרך מבנה אנטיקלינה בנגב הצפוני, כולל סימון מיקום התכנית.
7. איור 6: מיקום התכנית על גבי מפה ארצית של מבנים גיאולוגיים.
9. איור 8: מיקום התכנית על גבי מפה ארצית של תאוצות השיא בהסתברות של 10% ב 50 שנה.
10. איור 8: ספקטרה התגובה לתכנון לפי גליון חישוב של ת"י 413 עבור הסתברות של 10% ב 50 שנה.
11. איור 9: תחום התכנית בצירוף סימון האזורים החשודים בהגברה חריגה.
14. איור 10: מיקום התכנית בצירוף סימון אזורים בהם מתקיים פוטנציאל לכשל מדרון לפי דרגות רגישות.

רשימת טבלאות

2. טבלה 1: תכניות המחויבות בסקר סיכוני רעידות אדמה ראשוני.
4. טבלה 2: סווג חתך הקרקע בת"י 413, גליון תיקון 5, על פי מהירות גלי הגזירה ב 30 המטרים העליונים (Vs30).
8. טבלה 3: תאוצת הקרקע האופקית שגבוהה ממנה אינה צפויה באזור התכנית עבור שתית סלעית (סווג קרקע B).
15. טבלה 4: סיכום ממצאי הסקר הראשוני והשלכות עבור תחום התכנית.

 הרשות להגנה סביבתית וטבעית מזרע אזור נוף	לרמן בן-שושן הוכן עבור:	OryDor PhD אור דור גיאולוגיה לתכנון ומסדה Geology for Planning and Design ביצוע: 8/2019
	סקר סיכויי רעידות אדמה ראשוני עבור תכנית שכונת אלמטלה, תל שבע	עמוד 1

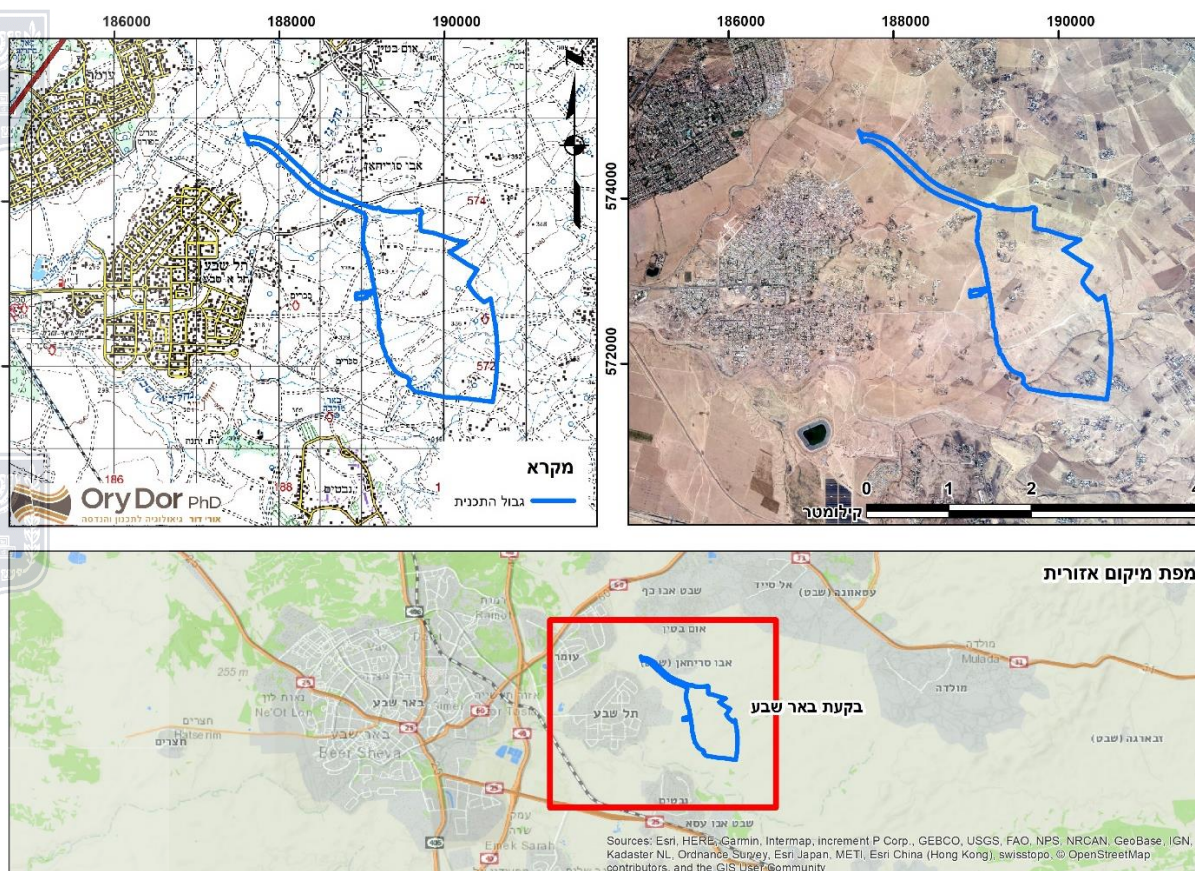
1. מבוא

1.1. רקע אירגוני

מאפייני התכנית, מטרת הדו"ח ותכולתו

הרשות לפיתוח והתיישבות הבדווים בנגב, באמצעות חברת "לרמן בן-שושן", מקדמים את הכנתה של תכנית מתאר מקומית עם הוראות מפורטות לשכונת אלמטלה, בחלקו המזרחי של היישוב תל שבע (איור 1; להלן - התכנית). שטחה של התכנית 3,100 דונם, והיא מגדירה יעודי קרקע בהיבטים של מגורים, שטחי ומבני ציבור, דרכים, שטחי מסחר ותעסוקה ועוד.

במסגרת קידום התכנית, נדרשת הכנתו של סקר סיכויי רעידות אדמה ראשוני. מטרת הסקר - להעמיד לרשות המתכנן את המידע הנדרש לצורך קביעת יעודי הקרקע ופיתוח ההנחיות התכנוניות בהיבטים של סיכויי רעידות אדמה בתחום התכנית ובסביבתה. הסקר המוצג בעבודה זו, אשר נועד לענות על הדרישות הללו, כולל מס' פרקים: הפרק הנוכחי כולל רקע גיאוגרפי ומורפולוגי של אזור התכנית. פרק 2 סוקר את התנאים הגיאולוגיים והגיאוטכניים בתחומה, ופרק 3 מציג את הרקע המבני והסיסמוטקטוני הנדרש לצורך הכנת הסקר. סקירת מיון וניתוח התנאים בתחום התכנית הנוגעים לגורמי הסיכון השונים בתחום רעידות האדמה מופיעים בפרק 4. סיכום הממצאים, השלכותיהם עבור התכנית וההמלצות הנגזרות מהם, מוצגים בפרק 5.



איור 1: התכנית על גבי תצלום אוויר (ימין) ומפה טופוגרפית בקנה מידה 1:50,000 (שמאל), שתחומה מסומן באדום במפת המיקום.

		לרמן בן-שושן יעיר אזור נופך	הוכן עבור:		ביצוע: 8/2019
			סקר סיכוני רעידות אדמה ראשוני עבור תכנית שכונת אלמטלה, תל שבע		עמוד 2

הדרישות וההנחיות לביצוע סקר סיכוני רעידות אדמה מקדים/ראשוני

סקר זה מתבצע בהתאם להנחיות מינהל התכנון מיום 10.4.2014 להתחשבות בסיכוני רעידות אדמה בתכניות מתאר ובתכניות מפורטות, שמטרתן שיפור בסיס הידע שבידי המתכנן, על מנת לאפשר התחשבות בסיכוני רעידות אדמה במסגרת ההליך הסטטוטורי. ההנחיות מחייבות את המתכנן, עבור סוגים שונים של תכניות באזורי סיכון, בביצוע "סקר סיכוני רעידות אדמה ראשוני" ("screening") הכולל את זיהוי קיומם והערכת חומרתם ופריסתם המרחבית של הסיכונים הנוגעים לתנודות קרקע והגברות שתית; קריעת פני שטח על גבי העתק פעיל; התנזלות; גלישת מדרון; ונחשול ימי (צונאמי) או אגמי (סייש). מסקנות הסקר משמשות את המתכנן לצורך פריסת ייעודי הקרקע באופן שמתאים לפיזור המרחבי והחומרה של הסיכונים, ובניסוח הוראות בתקנון התכנית עבור שלבי התכנון הבאים. תכנית שכונת אלמטלה, תל שבע, מסווגת על פי הנחיות מינהל התכנון בקטגוריה מס' 3, "תכנית מפורטת הכוללת היקפי בנייה גדולים" (טבלה 1).

טבלה 1: תכניות המחויבות בסקר סיכוני רעידות אדמה ראשוני. מתוך נהל 4-2-1 של מינהל התכנון, מהדורה 1, 2014. מסומנת הקטגוריה המתאימה לתכנית שכונת אלמטלה, תל שבע.

סיווג התכנית	פירוט	דרישה במסמכי התכנית
1	תכניות מתאר כוללניות	תכניות מקטגוריה 1,2,3 המצויות בתחום אזורי הסיכון המסומנים במפה המשולבת, ³ יוכן סקר סיכוני רעידות אדמה ראשוני כמפורט בנספח א', כרקע לתכנון וכחלק מהליך התכנון.
2	תכניות לתשתיות-על עם הוראות מפורטות ²	תכניות כח, מתקני התפלה, אתרי תקשורת בעלי חשיבות כלל-ארצית (כגון תחנת לוויינים), נמל תעופה, נמל ים, מאגרי דלק ואתרים ארציים לאחסון וטיפול בחומרים מסוכנים, מתקנים לקליטת גז, מבני תעשייה כימית, מתקנים בטחוניים וכדומה.
3	תכניות מפורטות הכוללות היקפי בניה גדולים ²	תכנית מפורטת לשכונה חדשה או חלק משמעותי ממנה, לאזור תעשייה חדש או לחלק משמעותי ממנו, למתחם גדול של מבני ציבור קולטי קהל, לרבות מבני חינוך; תכניות לאחסון כמות גדולה של חומרים מסוכנים; וכל תכנית אחרת שלפי החלטה מנומקת של מוסד תכנון יש לערוך בתחומה בחינת סיכוני רעידות אדמה.

1.2. גיאוגרפיה, מורפולוגיה וניקוז

תכנית שכונת אלמטלה, תל שבע ממוקמת בבקעת באר שבע, ממזרח לשוב תל שבע (איור 1). מצפון ומדרום לתכנית עוברים צירי התנועה של כבישים 60 ו 25 (בהתאמה).

אזור התכנית מישורי-גבעי; הרום בתחום התכנית עומד על כ 320-340 מ'. התכנית מנוקזת על ידי נחל יתיר ויובלים נוספים של נחל באר שבע, שכונן הזרימה של ערוציהם הוא דרום מערב.

	 הרשות להתיישבות المستوطنات تطوير واستيطان البلد في الضفة 1967	לרמן בן-שושן עיר אזור נוף	הוכן עבור:	 OryDor PhD אורי דור גאולוגיה לתכנון ודגירה Geology for Planning and Design	ביצוע:	8/2019
סקר סיכוני רעידות אדמה ראשוני עבור תכנית שכונת אלמטלה, תל שבע						עמוד 3

2. תנאים גיאולוגיים וגיאוטכניים

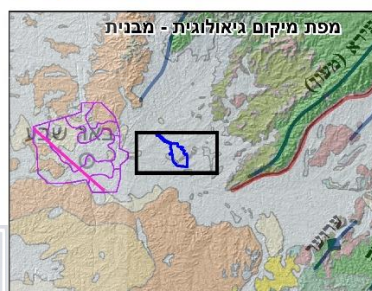
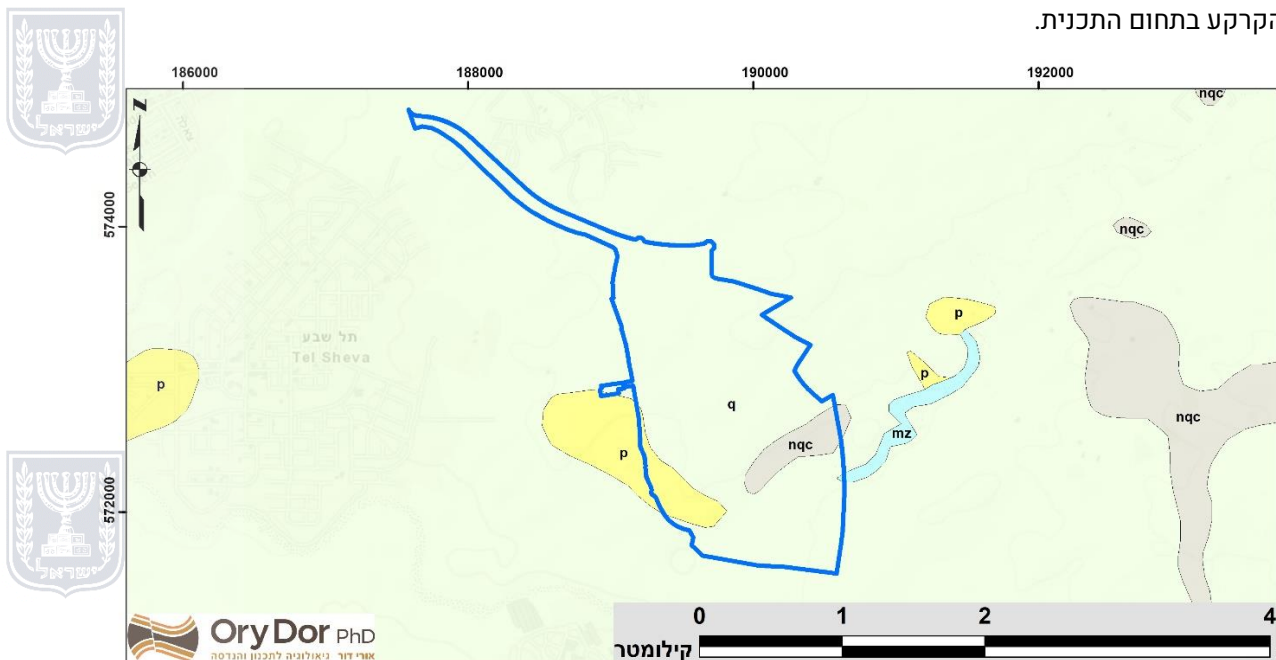
2.1. יחידות הסלע החשופות בתחום התכנית ובסביבתה

השתית הטבעית החשופה בתחום התכנית ובסביבתה הקרובה כוללת ברובה הגדול יחידות סלע קלאסטיות צעירות מחבורות כורכר וסקייה (איור 2). להלן יחידות המיפוי המופיעות בתחום התכנית ובסביבתה, מהצורה לעתירה, כולל סימון במפה הגיאולוגית:

אלוביום – הולוקן (q): משקע שמקורו בסחף נחלי, סחף רוחי ובתהליכים פדוגניים, שהתרחשו במסגרת המורפולוגית הנוכחית. יחידה זו מאופיינת בחתך קרקע עבה ובו חלוקים וצורות בתוך הכולל חרסיות, סילט וחול. הרכיב הרוחי (איאולי) אחראי להתפתחות חתך קרקע מסוג לס. יחידה זו מכסה את מרבית שטח התכנית.

קונגלומרט – פליו-פלייסטוקן (p, nqc): סימונים כלליים למס' יחידות של קונגלומרט הנפוצות בבקעת באר שבע ובסביבתה (נבטים, אחוזם, פלשת וכו'). יחידות אילו כוללות חלוקים ושברי סלע בתוך גרגרי דק – חולות, סילט וחרסיות, שמקורם בתהליכי הסעה יבשתיים. יחידות אילו לרוב מלוכדות יותר מהקונגלומרט הרצנטי-הולוקני, ועשויות לכלול אופקים של גבס וביטויים נוספים לפדוגנזה וליטיפיקציה ארוכי טווח. הן מופיעות בשני מחשופים עיקריים בחלקה הדרומי של התכנית, הקשורים באופן חלקי לחשיפת החתך ע"י נחל יתיר.

חתורים (mz): קירטון וחואר מתצורות ע'ארב (מאסטריכט – קרטיקון עליון) וסקייה (פליאוקן) שעברו מטמורפוזת רדודה. מופיע במחשף מקומי שקצהו נכלל בצד הדרום מזרחי של התכנית. עשוי להופיע בהיקף נרחב יותר בתת הקרקע בתחום התכנית.



- מקרא**
- גבול התכנית
 - גבול התכנית
 - אלוביום (הולוקן)
 - קונגלומרט (פליו-פלייסטוקן)
 - חתורים (פליאוקן)
 - תצורת פלשת (פליוקן)
 - סקר מיקרוזונציה (Hofstetter, 2013)
 - חתך גיאולוגי (Hofstetter, 2013)

איור 2: התכנית על רקע מפה גיאולוגית בק"מ 1:200,000 (Sneh et al., 1998). החתך הגיאולוגי במפת המיקום מוצג באיור 3.



הרשות להגנה
סביבתית וטבעית
מדינת ישראל

לרמן בן-שושן

עיר, אזור, נוף

הוכן עבור:



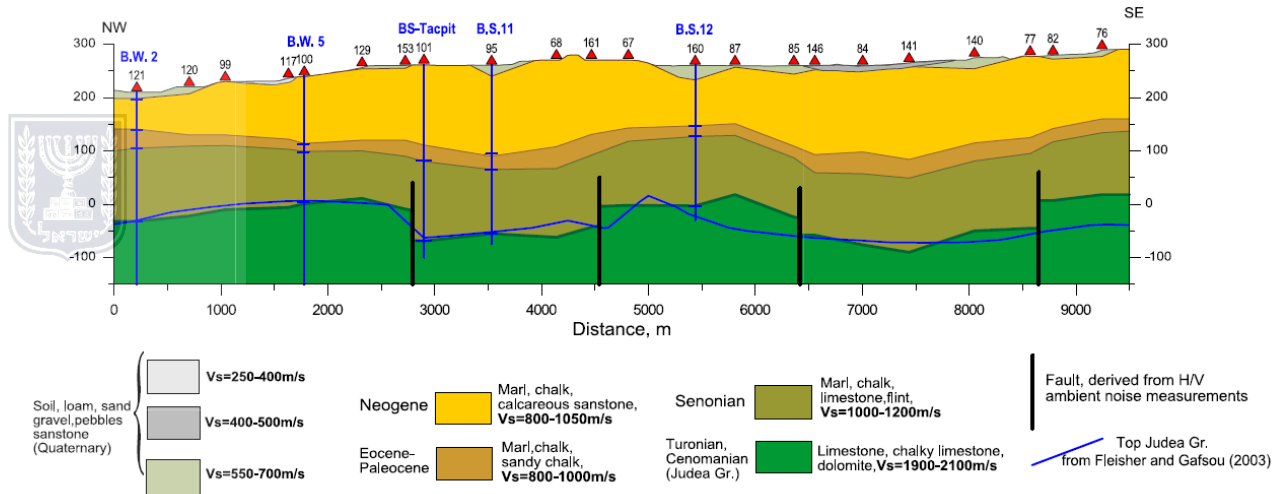
OryDor PhD
איומי סייסמה ורעידות אדמה
Geology for Planning and Design

ביצוע: 8/2019

סקר סיכוני רעידות אדמה ראשוני עבור תכנית שכונת אלמטלה, תל שבע

עמוד 4

עובי החתך של יחידות המילוי הצעירות (q , hqc , p) עומד על מטרים בודדים ועד עשרות מטרים, והן מונחות באי התאמה על גבי יחידות סלע שגילן קרטיקון עד ניאוגן. יחסי שדה אילו מוצגים לצורך המחשה על ידי החתך הגיאולוגי-גיאופיזי מאזור העיר באר שבע (איור 3, מיקום באיור 2) המייצג את המבנה הסטרטיגרפי הכללי עבור בקעת באר שבע.



איור 3: חתך גיאולוגי-גיאופיזי באזור באר שבע, ממערב לתחום התכנית (אחרי Hofstetter et al., 2013). ראה מיקום החתך באיור 2.

2.2. תנאים גיאוטכניים וסוג הקרקע

סוג הקרקע לצורך חישוב התכן הסיסימי מתבצע בהתאם לקריטריונים המוגדרים בת"י 413 עבור סוגי הקרקעות/סלעים השונים. קריטריונים אילו מגדירים מספר קטגוריות (סוגי) קרקע הנבדלות בחוזקה של הקרקע, דרגת לכידותה וכיו"ב. אחד הקריטריונים לסווג חתך הקרקע הוא מהירות ההתקדמות של גלי גזירה ב 30 המטרים העליונים של החתך (Vs_{30}). קריטריון זה מוצג בטבלה 2. טבלה זו מראה הערכה למתאם אפשרי בין יחידות הסלע באזור התכנית לסווגם הגיאוטכני. הסווג בפועל צריך להתבצע על סמך נתוני השתית המדודים בשטח התכנית.

טבלה 2: סוג חתך הקרקע בת"י 413, גליון תיקון 5, על פי מהירות גלי הגזירה ב 30 המטרים העליונים (Vs_{30}).

סוג הקרקע	תאור	מהירות גלי הגזירה ב 30 המטרים העליונים של חתך הקרקע (Vs_{30}), מ'ש'	מתאם אפשרי לליתולוגיות באזור התכנית
A	סלע קשה	1500<	
B	סלע	760-1500	חתורים
C	קרקע צפופה מאוד או סלע רך	360-760	קונגלומרט, אלוביום
D	קרקע קשיחה	180-360	קונגלומרט, אלוביום
E	חרסית רכה	180>	

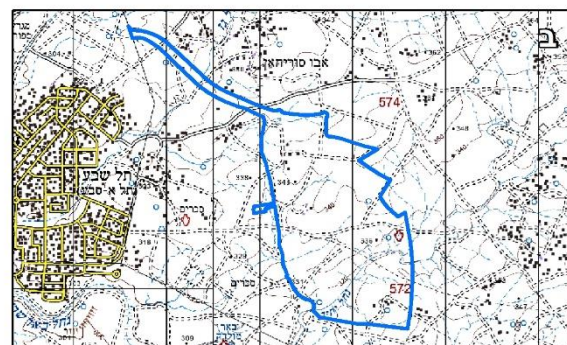
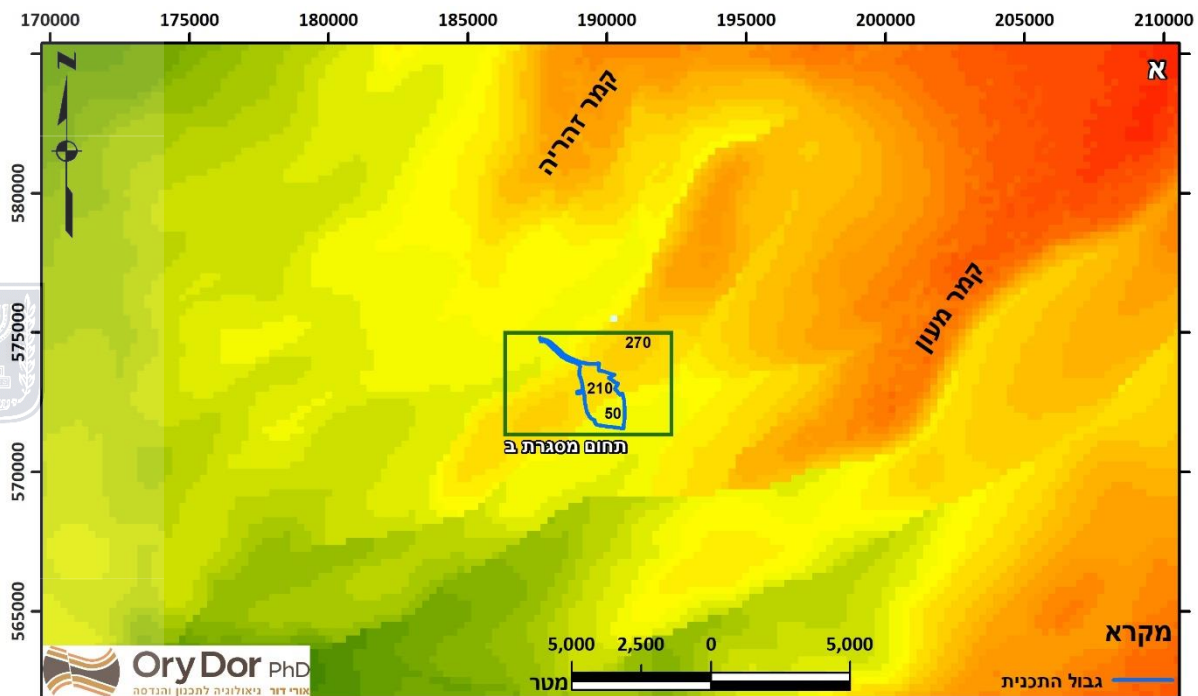
מידע ספציפי לגבי מהירויות גלי הגזירה בשכבות הסלע השונות המאפיינות את פני השטח ואת תת הקרקע באזור הסמוך לתחום התכנית, נאסף ומוצג במסגרת סקר המיקרוזונציה של אזור באר שבע (Hofstetter et al., 2013). במסגרת סקר זה בוצעו מדידות גיאופיזיות לאפיון חתכי הקרקע. מהירויות גלי הגזירה הטיפוסיות לחתך מופיעות באיור 3. על פי חתך זה, המהירויות האופייניות לשכבות המילוי עומדות על $Vs = 250-700\text{ m/s}$ (סוגי קרקע D או C), והמהירויות של השתית הסלעית שבבסיסן בטווח העומקים הרלוונטי להיבטים ההנדסיים בתכנית עומדות על $Vs = 800-1200\text{ m/s}$ (סוג קרקע B).

	לרמן בן-שושן ישר אזור נוף הוכן עבור:	ביצוע: 8/2019 עמוד 5
	סקר סיכוני רעידות אדמה ראשוני עבור תכנית שכונת אלמטלה, תל שבע	

3. תנאים מבניים וסיסמוטקטוניים

3.1. סביבה מבנית

בהיבט המבני, התכנית מתפרשת לרוחבו של אחד מקמרי המישנה הבונים את קמר מעון (איור 4, איור 6). מערכת קמרי הקשת הסורית אליה שייך קמר מעון, החלה להתפתח בסוף הקרטיקון העליון בשוליו של המאסיב הערבי-נובי (Bentor and Vroman, 1954), מסוריה בצפון ועד מצרים בדרום, במקביל לתחילת השקעתה של חבורת הר הצופים. הקמרים הם א-סימטריים (איור 5), בעלי אגף דרום מזרחי תלול (עד כ 90° ולעיתים יותר) ואגף צפון מערבי מתון (נטייה טיפוסית כ 10°). קמרי הקשת הסורית פעלו עד שלהי המיוקן (למשל, Sagy et al., 2017), ולא מוכרת עליהם פעילות טקטונית צעירה, אולם ניכרים לאורכם מס' מוקדי רעידות אדמה המעידים על הצטברות ושחרור עכשוויים של מאמצים (כדוגמת רעידת האדמה בקצהו של קמר מודיעין, בגודל $ML=4.2$, 2007).

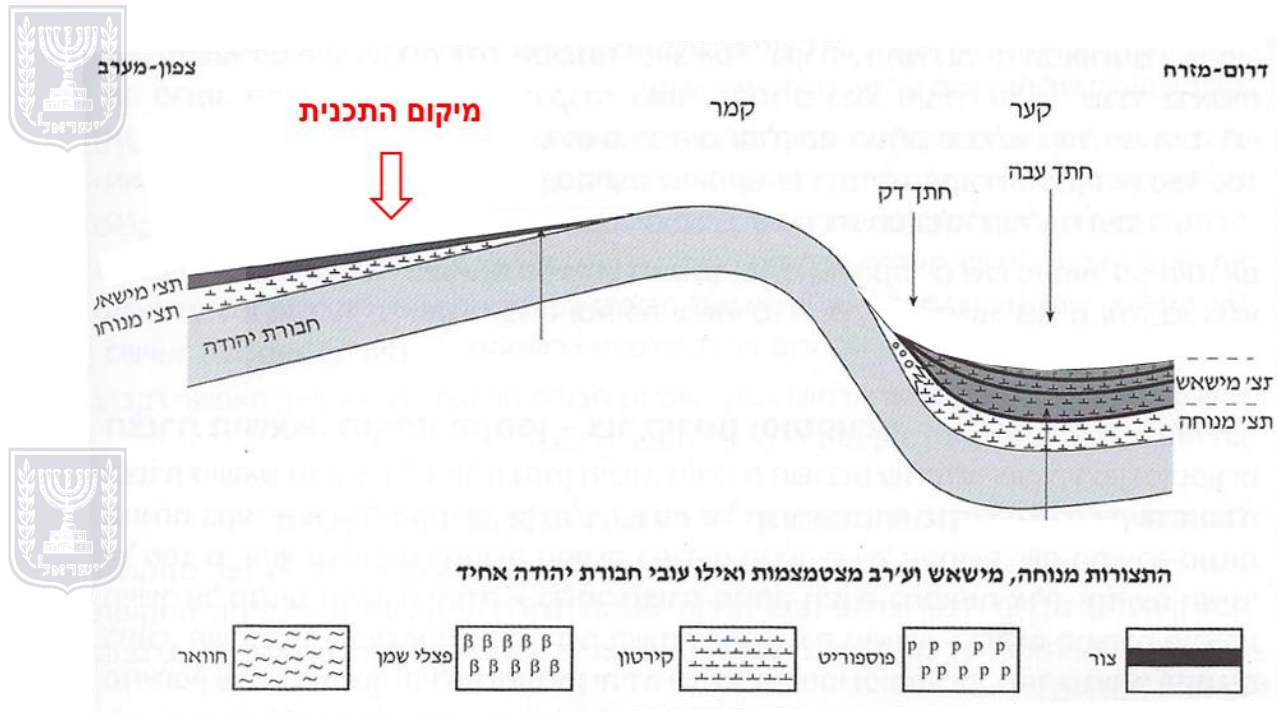


איור 4: (א) מודל רום סטרוטורלי של משטח גג חבורת יהודה (אחרי Fleischer and Gafso, 2003). ערכי הרום (מטרים) של המשטח מצויינים במס' מקומות בכיתוב שחור; (ב) מפה טופוגרפית של אזור התכנית; (ג) התחום של מסגרת א' מוצג על גבי מפת המבנים הגיאולוגיים (פרטים נוספים באיור 6).

איור 4 א' מציג את מודל הרום של משטח גג חבורת יהודה (המגע בין תצורת נצר – טורון לתצורת מנוחה – סנון). הטופוגרפיה של המשטח מצביעה על קיומם של מס' קמרי מישנה באזור התכנית, הרוכבים על המבנה הכללי של

	הרשות להתיישבות הממשלה משרד הביטחון משרד המגורים משרד המגורים משרד המגורים	לרמן בן-שושן עיר אזור נוף	הוכן עבור:	OryDor PhD אגף גאולוגיה ורעידות אדמה Geology for Planning and Design	ביצוע: 8/2019
			סקר סיכוני רעידות אדמה ראשוני עבור תכנית שכונת אלמטלה, תל שבע		עמוד 6

קמר מעון שמיקום צירו מסומן באיור 6 ובאיור 4ג'. לאורך צירו ושיאו של הקמר, הסלעים הקרבונטיים הקשים של חבורת יהודה (ירוק בהיר באיור 4ג') חשופים על פני השטח. על אגפו הצפון מערבי של קמר מעון, באזור התכנית, מונחים סלעי הקירטון והצור של חבורת הר הצופים (וגם של חבורת עבדת), אשר שקעו במקביל ולאחר התפתחות הקמרים. יחסי שדה אילו מודגמים על ידי החתך הסכמטי באיור 5. התכנית נמצאת באזור בו רום המשטח של גג חבורת יהודה עומד על כ-200 מ' במרכז התכנית – לאורך ציר קמר המישנה, ו-50 מ' בשוליה. רום פני השטח כ-320 מ' (איור 1), כך שמשטח גג חבורת יהודה קבור באזור התכנית בעומקים שבין 300 מ' ל-100 מ' מתחת לפני השטח (בהנחה שגג חבורת יהודה לא עבר גידוע משמעותי באזור זה).



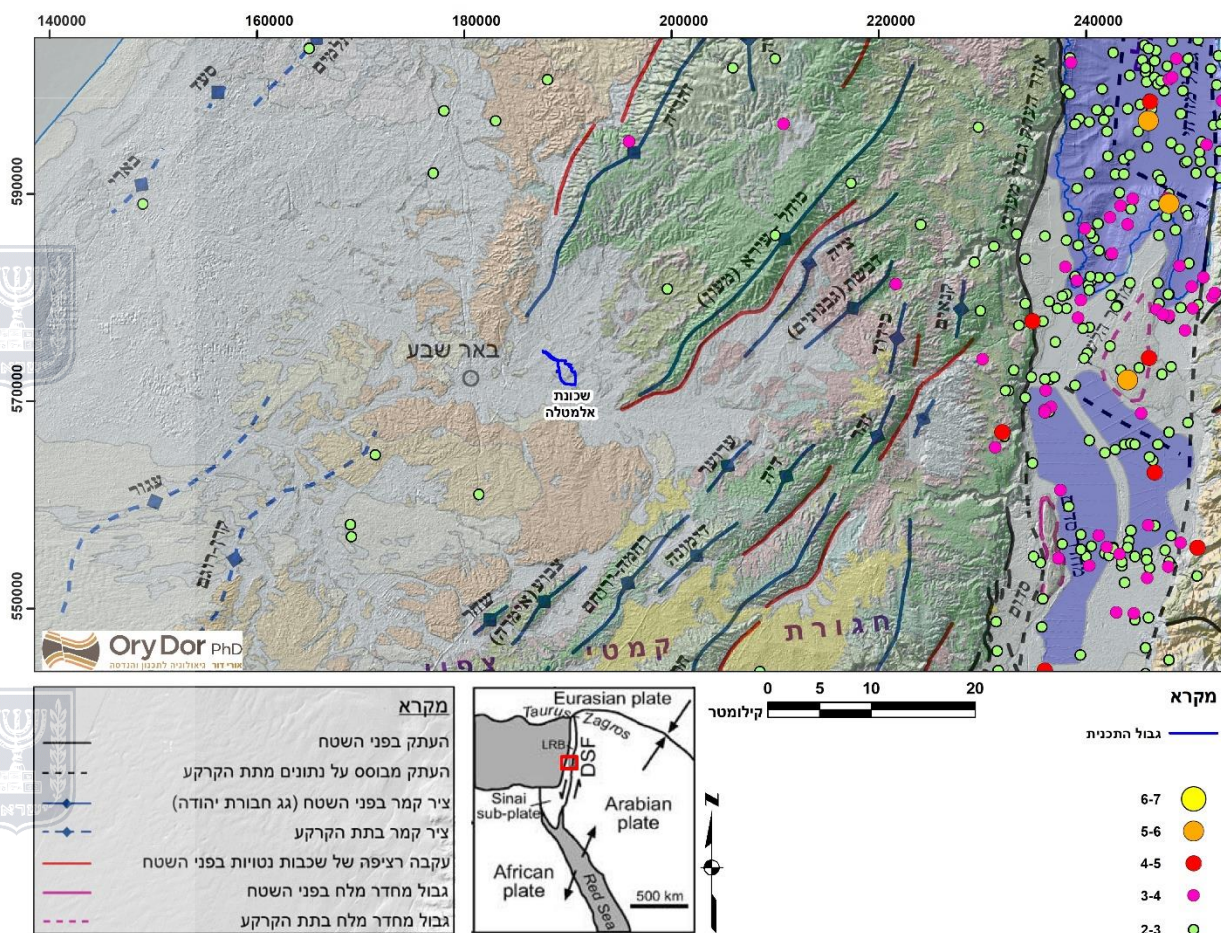
איור 5: חתך גיאולוגי סכמטי דרך מבנה אנטיקלינה בנגב הצפוני (מעובד אחרי זילברמן וחובי, 2011), כולל סימון מיקום התכנית ביחס לצירו של קמר מעון. הסלעים הקשים של גג חבורת יהודה מסומנים בירוק בהיר באיור 4ג'.

3.2. מקורות סיסמוגניים עיקריים ופעילות סיסמית

המקור הסיסמוגני העיקרי לרעידות אדמה גדולות בעלות השפעה אפשרית על אזור התכנית הוא מערכת העתקים המלח, הממוקמת כ-40 קמ' ממזרח לתכנית (אזור מצדה). מערכת העתקים זו מפרידה בין לוח ערב לתת-לוח סיני, תוך שהיא מחברת בין אזור הפתיחה (האוקיאנוס העוברי) של הים האדום לבין אזור ההתנגשות בדרום-מזרח טורקיה. לאורך המערכת מתרחשת תנועה אופקית שמאלית; סמני הסטה גיאולוגיים מראים כי התנועה האופקית שהחלה במיוקן לפני כ-20 מיליון שנה הצטברה לכדי כ-105 קמ' של הסטה יחסית בין הלוחות (Quennell, 1959). ב-2000 השנים האחרונות התרחשו לאורך מערכת העתקים זו כ-25 רעידות אדמה שגודלן $M > 7$ (Ben-Menahem, 1991). באגני המתיחה שלאורך מערכת העתקים זו, כדוגמת אגן ים המלח הנמצא ממזרח לתכנית, מתרחשת תנועה אנכית על גבי מערכות של העתקי שוליים.

לאורך מערכת העתקי ים המלח מתרחשת פעילות סיסמית הבאה לידי ביטוי בפזיזר מוקדי רעידות האדמה שהוקלטו מכשירנית, ומוצגים באיור 6. בנוסף למוקדים אילו, קיימות עדויות היסטוריות, גיאולוגיות וארכיאולוגיות רבות לרעידות אדמה גדולות שהתרחשו לאורך מערכת העתקים זו ובפרט בבקעת ים המלח ממזרח לתכנית, בתקופה הטרומ מכשירנית (למשל, Hamiel et al., 2009).

קמרי "הקשת הסורית", על אף קירבתם המיידית לאזור התכנית, מהווים עבורה מקור סיסמוגני מישני.



איור 6: מיקום התכנית על גבי מפה ארצית של מבנים גיאולוגיים (מתוך Sneh and Weinberger, 2014) בצירוף מוקדי רעידות אדמה מתוך קטלוג המכון הגיאופיזי. גיאולוגיה מתוך Sneh et al. (1998). במסגרת הקטנה באמצע: מערכת העתקי ים המלח (Dead Sea Fault - DSF) והקשרה הטקטוני האזורי.

		לרמן בן-שושן יעיר מאור נמר	הוכן עבור:		ביצוע: 8/2019
			סקר סיכוני רעידות אדמה ראשוני עבור תכנית שכונת אלמטלה, תל שבע		עמוד 8

4. סיכוני רעידות אדמה

4.1. תנודות הקרקע באתר

4.1.1. תנודות הקרקע החזיות בגג שכבת הסלע

מודל סיסמוטקטוני

תנודות הקרקע בגג שכבת הסלע הקשה – הבסיס להערכת התכן הסיסמי התיקני - מחושבות באמצעות מודל סיסמוטקטוני הסתברותי המשכלל את תרומתם של המקורות הסיסמוגניים בעלי השפעה אפשרית על האתר. העתקים ו/או מקורות פוליגוניים, על סמך המאפיינים שלהם (מגניטודות המקסימום, זמני חזרה, קצבי הסטה, מרחק מהאתר). עיקר המקורות המשפיעים על אזור התכנית תוארו בפרק הקודם.

המודל הסיסמוטקטוני הלאומי נכלל בת"י 413 (קלר וחובי, 2011). מודל זה מבוסס על החלוקה לאזורים סיסמוגניים של Shamir et al. (2001) (איור 7) ועל הפרמטריזציה שלהם על פי Shapira and Hofstetter (2002). המודל כולל שילוב של קצבים סיסמיים מדודים והיסטוריים, ייצוג המקורות הסיסמוטקטוניים כפוליגונים, וייצוג רעידות אדמה כנקודות. מודל זה סובל ממספר חסרונות מהותיים (הערכת חסר של קצבי תנועה, היעדר מקורות קווים – העתקים, שימוש במשוואת ניחות בודדת, וכיו"ב). בימים אילו מתבצע מאמץ מחקרי לצורך החלפתו במודל עדכני התואם את הסטנדרטים הבינלאומיים בתחום (למשל, Avital et al., 2018).

תאוצת שיא הסתברותית בגג הסלע

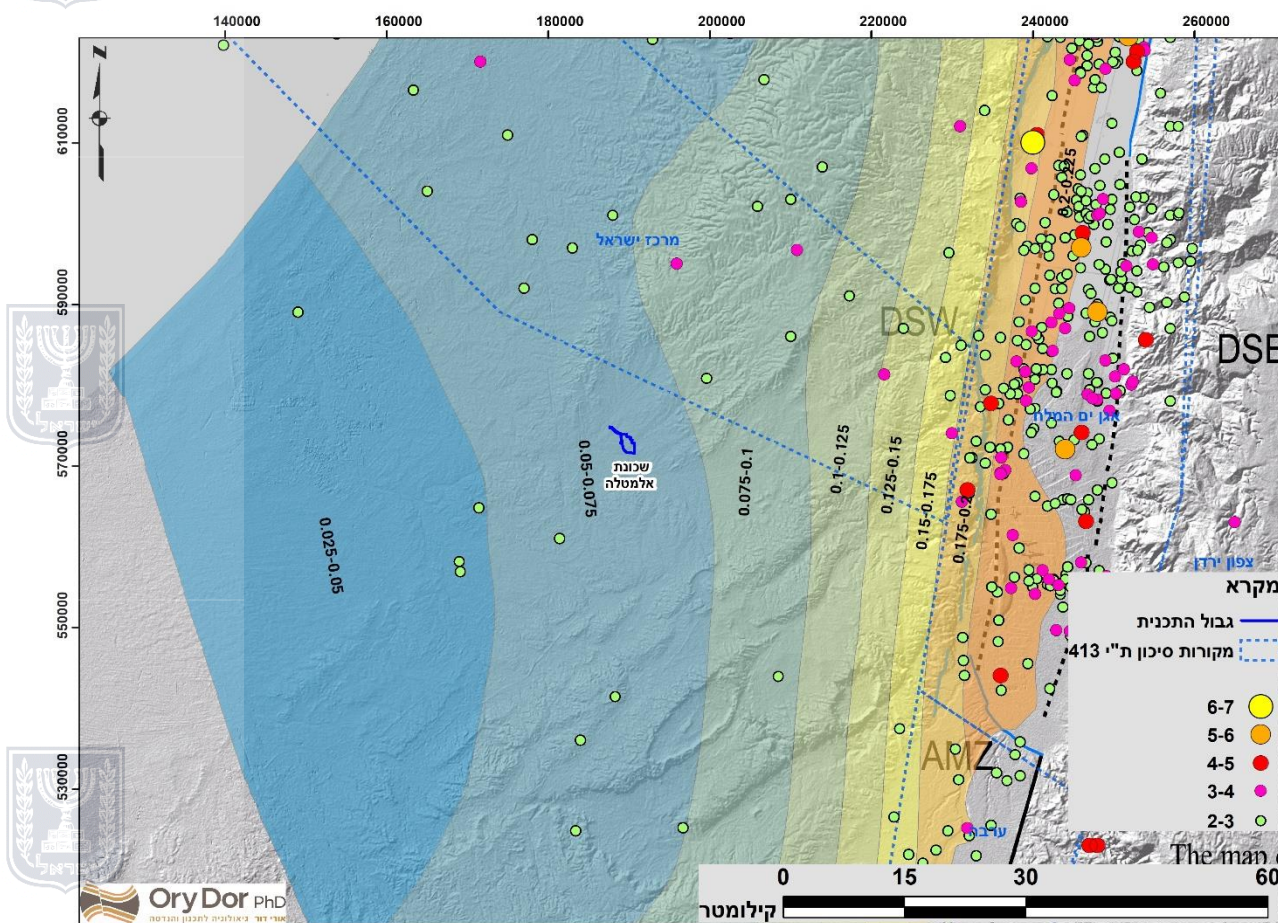
טבלה 3 מציגה את תאוצת הקרקע האופקית שגבוהה ממנה אינה צפויה באזור התכנית בזמני חזרה שונים עבור שתית סלעית (סווג קרקע B) על פי גליון חישוב הנילוה לגליון תיקון 5 לתקן ישראלי 413 (קלר וחובי, 2011). בנייה סטנדרטית למגורים מתוכננת להסתברות של 10% ב 50 שנה.

באיור 7 מוצג מיקום התכנית על גבי מפת תאוצות השיא בהסתברות של 10% ב 50 שנה מתוך ת"י 413. התכנית ממוקמת ברצועה בה טווח הערכים הוא 0.05-0.075g. התכנית אינה כלולה בתחומו של אחד האזורים הסיסמוגניים המשמשים כמקורות סיכון במודל התאוצות של ת"י 413, אולם נמצאת בסמיכות לאזורים הסיסמוגניים "מרכז ישראלי" (Shamir et al., 2001) בו קצב הפעילות הסיסמית נמוך יחסית.

טבלה 3: תאוצת הקרקע האופקית שגבוהה ממנה אינה צפויה באזור התכנית עבור שתית סלעית (סווג קרקע B) כתלות בזמן חזרה של רעידת אדמה (קלר וחובי, 2011).

זמן חזרה (שנים)	הסתברות להתרחשות (% ב 50 שנה)	PGA (g)
475	10	0.07
975	5	0.08
2475	2	0.11

	לרמן בן-שושן עיר אזור ענף הוכן עבור:	OryDor PhD אגף גאולוגיה ורעידות אדמה Geology for Planning and Design ביצוע:	8/2019
סקר סיכוני רעידות אדמה ראשוני עבור תכנית שכונת אלמטלה, תל שבע			
עמוד 9			



איור 7: מיקום התכנית על גבי מפה ארצית של תאוצות השיא בהסתברות של 10% ב 50 שנה, מתוך מפת תאוצות השיא של ת"י 413. מספרים בצבע שחור מציינים את ערכי תאוצת השיא (g) עבור הרצועה בה הם מופיעים. האזורים הסיסמוגניים (Shamir et al., 2001) הם המקורות הפוליגוניים לחישוב הסיכון הסיסמי בת"י 413.

4.1.2. הגברת שתית

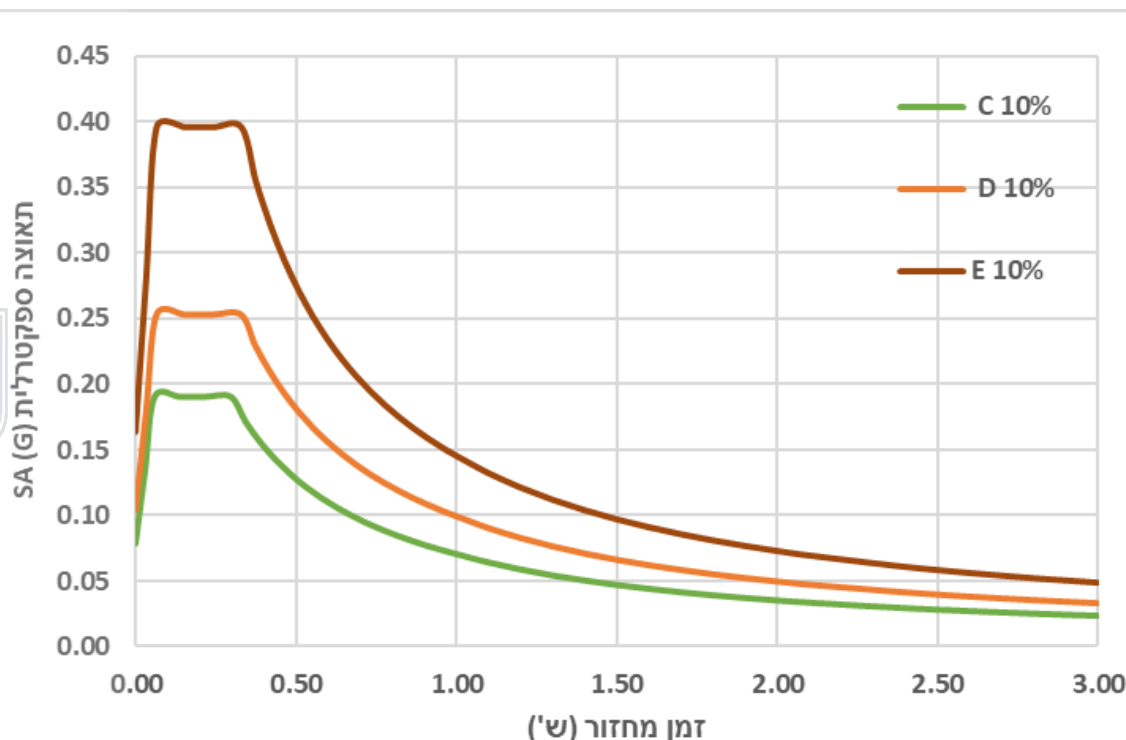
סוג הקרקע המשוער

כאמור בסעיף 2.2, סוג הקרקע המשוער באזור התכנית הוא C או D. ת"י 413 קובע במפורש כי בהיעדר נתונים מספיקים לעומק של 30 מ' לפחות, יתבצע החישוב לפי סוג קרקע E (אלא אם הקרקע מסווגת כ F).

ספקטרום התגובה ותאוצות ספקטרליות

איור 8 מציג ספקטרה תגובה לתכנון שחושבו באמצעות גליון חישוב של ת"י 413, עבור הסתברות של 10% ב 50 שנה (ההסתברות התיקנית לבנייה) ורמת ריסון של 5%. הספקטרה חושבו עבור סיווגי הקרקע האפשריים C ו D, ועבור סוג קרקע E, בנקודה שנבחרה שרירותית במרכז התכנית. יש לחשב את ספקטרום התגובה לתכנון לפי סוג הקרקע בהתאם לפרמטרים הגיאוטכניים המדוּרִים באתר התכנית/היתר.

		לרמן בן-שושן עיר אזור נוף	הוכן עבור:		ביצוע: 8/2019
			סקר סיכוני רעידות אדמה ראשוני עבור תכנית שכונת אלמטלה, תל שבע		עמוד 10



איור 8: ספקטרה התגובה לתכנון לפי גליון חישוב של ת"י 413 עבור הסתברות של 10% ב 50 שנה (ההסתברות התיקנית לבנייה) ורמת ריסון של 5% עבור סווגי הקרקע המשוערים C ו D, ועבור סווג קרקע E במרכז התכנית. יש לחשב את ספקטרום התגובה לתכנון לפי סווג הקרקע בפועל.

4.1.3. הגברת שתית חריגה

הגורמים להגברת שתית חריגה

בזמן רעידת אדמה, תאוצות הקרקע החזיות עבור תשתית סלעית קשה עלולות להיות מוגברות במצב של מעבר חד בין הסלע לשכבות בליה/קרקע/סלע רך שמעליו עקב ירידה חדה במהירות הגלים, וכתוצאה מהתאבכות בונה הנגרמת מהחזרות של הגלים הן מפני השטח והן מהמגע בין הסלע הקשה לשכבות שמעליו (תהודה). הגברה חריגה יכולה להתרחש גם כתוצאה מכליאת הגלים הסיסמיים בגבולות אגן סגור שקירותיו קשיחים (למשל על ידי העתקים המפרידים חומר מילוי רך באגן מהסלעים התוחמים אותו). ההגברה עשויה להעלות משמעותית את ערך התאוצה בפני השטח ביחס לערכה בגבול הסלע הקשה בעומק.

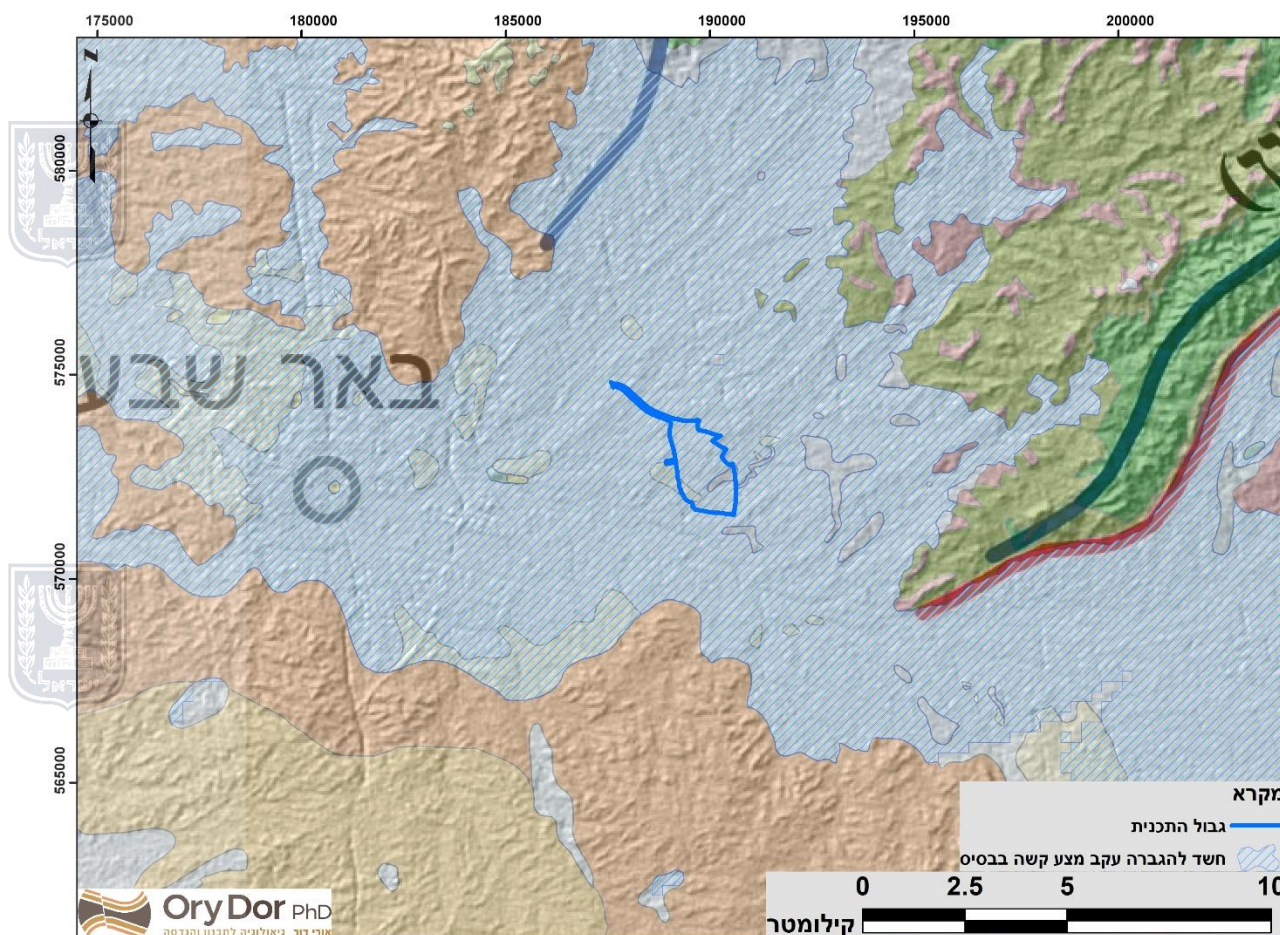
הגברת שתית חריגה באזור התכנית

איור 9 מראה את גבול התוכנית ביחס לתחום האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות (אחרי גבירצמן וזסלבסקי, 2009). על פי איור זה, הגברה כתוצאה מקיומו של מצע קשה מאוד בבסיס צפויה בכל תחום התכנית.

המגע האחראי להגברה החריגה באזור זה הוא גב חבילת סלעי הגיר הקשים מאוד של חבורת יהודה ($V_s=1900-2100$ m/s - למשל, Hofstetter, 2013; איור 3). על פי גבירצמן וזסלבסקי (2009), כאשר המגע עמוק יותר מ 300 מ', אפקט ההגברה כבר אינו משמעותי. כאמור בסעיף 3.1, משטח גב חבורת יהודה קבור באזור התכנית בעומקים שבין 300 מ' ל 100 מ' מתחת לפני השטח, ולכן תתכן בתחום התכנית הגברה חריגה הנובעת מקיומו של מגע זה בתת הקרקע. מגע נוסף העשוי לגרום להגברה חריגה קיים בין האלוביום ($V_s=250-500$ m/s) לבין הסלעים הניאוגניים-קרטיקוניים שבתת הקרקע ($V_s=800-1200$ m/s, איור 3).

		לרמן בן-שושן עיר באזור נוף	הוכן עבור:		ביצוע: 8/2019
			סקר סיכוני רעידות אדמה ראשוני עבור תכנית שכונת אלמטלה, תל שבע		עמוד 11

קנה המידה של מפת הסיכון באיור 9 הוא 1:200,000, והיא נשענת על בסיסי נתונים בקנה מידה דומה, בין היתר על מפה גיאולוגית בקנ"מ של 1:200,000 (Sneh et al., 1998). על אף שגיאות של עשרות מטרים בגבולות תחומי הסיכון הנובעות מטווחי השגיאה ומרמת ההפרדה הנמוכה של בסיסי הנתונים עליהם מבוססת מפת הסיכון, ניכר כי הפוטנציאל להגברה חריגה קיים בכל תחום התכנית.



איור 9: תחום התכנית בצירוף סימון האזורים החשודים בהגברה חריגה (מתוך גבירצמן וזסלבסקי, 2009) על רקע מפה ליתולוגית המבוססת על מיפוי גיאולוגי בקנ"מ 1:200,000 (Sneh et al., 1998).

במסגרת סקר מיקרוזונציה שבוצע באזור העיר באר שבע (Hofstetter et al., 2013; תחום הסקר מופיע באיור 2), נמצא כי בזמני מחזור העולים על 0.2-0.4 שניות (טווח רלוונטי עבור בנייה של מבנים בני מס' בודד של קומות ומעלה), צפויה במרחב הסקר הגברה חריגה – כלומר, בזמני מחזור אילו, תקן הבנייה מעריך בחסר את התאוצה הספקטרלית. לאור הדמיון הכללי בתנאים בין תחום התכנית לבין תחום סקר המיקרוזונציה של העיר באר שבע, **יש להניח כי גם בתחום התכנית יתכן ונדרש תכן סיסמי העולה על זה של ת"י 413 לבנייה למגורים.**

ת"י 413, גליון תיקון מס' 5 קובע כי יש לבצע סקר תגובת אתר מסויים שתכליתו זיהוי תדרי התהודה הדומיננטיים ומידת ההגברה שלהם, במקרים הבאים:

- באזורים בהם הקרקע מסווגת כ F; הקריטריונים הגיאולוגיים-גיאוטכניים לסווג קרקע כ F מצוינים ב ת"י 413, גליון תיקון מס' 5, סעיף 202.2.1 (ניתן להגדיר את סוג הקרקע רק באמצעות סקר קרקע. ללא התוויה אחרת סקר זה מתבצע בשלב היתרי הבניה).

		לרמן בן-שושן עיר אזור נוף הרשות והתיישבות הטריטוריה והמרחב המדינה והמדיניות המדינה והמדיניות המדינה והמדיניות	הוכן עבור:		ביצוע: 8/2019
סקר סיכוני רעידות אדמה ראשוני עבור תכנית שכונת אלמטלה, תל שבע					עמוד 12

- עבור מבנים מקבוצת חשיבות א' (מבנים האמורים לתפקד עם מערכותיהם בעת ולאחרי רעידת אדמה) באזורים שבהם לפי מפת "האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות" (נספח ט בתקן; חלק ממפה זו מופיע באיור 9), יש חשד להגברות שתית חריגות עקב המצאות סלע בסיס קשה מאוד או עקב השפעת אגן.

כמו כן, קובע ת"י 413, כי עבור שאר המבנים הסטנדרטיים הממוקמים באזורים החשודים בהגברות שתית חריגה, תסווג הקרקע בדרגת קשיחות פחותה מזו שהתקבלה בהתאם לקריטריונים (למשל, טבלה 2) על סמך מדידות.

4.2. קריעת פני שטח על גבי העתק פעיל

רקע

פעילות סיסמית (רעידת אדמה) על גבי העתקים באה לידי ביטוי בין היתר בתנועה יחסית של הסלעים משני צידי ההעתק תוך כדי סידוק, ריסוק וקריעת סלע. כאשר פעילות זו מצטלבת עם פני השטח מתרחש מעוות היכול להוביל להרס של מבנים הממוקמים על גבי ההעתק או בתחום רצועת הגזירה שלו (שעוביה האפשרי הוא עד מס' מאות מטרים מכל צד של ההעתק).

תקני בנייה העוסקים בנושא ההעתקה הפעילה, ובכלל זה ת"י 413, מגדירים "אזור העתקה פעילה" הכולל את תוואי ההעתק כפי שמופיע במפות בקנ"מ אזורי (במקרה של ישראל – 1:50,000) וחציץ (באפר) בן מספר עשרות עד מאות מטרים מכל צד וקצה של ההעתק (בישראל – 200 מ') בו קיימת חובת בדיקה ומיפוי בקנ"מ מקומי של ההעתק וענפי המישנה שלו. עוד קובעים התקנים, כי אין לבנות על גבי ההעתקים שמופו ובמרחק ביטחון (setback) מהם המשקף את חוסר הוודאות במיפוי ובמיקום הקרע העתידי. בישראל מרחק זה עומד על 15 מ'. קיימים מקרים הנוגעים לסוגי קרקע וסוגי בינוי מסויימים, בהם מתירים התקנים בנייה על גבי עקבת ההעתק הפעיל/חשוד.

מיקום התכנית ביחס להעתקים פעילים/חשודים תיקניים

על פי המפה התיקנית של ת"י 413 לנושא קריעת פני שטח (שגיא וחוב', 2016), אין בתחום התכנית ובסביבתה הקרובה העתקים פעילים/חשודים כפעילים. בהתאם לכך, אין חובות בדיקה והגבלות ביצוע לגבי התכנית בכל הנוגע לקריעת פני שטח כתוצאה מהעתקה.

הסיכון מהעתקים ניאוטקטוניים שאינם תיקניים

בתחום התכנית ובסביבתה הקרובה לא מוכרים העתקים שפועלים במסגרת תהליכים טקטוניים עכשוויים ("העתקים רביעוניים").

4.3. התנזלות

רקע

התנזלות קרקע מתרחשת כאשר גלים סיסמיים בעלי רמת תאוצה העוברת סף קריטי מתקדמים בקרקע בעלת מבנה גרגירי-נקבובי לא מלוכד, רוויה במים. כאשר תנודות הקרקע מעלות משמעותית את לחץ הנוזל בנקבים הקרקע מאבדת מהחוזק שלה ומתנהגת כנוזל, כלומר אינה יכולה לתמוך במבנים המבוססים בתוכה. פוטנציאל התנזלות קרקע קיים באזורים שבקרבתם יש מקור סיסמוגני משמעותי (באופן טיפוסי עד עשרות קמ'), ובהם קיימים אופקי משקעים חוליים או חוליים-טיניים צעירים ומפלס מי התהום מצוי ברום הרדוד מ-20 מטר מתחת לפני השטח (סלומון וחוב', 2008).

¹ "מבנים בעלי חשיבות ציבורית גבוהה, האמורים לתפקד עם מערכותיהם בעת רעידת אדמה ולאחריה: מבני תחנות כח, בתי חוליים, תחנות מכבי אש, תחנות משטרה, מרכזות טלפון, תחנות עזרה ראשונה (לרבות כניסות ומעברים, וכן מבני שירות ומיכלי המים המשרתים אותם)"

		לרמן בן-שושן עיר אזור נוף	הוכן עבור:		ביצוע:	8/2019
					סקר סיכוני רעידות אדמה ראשוני עבור תכנית שכונת אלמטלה, תל שבע	עמוד 13

פוטנציאל ההתנזלות באזור התכנית

בבחירת מיון ראשונית (screening) של הסיכון להתנזלות, עולה כי מתקיימים התנאים בהיבטים הבאים:

היבט סיסמי: על פי יחסים אמפיריים, במרחק של התכנית מבקע ים המלח (כ 40 קמ'), תתכן התנזלות בהתרחש רעידות אדמה בינוניות וחזקות (Wang, 2007).

היבט הידרוגיאולוגי: מפלס מי התהום האזורי מצוי באקוויפר חבורת יהודה בעומק של מס' מאות מטרים. אופקי מים יתכנו גם באקוויפר האיאוקני בעומק של מעל עשרות מטרים, ואולי אף מפלסי מים שעונים עונתיים באזורי האלוביום והקונגלומרט, בעומק הרדוד מ 20 מ'.

היבט גיאולוגי/גיאוטכני: השתית הרביעונית (אלוביום) והפליוקנית (תצורת פלשת) באזור התכנית כוללת מרכיבים גרנולריים, חלקם בעלי קוהזיה נמוכה יחסית ויכולת אגירה של מי תהום. חלק ממשקעים אילו חרסיתי ובעל פוטנציאל נמוך יחסית להתנזלות, אם כי לא ניתן לשלול אותן, במיוחד במצב של העמסה מחזורית ארוכה. אבן החול הגירית מתצורת פלשת היא מגיל פליוקן, ויש להניח שעברה הידוק שהקטין משמעותית את מידת התחחות שלה.

ניכר אם כך ששלושת התנאים לקיומה של התנזלות אינם מתקיימים במצטבר או מתקיימים בסבירות נמוכה מאוד בתחום התכנית.

4.4. גלישת מדרונות

רקע

גלישת קרקע מתרחשת כאשר מסת סלע/קרקע מתנתקת מסביבתה לאורך מישור גזירה וגולשת במורד מדרון כתגובה לכוח הכבידה. אירועי גלישה רבים מתרחשים כתגובה למעבר גלים סיסמיים בזמן רעידת אדמה והחלשת מישורי הכניעה. במקרים רבים מסת הסלע הגולשת עוברת מעוות הפוגע במבנה הפנימי שלה. מבנה הממוקם על גבי מסת סלע הגולשת כתגובה לרעידת אדמה צפוי, במקרים רבים, לעבור הרס קטסטרופלי.

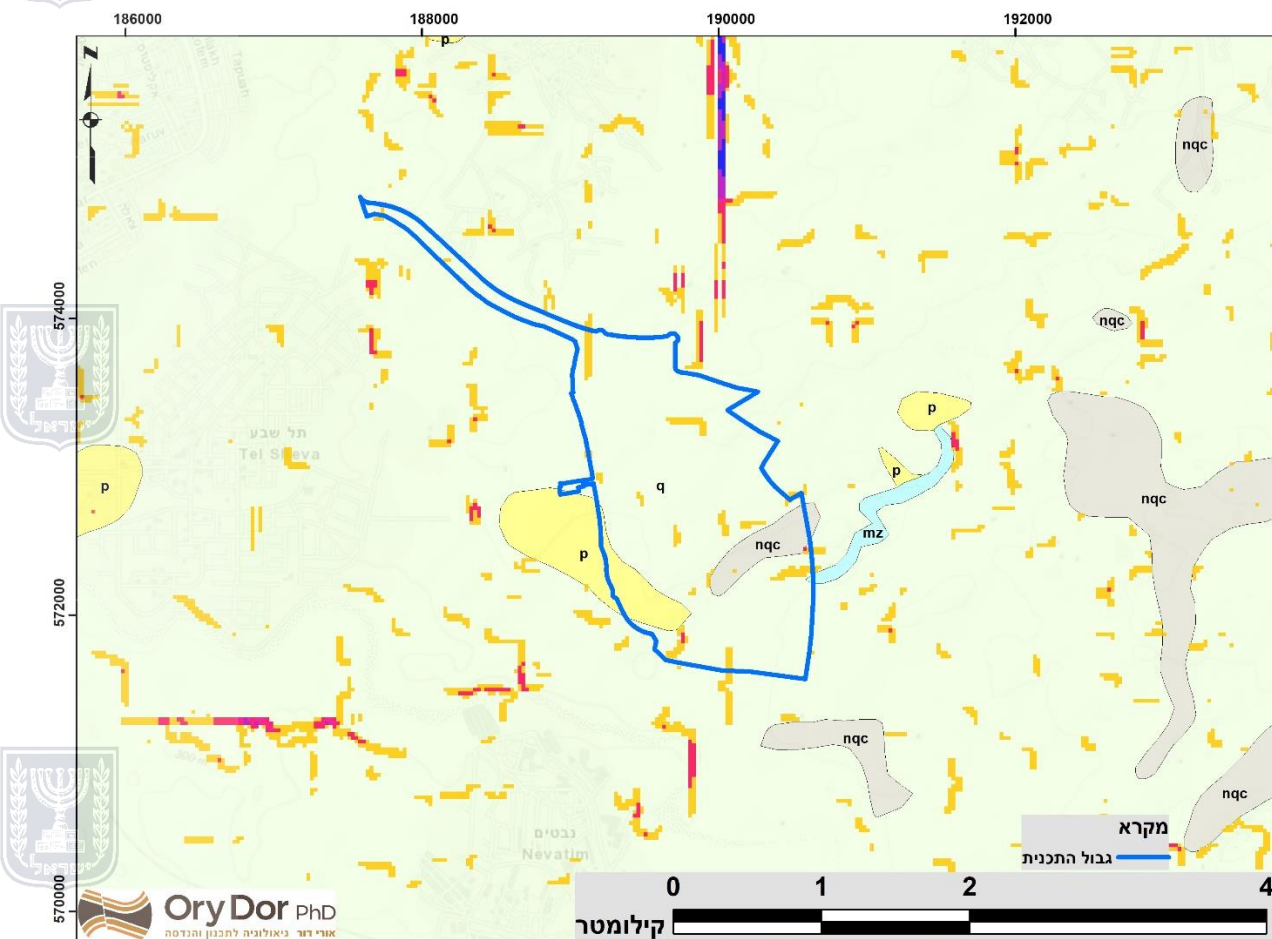
הערכת הפוטנציאל לגלישת מדרון מתבססת על שיכלול של חוזק הסלעים (בעיקר דרגת הלכידות), נטיית המדרון, נטיית השיכוב, והתאוצה הצפויה באתר כולל מרכיב ההגברה, היכן שרלוונטי. בהערכת הסיכון עבור מבנה/פיתוח ספציפי יש לשכלל את הגורמים הנ"ל בהתייחס למפלס ומסלע פני השטח לאחר עבודות הפיתוח, ולשינוי בעומס על המדרון כתוצאה מעבודות הפיתוח והבינוי.

גורמי הסיכון לגלישת מדרונות באזור התכנית

מפת הסיכון הארצית לכשל מדרון (כץ ואלמוג, 2006; איור 10) – מציגה דרגות רגישות לכשל על סמך שיכלול של הגורמים הגיאולוגיים על בסיס מסדי נתונים בקנ"מ 1:200,000. על פי איור 10, בתחום התכנית מופיעות רצועות צרות או מקבצים של מס' פיקסלים המציינים אזורי סיכון.

רמת האמינות של אזורי רצועות סיכון שרוחבם פיקסלים בודדים נמוכה מאוד, והם ככל הנראה משקפים ארטיפקט מיפוי. לאור אופייה המתון של הטופוגרפיה בתחום התכנית, יש להניח כי רמת הסיכון בפועל היא זניחה.

 הרשות להגנה סביבתית וטבעית משרד המגורים והתשתיות السلطة البيئية والطبيعية المجلس المستشاري المستشار في البيئة 2012	לרמן בן-שושן עיר אזור ענף הוכן עבור:	 OryDor PhD אגף גיאולוגיה ותכנון ומרחב Geology for Planning and Design ביצוע:	8/2019
	סקר סיכוני רעידות אדמה ראשוני עבור תכנית שכונת אלמטלה, תל שבע		עמוד 14



איור 10: גבול התכנית בצירוף סימון אזורים בהם מתקיים פוטנציאל לשל מדרון לפי דרגות רגישות (מתוך כץ ואלמוג, 2006). ברקע - מפה גיאולוגית, ראה מקרא ופרטים באיור 2.

4.5. נחשול ים/אגם (צונאמי/סייש)

לאור הרום הטופוגרפי של התכנית ומרחקה מגוף מים גדול, לא מתקיים בתחומה סיכון להצפת צונאמי/סייש.



	לרמן בן-שושן עיר אזור נוף הוכן עבור:	8/2019 ביצוע: OryDor PhD אגף גיאולוגיה וסכנת רעידות Geology for Planning and Design
	סקר סיכוני רעידות אדמה ראשוני עבור תכנית שכונת אלמטלה, תל שבע	עמוד 15

5. סיכום והשלכות הממצאים עבור התכנית

5.1. סיכום הממצאים והשלכות לתכנון

טבלה 4 להלן מסכמת את עיקרי הממצאים של הסקר הראשוני לזיהוי סיכוני רעידות אדמה בתחום תכנית שכונת שכונת אלמטלה, תל שבע, ואת השלכותיהם עבור המשך הטיפול בתכנית.

טבלה 4: סיכום ממצאי הסקר הראשוני והשלכות עבור תחום התכנית.

גורם סיכון	ממצאים עבור אזור התכנית	השלכות והמלצות
תנודות קרקע	• תאוצת שיא של 0.07g עבור רמת סיכון תיקנית של 10% ב 50 שנה (טבלה 3). • הגברת שתית חריגה בכל תחום התכנית כתוצאה מקיומם של שני מחזירים דומיננטיים (גג חבורת יהודה וגג הטור הניאוגני-קרטיקוני) • פוטנציאל לתאוצה ספקטרלית העולה על זו שנדרשת בת"י 413 בזמני מחזור רלוונטיים לבנייה למגורים, בהתאם לממצאי סקר המיקרוזונציה הסמוך של באר שבע.	✓ סווג הקרקע במפלס הביסוס של מבנים סטנדרטיים וחישוב התכן הסיסמי בהתאם. ✓ שימוש בדרגת קשיחות פחותה מזו המתקבלת מנתוני השתית. ✓ נדרש סקר תגובת אתר עבור מבנים קולטי קהל בהיקפים משמעותיים או מבנים האמורים לתפקד עם מערכותיהם בעת רעידת אדמה.
קריעת פני שטח	אין סיכון	אין
התנזלות	פוטנציאל זניח	✓ בהתאם להנחיות ת"י 413
גלישת מדרון	אין סיכון	אין
הצפת נחשולים	אין סיכון	אין

5.2. המלצות

בהתאם לממצאי הסקר, מומלץ כי תקנון התכנית יכלול את ההנחיות הבאות:

- תנאי למתן היתרי הבניה עבור מבני ציבור קולטי קהל בהיקפים משמעותיים, או מבנים שאמורים לתפקד עם מערכותיהם בעת ולאחר רעידת אדמה לפי שיקול דעת מוסד התכנון, יהיה ביצוע סקר תגובת אתר מסוים על פי ההנחיות המפורטות בת"י 413 על עדכוניו, והטמעת ממצאי הסקר בתכן הסיסמי ההנדסי של המבנים.
- סווג הקרקע יקבע בהתאם לתנאי הקרקע לפי מידע גיאולוגי-גיאוטכני המאפיין את תחום ההיתר, ובהתאם להנחיות ת"י 413. תנאי למתן היתרי הבניה יהיה גיבוש תכן סיסמי על פי מקדמים המתאימים לסווג קרקע נמוך בדרגה אחת ביחס לסווג שנמדד באתר, על ידי מהנדס בעל רישיון בתחום הנדסת הקרקע והביסוס, או קונסטרוקטור.

סעיף זה אינו חל על בקשות להיתר בניה מסוג "עבודה מצומצמת".

		לרמן בן-שושן יעיר מאור נמר	הוכן עבור:		ביצוע: 8/2019
			סקר סיכוני רעידות אדמה ראשוני עבור תכנית שכונת אלמטלה, תל שבע		עמוד 16

6. רשימת מקורות ספרות

גבירצמן, ז., זסלבסקי, י. (2009). מפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות (מפה ודברי הסבר). המכון הגיאולוגי לישראל, דו"ח מס. GSI/15/2009.

דיוויס, מ. ודור, א. (2014). פיתוח מודל סיסמוטקטוני מודולרי לישום בהערכה של סיכונים סיסמיים בישראל. פרויקט מחקר עבור משרד הבינוי והשיכון (קול קורא 2012), הוועדה הבין משרדית להיערכות לרעידות אדמה.

דור, א. ודיוויס, מ. (2018). מפת סיכון ארצית להעתקה פעילה: עקרונות מוצעים לבסיס נתונים, מפת סיכון, ומדיניות תכנונית לניהול הסיכון. דו"ח עבור משרד הבינוי והשיכון (קול קורא 2016), הוועדה הבין משרדית להיערכות לרעידות אדמה.

כץ, ע. ואלמוג, ע. (2006). מפת סכנה ארצית לגלישות מדרון בישראל: גיליון צפוני, קנ"מ 1:200,000. המכון הגיאולוגי לישראל, דו"ח מס. GSI/38/2006.

סלמון, ע., צביאלי, ד., רוזנפט, מ., להמן, ט., הימן, א., אברמוב, ר. (2008). האזורים במישור החוף של ישראל בהם נדרשת חקירת הסיכון להתנזלות. המכון הגיאולוגי לישראל, דו"ח מס. GSI/34/2008.

קלר, א., זסלבסקי, י., מאירוב, ט., שפירא, א. (2011). מפות תאוצה ספקטרלית לשימוש בת"י 413 גליון תיקון 5. המכון הגיאופיסי לישראל, דו"ח מס. 522/599/11.

שגיא, א., סנה, ע., רוזנפט, מ., וברטוב, י. (2016). עדכון מעמד העתקים במפת 'העתקים פעילים וחשודים כפעילים' עבור תיקון 6 לתקן ישראלי 413 לשנת 2016. המכון הגיאולוגי לישראל, דו"ח מספר GSI/17/2016.

תקן ישראלי ת"י 413 (1995), וגליון תיקון מס' 5 (2013). תכן עמידות מבנים ברעידות אדמה. מכון התקנים הישראלי.

Avital, M., Davis, M., Dor, O., & Kamai, R. (2018). The Effect of Alternative Seismotectonic Models on PSHA Results—a Sensitivity Study for the Case of Israel. Nat. Hazards Earth Syst. Sci. doi.org/10.5194/nhess-2017-281.

Ben-Menahem, A. (1991). Four thousand years of seismicity along the Dead Sea rift. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, Volume 96, Issue B12, P. 20195-20216.

Fleischer, L., and Gafsou, R. (2003). Top Judea Group - digital structural map of Israel, The Geophysical Institute of Israel, Report 753/312/03.

Hamiel, Y., Amit, R., Begin, Z. B., Marco, S., Katz, O., Salamon, A., ... & Porat, N. (2009). The seismicity along the Dead Sea Fault during the last 60,000 years. Bulletin of the Seismological Society of America, 99(3), 2020-2026.

Hofstetter (2013). Mapping of the sub-surface in and around Be'er Sheva using seismological survey. GII report No. 018/720/13.

Quennell, A. M. (1959). Tectonics of the Dead Sea rift. In Proceedings of the 20th international geological congress, Mexico. P. 385-403.

Shamir, G., Y. Bartov., A. Sneh., L. Fleisher., V. Arad., and M. Rosenshaft. (2001) Preliminary seismic zonation in Israel, GSI Rept. 12/2001 and GII No. 550/95/01.

Shapira, A., & Hofstetter, A. (2002). Seismicity parameters of seismogenic zones. Shapira, A. An updated map of peak ground accelerations for the Israel Standard, 413, 1-15.

	לרמן בן-שושן עיר אזור נוף הוכן עבור:	 ביצוע:	8/2019
	סקר סיכוני רעידות אדמה ראשוני עבור תכנית שכונת אלמטלה, תל שבע		עמוד 17

Sneh, A., and Weinberger, R. (2014). Major Structures of Israel and Environs, scale 1:500,000. Isr. Geol. Surv.

Sneh, A, Bartov, Y., Weissbrod, T. and Rosensaft, M. (1998). Geological map of Israel (1:200,000, 4 sheets) Geological Survey of Israel.

Wang, C-Y. (2007). Liquefaction beyond the near field. Seismological Research Letters, 78 (5): 512-517.

