

לשכת התכנון המחוזית
מחוז דרום
ת.ד. 170019-0170016
20-09-2016
נתקבל

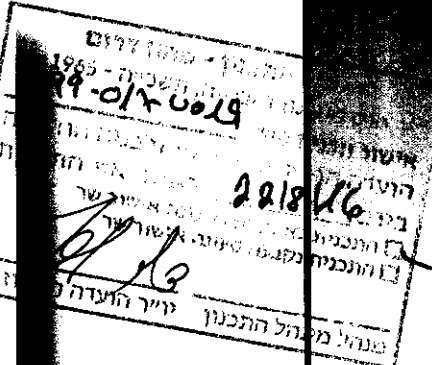


ייעוץ בנושא סיכוני רעידות אדמה

נספח סיסמי - תכנית מס' 699-0170019,

היחידה הדרומית, משמר הנגב:

חות דעת בנושא רגישות לסיכוני רעידות אדמה



עבור

אקולוג הנדסה בע"מ

קו מתאר בע"מ
אדריכלות ובניין ערים



ינואר 2016

פרויקט מס' PR15248



קו מתאר
אדריכלות ובני



הוכן עבור:

חוות דעת בנושא רגישות
לסיכונים רעידות אדמה בתחום
תכנית מס' 0170019-699,
היחידה הדרומית, משמר הנגב
עמוד i

ביצוע:



ינואר 2016

<u>תוכן</u>	<u>עמוד</u>
1. הקדמה	1
1.1. רקע	1
1.2. התנאים הגיאוגרפיים והגיאולוגיים בתחום התכנית ובסביבתה	1
2. הערכת הסיכונים הסיסמיים באזור התכנית	4
2.1. קריעת פני שטח כתוצאה מהעתקה על גבי העתק פעיל	4
2.2. תנאי השתית והגברת תנודות הקרקע	5
2.2.1. תאוצות אופקיות חזויות על פי ת"י 413	5
2.2.2. הגברת שתית חריגה של התאוצות החזויות	5
2.3. גלישת מדרון	7
2.4. התנזלות	9
2.5. הצפת נחשול ימי (צונאמי)	9
3. מסקנות והמלצות	10
3.1. סיכום ממצאי הבדיקה והמלצות	10
3.2. הנחיות להטמעה במסמכי התכנית	10
4. מקורות	11

רשימת איורים

- איור 1: מפת מיקום של גבול תכנית על גבי מפה טופוגרפית בקני"מ 50,000:1
- איור 2: תחום התכנית על רקע מפה גיאולוגית בקני"מ 50,000:1
- איור 3: מקרא למפה הגיאולוגית באיור 2, מתוך גיליון משמר הנגב
- איור 4: גבול התכנית על גבי תחום סיכון מתוך מפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות
- איור 5: מפת רגישות לכשל מדרונות

רשימת טבלאות

- טבלה 1: תאוצת הקרקע האופקית הצפויה במשמר הנגב עבור שתית סלעית
- טבלה 2: טבלה מסכמת של השלכות ממצאי הבדיקה



קו מתאר
אדריכלות ובנין



הוכן עבור:

חוות דעת בנושא רגישות
לסיכוני רעידות אדמה בתחום
תכנית מס' 699-0170019,
היחידה הדרומית, משמר הנגב
עמוד 1

ביצוע:



ינואר 2016

1. הקדמה

1.1.1 רקע

בהנחיות מנהלת מינהל התכנון מיום 10 באפריל 2014 נקבעו סוגי תכניות עבורן יש לבצע סקר סיכוני רעידות אדמה ראשוני, במידה ותכניות אילו ממוקמות באזורי סיכון לפי הגדרתם בהנחיות. מטרתו של הסקר היא שיפור בסיס הידע לצורך התחשבות בסיכוני רעידות אדמה בפריסת יעודי הקרקע בתכנית, והגדרת הבדיקות המפורטות הנדרשות בשלבי התכנון הבאים.

גורמי הסיכון אותם יש לבחון במסגרת הסקר הינם:

- א. קריעת פני שטח כתוצאה מהעתקה
- ב. תנאי השתית והגברת תנודות קרקע
- ג. גלישות קרקע
- ד. התנזלות

כמו כן, מציינות ההנחיות כי באזורים המועדים להצפה מצונאמי רצוי להימנע ככל הניתן מייעוד שטחי קרקע חדשים של מבני ציבור המאכלסים קהל רחב כדוגמת בתי ספר וגני ילדים.

"תכנית תכנית מס' 699-0170019, היחידה הדרומית, משמר הנגב" (להלן, "התכנית"; איור 1) כלולה בסווג התכניות המחויבות בסקר סיכוני רעידות אדמה ראשוני.

1.2. התנאים הגיאוגרפיים והגיאולוגיים בתחום התכנית ובסביבתה

מיקום התכנית בצפון הנגב, כ 1.5 קמ' מדרום מערב לקיבוץ משמר הנגב, בצמידות ומצפון לביה"ס החקלאי אשל הנשיא (איור 1). התכנית תחומה על ידי כביש 25 מדרום ועל ידי כביש 264 ממזרח. הטופוגרפיה באזור התכנית כוללת שלוחות רחבות ונמוכות שכוון הכללי מערב - צפון מערב. במרכז התכנית מתפתל בכוון כללי דומה ערוצו היבש של נחל שמריה. תחום התכנית משתרע על טווח ערכי רום מקורב של 160 מ' במערב התכנית עד 210 מ' במזרח התכנית (איור 1).

השתית הטבעית במרבית שטח התכנית כוללת קרקע לס שגילה פלייסטוקן מאוחר – הולוקן מוקדם (איור 2; איור 3). לאורך ערוצו של נחל שמריה מופיעים מס' מחשופים של קירטון מתצורת בית גוברין מהאאוקן העליון. החשיפה לאורך ערוץ הנחל המתחתר במתינות בסביבתו, מעידה על כך שעובי הכיסוי הסדימנטרי הצעיר מעל סלעי השתית הקרבונטיים מוגבל למטרים בודדים ועד עשרות מטרים בודדים. בחלק הדרומי של התכנית, באזור צומת אשל הנשיא, חשופה אבן חול מתצורת פלשת הפליוקנית. כ 200 מ' ממזרח לגבול התכנית, במגע העתק עם תצורת בית גוברין, חשוף קירטון מתצורת מרשה האיאווקנית.



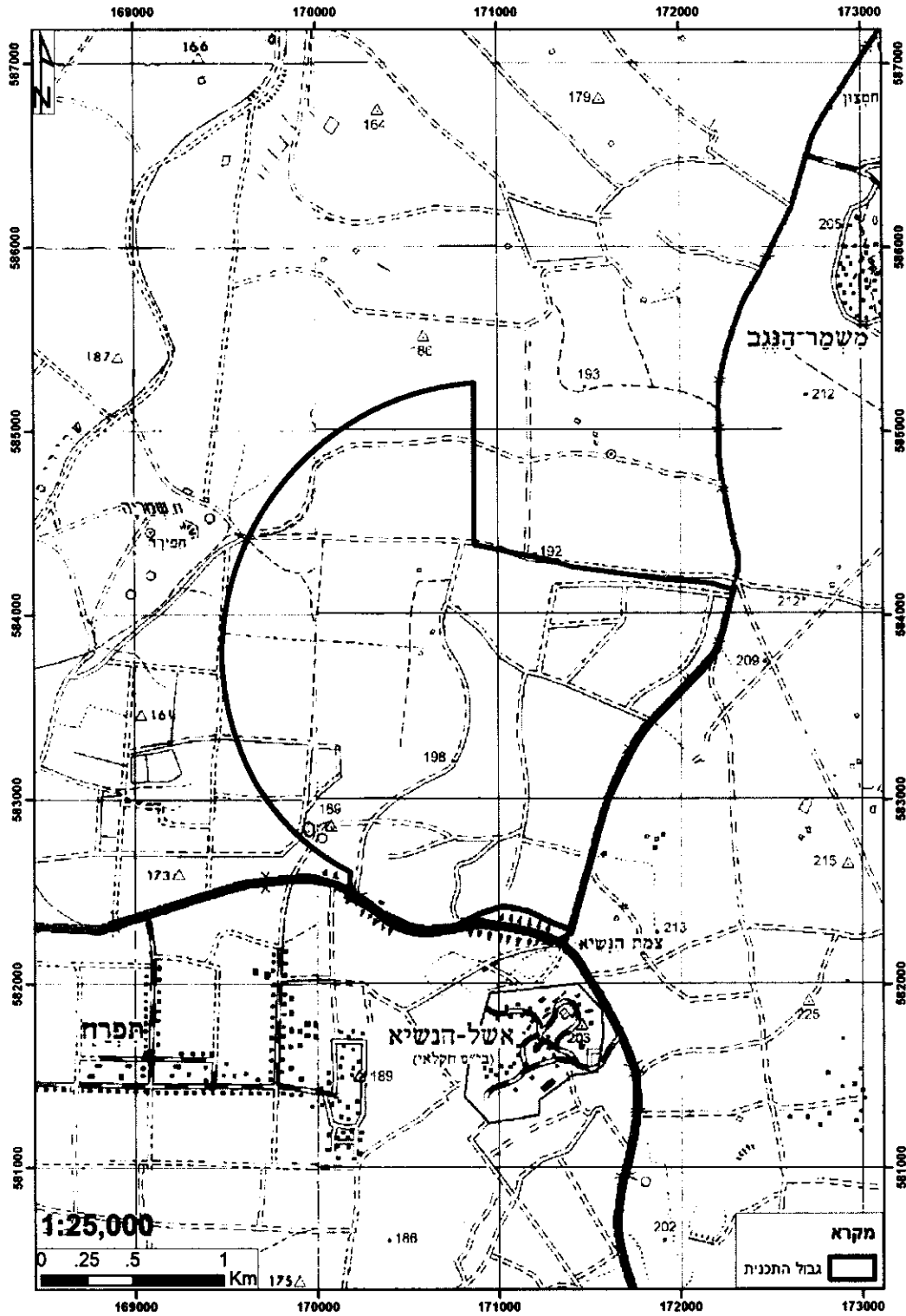
קו מתאר
אדריכלות וזכ



הוכן עבור: חוות דעת בנושא רגישות לסיכוני רעידות אדמה בתחום תכנית מס' 699-0170019, היחידה הדרומית, משמר הנגב עמוד 2

ביצוע: אקולוג

ינואר 2016



איור 1: מפת מיקום של גבול התכנית על גבי מפה טופוגרפית בקני"מ 1:50,000.



קו מתאר
אדריכלות וזכוכית



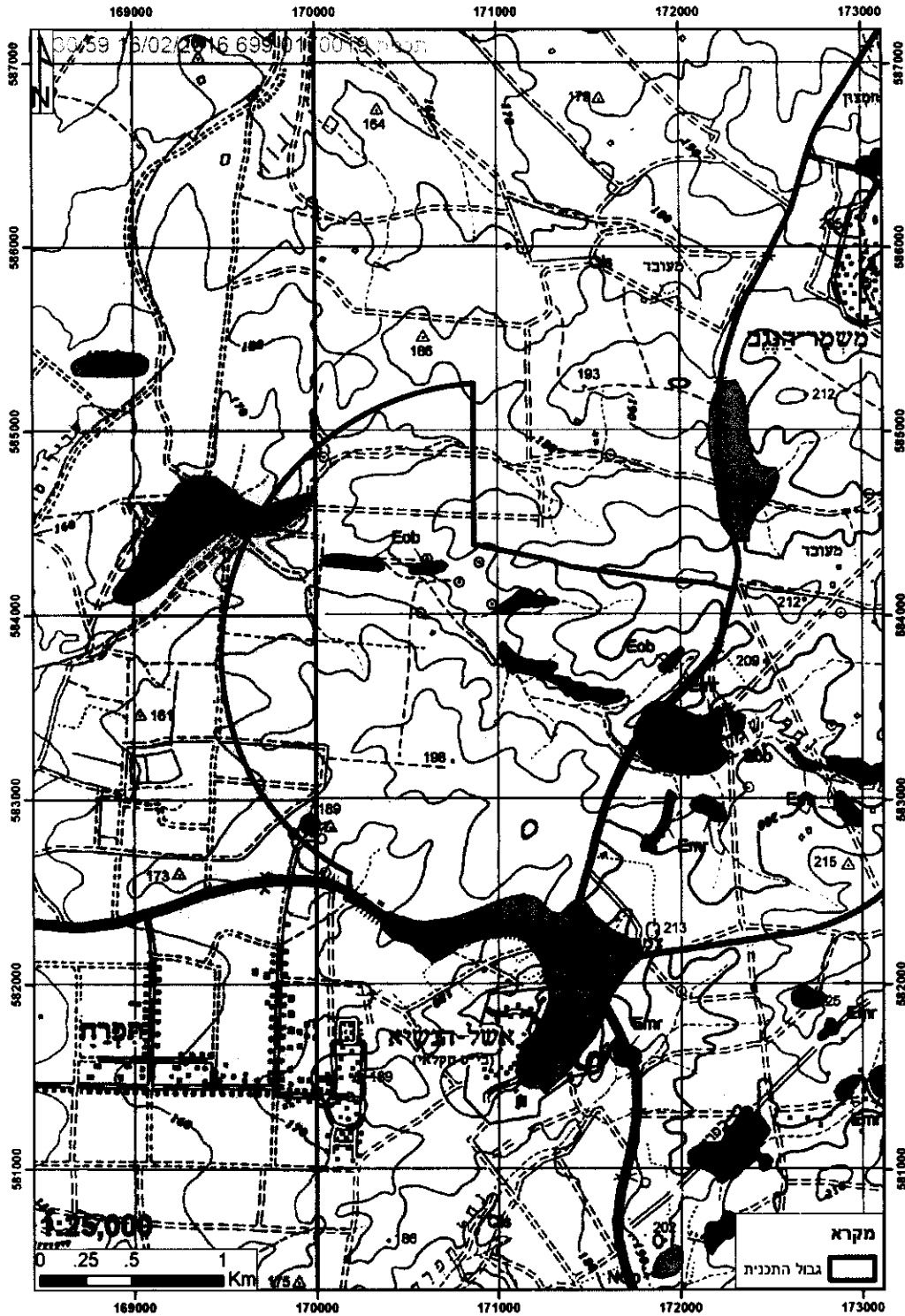
הוכן עבור:

חוות דעת בנושא רגישות
לסיכוני רעידות אדמה בתחום
תכנית מס' 699-0170019,
היחידה הדרומית, משמר הנגב
עמוד 3

ביצוע:

אקולוג ECOLOG

ינואר 2016

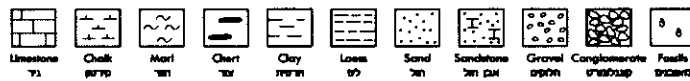


איור 2: תחום התכנית על רקע מפה גיאולוגית בקנה"מ 1:50,000. מימין – מתוך גיליון משמר הנגב (סנה האבני, 2008). משמאל – מתוך גיליון נתיבות (סנה ורוזנט, 2008). מקרא למפה מופיע באיור 3.



STRATIGRAPHY סטרטיגרפיה

SYSTEM תקופה	SERIES - STAGE סדרה - דרגה	SYMBOL סימן	THICK. m עובי מ'	LITHOLOGY חשלע	LITHOSTRATIGRAPHY ליטו-סטרטיגרפיה		
					MAPPING UNITS יחידות מיפוי	GROUP חברה	
QUATERNARY קוארטרי	HOLOCENE הולוקן	Al	20+		Alluvium, colluvium, soil שטח סלעים שטוחים	KURKAR סורכר	
	PLEISTOCENE פלייסטוקן	Qrl	40		Ruhama loess & sand לס וזל רחמה		
		Qk*	10		Calcareous Sandstone אבן זל גירית		
	NEOGENE נאוגן	PLIOCENE פליוקן	NGe	10			Ahazim Conglomerate קונגלומרט אהזים
		MIOCENE מיוקן	NGp	15			Pleshet Formation תצורת פלשת
TERTIARY טרטרי	Eocene אוקן	UPPER עליון	20+		Ziqlag Formation תצורת זקלאג	SAGIYE סאקיה	
		LOWER-MIDDLE תחתון-תיכון	20+		Bet Guvrin Formation תצורת בית גוברין	AVEDAT עבדאט	
	PALEOCENE פלאוקן	PALEOCENE פלאוקן	40		Maresha Formation תצורת מרשה	MOUNT SCOPIUS הר הסקופוס	
			40		Adulam Formation תצורת אדולם		
	CRETACEOUS קרטיקן	SENONIAN סנון	30		Taqiyeh Formation תצורת טאקיה	JUDEA יודיה	
TURONIAN טורן		60		Chaneb Formation תצורת צ'נב			
			100+		Mansha Formation תצורת מנשה		
					Bina Formation תצורת בינה		



Qk* = Calcareous sandstone ("kurkar") alternating with red sand & loam ("tharva").

Qk* - אבן זל גירית ("סורכר") חלופית עם זל אדום וסל ("תורבה").

GEOLOGICAL LEGEND

Contact between mapping units	
Contact between mapping units, inferred	
Fault	
Contact of slumped rock-unit	
Dip	

חקרא גיאולוגי

מגע בין יחידות מיפוי	
מגע משוער בין יחידות מיפוי	
העתק	
מגע של יחידת סלע גלומה	
נטייה	

איור 3: מקרא למפה הגיאולוגית באזור 2, מתוך גיליון משמר הנגב (סנה ואבני, 2008).

2. הערכת הסיכונים הסיסמיים באזור התכנית

2.1. קריעת פני שטח כתוצאה מהעתקה על גבי העתק פעיל

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).

על פי מפת ת"י 413 הנוגעת לנושא קריעת פני שטח (שגיא וחובי, 2013), אין בתחום התכנית העתקים פעילים / חשודים כפעילים.

על פי קטלוג המכון הגיאופיזי, הפעילות הסיסמית בסביבת התכנית היא דלילה.



2.2. תנאי השתית והגברת תנודות הקרקע

2.2.1. תאוצות אופקיות חזויות על פי ת"י 413

טבלה 1 מציגה את תאוצות הקרקע האופקית הצפויה במשמר הנגב בזמני חזרה שונים עבור שתית סלעית (סוג קרקע B) על פי רשימת המקדמים הסייסמיים עבור ישובים, הנלוית לגיליון תיקון 5 לתקן ישראלי 413 (קלר וחובי, 2011). תאוצות התכן עבור בניה סטנדרטית נקבעת לפי רעידת אדמה שתדירותה 475 שנה.

טבלה 1: תאוצות הקרקע האופקית הצפויה במשמר הנגב עבור שתית סלעית כתלות בזמן חזרה של רעידת אדמה (קלר וחובי, 2011).

זמן חזרה (שנים)	PGA (g)
475	0.06
975	0.07
2475	0.1

2.2.2. הגברת שתית חריגה של התאוצות החזויות

בזמן רעידת אדמה, תאוצות הקרקע החזויות עבור תשתית סלעית קשה עלולות להיות מוגברות במעבר אל היחידות הרכות שמעליהן עקב ירידה חדה במהירות הגלים, ולעבור החזרה והגברה נוספת כתוצאה מכליאת הגלים הסייסמיים 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 בגבולות הסלע הקשה בעומק.

על פי מפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות של גבירצמן וזסלבסקי (2009; איור 4), חלקה הדרום מזרחי של התכנית ממוקם באזור החשוד בהגברה חריגה כתוצאה מקיומו של מצע קשה מאוד בבסיס. ככל הנראה, גבול האזור החשוד בהגברה חריגה נקבע על בסיס גבול התפוצה של גג חבורת יהודה בעומקים הנמוכים מ-250 מ'. לגבול זה שגיאת מיפוי של עשרות מטרים ויותר כיוון שהוא מבוסס על מפות בקני"מ של 1:200,000.

גבירצמן וזסלבסקי (2009) מציינים שבנוסף לאזורים החשודים המופיעים במפה, קיימים שילובים גיאולוגיים מקומיים העשויים לגרום להגברה חריגה. שילוב כזה עשוי להיווצר כתוצאה מהמגע בין שכבות הלס מחבורת כורכר (איור 3) עם סלעי הקירטון של תצורת בית גוברין. יש להתחשב בסיכון זה, בעיקר בתכנון מבני ציבור, מתקנים הכוללים חומ"ס ומתקנים האמורים לפעול עם מערכותיהם בעת רעידת אדמה.



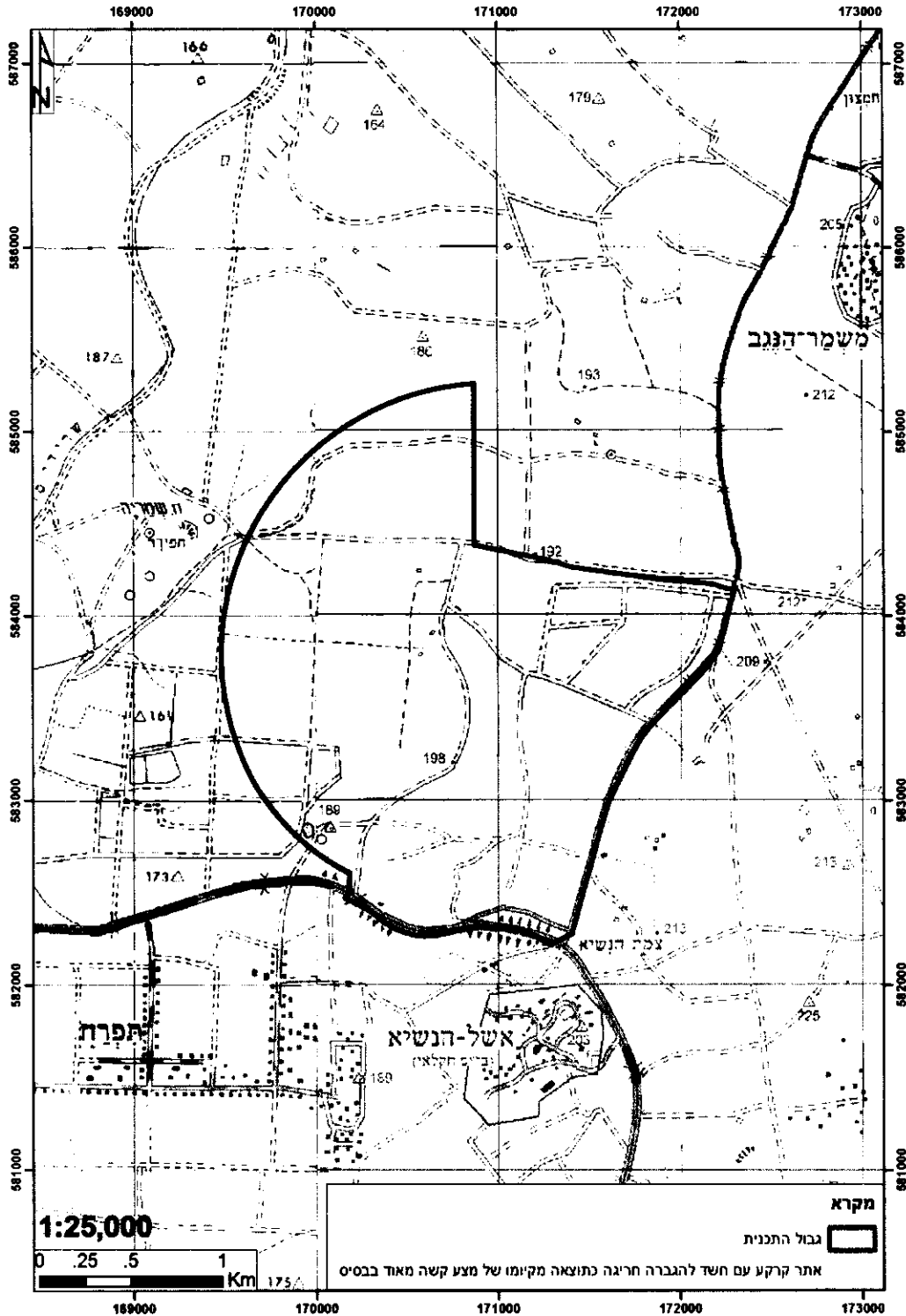
קו מתאר
אדריכלות וזכוכית



הוכן עבור: חוות דעת בנושא רגישות לסיכונים רעידות אדמה בתחום תכנית מס' 699-0170019, היחידה הדרומית, משמר הנגב עמוד 6



ינואר 2016



איור 4: גבול התכנית על גבי תחום סיכון מתוך מסת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות (מתוך גבירצמן הסלבסקי, 2009).



על פי תקן ישראלי (ת"י) 413, גליון תיקון מס' 5, סעיף 202.2.3, יש לבצע סקר תגובת אתר 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 (חרסיות אורגניות, פלסטיות או רכות במיוחד או כאלה שעלולות להתנזל; ניתן להגדיר את סוג הקרקע רק באמצעות סקר קרקע. ללא התוויה אחרת סקר זה מתבצע בשלב היתרי הבניה).
- עבור מבנים מקבוצת חשיבות א¹ באזורים שבהם לפי מפת "האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות" (נספח ט בתקן; חלק ממפה זו מופיע באיור 4), יש חשד להגברות שתית חריגות עקב המצאות סלע בסיס קשה מאוד או עקב השפעת אגן.

2.3. גלישת מדרון

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 רעידות אדמה והחלשת מישורי הכניעה. במקרים רבים מסת הסלע הגולשת עוברת מעוות הפוגע במבנה הפנימי שלה. מבנה הממוקם על גבי מסת סלע הגולשת כתגובה לרעידות אדמה צפוי, במקרים רבים, לעבור הרס קטסטרופלי.

כך ואלמוג (2006) פיתחו שיטה להערכת רגישות השתית לגלישת מדרון. לפי שיטתם, הרגישות תלויה בסוג המסלע, במבנה הגיאולוגי (נטיית סלע הבסיס) ובנטיית המדרון. לפי שיטתם של כך ואלמוג (2006), שיפוע של פחות מ 5° מוגדר כשיפוע זניח בו אין רגישות לכשל מדרון עבור כל סוגי הסלעים.

איור 5 מציג את שטח התכנית על גבי מפת רגישות לכשל מדרונות (כך ואלמוג, 2008). על פי איור זה, מספר רצועות בהן יש חשד ברמה נמוכה (רמה 4) לגלישה חוצות את תחום התוכנית. על פי אופי הטביליט הטופוגרפי בתחום התכנית ובהתחשב ברזולוציה הנמוכה של בסיס הנתונים של המפה², סביר כי מקורן של לפחות חלק מהרצועות הללו, אם לא כולן, הוא בארטיפקט מיפוי. המפה אינה מייצגת נאמנה את הסיכון באתרים בני פיקסלים בודדים.

על מנת לשלול את הסיכון לגלישה יש לבחון את התנאים המקומיים לפי ההנחיות בתקן 413 הקובעות:

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

² קנה המידה של מפת הרגישות לכשל מדרון הינה 1:200,000, והיא מבוססת על חיתוך של מספר מאגרי מידע בקני"מ שונים, כולל מפה טופוגרפית בקני"מ 1:50,000 שאינה מציגה מתלולים מלאכותיים חדשים יחסית.



קו מתאר
אדריכלות ובנין

הוכן עבור:



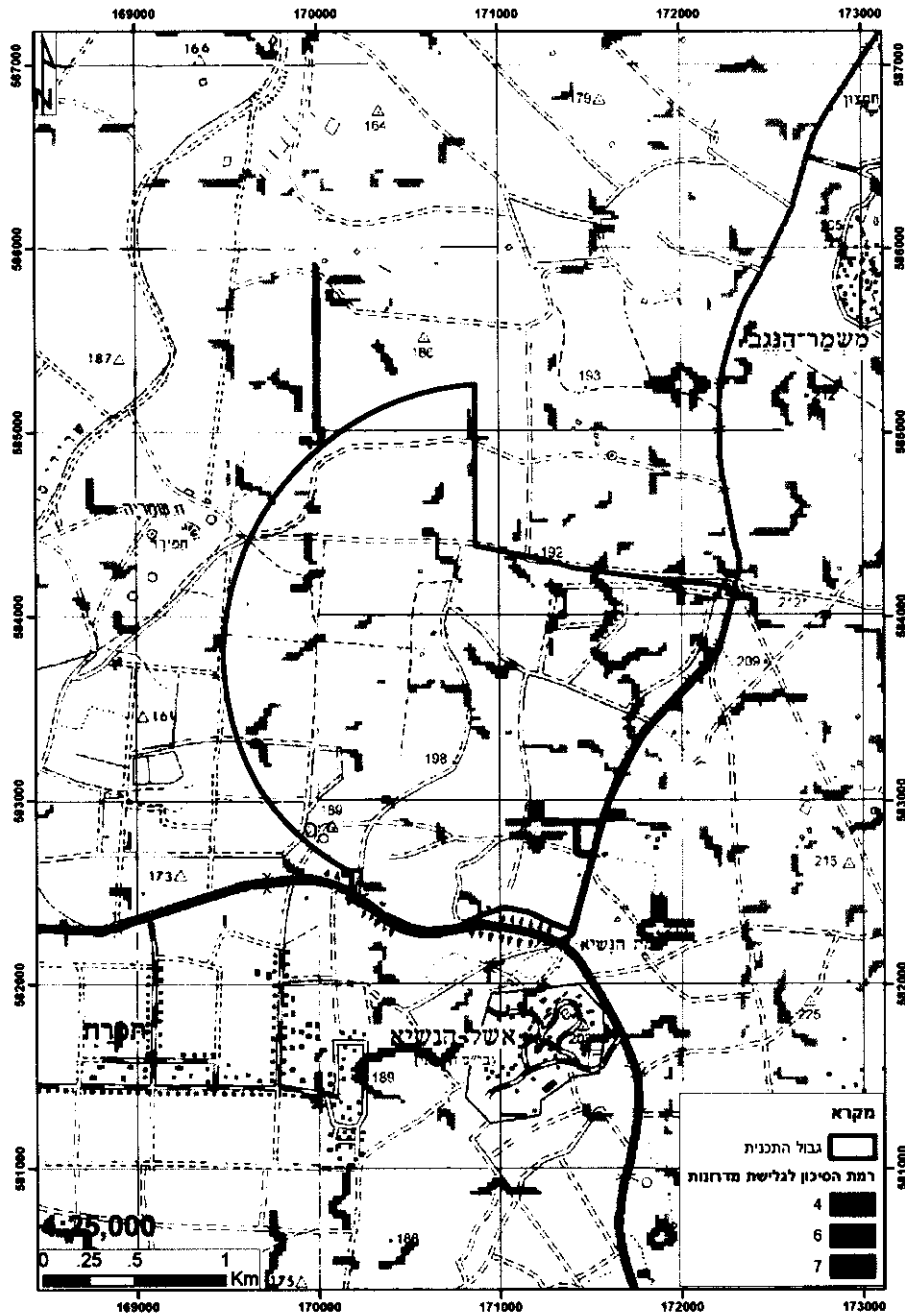
חוות דעת בנושא רגישות
לסיכוני רעידות אדמה בתחום
תכנית מס' 699-0170019,
היחידה הדרומית, משמר הנגב
עמוד 8

ביצוע:

אקולוג ECOLOG

ינואר 2016

"בבנייה על מדרון או בקרבתו תיבדק על ידי יועץ קרקע היציבות הסיסמית של המדרון, והאם גלישת הקרקע בו עלולה לסכן את יציבות המבנה. אם יימצא המדרון בלתי יציב, יש לבצע פעולות מתאימות להבטחת היציבות, או להימנע ממיקום המבנה באתר. חוות הדעת של היועץ כנוכח לעיל תצורף למסמכים המופקדים ברשות המקומית כחלק ממילוי הדרישות למתן היתר בנייה".



איור 5: מפת רגישות לכשל מדרונות (אחרי כץ וחובי, 2006). סקאלת הצבעים מתייחסת למקרא במינה ימנית תחתונה, סולם זדגת הרגישות הינו יחסי.



קו מתאר
אדריכלות ובנין



הוכן עבור:

חזית דעת בנושא רגישות
לסיכוני רעידות אדמה בתחום
תכנית מס' 699-0170019,
היחידה הדרומית, משמר הנגב
עמוד 9

ביצוע:



ינואר 2016

2.4. התנזלות

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 בהם קיימים אופקי משקעים חוליים או חוליים-טיניים ומפלס מי התהום מצוי ברום הרדוד מ- 20 מטר מתחת לפני השטח (סלומון וחובי, 2008).

על פי איור 1, שטח התכנית מכוסה בקרקעות לס המונחות על גבי סלעי קירטון של חבורת עבדת (איור 3). לפי מפת מפלסים לאקוויפר עבדת של ניסים ונתיב (1992), משמר הנגב נמצא בין קונטור 150 ל-175 מ' מגובה פני הים (המפלס עולה מזרחה עם הטופוגרפיה), כלומר, קיימת אפשרות למי תהום השייכים לקוויפר זה בקרבת פני השטח. חול תחוח בעל פוטנציאל התנזלות עשוי להימצא באזור המגע שבין קרקע הלס לבין סלעי הקירטון שבבסיסה, ואף באופקים רדודים של אבן חול מתצורת פלשת שתחום השתרעותה בתת הקרקע ברחבי התכנית אינה ידועה. בהתאם לכך, קיים סיכוי לקיומם של אופקים רגישים להתנזלות הנמצאים במצב של רוויה בעומקים הנמוכים מ 30 ברחבי התכנית, אולם קיומם ספקולטיבי ולא הוכח. בנוסף, התכנית מרוחקת ממוקדי הפעילות הסיסמית האזוריים (התאוצה הנמוכה הצפויה באתר, ראה טבלה 1). מכאן, שהסיכון להתנזלות הינו נמוך אולם לא ניתן לשלילה. במסגרת התכנון המפורט/היתרי הבנייה יש לשלול את קיומו של הסיכון.

2.5. הצפת נחשול ימי (צונאמי)

עקב מרחק התכנית מהים וגובהה הטופוגרפי לא צפוי להופיע בתחומה נחשול ים.



3. מסקנות והמלצות

3.1. סיכום ממצאי הבדיקה והמלצות

גורם הסיכון עבורו מתקיימים תנאי סף בתחום התכנית הוא הגברה חריגה (איור 4), ובמידה פחותה/גבולית גם גלישת מדרון והתנזלות. טבלה 2 להלן מסכמת את ההשלכות וההמלצות לגבי הסיכונים.

טבלה 2 : טבלה מסכמת של השלכות ממצאי הבדיקה.

הערות	בתכנית מתאר	בתכנית ממורטת	גורם סיכון
		המלצות לתכנון הנדסי בשלב היתרי הבניה	
		סקר תגובת אתר מסויים עבור מבני ציבור קולטי קהל ו/או מבנים האמורים לתפקד עם מערכותיהם בעת רעידת אדמה. עבור שאר המבנים – חישוב הגברה לפי התנאים הגיאולוגיים בתחום ההיתר.	הגברות שתיית
		שלילת הרגישות לגלישה על ידי בחינת התנאים המקומיים בשדה.	גלישת מדרון
		שלילת פוטנציאל ההתנזלות באמצעות מידע ספציפי לחלקי התכנית השונים.	התנזלות

3.2. הנחיות להטמעה במסמכי התכנית

בהתאם לממצאים הנ"ל אנו ממליצים על ההנחיות הבאות:

א. התנאים למתן היתר בניה שיוצאו מכוחה של תכנית זו יכללו את ההנחיות הבאות:

- 1א. תנאי למתן היתרי הבניה יהיה גיבוש הנחיות בניה המתחשבות במקדם ההגברה על ידי מהנדס בעל רישיון בתחום הנדסת הקרקע והביסוס, או קונסטרוקטור, על בסיס מידע גיאולוגי-גיאוטכני ספציפי לתחום ההיתר.
- 2א. תנאי למתן היתר בניה עבור מבני ציבור קולטי קהל בהיקפים משמעותיים ו/או מבנים האמורים לתפקד עם מערכותיהם בעת רעידת אדמה, יהיה סקר תגובת אתר מסויים. מקור ההנחיות לביצוע הסקר יהיה ת"י 413 המעודכן לעת ביצוע הסקר, או תקן המקור האמריקאי.
- ב. באזורים בהם מתקיים פוטנציאל לגלישת מדרון ובסביבתם (איור 5) יש לבצע סקירה לשלילת הסיכון. במידה ויזוהו אזורי סיכון יש לאפינם ולהתאים את תכנית הפיתוח בהתאם להנחיות ת"י 413 על מנת למנוע את האפשרות לגלישה.
- ג. יש לבצע הערכה של פוטנציאל ההתנזלות על בסיס מידע גיאולוגי וגיאואידרולוגי ספציפי לתחום התכנית. במידה וימצא כי קיים פוטנציאל, יש להעריך את רמת הסיכון ולקבוע הנחיות הנדסיות מתאימות לגבי הביסוס והקונסטרוקציה.



קו מתאר
אדריכלות ובנין



הוכן עבור:

חוות דעת בנושא רגישות
לסיכונים רעידות אדמה בתחום
תכנית מס' 699-0170019,
היחידה הדרומית, משמר הנגב
עמוד 11

ביצוע:



ינואר 2016

4. מקורות

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

כץ, ע., אלמוג, ע. (2008). מפת סכנה ארצית לגלישות מדרון בישראל; גיליון דרום, קני"מ 200,000:1. המכון הגיאולוגי לישראל, דו"ח מס. GSI/36/2006.

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

סנה, ע. ורוזנפט, מ. (2008). מפה גיאולוגית של ישראל 1:50,000, גיליון I-14, נתיבות. המכון הגיאולוגי לישראל.

סנה, ע. ואבני, י. (2008). מפה גיאולוגית של ישראל 1:50,000, גיליון II-14, משמר הנגב. המכון הגיאולוגי לישראל.

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

שגיא, א., סנה, ע., רוזנפט, מ., וברטוב, י. (2013). מפת 'העתקים פעילים' ו- 'העתקים חשודים' כפעילים בישראל. המכון הגיאולוגי לישראל, דו"ח מספר GSI/02/2013.

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

Nativ, R., and Nissim, I. (1992). Characterization of an aquitard - the Avdat Chalk, Negev desert, Israel. Ground Water 30:598-606.

Sneh, A, Bartov, Y., Weissbrod, T. and Rosensaft, M. (1997). Geological map of Israel (1:200,000, 4 sheets) Geological Survey of Israel.