

606948 (151)

לשכת התכנון המחוזית
משרד הפנים-מחוז דרום
02.04.2013
נתקבל

נספח סיסמי לתכנית מס' דר/31/מבט/102

קריית המודיעין של צה"ל בנגב

חוק התכנון והבניה, התשכ"ה - 1965

משרד הפנים - מחוז הדרום

הוועדה המחוזית לחליטה ביום:

27/12

לאשר את התכנית

התכנית לא נקבעה טעונה אישור השר

התכנית נקבעה טעונה אישור השר

יו"ר הוועדה המחוזית

261643

תאריך

תאריך עדכון: 6-9-2012

מתכנן: עזי זלצמן

חתימה:

דר' עזי זלצמן

תוכן עינים

עמוד		
1	כללי	.1
1	עזרים	.2
5	תאור מורפולוגי של האתר	.3
5	המיבנה הגיאולוגי	.4
5	מיבנה כללי	.4.1
5	העתקים	.4.2
5	נטיות המיסלע	.4.3
5	המיסלע	.5
5	הערת הבהרה למהנדסים	.5.1
9	תיאור המסלע	.5.2
9	מימצאים גיאולוגיים	.5.2.1
9	המיסלע והקרקע	.5.2.1.1
10	קרקע וצמחיה	.5.3
10	המצב ההידרוגיאולוגי	.6
11	סייסמולוגיה	.7
11	קריעת פני השטח על גבי העתקים גיאולוגיים פעילים	.7.1
14	יצירת תאוצות והפעלת כוחות אופקיים על מיבנים ותשתיות	.7.2
15	העצמה של תנודות הקרקע עקב תנאים גיאולוגיים וטופוגרפיים	.7.3
18	פגיעה ביציבות מדרונות וגלישת קרקע	.7.4
19	סיכום	.8
20	המלצות	.9

רשימת איורים

3	מפה טופוגרפית של אזור עומר	איור 1:
4	אזור האתר עם סימון חתכים (ת.ה.ל 1962)	איור 2:
4	חתך גיאולוגי בחלק המערבי של האתר (ת.ה.ל 1962)	איור 3:
4	חתך גיאולוגי בחלק המזרחי של האתר (ת.ה.ל 1962)	איור 4:
6	מפה גיאולוגית של אזור עומר (מתוך גבירצמן 1969)	איור 5:
8	קטע ממפה גיאולוגית של ישראל (1998) 1:200,000	איור 6:
12	מפת מוקדי רעש באזור באר-שבע	איור 7:
13	מפת העתקים בישראל החשודים בפעילות צעירה (המכון הגיאולוגי 2002)	איור 8:
13	מפת העתקים בישראל החשודים בפעילות צעירה (המכון הגיאולוגי 2009)	איור 9:
16	מפת תאוצות ההגברה האופקית המרבית (ע"פ תקן 413)	איור 10:
17	מפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות	איור 11:
17	מפת האזורים בהם קיימת סכנה לגלישת מדרונות	איור 12:

1. כללי

המסמך שלהלן בא לנתח את המצב הסייסמולוגי לקראת בניה באזור המיועד להקמת עיר המודיעין.

גבולות השטח תחומים כדלקמן:

א. בצפון: קו הרוחב 580500

ב. במזרח: כביש צומת שוקת להבים (כביש 31)

ג. בדרום: כביש באר שבע - צומת שוקת (כביש 60)

ד. במערב: מערבה לנחל רוש

המסמך נשען על הנחיות מינהל התיכנון במשרד הפנים שפורסמו בתאריך 8.6.09, ואשר כותרתו: "הנחיות בנושא התחשבות בסיכונים סיסמיים בתכניות מתאר ובתכניות מפורטות".

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

המסמך שלהלן מנסה לסכם את נושא ההשלכות הגיאולוגיות והסייסמולוגיות על תכנון הבניה. המסמך - אינו תחליף למסמך פרטני, שעונה על תכנון בניה באתר ספציפי, שהוא פועל יוצא של תקן הביסוס 940.

הסקר בא בהמשך לסקר קרקע ראשוני שנערך על ידי דר' י. קיסר ומתבסס על סיורים באזור, על ניתוח החומר הספרותי הקיים ועל בחינה של תצלומי אויר (קונטקטים). סקר הקרקע כלל ביצוע שלב ראשון של קדוחי נסיון. חשוב לזכור כי תוצאות קדוחי הנסיון לצורך ביסוס - מהווים גורם מישני בניתוח הסייסמולוגי.

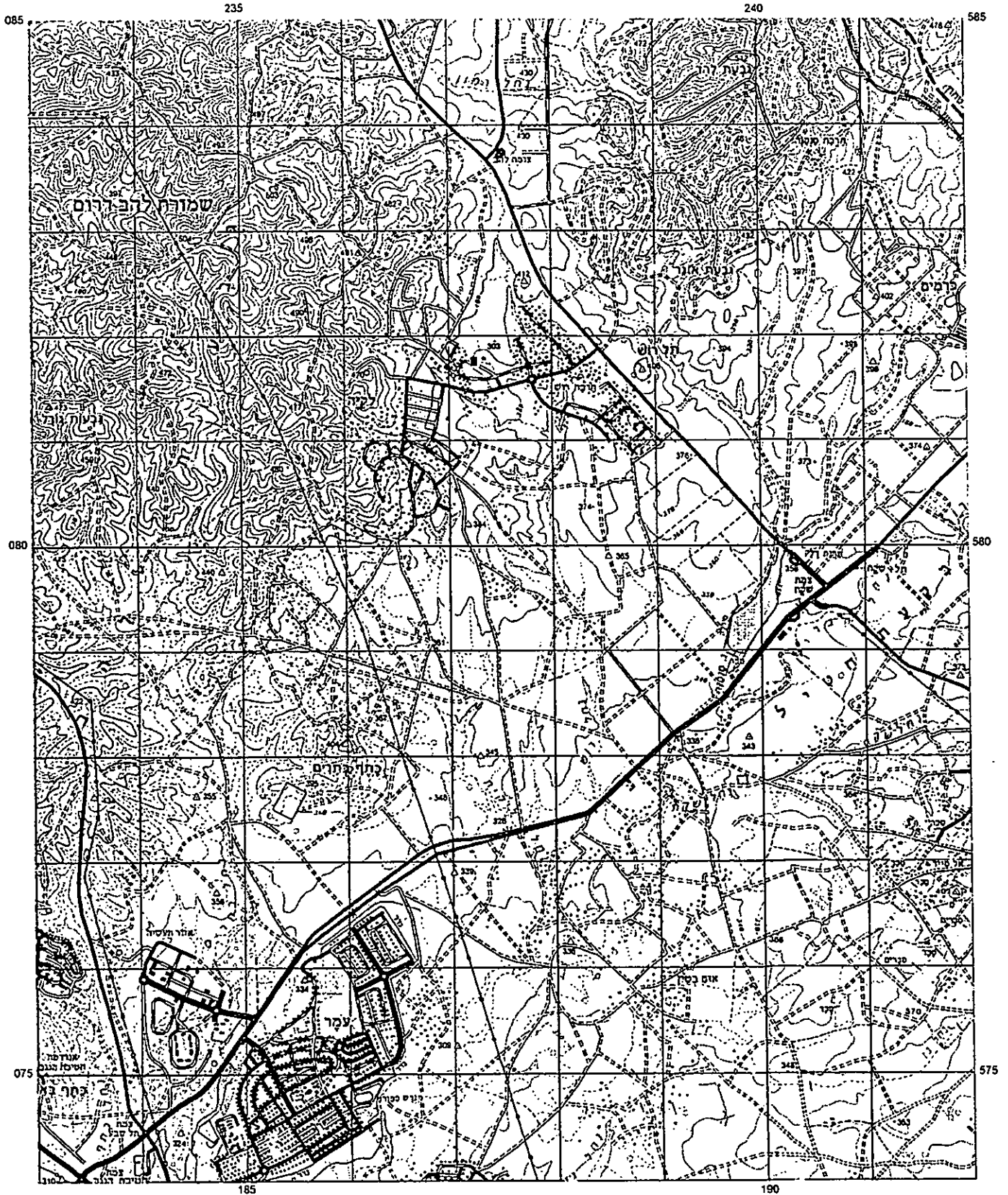
2. עזרים

א. סיור באתר, ובחינה ראשונית של תצלומי אויר (קונטקטים) בקנה מידה מקורב: 1:14,000, בהוצאת המרכז למיפוי ישראל, משנות השמונים של המאה העשרים. בתצלומים אלה עדיין לא קיימת הפרה של פני השטח על ידי פעילות אנושית.

ב. שני מחקרים גיאולוגיים מאת ג. גבירצמן בהוצאת המכון הגיאולוגי (1969):

(1) בולטין מס' 50, בהשתתפות ב. בוכבינדר (1969): "מחשופים של תצורות ניאוגניות במישור החוף המרכזי והדרומי, בשפלה ובבקעת באר שבע, ישראל". דו"ח זה כולל חתכים עמודיים באזור העיר באר שבע.

- (2) בולטין מס' 51, גם הוא משנת 1969: "חבורת סקיה (איאוקן מאוחר עד פלייסטוקן מוקדם) במישור החוף והשפלה, ישראל", הכולל מפות בק.מ. 1:100,000 ותאורי קדוחים. המפות הרלוונטיות לסקר הנוכחי הן: מפה 1 גליון 3.
- ג. י. ארקין וחובריו (באנגלית), (1967), "Cenomanin Mapping Units and their Correllation in the Negev" הוצאת המכון הגיאולוגי בול. 43.
- ד. סקר בקעת באר שבע של תהל (1962).
- ה. מימצאים רלוונטיים לאתר, אשר הוסקו בעבודות אותן ערכנו עבור משרד הבינוי והשיכון - משרד מהנדס ראשי לביסוס ולקרקע בשנים: 1990-1991 ובהן:
- (1) סקר גיאוטכני, אתר לבנית חרום מדרום לשכונת רמות: (אוגוסט 1990).
 - (2) סקר גיאוטכני, של שכונת חצרים. סקר כללי של האתר כולו וסקר מפורט של פלח "א", (אוגוסט 1990).
 - (3) סקר גיאוטכני, אתר לבנית - חרום מערבה וצפונה לשכונה יא', (פברואר 1991).
 - (4) סקר גיאוטכני מפורט, אתר חצרים (מאי 1991).
 - (5) סקר גיאוטכני של רמות בית שמש (ספטמבר 1991) שדן בנושאי אבן חוואר.
- ו. עזרים נוספים
- (1) מפת ההעתקים הפעילים והחשודים כפעילים בק.מ. 1:400,000. המכון הגיאולוגי (2009), בעריכת י. בר טוב ע. סנה ומ. רוזנזפט.
 - (2) בנושא הסייסמולוגי, נעזרנו בתקן 413 ובתקן 940. כן התקבלה אינפורמציה עדכנית מהמכון הסייסמולוגי ומהמכון הגיאולוגי.

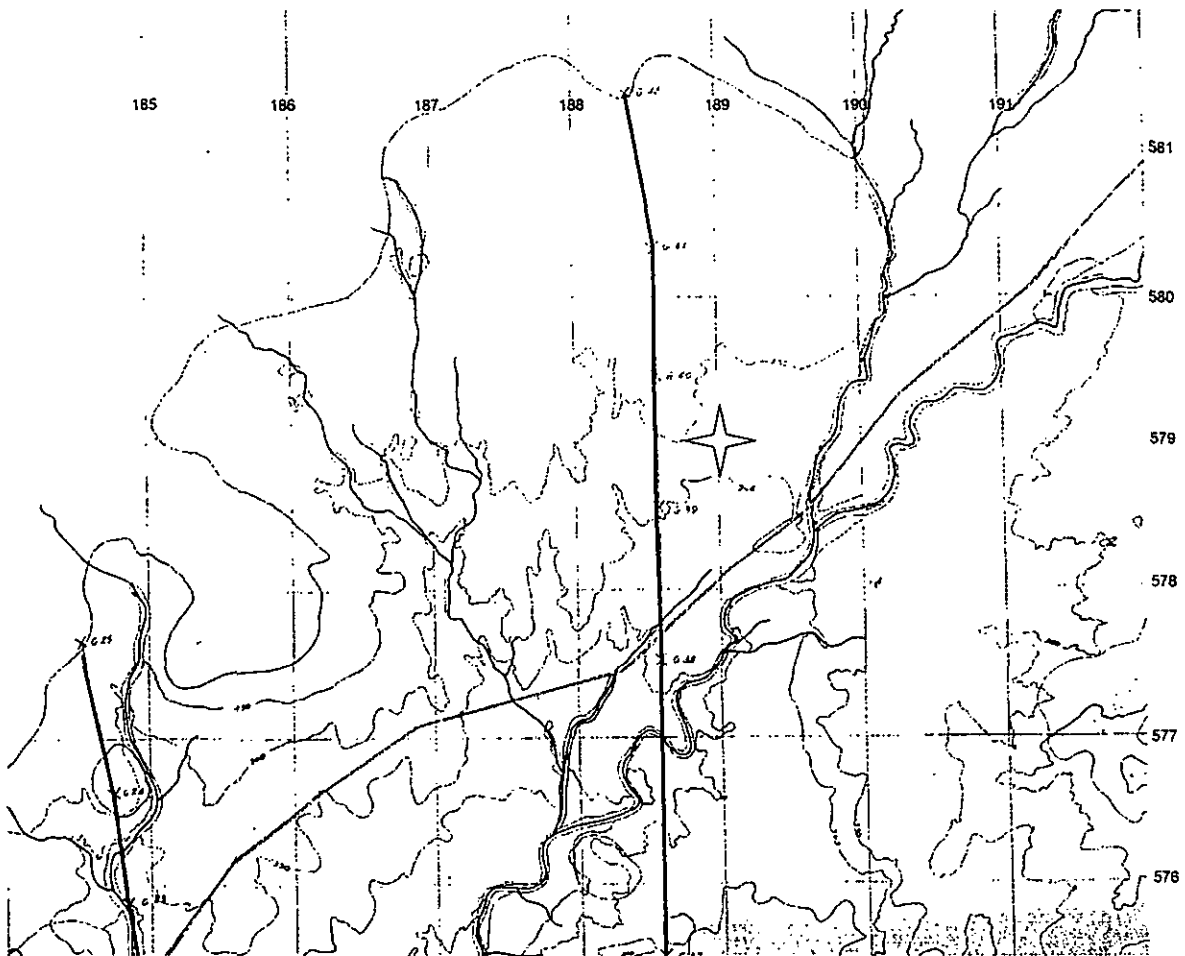


איור 1: מפה טופוגרפית של אזור עומר

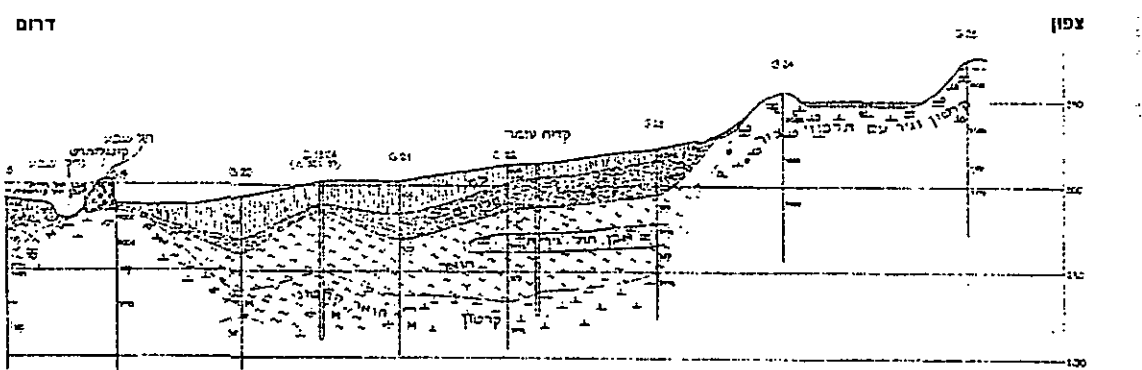
DR. UZI SALTZMAN BOAZ SALTZMAN **ד"ר עזי זלצמן בעז זלצמן**

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

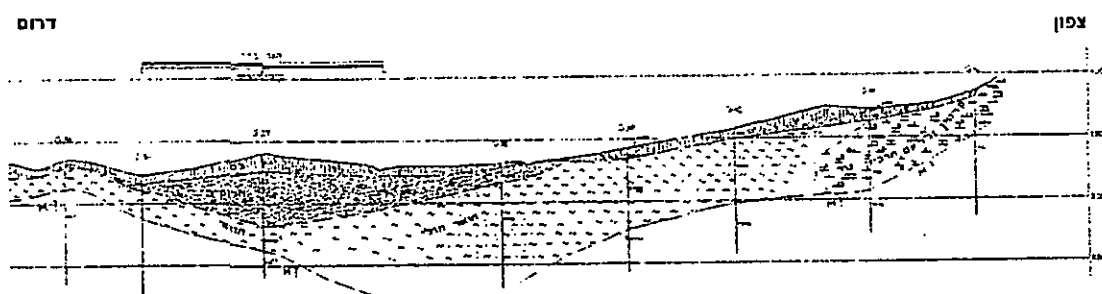
גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע



איור 2: מפת אזור האתר עם סימון החתכים (מתוך סקר בקעת באר שבע של תהל)



איור 3: חתך גיאולוגי בחלק המערבי של האתר (מתוך סקר בקעת באר שבע של תהל)



איור 4: חתך גיאולוגי בחלק המזרחי של האתר (מתוך סקר בקעת באר שבע של תהל)

3. תאור מורפולוגי של האתר

האתר בגובה כ- 360 - 340 מ', נשען על מדרון גבעות להב (מרכס רמת באר שבע) ונוחת מזרחה אל בקעת חטיל (חלקה הצפוני של בקעת באר שבע).

4. המיבנה הגיאולוגי

4.1 מיבנה כללי

האתר ממוקם בגבול המזרחי של קמר (אנטיקלינה) חברון הנוחת מצפון צפון מערב אל אזור באר שבע. הקמר נקטע מדרום לבאר שבע על ידי שקע הנוצר כתוצאה מהתחתרות נהר (שפעל בעבר הגיאולוגי בתקופת הניאוגן) המכונה "נהר אפיק". ואשר בקעת באר שבע (בשוליה המערביים צפוניים ממוקם האתר) מהווה את ההמשך הגבוה שלו.

4.2 העתקים

אין העתקים משמעותיים באזור בקעת באר שבע (איורים 5, 6, 8 ו-9).

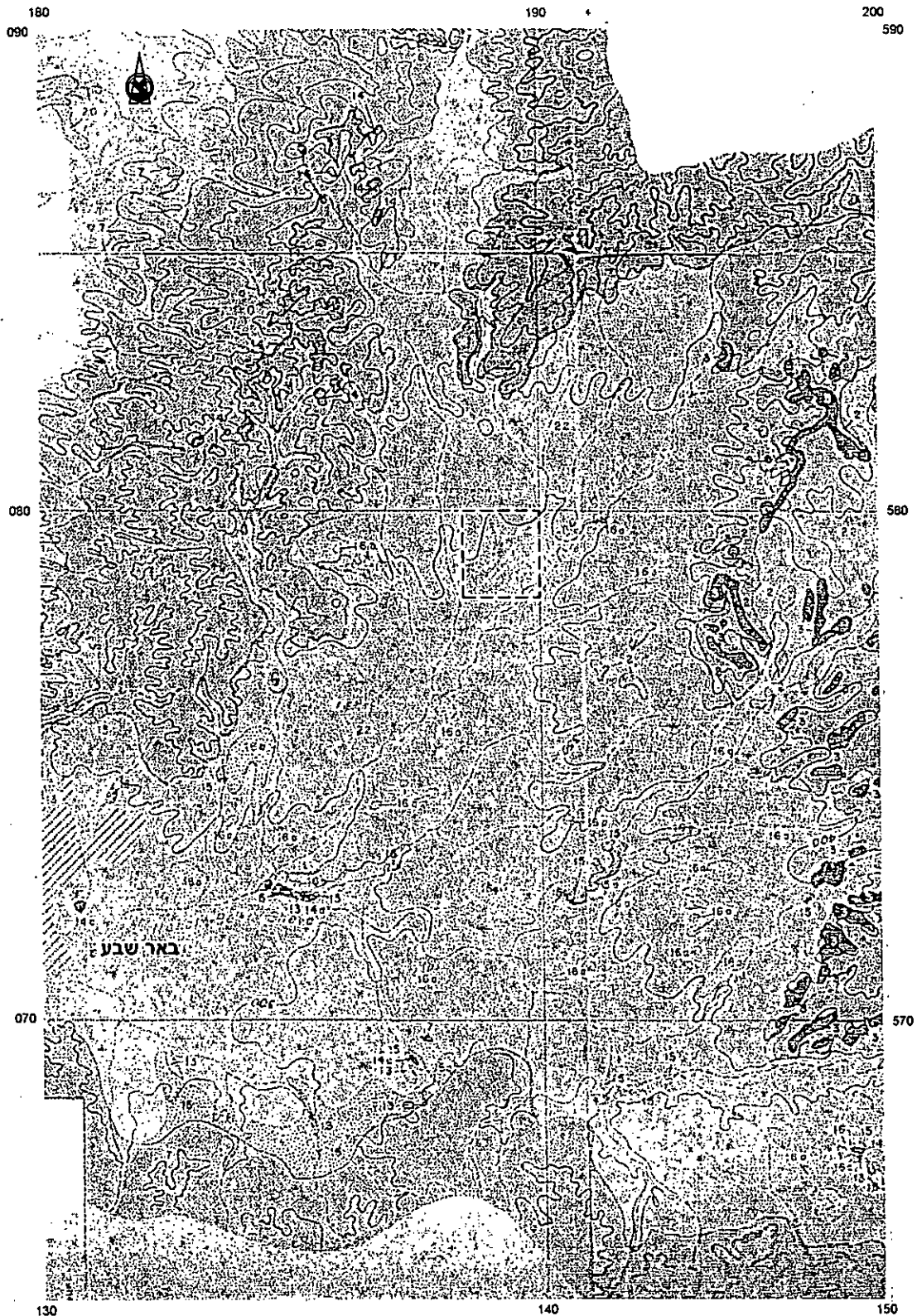
4.3 נטיית המיסלע

נטיית המיסלע הכללית – באזור כתף באר שבע נעה סביב 10° -5 לדרום ולמזרח, כלומר, כוון המדרון הטופוגרפי דומה לכוון נטיית המיסלע.

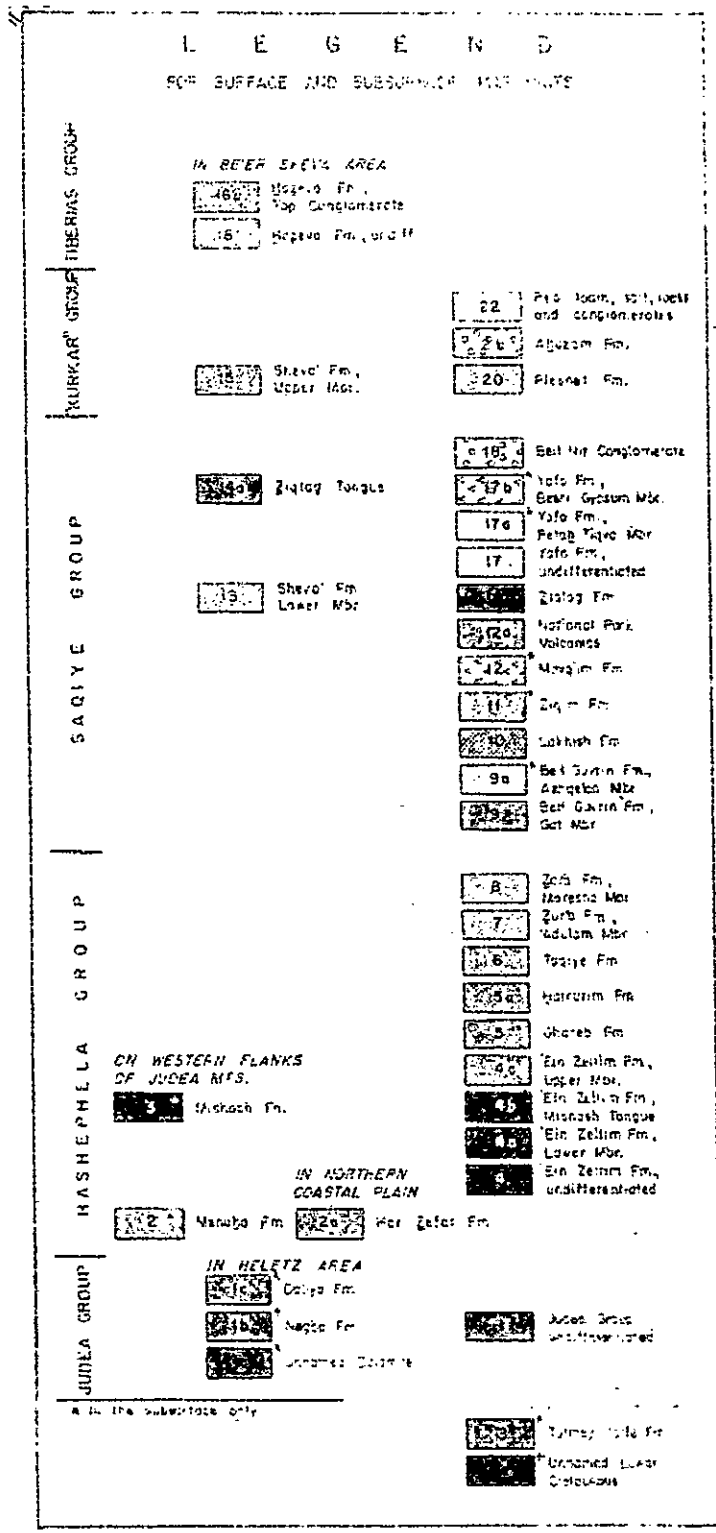
5. המיסלע

5.1 הערת הבהרה למהנדסים

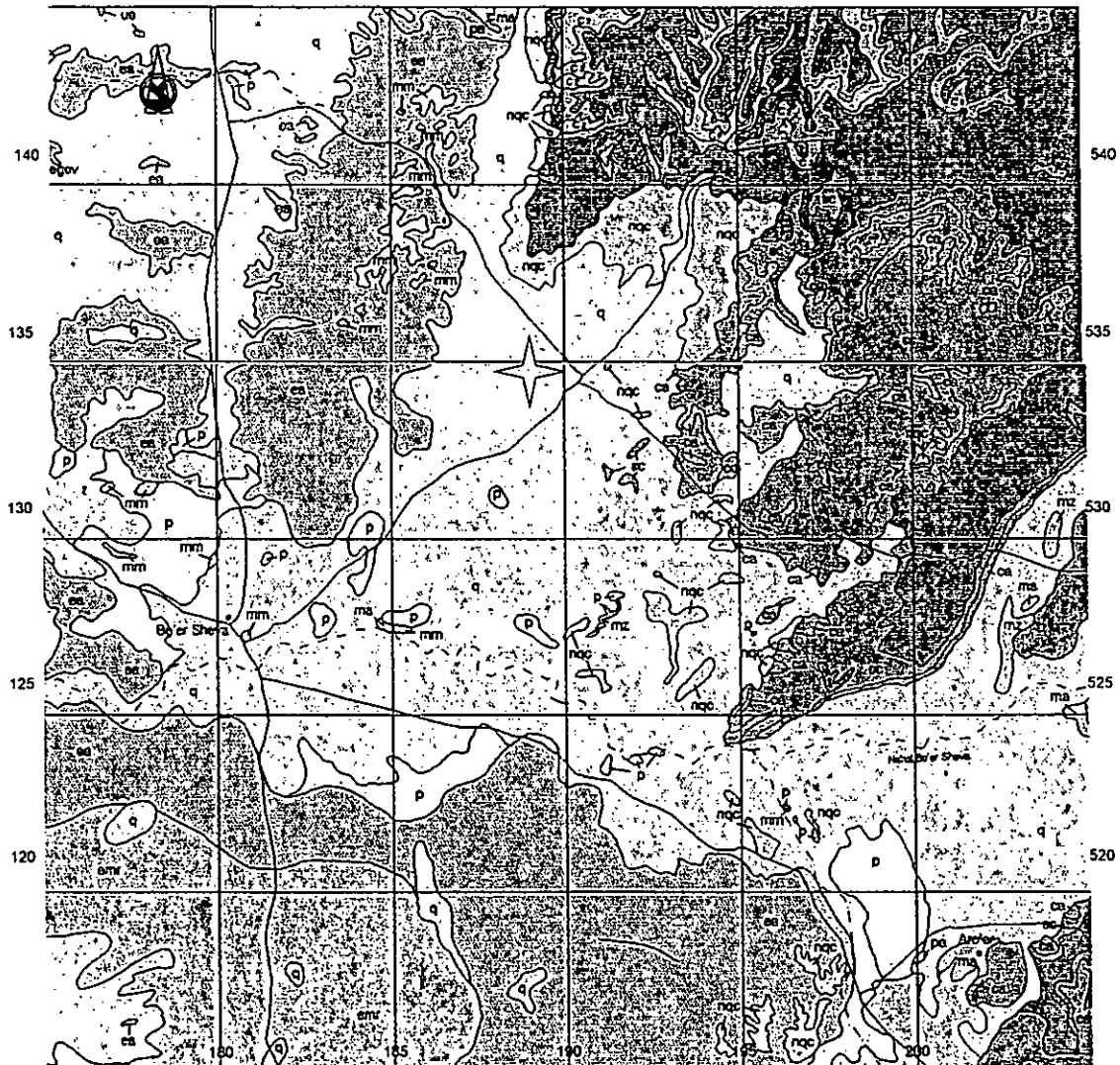
חובה לזכור כי: הגם שקיים ניסיון גיאולוגי לתת ביטוי לשינויים באיכות המיסלע - באמצעות מתן שמות לתצורות - הרי - שעיקר המטרה הגיאולוגית בהגדרת התצורות - אינו הנדסי! ביסוד ההגדרה הגיאולוגית: המטרה היא: לציין התפתחות מיסלע על ציר הזמן הגיאולוגי - כאשר עיקר תשומת הלב מוקדש להגדרת הסביבה בה נוצרו סלעי המישקע (סלעים סדימנטאריים) ולתאריך ההיווצרות - או של הסלעים המאגמטיים שנוצרים במקביל, במשולב או בנפרד.



איור 5: מפה גיאולוגית של אזור עומר (מתוך גבירצמן 1969)
מקרא בעמוד הבא



מקרא למפה גיאולוגית



איור 6: קטע ממפה גיאולוגית של ישראל 1:200,000

יחד עם זאת הרי, שבגלל נתוני סביבות ההיווצרות השונים: להגדרת תשלובת מרכיבי הסלע במסגרת תצורה, (המוגדרת באזור כל שהוא - כמו בבאר שבע) - עשויה להיות משמעות הנדסית - אבל - רק כתוצר לוואי של המטרה הגיאולוגית.

כך, ייתכן, שהופעה אחידה של סלע מסויים באתר מסויים ניתנת להגדרה כיחידה בעלת מקדמים הנדסיים אחידים - אולם, במרבית המקרים, בתצורה מסויימת מופיעים מרכיבים ברכוזים שונים בתוך מאסת התצורה ולכן גם המקדמים ההנדסיים אינם אחידים.

מתוך כך, הרי, שקביעה הנדסית של מהות הסלע בתצורה זו או אחרת על פי שם התצורה בלבד - עלולה להיות מוטעית. מכאן, שאסור להסתפק בהצגת שם תצורה שנקבע בספרות

- או על גבי מפות גיאולוגיות - כמייצג סביבה הנדסית ויש להישען על סקר-אתר כדי לקבוע איכויות הנדסיות.

באזור באר שבע קיימת חלוקה לתצורות - שאינה זהה לחלוקה בצפונה או במרכזה של ישראל (ארקין 1967). זו - כמוכן - תוצאה של אזורי השקעה שונים של מיסלע. הנסיון להשוות הרכב סלע מתקופה מסויימת בגליל עם הרכב סלע בנגב - עלול להיות נדון לכשלון - למרות, ששניהם נוצרו בתקופה גיאולוגית זהה. לפנינו - אם כן - מערכת שמות המתאימה לאזור באר שבע והנגב הצפוני.

5.2. תיאור המסלע

5.2.1. מימצאים גיאולוגיים

5.2.1.1. המיסלע והקרקע

ניתן להגדיר שלוש קבוצות מיסלע וקרקע באזור האתר (איורים 5 ו-6):

א. קבוצה "א": מיסלע מגיל איאוקן משתייך לתצורת "צרעה" פרט עדולם. הסלע קארבונאטי, בנוי בעיקר קרטון בדרגות שונות של חוזק וצפיפות (כ-80% מנפח הסלע). עם הופעה מישנית של אבן גיר קרטונית (קרטון גירי - כ-25% מנפח הסלע) ורצועות צור/קרטון מצורר (או מחרוזות עדשות צור - כ-10% מנפח הסלע). הקרטון מסיבי אך, נוכחות הסלע החזק יותר משרה הופעת שיכוב למיסלע.

המיבנה הנפחי הוא מבנה עדשתי פחוס-כישורי (מרכז עבה והיקף דק). לכל עדשה - הפרופורציות הפנימיות של המרכיבים שתוארו. בעדשה אחת: רכוז גבוה של קרטון חלש ובאחרת - רכוז שכבות צור. גבול העדשות קוטע הופעות גיאולוגיות ומקשה על הכנת חתכים המקשרים קדוחים.

ב. קבוצה "ב": מיסלע מגיל ניאוגן פלייסטוקן משתייך לתצורות סקיה ובאר שבע. הסלע חלש בנוי חול/אבן חול ו/או אבן חוואר, ורכזי קונגלומראט בנוי חלוקי צור בתליד מגוון. גם כאן ההופעה עדשתית - אלא שלכל עדשה המרכיב שלה: עדשות אבן חואר בצד עדשות חול/אבן חול, עדשות קרטון, ובעיקר עדשות קונגלומרט שמייצגות אפיקי נחלים עתיקים. ממדי העדשות אינם אחידים וקיים קושי להגדיר את מיקומן, התפשטותן בתת הקרקע ומאפייני המגע בין עדשה אחת לשכנותיה. (ראה איור 3 ו-4)

ג. כיסוי קרקע טיני-חולי (לס) שמוצאו גם איאולי (מובל על ידי רוח) וגם פלוביאלי (מובל על ידי שטפונות). הלס מכסה על שתי הקבוצות "א" ו"ב" וכן חודר אל תוך הערוצים וסעיפי הערוצים. הלס עלול להיות מעורב בעדשות חלוקים.

השוני באיכות הסלע (בין הסלע המשתייך לקבוצה "א" לסלעים מהקבוצות האחרות - משפיע על מעבר הגלים הסייסמיים, ועל החזרות ממישור המגע - מאחר והמיסלע של קבוצה "א", ממוקם בגג של רצף מיסלע (כ-1,000 מ' בעובי) חזק וצפוף בהשוואה לחומר שמעליו.

מהבחינה התכנונית מוערך כי כ-80% מהאתר ממוקם על גבי מיסלע הבונה את קבוצה "ב" ומכוסה בקרקע המשתייכת לקבוצה "ג". אולם גם מתחת לסלע החלש ("ב" ו"ג") בעומק הגדל והולך (מכוון מערב למזרח ומכוון צפון לדרום) - ממוקם סלע חזק שתיפקודו ברעידות אדמה - שונה משל החלש.

השפעת מרכיבי הסלע/קרקע על תכנון המיבנים מכוסה על ידי תקן 413.

ככלל, כל מכלול הסלע/קרקע שקרוב לפני הקרקע הוא חלש, בעל צפיפות נמוכה ובעל מהירות נמוכה של גלים סייסמיים (מתחת ל-1,000 מ./שניה).

5.3. קרקע וצמחיה

הקרקע אינה מהווה גורם משמעותי מבחינת החישוב הסייסמי והפתרונות להקמת מבנים על גבה ניתנים בתקן 413.

עובי הקרקע תלוי במיקום בתוך בקעת באר שבע, קרי: במרחק מגבעות להב ורמת באר שבע. עובי הקרקע בבקעת חטיל עלול להגיע לכ-10 מ' כאשר מתחתה עשרות מטרים של סלע ניאוגני חלש (איור 3 ו-4) ואילו עוביים של השניים על גבי המדרונות הסלעיים של הסלע מקבוצה "א" מצטמצם לכ-1-2 מ'.

6. המצב ההידרוגיאולוגי

א. קווי פרשת מים מקומיים, עוברים בשיאי השלוחות.

ב. פני מי התהום נמצאים במפלסים שבין: +50 ל-+100 מ' מעל לפני הים, כלומר, בעומק עשרות מטרים מתחת למיפלסי הטופוגרפיה הנוכחיים.

7. סייסמולוגיה

על פי מסמך מינהל ההנדסה במשרד הפנים מתאריך 6 ביוני 2009 (תכ 11639-2009): "הנחיות בנושא התחשבות בסיכונים סייסמיים בתכניות מתאר בתכניות מפורטות", רשימת גורמי הסיכון שיש להציגם הם:

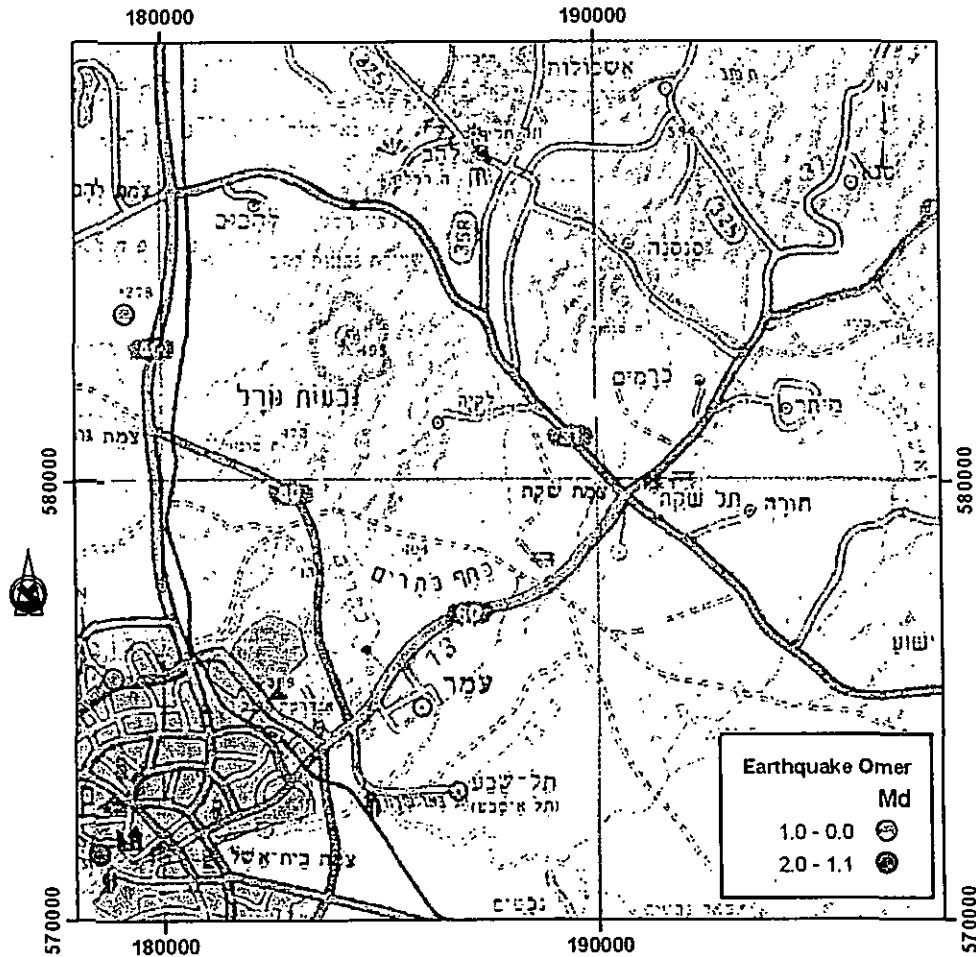
- א. קריעת פני השטח על גבי העתקים גיאולוגיים פעילים.
 - ב. יצירת תאוצות והפעלת כוחות אופקיים על מיבנים ותשתיות.
 - ג. העצמה של תנודות הקרקע עקב תנאים גיאולוגיים וטופוגרפיים.
 - ד. פגיעה ביציבות מדרונות וגלישת קרקע.
 - ה. התנזלות קרקע.
 - ו. הופעת נחשולים (צונאמי).
- מקורות המידע העיקריים בנושא הסיכונים הסייסמיים המומלצים על ידי מנהל התכנון נמצאים בעבודות המכון הגיאולוגי המוצגות באתר המכון באינטרנט, כדלקמן:
- א. מפת ההעתקים הפעילים והחשודים כפעילים בישראל,
 - ב. מפת תאוצת הקרקע (מפת אזורים של המקדם הסיסמי לתקן הישראלי 413),
 - ג. מפת אזורים החשודים בהגברת תשתית חריגה,
 - ד. מפת האזורים בהם קיימת סכנה לגלישת מדרונות,
 - ה. דוחות של סקרי תגובות אתר,
 - ו. מפות אזורים בהם קיים פוטנציאל להתנזלות (אין חשש התנזלות באתר),
 - ז. מפת אזורים המועדים להצפה מצונאמי (כאמור אין חשש צונאמי באתר).

7.1. קריעת פני השטח על גבי העתקים גיאולוגיים פעילים

מצורפות שתי מפות המציגות את ההעתקים החשודים בפעילות סייסמית (בהוצאת המכון הגיאולוגי, מהשנים: 2002 ו-2009). אנחנו מציגים את שתי המפות מאחר וקיימים שינויים במצגת ומאחר ואין הסבר לכך שהשינויים בין השתיים – כה רבים (איורים 8 ו-9).

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 - כאשר

בכל מקרה, ההסתמכות תהיה על ההגדרה החמורה מבין השתיים שמצויינות על גבי המפות. ניתן לראות כי בשתי המפות אין סימון העתק פעיל/חשוד כפעיל באזור באר שבע.



איור 7: מפת מוקדי רעש באזור עומר

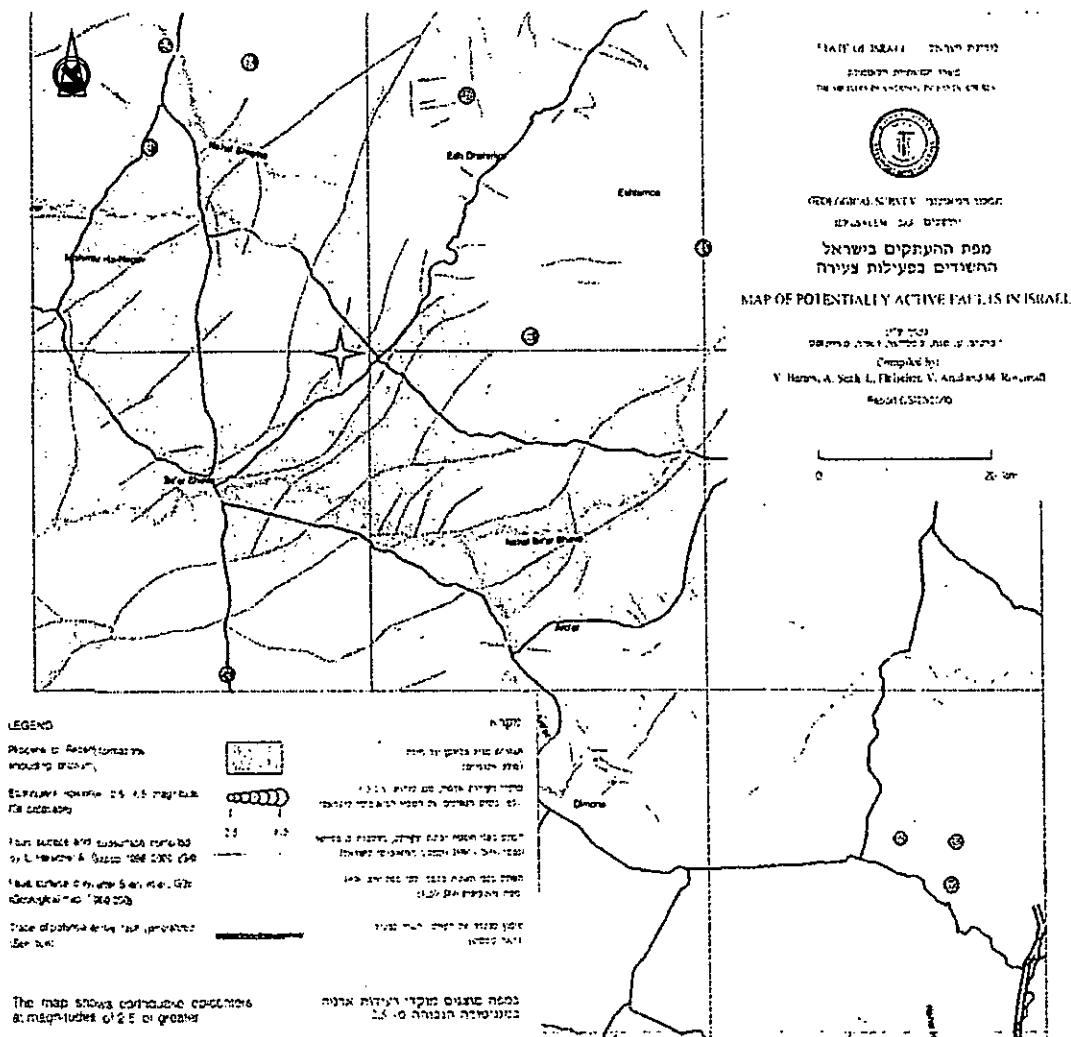
חובה להדגיש כי בהסבר המילולי המצורף למפת 2009 מצוין כי "במפה הגיאולוגית בקנ"מ 1:200,000 (של ישראל - איור 6) לא מופיעים העתקים המכוסים באלוביום ולכן אין הם מופיעים במפת ההעתקים הנוכחית".

בהמשך נאמר כי "מן האמור לעיל עולה כי על הנעזר במפה מוטלת חובה לבצע בדיקה פרטנית ומדוייקת של כל ההעתקים הרלוונטיים למשתמש". ואיך זיל גמור.

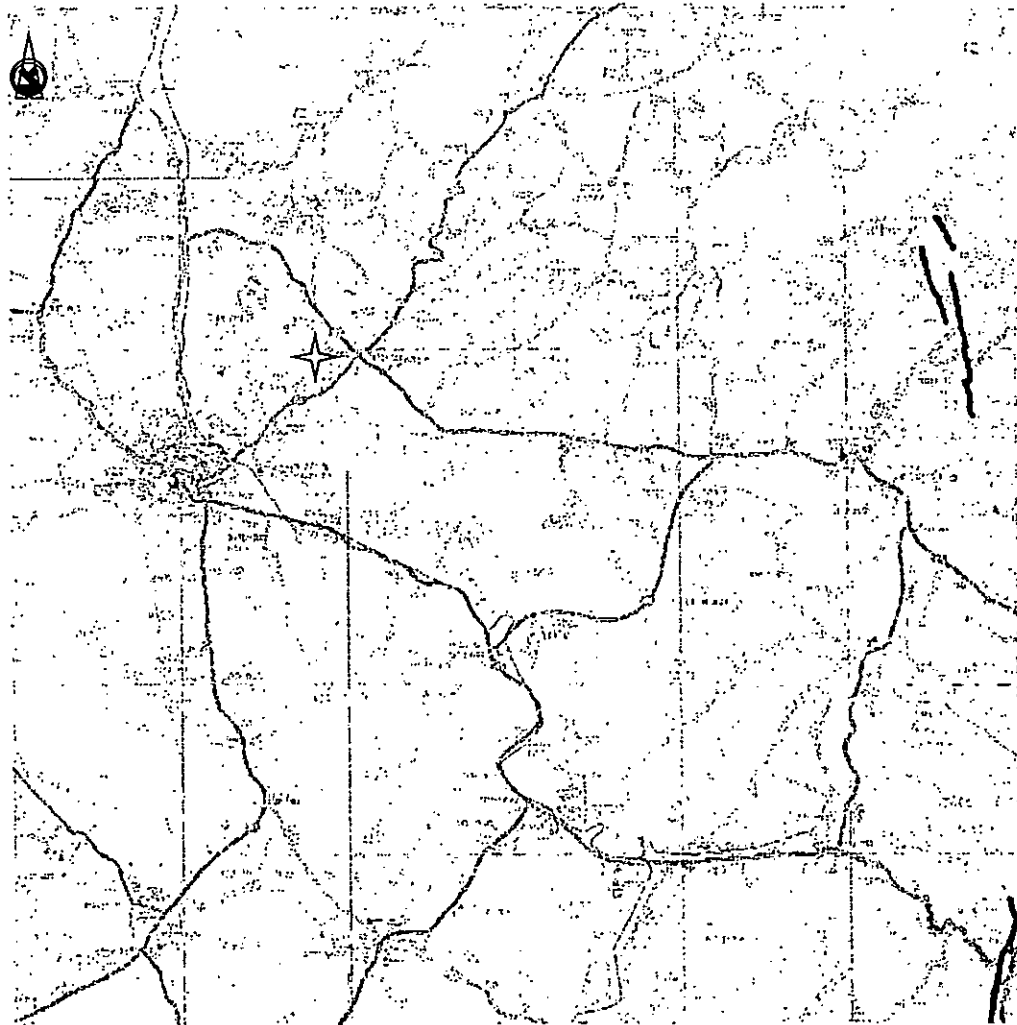
המיבנה של האזור, מביא למסקנה כי באזור הגובל באתר אין העתקים פעילים גם מתחת לסלעים החלשים ולקרקע הלס הממלאים את בקעת באר שבע.

כפי שניתן לראות – מאיור 7 הרי שלא ארעו באזור באר שבע ארועים סייסמיים בשלושים השנים האחרונות. אם קרו ארועים מתועדים הם קרו לאורך בקע הירדן וקו סעד נפחא במרחק כ-50 קמ' מהאתר.

יש לציין כי – למעט הארוע של שכונת שחמון (אילת) בו התגלתה קריעת פני השטח על ידי העתק פעיל – אין בידנו שום מידע על קריעת פני השטח בישראל שניתן היה לשייך לתזוזה על גבי העתק. באזור באר שבע, בנוסף לכך, שלא מזוהים העתקים פעילים או חשודים בפעילות – לא התגלו קריעות ב-50 השנים האחרונות.



איור 8: מפת העתקים בישראל החשודים בפעילות צעירה (המכון הגיאולוגי 2002)



איור 9: מפת העתקים בישראל החשודים בפעילות צעירה (המכון הגיאולוגי 2009)
ניתן לראות כי אין העתקים באזור הסקר וכי אין אפיצנטרים של רעידות אדמה באזור.

7.2. 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 10% בחמישים שנה (על פי תקן 413 – איור 10)
- ב. מקדם ההגברה הסייסמית של האזור (PGA) הוא $g=0.091$. באזור עומר ו- $g=0.097$ באזור לקיה

ניתן לראות כי המכון הסייסמולוגי אינו מייחד את אזור באר שבע כאזור סייסמוגני המאופיין על ידי מימצאים שונים משל כלל הנגב הצפוני.

גם תאוצות ההגברה באזור באר שבע - ממוצעות לגבי תחומי ההגברה המשפיעים על מדינת ישראל (בין 0.3 - 0.075).

7.3. העצמה של תנודות הקרקע עקב תנאים גיאולוגיים וטופוגרפיים

זו הנקודה הרגישה באזור הסקר.

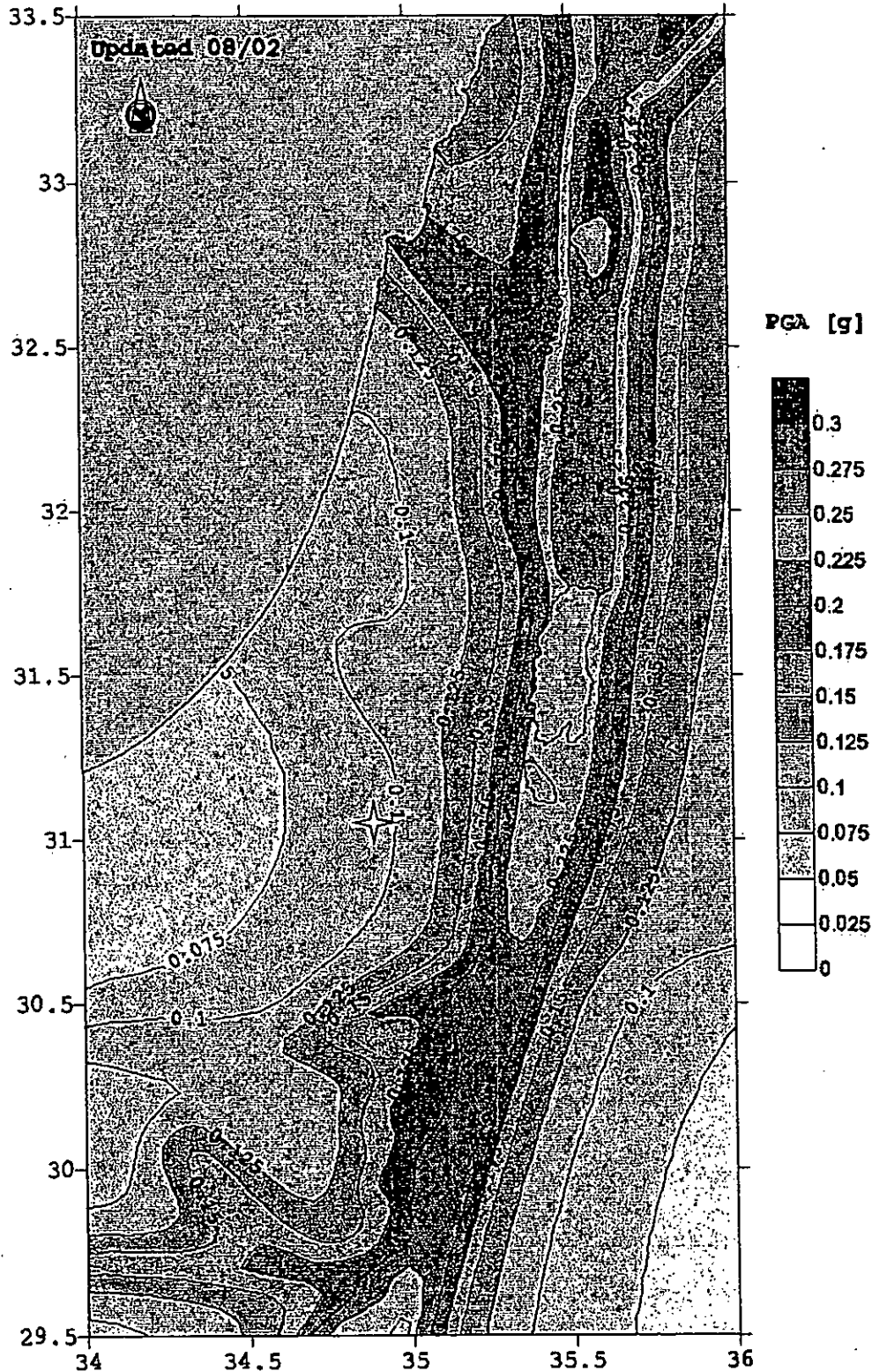
הגברה נוצרת במערכת סלע רצוף, או לחילופין, במערכת בה מונח סלע חלש (שהוא בדרך כלל גם בעל צפיפות נמוכה ומהירות נמוכה של גל סייסמי) על גבי סלע חזק (שהוא בדרך כלל גם בעל צפיפות גבוהה ומהירות גבוהה של גל סייסמי).

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

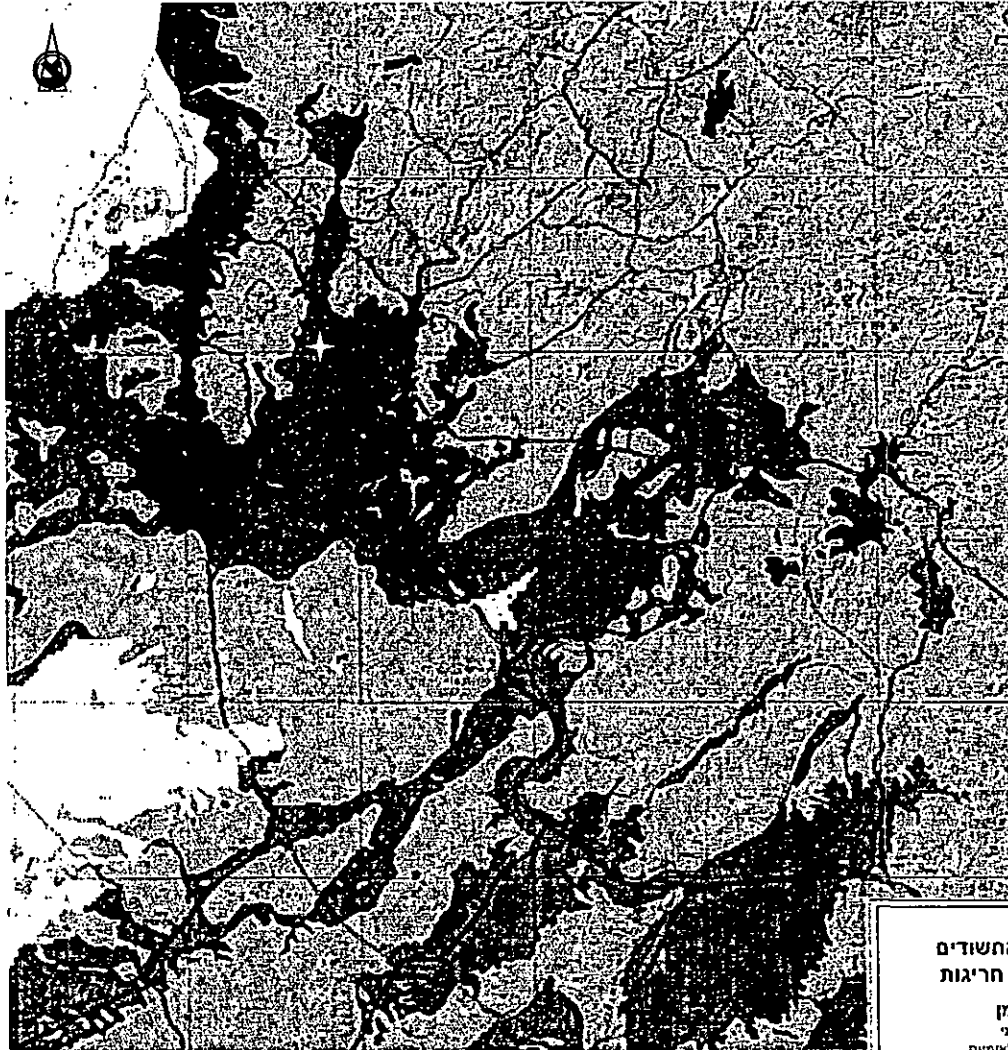
באזור רמת באר שבע (ראה איורים 3, 4, 5 ו-6) שכבה בריאה זו ממוקמת בסמוך לפני השטח ולכן מוגדר האזור כ"אתר קרקע עם חשד להגברה חריגה כתוצאה מקיום של מצע קשה מאד בבסיס".

באזור עיר המודיעין קיים עובי משתנה של הקרקע/סלע חלש ומאחר ולא מדובר במיבנה גיאולוגי מוגדר - עובי הקרקע קטן/ועולה בכיוון ממרב וצפון למזרח ודרום. לא מצאתי הוראה כי עובי הקרקע/סלע חלש משפיע על הגדרות ההגברה. אולם מאחר ובאתר קיים שוני בין כ-50-0 מ' בעובי זה ומאחר וקנה המידה של המפות המצורפות (איור 5 ו-6) אינו מאפשר הפירוט המדויק של המצב באתר יהיה צורך לקבל החלטה מאיזה עובי קרקע/סלע חלש התכנון מתייחס למצב "חשד להגברה חריגה". האם עובי כ-2 מ' ייחשב כמצב להגברה חריגה או שרק עובי 30 מ' יכלל בהגדרה.

במקביל ייתכן כי לאור העובי המצומצם של הסלע החלש/קרקע יוחלט לסווג את אזור עיר המודיעין כ"אזור סלע".



איור 10: מפת תאוצות ההגברה האופקית המרבית (עפי תקן 413)



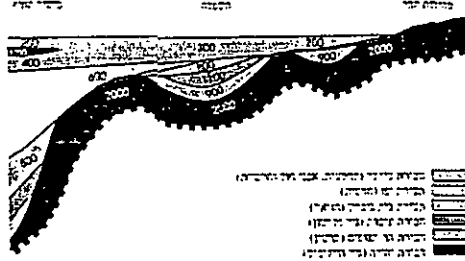
איור 5: מפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות

אזורי קרקע באג"ב גיאולוגיים צרים ומצויקים

בנוסף לתופעת ההגברה הטבעית מהמשל מטריות הגלים הסיסמיים, סגנים גיאולוגיים צרים ועמוקים עלולים להווצר אפקטים מיוחדים הקשורים לכליאה של האנרגיה בין קירות האגן ומי השטח, למיקוד גלים לאזורים מסוימים, לריכוז אנרגיה בקרבת קירות האגן, לכווניות הגלים הסיסמיים ועוד. תצוין, שאגנים אלו נמצאים בדרך כלל באזורים סיסמוניים שגם הסיכון הסיסמי גדול מביא. מניסיון שהצטבר מרעידות אדמה חזקות כמו זאת שהתרחשה באזור לוס אנג'לס (קליפורניה) ב-1994 ובקובה (קוב) ב-1995 התגורר שהשפעות אגן גם מאריכות את מסך התנודות וגם מגבירות אותו.

מפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות מצביעה על שני סוגי אזורים בהם מידת הגברת תנודות הקרקע כוונת 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 משכבת הקרקע. (2) אגנים גיאולוגיים צרים ועמוקים (מסומן במפה בקווים אדומים), בהם עלולים להיווצר אפקטים נוספים הקשורים לכליאה של האנרגיה בין קירות האגן ומי השטח, למיקוד גלים לאזורים מסוימים, לריכוז אנרגיה בקרבת קירות האגן, לכווניות הגלים הסיסמיים ועוד.

לאור תחשש הוה החליטה ועדת המומחים של מכון התקנים הישראלי שבאזורים אלו, עבור ממי עיצור חשוכים ועבור תכנון אורבני, מקדמי הגברת תנודות הקרקע לצורך תכנון מבנים יקבעו על סמך לימוד פרטני של תנאי התשתית המקומיים ולא על פי מקדמים סטנדרטיים. חדרך המעשית ליישום התחלטה היא לכלול אתרים החשודים בהגברות חריגות בסוג אתר F, המיועד לחריגים מסוגים שונים והמחייב ביצוע סקר אתר מפורט. בתי 413 בסעיף 202.2.1, שנוסף בגיליון תקנון מסי 3 (2009), מפורטים המשה קריטריונים לסיווג אתר כ F. ארבע הקריטריונים הראשונים המגדירים קרקעת המועדות למשל מיסו נלקחו מתקן האמריקני; תחמשי התוסף בכדי לתת מענה לאזורים החשודים בהגברות שתית חריגות. נאמר שם, שעבור מבנים מקבוצת חשיבות יא ועבור תכנון אורבני אתר יסווג כ F, אם הוא נכלל באזורים שבהם לפי המפה תהיה יש חשד להגברות שיתת חריגות עקב הימצאות סלע קשה מאוד בבסיס או עקב השפעת אגן (basin effect).



התקן סכמתי המגדיר צירופים אפשריים של יחידות גיאולוגיות בשפלה ובמישור החוף של ישראל, הנוגעים לחודר חזקה של גלי רעידות אדמה ועלולים לגרום להגברה חריגה של תנודות הקרקע בנוסר רעידת אדמה. המספרים מציינים בקוויכוח את מהירות גלי גווירה ביחידות של מטר לשנייה. קו אדום עבה מציינ מחזור סיסמי עם יחס אימפדנס מוערך של 4 ויותר שעומקו בתחום העלול לגרום הגברה חריגה. איור זה נועד להמחשה בלבד ואין להשתמש בו לחישובי הגברה ללא סקר מפורט באזור התסקר.

מפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות

זהר גבירצמן
 המכון הגיאולוגי
 המשרד לתשתית לאומית

יולי זולבסקי
 המכון הגיאולוגי לישראל

תמוז תשס"ט
 ד"ח GSU/15/2009

מקורות
 סקר תגובת אתר זולבסקי וחבריו, אתר המכון הגיאולוגי לישראל
 www.gsi.gov.il

החאמה בין המבנה הגיאולוגי למדידות רעשי ריקת גבירצמן וחבריו, אתר המכון הגיאולוגי
 www.gsi.gov.il

מפה גיאולוגית של ישראל, ק"מ 1:200,000
 סנה, ע., ברטוב, י., רזנספס, ס., 1998
 המכון הגיאולוגי

מפה סטרוקטורלית של גג חברת יהודה
 ק"מ 1:200,000
 פלישר, ל., גופסן, ר., 2003
 המכון הגיאולוגי לישראל, ד"ח 753/312/03

מקרא

אתר סדע

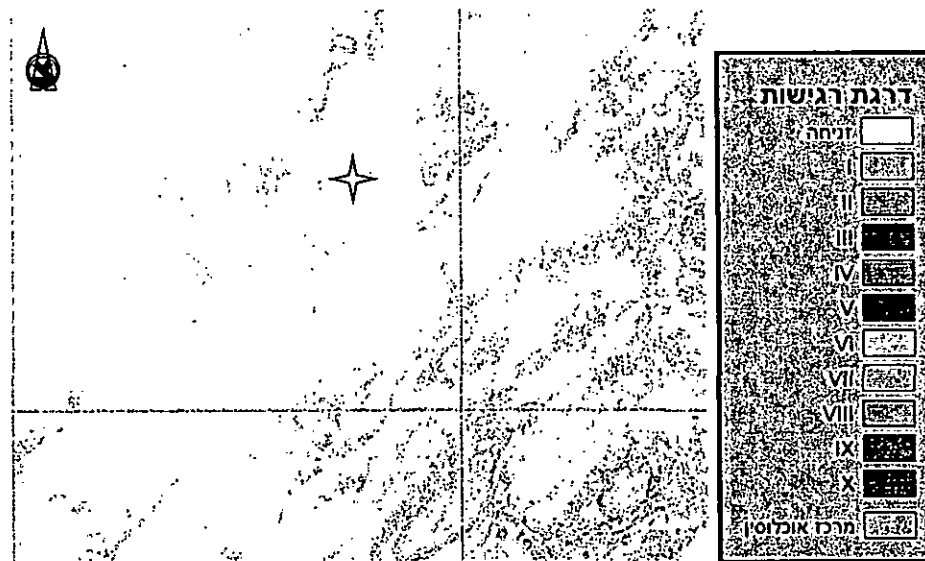
אתר קרקע תיל

אתר קרקע עם חשד להגברה חריגה

נתבאה מקיזים של מצע קשה מאוד בבסיס

אתר עם חשד להגברה חריגה

באגנים גיאולוגיים עמוקים צרים



איור 6: מפת האזורים בהם קיימת סכנה לגלישת מדרונות קנה המידה – אינו מאפשר זיהוי אפשרות גלישה באזור עומר.

7.4. פגיעה ביציבות מדרונות וגלישת קרקע

הרס המוגדר כגלישת מדרונות מתבצע אך ורק כאשר נוכח אופק סלע חלש שנמצא במצב של רוויה המחלישה אותו. סלע זה הוא, בעיקר, אבן חואר או קרטון עם גבול נזילות גבוה. שני תנאים נוספים מתחייבים לצורך התפתחות גלישה באבן חואר:

- א. עובי מספיק לבנית מעגל גזירה בתוך אבן החואר
- ב. ו/או נטיה המאפשרת התפתחות מישור החלקה באבן חואר המקביל לשיפוע השכבות. בדרך כלל שיפוע הנע סביב כ- 15° מאפשר החלקה מטיפוס זה.
- ג. באזור האתר, קיימת נוכחות אבן חואר בעומקים שונים. אולם, בחומר הספרותי שאספנו, לא מוזכר ארוע גלישה הקשור באבן החואר שבעומק. גם בתצלומי האויר שנבחנו - אין שרידי צלקות של גלישות עתיקות. בהמשך הסקר - תיבדק נוכחות אבן החואר ויבחן נושא הרגישות שלה לרעידות אדמה.
- ד. אזור הלס יושפע מפעילות סייסמית - כאשר אין ספק שמפולות גושי סלע ילוו ארועים סייסמיים.
- ה. ההרס המוגדר במפת האזורים בהם קיימת סכנה לגלישת מדרונות (איור 12) - אינו כולל אפשרות מפולת סלע (toppling) בתחום המינוח גלישה. זאת, למרות שהמפולת

היא השכיחה בין סוגי ההרס בסלע. באזור האתר – לא קיים סלע שעלול להתמוטט (למעט הלס).

8. 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:

על פי כל ההנחות שבספרות המיקצועית – אין השפעת העתקים באזור האתר.

ב. לא ניתן הסבר לתופעות - או לחוסר התופעות - שהביאו לשינוי הגדרת איכות ההעתק מהמפה של 2002 בה מסומנים העתקים לא פעילים למפה של 2009 (בה אין כלל העתקים). אין הסבר על פי איזה קריטריונים התבצע שינוי כה רדיקאלי, שלא לדבר על המשמעות הכספית הנלווית לשינוי.

ההשקפה הנוכחית שלנו היא: כי עד שלא יובהרו העקרונות לפיהם שונתה המצגת במפות מוטב להסתמך על הגירסה המחמירה בין אם מופיעה על גבי מפת 2002 או על גבי מפת 2009.

הקביעה של המכונים בנושא העתקים מכוסים בקרקע מוצגת על גבי מפת ההעתקים החשודים כפעילים. בחינה של המצב האקטואלי השטח – ובחינת תצלומי אוויר מראה כי אין העתקים באזור הסקר. גם המספר הנמוך של האפיצנטרים שנמדד באזור מצדיק הנחה שהאזור נקי מהעתקים פעילים או חשודים כפעילים. בכל מקרה יש להתייחס לנושא על פי תקן 413.

ג. יצירת תאוצות והפעלת כוחות אופקיים על מבנים ותשתיות.

מקדם ההגברה הסייסמית של אזור האתר (PGA) הוא $g=0.091$.

כאמור, אין העתקים פעילים או חשודים כפעילים באזור.

ד. העצמה של תנודות הקרקע עקב תנאים גיאולוגיים וטופוגרפיים.

אזור האתר ממוקם בתחום ההגדרה: "אזור סלע".

ה. פגיעה ביציבות מדרונות וגלישת קרקע.

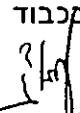
התצורות הקירטוניות – חוואריות החלשות הממוקמות בבקעת באר שבע, הן פוטנציאל לגלישות. מיקום אבן החואר וממדי התופעה טרם הושלם. נראה כי ככל שמתקדמים מזרחה הסיכוי לעליית נפח החואר יעלה.

בלס המכסה על פני השטח קיימת סכנת מפולת בהשפעת רעידות אדמה.

1. אין השפעה של צונאמי ושל התנזלות באיזור באר-שבע, עומר, לקייה.

9. המלצות

נושא ההגברה הנוצרת על גבי מישור המגע האלכסוני: קרטון-אבן גיר קרטונית (קבוצה "א") – אבן חואר, אבן חול, קונגלומראט) מחייב התייחסות של המתכנן.

מכבוד רב

ד"ר עזי זלצמן