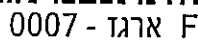


ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע



3700

19

סקר והכנת הנחיות לסיכונים סייסמיים

בתב"ע 3700

מוגש

מאוסדות

משרד הפנים מחוז תל-אביב
חוק התכנון והבניה תשכ"ה - 1965
אישור תכנית מס' 100/1 סכר
הועדה המחוזית לתכנון ולבניה החליטה
ביום 20.7.12 לאשר את התכנית
ל**שטח מילר** גילה אורון
החלטה **מילר** גילה אורון
הועדה המחוזית לתכנון ולבניה

100/1
20.7.12
מילר
גילה אורון

לעיריית תל אביב - יפו

מנהל בינוי ותשתיות

אפריל-מאי 2010

תוכן ענינים

עמוד

1.....	מבוא	1.
2.....	הערות גיאולוגיות כלליות	2.
3.....	סימוכים והנחיות	3.
5.....	שיטה	4.
5.....	פעולות שבוצעו	4.1.
5.....	מיפולס המים	4.2.
6.....	מיסלע/ קרקע	5.
6.....	המיסלע	5.1.
6.....	התפתחות המיסלע במישור החוף	5.1.1.
10.....	תאור המיסלע במישור החוף	5.1.2.
23.....	מיקום המיסלע על פני השטח	5.1.3.
25.....	סיכום המצב הגיאולוגי	5.1.4.
25.....	קיום העתק לאורך קו החוף	5.1.5.
26.....	סיכום המצב הסייסמולוגי	6.

רשימת איורים

עמוד

4.....	איור 1: קטע מפה גיאולוגית גליון תל אביב
8.....	איור 2: חלוקה סטרטיגרפית של הרביעון בעולם ובאגן הים התיכון
11.....	איור 3: מיקום החתכים גיאולוגיים
12.....	איור 4: חתך גיאולוגי ברצועה 33
13.....	איור 5: חתך גיאולוגי ברצועה 34
14.....	איור 6: חתך גיאולוגי ברצועה 35
15.....	איור 7: חתך גיאולוגי ברצועה 36
16.....	איור 8: טבלה סטרטיגרפית של חבורת כורכר ותצורת יפו
19.....	איור 9: השינויים הנוצרים כתוצאה מארוזיה באיזור המצוק החופי
20.....	איור 10: מפה גיאולוגית של השרון
22.....	איור 11: מפה סטרוקטורלית, בסיס חבורת כורכר בשרון
24.....	איור 12: קטע ממפת חבורות הקרקעות של ישראל

רשימת נספחים

עמוד

29	ביבליוגרפיה מסייעת	נספח א.
31	נושא ההתנזלות (ליקויפקציה) מוצג על ידי אינג' ד. דוד	נספח ב.
35	מחקר תגובות האתר. הוכן על ידי י. זסלבסקי	נספח ג.
36	מפת מיפלסי מי תהום	נספח ד.
38	מפת העתקים חשודים כפעילים	נספח ה.
40	מיקום אזורים סייסמוגניים	נספח ו.
41	מפת תאוצות הגברה	נספח ז.
42	מפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות	נספח ח.
42	מפת האזורים בהם קיים פוטנציאל התנזלות	נספח ט.
44	מפת האזורים המועדים להצפה מצונאמי	נספח י.
45	מפת האזורים בהם קיימת סכנה לגלישת מדרונות	נספח יא.

1. מבוא

הסקר הוכן עבור מינהל בינוי ותשתית בעירית תל אביב יפו, על פי חוזה: 2010-5-00416
מתאריך 25/04/2010.

מטרת הסקר היא: להציג את הנתונים הסייסמולוגיים באזור התב"ע 3700 המתייחס לשטח בתל אביב - הממוקם מצפון לירקון. הנתונים מציגים את השפעת התנאים הגיאולוגיים שבבסיס השטח - על ההתנהגות הסייסמית באזור בו ממוקם האתר. כן תוצג הגיאומטריה הגיאולוגית של הסלעים הבונים את האתר ויוצגו הנתונים הסייסמיים באזור התב"ע.

רשימה ביבליוגרפית של מחקרים שסייעו להכנת מסמך זה, מוצגת בנספח "א".

תשומת לב מיוחדת ניתנה לניתוח נושא הליקויפקציה בחולות שבאזור והכרות עם מרכיבי המצוק החופי והשפעות צונאמי עליו. נושא ההתנזלות (ליקויפקציה) מוצג על ידי מהנדס הביסוס, אינג' ד. דוד (נספח "ב").

המסמך המוצג להלן הוא ראשוני. ככזה עליו להתמודד עם דרישות לא מתואמות של גופים ממשלתיים, כאשר כל גוף מושך את השמיכה בכוון אחר. הסיכום שלהלן נערך על פי הדרישות של התקן הישראלי 413, שהוצא על ידי מכון התקנים.

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

על פי הדרישה - תחומי השטח הנבדק אינם כוללים רצועה ברוחב 150 מ' מקו החוף בה תאסר בניה. אשר למצוק החופי: למרות, שאינו נכלל בתחומי תב"ע 3700, מחייב הסיכום הגיאולוגי התייחסות לאופקי המיסלע הבונים אותו.

נושא המיגון של המצוק אינו מהווה חלק מדו"ח זה. אולם, נזק מתמשך למצוק עלול להשפיע על תנאי השטח שבגב המצוקים, אשר מהווים חלק מתחומי התב"ע. לכן, בכל תכנון המרוחק 100-150 מ' משפת הים יש להביא בחשבון אפשרות של השפעת פגיעה במצוק.

התקנים הישראליים המחייבים התייחסות בתכנון הם:

תקן 413 - תקן תכנון מיבנים בתנאי רעידות אדמה.

תקן 940 - ביסוס מיבנים.

2. הערות גיאולוגיות כלליות

כבכל נושא גיאולוגי - תיתכנה אינטרפרטציות שונות לארועים או למיקום תופעות. אולם, באזור תל אביב, באם קיימים חילוקי דעות - בין אם בקשר לסדר המיסלע או לארועים שהביאו להוצרתו - אין הם מהווים עילה להגדרות שונות של הדרישות לטיפול בנושאים הסייסמולוגיים.

האינפורמציה הגיאולוגית נשענת בעיקר על קדוחים שבוצעו עוד בשנות השישים והשבעים של המאה העשרים. מטרת הקדוחים היתה הידרולוגית-הידרוגיאולוגית: "בחינת משטר המים בתת הקרקע, הגדרת מיקום הפן הביני וקיבול המים השפירים שניתן לשאוב עד להפעלת המוביל הארצי בשנת 1964 - מבלי להמליח את אקוויפר החוף".
רמות האמינות של התאור הגיאולוגי של חתך הסלע לעומק האזור הניסקר - שונות ותלויות בצפיפות הקדוחים הקיימת.

בעוד תכנון הנדסי של מיבנים מטפל במיפלסי התכנון ושכבות הביסוס ומחייב הכרות עם המצב עד לעומק כ- 50 מ' מתחת לפני השטח הקיים - הרי שהקדוחים שחקרו את ההידרוגיאולוגיה מגיעים לעומק כפול (כ- 100-120 מ' מתחת לפני השטח).

כך, האינפורמציה הקיימת עד לעומק הנבחן על ידי מהנדסי ביסוס - רבה יותר, מאחר וכל מיבנה מתוכנן מחייב ביצוע קדוחים. כך, מספר קדוחי ההידרוגיאולוגיה קטן יותר. לכן כמות האינפורמציה לגבי המיסלע בעומק - נמוכה יותר מזו הנמצאת לגבי המיסלע הקרוב לפני השטח.

מתחת לעומק שכבת הביסוס ולעומק שנבחן בסקרים ההידרוגיאולוגיים - ועד לעומק כ- 5 קמ', האינפורמציה מדויקת עוד פחות, האינפורמציה ה"עמוקה" נשענת על דוחות וסיכומים, שמתייחסים לאזור התב"ע כחלק מכל מישור החוף הישראלי ולא כאל אתר שנבדק במיוחד. מספר הקדוחים לעומקים אלה נמוך ממספר הקדוחים למטרת איפיון ההידרוגיאולוגי. כך בעומקים הנמוכים, לפנינו - למעשה - השלכה לאזור תל אביב, של נתונים מסקרים שבוצעו לצורך חיפוש נפט, ואשר מרביתם מרוחקים מספר קילומטרים משטח התב"ע.

מתחת לעומק 5 הקילומטרים, המידע כוללני - ובחלקו ספקולטיבי - מאחר ואין קדוחים שבחנו מיסלע זה והנתונים מתבססים על ניתוח זעזועים שנוצרו ברעידות אדמה.

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

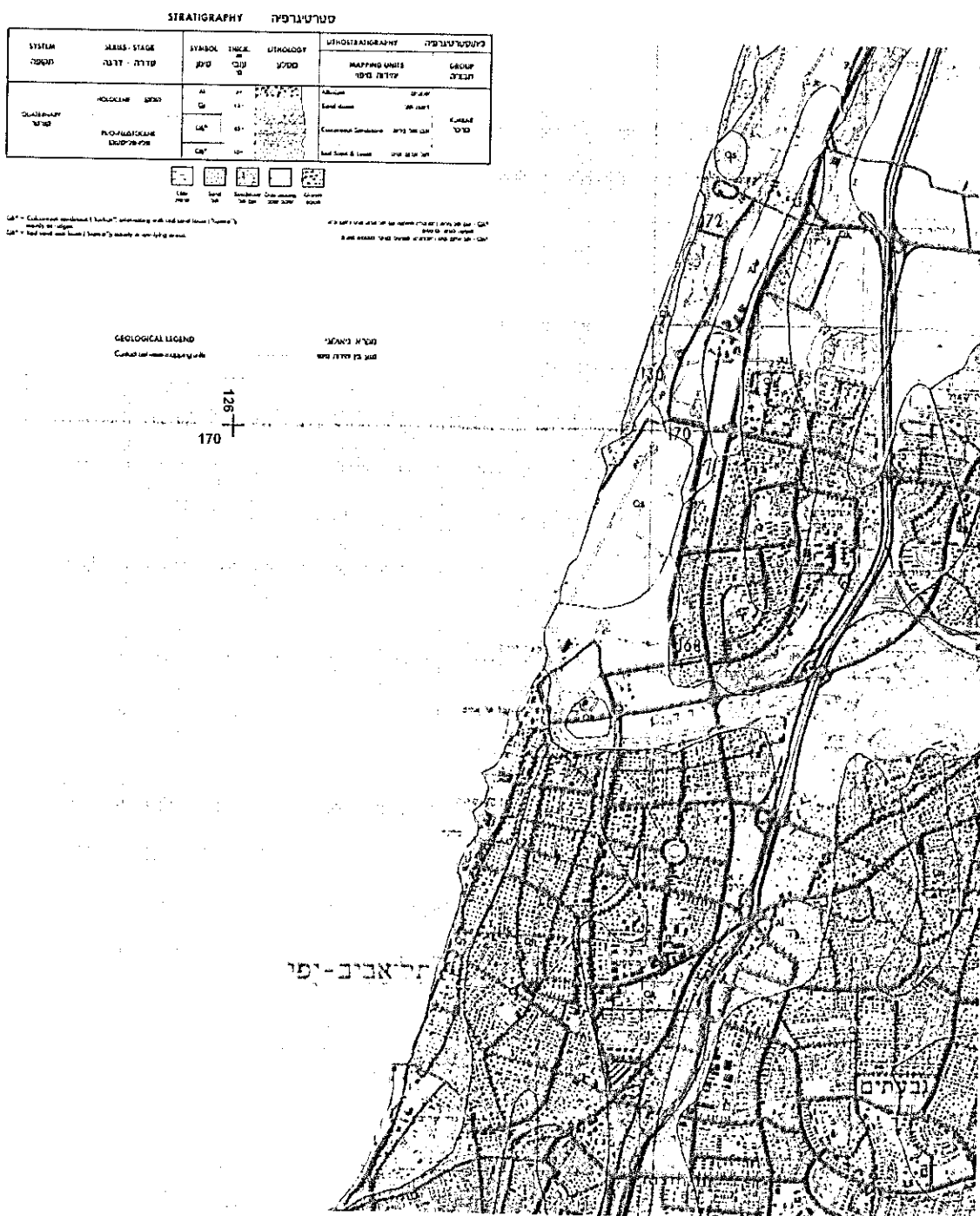
3. סימוכים והנחיות

הסקר נשען על עבודות מחקר (ראה רשימה בנספח "א"), שבוצעו באזור תל אביב. חלק העבודות הן עבודות מחקר, שפורסמו: בין כעבודות דוקטור ובין כפירסומים של המכון הגיאולוגי או המכון הגיאופיסי. כן התקבל מידע מהמכון הגיאולוגי המסכם את החתכים הגיאולוגיים של תת הקרקע באזור הנדון.

בנוסף, נשען הסקר על העזרים הבאים:

- א. מפות ההעתקים החשודים כפעילים בהוצאת המכון הגיאולוגי (מהשנים 2002 ו-2009 וראה נספח "ה1" ו"ה2"). שתי המפות מוצגות מאחר וקיימים הבדלים ביניהן.
 - ב. רישום מוקדי רעידות אדמה (אפיצנטרים), כפי שנרשמו על ידי המכון הסייסמולוגי בעשרים וחמש השנים האחרונות. לא נמצאו אפיצנטרים באזור ת"א.
 - ג. מחקר תגובות האתר שהוכנו על ידי המכון הגיאופיסי עבור ועדת ההיגוי שהנחתה את מחקר הסכנות מרעידת אדמה במדינת ישראל. דו"ח 519/401/08 המצוי בידי המכון הגיאופיסי.
 - ד. המפה הגיאולוגית גליון תל אביב בקנ"מ 1:50,000 (ראה איור 1). המפה מתוכננת על ידי המכון הגיאולוגי. סטטוס המפה הוא "בהכנה" ולכן עדיין אין לו ממעמד חוקי.
- החומר הגיאולוגי מוצג בלשון העברית. דו"ח זסלבסקי נכתב באנגלית (נספח "ג"). ניתנת הפניה לאתרי האינטרנט של המכון הגיאולוגי והמכון הגיאופיסי.

איור 1: קטע מפה גיאולוגית גליון תל אביב



4. שיטה

4.1. פעולות שבוצעו

כדי לאשר את התאמת החתכים הגיאולוגיים לדין הנוכחי נבדקו חתכים עמודיים של קדוחים.

הטופוגרפיה הרלוונטית הוצאה ממפות של המרכז למיפוי ישראל - כאשר המרווח בין קווי הטופוגרפיה הוא 10 מ'. המפה הטופוגרפית המוצגת בדו"ח היא שחזור הטופוגרפיה המקורית של האזור בטרם בוצעו בה שינויים הנדסיים לצורך פיתוח האזור (דיסק מצורף).

4.2. מיפול המים

במרכז למיפוי ישראל, לא ניתן לקבל מפה עדכנית של מיפול מי תהום. השתמשנו במפות ישנות של השירות ההידרולוגי משנת 1976-7 (נספח "ד") ותלויים במרחק מקו מי הים התיכון (מיפול 0). השוואה בין המיפולים המצויינים בשתי המפות - מראות שינויים מינוריים במיפולים בין חורף לקיץ.

יחד עם זאת חובה להדגיש את נושא ההחדרה העונתית של מים מהמוביל הארצי אל תת הקרקע - כזה שמאזן שאיבת יתר המתבצעת בחדשי הקיץ.

בגלל השינויים העונתיים והשינויים הקשורים בתיקוד רשויות המים - אסור להתייחס לכל מיפול כאל מיפול מוחלט. על המהנדס המתכנן לבדוק את נושא המיפול של מי התהום כפי שמופיע באתרי השירות ההידרולוגי ונציבות המים ולא להישען אך ורק על המפות המצורפות (נספח "ד").

אין זה מתפקידנו להציג פתרונות הנדסיים לתכנון מיבנים. למרות זאת, קיים צורך להדגיש את חשיבות ההתייחסות לפני המים התת קרקעיים בכל נושא הנדסי בתחום התב"ע

מלבד נושא הליקויפקציה - הקשור לניתוח הסיסמולוגי, למיפול המים חשיבות בתכנון מרתפים וחפירות אחרות. אולם, בהיות המיקום של מיבנה זה או אחר תלוי בפני מים נקודתיים - הרי שקדוחי נסיון לצרכי ביסוס - אמורים להציג את מיפול המים לתכנון - בלא שיהיה נסיון להתייחס לפני המים המוצגים בדו"ח זה כאל נתון קבוע למצב באתר מתוכנן -

זה או אחר. גם חישובי קונוס השפילה לכל הנמכת מיפלסים נקודתית - אינם תלויים במפה המוצגת.

5. מיסלע/ קרקע

5.1. המיסלע

5.1.1 התפתחות המיסלע במישור החוף

ההסבר שלהלן, חשוב להבנת המצב הגיאולוגי בשטח התב"ע. מטרת הדו"ח אינה לבוא במקום המהנדסים המתכננים מיבנים בחלקות שונות בתחומי התב"ע. המטרה היא להציג במרכז את הנתונים הגיאולוגיים ואת הדרישות שמחייב מינהל התכנון במשרד הפנים לעמוד בהן. זאת, לצורך קביעת הפרמטרים הסייסמולוגיים - כדי שינתן להם ביטוי בתכנון.

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

מחזורי אקלים משתנה (התחממות-התקררות), משפיעים 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).

השינוי בתנאים הפיסיקליים והכימיים שנגרם בגלל מחזורי האקלים והשינויים בפני השטח החשוף יוצרים סביבות השקעה שונות של סלעים ובעקבותן: בניית המכלול המאפיין את תת הקרקע לאורך מישור החוף של ישראל (ובכללו את אזור תב"ע 3700).

כך, עקרונית, מקובל כי: החול שהתאבן בחלקו לכורכר נוצר בתקופה בה קיים ים במיפלי ה היווצרות. אין לחוקרים תשובה ברורה האם אופקי החול הנוצרים -

מצטברים בזמן ההצפה או בזמן הנסיגה. מצד שני מוסכם, כי אופקי החרסית נוצרו בזמן הנסיגה של פני הים והחישוף להווצרות קרקעות ממוצא יבשתי. (ראה איור 2).

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".

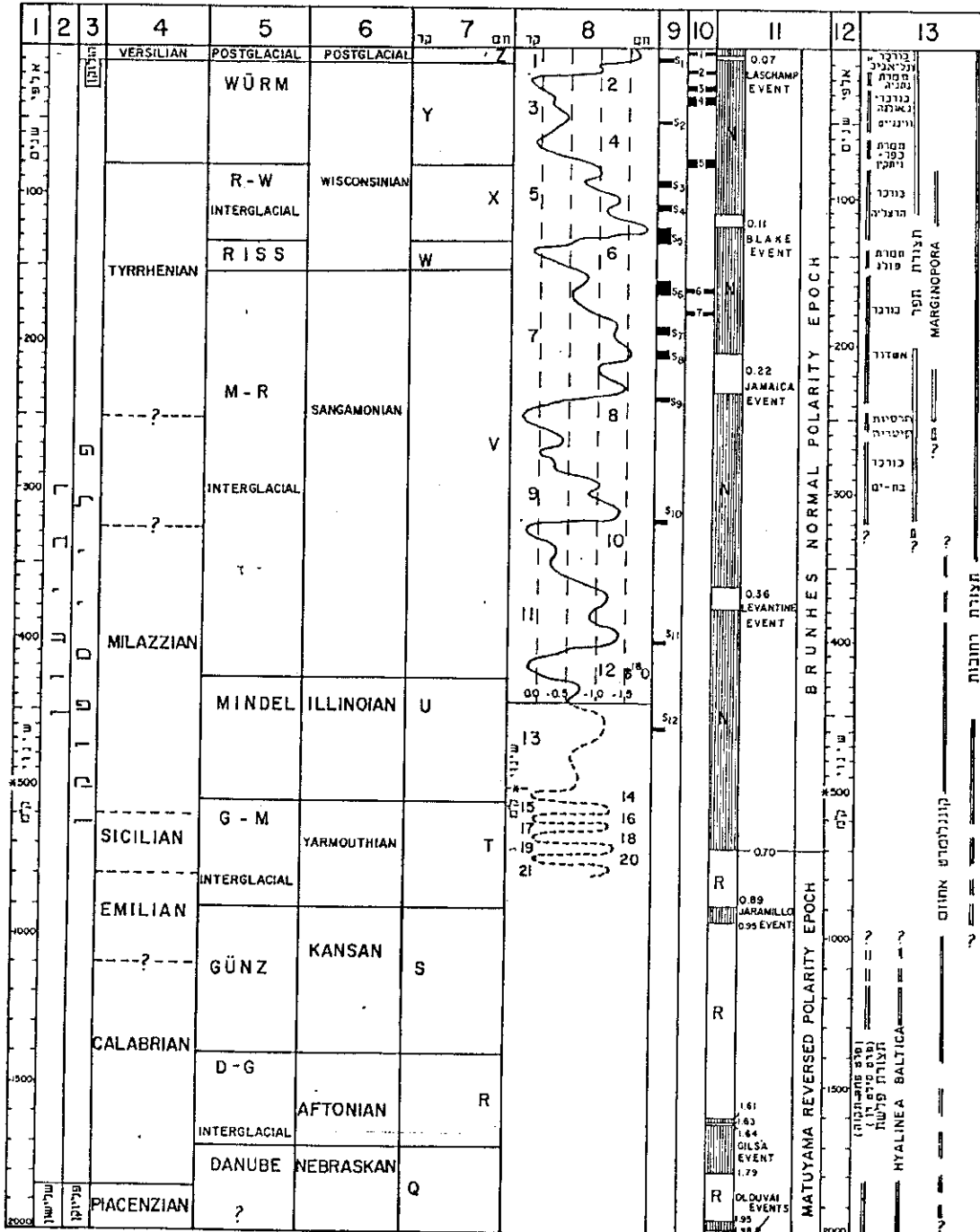
כפי שניתן לראות מהרשימה הביבליוגרפית (נספח "א"), מאז שנות ה-70 וה-80 של המאה העשרים לא התקדם המחקר התת קרקעי באזור החוף של ישראל. מאז ועד עתה, התרכז המחקר בהשפעות הארוזיביות על המצוק החופי ובהשפעות הקמת המבנים (נמלים, מרינות) על החוף הישראלי.

תחום התב"ע והסקר הנוכחי - מרוחק מהשפעות הדינמיקה הנוכחית של ארוזית הגלים וסחף החול.

צריך, גם, לזכור כי התיאור הגיאולוגי 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 ייווצר סדר בהכללות ההנדסיות.

גיל המיסלע הבונה את אזור תל אביב: 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.

איור 2: חלוקה סטרטיגרפית של הרביעון בעולם ובאגן הים התיכון לפי סולם של זמן אבסולוטי (מקרא בעמוד הבא)



- עמודה 1:** זמן אבסולוטי באלפי שנים; יש לשים לב לשינוי קנה-המידה ב-500 אלף שנה.
- עמודה 2:** חלוקה גלובאלית לסדרות כרונוסטריגרפיות;
- עמודה 3:** חלוקה גלובאלית לדרגות כרונוסטריגרפיות;
- עמודה 4:** חלוקה לתדרגות כרונוסטריגרפיות ביבשות סביב אגן היס-התיכון (דרום אירופה וצפון אפריקה); התאמת הגבולות של יחידות אלה לזמן האבסולוטי (עמודה 1) אינה ברורה ואינה מוסכמת. בציר זה הוצגו הגבולות של תת-הדרגה הטיירנית בעקבות תיארוך בשיטת אורניום-תוריום על-ידי סטרנס ותורבר (Stearns & Thurber, 1965; 1967). מקומה של תת-הדרגה הסיצילית ובסיס תת-הדרגה הקלברית – בעקבות ברגרן וואן קוברינג (Berggren & Van Couvering, 1974), והחלוקה של שאר היחידות – בעקבות ואן אייסינגה (Van Eysinga, 1978).
- עמודה 5:** חלוקה כרונוסטריגרפית של האירועים הנלציאליים האלפניניים; התאמת הגבולות של יחידות אלה לזמן היחידות הנלציאליות האמריקניות (עמודה 6) – בעקבות ברגרן וואן קוברינג (Berggren & Van Couvering, 1974) וכן בעקבות ואן אייסינגה (Van Eysinga, 1978).
- עמודה 6:** חלוקה כרונוסטריגרפית של האירועים הנלציאליים בצפון אמריקה; זמן הגבולות של יחידות אלה הותאם לזמן היחידות הביוסטריגרפיות-אוקייניות (עמודה 7) לפי אריקסון וולין (Ericson & Wollin, 1968).
- עמודה 7:** חלוקה ביוסטריגרפית אוקיינית-אקלימית גלובאלית, המבטאת שינויים באוכלוסיות פלנקטונית באוקיינוסים בזמן טמפרטורה חמה (אותיות בצד ימין) ובזמן טמפרטורה קרה (אותיות בצד שמאל); החלוקה לפי אריקסון וולין (Ericson & Wollin, 1968) מבוססת על גלעינים מהאוקיינוס האטלנטי ומהאוקיינוס השקט. הגיל האבסולוטי של הגבולות העליונים עד U/V תוקן מהמקור והותאם לעמודה 8 בעקבות ריאן (Ryan, 1972). תיקוני גיל נוספים לפי קלר ואחרים (Keller et al., 1978). הגיל של הגבולות M/U ומטה – לפי אריקסון וולין (Ericson & Wollin, 1968).
- עמודה 8:** עקומה איוטופית-אקלימית לפי קנה-מידה אופקי של יחידות 10^6 של האוקיינוסים ושל היס-התיכון; עקומה זו מבטאת את השינויים בהרכב האיוטופי של חמצן בקונכייות פורמיניפרים פלנקטוניים מגלעינים שנדגמו מקרקע היס. השינויים מבטאים בעיקר את הבדלי הטמפרטורה של פני מי היס: צד ימין – חם וצד שמאל – קר. העקומה מחולקת ליחידות ממוספרות של דרגות ימיות לפי אמיליאני (Emiliani, 1955; 1966). היחידות של המספרים האי זוגיים מייצגות מחזורים חמים והיחידות האוגיות מייצגות מחזורים קרים. עקומה זו הוכנה תחילה לפי נתוני גלעין מהיס-התיכון המזרחי (Emiliani, 1955) ואחר-כך הושלמה ושוכללה מגלעינים מהאוקיינוסים האטלנטי והשקט (Emiliani, 1966). העקומה הפכה למכשיר חלוקה גלובלי מקובל. התאמת עקומה זו לזמן אבסולוטי עברה סדרה של תיקונים מאמיליאני (Emiliani, 1955; 1966) דרך ברוקר וואן דונק (Broecker & Van Donk, 1970) ועד אמיליאני ושקלטון (Emiliani & Shackleton, 1974). העקומה הותאמה לים-התיכון – יחד עם קנה-המידה האופקי הניתן בזה – על-ידי ריאן (Ryan, 1972) ואחר-כך על-ידי קלר ואחרים (Keller et al., 1978). החלק התחתון המקווקו מדרגה 13 עד דרגה 21 הוסף כאן לפי צייטס וחובריה (Cita et al., 1977) על סמך גלעינים נוספים מהיס-התיכון והשוואתם לאוקיינוסים אחרים.
- עמודה 9:** שכבות של רקבובית אורגנית (sapropel), שהתגלו בגלעינים מקרקע היס-התיכון; שכבות אלה מכסות ברציפות את קרקע האגן המזרחי של היס-התיכון. מקומן הסטריגרפי של שכבות אלה והתאמתן לזמן האבסולוטי ולעמודה 8 – לפי ריאן (Ryan, 1972) ומספר תיקונים לפי קלר ואחרים (Keller et al., 1978). המספרים הסידוריים של השכבות לפי מקוי (McCoy, 1974) ולפי צייטס ואחרים (Cita et al., 1977). יש לשים לב לעובדה ששכבות הספרופל מופיעות יחד עם דרגות החמות של עמודה 8.
- עמודה 10:** שכבות של אפר וולקני (tephra), המכסות ברציפות את אגן הלבאנט במזרח היס-התיכון; השכבות נמצאו בגלעינים ימיים ונקראו בשמות לפי האתרים הוולקניים ששימשו – לפי ההשערה – מקור להתפוצצויות הוולקניות, וכן לפי מקומן הסידורי של השכבות מלמעלה למטה בתוך היחידות הביוסטריגרפיות של עמודה 7. לפי קלר ואחרים (Keller et al., 1978). 1. אפר Minean-Santorini (Z2-); 2. אפר Santorini (Y-2); 3. אפר Santorini (Y-4); 4. אפר Ischia (Y-5); 5. אפר הלני (X-1); 6. אפר הלני (V-1); 7. אפר הלני (V-3).
- עמודה 11:** סטריגרפיה פליאומנטית גלובלית עם גבולות המצוינים ביחידות זמן אבסולוטי של חלקי מיליון שנה. לפי קוקס (Cox, 1969).
- N – קוטביות מגנטית נורמלית (ממולא בקווקו)
- R – קוטביות מגנטית הפוכה (לבן)
- הזמן מחולק לתקופות ברונזה הנורמאלית ולתקופת מטויאמה ההפוכה. בתוך תקופות אלה חלו אירועים קצרים של קוטביות מנוגדת. ארבעת האירועים ההפוכים בתקופת ברונזה הנורמאלית הובחנו גם בגלעינים מקרקע היס-התיכון והותאמו לעמודות הזמן של קוקס (Cox, 1969). לפי ריאן (Ryan, 1972).
- עמודה 12:** זמן באלפי שנים;
- עמודה 13:** מקומן המשוער של יחידות ליתוסטריגרפיות במישור החוף של ישראל יחסית לעמודות 1 עד 12. ראה דיון בטקסט.

חתך הסלע לעומק, כפי שמאובחן בדוחות הגיאולוגיים הוא כדלקמן:

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

מאחר והסלע המחוזק (המוכר כ"כורכר") לא הגיע לרמת הלכידות של הסלעים העתיקים - גם העמידות שלו לבליה (Durability) הפועלת על הסלעים צעירים נמוכה. כמודל להשוואה ניתן להציג את מצוק ראש הניקרה לעומת חוף נתניה.

הדיון הסייסמולוגי (וראה להלן פרקים 5 ו-7) אינו דן במיסלע עמוק מחבורת יהודה.

מפלס פני הים הנוכחי קיים (עם תנודות קלות וללא תנועות טקטוניות משמעותיות) סביב 2,000 השנים האחרונות.

5.1.2. תאור המיסלע במישור החוף

עובי כל אופק סלע/ קרקע בתחומי התב"ע משתנה לאורכם (במקביל לחוף) ולרוחבם (בניצב לחוף). לכן, ניתן לקבוע כי בכל תכנון: עובי יחידת סלע נכון למקום בו היא נמדדת. צריך גם לזכור כי השינוי בעובי, בניצב לחוף, גדול מזה, שבמקביל לחוף (ראה מפה גיאולוגית: איור 3 וחתכים: איורים 4, 5, 6, 7).

החלוקה השמית של אופקי החול והכורכר המופרת על ידי אופקי החול החרסיתי והחרסית - כפי שקיימת לאורך המצוק החופי, סוכמה על ידי גבירצמן (1990, כמוצג באיור 8).

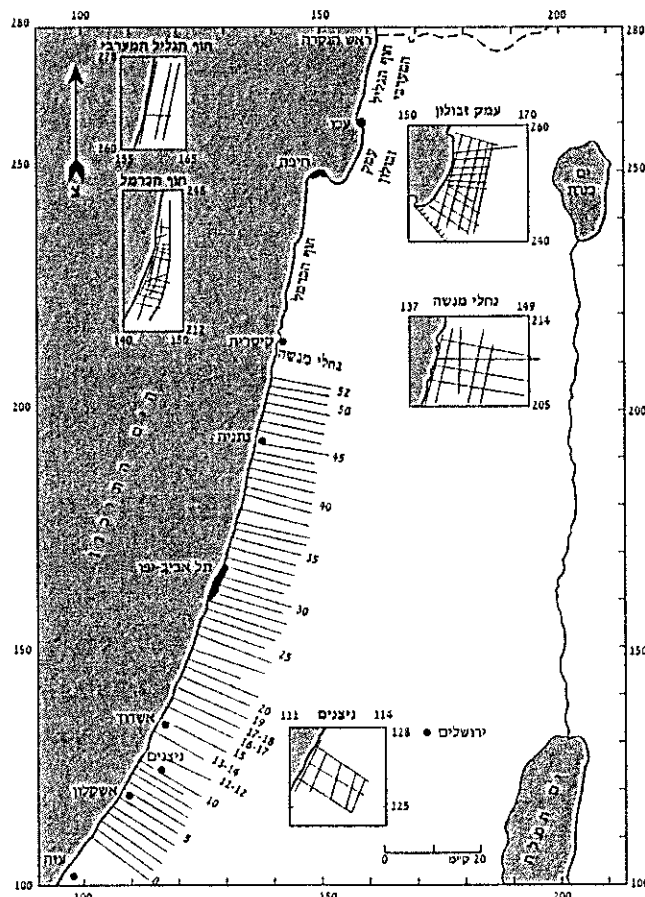
חבורת הכורכר מחולקת על ידו לשתי תצורות, שממוקמות גיאומטרית זו בצד זו: "תצורת חפר" שעיקרה חול וכורכר ו"תצורת רחובות" החרסיתית/ חולית/ כורכרית.

קיים איצבוע (Interfingering) של התצורות, האחת עם חברתה. תצורת רחובות אינה מופיעה באזור תב"ע 3700.

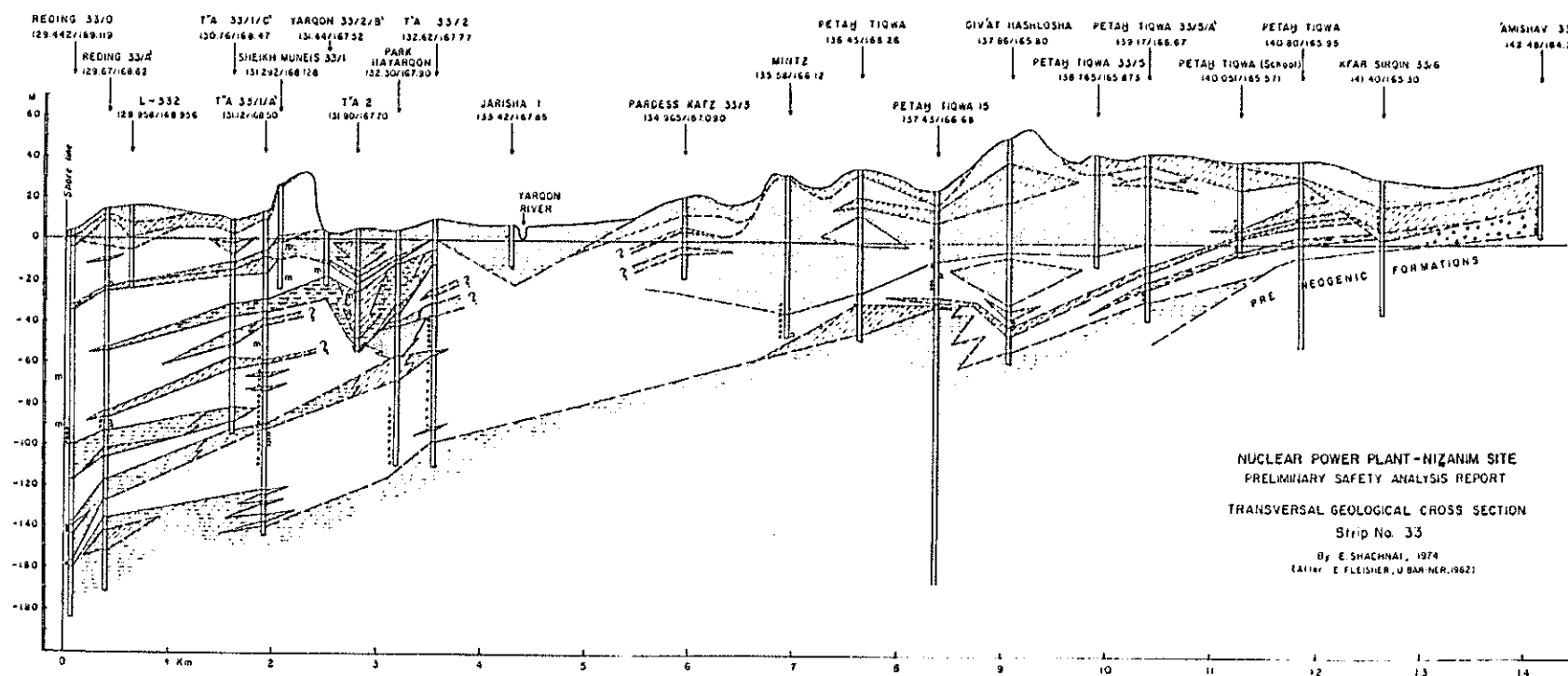
מבנה הסלע באזור השרון. מוצג באיור 9. אזור התב"ע דומה בהרכבו המגוון למשורטט סכמטית באיור זה.

איור 3: מיקום החתכים

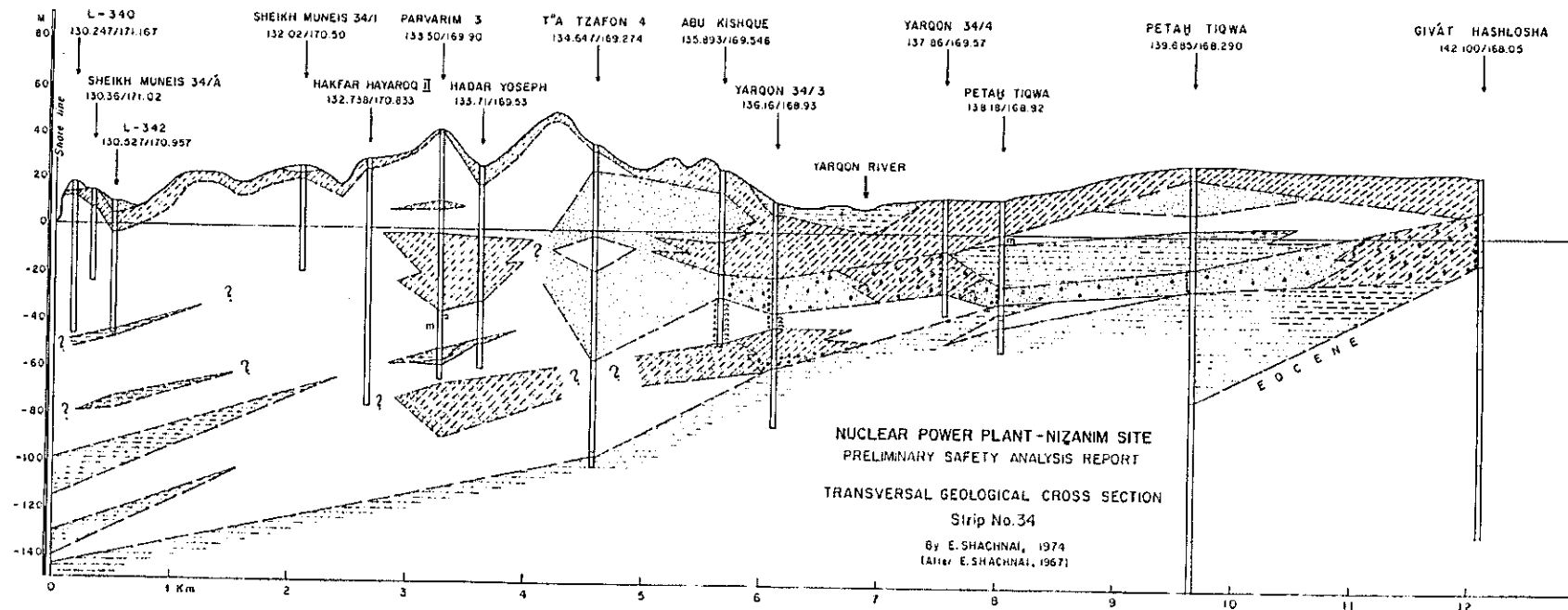
מפת מפתח לחתכים גיאולוגיים



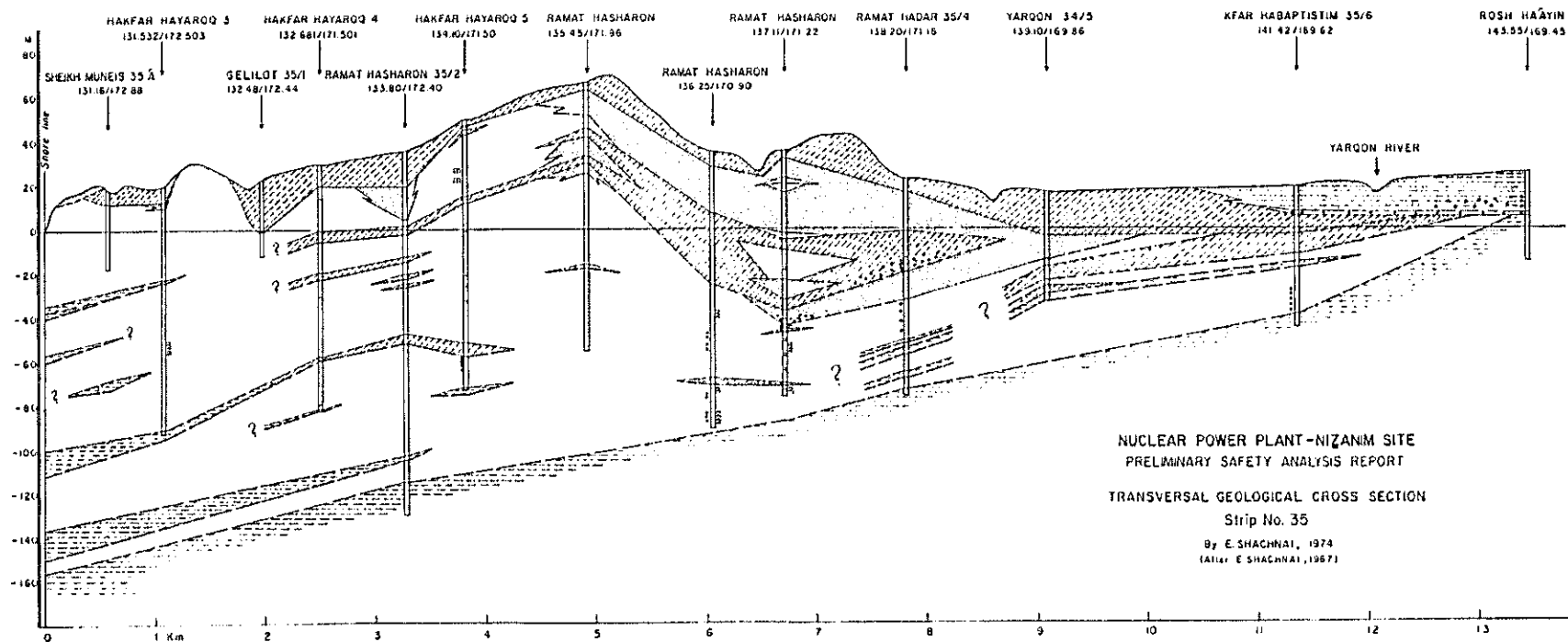
איור 4: חתך גיאולוגי ברצועה 33



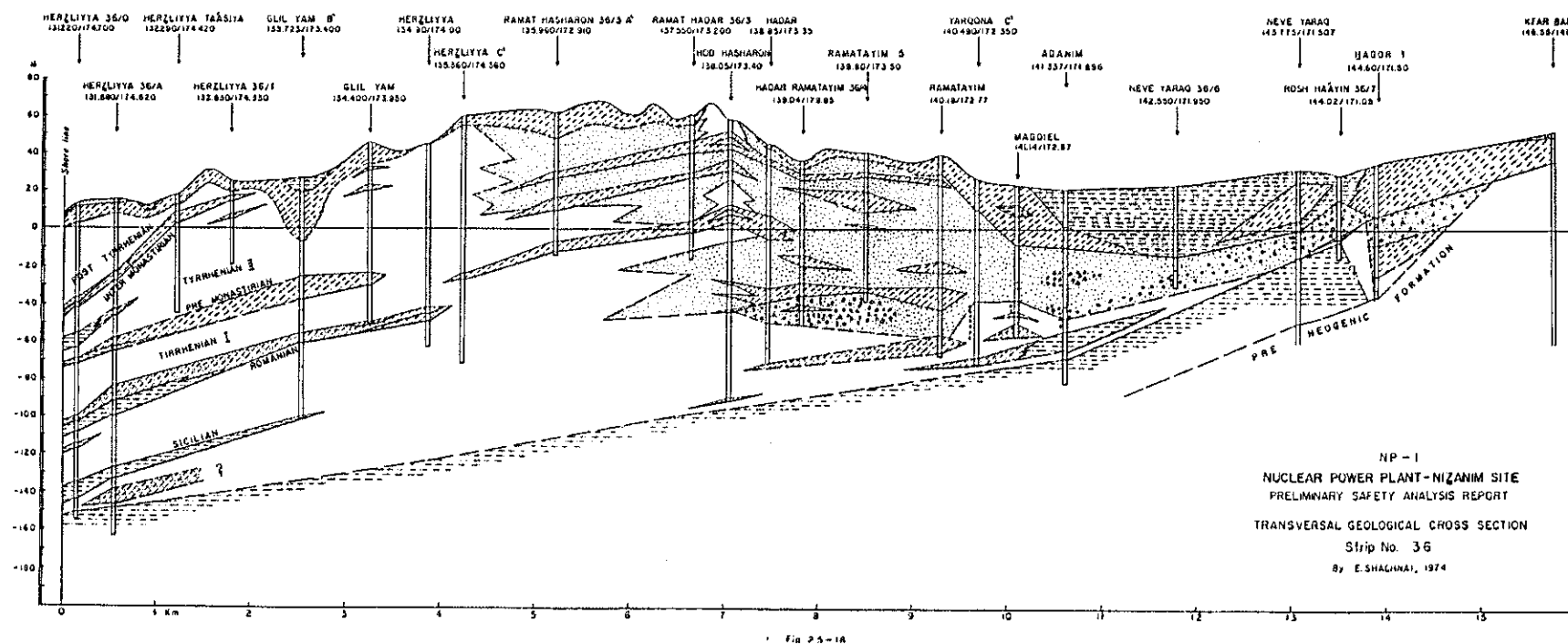
איור 5: חתך גיאולוגי ברצועה 34



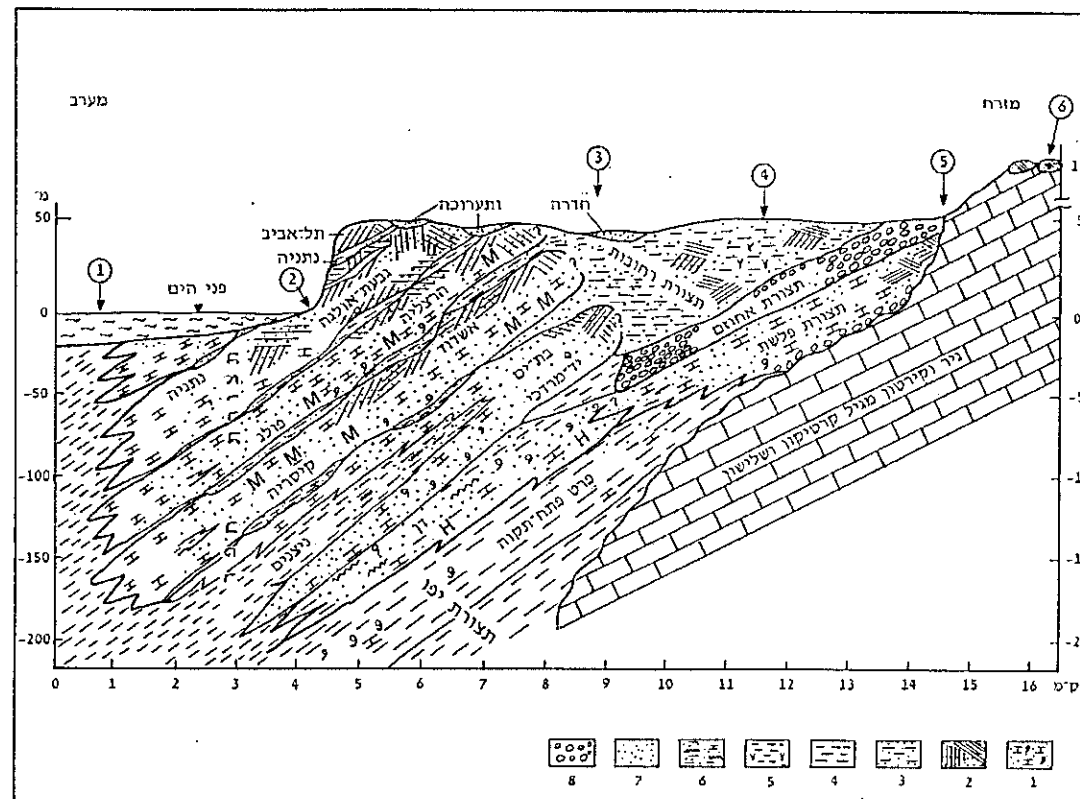
איור 6: חתך גיאולוגי ברצועה 35



איור 7: חתך גיאולוגי ברצועה 36



איור 8: טבלה סטרטיגרפית של חבורת כורכר ותצורת יפו בחתך ניצב לקו החוף של היום



מקרא לסמלים הליתולוגיים:

- 1 כורכר: אבן חול גירית, גיר ביוקלסטי וסלע חוף (beachrock), המופיעים ביחידות: פלשת, בתיים, אשדוד, הרצליה ובאופן חלקי ביחידות גבעת-אולגה ותל-אביב
 - 2 כורכר אלואייניט: מופיע ביחידות פלשת, בתיים, אשדוד, הרצליה, גבעת-אולגה, תל-אביב ובאופן חלקי ברחובות
 - 3 חמרה: אבן חול חרסיתית-סילטית אדומה, המופיעה בפרט יד-מרדכי ובאופן חלקי ביחידות פלג, כפר-יתקין, נתניה ורחובות
 - 4 חרסיות ימיות המופיעות ביחידות יפו וניצנים ובאופן חלקי בפרט דן
 - 5 חרסיות יבשתיות עם שרידי צמחים המופיעות ביחידות רחובות וקיסריה ובאופן חלקי בפולג ובכפר-יתקין
 - 6 חילופין של סילט, חרסיות ואבני חול גיריות - כולם ימיים - המופיעים בפרט דן ובאופן חלקי בניצנים ובפלשת
 - 7 חולות דיונות המופיעים ביחידות תערוכה וחדרה
 - 8 קונגלומטים המופיעים ביחידות אחוזם ונחשון ובאופן חלקי בפלשת
- M = הפורמיניפר מרגינופירה, המופיע ביחידות אשדוד והרצליה
- II = הפורמיניפר Hyaline balhica המופיע בפרט דן
- לפי גבירצמן וחבריו (Gvirtzman et al., 1984)
- המספרים 1-6, המסומנים בעיגול, מתייחסים לקווים המותווים במפה 9. הנקודות הממוספרות מוגדרות באיור זה ובמפה 9 כדלקמן:
- 1 ההתפשטות המשוערת המערבית ביותר של תצורת חפר בקרקע הים של היום; מערבית לקו זה נמשכת כנראה עד היום השקעת חרסיות של תצורת יפו.
 - 2 קו-החוף של היום;
 - 3 ההתפשטות המזרחית ביותר של המחזוריים הסדימנטריים מתצורת חפר; אזור זה לאזור של שלושה רכסי הכורכר בשרון.
 - 4 קו ההתפשטות המזרחי ביותר שבו נשמרת תצורת יפו בתת-הקרקע ברציפות (לפי: Gvirtzman, 1969);
 - 5 קו ההתפשטות המזרחי ביותר שבו נשמרת תצורת פלשת בתת-הקרקע ברציפות (לפי: Gvirtzman, 1969);
 - 6 קווי חוף משוערים של ההצפה הימית בפליקון לפי שרידי מחשופים זעירים של תצורת פלשת לרגלי הרי שומרון; קווים אלה מלווים בקירוב את קו הגובה 150 מ' מעל פני-הים (± 20 מ').

ניתן להבחין בסדר יורד את השמות שניתנו לאופקי הכורכר שבתצורת חפר*:

- א. (אופק גבוה) תל אביב
- ב. נתניה
- ג. אופק חמרה/ חרסית ללא שם**
- ד. גבעת אולגה - נתניה
- ה. אופק חמרה/ חרסית ללא שם**
- ו. הרצליה - פולג
- ז. אופק חמרה/ חרסית ללא שם - שלוחה של תצורת רחובות**
- ח. אשדוד - קיסריה
- ט. אופק חמרה/ חרסית ללא שם - שלוחה של תצורת רחובות**
- י. בת ים - יד מרדכי
- יא. ניצנים - אופק חמרה/ חרסית - חודר מכון מערב אל תוך אופק בת ים יד מרדכי
- יב. (אופק נמוך) דן

* יש לשים לב כי בתאור ובחתך לא מצויין עובי האופקים.

** יש לשים לב לעובדה כי יחידות החמרה - אינן רצופות.

אולם, ניתן לראות כי החלוקה של המצוק החשוף, מהווה חלק זניח של הופעת התצורה לעומק השרון, כאשר רכסי הכורכר המרוחקים מהחוף - משתייכים ליחידות אחרות מאלו הבונות את המצוק. יחידות מרוחקות אלו נושאות שמות אחרים.

לכן, לא ניתן להשתמש בשמות המגדירים את המצוק - בתוך המארג הפנימי יותר.

למעשה, בתחומי העיר תל אביב, בחלק בו דנה תב"ע 3700 נחשפות על פני השטח שתי רצועות כורכר עם המרזבה המערבית שביניהם (איור 10). על פי האיור ניתן לקבוע כי: עד למרחק כ-3 קמ' מחוף הים (מעבר לתחום תב"ע 3700) ממוקמת תצורת חפר שבה שלושה אופקי כורכר ושני אופקי ביניים ואילו על פני השטח ממוקמות שתי מרזבות המסומנות "תערוכה".

מתחת לקומפלקס "תצורת חפר", שתואר, ממוקמת "תצורת יפו" המשתייכת לחבורת "סקיה" מגיל איאוקן גבוה-ניאוגן. מיפול הבסיס (התת קרקעי) של תצורת חפר מוצג בקווי הגובה שבאיור 11.

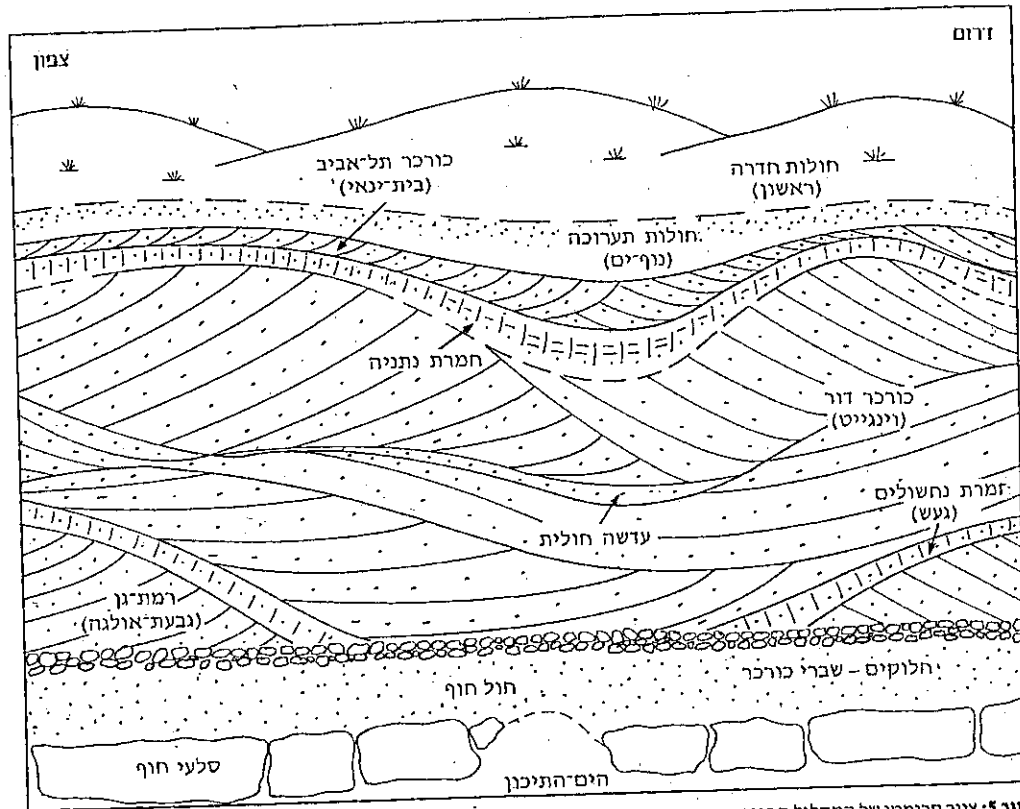
חבורת "סקיה" בנויה - בעיקר - סלע חלש, בנוי תערובת חרסית, קרטון וטיין. עוביה משתנה באופן קיצוני (באזור תל אביב) בין 0 מ' בשולים המזרחיים של השרון לכ- 1,700 מ' באזור התב"ע.

הדינאמיקה של ההליך הגיאולוגי מוצגת בכך, שהתקיימה שקיעה בת 1,700 מ' של אזור חוף הים - לעומת חגורת הרכסים במזרח. השקיעה התפתחה משך כ- 20 מיליון שנים.

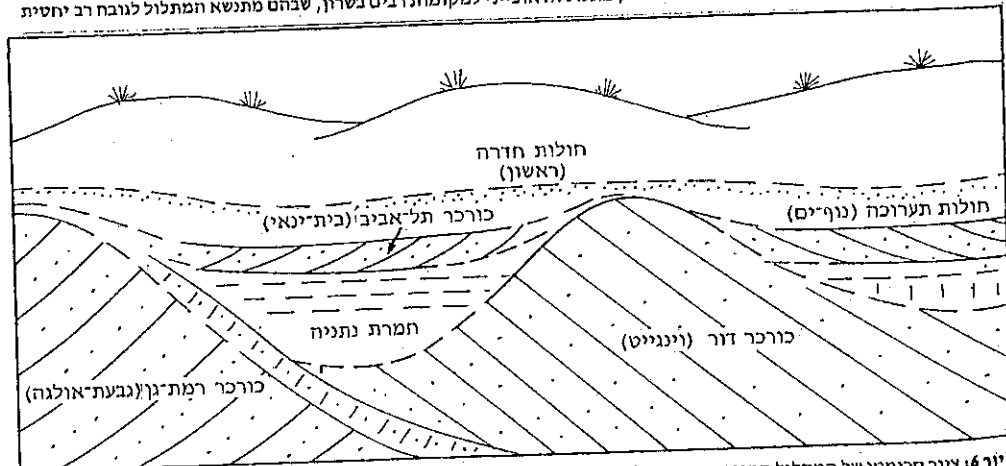
בגלל העדר אינפורמציה מקדוחים - באזור התב"ע אין גם מידע אודות המיסלע שנמצא מתחת לתצורת "סקיה". החוקרים מניחים, כי המיסלע משתייך לחבורת יהודה מגיל קנומן טורון שמוגדר כסלע בריא מהבחינה הסייסמולוגית.

האמור לעיל בא להציג את מורכבות המצב התת קרקעי של האזור וזאת כדי ששקלול הסיטואציה הסייסמולוגית ייעזר בנתונים מורכבים אלה. (ראה גם פרק 7)

איור 9: השינויים הנוצרים כתוצאה מארוזיה באיזור המצוק החופי, על מרקם הסלע המסובך שבונה אותו מוצגים ע"י גביש ובקלר (1990)

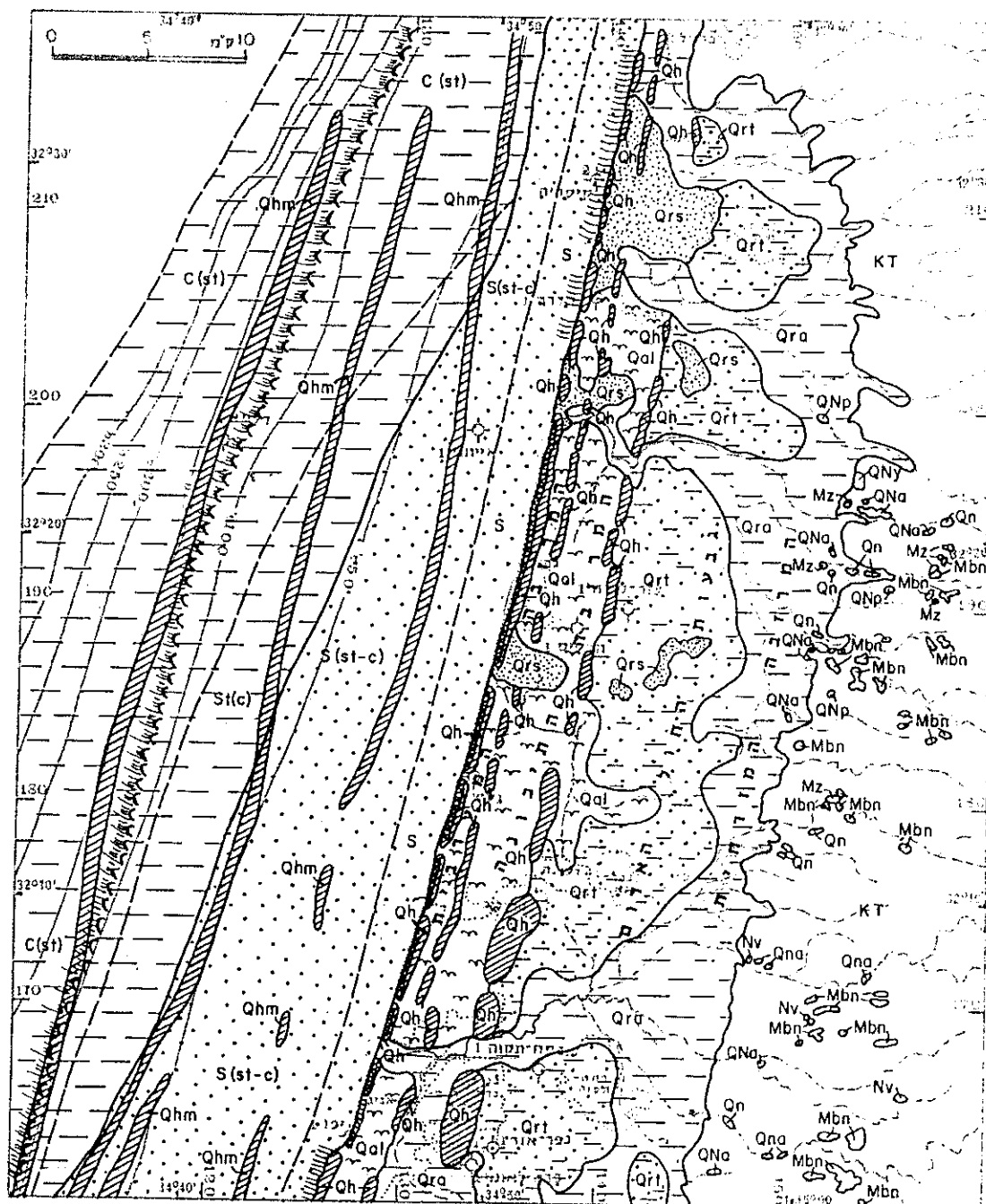


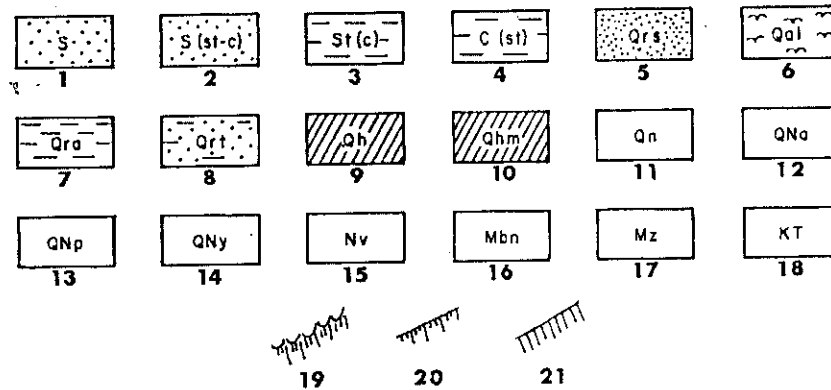
איור 5: ציור סכימטי של המתלול החופי באזור שפיים; מתלול זה אופייני למקומות רבים בשרון, שבהם מתנשא המתלול לגובה רב יחסית



איור 6: ציור סכימטי של המתלול החופי באזור הרצליה-תל מיכל; מצבו של המתלול אופייני לאזורים שבהם מהווה חמרה משקע ביצות, שעוביו עד מטרים אחדים.

איור 10: מפה גיאולוגית (מסלע, קרקעות וסדימנטים) של השרון ומדפו היבשתי
מקרא בעמוד הבא





מסלע נאוגני עד רביעוני
 9 תצורת חפר; רכסי כורכר מכוסים בחלקם קרקעות חמרה; רביעון
 10 תצורת חפר(?) ; רכסי כורכר בקרקע הים מכוסים סדימנטים הולוקניים; רביעון
 11 קונגלומרט נחשון; רביעון
 12 קונגלומרט אחוזם; פליוקן עד רביעון
 13 תצורת פלשת; פליוקן עד רביעון
 14 תצורת יפו; פליוקן עד רביעון
 15 סלעים וולקניים; מיוקן עד פליקון
 16 קונגלומרט בית-נר; מיוקן עליון
 17 תצורת ציקלג; מיוקן עליון
מסלע עתיק
 18 תצורת החר ללא חלוקה; קרטיקון עד שלישון
אלמנטים גיאומורפולוגיים
 19 קצה מדף היבשת
 20 מצוק חופי
 21 טבלת גידוד

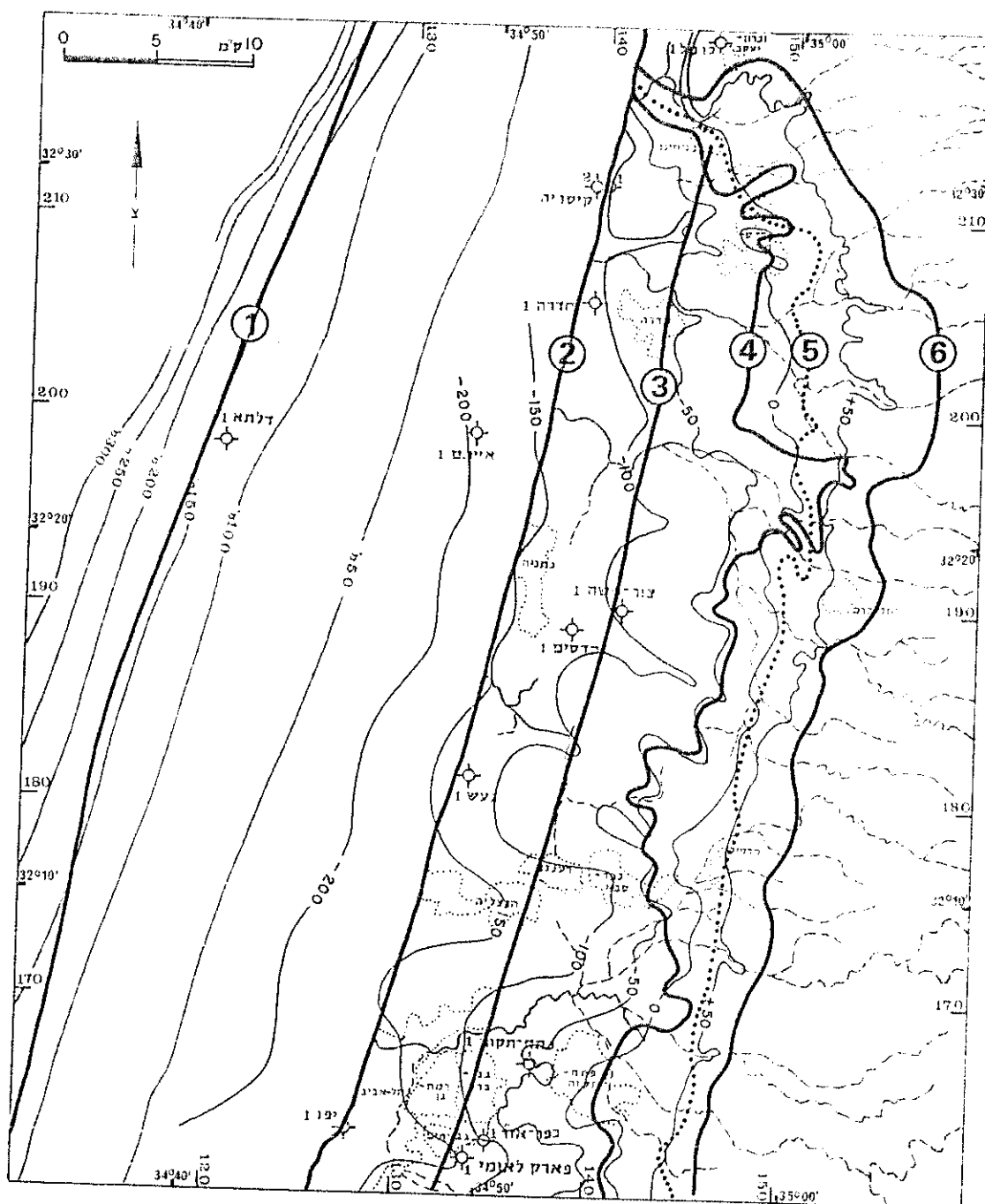
מקרא:
סדימנטים הולוקניים בים
 1 חול
 2 חול מעורב במעט סילט וחרסית
 3 סילט מעורב בחרסית
 4 חרסית מעורבת בסילט
סדימנטים וקרקעות הולוקניים ביבשה
 5 חולות חדרה, חולות תערוכה, חולות נודדים וחולות מלוכדים למחצה
 6 קרקעות אלוביות, חמרות וגלי מונחות על תצורת חפר במרזבה התיכונה והמערבית
סדימנטים וקרקעות רביעוניים ביבשה
 7 חרסיות אלכסנדר מתצורת רחובות מכוסות גרומוסול חום אלובי ולפעמים גרומוסול הידרומורפי
 8 חמרות תלימונד מתצורת רחובות מכוסות קרקעות חמרה וחמרה חולית

הערה: לפי המקובל בסימול של יחידות מפה גיאולוגית מציינות האותיות הגדולות הראשונות במקרא (ביחידות 5 ועד 18) זמן (כגון: Q = קוורטר, רביעון; N = נאוגן; M = מיוקן; T = טרצייר, שלישון; K = קרטיקון), ואילו האותיות הקטנות רומזות בדרך-כלל על חשם הליטוסטריטיגרפי המקומי (כגון: r = רחובות, h = חפר, p = פלשת וכדומה).

מקורות למפה:
 * ביבשה: קרמור, 1959; ניר, 1970; דן ורז, 1970; 1975; הילדברנד, 1974; אילני, 1972; Gvirtzman & Buchbinder, 1969; Gvirtzman, 1969.
 * בים: אלמגור, 1975; 1976; Neev et al., 1970; Belpeteo Israel Ltd., 1973; Nir, 1955.

איור 11: מפה סטרוקטורלית, בסיס חבורת כורכר בשרון.

קווי הגובה הותוו ברווח אנכי של 50 מ' (לפי גבירצמן, 1969) גם גג תצורת יפו שומר במידה-מה על דגם הניקוז, שבסיס תצורת יפו.



5.1.3. מיקום המיסלע על פני השטח

חבורת הכורכר

זו יחידת המיסלע הבונה את המיסלע/ קרקע עליו ממוקמת כל העיר תל אביב. באזור תל אביב מונחת חבורת הכורכר 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.

כאמור, באיור 10, ניתן לראות הופעה של שלושה רכסי כורכר (סימון Qh) המקבילים לקו החוף:

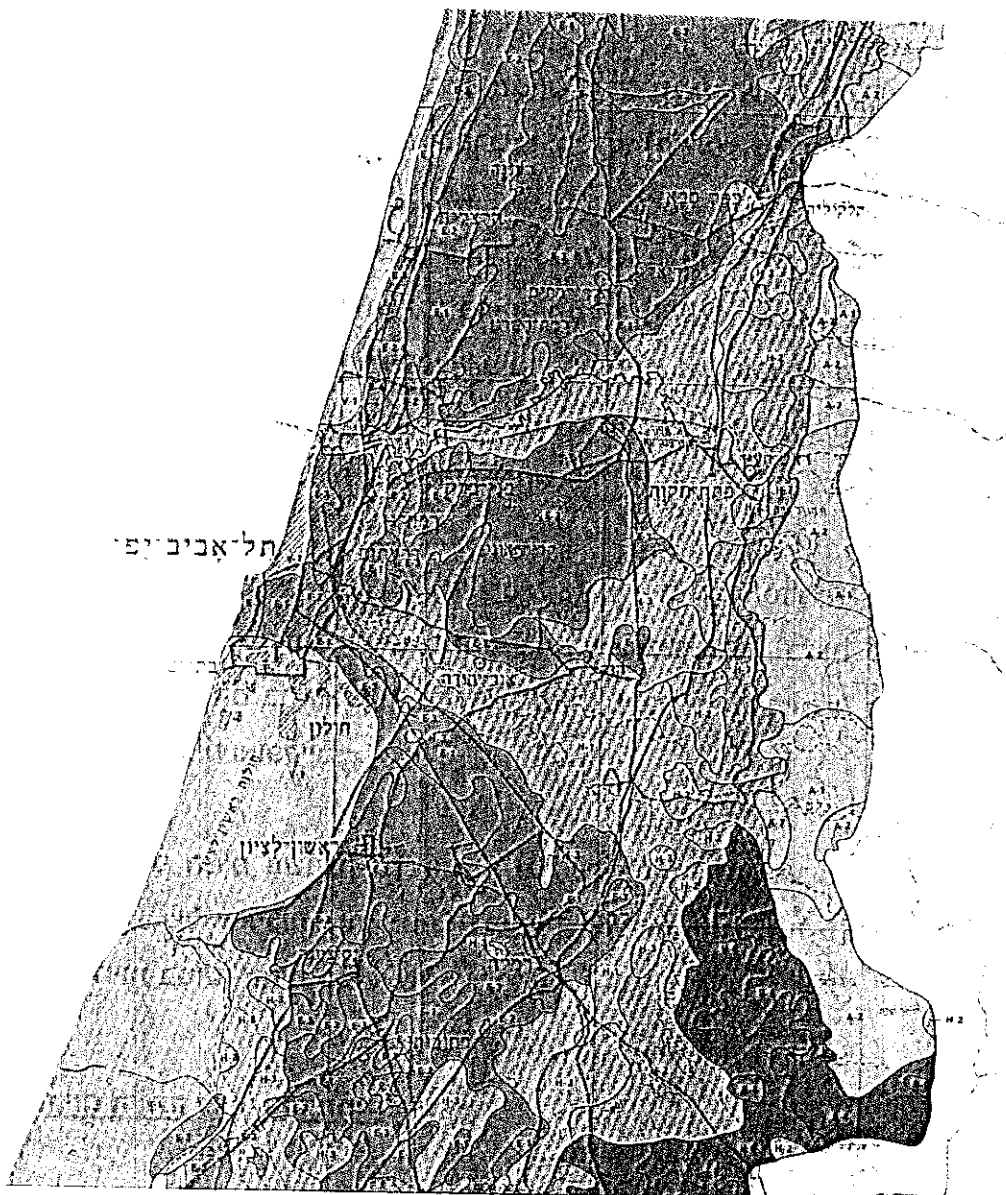
- א. הרכס הכורכרי המערבי שהוא מצוק הכורכר החופי (האופקים המתוארים על ידי גביש ובקלר 1990).
- ב. הרכס הכורכרי האמצעי, הנמשך לאורך כביש החוף (כביש מס' 2) מהרצליה לרמת אביב.
- ג. הרכס הכורכרי המזרחי, ממוקם מחוץ לתחום הסקר באזור כביש ארצי מס' 4.

הרכס המרכזי הוא המשכו הגלוי של "אופק גבעת אולגה" ואילו הרכס המזרחי הוא המשכו הגלוי של אופק "הרצליה" (וראה מיקום לעיל באיור 10).

בין הרכסים קיימים אזורי מרזבות, מכוסים חומר תחוח בעובי משתנה. החומר הוא מגוון בהרכב כתוצאה ממחזורי הסחף (כולל חרסית, טין חול ורסיסי כורכר) ומוגדר בחלקו כ"אופק התערוכה".

מיון הקרקעות (על פי מפת חבורת הקרקעות של י. דן וצ. רז) הוצאת המחלקה לפרסומים מדעיים של מכון וולקני והאגף לשימור קרקע וניקוז במשרד החקלאות, (1970), מציג פן אחר של הגדרת החומר הקרקעי באזור תל אביב - יפו (ראה איור 12).

איור 12: קטע ממפת חבורות הקרקעות של ישראל (משרד החקלאות)



E-1: קרקעות אלוביות וגלי (סחף)

E-2: פרה-רנדזינה (קרקע רזה עם מרכיב חולי)

E-3: חמרה

E-4: חמרה חולית

V-1: חול נודד, שדות חול ופרה-רנדזינה (לאורך החוף)

5.1.4. סיכום המצב הגיאולוגי

המיסלע באזור תב"ע 3700 הוא מגוון. 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 בתת הקרקע. כלומר: צפויים מצבים בהם שינויים מקומיים - לא צפויים עלולים להימצא בתחומי מיבנה או קבוצת מיבנים מסויימת.

החתכים הגיאולוגיים המוצגים (איורים 3-7) מראים את הסדר הגיאולוגי העקרוני של הסלעים/ קרקעות הקיים בתחומי תב"ע 3700. אולם, בשום פנים ואופן אין להסתמך עליהם בתאור מצב נקודתי - מאחר ובכל יחידת מיסלע/ קרקע - קיימים שינויים אנכיים ואופקיים.

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.

5.1.5. קיום העתק לאורך קו החוף

קיום מכאניזם העתקה לאורך החוף מוצג בספרות המדעית במטרה להסביר את השינויים במיפליסי קו המגע סלע/ מים, לאורך החוף של מדינת ישראל. לעומתו מוצג מכניזם חלופי של תנועות הטיה מערבה.

הדיון הטקטוני הוא מעבר לתחומי מסמך זה - אולם התיאוריה אודות קיום העתק (שבר) חייבת להיות מוצגת למרות שאינה משתקפת בסיכומי המפה המצביעה על ההעתקים החשודים כפעילים.

כך, במפות ההעתקים החשודים בפעילות (נספח "ה") - לא מופיע העתק מקביל לחוף. במפה משנת 2002 מופיע סימון העתקים לא פעילים - שהושמט במפה המעודכנת משנת 2009.

השינויים במפות המכון הגיאולוגי אינם נתונים לדיון. אולם, עצם קיום השינויים חייב להיות מובא לידיעתם של המתכננים ולאחרונים אסור לצאת ידי חובה בציטוט הנחות ממפה, שהוחלפה. על כל מתכנן לשים לב לשינויים בהצגת ההעתקים ולא להסתמך על עותק מיושן של המפה.

נושא נוסף שיש להדגישו הוא, כי המכון הגיאולוגי, במפת ההעתקים הפעילים והחשודים כפעילים (2009), אינו מתייחס למיקום העתקים, אם הם מכוסים בקרקע או במים. האחריות לקביעת מיקום העתקים בתנאי הכיסו מוטלת על ידי המכון הגיאולוגי על המתכננים.

ככלל, המפות הסטרוקטוראליות של מדינת ישראל - אינן מציגות העתקים באזור מישור החוף.

6. סיכום המצב הסייסמולוגי

בבסיס הבחינה שבוצעה מונחת רשימת גורמי הסיכון המופיעה במסמך מינהל התכנון במשרד הפנים. על בסיס הנתונים הגיאולוגיים שהוצגו בפרקים הקודמים ניתן לקבוע כי בתחומי תב"ע 3700 מתקיימים התנאים הבאים:

א. קריעת פני השטח על גבי העתקים גיאולוגיים פעילים:

בתחומי תב"ע 3700 ובסביבתם הקרובה אין העתקים פעילים או חשודים בפעילות סייסמית ב-13,000 השנים האחרונות (נספח "ה"). ראה גם סעיף 5.1.3.

ב. יצירת תאוצות והפעלת כוחות אופקיים על מבנים ותשתיות:

אין סיבות מקומיות שייצרו מצבים חריגים באזור תב"ע 3700. מצורף נספח "ז" המציג את איזור ת"א כחלק מאיזור הסייסמוגני "השרון". מצורף נספח "ז" מציג את תאוצות ההגברה על פי תקן 413.

ג. העצמה של תנודות הקרקע עקב תנאים גיאולוגיים וטופוגרפיים:

אנחנו נשענים על תוצאות בדיקות תגובות אתר (הגברות) שבוצעו על ידי המכון הגיאופיסי. מסקנות הדוחות קובעות הגברה זניחה (נספח "ג").

בשטח תב"ע 3700, אין העתקים שעלולים להביא להעצמה. אין העצמה בגלל נוכחות סלעים חזקים וצפופים. גם דו"ח המכון GSI/15/2009, אינו כולל את תחומי התב"ע כאזורים מועדים להגברה/ העצמה של זעזועים.

נספח "ח" מציג מצב על פיו כ-95% משטח התב"ע, אינו חשוף בהגברות שתית חריגות. בידנו גם תוצאות הסקרים שנערכו על ידי המכון הגיאופיסי בקצות שטח התב"ע, עיון במצגת תקן 413 מלמד כי ההגברה בשטח נעה בין 0.095 - 0.092.

גם מסמך תגובת האתר של המכון הגיאופיסי - אינו משנה הגדרה זו.

בנספח "ח", מוצג אזור השרון כאזור סייסמוגני נפרד.

אולם, על פי מורכבות הסלע/ קרקע בתחום תב"ע 3700, עלולים להתקיים חריגים מקומיים. לפיכך, יש להסתמך על התקן 413 ולהתייחס לאזור הנדון במסגרת דרגות "ג" ו-"ד", על פי בדיקות SPT שיבוצעו במסגרת תכנון המיבנים.

ד. פגיעה ביציבות מדרונות וגלישת קרקע:

במצב השטח הטבעי - אין פוטנציאל גלישות קרקע בתחומי תב"ע 3700. פגיעה מתוכננת במצב הטבעי (חפירות, סוללות) עלולה להביא לגלישה או להתמוטטות. בחינת מצבים אלה והפתרונות לשימור היציבות הן חלק מעבודת מהנדס הביסוס. (נספח "ט")

ה. התנזלות הקרקע - ליקויפקציה:

התנזלות קשורה לקיום חול לא מלוכד כמו "חול מנושב".

על פי חוות הדעת המוצגת בנספח "ב" (נערכה על ידי מהנדס ד. דוד) - לא נמצאה על ידו תופעת התנזלות בתחומי תב"ע 3700. במפת המכון הגיאולוגי (נספח "ט") מוגדר חלק מהשטח ככולל חול בתת הקרקע (דרגה מעל לדרגה הנמוכה "רגישות זניחה").

לכן, מוסכם ומודגש, אולם, ההטרונות של מרכיבי הסלע/ קרקע יוצרת מצבים נקודתיים בהם עלולה להתפתח תופעת התנזלות. קביעת הפוטנציאל להתנזלות הוא חלק מעבודת מהנדס הביסוס, כאשר ניתן לקבוע אותה באמצעות בדיקות SPT בכל אתר.

1. הופעת נחשול ים וצונאמי:

קיימים תאורים ספרותיים של ארועי צונאמי שפגעו בחוף הישראלי. נחשולי הצונאמי הם תוצאה של רעידות אדמה שקרו באגן המזרחי של הים התיכון, כמו בים האיגאי ובאנטאליה. נספח "ה" מציג את קו הפגיעה של נחשולי הצונאמי כפי שמתחייב על ידי המכון הגיאולוגי הישראלי.

ניתן לראות כי מלבד הקטע בין המצוק החופי לקו מי הים עלול ארוע צונאמי להשפיע על האזור שבפינה הדרומית מערבית של שטח תב"ע 3700. אין סכנת פגיעה של גלי צונאמי לקטע אחר באזור תב"ע 3700.

למעט קטע (בן כ-10% משטח תב"ע 3700, באזור שפך הירקון) אין השפעת צונאמי בתחומי תב"ע 3700. זאת על פי דו"ח המכון הגיאולוגי (נספח "י").

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

בכבוד רב

ד"ר עזי זלצמן

1. איסר א. (1961) - "הגיאולוגיה של מקורות המים התת קרקעיים באזורי השפלה והשרון". תהל - תכנון המים לישראל (המחלקה להידרוגיאולוגיה) והמכון הגיאולוגי, פ"מ 137.
2. אלמגור ג. (1962) - "התכונות הפיסיקליות של מישקעים רצנטיים, תהליכי קונסולידציה וגלישות קרקע במדף היבשתי מול חופי ישראל". המכון הגיאולוגי דו"ח ג/476, כרך א' וב'.
3. אלמגור ג. (2002) - "חוף הים התיכון של ישראל" המכון הגיאולוגי דו"ח GSI/13/02.
4. אקר ע. (עורך) (1964) - "אטלס - חתכים גיאולוגיים נבחרים ומפות של תת הקרקע באקוויפר החוף של ישראל" המכון הגיאולוגי, דו"ח מ"ג/99/18.
5. בגין ז.ב. זילברמן ע. (1997) - "השלבים והקצב של התפתחות התבליט בארץ ישראל". המכון הגיאולוגי דו"ח GSI/24/97.
6. בן דוד ר. (1995) - "בעיות ביצוע המצוק החופי של נתניה" (תקציר) החברה הגיאולוגית הישראלית, הכנס השנתי, זכרון יעקב.
7. בן צבי א. (1990) - "המים בשרון". פרק בכרך א' "השרון- בין ירקון לכרמל" עורכים: דגני א. גרוסמן ד., שמואלי א. משרד הבטחון ההוצאה לאור.
8. בקלר נ. (1977) - "מחזורי השקעה בסוף הקוורטר לאורך קו החוף במרכז הארץ ומשמעותם הגיאומורפולוגית" תקציר החברה הגיאוגרפית הישראלית הכנס השנתי באר שבע.
9. בר טוב ואחרים (2002 ו-2010) - "קטלוג ושתי מפות: ההעתקים החשודים כפעילים בישראל", המכון הגיאולוגי דו"ח GSI/23/2000.
10. גבירצמן ג. (1970) - "חבורת סקיה - איאוקן מאוחר עד פלייסטוקן מוקדם" במישור החוף ובשפלה. עבודת דוקטור האוניברסיטה העברית ירושלים והמכון הגיאולוגי עליון - סקר סיימי רב ערוצי בכנרת, המכון הגיאופיסי בישראל עבודה 167/97733.
11. גבירצמן ג. (1990) - "הגיאולוגיה והגיאומורפולוגיה של השרון ומדפו הים תיכוני" בתוך דגני א. גרוסמן ד., שמואלי א. עורכים השרון בין ירקון לכרמל משרד הבטחון ההוצאה לאור.
12. גבירצמן ז. וי. זסלבסקי (2009) - "מפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות: דברי הסבר". דו"ח המכון הגיאולוגי GSI/15/2009.
13. גביש א. בקלר נ. (1990) - "רצועת חוף השרון - גורמים ותהליכים גיאומורפולוגיים וסדימנטולוגיים" בתוך דגני א. גרוסמן ד., שמואלי א. עורכים השרון בין ירקון לכרמל משרד הבטחון ההוצאה לאור.

14. 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.
15. 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.
16. וייסמן ג. חייטי ג. (1971) - "לימוד יציבות המצוק החופי". הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל, דו"ח התקדמות (1970-1971).
17. חיימי א. (1998) - ניטור קו החוף במאה השנים האחרונות בעזרת תצלומי אויר ומפות היסטוריות" עבודת מוסמך, אוניברסיטת בר אילן המחלקה לגיאוגרפיה, רמת גן.
18. מזור ע. (1980) - "תנועות טקטוניות לאורך החוף", גיאולוגיה בפטיש ישראלי, הוצאת האוניברסיטה הפתוחה תל אביב.
19. 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.
20. ניר ד. (1970) - "גיאומורפולוגיה של ארץ ישראל" אקדמון, בית ההוצאה של הסתדרות הסטודנטים של האוניברסיטה העברית בירושלים.
21. ניר י. (1992) - "מצוקי הכורכר בחופי הים התיכון של ישראל". המכון הגיאולוגי דו"ח ג"י/28/92.
22. פרת א. אלמגור ג. (1996) - "סיכונים לאורך מצוק השרון", המכון הגיאולוגי דו"ח מ"ג/96/5.
23. פרת א. בקלר נ. ניר י. (1981) - "מיפוי גיאולוגי לצורך תכנון שימושי קרקע לאורך חופי הים התיכון". ביאוספירה 9-10 (יוני-יולי).
24. צביאלי ד. (2000) - "השפעת הקמת המרינה בהרצליה על רוחב החופים בסביבתה". עבודת מוסמך, אוניברסיטת חיפה החוג לגיאוגרפיה: 101 ע'.
25. צוער ח. (1982) - "חוליות ומנגנוני פעולתן", מדע כ"ו 13-19.
26. קצב א. (1994) - "סטראטיגרפיה של הרביעון בשרון", עבודת מוסמך, אוניברסיטת בר אילן, המחלקה לגיאוגרפי, 35 ע'.
27. שטנר י (1970) - "גיאומורפולוגיה", הוצאת קרית ספר בע"מ, ירושלים, 371.

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

ENGINEERING GEOLOGY & ROCK ENGINEERING

גיאולוגיה הנדסית והנדסת סלע

- 31 -

נושא ההתנדלות (ליקויפקציה) מוצג על ידי אינג' ד. דוד
נספח ב.

12 מאי 2010

שדה דב

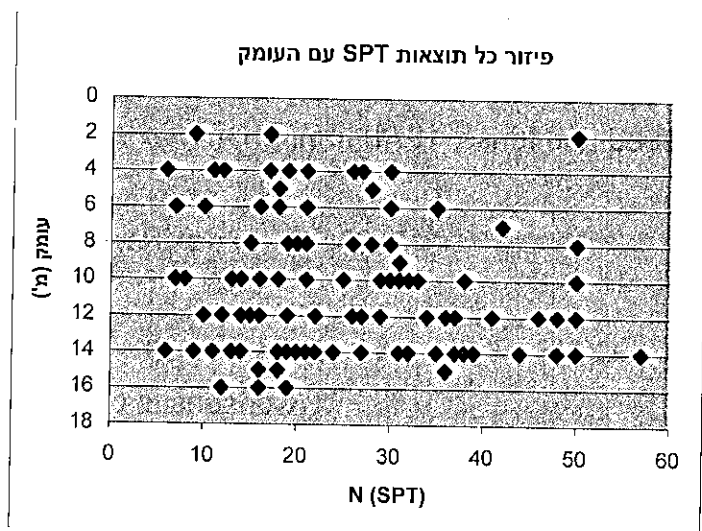
לכבוד

ד"ר עוזי זלצמן

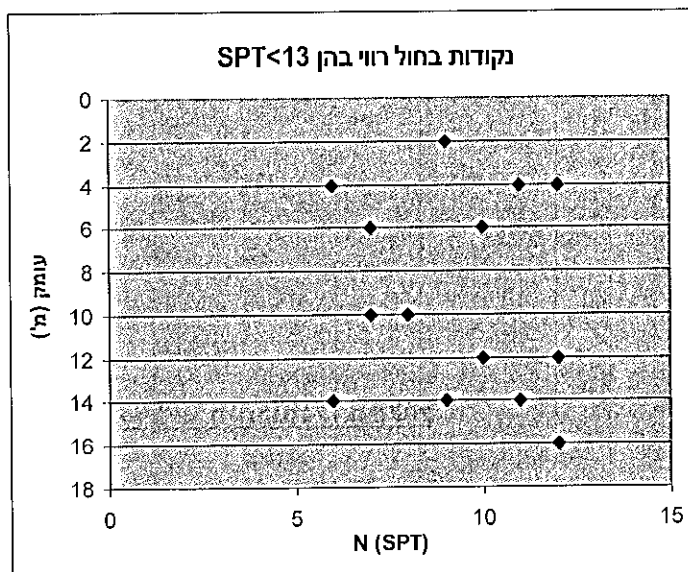
א.נ.,

הנדון: "אזור שדה דב" - היתכנות להתנזלות

1. במשרדנו מצויים 21 תיקים של פרויקטים מפוזרים במתחם שהוגדר בין רחוב שי עגנון בדרום, לצומת גלילות בצפון ועד כביש 2 במזרח (ראה שרטוט 1). מתוכם רק שמונה נמצאים על חתך קרקע חולי רווי בעל התנגדות להחדרה תקנית (SPT) נמוכה מ- 13 חבטות וכל זאת עד לעומק 15 מ' (ראה שרטוט 2).



שרטוט 1



שרטוט 2

2. החישובים בוצעו לפי ההנחה השמרנית כי המשקל המרחבי הטוטאלי של הקרקע בין אם מדובר בחול או בחרסית הוא 1.8 טון/מ"ק.

3. כמו כן חושב מקדם r_d בצורה שמרנית על פי הספרות המקובלת (Seed and Idriss, 1971).

4. מקדם התאוצה המקסימלית (PGA) של תל אביב נלקח כ- $0.09g_0$.

5. הערך $(N_1)_{60}$ חושב בעזרת הערכה המקובלת של $N_1 = C_N N$ (Consensus of published proposals, Craig R.F.)

6. חישוב CSR נעשה לפי:

$$CSR = 0.65(a_{max})\sigma_{vd}/(g\sigma'_0)$$

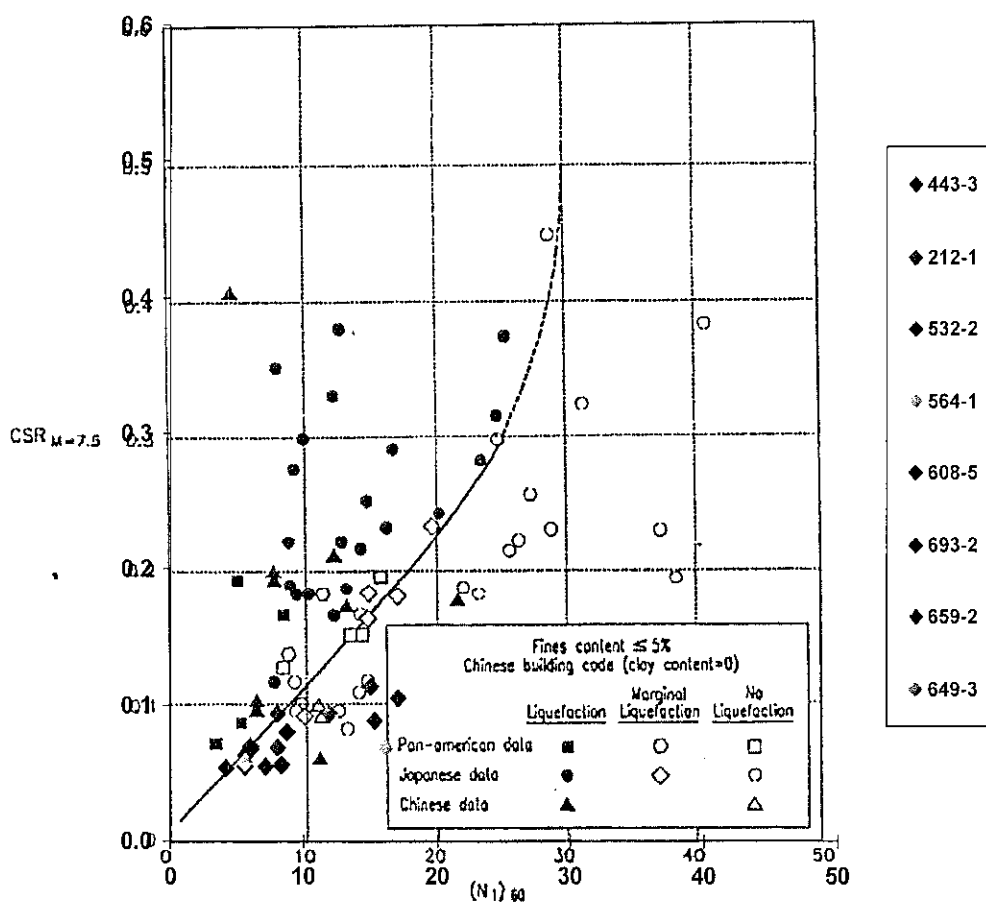
7. סיכום:

מהעמדת התוצאות על גרף "הערכת התנזלות בחול" המופיע בתקן 940 (נספח ד בתקן) ניתן לראות שלא קיימת הערכת פוטנציאל התנזלות באזור הנבדק (ראה שרטוט 3).

בכבוד רב,

אינג' ד. דוד

נספח ד - הערכות התנזלות בחול
(למידע בלבד)

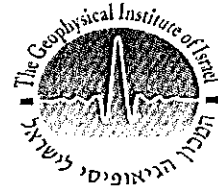


ציור ד-1 - יחס (Cyclic Stress Ratio) CSR הגורם להתנזלות, בתלות בבדיקת SPT $[N_1]_{60}$

עבור חול נקי (לפי Seed et al : 2003)

שרטוט 3

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



**SITE EFFECTS FROM AMBIENT NOISE
MEASUREMENTS AND SEISMIC HAZARD
ASSESSMENT IN NORTHERN TEL AVIV**

FINAL REPORT

March, 2009

Report No 519/401/08

Principal Investigator:

Dr. Y. Zaslavsky

Collaborators:

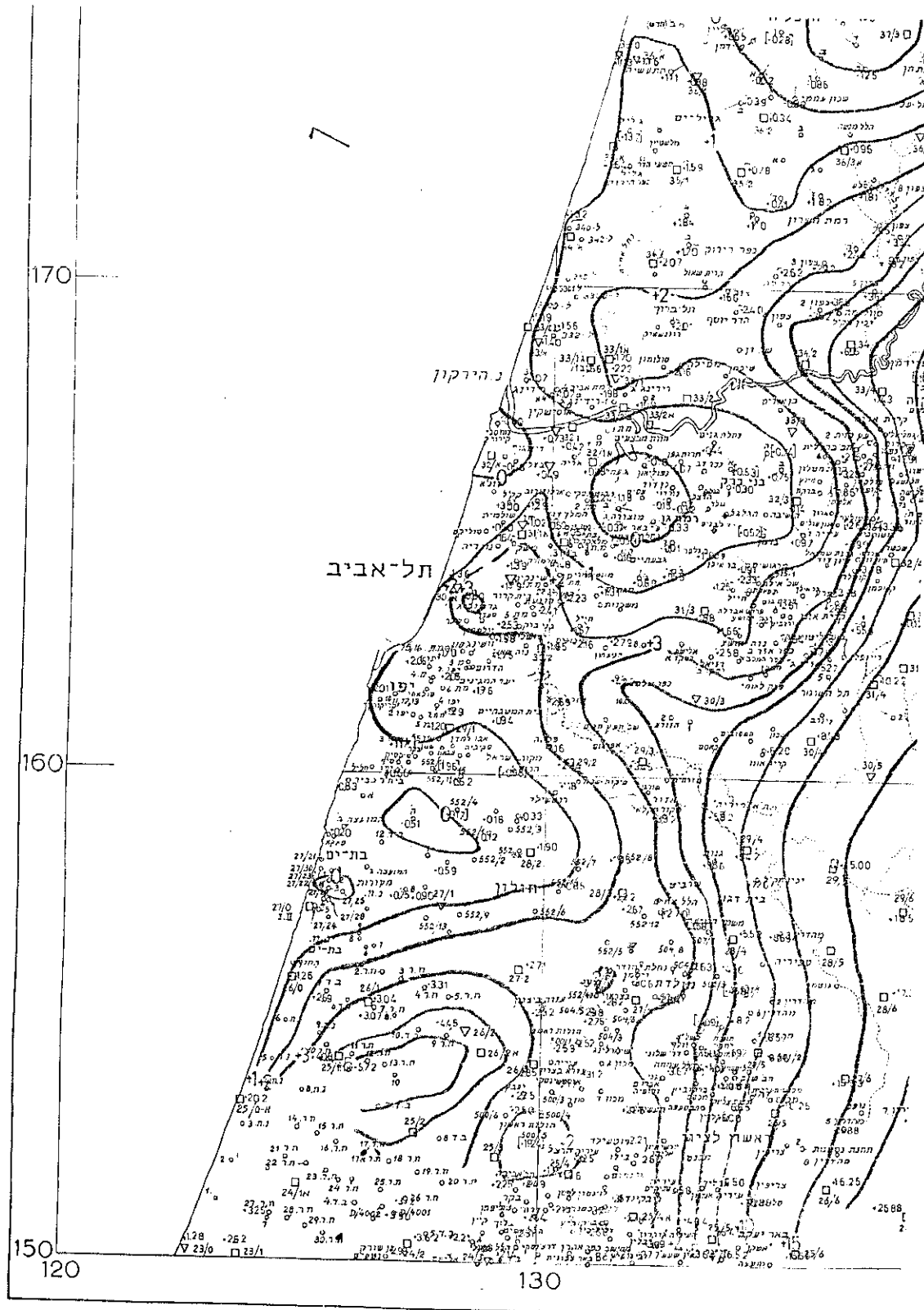
M. Kalmanovich, Dr. M. Ezersky, M. Gorstein, N. Perelman, I. Dan, D. Giller, G. Ataev, T. Aksinenko A. Shvartsburg, and V. Giller

Prepared for

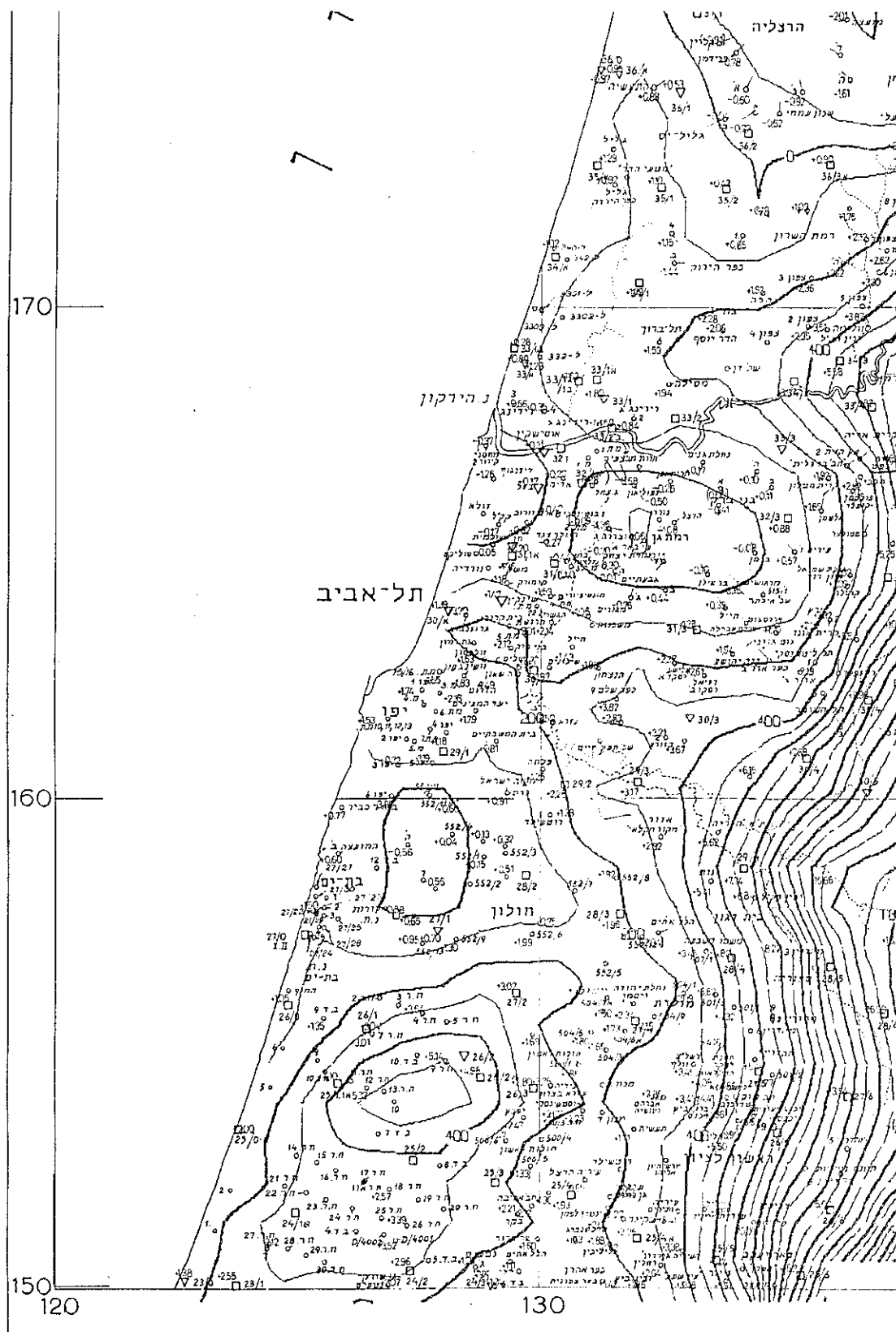
Geological Survey of Israel

הדו"ח נכתב באנגלית ומקיף כ-40 עמודים. ניתן למצא את הדו"ח באתרי האינטרנט של המכון הגיאופיסי ושל המכון הגיאולוגי. ממצאי הדו"ח משולבים בדו"ח עצמו.

נספח ד. מפת מיפליסי מי תהום



נספח ד 1: מפת מיפליסי מי תהום ערוך ע"י השירות ההידרולוגי ק.מ. 1:100,000 אפריל 1977



נספח ד 2: מפת מיפולסי מי תהום ערוך ע"י השירות ההידרולוגי ק.מ. 1:100,000 נובמבר 1976

STATE OF ISRAEL מדינת ישראל

משרד התשתיות הלאומיות

THE MINISTRY OF NATIONAL INFRASTRUCTURES

מפת העתקים חשודים כפעילים

נספח ה.

נספח ה 1 (2000):



GEOLOGICAL SURVEY המכון הגיאולוגי

JERUSALEM ירושלים 2000

מפת ההעתקים בישראל
החשודים בפעילות צעירה

MAP OF POTENTIALLY ACTIVE FAULTS IN ISRAEL.

נערך ע"י:
י. ברטוב, ע. סנח, ל. פלישר, ו. ארד, מ. רוזנצ'יק

Compiled by:

Y. Bartov, A. Snch, L. Fleischer, V. Arad and M. Rosensall

Report GS/23/2000

0 20 km

editerranean Sea

LEGEND

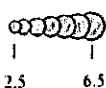
Pliocene to Recent formations
(including alluvium)

Earthquake epicenter, 2.5–6.5 magnitude
(GII database)

Fault: surface and subsurface compiled
by L. Fleischer & Gapsco 1998–2000 (GII)

Fault: surface only, after Snen et al. 1998
(Geological map 1:200,000)

Trace of potential active fault, generalized
(See text)



תצורות מגיל פליוקן עד הווה,
כולל אלוביום

מוקדי רעידות אדמה, מגניטודות 2.5–6.5
ולפי בסיס הנתונים של הסטון הגיאופיזי לישראל

העתק בפני השטח ובתת הקרקע, בעקבות ל. פלישר
ונפסו וארד - 1998 (המכון הגיאופיזי לישראל)

העתק בפני השטח בלבד, לפי סנח וארד 1998
(מפה גיאולוגית 1:200,000)

סימן מוכלל של העתק חשוד כפעיל
(ראה טקסט)

The map shows earthquake epicenters
at magnitudes of 2.5 or greater

במפה מוצגים מוקדי רעידות אדמה
במגניטודה הגבוהה מ- 2.5



משרד התשתיות הלאומיות
המכון הגיאולוגי

מפת ההעתיקים הפעילים
והחשודים כפעילים בישראל -
עדכון מרץ 2009

MAP OF ACTIVE AND POTENTIALLY
ACTIVE FAULTS IN ISRAEL

בעריכת יוסף ברטוב, עמית' סנה ומרסלו רוזנזפט

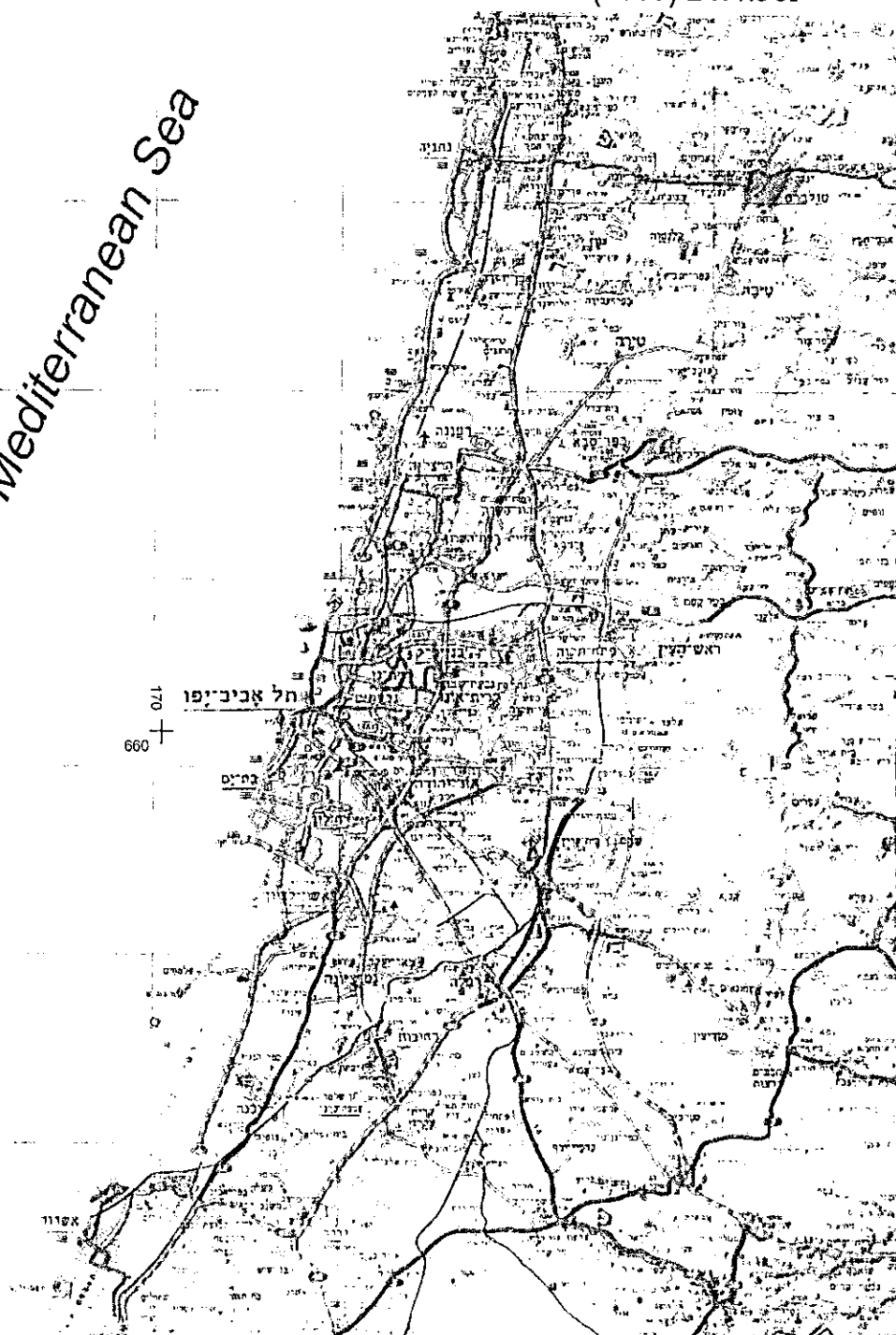
כרטוגרפיה - חנה נצר-כהן

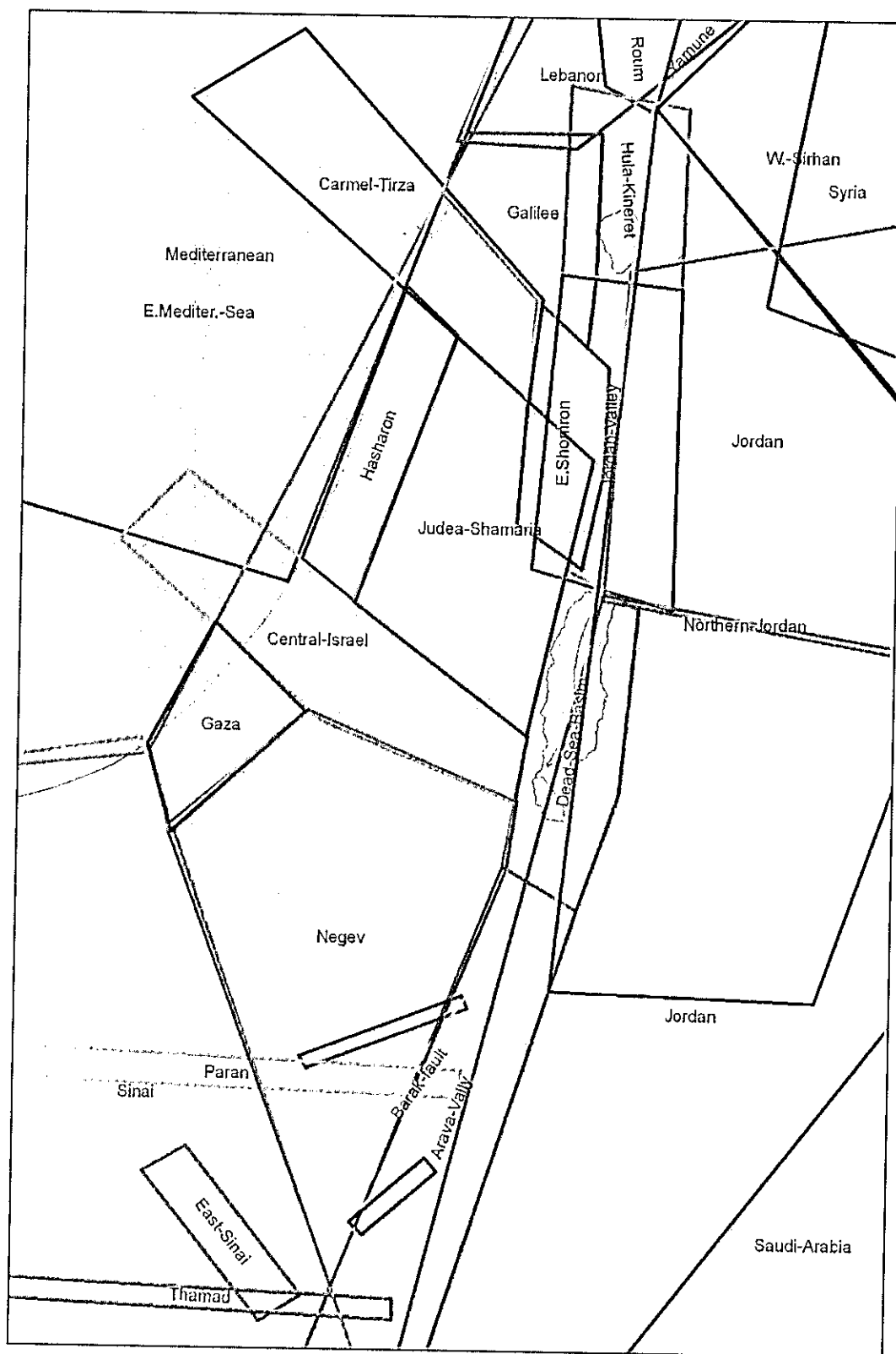
רקע: מפה טופוגרפית של המרכז למיפוי ישראל

Mediterranean Sea

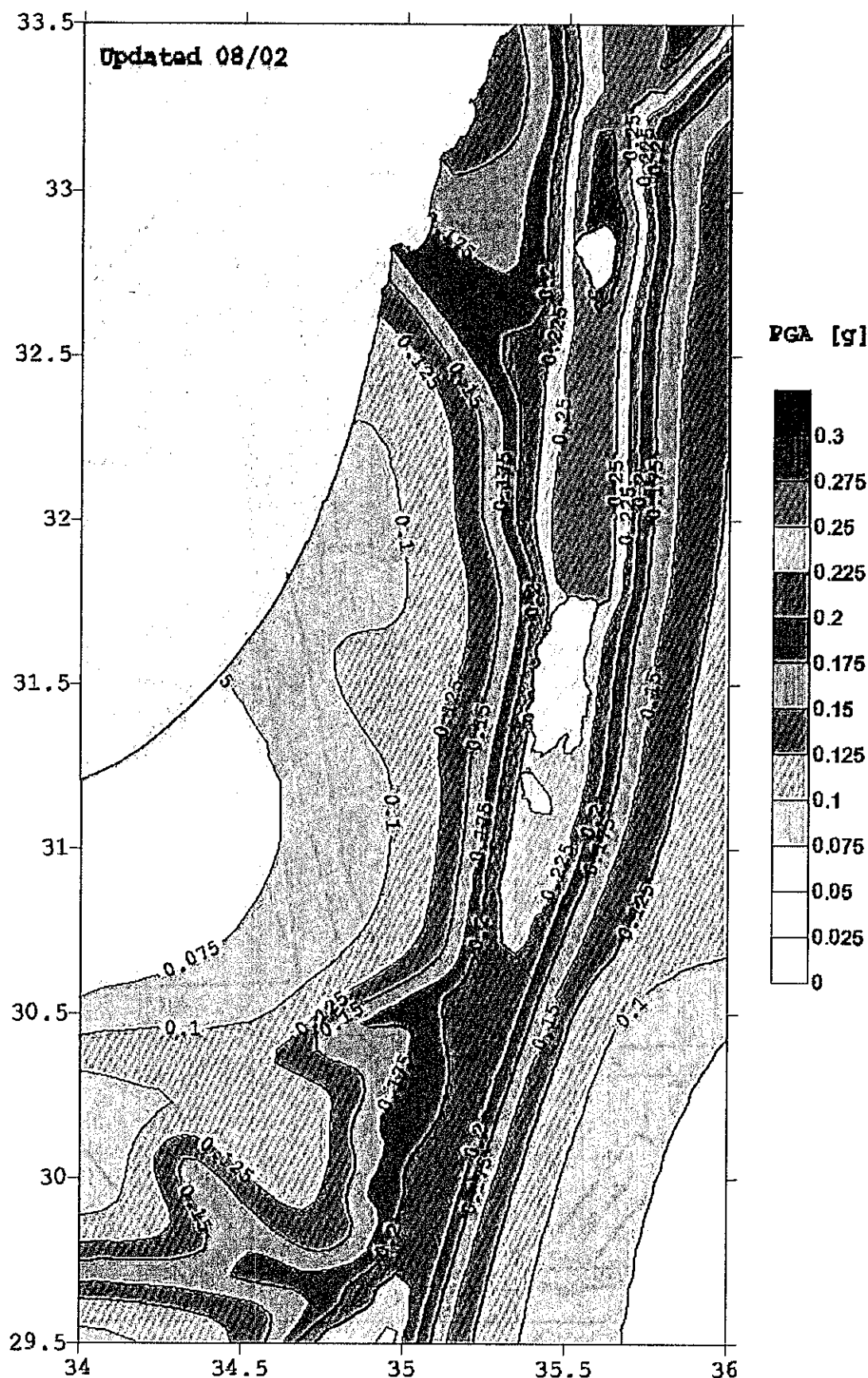
נספח ה' 2 (2009):

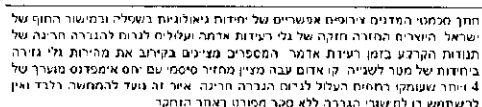
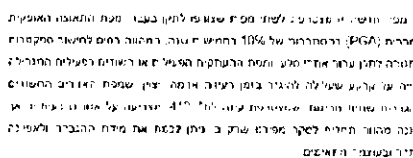
מקרא:
— העתק חשוד כפעיל
— העתק פעיל

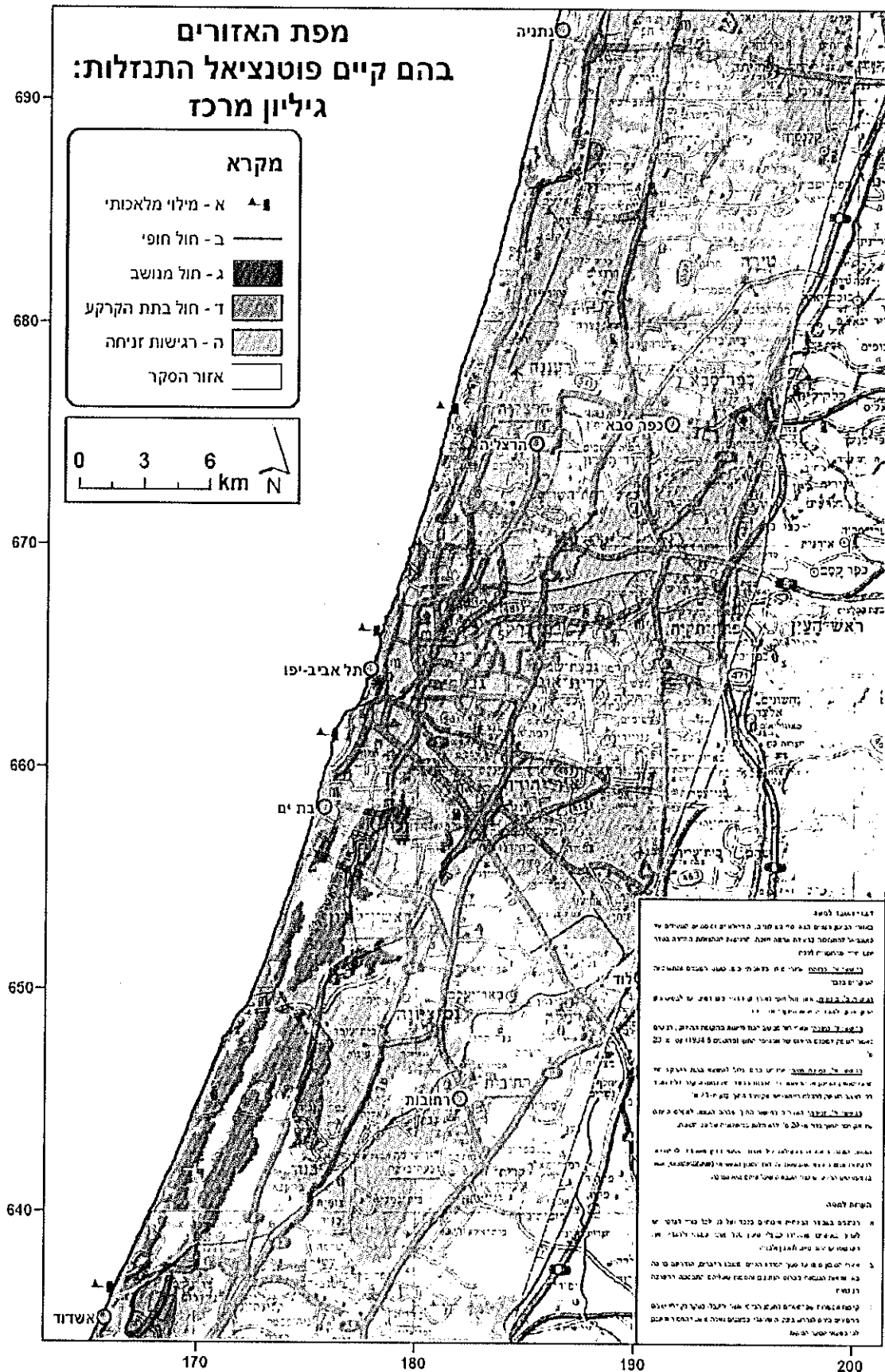




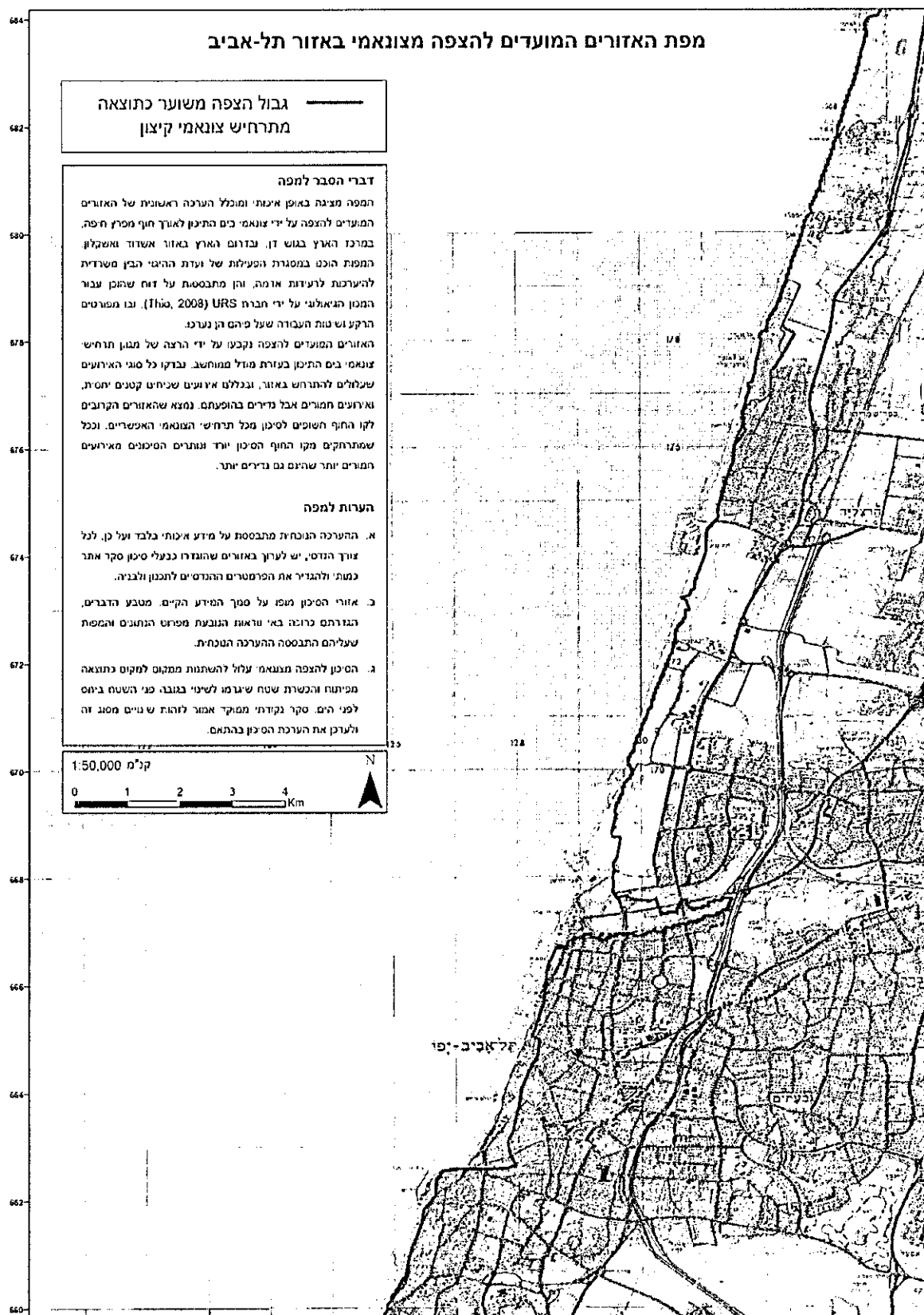
נספח ז. מפת תאוצות הגברה







נספח י. מפת האזורים המועדים להצפה מצונאמי



נספח יא. מפת האזורים בהם קיימת סכנה לגלישת מדרונות

