

סקר היסטורי לאיתור מצבורי בוצת מיכלים בחוות מיכלים קרית-חיים

ד"ר פולישוק צלי

דצמבר 2011

[10-151-11]

תוכן עניינים

1	מבוא	4
2	מתודולוגיה לביצוע הסקר ההיסטורי	6
3	תיאור חוות המיכלים	7
4	רקע גיאולוגי	10
4.1	תיאור סטרטיגרפיה	10
4.2	שתית חוות המיכלים	11
5	תנאים הידרולוגים	12
5.1	מי תהום	12
5.2	מים עיליים וניקוז התשתית	13
5.3	קידוחי מים	15
6	מקורות זיהום פוטנציאלים בחוות המיכלים	21
7	קידוחי ניטור וסקרים לזיהוי זיהום בחוות המיכלים	23
7.1	ניטור חוות המכלים מפני זיהום בקרקע ומי תהום	23
7.2	סקרים לזיהוי זיהום בחוות המיכלים	26
8	מידע היסטורי מגורמים שפעלו בחוות המיכלים	32
9	מיפוי תופעות הקשורות לנפט במאצרות מיכלים	37
10	סיכום הממצאים על פי סקר היסטורי	45
11	המלצות לביצוע	46
12	מקורות	48
13	תרשימים	50
14	נספחים	60

רשימת תרשימים

- תרשים מס' 1: מפת טופוגרפיה, תחבורה, הידרוגרפיה וטכסית של חוות מיכלי נפט גולמי קרית-חיים ----- 51
- תרשים מס' 2: מפה גיאולוגית של אזור חוות מיכלי נפט גולמי קרית-חיים הכוללת את עמק זבולון, הר הכרמל וגבעות שפרעם ----- 52
- תרשים מס' 3: חתך אורך גיאולוגי בעמק זבולון בכיוון צפון-מזרח, לדרום דרום-מערב, החוצה את חוות מיכלי נפט גולמי ----- 53
- תרשים מס' 4: חתך רוחב גיאולוגי בעמק זבולון בכיוון צפון-מערב לדרום-מזרח, הממוקם בתחום חוות המיכלים ----- 54
- תרשים מס' 5: מפלסי מי התהום בחוף הגליל המערבי כולל המקטע החופי של עמק זבולון בשנת 2003 ----- 55
- תרשים מס' 6: מפלסי מי התהום בחוף הגליל המערבי כולל המקטע החופי של עמק זבולון בשנת 2005 ----- 56
- תרשים מס' 7: מפת מיקום תשתיות הנפט (מיכלים, צנרת וכו') בתחום חוות מיכלי נפט גולמי קרית-חיים ----- 57
- תרשים מס' 8: מפת מיקום קידוחי סקר שבוצעו בשנת 2000 וקידוחי סקר שבוצעו בשנת 2004 ----- 58
- תרשים מס' 9: מפת מיקום זיהומי קרקע פוטנציאליים שאותרו בפני השטח במאצרות מיכלי נפט ----- 59

מסמך זה על תכולתו נכון לתנאים הקיימים במועד כתיבתו. שימוש במסמך זה חלקו ו/או כולו לצרכים להם לא יועד היא על אחריות המשתמש בלבד.

1. מבוא

בהתאם לרישיון העסק מתאריך 30.12.2010 הגישה חברת תשתיות נפט ואנרגיה בע"מ, להלן תש"ן, בתאריך 30.03.2011 את התוכניות הבאות:

- א. תוכנית לסקר קרקע ומי תהום בחוות מיכלי נפט גולמי קרית-חיים, מינואר 2011.
- ב. תוכנית לסקר קרקע ומי תהום באתרי בריכת האיגום ופיזור המים במתיזי רסס בחוות המיכלים קרית-חיים, מינואר 2010.

התוכניות לביצוע סקרי קרקע ומי תהום מינואר 2011 התבססו על ממצאי הסקרים שבוצעו ב- 2000 וב- 2004 ועל ניטור רב שנתי המתבצע בחוות המיכלים קרית-חיים.

בהתאם להנחיות תסקיר השפעה על הסביבה שאושר בוועדה המחוזית לתכנון ובניה - חיפה "קרקעות הצפון, תוכנית מס' ג/1139 א", נתבקשה החברה לבצע סקר לאיתור מזהמים בתחום חוות מיכלי נפט גולמי קרית-חיים שאמורה להתפנות ממקומה. במהלך שנת 2004 הוגשה תוכנית לסקר לאיתור מזהמים בקרקע ובמי התהום בחוות מיכלי נפט גולמי קרית-חיים ולאחר אישורה ע"י המשרד להגנת הסביבה בוצע הסקר בסוף שנת 2004. התוכנית לסקר התבססה על ממצאי סקר לאיתור מזהמים שבוצע בחוות המיכלים בסוף שנת 2000.

התייחסות רשות המים והמשרד להגנת הסביבה לתוכניות מעוגנת במסמכים הבאים:

- א. מכתב גיא רשף מנהל תחום בקרת איכות מים וניטור ברשות המים, מיום 26.05.2011.
- ב. מכתב שרית בסון מ"מ ראש ענף שפכי תעשייה וקרקעות מזוהמות מחוז חיפה של משרד הגנת הסביבה, מיום 12.06.2011.
- ג. סיכום דיון בנושא, שהתקיים עם רחלי דוד - ממונה מפעלי מפרץ חיפה ושרית בסון - מ"מ רע"ן שפכי תעשייה וקרקעות מזוהמות ממחוז חיפה המשרד להגנת הסביבה וצלי פולישוק יועץ תש"ן, ביום 21.06.2011.

בהתאם למכלול הדרישות וההנחיות של רשות המים והמשרד להגנת הסביבה, כפי שבאו לידי ביטוי במסמכי התייחסות לתוכניות סקרי קרקע ומי תהום מינואר 2011, הוכנה תוכנית משלימה לסקרי קרקע ומי תהום בחוות המיכלים "תוספות לתוכנית לסקר קרקע ומי תהום בחוות מיכלי נפט גולמי קרית-חיים, יולי 2011".

כמענה לתוכנית מיולי 2011 דרש המשרד להגנת הסביבה ביצוע סקר היסטורי בחוות המיכלים קרית חיים (סיכום פגישה מתאריך 15.09.2011 בנושא סקר קרקע בטרמינל קרית חיים).

מסמך זה "סקר היסטורי לאיתור מצבורי בוצת מיכלים בחוות מיכלים קרית-חיים" מעגן את דרישות והנחיות המשרד להגנת הסביבה כפי שבאו לידי ביטוי בסיכום משיבה בתאריך 15.09.2011.

2. מתודולוגיה לביצוע הסקר ההיסטורי

הסקר ההיסטורי בחוות המיכלים קרית חיים בוצע במטרה לזהות באמצעות מידע עקיף וישיר אתרים בהם אירועי עבר יתכן וגרמו לזיהום קרקע ומי תהום וכמו כן, אתרים בהם בעבר אוחסנה בוצה (תחתיות מיכלים) אשר עשויה לגרום לזיהום הקרקע ומי התהום.

ביצוע הסקר מבוסס על הפעילויות הבאות בחוות המיכלים:

1. איסוף מידע כללי הכולל שנת הקמה, שטח וכו' על חוות המיכלים.
2. סיור מקדים לזיהוי פוטנציאל הזיהום בחוות המיכלים.
3. ניתוח תהליכי התפעול של חוות המיכלים.
4. זיהוי תהליכי תפעול שיש בהם פוטנציאל לזיהום קרקע ומי תהום.
5. הגדרת שימושי קרקע בתחום חוות המיכלים.
6. בחינת תהליכים היסטוריים בהתפתחות חוות המיכלים.
7. ניתוח התנאים הגיאולוגיים הידרולוגיים של חוות המיכלים והשפעתם על זיהום הקרקע ומי התהום.
8. גבית עדויות היסטוריות מעובדים בחוות המיכלים.
9. סקר מסיבי של פני השטח לאיתור זיהום קרקע או פוטנציאל לזיהום קרקע שמקורו בפני השטח.

3. תיאור חוות המיכלים

חוות מיכלי נפט גולמי קרית-חיים ממוקמת בעמק זבולון, בחוף מפרץ חיפה בסמיכות לשכונת קרית-חיים מערב ובצמידות לחוף הים. חוות המיכלים כלולה בתחום המוניציפאלי של חיפה ונמצאת בשולי אזור התעשייה/המסחר הצפוני של העיר חיפה (תרשים מס' 1).

שטח חוות המיכלים, שצורתו מרובע, הינו 866 דונם. אורך הצלע הצפונית 1,075 מ', הצלע המערבית (צמודה לחוף הים) 794 מ', הצלע הדרומית 1,075 מ' והצלע המזרחית 797 מ'.

מצפון לחוות המיכלים ובמרחק של כ- 200 מ' נמצאים בתי שכונת קרית-חיים מערב. ממערב לחווה, במרחק של מטרים בודדים, נמצא קו החוף ובעתות סערה גלי הים מלחכים את גדר החווה. מדרום וממזרח לחווה ובצמוד לה אזור תעשייה/מסחר המשתרע משני צידי רחוב חלוצי התעשייה ורחוב האצטדיון.

חוות המיכלים ממוקמת בחוף הים של מפרץ חיפה. רום חוות המיכלים (ללא התייחסות למאצרות מיכלים) בצידה המערבי משתנה בין כ- 2.5 מ' ועד כ- 3.0 מ' וצידה המזרחי משתנה בין כ- 6.2 מ' ועד כ- 7.8 מ'.

חוות המיכלים הוקמה בשנת 1936 ע"י חברת אי.פי.סי העיראקית כחווה לאחסון נפט גולמי - מתקן חופי לביצוע טרנזיט נפט גולמי מעיראק.

בשלב ראשון במועד הקמתה, נבנו בחוות המיכלים 34 מיכלים בנפח נומינלי של 14,700 מ"ק כל אחד. בשנות ה- 70 נבנו שני מיכלים בנפח 53,000 מ"ק ושישה מיכלים נוספים כל אחד בנפח 57,000 מ"ק. כל מיכל בנוי בתוך מאצרה בהתאם לדרישות הרגולציה.

חוות מיכלי נפט גולמי מיועדת למטרות הבאות:

1. אחסון תפעולי של נפט גולמי והזרמתו לבתי זיקוק חיפה.
2. מיכלי חוף לקליטת נפט גולמי מיובא הנפרק ממכליות ים במקשר הימי.
3. ערבוב בין סוגי נפט שונים לקבלת תערובת נדרשת לזיקוק.

חוות המיכלים כוללת מתקני נפט שונים כאשר את מרבית השטח תופסים מיכלי הנפט והמאצרות שלהם כמפורט. בנוסף למיכלים מתקנים ומערכות, משאבות, מגופים צינורות וכו' המשמשים למילוי וריקון המיכלים. המתקנים והפעילות בחוות המיכלים הם על פי תקנים ודרישות רגולציה. בהתאם, מרבית מתקני הנפט בנויים בתוך מאצרות שתפקידן לקלוט את הנפט באירוע דליפה.

מיכלי נפט גולמי בחוות המיכלים			
נפח מיכל נומינלי (מ"ק)	סוג המוצר המאוחסן	יח'	סה"כ נפח (מ"ק)
14,700 מיכלים לא פעילים היום	גולמי	23	338,100
14,700	גולמי	10	147,000
* 14,700	מים	1	14,700
53,000	גולמי	2	106,000
57,000	גולמי	6	342,000
סה"כ מיכלים		42	947,800
סה"כ מיכלים לא פעילים היום		23	338,100
סה"כ מיכלים פעילים		19	609,700

* מיכל לנפט גולמי, משמש היום לאחסון מים לכיבוי אש.

הזרמות הנפט הגולמי מתבצעות אל חוות המיכלים וממנה בהתאם לצרכי השוק המכתיבים את פעילות בתי הזיקוק. חוות המיכלים מהווה מרכז ממנו יוצאת ואליו מגיעה צנרת הנפט הגולמי. שני מקורות מזינים את חוות המיכלים, המקשר הימי הממוקם כ- 3 ק"מ מהחוף, וצינור חברת קצא"א שמקורו בחוות המיכלים לנפט גולמי באשקלון.

הזרמות נפט גולמי אל ומחוות המיכלים					
הנפט	קוטר הצינור	הזרמה מ-	הזרמה אל-	ספיקה* (מ"ק\שעה)	בעלות
נפט גולמי	12"	חוות המיכלים	בתי הזיקוק חיפה	500	בז"ח
נפט גולמי	12"	חוות המיכלים	בתי הזיקוק חיפה	500	תש"ן
נפט גולמי	18"	חוות המיכלים	בתי הזיקוק חיפה	600	תש"ן
נפט גולמי	12"	חוות המיכלים	בתי הזיקוק חיפה	500	תש"ן
נפט גולמי	32"	מקשר ימי	החוזה	3,500	תש"ן
נפט גולמי	16"	חוות קצא"א באשקלון	החוזה	850	קצא"א

* ספיקה מכסימלית

בחוות המיכלים ממוקמים מתקני הנפט הכוללים: מיכלים, חמש יחידות שאיבה, סעפת מגופים ראשית, סעפת מגופים משנית, צנרת פנימית המחברת בין המתקנים ומערכת מפריד שמן/מים. בחווה בנויה מערכת כיבוי אש הכוללת: מיכל מים לכיבוי אש בנפח 3,000 מ"ק, משאבה לכיבוי אש 600 מ"ק/שעה, מיכל הידרוסטטי לתרכיזי מים קלים 20,000 ליטר, מיכל דיאפרגמה לתרכיזי מים קלים 8,000 ליטר, צנרת כיבוי אש המורכבת מצנרת מים קלים וצנרת מים. יתרת המתקנים בחוות המיכלים, אלו מבנים המשמשים למטרות שונות כמו מבנה תחנת כיבוי, מבנה גנרטור וכו'.

חוות המיכלים מגודרת בגדר רשת המקובעת על יציקות בטון המשמשות כביסוס לגדר הרשת ומונעות חדירה לחוות המיכלים מתחת לגדר.

מערך הדרכים בחוות המיכלים כולל כביש היקפי צמוד לגדרות וחמישה כבישים החוצים את חוות המיכלים ממזרח למערב.

4. רקע גיאולוגי

חוות מיכלי נפט גולמי קרית-חיים ממוקמת בחוף מפרץ חיפה על רצועת חולות דיונות המשתרעת משפך נחל הקישון בדרום ועד שפך נחל הנעמן בצפון (**תרשים מס' 2**). רוחב רצועת החולות משתנה בין מאות מטרים ועד ל- 2 ק"מ והיא מקבילה לקו החוף.

פני השטח הטבעיים הם גליים, אופייניים לדיונות אלא שבמרבית שטח רצועת הדיונות ניכרת פעילות אנושית שגרמה ליישור פני השטח. גם חוות המיכלים נבנתה לאחר שפני השטח יושרו.

חוות מיכלי נפט גולמי קרית-חיים ממוקמת על גראבן הקישון בו שקעו סדימנטים ימיים ואלוביאלים בעובי של מאות מטרים, מהמיוקן ועד להווה (גבירצמן ופלג, 2006) (**תרשים מס' 3 ותרשים מס' 4**). פני השטח של אזור חוות המיכלים ככל עמק זבולון עוצבו מאז הפלייסטוקן העליון כאשר המפרץ החל להתמלא בחרסיות ממוצא ימי או יבשתי שמקורם בקישון או שנגרפו משולי העמק. בו בעת החל מתמלא המפרץ בחול נילוטי שהוסע בזרמי חוף מדרום ושקע לאורך החוף או הועלה ליבשה בעזרת הרוחות והצטבר בדיונות לאורך חוף המפרץ (Kafri & Ecker, 1964).

4.1 תיאור סטרטיגרפיה

מבחינה גיאולוגית, חוות המיכלים הינה חלק בלתי נפרד מעמק זבולון. המסלע החשוף באזור חוות המיכלים והמסלע בעומק הוא מגיל מיוקן עד פליסטוקן, כולל הכיסוי הרצנטי. חתך עמודי גיאולוגי באזור חוות המיכלים כולל את יחידות הסלע הבאות, מהקדום לצעיר מבוסס על העבודות של: בר יוסף (1967), בר יוסף ומיכאלי (1995), בר יוסף, וולמן ומיכאלי (1996), גבירצמן ופלג (2006), גלנטי (1990), זילברמן וגבירצמן (2006), לוי (1983), Mero, (1983), Kafri & Ecker, (1964), Sneh, Bartov & Rosensaft (1996).

✓ **יחידת חרסיות וחואר**, של תצורת יפן, מגיל פליוקן, בנויה מחרסיות אפורות וחלוקים ומעט גבס. עובי התצורה המכסימלי כ- 170 מ'.

✓ **תצורת קורדני**, מהחלק התחתון של חבורת כורכר, מגיל פליסטוקן תחתון, בנויה מאבן חול גירית (כורכר) מלוכדת היטב. עובי תצורת סלע זו משתנה בצפון בין 30 מ' ל- 65 מ' ובדרום הוא מגיע לכ- 100 מ'.

- ✓ **יחידת חרסיות ואבן חול**, מחבורת כורכר, מגיל פליסטוקן תיכון ועליון, בנויה מחילופין מקומיים של אבן חול גירית (כורכר), חול חרסיתי (חמרה), חרסית וסילט חלוקים. עובי מכסימלי של התצורה בגרן הקישון הינו כ- 160 מ'.
- ✓ **יחידת חול דיונות**, מגיל הולוקן, בנויה מחולות בלתי מלוכדים המשתנים מקומית בגודל הגרגרים. בבסיס היחידה חלוקים קטנים והרבה מאקרופאונה. עובי התצורה כ- 20 מ'.

4.2. שתית חוות המיכלים

התשתית עליה בנויה חוות המיכלים, על פי קידוחי ניטור שבוצעו בתחומי חוות מיכלי נפט משנת 1984, סקר סייסמי שבוצע בשנת 1996, קידוח ביסוס עמוק שבוצע בשנת 2006, וקידוחי ניטור רדודים, מורכבת מיחידות הסלע הבאות כאשר עובי יחידות הסלע משתנה בין מערב למזרח:

- ✓ יחידת חול עליונה (SP), מפני השטח עד לעומק של 4.0 - 8.0 מ'. עובי היחידה כ- 6 מ'.
- ✓ יחידת חול דק (חול ים) (SP), אפור, עד לעומק של כ- 10.0 מ'. עובי היחידה כ- 4 מ'.
- ✓ יחידת חול צפוף עם צדפים (SP), עד לעומק של 20.0 מ'. עובי היחידה כ- 10 מ'.
- ✓ יחידת חרסית שמנה (CH), עד לעומק של 24.0 מ'. עובי היחידה כ- 4 מ'.
- ✓ יחידת כורכר וחול כורכרי, עד לעומק של 30.0 מ'. עובי היחידה כ- 6 מ'.

יחידת חול עליונה בנויה בעיקר מחול דיונות. חול נודד בחוף ישראל הוא ביסודו מוצר בליה של סלעי אבן חול בצפון סיני ו/או חולות שנסחפו אל הים ע"י הנילוס. החול נסחף על ידי זרמי הים מחופי מצרים והובא לחופי ישראל. בחופי ישראל החולות הועתקו על ידי הרוחות לפנים הארץ ונערמו על גבי טיפוס קרקע שונים. החולות מתמשכים ברצועה שלאורך חוף הים התיכון, מסיני ועד גבול לבנון. עומק החולות הנודדים משתנה מכמה עשרות סנטימטרים ועד למטרים רבים. החול צבעו צהוב, צהוב-אפור עד צהוב-חום. תכולת הגיר משתנה בין 4%-ל-10%. כמות החרסית זעומה עד 0.5%. כמות החומר האורגני מבוטלת בתחומי 0.01%-ל-0.05%. רמת החומציות (PH) היא בין 8.0 ל-8.5. הקרקע בתחום חוות המיכלים על פי דן ורז, 1970, מוגדרת כ- V1 - חול נודד.

יחידת חול עליונה הבנויה בעיקר מחול דיונות (גרגרי קוורץ בלתי מלוכדים), מורכבת מגרגרים בגודל בינוני עד גס והיא בעלת נקבוביות העולה על 30%.

5. תנאים הידרולוגים

5.1 מי תהום

סקירת התנאים ההידרולוגים של תחום חוות המיכלים, מבוססת על עבודות של: בר יוסף (1967), בר יוסף ומיכאלי (1995), בר יוסף, וולמן ומיכאלי (1996), השרות ההידרולוגי (1998), כנפי (2000), כנפי (2004), לוי (1983), מרכדו (1967), Kafri & Ecker, (1964)

חוות המיכלים ממוקמת על גוף אוגר מים המופרד מגופים אחרים שמתחתיו באמצעות שכבות חרסית. גופי המים הינם (מהעליון לתחתון):

1. אקוויפר חול הדיונות מגיל הווה.
2. אקוויפר פליסטוקן מגיל פליסטוקן.
3. אקוויפר חלוקי פליאו-פליסטוקן מגיל פליאוקן פליסטוקן.

שני האקוויפרים המצויים מתחת לאקוויפר חול דיונות - אקוויפר פליסטוקן ומתחתיו אקוויפר חלוקי פליאו-פליסטוקן, אינם יכולים להיפגע כתוצאה מזיהום בחוות המיכלים בגלל שכבות החרסית ולכן לא יטופלו בעבודה זו.

אקוויפר חול הדיונות מגיל הווה מורכב מחול דיונות. תפוצתו של אקוויפר זה מוגבלת לרצועת החוף של מפרץ זבולון והוא יוצר רצועה צרה המקבילה לחוף הים. האקוויפר נוצל אינטנסיבית למטרות אספקת המים העירונית לקריות.

שכבת חרסית משמשת כאקוויקלוד לאקוויפר חול דיונות. עובי החרסית אינו קבוע והוא משתנה ממטרים בודדים ועד ל- 10 מ'.

עובי החתך הרווי קטן ואינו עולה על 20 מ'. מפלס המים נמצא בעומק רדוד של מספר מטרים ואינו עולה על 7 מ'.

על בסיס הנתונים מקידוחי הניטור בתחום חוות המיכלים, מפלס מי התהום במערב הינו ברום של כ- 2.00 מ' ובמזרח הינו ברום של כ- 2.90 מ'. עומק מפלס מי התהום, על בסיס מדידות בקידוחי הניטור, קווים סייסמים וקידוח ביסוס, משתנה בתחום חוות המיכלים בין 3.00 מ' ל- 7.00 מ' תלוי בטופוגרפיה של חוות המיכלים.

כיוון הזרימה (גרדייאנט) באקוויפר חול דיונות הוא ממזרח-דרום-מזרח למערב צפון-מערב. בהתאם, המוצא הטבעי לזרימת מי התהום הוא אל הים (תרשים מס' 5, ותרשים מס' 6).

הפן הביני לפי משוואת גיבן-הרצברג נמצא בעומק שבין 77 מ' ל- 115 מ'. זאת כאשר מפלס מי התהום בתחום חוות המכלים נמצא ברום של 2.50 מ' עד 3.40 מ'.

האקוויפר ניזון ממשקעים היורדים על שטחי החולות ואשר מחלחלים ישירות לאקוויפר. האקוויפר אינו ניזון או מזין אקוויפרים אחרים. מהירות חלחול מי הגשמים ואיכותם גרמה ליצירת אקוויפר בעל איכות מים גבוהה ומליחות נמוכה מאוד. הבניה המאסיבית, מבנים, כבישים, חניות וכו', מעל פני השטח, צמצמה את משטחי החול שאפשרו את חלחול מי הגשמים ישירות לאקוויפר ובכך צמצמה את יכולתו של האקוויפר להתמלא מחדש כל חורף מהגשמים שירדו באזור. יתר על כן, הקטנת החלחול גרמה להגדלה משמעותית של הנגר העילי באזור כולו.

5.2 מים עיליים וניקוז התשתית

חוות המיכלים ממוקמת על שתית חול דיונות. בגלל השינויים שעברו הדיונות והחלחול המהיר של המשקעים לא נוצרה מערכת ניקוז עילית טבעית מסודרת.

קו פרשת המים כיוונו מקביל לקו החוף, ממוקם באמצע חוות המיכלים. בהתאם, חלק ממי הגשמים, בעיקר על הכבישים, זורם מזרחה וחלק זורם מערבה. זרימות אלו על הכבישים מתרכזים בשטחים נמוכים מחלחלים לקרקע ומזינים את מי התהום.

השטחים סביב חוות המיכלים (מעבר לגדר החווה), בקטעים מנוקזים לתוך חוות המיכלים. המים המגיעים לחוות המיכלים מחלחלים למי התהום. דוגמא לאמור הינו אזור שער הכניסה לחווה. אזור הכניסה מעבר לגדר חוות המיכלים בו מצויים שטחים בנויים, גבוה משטח חוות המיכלים ולכן הוא מנוקז לתחום החווה ויוצר בימים גשומים במיוחד, שלוליות גדולות בתוך חוות המיכלים. בכל תחומי חוות המיכלים אין קולטן ניקוז או צנרת ניקוז המתחברת למערכת ניקוז מי גשם של עיריית חיפה.

ניקוז חוות המיכלים הוא תוצר של מספר גורמים:

- א. כמות המשקעים (גשמים) היורדים בתחום חוות המיכלים.
- ב. קצב חלחול מי הגשם (יכולת החלחול) בחוות המיכלים.
- ג. שטח תכסית אטומה שאינה מאפשרת חלחול מים.
- ד. הטופוגרפיה של חוות המיכלים והיחס לטופוגרפיה של המקרקעין סביבה.
- ה. מחסומים טבעיים או מלאכותיים המונעים את זרימת הנגר העילי.

כמות המשקעים השנתית בתחום חוות המיכלים לפי השרות ההידרולוגי, הינה בממוצע רב שנתי (1960/61-1989/90) 624 מ"מ. אירוע שיא בכמות המשקעים התרחש ב- 22.10.2008 בו במהלך של שעה אחת ירדו כ- 88 מ"מ גשם. במידה ובאירוע שיא שכזה לא התפתח נגר עילי בחוות המיכלים שזרם לסביבה שמעבר לגבולות החווה, קל וחומר שבאירועים שגרתיים לא תרמה חוות המיכלים מי נגר למערכת הניקוז העירונית.

קצב חלחול מים בחוות המיכלים תלוי בסוג החומר הבונה את תשתית חוות המיכלים. תשתית החווה בנויה מחול ובהתאם קצב החלחול יהיה בין 0.11 מ"/שעה לבין 0.50 מ"/שעה. בהנחה שאירוע הגשם המסיבי ביותר מייצר עמודת מים בעובי של 0.088 מ' וקצב החלחול הינו 0.11 מ"/שעה אזי בתוך 48 דקות יעלמו המים כתוצאה מחלחול.

שטח תכסית אטומה בחוות המיכלים הכולל מיכלי נפט מבנים ודרכים, מגיע לכדי 106,242 מ"ר המהווה כ- 12% מסה"כ שטח חוות המיכלים שהוא 866,143 מ"ר. בשטח התכסית האטומה לא יכול להתבצע חלחול מי גשם. והמים שאינם מחלחלים מהווים תרומה ישירה לנגר עילי.

הטופוגרפיה של חוות המיכלים הינה טופוגרפיה מתונה בה השיפועים יכולים להגיע מקסימום ל- 2%. **היחס לטופוגרפיה סביב חוות המיכלים** אינו אחד לרוב המקרקעין מעבר לחוות המיכלים גבוה מהמקרקעין בתחום חוות המיכלים.

מחסומים טבעיים או מלאכותיים המונעים את זרימת הנגר העילי נמצאים בתחומי חוות המיכלים כמפורט:

א. המיכלים בשימוש ואלו שאינם בשימוש, מצויים בתוך מאצרות שנבנו בהתאם לדרישת הרשויות. המאצרות שנפחן 110% מנפח המיכל אמורות בעת חרום לקלוט ולאגור את כל תכולת המיכל. המאצרות אינן מנוקזות כך שהגשמים בתחום המאצרה אינם תורמים לנגר עילי ולמעשה מחלחלים ומעשירים את מי התהום.

ב. גדר חוות המיכלים לאורך כל אורכה בחלקה התחתון בנויה מיציקת בטון המבוססת בקרקע ובולטת מעליה. מבנה זה של הגדר מונע מזרימת מי גשם לחרוג מתחומי חוות המיכלים אל השטחים שהם מעבר לגדר החווה.

המים הנאגרים בתחומי חוות המיכלים הינם מי גשם נקיים המחלחלים ומעשירים את מי התהום. תהליך זה הינו תהליך חיובי ביותר ויש בו רווח עצום למצב האקוויפר המצוי מתחת לחוות המיכלים.

שטח כל המיכלים (בעלי מאצרות) והמאצרות (בשימוש ולא בשימוש) הינו 518,750 מ"ר (שטח מאצרות 462,164 מ"ר, שטח מיכלים בעלי מאצרות 56,586 מ"ר). משטח זה מי הגשמים אינם מנוקזים כלל והם מחלחלים למי התהום. שטח זה של אגירת מי גשמים מהווה כ- 60% מסה"כ שטח חוות המיכלים שהוא 866,143 מ"ר.

השטחים ללא תכסית אטומה אינם מפתחים נגר עילי כי הגשם היורד עליהם מחלחל לתת-הקרקע. מעשית, שטחים אלו מהווים את מקור המים לאקוויפר המצוי בעומק מטרים ספורים מתחת לפני השטח.

חוות המיכלים מהווה למעשה מערכת ניקוז עצמאית שאין לה כל קשר למערכת הניקוז העירונית, היא אינה נהנית ממערכת הניקוז העירונית וגם אינה תורמת לה.

מי הגשם בתחום חוות המיכלים מחלחלים לאקוויפר ובכך תורמים להעשרת האקוויפר ומונעים את המלחתו. תופעה זו של המלחת האקוויפר מתרחשת לאורך החוף בו טקסית אטומה מונעת את החלחול ומי הגשם מנוקזים ישירות אל הים.

5.3 קידוחי מים

הקידוחים השואבים סביב חוות המיכלים, בתחום של כ- 3 ק"מ על פי נתוני השרות ההידרולוגי מיום 21.07.02, שואבים בעיקר מאקוויפר חול דיונות ואקוויפר קוטר.

קידוחים סביב חוות המיכלים						
מס'	שם הקידוח	נקודת ציון		רום הקידוח (מ')	עומק הקידוח (מ')	תא דיווח
1	מח נמל קישון 1 חדש	246.78	153.40	3.29	0	320
2	מח נמל קישון 1 ישן	246.78	153.40	3.09	20.0	320
3	מח נמל קישון 3	246.32	153.55	3.57	20.0	320
4	מח נמל קישון 4	246.21	153.78	4.80	19.3	320
5	מח נמל קישון 2	246.58	154.20	5.20	20.0	320
6	פ ביחר בלובנד*	246.95	154.36	3.38	19.7	320
7	פ רכבת ישראל חדש	246.29	154.92	5.89	16.0	320

קידוחים סביב חוות המיכלים (המשך)						
מס'	שם הקידוח	נקודת ציון		רום הקידוח (מ')	עומק הקידוח (מ')	תא דיווח
8	פ גב ים א	246.75	154.93	7.70	18.0	320
9	פ גב ים ב קטנה	246.70	154.97	2.11	0	320
10	פ חיפה 40	246.73	154.98	5.90	19.3	320
11	פ חיפה בלו בנד *3	246.95	154.51	3.90	19.0	320
12	פ בית מלאכה רכבת ב	246.29	154.92	0.92	15.9	320
13	פ מפרץ חיפה מושלי 35	246.41	155.69	5.50	16.4	320
14	מק אזור תעשייה א37	246.94	155.72	6.62	18.0	320
15	פ חיפה 28 מושלי	246.91	155.90	13.00	15.7	320
16	פ חיפה 37	246.23	155.52	5.60	17.5	320
17	פ מפרץ חיפה מושלי 19	246.50	155.49	16.00	17.2	320
18	פ חיפה 38	246.13	155.25	4.89	17.3	320
19	פ מפרץ חיפה מושלי 22	246.01	155.25	5.89	17.1	320
20	פ מפרץ חיפה מושלי 33	246.17	155.28	10.00	14.8	320
21	פ חיפה עירייה 41	246.90	155.90	7.07	16.8	320
22	פ חיפה 43	246.47	155.46	7.54	18.2	320
23	פ מפרץ חיפה מושלי 25	246.47	155.55	6.00	17.0	320
24	מק אזור התעשייה א29	246.94	156.32	7.94	17.9	320
25	פ קריית חיים באר כה	246.99	156.60	8.16	54.5	330
26	פ מפרץ חיפה מחסני קר	246.07	156.76	2.93	9.9	320
27	פ קריית חיים באר יא	246.86	156.88	7.69	15.6	320
28	פ מפרץ חיפה חב החמצן	246.12	156.80	7.00	0	320
29	פ מפרץ חיפה חב החמצן	246.13	156.78	2.62	10.0	320
30	פ קריית חיים כט*	246.97	156.61	7.43	100.0	330
31	מק אזור התעשייה ב29	246.84	156.48	7.53	18.3	320
32	פ קריית חיים סונדה יא	246.86	156.88	7.97	0	320
33	האצטדיון (ל2)	246.58	156.23	0	0	
34	פ חיפה בלו בנד ב*	247.11	154.19	5.98	75.1	330
35	פ חיפה בלובנד קירור 2	247.13	154.11	4.53	137.0	330
36	פ אי פי סי ד נפט בעם	247.57	155.03	5.77	0	320

קידוחים סביב חוות המיכלים (המשך)						
מס'	שם הקידוח	נקודת ציון		רום הקידוח (מ')	עומק הקידוח (מ')	תא דיווח
37	פ מפרץ ביחר אבן וסיד	247.04	155.06	2.55	23.0	320
38	פ ביחר סיליקט 551 27	247.25	155.25	5.06	15.0	320
39	פ אי פי סי באר 3	247.31	155.40	4.66	18.2	320
40	מק אזור התעשייה 1	247.15	155.55	6.66	18.5	320
41	פ אי פי סי סונדה ג	247.58	155.63	7.82	0	320
42	פ אי פי סי 2	247.60	155.63	4.76	18.1	320
43	פ אי פי סי סונדה א	247.61	155.63	7.32	20.6	320
44	פ אי פי סי סונדה ב	247.60	155.64	7.03	0	320
45	מק אזור התעשייה 2	247.55	155.80	6.48	0	320
46	פ אי פי סי באר 1	247.92	155.86	4.89	17.5	320
47	פ חיפה אבן סיד 2	247.07	155.02	5.05	17.5	320
48	פ קריית חיים סונדה 332*	247.16	156.18	5.64	14.0	320
49	פ קריית חיים כב*	247.17	156.18	5.56	70.0	330
50	פ קריית חיים כב המכון	247.16	156.18	3.38	16.7	320
51	פ קריית חיים ב	247.91	156.27	4.44	19.0	320
52	פ קריית חיים י	247.70	156.32	5.98	16.7	320
53	פ קריית חיים באר ד	247.88	156.36	4.62	20.0	320
54	פ קריית חיים יג סונדה	247.96	156.64	6.22	15.6	320
55	פ קריית חיים כ	247.77	156.65	5.80	5.8	320
56	פ קריית חיים יט	247.54	156.70	7.63	17.2	320
57	פ קריית חיים ל*	247.92	156.25	4.59	17.5	320
58	פ ק חיים סונדה י	247.70	156.32	6.02	0	320
59	פ ק חיים סונדה ד	247.88	156.36	4.77	0	320
60	פ ק חיים סונדה כ	247.77	156.65	6.06	0	320
61	פ ק חיים סונדה יט	247.54	156.70	8.39	0	320
62	פ קריית חיים יח	247.79	157.03	7.88	17.0	320
63	פ קריית חיים באר ה	247.40	157.25	6.09	24.3	330
64	פ קריית חיים סו עי ה	247.40	157.25	6.62	0	330
65	פ קריית חיים כא	247.52	157.34	9.14	16.0	320
66	פ מפרץ חיפה סו	247.33	157.85	6.41	16.4	320

קידוחים סביב חוות המיכלים (המשך)						
מס'	שם הקידוח	נקודת ציון		רום הקידוח (מ')	עומק הקידוח (מ')	תא דיווח
67	פ קריית חיים כח	247.77	157.02	6.85	16.0	320
68	פ ק חיים סונדה יח	247.79	157.03	8.29	0	320
69	פ ק חיים סונדה כא	247.52	157.34	9.23	13.0	320
70	פ אי פי סי באר 5 נפט	248.02	155.73	6.24	8.2	320
71	פ קריית חיים ט(סונדה)	248.06	155.87	6.74	20.0	320
72	פ חולות חיפה סוג 330	248.03	155.89	6.87	20.0	320
73	פ קריית חיים טז	248.66	156.06	6.09	19.5	320
74	פ קריית חיים יז	248.26	156.14	6.52	19.0	320
75	פ קריית ים טמילג שות	248.98	156.38	5.13	19.7	320
76	פ קריית חיים ג*	248.09	156.39	5.83	17.0	320
77	פ קריית חיים כג*	248.40	156.40	6.66	81.5	320
78	פ קריית חיים סו עי כג	248.40	156.40	7.09	0	320
79	פ קריית חיים טו	248.70	156.42	4.92	19.0	320
80	פ קריית חיים יד*	248.36	156.44	6.24	17.8	320
81	פ קריית חיים כד*	248.09	156.53	6.40	66.7	320
82	פ קריית חיים ו(סונדה)*	248.13	156.58	6.67	18.8	320
83	פ קריית חיים ז*	248.30	156.67	5.79	17.5	320
84	פ קריית חיים ח	248.51	156.80	6.71	17.6	320
85	פ קריית מוצקין 14	248.67	156.87	4.93	16.2	320
86	פ קריית מוצקין ממ 7	248.63	156.88	5.83	15.0	320
87	פ חולות חיפה סונ 341	248.87	156.92	7.47	6.7	320
88	פ קריית מוצקין ממ4	248.73	156.94	5.79	17.8	320
89	פ קריית מוצקין 17	248.81	156.95	5.34	15.5	320
90	פ קריית חיים רז*	248.73	156.38	4.99	18.4	320
91	פ קריית חיים כו*	248.01	156.48	5.50	17.0	320
92	פ קריית חיים לא	248.63	156.07	4.89	20.0	320
93	פ קריית חיים סונדה טז	248.66	156.06	6.29	0	320
94	פ קריית חיים יב	248.20	157.00	7.08	16.8	320
95	פ קריית מוצקין 5	248.84	157.01	6.25	0	320
96	פ קריית מוצקין ממ 13	248.96	157.05	5.72	17.0	320

קידוחים סביב חוות המיכלים (המשך)						
מס'	שם הקידוח	נקודת ציון		רום הקידוח (מ')	עומק הקידוח (מ')	תא דיווח
97	פ קריית מוצקין ממ 11	248.21	157.15	7.23	15.0	320
98	פ קריית מוצקין ממ 1	248.88	157.23	6.35	16.5	320
99	פ קריית מוצקין ממ 8	248.60	157.30	7.05	0	320
100	פ קריית מוצקין 15	248.30	157.43	6.54	14.1	320
101	פ קריית מוצקין 12	248.83	157.52	7.30	13.9	320
102	פ קריית מוצקין 18	248.97	157.25	5.59	14.4	320
103	פ קריית מוצקין 9	248.84	157.52	7.36	14.5	320
104	פ ק חיים סונדה יב	248.20	157.00	7.32	17.0	320
105	פ קריית חיים 12א	248.01	157.17	8.22	16.7	320
106	פ קריית ב טמילג	249.00	156.38	15.00	19.7	320
107	מק מפרץ חיפה 19	249.98	156.99	6.41	19.7	320
108	פ קריית מוצקין ממ 6	249.04	157.13	6.21	19.0	320
109	מק קריית מוצקין 4	249.19	157.19	7.28	17.8	320
110	מק קריית מוצקין 5	249.43	157.34	8.65	11.0	320
111	פ קריית מוצקין ממ 10	249.02	157.40	6.62	14.7	320
112	מק קריית מוצקין 3	249.18	157.54	6.54	14.4	320
113	מק קריית מוצקין א 1	249.16	157.71	7.10	25.0	320
114	מק קריית מוצקין 2	249.19	157.74	7.14	24.8	320
115	פ קריית מוצקין 16	249.09	157.12	5.49	17.0	320
116	מק מוצקין 5 א	249.37	157.30	7.00	18.0	320
117	מק מוצקין 4 א	249.16	157.12	7.00	19.0	320

* קידוח שואב לפי השרות ההידרולוגי ומשרד הבריאות נכון ל- 2003 מסומן בכוכבית .

מרבית הקידוחים אינם פעילים היום והם נסגרו בחלקם עקב אי עמידה בתחומי המגן הנדרשים לקידוחי מי שתייה בהתאם לפקודת בריאות העם, תקנות בריאות העם (תנאים תברואיים לקידוח מי שתייה) התשנ"ה- 1995 (נמסר בע"פ ע"י מנחם טל מהנדס מחוז חיפה של משרד הבריאות). חלק מהקידוחים נסגרו עקב זיהום ע"י שפכי תעשייה.

בקידוחים הפעילים לא נמצא כל שינוי אשר ניתן ליחסו לחוות המכלים קרית חיים (נספח 1).

לפי השרות ההידרולוגי (1998) הקידוחים השואבים מתא דיווח 320 שואבים מאקוויפר קוורטר חופי. הקידוחים השואבים מתא דיווח 330 שואבים מאקוויפר מילוי.

הכמות הנשאבת מתא דיווח 320 במהלך שנות ה-90 היא בין 2.5 מיליון מ"ק\שנה (בתחילת שנות ה-90) ל-1.0 מיליון מ"ק\שנה (סוף שנות ה-90). ריכוז הכלורידים מגיע ל-300 מג"ל והוא במגמת עלייה של 3 מג"ל לשנה. ריכוז החנקות הינו בין 15-20 מג"ל.

הכמות הנשאבת מתא דיווח 330 במהלך שנות ה-90 הינה כ-7 מיליון מ"ק\שנה והיא קבועה מאז שנות ה-80. ריכוז הכלורידים מגיע ל-580 מג"ל והוא במגמת עלייה. ריכוז החנקות הינו בין 20-30 מג"ל.

6. מקורות זיהום פוטנציאליים בחוות המיכלים

בחוות המיכלים החומר היחיד שעשוי לזהם את הקרקע ומי התהום הינו נפט גולמי המאוחסן ומזרם בצנרת בתחומי החווה. הנפט הגולמי שאוחסן בעבר ומאוחסן בהווה בחוות המיכלים עשוי להיות נפט גולמי קל עד נפט גולמי כבד ובעל תכולת גופרית משתנה.

מקורות הזיהום הפוטנציאליים בחוות המיכלים קשורים אך ורק למתקנים ולמערכות שבהם מאוחסן או זורם הנפט הגולמי. מתקנים ומערכות אלו כוללים את מיכלי האחסון, צנרת הזרמת הנפט הגולמי, סעפות מגופים, משאבות, מיכלי תערובת ומפרידי מים/נפט (**תרשים מס' 7**):

1. **מיכלי אחסון** - כל מיכל מחובר אל סעפת המגופים ובית המשאבות באמצעות צנרת משותפת העוברת במקביל למערך הדרכים בחוות המיכלים. המיכלים כולם בעלי גג צף, המנוקז אל תוך המאצרה וזאת באמצעות צינור ניקוז גמיש העובר בתוך המיכל. ניקוז תחתיות המיכלים מתבצע באמצעות מערכת סגורה. מי הניקוז זורמים גרביטציונית בצנרת אל מיכל תערובת. כל המיכלים מבוקרים לדליפות על פי שינויי מפלס הנפט הגולמי המאוחסן בהם.

2. **מאצרות** - כל מאצרות המיכלים אינן אטומות. המאצרות קולטות את מי הגשמים השוטפים את דפנות וגג המיכל. המאצרות אינן מנוקזות וכל תכולת המשקעים היורדים בתחום המאצרות מחלחלת למי התהום.

3. **בתי משאבות** - המשאבות להזרמת הנפט מרוכזות בשני בתים. בתי המשאבות ממוקמים מערבית ובצמוד לסעפת המגופים. משטח בתי המשאבות מרוצף ומנוקז למכלי תערובת וניקוזים.

4. **מכלי תערובת וניקוזים** - שני מיכלי הניקוזים בנפח 14,700 מ"ק כל אחד ממוקמים בצמוד למיכלים הפעילים של החווה. המיכלים הם למעשה מיכלי נפט גולמי, (מס' 131, 130) שעברו שדרוג. מיכל 130 משמש כמפריד והוא חלק ממערך ההפרדה שמן/מים. מיכל 131 קולט את הנפט הגולמי מהמפרידים.

5. **סעפות מגופים** - המגופים מרוכזים באתר אחד הממוקם בהמשך לפרוזדור מרכזי לצנרת חיצונית בצידה המערבי של חוות המיכלים. המגופים בחלקם הינם מגופים הנשלטים מרחוק וחלקם מופעלים ידנית. המשטח עליו ממוקמים המגופים מרוצף ומנוקז לתעלת ניקוז.

6. **מפריד שמן/מים** - המפריד ממוקם בצמידות למכלי תערובת וניקוזים. המים, מיציאת המפריד, מנוקזים לבריכת אידיי בצינור העובר בסמוך ובמקביל לפרוזדור הדרומי.

7. **בריכת אידיי** - הבריכה ממוקמת בפינה הדרום-מערבית של חוות המיכלים. הבריכה אינה אטומה. למעשה מדובר בחפירה שאליה מוזרמים מי הניקוזים לאחר שעברו טיפול והפרדה במפריד שמן/מים.

8. **צנרת הנפט הגולמי** - צנרת באמצעותה מחובר כל מיכל לסעפת המגופים הממוקמת בצמוד למשאבות. הצנרת ברובה טמונה ואינה גלויה. עומק הצנרת במרבית שטח חוות המיכלים הינו כ- 1.20 מ'. פרטים ביחס לקוטר ואורך צנרת הנפט הגולמי בפרוזדורי צנרת הנפט מפורטים. הצנרת עוברת בארבעה פרוזדורי צנרת שכיוונם מערב מזרח ושלושה פרוזדורים שכיוונם צפון דרום.

צנרת נפט בתחום חוות היכלים			
פרוזדור הצנרת	קוטר הצנרת	אורך (מ')	הצנרת
פרוזדורים ממזרח למערב			
צפוני - מחבר את המיכלים: 44, 45, 128, 139, 140 ו- 129 לסעפת מגופים ראשית.	2" X 12"	1,800	מרכזי - מחבר את חוות המיכלים לבתי הזיקוק.
	20"	900	
מרכזי - מחבר את המיכלים: 69, 73, 74, 94 ו- 95 לסעפת מגופים ראשית.	3" X 12"	2,850	דרומי - מחבר את המיכלים: 133, 135, 134, 137 ו- 138 לסעפת מגופים ראשית.
	18"	950	
דרומי - מחבר את המיכלים: 133, 135, 134, 137 ו- 138 לסעפת מגופים ראשית.	32"	550	
	12"	900	
פרוזדורים מדרום לצפון	2" X 20"	1,800	מזרחי
	32"	550	
מרכזי	12"	900	מערבי
	2" X 20"	1,800	
מרכזי	32"	350	
	12"	400	
מרכזי	16"	400	
	32"	330	
מרכזי	4" X 12"	680	
	4" X 20"	960	
מרכזי	32"	150	

7. קידוחי ניטור וסקרים לזיהוי זיהום בחוות המיכלים

7.1 ניטור חוות המיכלים מפני זיהום בקרקע ומי תהום

בהתאם להנחיית נציבות המים בשנות ה-80, נקדחו קידוחי ניטור בחוות המיכלים במטרה לנטר את גבולות חוות המיכלים ולאתר זיהומי נפט במי התהום. הקידוחים נקדחו בגבולות חוות המיכלים כמפורט.

מיקום קידוחי הניטור			
נקודת ציון		מיקום	שם הקידוח
ציר X	ציר Y		
?	?	בגבול הדרומי של החווה, מצפון למגדל שמירה, ממערב למיכל 136	*KH-01
247.637	155.048	בגבול הדרומי של החווה, מצפון למגדל שמירה, ממערב למיכל 136	KH-01N
?	?	בגבול המזרחי של החווה, במאצרת מיכל 135, בפינה צפון מזרחית	*KH-02
247.490	155.170	בגבול המזרחי של החווה, במאצרת מיכל 135, בפינה צפון מזרחית	KH-02N
247.931	155.876	בגבול הצפון מזרחי של החווה, צמוד למגדל שמירה	KH-03
247.504	155.521	בגבול הדרומי של החווה, במאצרת מיכל 137, בפינה הדרום מערבית	KH-04
247.778	155.765	בגבול המזרחי של החווה, צפונית לשער הכניסה, בצמוד לגדר	KH-05
248.120	155.608	בגבול הצפוני של החווה, מצפון מאצרת מיכל 45, מדרום לכביש ההיקפי.	*KH-06
?	?	בגבול הצפוני של החווה, מצפון מאצרת מיכל 45, מצפון לכביש ההיקפי.	KH-06N
?	?	ממערב לבריכת האיגום בפינה הדרום מערבית של חוות המיכלים	KH-07
?	?	בגבול הדרומי של החווה, בצמוד למגדל שמירה, מדרום למיכל 136	KH-08
?	?	בתוך ובצידה המערבי של מאצרת מיכל 128	KH-09

* קידוח נהרס, ח מציין קידוח חדש חלופה לקידוח שנהרס.

הקידוחים נקדחו לעומק מפלס המים כך שמסננת הקידוחים מוקמה 2 מ' מעל מפלס המים
במועד הקדיחה וארבעה מטרים מתחת למפלס המים.

משנת 1991 נדגמו מי התהום בקידוחי הניטור בחוות המיכלים. הדגימות נבדקו ל-T.P.H. (Total Petroleum Hydrocarbons).

ערכי T.P.H. (EPA 418.1) בדגימות מים שנדגמו בקידוחי הניטור						
תכולת T.P.H בחל"מ						שם הקידוח
14.02.99 27.10.99	27.01.98 12.08.98	19.01.97 14.07.97	10.07.96	05.09.93 10.11.93	26.02.91 10.07.91 07.10.91	תאריך הדגימה והבדיקה
		----- ND		לא נמצא -----	לא נמצא לא בוצע 0	KH-01*
		ND ND	לא נמצא	לא נמצא -----	לא נמצא לא בוצע 0	KH-02*
ND ND	ND ND	ND ND	<1	לא נמצא -----	לא נמצא לא בוצע 0	KH-03
ND ND	ND ND	ND ND	<1	1.3 -----	לא בוצע 1.1 0	KH-04
ND ND	ND ND	ND ND	לא נמצא	1.6 -----	לא בוצע 1.1 0	KH-05
	ND ND	ND ND		----- 0.6	לא בוצע 1.2 0	KH-06*

* קידוח נהרס, ND - לא נמצא

ערכי T.P.H. (EPA 418.1) בדגימות מים שנדגמו בקידוחי הניטור (המשך)						
תכולת T.P.H בחל"מ						שם הקידוח
		21.04.04	18.08.03	14.08.02	18.12.00	תאריך הבדיקה
		1.1	1 >	1 >	עקבות	KH-01N
		1 >	1 >	1 >	ND	KH-02N
		1 >	1 >	1 >	ND	KH-03
		1 >	1 >	1 >	עקבות	KH-04
		1 >	1 >	1 >	עקבות	KH-05
					עקבות	KH-06*

N מציין קידוח חדש חלופה לקידוח שנהרס, * קידוח נהרס, ND - לא נמצא

ערכי T.P.H. (EPA 418.1) בדגימות מים שנדגמו בקידוחי הניטור (המשך)						
תכולת T.P.H בחל"מ						שם הקידוח
2010	2009	2008	2007	2006	2005	תאריך הבדיקה
1 >	1 >	1 >	1 >	ל"ה	1 >	KH-01N
1 >	1 >	1 >	1 >	ל"ה	1 >	KH-02N
1 >	1 >	1 >	1 >	ל"ה	1 >	KH-03
1 >	1 >	1 >	1 >	ל"ה	1 >	KH-04
1 >	1 >	1 >	1 >	25.0	1 >	KH-05
1 >	1 >	1 >	1 >	ל"ה	1 >	KH-06N
נפט	נפט	נפט	נפט	נפט	6.7	KH-07
1 >	1 >	1.0	1 >	ל"ה	ל"ה	KH-08
1 >	1 >	1 >	0.3	48.0	-----	KH-09

N מציין קידוח חדש חלופה לקידוח שנהרס, ל"ה - לא התגלה.

כאמור, גרדיאנט מי התהום בתחום חוות המיכלים הוא ממזרח למערב. בקידוחי הניטור הממוקמים סביב חוות המיכלים, בגבולה הדרומי, המזרחי והצפוני, מושג המידע לגבי זיהומי נפט הזורמים מתחומי חוות המכלים. מיקום הקידוחים מאפשר לזהות זיהומי נפט הנעים מחוות המיכלים לכיוון דרום, מזרח וצפון.

7.2 סקרים לזיהוי זיהום בחוות המיכלים

תוצאות מדידות של דגימות קרקע ודגימות מי תהום בקידוחי סקר קרקע ומי תהום שבוצעו בעבר. מיקום הקידוחים ראה **תרשים מס' 8**. באדום חריגות מערכי סף.

בסוף שנת 2000 בוצע שלב א של סקר שמטרתו הייתה לבדוק את מצב הקרקע ומי התהום בהיבט הזיהום מנפט גולמי (כנפי, 2000). הסקר כלל מדגם של 10 קידוחים לא מצוננים. על דוגמאות קרקע ומים שנדגמו בקידוחים בוצעו אנליזות שונות לצורך הערכת תכולת הידורקרבונים בקרקע ובמי התהום.

תוצאות סקר שנת 2000						
תוצאות מדידה		חומר נבדק	סוג הקרקע	עומק (מ')	מס' קידוח	
BTEX במים*	TPH בקרקע*				בדוח 2004	במפה 2011
(ug/l)	(mg/Kg)					
	NA	קרקע	חול	2-3	KHS.1	31
	ND	קרקע	חול	3-4		
	NA	קרקע	חול	4-5		
13.6		מים	חול	3.5		
	ND	קרקע	חול	2-3	KHS.2	32
	NA	קרקע	חול	3-4		
	ND	קרקע	חול	4-5		
1.8		מים	חול	4.5		
	ND	קרקע	חול	2-3	KHS.3	33
	NA	קרקע	חול	3-4		
	ND	קרקע	חול	4-5		
2.1		מים	חול	3.5		
	ND	קרקע	חול	2-3	KHS.4	34
	NA	קרקע	חול	3-4		
	ND	קרקע	חול	4-5		
2.1		מים	חול	4.5		
	ND	קרקע	חול	2-3	KHS.5	35
	3,400	קרקע	חול	3-4		
	NA	קרקע	חול	4-5		
2.7		מים	חול	4.0		

תוצאות סקר שנת 2000 המשך						
תוצאות מדידה		חומר נבדק	סוג הקרקע	עומק (מ')	מס' קידוח	
BTEX במים *	TPH בקרקע *				בדוח 2004	במפה 2011
(ug/l)	(mg/Kg)					
	ND	קרקע	חול	2-3	KHS.6	36
	NA	קרקע	חול	3-4		
	ND	קרקע	חול	4-5		
1.8		מים	חול	5.5		
	16,000	קרקע	חול	2-3	KHS.7	37
	220	קרקע	חול	3-4		
	NA	קרקע	חול	4-5		
ND		מים	חול	3.5		
	22	קרקע	חול	2-3	KHS.8	38
	NA	קרקע	חול	3-4		
	30	קרקע	חול	4-5		
ND		מים	חול	5.0		
	ND	קרקע	חול	2-3	KHS.9	39
	ND	קרקע	חול	3-4		
	NA	קרקע	חול	4-5		
ND		מים	חול	4.0		
	17	קרקע	חול	2-3	KHS.10	40
	NA	קרקע	חול	3-4		
	42	קרקע	חול	4-5		
ND		מים	חול	4.0		

* ערך סף בקרקע 100 מ"ג/ק"ג

ערך סף של TPH בקרקע הינו 100 מ"ג/ק"ג. ריכוז מרבי מותר במי שתיה של בנזן 0.01 מיליגרם/ליטר, טולואן 0.7 מיליגרם/ליטר וכסילן 1.0 מיליגרם/ליטר.

בסוף שנת 2004 בוצע שלב ב של סקר שמטרתו הייתה לבדוק את מצב הקרקע ומי התהום בהיבט הזיהום מנפט גולמי (כנפי, 2004). הסקר כלל מדגם של 30 קידוחים לא מצוננים ושני קידוחים מצוננים. על דגימות הקרקע ומי התהום שנדגמו בקידוחים בוצעה בדיקה לתכולת TPH לצורך הערכת תכולת הידרוקרבונים בקרקע ובמי התהום.

תוצאות סקר שנת 2004						
תוצאות מדידת TPH		חומר נבדק	סוג הקרקע	עומק (מ')	מס' קידוח	
מים* (mg/l)	קרקע* (mg/Kg)				בדוח 2004	במפה 2011
	ND	קרקע	חול	2.0	מ-1	1
ND		מים	חול	5.0		
	ND	קרקע	חול	2.0	מ-2	2
ND		מים	חול	5.5		
	ND	קרקע	חול	2.0	מ-3	3
ND		מים	חול	5.0		
	ND	קרקע	חול	2.0	מ-4	4
ND		מים	חול	4.5		
	ND	קרקע	חול	2.0	מ-5	5
ND		מים	חול	4.0		
	ND	קרקע	חול	2.0	מ-6	6
ND		מים	חול	4.5		
	ND	קרקע	חול	2.0	מ-7	7
ND		מים	חול	4.5		
	ND	קרקע	חול	2.0	מ-8	8
1.10		מים	חול	4.5		
	ND	קרקע	חול	2.0	מ-9	9
0.47		מים	חול	4.0		
	12,900	קרקע	חול	2.0	מ-10	10
	3,230	קרקע	חול	5.5		
29.80		מים	חול	5.3		
	ND	קרקע	חול	3.0	מ-11	11
0.95		מים	חול	5.0		

תוצאות סקר שנת 2004 המשך						
תוצאות מדידת TPH		חומר נבדק	סוג הקרקע	עומק (מ')	מס' קידוח	
מים* (mg/l)	קרקע* (mg/Kg)				בדוח 2004	במפה 2011
	ND	קרקע	חול	2.0	צ-1	12
ND		מים	חול	5.0		
	ND	קרקע	חול	2.0	צ-2	13
1.10		מים	חול	6.0		
	ND	קרקע	חול	2.0	צ-3	14
ND		מים	חול	4.0		
	ND	קרקע	חול	2.0	צ-4	15
ND		מים	חול	3.0		
	ND	קרקע	חול	3.0	צ-5	16
	ND	קרקע	חול	7.0		
ND		מים	חול	6.0		
	ND	קרקע	חול	2.0		
	ND	קרקע	חול	2.0	צ-6	17
ND		מים	חול	5.0		
	ND	קרקע	חול	2.0	צ-7	18
ND		מים	חול	3.0		
	ND	קרקע	חול	2.0	צ-8	19
ND		מים	חול	5.5		
	ND	קרקע	חול	2.0	צ-9	20
ND		מים	חול	4.5		
	ND	קרקע	חול	3.0	צ-10	21
ND		מים	חול	3.5		
	ND	קרקע	חול	2.0	צ-11	22
0.36		מים	חול	6.0		
	ND	קרקע	חול	2.0	צ-12	23
0.38		מים	חול	4.5		
	ND	קרקע	חול	2.0	צ-13	24
ND		מים	חול	3.0		

תוצאות סקר שנת 2004 המשך						
תוצאות מדידת TPH (מ"ג/ליטר)		חומר נבדק	סוג הקרקע	עומק (מ')	מס' קידוח	
מים* (mg/l)	קרקע* (mg/Kg)				בדוח 2004	במפה 2011
	ND	קרקע	חול	2.0	צ-14	25
0.37		מים	חול	2.5		
	ND	קרקע	חול	2.0	מנ-1	26
1.30		מים	חול	4.5		
	ND	קרקע	חול	2.0	מנ-2	27
2.70		מים	חול	4.0		
	ND	קרקע	חול	2.0	מנ-3	28
ND		מים	חול	2.5		
	ND	קרקע	חול	2.0	מנ-4	29
2.70		מים	חול	2.5		
	ND	קרקע	חול	2.0	מנ-5	30
ND		מים	חול	2.0		

תוצאות סקר שנת 2004 בקידוחי ניטור קבועים						
תוצאות מדידת TPH (מ"ג/ליטר)		חומר נבדק	סוג הקרקע	עומק (מ')	מס' קידוח	
מים* (mg/l)	קרקע* (mg/Kg)				בדוח 2004	במפה 2011
	5,670	קרקע	חול	2.0	KH-7*	KH-7
6.70		מים	חול	3.0		
	ND	קרקע	חול	2.0	KH-8	KH-8
ND		מים	חול	6.5		

*במדידות במסגרת ניטור שנתי בשנים האחרונות נמצא נפט חופשי בקידוח.

ערך סף של TPH בקרקע הינו 100 מ"ג/ק"ג. ריכוז מרבי מותר במי שתיה של בנין
0.01 מיליגרם/ליטר, טולואן 0.7 מיליגרם/ליטר וכסילן 1.0 מיליגרם/ליטר

תוצאות הסקרים מצביעות על פוטנציאל לזיהום באתרים הבאים:

מס'	מס' נקודה במפה 2011	זיהוי זיהום בקרע ו/או במי התהום	מיקום האתר ביחס לתשתיות
1	8	במי תהום	ממערב למיכל 140. יתכן והמקור הוא בפתח צנרת ניקוזים.
2	10	בקרע ומי-תהום	ממערב למיכל 128. יתכן והמקור הוא בפתח צנרת ניקוזים. נקדח קידוח ניטור קבוע בקירבה וממערב לקידוח הסקר.
3	13	במי תהום	בשולי הדרך, מדרום למיכל 131, בצמוד לצנרת הנפט. האתר ממזרח לנקודת הדגימה.
4	26	במי תהום	ממערב למשאבות שארית אטמוספרית, יתכן והמקור הוא במשאבות הממוקמות ממזרח.
5	27	במי תהום	מצפון לביתן הכניסה לחוות המיכלים מצפון לשוחת מגופי צנרת שבכניסה לחוות המיכלים. לא ברור המקור.
6	29	במי תהום	ממערב לסעפת מגופי מעגן 5. יתכן והמקור הוא בסעפת.
7	35	בקרע	בשולי הדרך, מדרום למיכל 93, בצמוד לצנרת הנפט. יתכן והמקור הוא צינור הנפט.
8	37	בקרע	מדרום מערב לסעפת חדשה. המקור לזיהום לא ברור.

8. מידע מגורמים שפעלו בחוות המיכלים

שם	מוטי בן ארצי
שנים	1980 - 2003
תפקיד	מנהל תפעול, מנהל חוות המיכלים
תאריך קבלת המידע	26.09.2011

1. מיכל 95, בשנות ה-80 בוצע ניקוי במיכל. הבוצה הועברה למיכלים פעילים והוזרמה לבתי הזיקוק. חומר שאינו אורגני, מתחתית המיכל, הועבר למאצרת מיכל 126 ומיכל 125.

2. מאצרת מיכל 126 שימשה במהלך השנים ככלי קיבול לקרקע מזוהמת ממתקנים אחרים כולל מחוות המיכלים קרית-חיים.

3. בשנות התשעים בוצע פרויקט העמקת מאצרות מיכלים. קרקע מזוהמת שנמצאה בשכבות העליונות נשלחה למטמנת עברונה. שכבות החול הנקי בעומק החפירה נלקחו ע"י הקבלנים לשימוש כחומר מצע לכבישים.

4. שכבות החול העליון זוהמו בתחום פתחי ניקוז מי ניקוזים. תהליך הניקוז כלל הזרמת המים למאצרה עד להופעת הנפט. למיכלים קטנים ישנם שני פתחי ניקוז ולמיכלים גדולים שלושה פתחי ניקוז. זיהום הקרקע היה סביב פתחי הניקוז. במהלך שנות ה-90 העבירו את כל המיכלים למערכת ניקוז סגורה. בהתאם לכך תופעת הזיהום המקומי הופסקה.

5. בסוף שנות השבעים נבנה מפריד גרביטציוני במאצרת מיכל 136 אליו הוזרמו מי הניקוזים ממיכלים 133, 134, 135, 136, 137 ו-138. מהמפריד הוזרמו המים מערבה אל מעבר למאצרת מיכל 136, באזור בו ממוקם קידוח ניטור KH-01. הקרקע המזוהמת פונתה בשנת 2011 לרמת חובב. הנפט מהמפריד הוזרם למיכלים. יתכן ויש זיהום קרקע סביב המפריד.

6. בשנות השמונים, הטיפול בבוצה בניקוי מיכלים בוצע בהנחה כי מדובר בחומר הניתן לשימוש בתהליכי הזיקוק ולחומר יש ערך כספי גבוה. היות וכך, הבוצה הועברה לשימוש למיכלים אחרים. החומר הבלתי אורגני הוכנס לחביות מתכת שנקברו בפינה הדרום-מערבית של חוות המיכלים.

7. מיכל 125, המיכל המערבי בשורת מיכלים מס' 1, הושבת בתחילת שנות האלפיים בגלל התפתחות כשל מכני בין דופן המיכל לבין ריצפת המיכל וזיהום הקרקע.

8. צינור הנפט ממערב למיכל 61, המערבי בשורת מיכלים מס' 4, נפגע ע"י טרקטור ונגרם זיהום בקרקע שפונתה למטמנת עברונה.

9. מיכל 96 הושבת בתחילת שנות התשעים מסיבות טכניות. בצד הצפון-מערבי של המיכל ממגוף הניקוז דלף נפט.

10. בשנות ה-80 לפני ביצוע עבודות תחזוקה למיכלים, בוצע הליך של ניצול הבוצה במיכלים. למיכלים הוזרמו מים חמים בטמפ' של 70°C שגרמו לבוצה לצוף על המים, החול ושבבי החלודה ושאריות כבדות אחרות שקעו לתחתית. הנפט הוזרם למיכל פעיל 136 והוזרם לבתי הזיקוק.

11. באזור הסעפת הראשית של חוות המיכלים היו במהלך השנים עד שנות השמונים מספר מקרים של דליפת נפט לקרקע.

שם	אריק טל
שנים	2003 - 2011
תפקיד	מנהל חוות המיכלים
תאריך קבלת המידע	27.10.2011

1. בהליך ניקוי מיכל 133 הבוצה הסמיכה הועברה למיכל 131 באמצעות צנרת ייעודית שהונחה לצורך הניקוי.
2. בהליך ניקוי מיכל 136 הבוצה הסמיכה הועברה למיכל 132 באמצעות צנרת ייעודית שהונחה לצורך הניקוי.
3. בהליך ניקוי מיכל 137 הבוצה הסמיכה הועברה למיכל 133 באמצעות צנרת ייעודית. שהונחה לצורך הניקוי.
4. בהליך ניקוי מיכל 134 הבוצה הסמיכה הועברה למיכל 131 באמצעות צנרת ייעודית. שהונחה לצורך הניקוי.
5. בהליך ניקוי מיכל 128 הבוצה הסמיכה הועברה למיכל 129 ו- 45 באמצעות צנרת ייעודית שהונחה לצורך הניקוי.
6. בהליך ניקוי מיכל 135 הבוצה הסמיכה הועברה למיכלים פעילים באמצעות צנרת ייעודית שהונחה לצורך הניקוי.
7. בהליך ניקוי מיכל 138 הבוצה הסמיכה הועברה בין מיכלים הפעילים באמצעות צנרת ייעודית שהונחה לצורך הניקוי.
8. הבוצה המוצקה הכוללת חול, קליפות חלודה ושאריות כבדות ביותר בנפח של 10 מ"ק עד 20 מ"ק למיכל, נאספה בשקים ונשלחה לרמת חובב.
9. מאצרת מיכל 126 שימשה במהלך השנים כאתר לאחסון קרקע מזוהמת ממתקנים אחרים כולל מחוות המיכלים קרית-חיים.
10. מערב למיכל 61 הונחו חביות המציינות אתר מזוהם בנפט.

שם	מיקי בורדצקי
שנים	1978 - 1988, 1994 - 1999
תפקיד	מהנדס מתקני חוץ בתי הזיקוק, סמנכ"ל הנדסה תש"ן
תאריך קבלת המידע	18.11.2011

1. המיכלים הגדולים שבחוות המיכלים נבנו לאחר מלחמת יום כיפור, 1973. מיכלים 133, 134 ו- 135 נבנו ראשונים בהמשך מיכלים 136, 137 ו- 138 ואחרונים מיכלים 139 ו- 140. עד שנת 1999 המיכלים לא נפתחו ולכן הבוצה לא פונתה מהם.
2. בעבר, במיכלים הישנים (מתקופת הבריטים), פינוי הבוצה שהצטברה עם השנים במיכלים אלו בנפח של 1,000-1,500 טון, נעשה ע"י חימום באמצעות מים שסוחררו בתחתית המיכל עד למצב של שאיבה (pump able), הבוצה מועברת למיכלים אחרים ולהזרמה לבתי הזיקוק.
3. שאריות הבוצה המוצקה שלא היה ניתן לשאוב ואשר מכילה בעיקר חול (sediments), שביבי חלודה ושאריות אחרות כבדות, פונו בעבודת ידיים ע"י איסוף בשקי ניילון והטמנה בפינה הדרום-מערבית של חוות המיכלים ממערב למיכל 101 וממערב למיכל 96.
4. במהלך 1979 - 1982 הותקנו מערבליים במיכלים הגדולים (מיכלים 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139 ו- 140) וכתוצאה מכך פונה חלק מבוצת המיכלים עד גובה פתחי המערבליים. הבוצה הסמיכה הועברה למיכלים אחרים להזרמה לבתי הזיקוק. הבוצה המוצקה נקברה באזור הדרום-מערבי של חוות המיכלים ממערב לחוות המיכלים 101.
5. מפריד גרביטציוני נבנה במאצרת מיכל 136 ומאצרת מיכל 139 סביב מפרידים אלו יתכן ותמצא קרקע מזוהמת.
6. מרבית המיכלים הבלתי פעילים היום בחוות המיכלים נסגרו בין השנים 1981 ל- 1998. הנפט מהמיכלים פונה למיכלים פעילים. הבוצה המוצקה נשארה במיכלים.
7. מיכל 59, בשורה השלישית השני ממערב, משנת 1977 עבר שינוי יעוד ממיכל נפט למיכל מים לכיבוי אש.

8. הבוצה המוצקה ממיכלי הנפט הוכנסה לשקי ניילון ונקברה באזור הדרום-מערבי של חוות המיכלים, ממערב למיכלים 101, 96 ויתכן 61. באזור האמור נחפרו בורות עד כמעט מפלס מי התהום, לבורות אלו הוכנסו שקי הניילון והם כוסו בחול. האתר נקבע לקבורת הבוצה המוצקה בגלל ריחוקו מבארות מי השתייה שפעלו במרכז ובמזרח חוות המיכלים.

9. חלקת המקרקעין הפנויה ממערב למיכל 47 שימשה כמגרש קריקט חוקי שניבנה ע"י הבריטים מקימי חוות המיכלים ולכן לא נטמנו בה שקים המכילים בוצה מוצקה.

10. משנת 1978 לא נחפרו בורות במאצרות מיכלים לאחסון בוצה מוצקה.

11. במאצרות המיכלים 125 ו-126 בוצע בשנת 1980 ניסוי של העמקת המאצרות, על מנת שיעמדו בדרישות חוק אחסנת הנפט (נפח 110%). ייצוב יסוד המיכל וקירות המאצרות נעשה ע"י ערבול של החול המקומי עם בוצה בעובי של כ- 15-20 ס"מ שנשאבה מתחתית מיכלים מושבתים והידוק ע"י מכבשים, דבר שיצר שיכבה אספלטית יציבה.

העדויות מצביעות על פוטנציאל לזיהום באתרים הבאים:

אתרים על פי עדויות בהם פוטנציאל לזיהום	
מס'	מיקום אתר האירוע
1	סביב פתחי הניקוז בחלק מהמיכלים הפעילים כאשר מערכת הניקוז היתה מערכת פתוחה. במהלך שנות ה-90 שונתה מערכת הניקוז למערכת סגורה.
2	סביב המפרידים הגרביטציוניים שמוקמו במאצרת מיכל 136 ומיכל 139
3	במאצרת מיכל 126 ששימש לאחסון קרקע מזהמת.
4	ממערב למיכל 61 בצנרת שנפגע ע"י טרקטור.
5	במאצרת מיכל 96 בצידו הצפון מערבי בגלל כשל במגוף ניקוז.
6	בתחום סעפת מגופים ראשית.
7	ממערב למיכל 61 קרוב לגדר מערבית, מסומן בחביות אתר שפיכת מי ניקוזים ישן.
8	ממערב למיכל 101 וממערב למיכל 96 אתר להטמנת בוצת מיכלים מוצקה.

9. מיפוי תופעות הקשורות לנפט במאצרות מיכלים

בסקר מפורט של בחינת פני השטח וחפירה מקומית לעומק של עד 0.20 מ' אותרו תופעות של נפט גולמי על פני הקרקע שיש בו פוטנציאל לזיהום קרקע ומי תהום בחלק ממאצרות מיכלי הנפט (תרשים מס' 9). התופעה הבולטת הינה משטחי ביטומן בממדים שונים הנמצאים בתוך תחום מאצרות המיכלים. לא נמצאו משטחי ביטומן מחוץ למאצרות המיכלים.

נפט גולמי הינו למעשה תערובת של תרכובות המופרדות בתהליך הזיקוק למוצרים השונים הנקראים תזיקים כמו בנזין וסולר. המרכיב הקובע את התזיק המופרד מהנפט הגולמי הם הפחמימנים כמפורט:

תכולת הפחמימנים של מוצרי הנפט הגולמי (לפי, Testa & Winegardner, 1991)		
תחום הפחמימנים	המוצר	
בין C ₁ ל- C ₄ .	בוטאן	1
בין C ₅ ל- C ₁₄ .	בנזין	2
בין C ₆ ל- C ₇ .	נפטא	3
בין C ₉ ל- C ₁₈ .	דס"ל (קרוסין)	4
בין C ₁₄ ל- C ₁₈ .	סולר קל	5
בין C ₁₉ ל- C ₂₅ .	סולר כבד	6
יותר מ- C ₄₀ .	שארית זיקוק	7

שארית זיקוק הינה למעשה נפט גולמי שהוצאו ממנו כל המרכיבים הקלים עד הכבדים וככזה הוא בעל צמיגות גבוהה ומאבד את יכולת הזרימה בטמפרטורת הסביבה. שארית הזיקוק מוגדרת כביטומן שהוא מוצר תרמופלסטי (מתרכך בחום).

הביטומן משמש כחומר לצרכי איטום מפני מים, כמרכיב בולט באספלט המשמש מצע עליון בכבישים ועוד. הביטומן מתרכך והופך לנוזל בעת חימומו וחוזר ונעשה מוצק או בעל צמיגות גבוהה לאחר התקררותו. משקלו הסגולי של הביטומן משתנה בין 1.00 ל- 1.07 ק"ג/ליטר וההספק הקלורי שלו הוא בין 9,000 ל- 9,300 קילו קלוריות/ק"ג. כאמור הביטומן מתקבל בתהליכים תעשייתיים כשארית הזיקוק של נפט גולמי או בטבע כתוצאה מהתנדפות המרכיבים הקלים מנפט גולמי.

משטחי הביטומן במאצרות המיכלים הם תוצר לשאריות כבדות של נפט גולמי שזרם למאצרות בשנות השבעים עד התשעים. במהלך השנים הנפט הגולמי הכבד איבד את מרכיביו הקלים והפך מבחינת מכלול התכונות לביטומן. חומר זה רק אם יחומם יהפוך לנוזלי. היות וכך, במצבו היום איננו תורם מסיסים לקרקע או למי התהום.

עובי משטחי הביטומן במקומות שנבדק באמצעות חשיפת התחתית של המשטחים באת חפירה מצביע על עובי שבין 10 ס"מ ל- 20 ס"מ. לתחתית משטח הביטומן דבוק החול המקומי שעליו זרם הנפט הגולמי הכבד בזרימה איטית עד להתאבנותו.

ממערב למיכל 136 ומדרום למיכל מס' 131 בתחום מאצרת מיכל נפט שפורק לפני שנות השבעים נמצאו משטחי ביטומן נרחבים. בתחום מקרקעין זה ממוקם קידוח ניטור KH-01N שבוצע בשנת 2000. הקידוח ממוקם במרחק של כ- 20 מ' מכתם האספלט הקרוב ביותר. בכל בדיקות תכולת הידרוקרבונים (T.P.H.), במהלך שנת 2000 עד 2010, לא נמצאו ממצאים חיוביים המצביעים על זיהום מי התהום.

למשטחי הביטומן שנמצאו במאצרות מיכלים צורות גיאומטריות שונות. הממדים בצורת מרובע הרשומים בטבלאות, הם לקבלת סדרי גודל של שטח משטחי הביטומן.

משטחי ביטומן במאצרות מיכלים בחוות המיכלים				
מאצרות מיכלים בשורה מס' 1 ממזרח למערב				
מספר מיכל*	מספר משטח	ממדי המשטח (מ')	שטח (מ"ר)	הערות
140	1	35 X 30	1,050	סה"כ שטח משטח ביטומן – 1,550 מ"ר
	2	20 X 5	100	
	3	5 X 20	100	
	4	15 X 20	300	
139	1	10 X 25	250	סה"כ שטח משטח ביטומן – 3,550 מ"ר
	2	35 X 20	700	
	3	40 X 20	800	
	4	40 X 25	1,000	
	5	40 X 20	800	
128	אין			
45	אין			
44	אין			
43	1	5 X 10	100	סה"כ שטח משטח ביטומן – 850 מ"ר
	2	30 X 25	750	
127	אין			
126	1	55 X 25	1,375	מילוי בפסולת כולל קרקע מזהמת ובוצה
	2	15 X 30	450	סה"כ שטח פסולת – 2,820 מ"ר
125	אין			
			8,770	סה"כ שטח משטחי הביטומן

*בירוק מיכלים פעילים.

משטחי ביטומן במאצרות מיכלים בחוות המיכלים				
מאצרות מיכלים בשורה מס' 2 ממזרח למערב				
מספר מיכל*	מספר משטח	ממדי המשטח (מ')	שטח (מ"ר)	הערות
49	1	10 X 15	150	סה"כ שטח משטח ביטומן – 350 מ"ר
	2	20 X 10	200	
129	אין			
57	1	5 X 5	25	סה"כ שטח משטח ביטומן – 775 מ"ר
	2	30 X 25	750	
48	1	5 X 5	25	סה"כ שטח משטח ביטומן – 525 מ"ר
	2	15 X 10	150	
	3	10 X 20	200	
	4	10 X 15	150	
47	1	50 X 10	500	סה"כ שטח משטח ביטומן – 950 מ"ר
	2	5 X 10	50	
	3	25 X 10	250	
	4	15 X 10	150	
סה"כ שטח משטחי הביטומן			2,600	

*בירוק מיכלים פעילים.

משטחי ביטומן במאצרות מיכלים בחוות המיכלים				
מאצרות מיכלים בשורה מס' 3 ממזרח למערב				
מספר מיכל*	מספר משטח	ממדי המשטח (מ')	שטח (מ"ר)	הערות
70	1	10 X 10	100	סה"כ שטח משטח ביטומן – 125 מ"ר
	2	5 X 5	25	
69	אין			
68	1	10 X 20	200	סה"כ שטח משטח ביטומן – 350 מ"ר
	2	10 X 15	150	
60	1	20 X 10	200	סה"כ שטח משטח ביטומן – 350 מ"ר
	2	10 X 15	150	
59	אין			
93	1	5 X 5	25	סה"כ שטח משטח ביטומן – 250 מ"ר
	2	10 X 20	200	
	3	5 X 5	25	
סה"כ שטח משטחי הביטומן			1,075	

*בירוק מיכלים פעילים.

משטחי ביטומן במאצרות מיכלים בחוות המיכלים				
מאצרות מיכלים בשורה מס' 4 ממזרח למערב				
מספר מיכל*	מספר משטח	ממדי המשטח (מ')	שטח (מ"ר)	הערות
95	אין			
94	אין			
74	אין			
73	אין			
72	1	5 X 5	25	סה"כ שטח משטח ביטומן – 175 מ"ר
	2	5 X 10	50	
	3	5 X 10	50	
	4	10 X 5	50	
71	1	5 X 5	25	סה"כ שטח משטח ביטומן – 375 מ"ר
	2	20 X 10	200	
	3	10 X 15	150	
63	1	5 X 5	25	סה"כ שטח משטח ביטומן – 175 מ"ר
	2	10 X 15	150	
62	1	5 X 5	25	סה"כ שטח משטח ביטומן – 225 מ"ר
	2	5 X 5	25	
	3	10 X 10	100	
	4	5 X 5	25	
	5	5 X 5	25	
	6	5 X 5	25	
61	1	5 X 5	25	סה"כ שטח משטח ביטומן – 950 מ"ר
	2	5 X 5	25	
	3	5 X 5	25	
	4	5 X 5	25	
	5	30 X 25	750	
סה"כ שטח משטחי הביטומן			1,900	

*בירוק מיכלים פעילים.

משטחי ביטומן במאצרות מיכלים בחוות המיכלים				
מאצרות מיכלים בשורה מס' 5 ממזרח למערב				
מספר מיכל*	מספר משטח	ממדי המשטח (מ')	שטח (מ"ר)	הערות
135	1	25 X 15	375	סה"כ שטח משטח ביטומן – 675 מ"ר
	2	10 X 30	300	
134	1	5 X 5	25	סה"כ שטח משטח ביטומן – 200 מ"ר
	2	10 X 10	100	
	3	5 X 5	25	
	4	5 X 10	50	
133	1	20 X 20	400	סה"כ שטח משטח ביטומן – 800 מ"ר
	2	40 X 10	400	
131	אין			
130	אין			
97	1	20 X 5	100	סה"כ שטח משטח ביטומן – 125 מ"ר
	2	5 X 5	25	
96	1	10 X 5	25	סה"כ שטח משטח ביטומן – 75 מ"ר
	2	20 X 15	50	
סה"כ שטח משטחי הביטומן			1,875	

*בירוק מיכלים פעילים.

משטחי ביטומן במאצרות מיכלים בחוות המיכלים				
מאצרות מיכלים בשורה מס' 6 ממזרח למערב				
מספר מיכל*	מספר משטח	ממדי המשטח (מ')	שטח (מ"ר)	הערות
138	1	10 X 10	100	סה"כ שטח משטח ביטומן – 600 מ"ר
	2	20 X 10	200	
	3	10 X 10	100	
	4	20 X 10	200	
137	1	20 X 15	300	סה"כ שטח משטח ביטומן – 525 מ"ר
	2	5 X 5	25	
	3	10 X 10	100	
	4	10 X 10	100	
136	1	10 X 5	50	סה"כ שטח משטח ביטומן – 625 מ"ר
	2	5 X 5	25	
	3	20 X 10	200	
	4	5 X 30	50	
	5	10 X 30	300	
132	1	20 X 10	200	סה"כ שטח משטח ביטומן – 500 מ"ר
	2	15 X 20	300	
102	1	10 X 5	50	סה"כ שטח משטח ביטומן – 400 מ"ר
	2	10 X 10	100	
	3	25 X 10	250	
101	1	15 X 10	150	סה"כ שטח משטח ביטומן – 200 מ"ר
	2	5 X 5	25	
	3	5 X 5	25	
סה"כ שטח משטחי הביטומן			2,750	

*בירוק מיכלים פעילים.

סה"כ שטח משטחי הביטומן בחוות המיכלים קרית-חיים הינו 18,970 מ"ר כאשר תחום השגיאה הוא כ- 20%.

10. סיכום הממצאים על פי סקר היסטורי

הממצאים שנמצאו בסקר זה בתחום חוות המיכלים קרית-חיים ממוקדים בחמש קבוצות כמפורט:

- 1. משטחי ביטומן המרוכזים בחלק ממאצרות המיכלים, לפרטים ראה סעיף 9.**
- 2. ריכחי בוצה מוצקה שעל פי העדויות קבורים בקרקע בין מפלס מי התהום לפני הקרקע. ריכחי הבוצה נמצאים למיטב המידע בפינה הדרום מערבית של חוות המיכלים. הבוצה נקברה באזור זה מתוך רצון להרחיק את הבוצה מבארות המים שהיו בחוות המיכלים ומהם סופקו המים, כולל מי השתייה, לחוות המיכלים. לפרטים ראה סעיף 8.**
- 3. אתרים בהם דלף נפט גולמי מצנרת, מגופים, ניקוזים וכו'. אתרים אלו מפוזרים במספר אתרים בתחום חוות המיכלים. לפרטים ראה סעיף 8.**
- 4. אתר אליו הופנו מי ניקוזי מיכלים לצורך אידוי. האתר ממוקם בפינה הדרום מערבית של חוות המיכלים. לפרטים ראה כנפי (2004).**
- 5. אתרים בהם במסגרת הסקרים שבוצעו אותרו זיהומי קרקע ו/או מי תהום. לפרטים ראה סעיף 7.2.**

11. המלצות לטיפול בממצאים

להלן המלצות להמשך טיפול בממצאים השונים:

משטחי ביטומן בחלק ממאצרות המיכלים.

1. לבצע דיגום מי תהום באמצעות קידוחים, בצמוד וממערב למספר משטחי ביטומן לבדיקת מידת תרומתם, אם קימת, לזיהום קרקע ומי תהום.
2. בדיקת האפשרות לנזול הביטומן, הפרדת החול ממנו והחזרתו למיכלים כחומר גלם. היתרון בטיפול שכזה הוא שכולו מתנהל בחוות המיכלים ולמעשה החומר משמש ליעוד המקורי שלו.
3. בדיקת האפשרות להשתמש בביטומן כחומר גלם ליצור אספלט לכבישים. היתרון בטיפול שכזה הוא שאין צורך להפריד את החול מהביטומן וניתן להעבירו במצב צבירה מוצק אל מפעלי האספלט. אפשרות זו הינה בהיבט סביבתי פעילות מחזור של הביטומן ולא פירוקו או קבורתו במטמנה.
4. ביצוע סקר קרקע, לאחר פינוי משטחי ביטומן, הכולל דיגום הקרקע בתחום שהיה מכוסה בביטומן. בהתאם לתוצאות הבדיקה יבוצעו פעולות נוספות.

ריכוזי בוצה מוצקה בפינה הדרום מערבית של חוות המיכלים.

1. ביצוע חשיפת פני השטח עד 2 מ' במקרקעין שתחום בפינה הדרום מערבית של חוות המיכלים, לצורך זיהוי ואיתור מטמנות של בוצת מיכלים.
2. ביצוע החשיפה יבוצע בפורמט רשת שתי וערב כאשר כל רצועת חשיפה תהיה ברוחב כף טרקטור. המרווח בין קווי החשיפה לא יעלה על 10 מ'.
3. חפירה ופינוי בוצה מוצקה שתאותר בקרקע למטמנה בהתאם להנחיית המשרד להגנת הסביבה.

אתרים בהם דלף נפט גולמי

1. ביצוע סקר קרקע ומי תהום בהתאם לתוכנית פרטנית לכל אתר בו יש חשש כי הקרקע ומי התהום זוהמה וזאת לצורך זיהוי היקף הבעיה.
2. בהתאם לתוצאות הסקר בכל אתר יבוצעו פעולות המשך.

אתר בריכת האידוי.

1. ביצוע הטיפול באתר בריכת האידוי ניכלל במהלך איתור הבוצה.
2. פינוי הקרקע מתחתית בריכת האידוי.

אתרים שבסקרים אותרו זיהומי קרקע ו/או מי תהום.

1. ביצוע סקר קרקע ומי תהום בהתאם לתוכנית פרטנית לכל אתר בו יש חשש כי הקרקע ומי התהום זוהמו וזאת לצורך זיהוי היקף הבעיה.
2. בהתאם לתוצאות הסקר בכל אתר יבוצעו פעולות המשך.

עקרונות לתוכנית סקר קרקע ומי תהום

1. לכל אתר יוגדרו כמות הקידוחים ומיקום הקידוחים בהתייחס לממצאים מפני השטח ולגרדיאנט מי התהום.
2. הקדיחה תהיה בשיטת Direct Push.
3. דיגום קרקע יבוצע בעומק 2 מ', עומק התשתיות. יבוצע דיגום קרקע גם במקרים של חריגות ויזואליות בגוון הקרקע גם אם לא הורגש ריח נפט.
4. דוגמאות הקרקע יבדקו לתכולת TPH.
5. דגימות המים יבוצעו לאחר שאיבה.
6. דוגמאות המים ייבדקו לתכולת TPH.

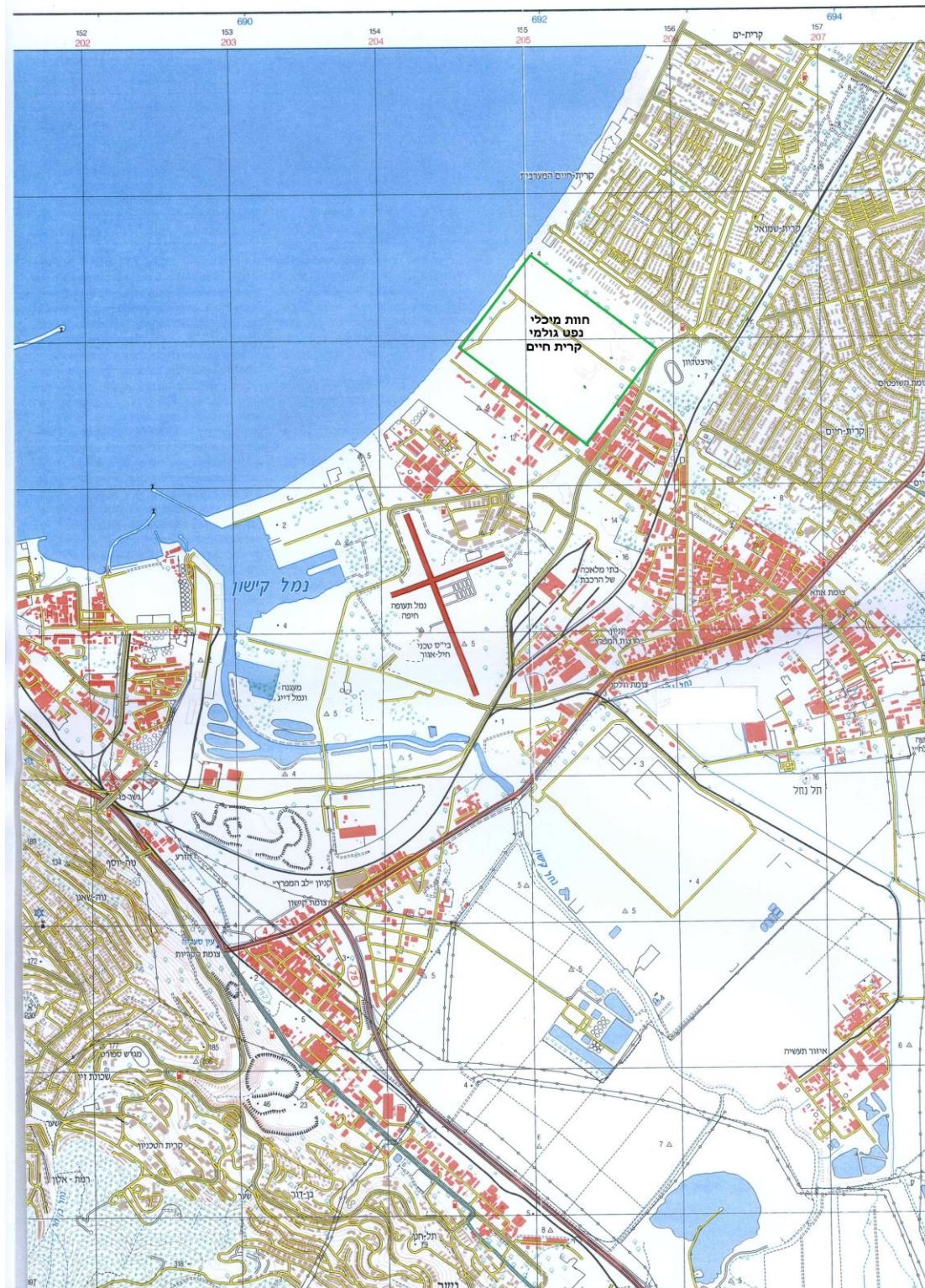
12. מקורות

- ✓ בר יוסף, י., 1967. הידרוגיאולוגיה של שפלת החוף של הגליל המערבי. תה"ל, פ.מ. 557, תל-אביב, 15 עמ'.
- ✓ בר יוסף, י. ומיכאלי א., 1995. ניצול אקוויפר הדיונות במפרץ חיפה. דו"ח אן. אר. די. פיתוח משאבי טבע בע"מ, דו"ח NR 168/95, 34 ע'.
- ✓ בר יוסף, י., וולמן, ס. ומיכאלי א., 1996. סקר סיכונים למסוף טרמינל קריית חיים, חלק ב' סקר סיכונים הידרוגיאולוגי. אן. אר. די פיתוח משאבי טבע בע"מ, דו"ח NR 217/96, 34 ע'.
- ✓ גבירצמן, ז., ופלג, נ., 2006. פוטנציאל הגברת תנודות הקרקע בעמק זבולון, שלב ב' חתכים גיאולוגיים והעתקים עיקריים. המכון הגיאולוגי, דו"ח מס' GSI/11/06, 21 ע'.
- ✓ גלנטי, י., 1990. המורפוגנזה של נחל קישון תחתון בהולוקן. עבודת גמר, אוניברסיטת חיפה, 147 עמ'.
- ✓ דן, י. ורז, צ., 1970. מפת חבורות הקרקעות של ישראל. מפה בקנה מידה 1:250,000. משרד החקלאות, מכון וולקני לחקר החקלאות, האגף לשימור קרקע וניקוז.
- ✓ השרות ההידרולוגי, 1998. התפתחות ניצול ומצב מקורות מי התהום בישראל עד סתיו 1997. משרד התשתיות הלאומיות, נציבות המים, 282 עמ'.
- ✓ השרות ההידרולוגי, 2004. התפתחות ניצול ומצב מקורות המים בישראל עד סתיו 2003. משרד התשתיות הלאומיות, נציבות המים, 365 עמ'.
- ✓ השרות ההידרולוגי, 2006. התפתחות ניצול ומצב מקורות המים בישראל עד סתיו 2005. משרד התשתיות הלאומיות, נציבות המים, 404 עמ'.
- ✓ זילברמן, ע. וגבירצמן, ז., 2006. מחקר לאיתור שבירה פעילה בעמק זבולון דו"ח פעילות ותוצאות ראשונות לשנת 2006. המכון הגיאולוגי, TR-GSI/01/2007, 8 ע'.

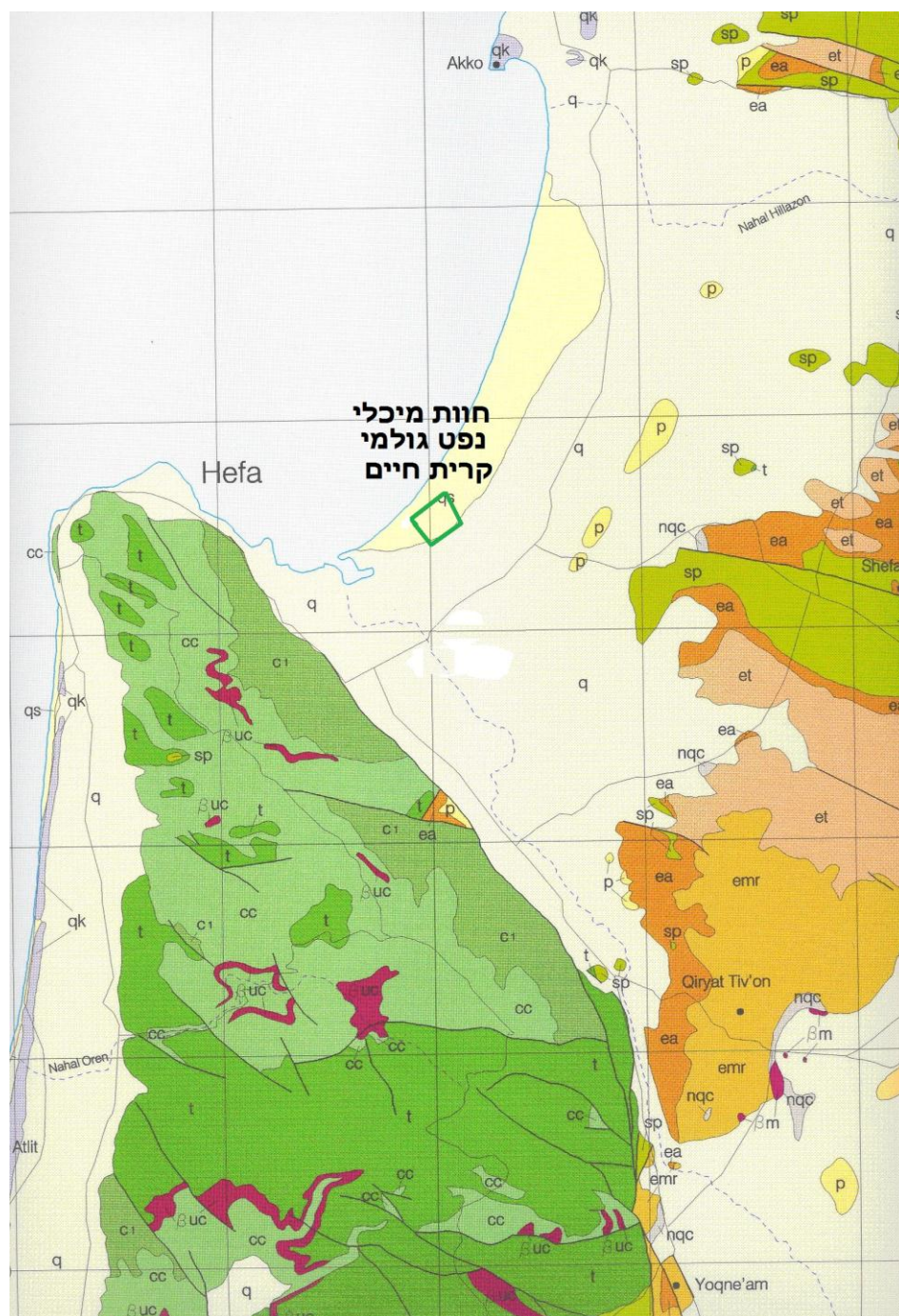
- ✓ כנפי, י., 2000. סקר מוקדם של מצב הקרקע ומי התהום בטרמינל הדלק בקריית-חיים. יועץ הידרוגיאולוגיה ובקרת איכות מים, 16 עמ'.
- ✓ כנפי, י., 2004. סקר לאיתור מזהמים בקרקע ובמי התהום בטרמינל הדלק בקריית-חיים. יועץ הידרוגיאולוגיה ובקרת איכות מים, 168 עמ'.
- ✓ לוי, י., 1983. מפה גיאולוגית ק.מ. 1:50,000, גיליון שפרעם. המכון הגיאולוגי.
- ✓ מרכדו, א., 1967. ההידרולוגיה של מי התהום באזור מפרץ חיפה. תה"ל, פ.מ. 542, תל-אביב, 56 עמ'.
- ✓ Kafri, U. & Ecker, A., 1964. Neogene and Quaternary Subsurface Geology and Hydrogeology of the Zevulun Plain. Geol. Surv.of Isreal, Bull. No. 37, 13 p.
- ✓ Mero, D., 1983. Subsurface Geology of Western Galilee and Zevulun Plain. TAHAL Consulting Engineers Ltd., 04/83/48, 36 p.
- ✓ Sneh, A., Bartov, Y., & Rosensaft, M., 1996. Geological Map of Lower Galilee, Carmel and Southern Golan. 1:100,000 scale. Geol. Surv.of Isreal, Jerusalem.
- ✓ Testa, S.M. & Winegardner, D. L., 1991. Restoration of Petroleum – Contaminated Aquifer. Lewis Publishers, 269 p.

13. תרשימים

חיפה

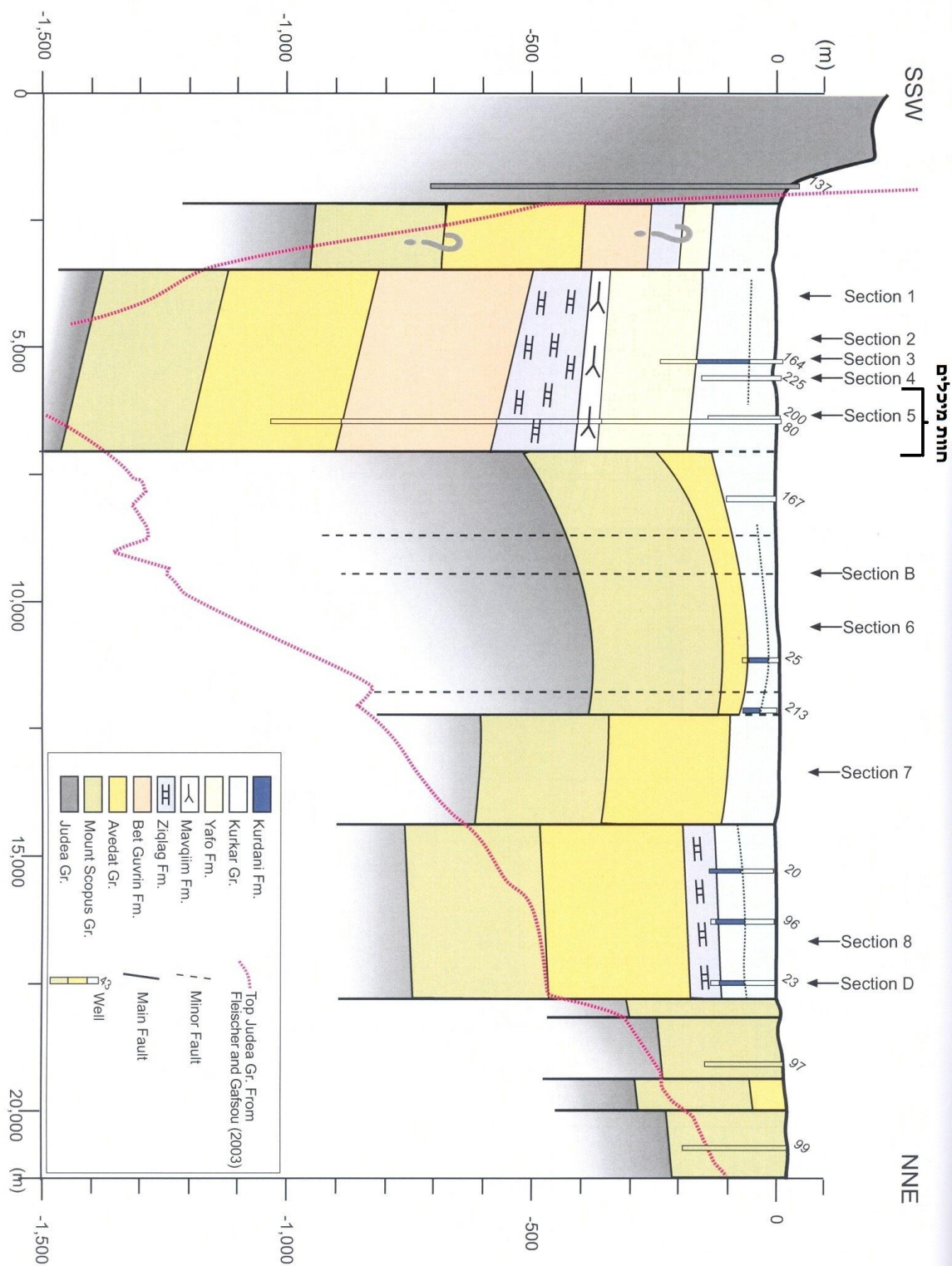


תרשים מס' 1: מפת טופוגרפיה, תחבורה, הידרוגרפיה ותכסית של חוף מיכלי נפט גולמי קרית-חיים.

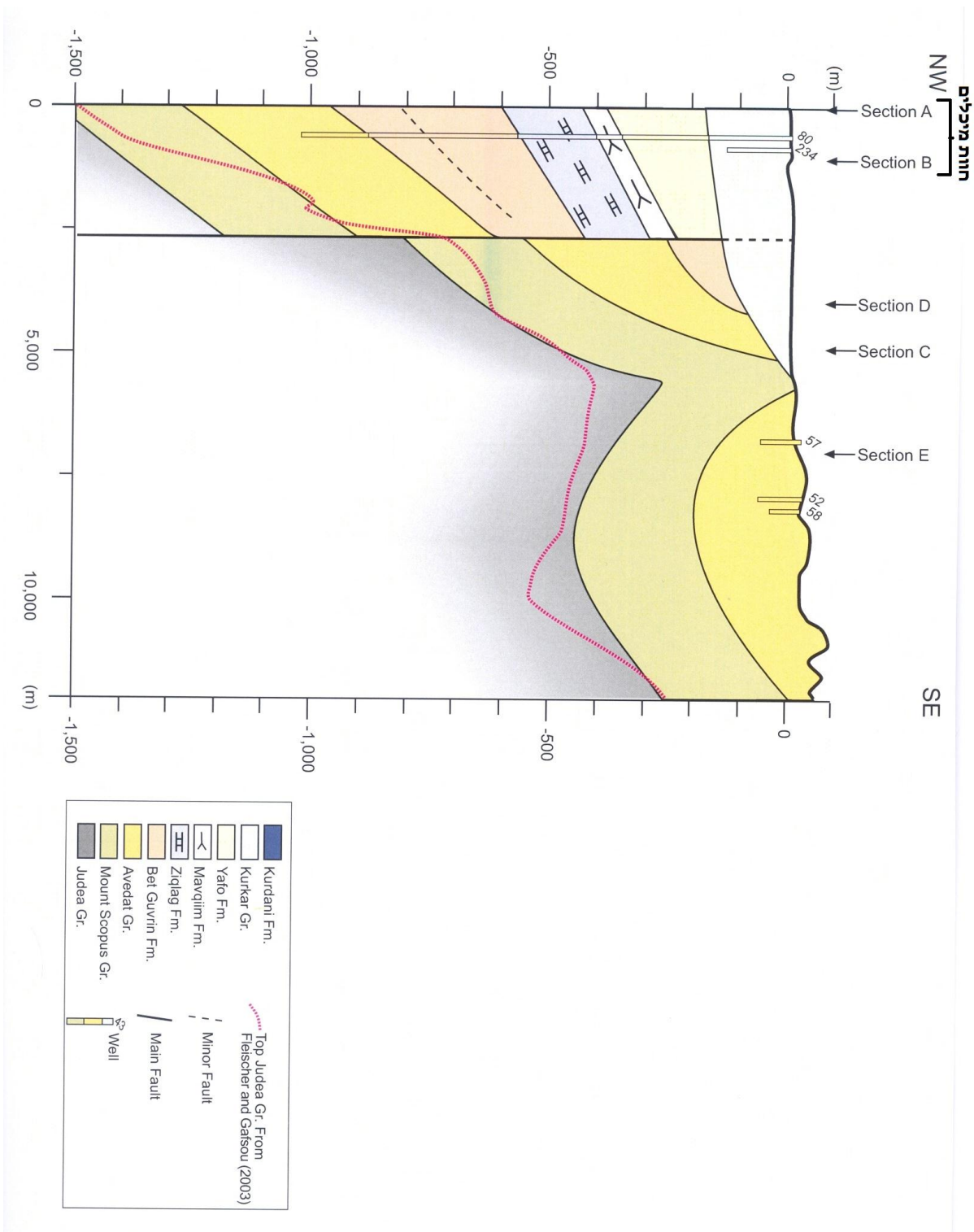


מקרא			
אלוביום	Q	תצורת עדולם	ea
חולות דיונות	Qs	וולקניזם של קרטיקון עליון	Buc
כורכר	Qk	חבורת הר הצופים	sp
יחידה נאוגנית	Nqc	תצורת בינה	t
תצורת כורדני	P	יחידת קירטון וגיר כרמל	cc
תצורת מרשה	Emr	תצורת יגור	c1
תצורת תימרת	Et		

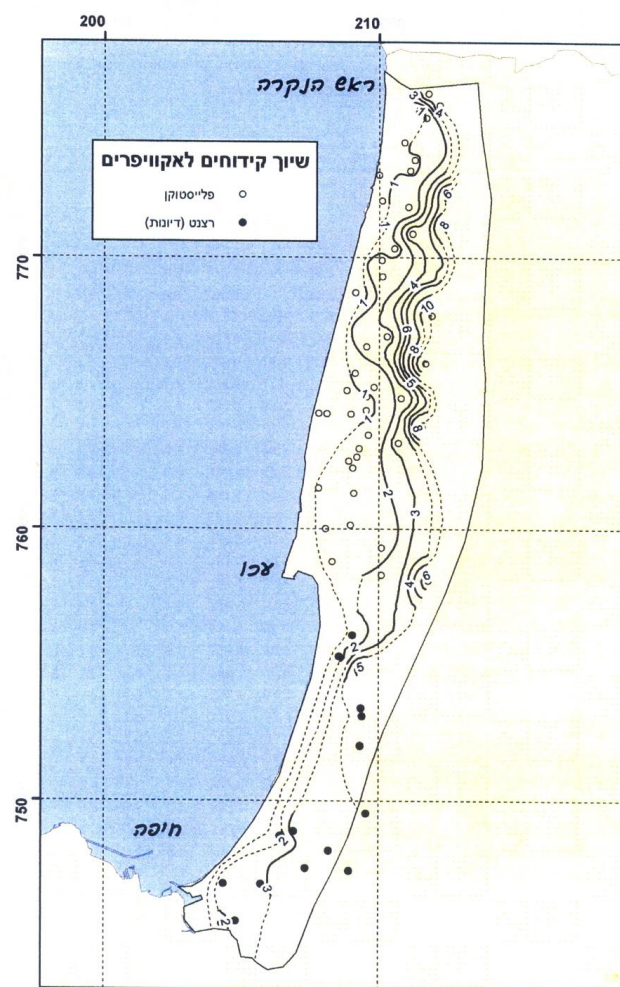
תרשים מס' 2: מפה גיאולוגית של אזור חוות מיכלי נפט גולמי קרית-חיים הכוללת את עמק זבולון, הר הכרמל וגבעות שפרעם. לפי, Sneh, Bartov, & Rosensaft (1996).



תרשים מס' 3: חתך אורך גיאולוגי בעמק זבולון בכיוון צפון-מזרח, לדרום דרום-מערב, החוצה את חוות מיכלי נפט גולמי. מתוך גבירצמן ופלג (2006).

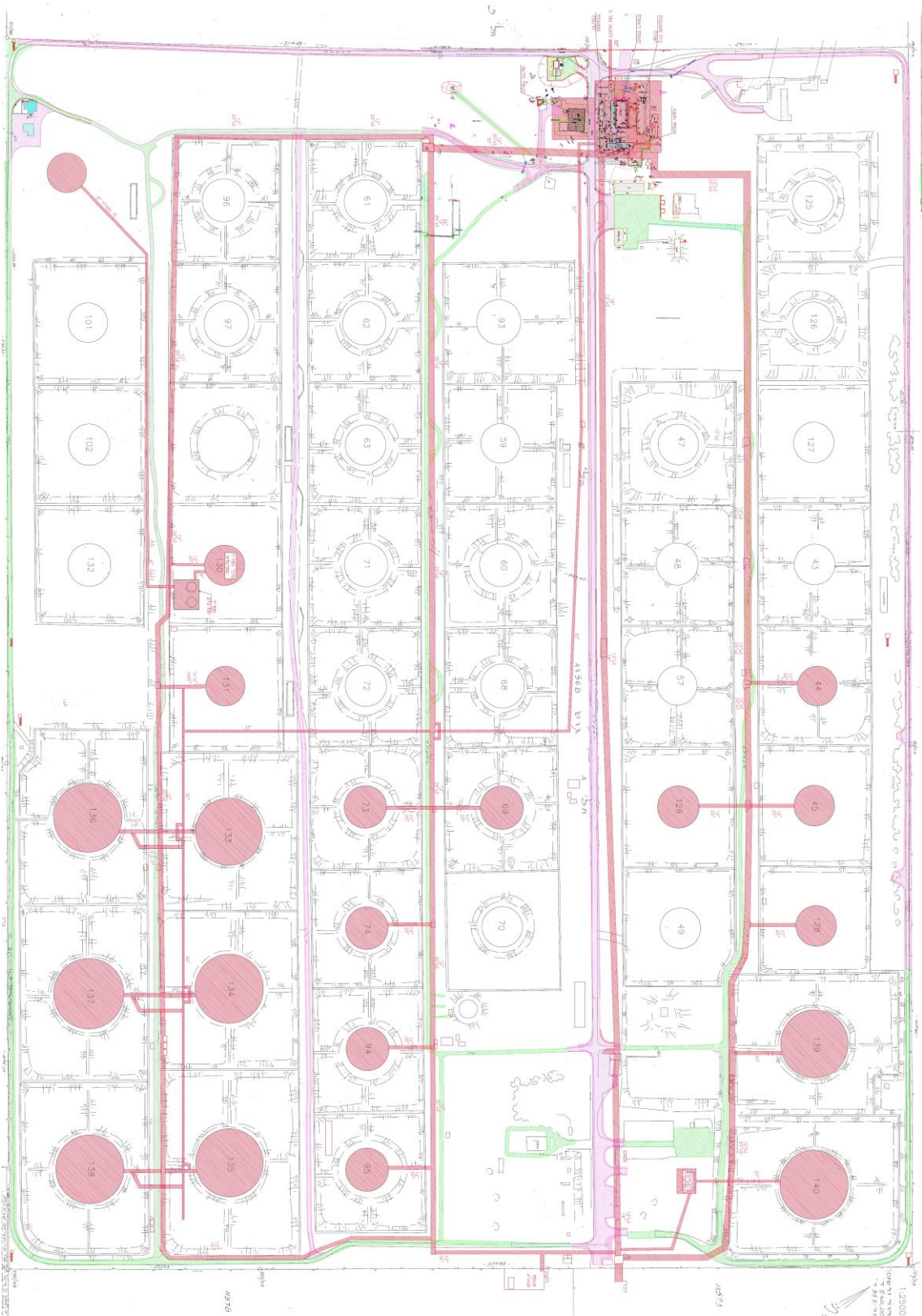


תרשים מס' 4: חתך רוחב גיאולוגי בעמק זבולון בכיוון צפון-מערב לדרום-מזרח, הממוקם בתחום חוות המיכלים. מתוך גבירצמן ופלג (2006).



מפלסי מי תהום בחוף הגליל המערבי
סתיו 2003

תרשים מס' 5: מפלסי מי התהום בחוף הגליל המערבי כולל המקטע החופי של עמק זבולון בשנת 2003. לפי השרות ההידרולוגי (2004).



תרשים מס' 7: מפת מיקום תשתיות הנפט (מיכלים, צנרת וכו') בתחום חוות מיכלי נפט גולמי קרית-חיים. באדום מסומנים תשתיות נפט פעילות.

קידוחי סקר 2004 מסומנים במפה בספרות מ- 1 עד 30.

קידוחי סקר קרקע 2000 מסומנים במפה בספרות מ- 31 עד 40.

קידוחי ניטור קבועים מסומנים במפה בספרות מ- KH-01 עד KH-09.

פרטים ביחס לממצאים בדגימות שבוצעו בקידוחי סקר 2000 וסקר 2004 ראה פרטים בסעיף 7.2.

תרשים מס' 8: מפת מיקום קידוחי סקר שבוצעו בשנת 2000, קידוחי סקר שבוצעו בשנת 2004 וקידוחי ניטור קבועים. הנקודות ללא מיספור מציינים מיקום לקידוחים על פי התוכנית שהוגשה למשרד להגנת הסביבה.

תרשים מס' 9: מפת מיקום זיהומי קרקע פוטנציאליים שאותרו בפני השטח במאצרות מיכלי נפט ובאתרים אחרים. במפה מסומנים קידוחי הסקרים וקידוחי הניטור. הריבועים מציינים אתרים בהם נמצאו עדויות בפני השטח לזיהום קרקע. מרבית השטחים הינם משטחי ביטומן.

14. נספחים

נספח מס' 1: התייחסות משרד הבריאות לאפשרות כי קידוחי מים פעילים הושפעו ממיקום חוות מיכלים קרית-חיים.

מדינת ישראל
משרד הבריאות
לשכת הבריאות המחוזית חיפה

STATE OF ISRAEL
MINISTRY OF HEALTH
HAIFA DISTRICT HEALTH OFFICE
מחוז חיפה
1 יולי 2004

מספר: 2-א

המחלקה לבריאות הסביבה

טל' 04-8633043 פקס 04-8633045

دولة اسرائيل
وزارة الصحة
دائرة الصحة اللوائية حيفا

לכבוד ✓

ד"ר צלי פולישוק

ד.א.י.י. מנהרות

חורשה 17

רעננה, 43613

א.נ.,

הנדון: סקר לאיתור מזהמים בחוות המיכלים טרמינל קריית חיים

סימוכין: מכתב מיום 20/6/04

בהתייחס למכתבך אשר בסימוכין, לחלן התייחסותנו למידע אשר בקשת:
הקידוחים אשר מטופלים על ידינו מספקים מי שתייה.
מצורפת רשימת הקידוחים הפעילים ותוצאות הבדיקות האחרונות שבידינו.
למיטב ידיעתנו, שאר הקידוחים ברשימה, אינם פעילים זה שנים, למעט קידוח – "פ קריית
מוצקין ממ 13" המתוכנן לשעת חרום.
ממעקב אחר תוצאות הבדיקות בשנים האחרונות בקידוחים הפעילים, לא נמצא כל שינוי אשר
ניתן לייחסו למיקום הקידוחים ליד חוות המיכלים או לנוכחות מזהמים.

בכבוד רב,


ד"ר אפרת גיינו

מהנדסת בריאות הסביבה

\\lb-haifa-1\sviva\$\letter 04\0604\micha\duyy.doc

15A Palyam Ave.
P.O.B. 800

HAIFA חיפה 31999
Fax. פקסי 04-8633110
Tel. טל' 04-8633111

שדי פלייז 15 א'
ת"ד 800

2003						
פרמטר	יחידות	באר כב'	באר כט'	באר ה'	באר כד'	באר כו'
בנזן	מק"ג/ל	0				
דיכלורואתילן 1,1	מק"ג/ל	0				
דיכלורואתילן 1,2	מק"ג/ל	0				
דיכלורואתן 1,2	מק"ג/ל	0.1				
דיכלורובנזן 1,2	מק"ג/ל	0				
דיכלורובנזן 1,4	מק"ג/ל	0				
טולואן	מק"ג/ל	0				
טטראכלורואתילן	מק"ג/ל	0				
טריכלורואתילן	מק"ג/ל	0				
טריכלורואתן 1,1,1	מק"ג/ל	0				
כלורובנזן	מק"ג/ל	0				
כלורופורם	מק"ג/ל	0				
כסילן	מק"ג/ל	0				
בנזן(א)פירן	מק"ג/ל	0				
סטירן	מק"ג/ל	0				
פחמן טטרא כלורי	מק"ג/ל	0				
ברזל Fe	מק"ג/ל	13				
גופר SO4	מג/ל	55				
כלל מוצקים	מג/ל	1108				
מגנזיום Mg	מג/ל	43				
ערך Ph	Ph	6.84				
מנגן Mn	מק"ג/ל	0				
חנקן NO3	מג/ל	11	21	20	12	24
בריום Ba	מק"ג/ל	81				
מוליכות	micro/sim	1770				
פלאורידים F	מג/ל	0.45				
שמיים	מק"ג/ל	0				
ניקל Ni	מק"ג/ל	2	0	0	0	8
כרום Cr	מק"ג/ל	1	1.5	3.5	0	0
נחושת Cu	מק"ג/ל	0	0	0	0	4.5
מנגן Mn	מק"ג/ל	1	3	52	22	38
עופרת Pb	מק"ג/ל	0	0	0	0	0
קדמיום Cd	מק"ג/ל	0	0	0	0	0
גפר SO4	מג/ל	108	94	66	177	188
אבץ Zn	מק"ג/ל	0	0	0	0	0
ברזל Fe	מק"ג/ל	0.04	0.02	80	60	0.1
בריום Ba	מק"ג/ל	130	109	134	80	95
דטרגנטים	מג/ל	0	0	0	0.03	0.02
כלל מוצקים	מג/ל	1994	1542	1586	1236	1132
כסף Ag	מק"ג/ל	0	0	0	0	0
מגנזיום Mg	מג/ל	66	57	52	61	59
ערך pH	pH	7.62	7.48	7.3	7.55	7.71
נתרן Na		178	374	284	182	160
אלומיניום Al		3	0	21	4	2
CO3,OH,HCO3		0	305	321	274	344
אשלגן K		4.7	13	17	6.2	19.2
סידן Ca		135	161	125	162	123
קשיות כללית		513.63	674	546	619	558
כלוריד	מג/ל	384	775	553	553	320
UV			0	6	6	31

תאריך	סימוכין	סוף מסמך
דצמבר 2011	10-151-11	סקר היסטורי לאיתור מצבורי בוצת מיכלים בחוות מיכלים קרית-חיים

מס' עמודים	63
------------	----

הכותב	ד"ר צלי פולישוק
חתימה	

החורשה 17 רעננה 43613	טל. 09-7440655	פקס. 09-7427968
ד.א. duyytunnels@bezeqint.net		