

הנחיות מקצועיות לביצוע חקירות לאיתור ואפיון מזהמים במי התהום

תאריך: 24/7/2019
גרסה 3

מאשר: גיא רשף - מנהל חטיבת השירות ההידרולוגי

תוכן העניינים

4	הקדמה	1.
4	המקורות העיקריים לזיהום מי תהום בישראל:	1.1
5	הנחיות חוק המים, תשי"ט-1959 בנוגע לזיהום מקורות מים	1.2
5	הרקע להחלטה על פתיחת חקירה לאיתור מזהמים במי התהום	1.3
6	מטרות חקירה לאיתור ואפיון מזהמים במי התהום	1.4
6	מטרת ההנחיות	2.
6	שלבנים בביצוע חקירת מי התהום	3.
8	תכנית החקירה	4.
8	איסוף מידע	4.1
8	איסוף מידע כללי על האתר	4.1.1
8	מידע רגולטורי תכנוני ותשתיות קיימות	4.1.2
8	גיאולוגיה והידרוגיאולוגיה	4.1.3
8	איסוף מידע רלבנטי לזיהום מי תהום	4.1.4
8	מודל קונספטואלי	4.2
9	מערך הקידוחים המוצע	4.3
9	שיטת הקדיחה	4.4
9	תכנית דיגום ואנליזה	4.5
10	ביצוע החקירה	5.
10	קבלת רישיון קדיחה מרשות המים	5.1
10	ביצוע תיאום הנדסי	5.2
10	קדיחה וגימור קידוח	5.3

11	דיגום ואנליזה	5.4
11	דו"ח חקירה מסכם	.6
11	המלצות לביצוע חקירה משלימה	6.1
11	המלצות לביצוע ניטור עיתי	6.2
12	דו"ח ניטור עיתי	.7
14	נספחים	
15	נספח 1 ראשי פרקים לתכנית החקירה	
17	נספח 2 מפת מיקום קידוחים וטבלת מידע	
20	נספח 3 מפרט קדיחה	
27	נספח 4 דוגמת חתך גיאומטרי (לוג) של קידוח	
29	נספח 5 שיטות לסיווג המסלע	
31	נספח 6 דיגום ואנליזה	
45	נספח 7 בקשה לקבלת רישיון קדיחה	
47	נספח 8 ראשי פרקים לדו"ח חקירה מסכם	
50	נספח 9 ראשי פרקים לדו"ח ניטור עיתי	
52	נספח 10 טבלת ריכוז ממצאי בדיקות שדה ומעבדה	

1. הקדמה

למנהל הרשות הממשלתית למים ולביוב אחריות חוקית כוללת על מצב מקורות המים, זמינותם לכלל הצרכים ואיכותם. אגף איכות מים משמש כגוף המופקד על בקרת איכות מקורות המים, מניעת זיהומם ושיקום מקורות מים שזוהמו. הפעולות העיקריות בהן עוסק אגף איכות מים הינן: (א) איתור מוקדי זיהום במקורות המים באמצעות מערך ניטור ייעודי ובקרת איכות המים; (ב) בקרה אחר גורמי זיהום פוטנציאליים; (ג) קביעת דרכי פעולה וביצוע פעולות לשיקום מקורות מים מזוהמים.

מאגרי המים הטבעיים בישראל מהווים נכס אסטרטגי ומשמשים כמקורות מים משמעותיים למערכות האספקה לצרכנים השונים ועל כן חובה עלינו לשמרם. למאגרים אלו תפקיד חשוב כאוגר אופרטיבי במערכת הכוללת של ייצור וצריכה והם משמשים לייצוב האספקה המבוססת על העשרה טבעית המשתנה בזמן ועל התפלה. מטרת שימור איכות מקורות המים הטבעיים ומניעת זיהומם הינה צמצום הפגיעה בפוטנציאל הפקת המים ובבריאות הציבור. בשנים 2000-2017 נפסלו לשימוש עשרות קידוחים (20% מכלל קידוחי מי השתייה, מתוכם 80% ממוקמים באקוויפר החוף) אשר סיפקו מי שתייה לאחר שהתגלו בהם ריכוזים גבוהים של חנקות, כלורידים ומזהמים ממקור תעשייתי, בעיקר ממסים אורגניים מוכלרים ופרכלורט. זיהום ממקור תעשייתי הינו הגורם השני לפסילת קידוחים לאספקת מי שתייה לאחר חריגה בריכוז החנקת.

בשנת 2004 החל האגף לאיכות מים ברשות המים בהקמה ובתפעול של מערך בקרה, ניטור וחקירה במטרה למנוע זיהום מקורות מים במזהמים שמקורם בתעשייה ולהגן על קידוחי ההפקה ועל בריאות הציבור. נתונים אלו מהווים בסיס לקבלת ההחלטה בדבר הצורך בפעולות מתקנות לשיקום מקורות המים. החלטות אלו, נסמכות על הערכות סיכונים המבוצעות בהתאם למתודולוגיית ה- Israeli Risk Based Corrective Action (IRBCA) המאפשרת קביעה של ריכוזי מטרה מבוססי סיכון למזהמים השונים במי התהום.

1.1 המקורות העיקריים לזיהום מי תהום בישראל:

- **מתקני דלק** - בארץ קיימות למעלה מ-1000 תחנות דלק ציבוריות וחוות מיכלים, מרביתן נבנו לפני למעלה מ-30 שנה, ובהן צנרת ומיכלי דלק. הזיהום האופייני מתחנות דלק הינו בחומרים אורגניים נדיפים (בעיקר Benzene, Toluene, Ethylbenzene ו-Xylenes), MTBE ועופרת. הזיהום עשוי להתפשט עד כ-400 מ' מהמקור.
- **תעשייה** - בישראל קיימים מאות מפעלים, חלקם קטנים ומרוכזים בתחומי אזורי תעשייה מקומיים בערים הגדולות וחלקם מאוגדים באזורי תעשייה ייעודיים מחוץ למתחם העירוני. בנוסף למספר הרב של המפעלים הפעילים כיום, קיימים מאות אתרים בהם היתה בעבר פעילות תעשייתית שגרמה לזיהום של קרקע ומי תהום. ענפי תעשייה רבים היוו במשך שנים מקור לזיהומים סביבתיים נרחבים, ביניהם גם זיהום של מי התהום. מזהמים אופייניים כתוצאה מפעילות תעשייתית הינם חומרים אורגניים נדיפים, בעיקר ממסים מוכלרים, מתכות ומזהמים המאפיינים את התעשיות השונות דוגמת שאריות תרופות, חומרי הדברה, פרכלורט וחומרי נפץ. התפשטות פלומת הזיהום עשויה להגיע למרחק של מס' ק"מ מהמקור.
- **פעילות חקלאית** - עיבוד אינטנסיבי של שטחים חקלאיים טומן בחובו פוטנציאל לזיהום משמעותי בחומרים כגון: כלוריד, חנקת, חומרי הדברה. מאחר ומדובר בשטחים נרחבים מהווה פעילות זו מקור משמעותי לזיהום של מי התהום.

- **אתרי סילוק פסולת** - ברחבי המדינה קיימים עשרות אתרים מוסדרים ופיראטיים אשר שימשו בעבר, או משמשים כיום, לסילוק פסולות מסוגים שונים. המזהמים האופייניים לאתרים אלו הינם מתכות וחומרים אורגניים ואנאורגניים שונים.
- **המלחה** - כתוצאה מחדירה של מים מלוחים מגופי מים סמוכים, בעיקר בשל שאיבת יתר בקידוחים.

זיהום ממקורות אלו היה כמעט בלתי נמנע במשך שנים רבות, אם בשל חוסר במודעות ובחקיקה בנושא ואם בשל מחסור בפתרונות מתאימים, לטיפול ואו לסילוק פסולות ושפכי תעשייה. במצב זה חל שיפור ניכר בשנים האחרונות, עם חקיקתם של חוקים ותקנות המסדירים את הדרישות בתחום ועם ההתקדמות הטכנולוגית בפיתוח פתרונות לטיפול בשפכים ובפסולות מסוכנות.

1.2 הנחיות חוק המים, תשי"ט-1959 בנוגע לזיהום מקורות מים

על פי חוק המים, חל איסור על זיהום מים או על ביצוע של פעולות העלולות לגרום לזיהום מים (תיקון מס' 5, תשל"ב, 1971), כך בסעיף 20 ב' (א):

"חייב אדם להימנע מכל פעולה המזהמת מים או עלולה לגרום לזיהום מים, במישרין או בעקיפין, מיד או לאחר זמן; ואין נפקא מינה אם היה מקור המים מזוהם לפני אותה פעולה ואם לאו".
בנוסף, סעיף 20' לחוק המים מאפשר למנהל הרשות להורות על תיקון המעוות כאשר נגרם זיהום מים (תיקון מס' 5, תשל"ב, 1971; תיקון מס' 22, תשס"ו, 2006; תיקון מס' 25, תשס"ח, 2008):

(א) נוכח מנהל הרשות הממשלתית כי נגרם זיהום מים, רשאי הוא לצוות על מי שגרם לאותו זיהום לעשות את כל הדרוש להפסקת זיהום המים, להחזרת המצב לקדמותו לפני שנגרם הזיהום ולמניעת הישנותו של זיהום המים, הכל כפי שיפורט בצו.

(ב) לא נתמלאו הוראות צו לפי סעיף קטן (א) תוך זמן סביר שנקבע בצו, רשאי מנהל הרשות הממשלתית לעשות את כל מה שפורט בצו, ומשעשה כן יהיה מי שנצטווה ולא מילא אחר הוראות הצו חייב בתשלום כפל ההוצאות הכרוכות בכך; על גבייתן של הוצאות אלו תחול פקודת המסים (גביה) חוץ מסעיף 12 שבה.

1.3 הרקע להחלטה על פתיחת חקירה לאיתור מזהמים במי התהום

חקירות סביבתיות לאיתור מוקדי זיהום באתרים החשודים כבעלי פוטנציאל זיהום נפתחות מהסיבות הבאות:

- איתור מזהמים בקידוח הפקה במסגרת בדיקות הנעשות בהתאם לנדרש בתקנות בריאות העם (איכותם התברואית של מי שתיה ומתקני מי שתיה), התשע"ג-2013 או בסקרים ייעודיים המבוצעים ע"י אגף איכות מים ברשות המים;
- קבלת מידע על זיהום בקידוח הפקה או ניטור;
- ממצאי סקרי קרקע וגז קרקע המעידים על ריכוזים חורגים במוקד זיהום פוטנציאלי מהמשרד להגנת הסביבה או מהגוף המזהם;
- דיווח על אירוע דליפה או שפך של חומר מזהם;
- שינוי ייעודי קרקע באתרים בהם הייתה בעבר פעילות החשודה כמזהמת (כגון תכניות בניה למגורים בשטחים ששימשו בעבר לתעשייה או כמחנות צבאיים).

1.4 מטרות חקירה לאיתור ואפיון מזהמים במי התהום

חקירה להערכת היקף הזיהום במי התהום הינה בדיקה פיזית של מי התהום באתר. תכנית החקירה מתבססת לרוב על מידע שנאסף בשלבים הראשוניים של החקירות הסביבתיות באתר או על ניטור מי התהום באתר או בסביבתו. מטרתה של חקירת מי התהום הינה לאפיין באופן מלא את אופי והשתרעות זיהום מי התהום באתר, לאפשר ביצוע הערכה של הסיכון הנשקף מהמזהמים המצויים באתר לסביבה ולבריאות הציבור ולספק את המידע הדרוש להכנת תכנית השיקום, במידת ונדרשת. על סמך התוצאות המתקבלות מהחקירה ניתן:

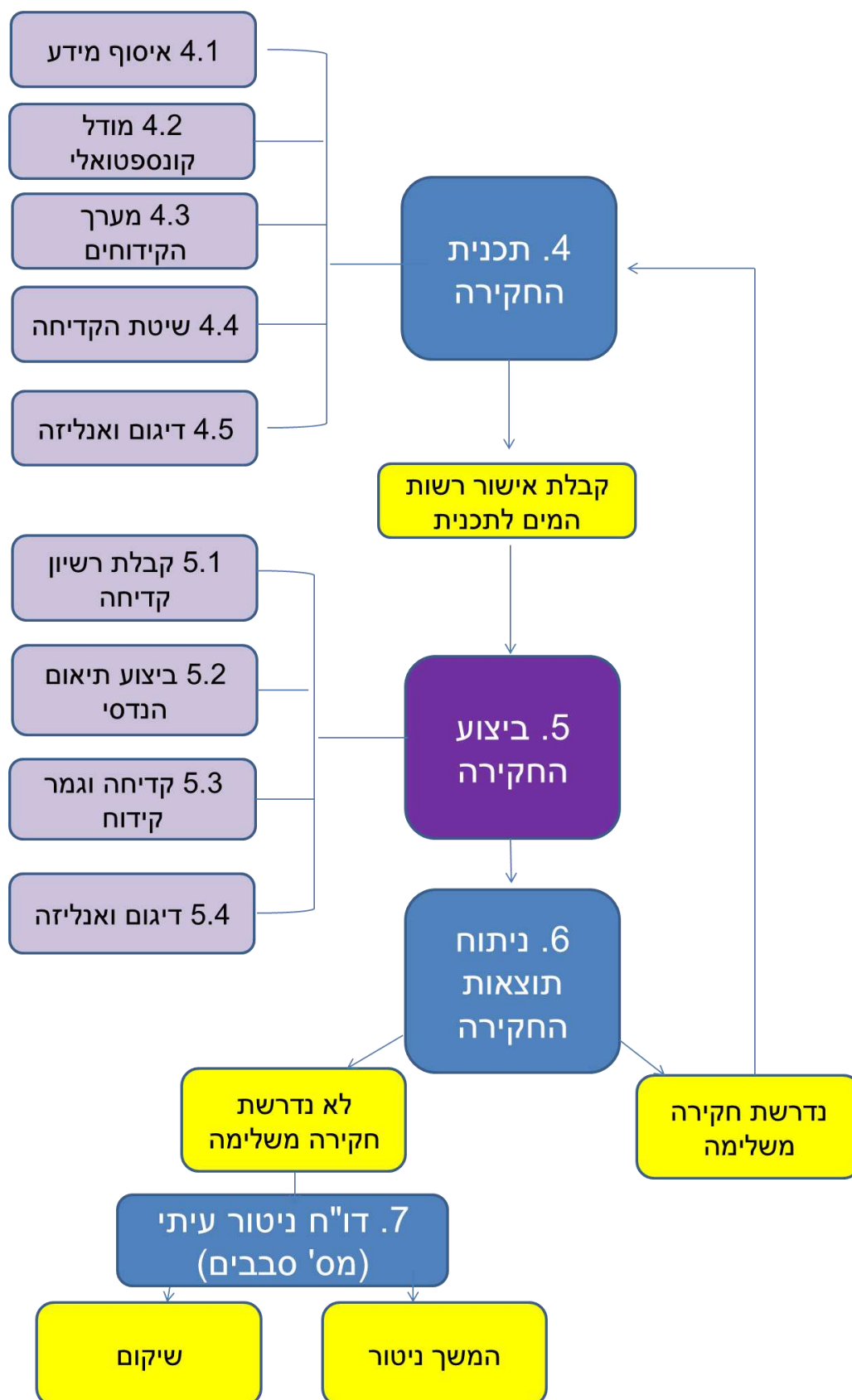
1. לאפיין ולהעריך את היקף הזיהום במי התהום באתר: איתור מזהמים במי התהום, קביעת ריכוזיהם, השוואתם לערכי הסף ובחינת מידת התפרסותם של המזהמים ביחידות האקוויפריות השונות באתר;
2. להעריך את הסיכון הבריאותי לציבור כתוצאה מהזיהום, לרבות בשל זיהום גזי קרקע בתרכובות נדיפות, שמקורן במי התהום המזהמים;
3. להעריך את כיוון וקצב התקדמות המזהמים ואת שטח ונפח מי התהום העלולים להזדהם כתוצאה מהתפשטות פלומת הזיהום, לרבות פגיעה בקידוחי הפקה באזור במידה וישנם;
4. מתן המלצות בנוגע להמשך ניטור עיתי, ביצוע סקר סיכונים או לשיקום מי התהום באתר.

2. מטרת ההנחיות

ההנחיות לביצוע חקירות לאיתור ולאפיון מזהמים במי התהום המובאות במסמך זה מהוות כלי עזר המפרט את שלבי התכנון והביצוע של חקירת זיהום מי תהום, כאשר זו נדרשת ע"י רשות המים, ומגדירות את תכולת העבודה בכל שלב. המסמך מבוסס על נהלים והנחיות מהארץ ומהעולם ומיועד למתכננים, ליועצים סביבתיים ולמחזיקים בשטחים בהם קיים חשד לזיהום מי תהום.

3. שלבים בביצוע חקירת מי התהום

להלן תרשים זרימה המציג את השלבים הנדרשים לביצוע חקירת מי התהום. בהמשך המסמך מפורטת תכולת העבודה עבור כל אחד מהשלבים:



איור 1: שלבים לביצוע חקירת מי תהום (המספור תואם לסעיפים בהמשך המסמך)

4. תכנית החקירה

תכנית החקירה תכלול את המידע המפורט בסעיפים 4.1 - 4.5 להלן ולוחות זמנים ליישומה. התכנית תועבר לאישור רשות המים טרם ביצועה.

4.1 איסוף מידע

4.1.1 איסוף מידע כללי על האתר

הצגת המידע שנצבר אודות האתר תכלול:

- מידע כללי: שם האתר, כתובתו, נ"צ, מפת מיקום, בעלי האתר, מחזיק בשטח, גודל השטח המיועד לחקירה.
- מגבלות בטיחותיות, טכניות וסביבתיות באתר אשר עלולות להשפיע על אופן ביצוע החקירה או לחייב נקיטת אמצעי בטיחות כלשהם. יש לפרט את המגבלות ואת אמצעי הבטיחות שבכוונת מבצע התכנית לנקוט.

4.1.2 מידע רגולטורי תכנוני ותשתיות קיימות

- יש לסקור ייעודי קרקע היסטוריים ומתוכננים ברדיוס של 500 מ' סביב האתר.
- יש לסקור תשתיות קיימות בשטח האתר כגון תשתיות מים, ביוב, קולחים, דלק, גז וכיו"ב (על סמך מידע קיים, סיורים בשטח וקבלת מידע מבעל השטח/הנכס). תיאום הנדסי יעשה בשלב הביצוע, לאחר אישור תכנית החקירה וקבלת רישיון קדיחה מרשות המים.

4.1.3 גיאולוגיה והידרוגיאולוגיה

- יש לפרט את הרקע הגיאולוגי וההידרוגיאולוגי של האתר תוך התייחסות לחתך הגיאולוגי, ליחידות אקוויפריות, מפלסי מי תהום, כיווני זרימת מי התהום, רגישות הידרוגיאולוגית (מפת דלקים) וקידוחי הפקה וניטור ברדיוס של 500 מ' סביב האתר.
- יש לפרט את השפעת המבנה הגיאולוגי וההידרוגיאולוגי על פוטנציאל התפשטות הזיהום במי התהום.

4.1.4 איסוף מידע רלבנטי לזיהום מי תהום

- מידע אודות שימושי הקרקע ההיסטוריים והנוכחיים, סקר היסטורי של הפעילות באתר, סקרי קרקע וגז קרקע, סקר מי תהום ונתוני איכות מים מקידוחי הפקה וניטור ברדיוס של 500 מ' סביב האתר.
- יש לאמת את המידע הקיים באמצעות בחינה של התאמתו למצב הנוכחי באתר, מסמכים, סיור בשטח ובדיקת עדכניות המפות ותצלומי האוויר. בנוסף יש לבדוק שינויים שחלו באתר או בסביבתו, לרבות במסגרת פעולות לפיתוח האתר ולשיקום וחפירה של קרקע מזוהמת. על סמך המידע הקיים יש לפרט מהם האזורים החשודים כבעלי פוטנציאל לזיהום מי תהום ואת הרכב ומאפייני המזהמים העלולים להתגלות בכל אחד מהם.

4.2 מודל קונספטואלי

מטרת המודל הקונספטואלי הינה תיאור מילולי וגרפי של המאפיינים השונים העשויים להשפיע על התפשטות ונדידת המזהמים באתר ובסביבתו. יש להציג את מוקדי הזיהום הפוטנציאליים על גבי מפה הכוללת תצ"א עדכני, וככל שישנן, תוצאות סקר גז קרקע, סקר מי תהום קודם ותוצאות חריגות שהתקבלו בקידוחי הפקה סמוכים. המודל ימש ככלי למיקוד השטח בו דרושה החקירה באתר ויהווה בסיס לתכנית החקירה. המודל יתאר את פוטנציאל הזיהום באתר תוך התייחסות למקור הזיהום, למסלולי החשיפה לזיהום ולרצפטורים קיימים ופוטנציאליים בהתאם לסעיפים הבאים:

- מקורות הזיהום: יש לתאר את מקורות הזיהום כולל התווך בו אותרו (בקרע, בגז הקרקע, במי התהום, במאגר מים עיליים וכד').
- מסלולי החשיפה: יש לתאר את מסלולי החשיפה של הזיהום עד להגעה לרצפטור נתון, תוך התייחסות לתווך כגון מים, גז קרקע, סלע וקרקע.
- רצפטורים: אלמנטים המושפעים או עלולים להיות מושפעים מהזיהום, כגון קידוחי הפקה, מקווי מים עיליים, תושבי קבע באתר ובסביבתו, עובדים במקומות עבודה, עובדי בניה באתר, בעלי חיים וכד'.
- המודל יכול מידע אודות חקירות קודמות שבוצעו באתר, שימושי קרקע היסטוריים ומתוכננים, גיאולוגיה והידרוגיאולוגיה. כמו כן, יכול המודל התייחסות פרטנית למבנה ההידרוגיאולוגי באזור האתר ולהשפעתו על התפשטות הזיהום.

המודל הקונספטואלי יתבסס על המידע הקיים ויעודכן לאור תוצאות החקירה לאחר השלמתה.

4.3 מערכת הקידוחים המוצע

הצגת מיקום הקידוחים המתוכננים תבוצע באופן הבא:

- 4.3.1. על גבי מפה בקני"מ של עד 1:500 או תצ"א עדכנית. על גבי המפה יסומנו הקידוחים המתוכננים, קידוחי ניטור, הפקה, קרקע וגז קרקע קודמים, ממצאים עיקריים מחקירות קודמות, מבנים ומוקדי זיהום עיקריים, קני"מ, כיוון הצפון ורשת קואורדינטות (רשת ישראל החדשה). ככל שישנה, יוצגו הנתונים על גבי מפת תוצאות סקר גז קרקע וסקרי קרקע שבוצעו באתר.
- 4.3.2. טבלה הכוללת את שמות הקידוחים, מיקומם (נ.צ. ברשת ישראל החדשה), עומק צפוי למפלס מי התהום, עומק קידוח צפוי, סוג הקידוח (ניטור קבוע/חטף/זמני), קוטר הקידוח, קוטר הצינור, מיקום המסננת והסבר לבחירת המיקום בהתאם למידע הקיים או המבוקש אודות זיהום מי התהום (דוגמא בנספח 2).
- לאחר הגשת תכנית החקירה, ובמידת הצורך, יתקיים סיור בשטח להצגת מיקום הקידוחים המוצע בהשתתפות נציג מטעם רשות המים.

4.4 שיטת הקדיחה

תכנית החקירה תכלול פירוט של שיטת הקדיחה וסוג הקידוח (קבוע/זמני/חטף) בהתאם למאפייני האתר, לסוג המסלע ולממצאים קודמים. קידוחים לעומק של עד 10 מטרים מתחת למפלס מי התהום יבוצעו בקדיחה יבשה בלבד. יש לצרף חתך גיאומטרי צפוי של קידוחי הניטור.

מפרטי תכנון וביצוע של הקידוחים בשיטה יבשה, באמצעות שימוש בבוכץ קדיחה, פולימר או אוויר ובדחיקה ישירה מוצגים בנספח 3.

יש להתאים את שיטת הקדיחה לסוג המסלע והאקוויפר.

4.5 תכנית דיגום ואנליזה

הדיגום יבוצע ע"י דוגם מוסמך בהתאם להנחיות לביצוע דיגום מי תהום המופיעות בנספח 6. האנליזות יבוצעו במעבדה מוסמכת ע"י הרשות להסמכת מעבדות וסף הכימות לחומרים השונים לא יעלה על 20% מהריכוז המותר בתקן למי שתייה. סף הכימות הנדרש עבור חומרים שאין עבורם ערך בתקן ייקבע בתיאום עם רשות המים.

תכנית הדיגום והאנליזה תכלול:

4.5.1. פירוט שיטות האנליזות הדרושות בהתאם להרכב המזהמים הצפוי באתר ולמאפייניהם (מרכיבי דלק, חומרים אורגניים נדיפים וחצי נדיפים, חומרי הדברה, יונים ראשיים, מתכות, חומרי נפץ, שאריות תרופות וחומרים ייחודיים נוספים המאפיינים את הפעילות באתר);

4.5.2. אופן ביצוע הדיגום;

4.5.3. פירוט המעבדות בהן תבוצע כל אנליזה וספי הכימות לפרמטרים הנבדקים.

עבור אנליזה של פרמטרים ייחודיים שאינם מופיעים בשיטות הבדיקה הסטנדרטיות יתקבלו גם 'שיטות ביתיות' שפותחו במעבדות השונות ובלבד שיצורפו דו"חות ולידציה מלאים. סף הכימות לחומרים אלו ייקבע בתיאום עם רשות המים.

תכנית הדיגום והאנליזה תכלול שני סבבי דיגום כאשר סבב הדיגום השני יתקיים כשלושה חודשים לאחר השלמת סבב הדיגום הראשון.

החל מיום ה- 01.01.2021 לא יתקבלו תוצאות בדיקות של חומרים אורגניים נדיפים אשר בוצעו על ידי מעבדות בישראל, שלא הוסמכו לביצוע הבדיקה ע"י הרשות להסמכת מעבדות בהתאם לשיטות הייחוס ולהנחיות המקצועיות של אגף איכות מים ברשות המים.
הנחיות לגבי עבודה עם מעבדות בחו"ל, יפורסמו במהלך שנת 2019.

5. ביצוע החקירה

חקירה לאיתור ולאפיון מזהמים במי התהום תבוצע לאחר אישור תכנית החקירה ע"י רשות המים ובהתאם לשלבים הבאים:

5.1 קבלת רישיון קדיחה מרשות המים

העברת בקשה לרישיון קדיחה עבור קידוחי הניטור המוצעים בהתאם לנדרש בטופס הבקשה המצורף בנספח 7 וליווי הדיונים בוועדת הקידוחים ברשות המים עד לקבלת הרישיונות.

5.2 ביצוע תיאום הנדסי

בחינה סטטוטורית של המיקום המוצע עבור הקידוחים, ביצוע תיאום תשתיות וקבלת אישורים מכל הגורמים הנדרשים (רשות מקומית, תאגיד מים וביוב, בזק, כבלים, חברת החשמל וגופים רלבנטיים נוספים לפי הצורך). אין צורך בקבלת היתר בניה. במידת הצורך יעודכן המיקום המוצע לקידוחים סמוך ככל הניתן למיקום המקורי בהתאם לממצאי הבדיקה ולשיקולים של גישה אפשרית למכונת הקידוח, בעלות על הקרקע, תשתיות קיימות, ותכניות סטטוטוריות. סטייה של למעלה מ- 5 מ' ממיקום הקידוח בתכנית החקירה המאושרת תבוצע באישור מראש של רשות המים.

5.3 קדיחה וגימור קידוח

סימון הקידוחים בשטח יבוצע עם קבלן הקדיחה ובנוכחות כל הגורמים הסטטוטוריים והמקצועיים הנדרשים. הודעה על מועד הקדיחה תועבר לנציג רשות המים לכל הפחות שבוע לפני תחילת העבודה.

הקדיחה תבוצע עפ"י תכנית החקירה שאושרה ע"י רשות המים ובהתאם למפרטי הקדיחה בנספח 3. במהלך הקדיחה יבוצע פיקוח גיאולוגי/הידרוגיאולוגי צמוד הכולל נטילת דוגמאות קרקע וסלע, תיאום העבודות בשטח בין הקבלנים לבין הגורמים השונים, רישום ומדידה של החתך הגיאולוגי והתקדמות הקדיחה, מדידה וריכוז נתוני העומק הסופי של הקידוח, מפלס מי התהום, החתך הגיאולוגי הסופי והחתך הטכני (מיקום מסננות) בסיום הקדיחה.

איזון, ניקוי וגנימה הקידוחים יבוצעו בהתאם להנחיות בנספח 3. דוגמא של חתך גיאומטרי (לוג) מופיעה בנספח 4. הגדרת הקרקע והמסלע תבוצע בהתאם למפורט בנספח 5.

5.4 דיגום ואנליזה

דיגום מי התהום יבוצע שבעה ימים לפחות לאחר ניקוי הקידוחים ובהתאם לתכנית הדיגום שאושרה ע"י רשות המים ולמפרט הדיגום המופיע בנספח 6. סבב דיגום נוסף יבוצע כשלושה חודשים לאחר השלמת סבב הדיגום הראשון.

מספר דוגמאות יועברו לביצוע של אנליזה מקבילה במעבדת רשות המים על פי הנחיותיו של נציג אגף איכות מים. לצורך תיאום העברת הדוגמאות וקבלת כלי הדיגום יש להודיע לנציג האגף לכל הפחות עשרה ימים לפני מועד הדיגום המתוכנן.

6. דו"ח חקירה מסכם

לאחר קבלת תוצאות הבדיקות וניתוח ממצאי החקירה יוגש לרשות המים דו"ח מסכם בהתאם לראשי הפרקים המופיעים בנספח 8. מטרת הדו"ח המסכם היא להציג את ממצאי חקירת הזיהום, לאפיין את הזיהום באתר ואת השלכותיו האפשריות, לעדכן את המודל הקונספטואלי בהתאם לתוצאות החקירה ולהמליץ על פעולות נדרשות נוספות. הדו"ח המסכם יוגש לאחר השלמת ביצוע סבב הדיגום הראשון ויעודכן לאחר ביצוע סבב הדיגום השני.

6.1 המלצות לביצוע חקירה משלימה

במסגרת פרק המלצות בדו"ח המסכם יש לבחון את הצורך בחקירה משלימה על מנת לקבל תיחום מלא של הזיהום ומידע דרוש על התפשטות הזיהום באתר ובסביבתו. במידה ונדרשת חקירה משלימה, יכלול הדו"ח מסכם תכנית להשלמת החקירה בהתאם להנחיות בסעיפים 4.2 - 4.5 לעיל. התכנית להשלמת החקירה תועבר לאישור רשות המים טרם ביצועה ותבוצע בהתאם למפורט בסעיף 0 לעיל.

6.2 המלצות לביצוע ניטור עיתי

במידה ולא נדרשת חקירה משלימה, יכלול הדו"ח המלצות בנוגע להמשך ניטור מי התהום באתר הכוללות את אופן הניטור ותדירותו.

תדירות הניטור תהיה לכל הפחות אחת לחצי שנה במשך שנה וחצי עד שנתיים ממועד התחלת החקירה. במידה ואותר זיהום משמעותי של מי התהום יבוצע הניטור בתדירות של שלוש עד ארבע פעמים בשנה בהתאם להנחיות שיתקבלו מרשות המים.

בתום תקופת הניטור הראשונה (עד שנתיים), יקבע הצורך בשיקום מי התהום באתר או בהמשך הניטור ותדירותו על פי הנחיות רשות המים. בהתאם להרכב המזהמים ולמאפייניהם, ובמידת הצורך, יינתנו המלצות לדיגום של פרמטרים נוספים שיאפשרו קבלת החלטות לניהול הזיהום ולהכנת תכנית לשיקום מקור המים.

7. דו"ח ניטור עיתי

ניטור עיתי יבוצע בהתאם לתכנית הניטור שאושרה ע"י רשות המים. מטרות הניטור העיתי הינן:

- אימות ממצאי החקירה כפי שהתקבלו בחקירה הראשונית;
- מעקב אחרי שינויים עונתיים אפשריים בריכוז המזהמים השונים; הניתוח יעשה באמצעות תוכנה סטטיסטית בשם Mann- Kendall Tool Kit של חברת GSI או תוכנה אחרת שתאושר על ידי רשות המים.
- מעקב אחרי התפשטות הזיהום.

בתום כל סבב דיגום יוגש לאישור רשות המים דו"ח ניטור עיתי בהתאם לראשי הפרקים המופיעים בנספח 9.

בהתאם לממצאי החקירה, ועל פי הנחיות רשות המים, יקבע הצורך בביצוע של סקר להערכת הסיכונים מהזיהום באתר ושל פעולות לשיקום מקור המים.

8. סיום פעולות לניטור עיתי בקידוח בודד או באתר ניטור

רשות המים תקבע לכל אתר ריכוזי יעד לסיום הניטור עבור כלל המזהמים במי התהום (להלן – **ערכי המטרה**). ערכי המטרה בקידוח מסוים יהיו 50% מערכי היעד לשיקום עבור כלל המזהמים באתר, כפי שייקבעו בהתבסס על מודל הערכת הסיכונים IRBCA.

אישור רשות המים על השלמת הניטור העיתי בקידוח ניטור בודד או באתר ניטור יינתן לאחר הגעה ועמידה בערכי המטרה, כמפורט להלן -

1.1. לאחר 5 שנות ניטור בהתאם לתכנית הניטור שתאושר ע"י רשות המים במהלכן הממצאים עבור קידוח ניטור בודד יעידו על:

(1) ריכוז נמוך מערכי המטרה עבור כלל הפרמטרים הנמדדים בקידוח הניטור.

(2) מגמת יציבות או ירידה בריכוזי המזהמים על פי מבחן Mann-Kendall.

1.2. בקידוחים בהם לא נמדדו כלל ריכוזי מזהמים, יינתן אישור על השלמת הניטור העיתי לאחר שלוש שנות מעקב בהתאם לתנאים המפורטים בסעיף 3.1 לעיל.

1.3. ההחלטה על השלמת הניטור העיתי בקידוח בודד תתקבל לאחר שכלול כלל המידע הקיים על היקף זיהום מי התהום באתר כולו.

1.4. אישור רשות המים על השלמת ניטור עיתי באתר ניטור יינתן לאחר אישור רשות המים על השלמת הניטור העיתי בכלל קידוחי הניטור באתר. אישור זה יהווה מסמך רשמי על כך שלרשות המים אין דרישות נוספות ביחס לאתר זה.

1.5. במקרים מסוימים תשמור לעצמה רשות המים את הזכות לדרוש ביצוע תכנית ניטור ארוכת טווח ומרווחת יותר באחד מקידוחי הניטור באתר על אף שכלל הקידוחים באתר עומדים בקריטריונים המנויים לעיל.

יש לשמר את הקידוחים ואת הגישה אליהם לצורך דיגום או ביצוע פעולות נדרשות נוספות גם לאחר קבלת אישור רשות המים על השלמת הניטור העיתי.

9. סתימת קידוחים

סתימת קידוחי ניטור (פרט לקידוחי חטף) תתבצע רק באישור מראש של רשות המים ובהתאם להנחיות שיתקבלו לסתימתם. בקשה לסתימת קידוחים יש להעביר למר גרישה ברנשטיין, מנהל אגף בקרת הפקה ורישוי מתקנים בדוא"ל: gregorib10@water.gov.il.

נספחים

נספח 1

ראשי פרקים לתכנית

החקירה

ראשי פרקים לתכנית החקירה

1. מבוא

- 1.1. רקע כללי
- 1.2. מטרת החקירה (פירוט בסעיף 1.4 בהנחיות)

2. תיאור המידע הקיים

- 2.1. מידע כללי על האתר (פירוט בסעיף 4.1.1 בהנחיות)
- 2.2. מידע רגולטורי ותכנוני ותשתיות קיימות (פירוט בסעיף 4.1.2 בהנחיות)
- 2.3. גיאולוגיה והידרוגיאולוגיה (פירוט בסעיף 4.1.3 בהנחיות)
- 2.4. מידע רלבנטי בנוגע לפוטנציאל לזיהום מי תהום (פירוט בסעיף 4.1.4 בהנחיות)

3. מודל קונספטואלי

- 3.1. מודל קונספטואלי כולל תיאור מילולי וגרפי של הזיהום באתר ומסלולי חשיפה אפשריים (פירוט בסעיף 4.2 בהנחיות)

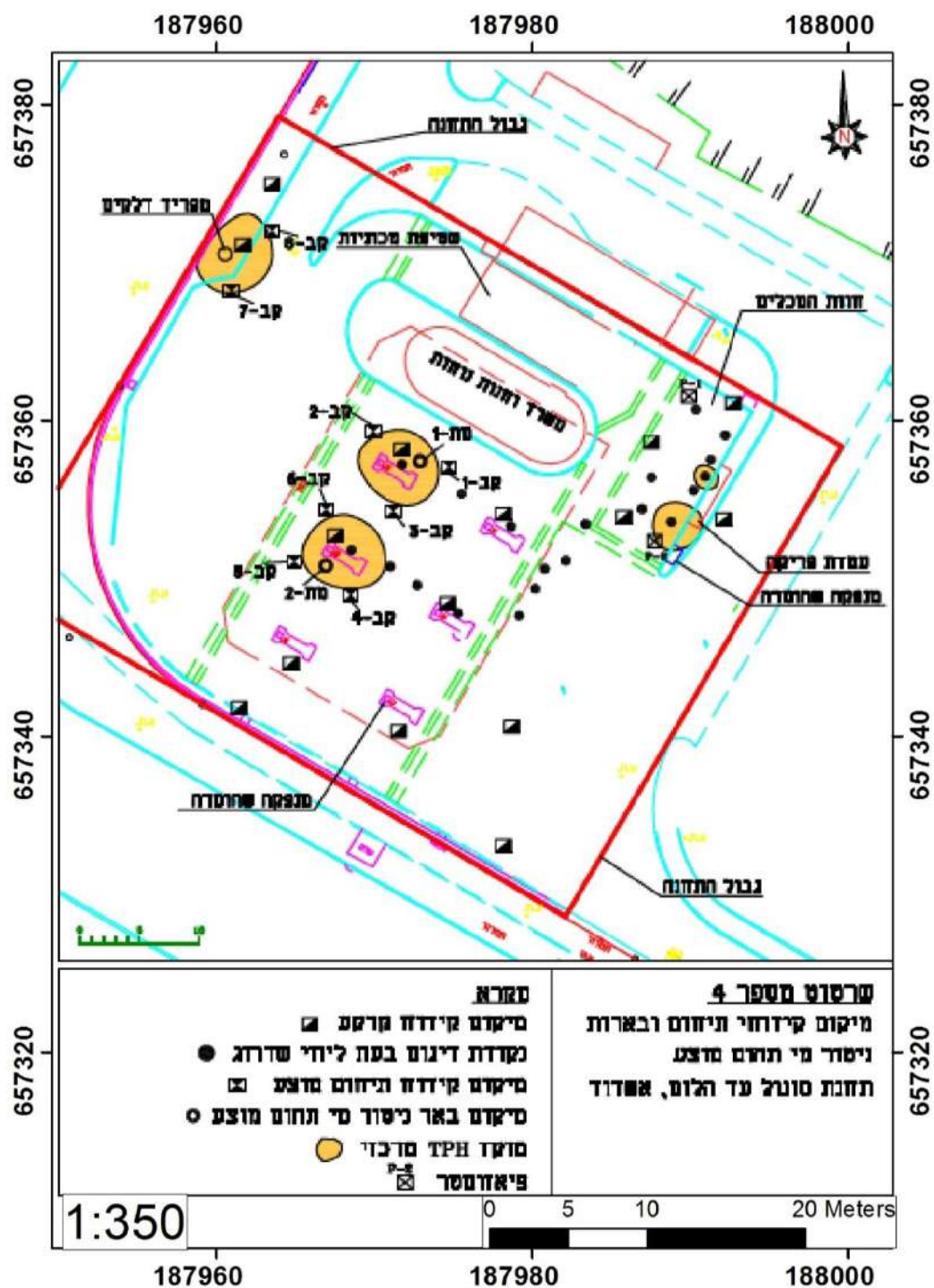
4. תכנית החקירה

- 4.1. תכנית מערך הקידוחים לחקירת זיהום מי התהום, כולל מפה וטבלה (פירוט בסעיף 4.3 בהנחיות)
- 4.2. שיטת הקדיחה המוצעת (פירוט בסעיף 4.4 בהנחיות)
- 4.3. תכנית דיגום ואנליזה (פירוט בסעיף 4.5 בהנחיות)
 - 4.3.1. פירוט האנליזות הדרושות
 - 4.3.2. שיטת הדיגום
 - 4.3.3. הנחיות לביצוע הדיגום
 - 4.3.4. בקרת איכות בשדה ובמעבדה
- 4.4. לוח זמנים לביצוע החקירה

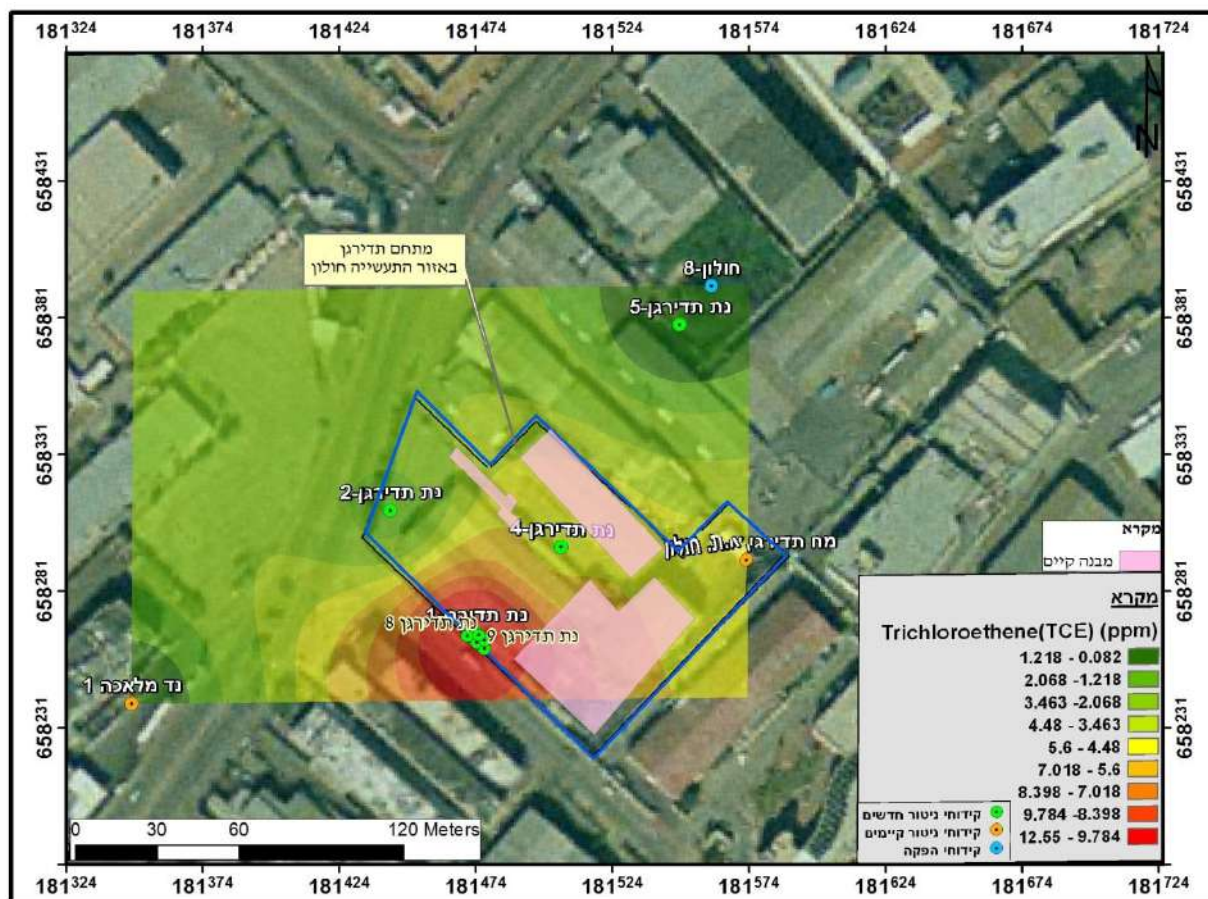
נספח 2

מפת מיקום קידוחים

וטבלת מידע



דוגמא למפת מיקום קידוחי ניסור על רקע תוצאות סקר קרקע ומיקום פעילויות
מזוהמות



דוגמא למפת מיקום קידוחי ניטור על רקע סקר גז- קרקע ופעילויות מזהמות

טבלת תיאור קידוחי ניטור מוצעים

שם הקידוח	סוג	X	Y	עומק הקידוח (מ')	קוטר (אינץ')	עומק חזוי של מפלס מי התהום (מ')	עומק מתוכנן להתקנת מסננת (גג ותחתית (במ'))	נימוק לבחירת מיקום הקידוח
	קבוע							
	חטף							
	זמני							

נספח 3

מפרט קדיחה

מפרט קדיחה

1. שיטות קדיחה

ניתן לחלק את השיטות לקדיחה של קידוחי הניטור המבוצעים בחקירות מי תהום בהתאם לסוגי המסלע של האקוויפרים המרכזיים במדינת ישראל:

- אקוויפר החוף – מסלע רך המורכב בעיקר מחולות, אבן חול גירית (כורכר) ועדשות חרסית;
- אקוויפר חבורת יהודה הכולל את אקוויפר ההר (ירת"ן) ואקוויפרים נוספים בגליל המערבי, בכרמל ובנגב – מורכב בעיקר מסלעי גיר ודולומיט קשים;
- אקוויפר הבזלת ברמת הגולן- סלעי בזלת קשים;
- אקוויפר חבורת עבדת (אאוקן) בשפלה הדרומית ובצפון מערב הנגב- מורכב בעיקר מסלעי קירטון בעלי קושי בינוני;
- אקוויפר חבורת כורנוב בנגב- בנוי בעיקר מאבן חול המונחת על סלעי גיר ודולומיט קשים;

1.1. קידוחי ניטור אפשריים באקוויפר החוף:

- קידוחי ניטור לעומקים של עד 10 מטר מתחת למפלס מי תהום- יבוצעו בשיטות קדיחה יבשה בעזרת מקדח ספירלי חלול- Hollow stem auger או מקדח ספירלי- Solid-stem auger. קוטר הצינור הפנימי המינימאלי בקידוחים אלו יהיה 3" לכל הפחות.
- קידוחי ניטור לעומקים העולים על 10 מ' מתחת למפלס מי התהום ועד לבסיס האקוויפר (עד כ- 100 מ' מתחת למפלס) מבוצעים בד"כ בשיטת רוטרי תוך שימוש בנוזלי קדיחה (Direct Mud Rotary) או אוויר (Reverse Air Rotary).
- קידוחים בדחיקה ישירה (Direct Push):
 - קידוחי חטף - משמשים לאיסוף של דגימה בודדת וחד פעמית, באופן ידני או בעזרת דוגם.
 - קידוחי ניטור זמניים- קידוחים צרי קוטר בשיטה של prepacked wells המאפשרים דיגום חוזר של מי התהום.

1.2. קידוחי ניטור אפשריים באקוויפר סלעי (אקוויפר ההר והאגנים הצפוניים):

- קידוחי הניטור מבוצעים בשיטת רוטרי תוך שימוש בנוזלי קדיחה (בוץ קדיחה/פולימר - Direct Mud Rotary) או אוויר (Reverse Air Rotary).

2. תיאור שיטות הקדיחה העיקריות לביצוע קידוחי ניטור בחקירות מי תהום

2.1. קדיחה בעזרת מקדח ספירלי רגיל או חלול (AUGER) ללא שימוש בנוזלי קדיחה או באוויר

קדיחה באמצעות מקדח ספירלי (Solid-Stem Auger) או מקדח ספירלי חלול (Hollow Stem Auger) מבוצעת בקטרים משתנים של 3-14" עד לעומק המטרה, תוך הרחקת המטחן בתנועה סיבובית כלפי מעלה והעלאתו לפני השטח. בניגוד למקדח ספירלי רגיל, מקדח ספירלי חלול משמש גם כצינור מגן ומאפשר עבודה נוחה יותר בעת התקנת הצנרת בקדח.

יש להתאים את קוטר הקדיחה לקוטר הצינור המותקן בקידוח. יש להשאיר מרווח מינימאלי של 1.5" בין הצינור המותקן בקדח לבין דפנותיו. מרווח זה יאפשר למקם באופן יעיל מסננת וחומרי איטום. כך למשל, בכדי להתקין צינורות בקוטר של 3" בקידוח הנקדח בעזרת מקדח ספירלי רגיל יש לקדוח בקוטר מינימאלי של 6".

יתרונות השיטה : הקדיחה מבוצעת ללא שימוש בנוזלים (מים/בנטונייט/פולימר) וכמות הפסולת שנוצרת כתוצאה מהקדיחה בשיטה זו קטנה יחסית; קידוח בשיטה זו מאפשר תיאור ליתולוגי מדויק, זיהוי שכבות נושאות מים ודיגום קרקע עבור פרמטרים המאפשרים לקיחת דוגמא מופרת; שטח הפנים של המקדח נגיש וקל לניקוי; שימוש במקדח ספירלי חלול מאפשר התקנה קלה יחסית של צינורות הקידוח; משאיות הקדיחה קטנות ביחס לנדרש בשיטות קדיחה אחרות.

חסרונות השיטה : השיטה אינה מתאימה למסלע קשה; לחץ הידרוסטטי גבוה בתוך הקדח עשוי לגרום לכניסת חול לתוך חלל הקדח במהלך התקנת הצנרת; בקדיחה באמצעות ספירלה רגילה עלול להתרחש זיהום צולב על ידי מריחה של חרסית/סילט או מזהמים בתוך חלל הקדח.

2.2. קדיחה בשיטת רוטרי (ROTARY)

קדיחה הכוללת שימוש בנוזל קדיחה (מים בתוספת בנטונייט או פולימר) (Direct Mud Rotary) או באוויר (Reverse Air Rotary), מבוצעת באמצעות סיבוב מהיר של המקדח (למשל Rock Bit) המורכב על מוטות הקדיחה. המקדח שובר ומרסק את החומר בתחתית הקדח לשבבים קטנים. נוזל הקדיחה או אוויר מוזרק לתוך מוטות הקדיחה, יוצא דרך חורים הממוקמים בראש המקדח ועולה אל פני השטח במרווח שבין צינורות הקדיחה לקדח עצמו תוך שהוא מעלה את שבבי הקדיחה ומסלק אותם מבור הקידוח.

יתרונות השיטה : קדיחה מהירה ויעילה; מתאימה לעומקים ולקטרים גדולים ולטווח רחב של מסלע (למעט בולדריים לא יציבים ואזורים קארסטיים); תנאים הידרולוגיים ונוכחות מי תהום אינם משפיעים באופן משמעותי על ביצוע הקדיחה; השיטה מאפשרת הכנסת צינורות מגן במבנה טלסקופי על מנת לבודד מקטעי קדיחה ולמנוע הגעה של מזהמים (במידה וישנם) מחלקו העליון של החתך לחלקו התחתון.

חסרונות השיטה :

(1) עבור קדיחה הכוללת שימוש בנוזל קדיחה - במידה והרכב נוזל הקדיחה לא תוכנן כראוי, הוא עלול לחדור לסלעי האקוויפר, ליצור מעטפת לא מספקת ולפגוע באמינות של זיהוי חתך הקידוח; הנוזל עשוי ליצור איטום של הקדח ולמנוע הגעת מים לתוכו; לעיתים עלול להתבצע שחלוף יונים בין מרכיבי הנוזל לדוגמאות המים מהקידוח; תרכובות אורגניות אשר מהוות בד"כ חלק מנוזל הקדיחה עשויות ליצור ריאקציות כימיות העלולות להשפיע על הסדימנט סביב הקדח; בשיטה זו נדרש שימוש בכמות גדולה של נוזל קדיחה אשר יש לסלקו בתום הקדיחה; שמן וגריז עלולים לחדור לתוך הקדח בעת הקדיחה ולפגום בדיוק של מדידות הידרוקרבונים.

על אף חסרונותיה, במקרים רבים קדיחה באמצעות נוזל קדיחה הינה האלטרנטיבה הטובה ביותר, בעיקר כאשר עומק הקידוח הדרוש גדול וכאשר הקדיחה עתידה להתבצע במסלע קשה. גם בשיטה זו יש לקדוח בקוטר גדול לפחות ב- 3" מקוטר הצינור שיתקן בקדח (בד"כ קוטר קידוח הניטור המינימאלי 3" כך שקוטר הקדיחה המומלץ יהיה 6-8"), על מנת שאפשר יהיה למקם באופן יעיל מסננות וחומרי איטום.

(2) עבור קדיחה הכוללת שימוש באוויר - שימוש בשיטה זו באזורים מזהמים עלול להוות סכנה לצוות הקודחים בשל עליה מהירה של מטחן וגזים העשויים להכיל מזהמים נדיפים לפני השטח; כניסת אויר בלחץ אל מי התהום עשויה לגרום לתגובות כימיות, בעיקר חמצון כתוצאה מערבוב, ולהפחתת הריכוז של מזהמים נדיפים ממי התהום שבסמוך לקדח; האוויר המוזרק מכיל בד"כ חלקיקי שמן סיכה מהקומפרסור ועל כן נדרש להתקין פילטר בקומפרסור; בקדיחה בתווך רווי, עלולה להיפלט כמות משמעותית של מי תהום העלולים להיות מזהמים ועל כן יש למצוא עבורם פתרון סילוק מידי על מנת למנוע זיהום של פני השטח.

2.3. קדיחה בשיטת דחיקה ישירה (Direct push), לשם ביצוע דיגום חטף

קדיחה בשיטת הדחיקה הישירה, Direct push technology (DPT), כוללת החדרה של מוט חלול בקוטר צר (עד 3.5") לעומק הקרקע באמצעות דחיקה, דפיקה וויברציה. שיטת הדחיקה הישירה מאפשרת קבלת דוגמת קרקע בלתי מופרת, כלומר, קבלת חתך קרקע רציף לכל אורך הקידוח ללא חשש ל"פספוס" של אזורים מזוהמים או שינוי בליטולוגיה (סדר שכבות הקרקע השונות), דבר המאפשר לדוגם לבחור את הנקודה המדויקת אותה ירצה לדגום.

בשיטת הדחיקה הישירה קוטר הקידוח קטן משמעותית ביחס למקובל בשימוש במקדח ספירלי (רגיל או חלול) ובהתאם לכך גם נפח הקרקע הנערמת שמקורה בבור הקידוח קטן מאוד. שיטת הדחיקה הישירה מתאימה לעומקים רדודים בטווח של עד 20-30 מטר מפני הקרקע, תלויה בסוג הקרקע ומותאמת לדיגום חטף של מי תהום או להתקנה של בארות צרות קוטר (Narrow Diameter Well).

דיגום חטף של מי התהום מתבצע באמצעות החדרה של דוגם מים ייעודי עשוי ניורוסטה באורך 60 ס"מ. במהלך הקדיחה הדוגם ממוקם בתוך מוט הקידוח התחתון. עם ההגעה לעומק בו מעוניינים לדגום מים נמשכים מוטות הקידוח כ- 60 ס"מ כלפי מעלה ובכך נחשפת מסגרת המאפשרת כניסה של מי התהום לקדח ודיגום באמצעות ביילר או משאבה. ניתן לדגום מעומקים של 30-5 מטר כתלות בחתך הקרקע.

ניתן להתקין קידוחים זמניים צרי קוטר (בד"כ 1"-3/4") בלבד. הקידוח מבוצע בדחיקה ישירה כאשר בתחתית מוטות הקדיחה ישנו פקק. עם ההגעה לעומק הדיגום הרצוי מושחלת אל תוך המוטות באר עשויה PVC אשר החלק המחוץ שלה עטוף בחצץ קווארצי, מוטות הקדיחה נשלפים והבאר נשארת בקרקע.

יתרונות השיטה:

ביצוע מהיר מאוד יחסית לשיטות קדיחה אחרות; קיצור משך זמן ההפרעה באתר הנחקר; מאפשרת כיסוי שטח נרחב באקוויפר באמצעות פריסת נקודות דיגום רבות; אפיון מדויק של איכות מי התהום; צמצום משמעותי של עלות חקירת מי התהום ועלותן של פעולות נלוות כמו ניקוי ופיתוח הבארות; מכונות קידוח קטנות יחסית ולכן בעלות יכולת תמרון במרחבים צרים ובתוך מבנים מקורים.

חסרונות השיטה:

השיטה מתאימה לעומקים רדודים בלבד, מאפשרת התקנת בארות צרות קוטר בלבד ותלויה בהרכב הקרקע (לא מתאימה למסלע קשה).

3. ביצוע הקידוחים

3.1. קדיחה:

א. קדיחה בעזרת מקדח ספירלי (רגיל או חלול) ללא שימוש בנוזלי קדיחה או אוויר

1. הקדיחה תתבצע באמצעות מקדח ספירלי בקוטר מינימלי של 6" או מקדח ספירלי חלול בעל קוטר פנימי מינימלי של 6" ללא שימוש בנוזלי קדיחה (מים עם בנטוניט/פולימר) או אוויר.
2. במהלך הקדיחה יאספו מדגמי סדימנט (קרקע ומסלע) לצורך תיאור החתך הליתולוגי כל 1.5 מ' ובכל חילוף ליתולוגי. דגימות הסדימנט יכולות לשמש לביצוע אנליזות כימיות של הסדימנט הנדגם (מלבד אנליזה של חומרים אורגניים נדיפים (VOC's));
3. לאחר הגעה לפני המים: בקדיחה באמצעות ספירלה רגילה תתבצע הרחבת הקדח כהכנה להכנסת צינורות מגן (קייסינג) עד עומק המטרה הסופי. בקדיחה באמצעות ספירלה חלולה אין צורך בהרחבתו של הקדח.
4. יש לשמור על אנך ישר - הקידוחים צריכים להיות ישרים כך שבגמר הקדיחה ניתן יהיה להחדיר מדיד צינור באורך 6 מ' ובקוטר של 2-3" שיעלה וירד באופן חופשי בקדח.

5. לאחר הגעה לעומק המטרה של הקידוח יותקנו בתוך הקדח צינורות עשויים PVC בהתאם למתואר בסעיף 3.2 בהמשך.

ב. קידוחי ניטור בשיטת רוטרי (ROTARY) הכוללת שימוש בנוזל קדיחה (מים עם בנטוניט/פולימר) או באוויר

1. קדיחה יבשה עד פני מי התהום בעזרת מקדח ספירלה רגיל לצורך תיאור החתך הליתולוגי. קדיחה מתחת למפלס מי התהום (עבור קידוחים לעומק העולה על 10 מ' מתחת למפלס) תעשה בשיטת קדיחה מסוג גלעין בעל דופן כפולה מסוג T-6 או Wire-Line תוך שימוש בבנטוניט או פולימר.

2. עם ההגעה לעומק המטרה של הקידוח יותקנו בתוך הקדח צינורות עשויים PVC בהתאם למתואר בסעיף 3.2 בהמשך.

3. במידת הצורך, יש למגן בעזרת צינורות מגן פנימיים את השכבות בחלק העליון של הקידוח על מנת למנוע התמוטטות.

3.2. התקנת צינורות PVC

1. אל הקידוח יוכנסו צינורות P.V.C (High Impact) בקוטר פנימי של לפחות 3" ובעלי עובי דופן הגדול מ-4 מ"מ.

2. צינורות ה-PVC ישטפו בצורה יסודית במים המוזרמים בלחץ לפני הכנסתם לקידוח.

3. חלקו התחתון של הצינור התחתון יאטם בפקק PVC אטום לחדירת מים אשר יוצב על מצע חולי כחצי מטר מעל תחתית הקדח.

4. מסננת ברוחב חריצים 0.3-0.5 מ"מ תותקן החל מ-4 מטרים מעל למפלס מי התהום ועד 6 מטרים מתחת המפלס (סה"כ 10 מטרים של מסננת), או בהתאם להנחיות מפורטות של רשות המים, למעט במעברים דרך שכבות חרסית וחואר חוצצות. המיקום הסופי ואורך המסננת בקידוח יקבעו לאחר קבלת התיאור הליתולוגי של החתך. מעל הצינורות המחורצים יותקן צינור אטום עד לפני השטח.

5. סביב צינור התצפית ועד 3 מ' מעל גג המסננות תוחדר באמצעות צינורות מובילים מעטפת חצץ קוורץ בגודל 1.5-2.5 מ"מ למילוי הנפח שבין הצנרת להיקף הקדח. החדרת מעטפת החצץ תעשה במקביל לשליפת צינורות המגן (קייסינג) או להוצאת הספירלות החלולות (עבור קדיחה בעזרת מקדח ספירלי חלול).

6. יש להתאים את גודל החצץ הקוורצי לסלעי האקוויפר. ככל שסלעי האקוויפר דקים יותר תיבחר מעטפת חצץ בעלת גודל גרגר קטן יותר (למשל 0.8-1.5 מ"מ) על מנת למנוע כניסה של פרקציות דקות אל הקידוח (תופעה שיכולה לגרום לסתימת הקידוח ולהשבתתו עם הזמן).

7. מעל שכבת החצץ יותקן פקק בנטוניט בעובי של 0.5 מ' לפחות.

8. התווך שבין צינור ה-PVC ודופן בור הקידוח ימולא במלט מעל פקק הבנטוניט ועד לפני השטח.

9. יש לשמור על אנך ישר. הקידוחים צריכים להיות ישרים כך שבגמר הקדיחה ניתן יהיה להחדיר מדיד (צינור באורך 6 מ' וקוטר של 2") שיעלה וירד באופן חופשי בקידוח.

10. צינור ה-P.V.C ייסגר בחלקו העליון ע"י פקק מוברג או מתהדק.

3.3. מדידות ודגימות נדרשות במהלך הקדיחה

1. במהלך הקדיחה יאספו דוגמאות סדימנט כל 1.5 מ' ובכל מעבר בין שכבות לצורך הגדרת החתך הליתולוגי. הדוגמא תאוחסן בקופסת קרטון סטנדרטית. על הקופסה יופיעו פרטי הדוגמא (שם קידוח, תאריך הדיגום, עומק הדיגום ופרטים חריגים כגון המצאות של ריח בדוגמא וכדומה).
2. מדידה של מפלס מי תהום תבוצע במהלך הקדיחה עם ההגעה למי תהום ולאחר גמר התקנת הקידוח.
3. דוגמאות הסדימנט והמים יאוחסנו במקום קריר ומוצל במהלך יום העבודה.

3.4. הגנה על דפנות הקידוח

במקרה בו יש חשש לחוסר יציבות של חתך הסדימנט לאורך הקידוח, על הקבלן להיערך לתמיכה של בור הקידוח באמצעות הכנסה של צינורות מגן (קייסינג).

3.5. שטיפת הציוד

לפני תחילת העבודה באתר ובמעבר מקידוח לקידוח יש לשטוף בצורה יסודית את המקדחים ואת צינורות הקידוח בדטרגנט ייעודי ובמים המוזרמים בלחץ. צינורות ה- PVC ישטפו בצורה יסודית במים המוזרמים בלחץ לפני הכנסתם לקידוח.

3.6. דלק צף בקידוח

במידה ובקידוח קיימת שכבת דלק צפה יימדד עובי השכבה כמפורט בנספח 6, סעיף 3.2.2.1.

3.7. ניקוי ופיתוח הקידוח

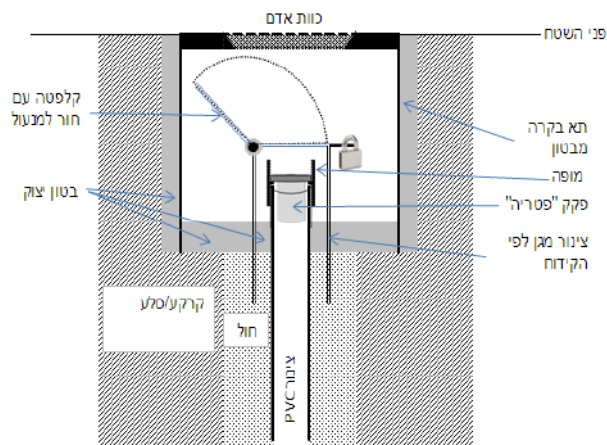
1. בגמר הקדיחה ינוקה הקידוח באמצעות משאבה טבולה עד לקבלת מים צלולים וערכי pH ומוליכות חשמלית יציבים האופייניים לשכבת המים הנמדדת.
2. במידה ובמהלך הקדיחה נעשה שימוש בבוכ קדיחה יש לנקות את הקידוח באמצעות החדרת תמיסת פולי-פוספט אל צנרת ה- PVC ולהשאירה בתוך הקדח כ- 12 שעות. לאחר פרק זמן זה יש לשאוב את התמיסה ומי התהום באמצעות משאבה טבולה עד לקבלת מים צלולים וערכי pH ומוליכות חשמלית יציבים האופייניים לשכבת המים הנמדדת.

3.8. דגימה ומדידות

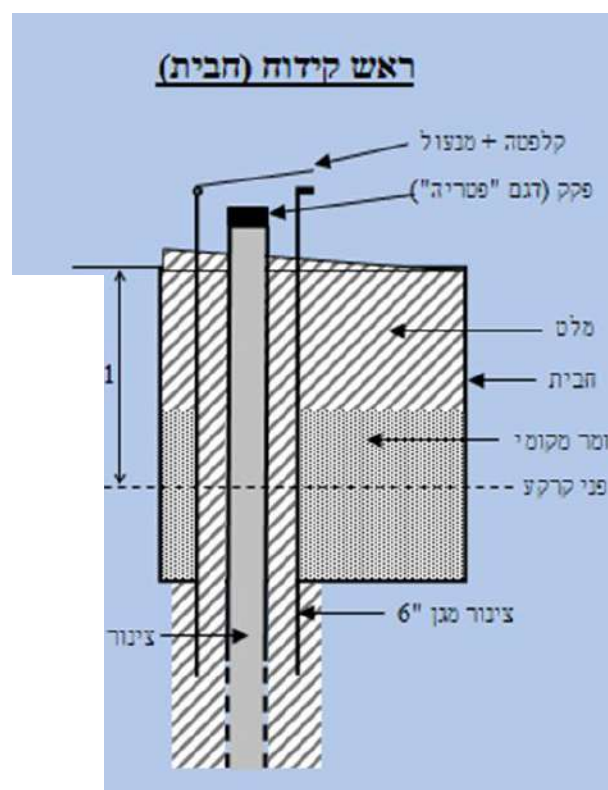
1. דיגום הקידוח לקבלת דוגמת מי תהום מייצגת יבוצע לכל הפחות שבוע לאחר מועד ניקוי ופיתוח הקידוח.
2. הדיגום יבוצע ע"י דוגם מוסמך בהתאם לשיטות וההנחיות המפורטות בנספח 6 ובהתאם לתכנית הדיגום המאושרת.
3. דיגום קידוחי חטף וקידוחים זמניים יעשה ע"י שאיבה בהתאם להנחיות בנספח 6.
4. דיגום בביילר, יעשה רק באישור רשות המים.

5. גימור הקידוח

1. בתום הקדיחה תבוצע מדידה מדויקת ואיזון של הקידוח על ידי מודד מוסמך. המדידה תכלול את מיקום הקידוח (קואורדינטות), רום פני הקרקע וקצה צינור התצפית. המודד יכין תשריט איזון הכולל תרשים סביבה של הקידוח.
2. הקידוח ימוגן ע"פ המפורט להלן:
 - א. צינור מגן חיצוני - גובה צינור המגן של הקידוח יהיה כ-1 מ' מעל פני הקרקע וסביבו יותקן צינור מגן רחב ממתכת עם מכסה ומנעול. צינור המגן יותקן בתוך חבית בטון החודרת לכל הפחות לעומק של מטר מפני הקרקע (איור 1).
 - ב. שוחה - במידה ולא ניתן להתקין חבית בטון יש להתקין את הקידוח בתוך שוחה (איור 2).
3. התקנת פקקים ייעודיים למניעת חדירת מים אל הקדח. במידה והקידוח הותקן בתוך שוחה יש להתקין בנוסף תעלות שינקזו את מי נגר אל מחוץ לשוחת הקידוח.
4. התקנת 4 עמודי מתכת סביב הקידוח (במקומות בהם אין מניעה בטיחותית להתקנתם) לשם סימון והגנה עליו מפני פגיעות מכאניות.
5. סימון שם הקידוח בשלושה מקומות: סימון בצבע עמיד על גבי חבית הבטון ועל מכסה הקידוח; תווית PVC בעלת כיתוב עמיד בפני קרינת UV תוצמד לחלקו הבולט של צינור המתכת.



איור 2: איור המבנה הטכני של ראש הקידוח בשוחה



איור 1: איור המבנה הטכני של ראש הקידוח בחבית

נספח 4

**דוגמת חתך גיא-טכני (לוג)
של קידוח**

קידוח ניטור נתונים כלליים

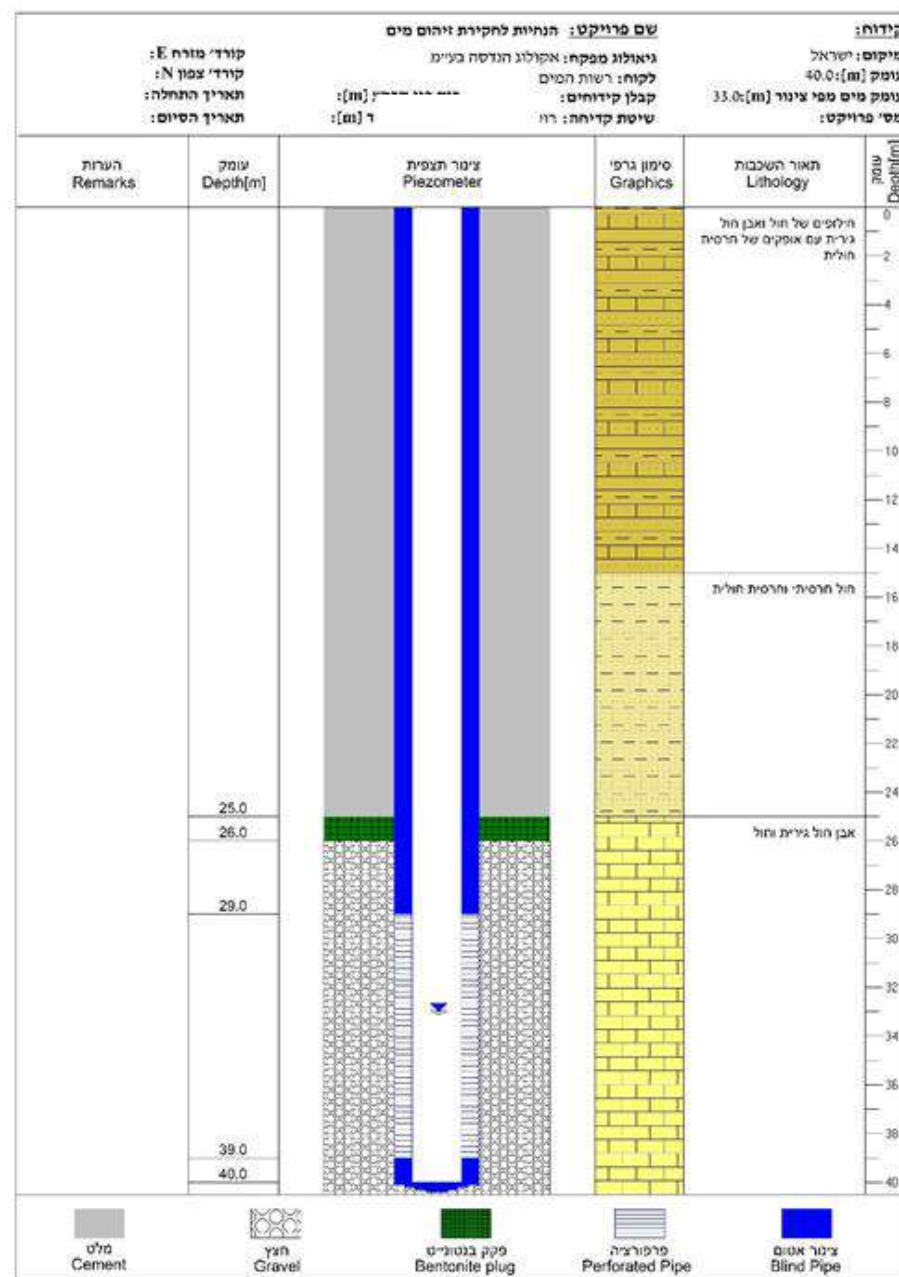
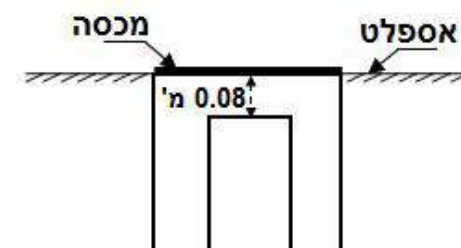
נ.צ (רשת חדשה):	רום פני הקרקע (מ'):	
תאריך קדיחה:	רום נק' ייחוס (מ'):	
תיאור מיקום:	עומק קדיחה (מ'):	
שיטת הקדיחה:	עומק למי תהום (מ'):	
קוטר צינור ("):		

מהלך הקדיחה

סיכום נתוני שאיבת פיתוח

תאריך שאיבה:	pH:	
שיטת שאיבה:	DO (mg/l):	
נפח מים נשאב (ל'):	EC (mS/cm):	
T (°C):	ORP (mv):	
עכירות:		

מבנה הגנה חיצוני



נספח 5

שיטות לסיווג המסלע

סיווג מסלעים

יש לתאר את החתך הליתולוגי (סוג המסלע) בקידוחי הניטור על בסיס הטבלה המוצגת להלן. התיאור יכול את האלמנטים הבאים :

- סוג המסלע
- צבע
- מאפיינים נוספים

כאשר החתך מורכב ממס' סוגי מסלע, יש לתאר את המסלע העיקרי ראשון ולאחריו את המסלע המשני. לדוגמא, במידה והחתך מורכב מכ-70% חרסית וכ-30% חול, יקרא המסלע חרסית עם חול או חרסית חולית.

דוגמא 1 : דלומיט אפרפר עם אופק חוואר צהוב רך בעומק 17-18 מ'.

דוגמא 2 : חרסית חולית חומה כהה עם חלוקי צור אפור בגודל בינוני (10-20 מ"מ).

סוג סלע	צבע	מאפיינים נוספים
חרסית	לבן	שיכוב
חול	צהוב / צהבהב	חילופים של שכבות שונות
חרסית עם חול (חרסית חולית)	חום (כהה, בהיר)	למינות
חול עם חרסית (חול חרסיתי)	שחור	אופקים
סילט	אדום / אדמדם	הערות נוספות עפ"י החתך בשטח
אבן חול גירית (אח"ג, כורכר)	אפור / אפרפר	נוכחות חלוקים/צרורות
צרורות	ורוד / ורדרד	נוכחות צדפים (כולל גודל מייצג)
גיר	ירוק / ירקרק	• יש להוסיף עומקים של אופקים/למינות
דלומיט		
חוואר		
קירטון		
צור		
בזלת		
אבן חול		
קונגלומרט		

נספח 6

דיגום ואנליזה

1. רקע

נספח זה מתאר שלוש שיטות דיגום מרכזיות בהן נעשה שימוש לדיגום מי תהום במסגרת חקירות סביבתיות. שיטת הדיגום צריכה להיות מותאמת למאפייניהם של המזהמים הפוטנציאליים אותם מבקשים לבדוק, למבנה הקידוח ולתנאים הקיימים בו (קוטר הקידוח, עומק למי התהום, עמודת מי התהום בקידוח). שיטות הדיגום המתוארות בנספח זה כוללות דיגום באמצעות שאיבה, דיגום חטף ודיגום באמצעים פאסיביים.

1.1. הגדרות

- LNAPLs – פאזה נוזלית קלה אשר צפה על פני המים (Light Non Aqueous Phase Liquids)
- DNAPLs – פאזה נוזלית כבדה אשר נוטה לשקוע במים, נוזלים אורגניים בעלי צפיפות גבוהה מהצפיפות של המים שאינם מומסים בהם. נוזלים אלו נוטים לנוע כלפי מטה ולהצטבר בתחתית הקידוח (Dense Non Aqueous Phase Liquids).
- מים סטגנטיים – מים אשר נמצאים בקידוח ניטור באזור בו הצינור אינו מחורץ. מים אלו אינם נמצאים בזרימה ובשיווי משקל עם מי התצורה שמחוץ לקידוח.
- תא זרימה (Flow Through Cell) – תא סגור אשר מתחבר לקצה צינור הדיגום של משאבה טבולה ומשמש למדידת יציבותם של פרמטרים כימיים במים הנשאבים לפני הדיגום.

2. שיטות הדיגום

שיטת הדיגום תיקבע בהתאם למאפייני החומרים אותם מבקשים לבדוק באנליזת המעבדה. להלן תיאור של שיטות דיגום אקטיביות באמצעות משאבה טבולה ודיגום חטף. התאמת ציוד הדיגום לפרמטרים לאנליזה מופיעה בטבלה 1 בהמשך.

2.1 דיגום באמצעות שאיבה

מים עומדים באזור הלא מחורץ בקידוח נחשבים לרוב כמים "סטגנטיים" אשר אינם מייצגים את מי התהום באקוויפר. זאת לעומת המים באזור המחורץ של הקידוח אשר על פי מחקרים רבים נחשבים כמייצגים את מי התהום הסמוכים לקידוח⁽¹⁾. במקרים בהם לא ניתן להפריד בין המים הסטגנטיים למים באזור המחורץ (בשל שימוש בביילר או בשל שפילה בקידוח) מבוצע ניקוי של הקידוח על מנת לוודא כי האזור המחורץ מכיל מי תצורה מייצגים. דיגום באמצעות שאיבה מבוצע בשתי שיטות עיקריות:

2.1.1 שאיבה באמצעות משאבה - לפני הדיגום בשיטה זו יש לשאוב שלושה עד חמישה נפחי קידוח על מנת

לוודא כי המים הסטגנטיים הורחקו ומי התהום באזור המחורץ מייצגים את מי האקוויפר. חישוב נפח מי הקידוח מבוצע על פי הנוסחה הבאה:

$$V = \frac{\pi d^2}{4} * h$$

כאשר: $\pi = 3.1416$

d – קוטר פנימי של צינור הקידוח (מ')

h – עובי מי תהום בקידוח (מ')

2.1.2 שאיבה באמצעות משאבה בספיקה נמוכה (Low Flow)

שיטת דיגום זו הינה השיטה המועדפת לדיגום קידוחי ניטור, לרבות קידוחים לדיגום חטף. בשיטה זו נעשה שימוש במשאבות בעלות ספיקה נמוכה ($0.1 - 1 \text{ L/min}$) ובשל כך שפילת מי התהום בקידוח מינימלית והדיגום מהאזור המחוץ נחשב למייצג את מי האקוויפר. דיגום באמצעות משאבה בספיקה נמוכה אינו מחייב שאיבה מקדימה של המים הסטגנטיים בקידוח. הדיגום עצמו מתבצע לאחר מדידה המעידה על התייצבותם של הפרמטרים האינדיקטיביים המופיעים בטבלה 2 בהמשך.

יתרונות השימוש בשיטה זו הם:

1. שפילה מינימאלית והקטנת הלחץ על מי התצורה ומבנה הקידוח;
2. הדוגמאות שנאספות מייצגות את הרכב מי התהום באקוויפר;
3. נידוף החומרים מהמים הנשאבים בספיקה נמוכה הוא מינימאלי ועל כן מתקבלות תוצאות מייצגות בבדיקה של חומרים אורגניים נדיפים (VOC's);
4. הפחתת הצורך בסינון דוגמאות והקטנת משך הדיגום;
5. נפחי המים הנשאבים עד להגעה ליציבות קטנים יחסית;
6. שונות נמוכה בדיגום.

כאשר מפלס מי התהום נמצא בעומק של כ- 50 מ' ומעלה לא ניתן לבצע את השאיבה באמצעות משאבת low flow. במקרה זה יש לבצע את השאיבה באמצעות משאבת grundfos או משאבה דומה בספיקה מינימאלית של עד 200 מ"ל לדקה.

2.2 דיגום באמצעות ביילר

קיימים מספר סוגים שונים של ביילרים: ביילר בעל שסתום יחיד, ביילר בעל שסתום כפול ומזרק. יתרונות השימוש בביילר הן פשטות התפעול, עלות דיגום נמוכה, אין צורך במקור אנרגיה חיצוני, נייד. חסרונות השימוש בביילר נובעים בעיקר מהשפעות הדיגום על איכות דוגמת מי התהום כיוון שהצורך בהעברת הדוגמה מהביילר אל כלי דיגום עלול להשפיע על הרכב דוגמת מי התהום בשל נידוף של חומרים אורגניים כתוצאה מאוורור, נידוף וערבוב. שימוש בביילר עלול גם להגביר את עכירות הדוגמה. אין להשתמש בביילר לדיגום עבור אנליזה לחומרים אורגניים נדיפים אלא במקרים בהם זו השיטה הזמינה היחידה או שיש צורך לדיגום שכבת LNAPLs או DNAPLs ובאישור מראש של נציג רשות המים.

2.3 דיגום פאסיבי⁽⁵⁾

ישנו מגוון רחב של אמצעי דיגום פאסיביים המתבססים על תצפיות ומחקרים שהראו כי מי התהום באזור המחוץ נמצאים בזרימה ועל כן הנחת אמצעי דיגום לאורך פרק זמן המאפשר הגעה לשיווי משקל עם מי התהום באזור המחוץ בקידוח יוביל לאיסוף דוגמא מייצגת של מי התהום.

קיימים שלושה סוגים עיקריים של אמצעי דיגום פאסיביים:

1. אמצעים המתבססים על דיפוזיה וספיחה.
2. אמצעים המתבססים על דיגום חטף לאחר השארת אמצעי הדיגום בקידוח לפרק זמן המאפשר הגעה לשיווי משקל דוגמת Hydrasleeves, Snap Sampler.
3. אמצעים המתבססים על דיפוזיה והגעה לשיווי משקל עם מי התהום בקידוח כגון Polyethylene Diffusion Bag Samplers (PDBs), Rigid Porous Polyethylene Samplers (RPPS).

היתרונות לשימוש באמצעים פאסיביים הינם קלות השימוש בהם ופריסתם בקידוחים, ניתנים לשימוש באתרים בעלי נגישות מוגבלת, מאפשרים דיגום בדיד בעומקים שונים, אין מגבלה של עומק הדיגום הרצוי, אינם מייצרים

עודפי מי תהום אשר פינויים מורכב במקרה בו הם מכילים מזהמים, ניתנים לשימוש במקרים בהם השיוב בקידוח נמוך מאוד ואין אפשרות לבצע את הדיגום באמצעות שאיבה.

לשיטה זו ישנם מספר חסרונות ומגבלות: האזור המחורץ חייב להיות בעל קשר הידראולי עם מי התהום באקוויפר, נפח הדוגמא מוגבל ועלול לא להיות מספק לביצוע כלל האנליזות הנדרשות, קביעת זמן השהייה הנדרש בקידוח לצורך הגעה לשיווי משקל עלולה להיות מוטעית. מחקרים רבים מעידים על כך שאנליזה לדוגמת מי תהום שהתקבלה מדיגום באמצעים פאסיביים תואמת לתוצאות האנליזה לדוגמא שהתקבלה בשיטות דיגום מקובלות כגון low flow, אולם ישנם מקרים בהם נמצאו פערים גדולים.

השיטה היחידה לדיגום פאסיבי שאושרה עד כה לשימוש על ידי רשות המים היא באמצעות שימוש ב-Snap Sampler.

דיגום באמצעים פאסיביים יתאפשר באישור מראש של נציג רשות המים במקרים בהם קיימת הצדקה לכך בשל היבטים הידרו-גיאולוגיים, אופי האתר או שיקולים נוספים ובלבד שהשיטה מאפשרת קבלת דוגמאות בנפח מספק לביצוע האנליזות הנדרשות.

טבלה 1 - בחירת ציוד הדיגום בהתאם לפרמטרים הנדרשים באנליזה⁽¹⁾

שטת הדיגום	אמצעי הדיגום	פרמטרים נבדקים במי תהום												
		חומרים רדיואקטיביים		חומרים אורגניים					אנאורגני					
									EC	pH	Redox	יונים ראשיים	מתכות	גזים נדיפים
חטף	ביילר	●		⊘	●	⊘	●	⊘	●	●	●	●	●	●
	*Snap Sampler	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
שאיבה	שאיבה בשיטת low flow	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	משאבות מנוע חשמלי (לדוג' Grundfos)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

● אמצעי הדיגום מאפשר קבלת דוגמא מתאימה לביצוע האנליזה

⊘ אמצעי הדיגום אינו מתאים/לא נבדק לקבלת דוגמא מתאימה לביצוע האנליזה

* עלולה להיות מגבלה של נפח הדוגמא המתקבלת. יש לבדוק עם המעבדה מהו נפח הדוגמא הנדרש

3. הנחיות לביצוע הדיגום

3.1 כללי

1. דיגום מי התהום ייעשה לכל הפחות שבוע לאחר ניקוי ופיתוח הקידוח.
2. במידה וקיים מידע קודם לגבי ריכוז המזהמים הצפוי יחל הדיגום מהקידוח הפחות מזוהם אל הקידוח המזוהם ביותר בסדר עולה על מנת למנוע זיהום צולב של הדוגמאות. הסדר בו יידגמו הקידוחים יפורט בתכנית החקירה.
3. במקרה בו לא קיים מידע מוקדם לגבי ריכוז המזהמים הצפוי יחל הדיגום בקידוחים הממוקמים במעלה הגרדיאנט ההידראולי ממוקד הזיהום הפוטנציאלי אל עבר קידוחים הממוקמים במורד הגרדיאנט ביחס למוקד. הקידוחים הסמוכים ביותר למוקד הזיהום הפוטנציאלי יידגמו אחרונים.

3.2 פעולות נדרשות לפני התחלת הדיגום

3.2.1 ביקורת ראש הקידוח

יש לבצע ביקורת של מצב ראש הקידוח לפני פתיחתו. תיעוד הביקורת יכלול את הפרטים הבאים:

- מצב צינור הקידוח ושלמות פי הצינור
- מנעול ראש הקידוח: האם תקין/חסר
- האם ישנם מים עומדים על גבי הסדימנט בקרבת הקידוח
- מצב פקק ראש הקידוח
- המלצות לתחזוקת הקידוח

3.2.2 מדידת שכבות שאינן מימיות

במידת הצורך, ובהתאם לאופי האתר הנבדק, תכלול תכנית הדיגום תיאור של האמצעים שישמשו לזיהוי נוכחות שכבה צפה (LNAPLs) ולמדידתה.

דיגום לבדיקת נוכחות שכבת LNAPLs יבוצע באמצעות מדידת מפלס באמצעות מד מפלס המאפשר זיהוי של LNAPLs (כדוגמת מד מפלס Solinst model 122).

דיגום שכבת LNAPLs יבוצע באמצעות ביילר, ללא שאיבה של מי תהום. יש להוריד את הביילר בעדינות עד להגעה אל שכבת ה-LNAPLs בהתאם לעומק השכבה ולעובייה, כפי שנמדדו קודם לכן, ולהמשיך להורידו עד לעומק של חצי מטר מתחת לשכבת המגע מי תהום/LNAPLs.

במקרים בהם קיימת שכבת דלק צפה אין לבצע מדידת מפלס באמצעות מד מפלס קולי אלא אם מד המפלס הינו, כאמור, מסוג המאפשר זיהוי של LNAPLs. במקרים בהם זוהתה שכבת דלק צפה אין לבצע דיגום מי תהום באמצעות שאיבה אלא באמצעות ביילר בלבד.

3.2.3 מדידת מפלס סטטי

מדידת מפלס סטטי של מי התהום בקידוח תבוצע בהתאם להנחיות הבאות:

- תיעוד הציוד באמצעותו בוצעה המדידה.
- תיעוד נקודת הייחוס אשר ממנה בוצעה המדידה ורום נקודת הייחוס. נקודת הייחוס למדידה תהיה קבועה עבור כלל המדידות אשר מתבצעות בקידוח.
- מדידה ותיעוד של העומק למי התהום בדיוק של ± 0.01 מ'.
- המדידה תתקיים לפחות 24 שעות לאחר גמר הקדיחה או לאחר פרק זמן ארוך יותר הדרוש להתייצבות מפלס מי התהום בקידוח.
- מד המפלס ישטף לפני ביצוע המדידה בהתאם למתואר בסעיף 3.6 בהמשך.

3.3 שלבי הדיגום

3.3.1 דיגום באמצעות משאבת Low Flow⁽²⁾

1. בקידוח שבו האזור המחוץ נמצא גם מעל מפלס מי התהום יש להוריד את המשאבה באיטיות עד לעומק שבו פתח ההזנה של המשאבה נמצא כ- 1 מ' מתחת למפלס מי התהום. במקרה שלא הותקן צינור מחורץ מעל מפלס מי התהום יש להוריד את המשאבה אל מרכז הצינור המחוץ הטבול במי תהום.
2. חיבור צינור היציאה מהמשאבה אל תא זרימה - יש להתקין מפצל T לפני תא הזרימה לצורך דיגום המים.
3. התחלת שאיבה בספיקה נמוכה ($0.2 - 0.5$ L/min). יש למדוד את מפלס מי התהום במהלך השאיבה אחת ל- 30 שניות. במידה וישנה שפילה של למעלה מ- 10 ס"מ יש להקטין את ספיקת המשאבה.
4. יש לתעד את ספיקה המשאבה כל 3-5 דקות במקביל למדידת פרמטרים של איכות המים המעידים על התייצבות. ניתן לבצע את איסוף דוגמת מי התהום לאחר שלוש מדידות **עוקבות** העונות על הקריטריונים המופיעים בטבלה 2.
5. במידה והשפילה בקידוח אינה מתייצבת על ערך של עד 10 ס"מ גם כאשר ספיקת המשאבה היא מינימאלית יש לכבות את המשאבה למשך פרק זמן של 15 דקות ולאפשר חזרה לשיווי משקל. לאחר 15 דקות יש לחדש את השאיבה בספיקה נמוכה יותר (במידת האפשר). במקרה שהשפילה שוב גדולה מ- 10 ס"מ יש לכבות את המשאבה ולאפשר חזרה לשיווי משקל. לאחר החלפת שני נפחי צינור ומשאבה ניתן לבצע דיגום. הפסקות השאיבה ושינוי שיטת הדיגום יתועדו בטפסי השדה.
6. לאחר התייצבות הפרמטרים יש לבצע את הדיגום מקצה הצינור שלפני תא הזרימה. יש לוודא כי צינור הזרימה מלא במים ללא בועות אוויר.
7. דיגום עבור אנליזה של חומרים אורגניים נדיפים (VOC's), חומרים אורגניים חצי נדיפים (SVOC's), אלקליניות וחומציות יבוצע תוך מילוי כלי הדיגום עד קצהו וסגירתו ללא כניסה של בועות אוויר.
8. יש לסנן דוגמאות לאנליזה של מתכות באמצעות מסנן ומזרק חד פעמי. דוגמאות אלו ייאספו אחרונות.
9. לאחר סיום הדיגום עבור כל האנליזות הנדרשות יש להוציא את המשאבה מהקידוח ולהחליף את צינור הדיגום.
10. יש לבצע מדידה נוספת של מפלס מי התהום בקידוח. מפלס מי התהום צריך להיות דומה לזה שנמדד לפני התחלת השאיבה.

טבלה 2 - קריטריונים להתייצבות פרמטרים הנמדדים טרם דיגום מי תהום

קריטריון התייצבות	פרמטר
± 0.1 pH units	pH
$\pm 3\%$	EC [$\mu\text{S}/\text{cm}$]
± 10 mV	ORP [mV]
$\pm 10\%$, כאשר העכירות גדולה מ-10 NTU	Turbidity [NTU]
± 0.3 mg/l	DO

3.3.2 דיגום באמצעות ביילר⁽³⁾

1. חבר ביילר חדש אל חבל באורך מספק בהתאם לעומק הקידוח. בדוק כי הביילר תקין, נקי ובעל שסתום תקין.
2. הורד את הביילר באיטיות אל הקידוח עד לעומק של 1 מ' מתחת למפלס מי התהום. העלה את הביילר ורוקן את תכולתו.
3. חזור על שלב 2 ורוקן את הביילר אל הכלים לאיסוף הדוגמאות. הריקון יבוצע באיטיות ככל שניתן על מנת למנוע ערבוב ואוורור יתר.

3.3.3 דיגום באמצעים פאסיביים

אופן הדיגום באמצעים פאסיביים תלוי בסוג האמצעי בו משתמשים, במאפייני האתר, במאפייני החקירה הסביבתית הנדרשת ובאנליזות הנדרשות. יודגש כי השיטה היחידה לדיגום פאסיבי שאושרה עד כה לשימוש על ידי רשות המים היא באמצעות שימוש ב-Snap Sampler.

תכנית חקירה המציעה שימוש באמצעי דיגום פאסיביים תכלול התייחסות לקריטריונים הבאים:

1. סוג האמצעי המוצע והמניעים להעדפתו על פני שיטות דיגום אחרות;
2. התאמת אמצעי הדיגום המוצע למבנה הקידוח;
3. התאמת אמצעי הדיגום לאנליזות הנדרשות ולנפח הדיגום הדרוש עבורן;
4. זמן השהייה של אמצעי הדיגום בקידוח לפני איסוף הדוגמא בהתאם לסוג הדוגם ולתנאים ההידרו-גיאולוגיים בקידוח.

3.4 סדר איסוף הדוגמאות בהתאם לאנליזות המעבדה הנדרשות

יש לדגום קידוחי ניטור מהקידוח הפחות מזוהם לקידום המזוהם ביותר כפי שידוע או צפוי ממידע קודם (סקר היסטורי, דיגומים קודמים וכד'), על מנת למנוע זיהום צולב. איסוף הדוגמאות בכל קידוח יבוצע בהתאם לנדיפות הפרמטרים הנדרשים לאנליזה.

סדר איסוף הדוגמאות המועדף הינו⁽¹⁾:

1. חומרים אורגניים נדיפים (VOC's)
2. חומרים אורגניים חצי נדיפים (SVOC's)
3. יונים ראשיים
4. איזוטופים יציבים (לדוג' חמצן, מימן, חנקן ועופרת)
5. מתכות
6. ציאניד
7. עכירות

3.5 פעולות למניעת זיהום כתוצאה מהדיגום בשדה

1. יש לפרוס יריעת פוליאאתילן עליה יונח ציוד הדיגום.
2. לפני איסוף דוגמא יש לבצע 3 מחזורי שטיפה של כלי הדיגום באמצעות מי התהום הנדגמים.
3. בזמן איסוף הדוגמא יש לוודא כי צינור הדיגום היוצא מהמשאבה אינו נוגע בכלי הדיגום.
4. יש לבצע שימור לאנליזות הדורשות זאת בהתאם להנחיות המעבדה. שימור הדוגמא יבוצע מוקדם ככל שניתן.
5. הדיגום יבוצע אל כלי איסוף חדשים או אל כלים שטופים ונקיים בעלי תיעוד לביצוע השטיפה.
6. אחסון הדוגמאות יבוצע בכלים מתאימים ובטמפרטורה מתאימה בהתאם להנחיות המעבדה.
7. יש להשתמש בכפפות חד פעמיות ונטולות אבקה. יש להחליף כפפות במעבר לדיגום של קידוח נוסף.
8. יש לאחסן בנפרד דוגמאות בהן צפוי להימצא ריכוז מזהמים גבוה.
9. צינור הדיגום מהמשאבה הטבולה יהיה צינור חדש ויוחלף במעבר לדיגום של קידוח נוסף.

3.6 הנחיות לניקוי ציוד הדיגום⁽²⁾

בגמר הדיגום יש לנקות את כלל הציוד אשר היה בשימוש לרבות: מד מפלס, חיישנים למדידת פרמטרים של איכות מים, משאבה ועוד. ניקיון הציוד יבוצע לאחר דיגום כל קידוח בהתאם להנחיות הבאות:

שטיפת מד מפלס וחיישנים

1. יש לשטוף את מד המפלס באמצעות דטרגנט ייעודי לשטיפת כלי מעבדה ולאחר מכן לבצע שטיפה נוספת במים.
2. יש לשטוף את החיישנים ואת תא הזרימה באמצעות מים מזוקקים.

שטיפת משאבה

יש לבצע שטיפה של המשאבה כולל הצינור, כבל ההורדה וכל חלק אשר היה במגע עם מי התהום. השטיפה תבוצע באופן הבא:

1. יש לבצע שטיפה של חלקה החיצוני של המשאבה, של הצינור ושל כבל ההורדה. במידת הצורך יש להשתמש במברשת להסרת בוץ ולכלוך הנראה לעין.
2. מלא דלי או כלי PVC ייעודי במי ברז דטרגנט ייעודי לשטיפת כלי מעבדה. טבול את המשאבה כולה במים. השטיפה תבוצע ע"י שאיבה וסחרור מי הסבון במשך 2 דקות לכל הפחות.
3. הנח את קצה צינור המשאבה במיכל איסוף והוסף מי ברז לשטיפת הסבון מהמשאבה. המשך בהוספת מי ברז עד שלא נראות עוד שאריות סבון.
4. העבר את המשאבה לדלי או לכלי PVC ייעודי שני ובצע שטיפה שנייה ב- 5 ליטר מי ברז.
5. העבר את המשאבה לכלי שלישי ובצע שטיפה אחרונה באמצעות מים מזוקקים.
6. במקרים אשר בהם קיים, או ישנו חשש כי קיים, מזהם הידרופובי בקידוח יש צורך לבצע שטיפה נוספת בהתאם לסוג החומר לפני השטיפה השנייה והשלישית.

3.7 הנחיות לטיפול בעודפי מים במסגרת הדיגום

ביצוע חקירת מי תהום באתרים בעלי פוטנציאל זיהום כרוך ביצירת פסולות וקבלת עודפי מים שנשאבו בעת ניקוי הקידוח והכנתו לדיגום. טיפול או סילוק של הפסולות הנוצרות, לרבות עודפי מי התהום, יעשה בהתאם לכל דין.

4. בקרת איכות בשדה

1. יש לוודא כי דיגום מי התהום יבוצע רק לאחר התייצבות הפרמטרים הנמדדים כמתואר בטבלה 2 לעיל.
 2. יש לוודא כי כלי הדיגום (לרבות המשאבה, כבל ההורדה, ביילר, צינורית הדיגום, כלי איסוף הדוגמאות ועוד) עשויים מחומרים אשר לא ישפיעו או ישנו את ההרכב הכימי/פיזיקלי של הדוגמא.
 3. כלי דיגום אשר מולא בדוגמת מי תהום יועבר מידית לקירור בצינורית או במקרר ללא חשיפה ממושכת לאור השמש.
 4. דוגמאות לבקרת איכות יאספו בהתאם למספר הדגימות באתר כמפורט בטבלה 3 בהמשך.
 5. יש לבצע שימור של הדוגמאות בהתאם לסוגי האנליזות הנדרשות ולהנחיות המעבדה או כמפורט בטבלה 4 בהמשך.
 6. יש לוודא כי שטיפת ציוד הדיגום בוצעה כמפורט בסעיף 3.6 לעיל.
 7. יש לוודא כי כל טפסי השדה מולאו באופן ברור, קריא ואין מידע חסר.
 8. יש לציין את יחידות המדידה עבור כל פרמטר הנמדד בשדה.
 9. יש לוודא כי קיים טופס משמורת מלא למעקב אחר הדוגמאות.
- טופס המשמורת יכיל תיעוד של הפרטים הבאים (ראה דוגמא מצורפת):
- א. שם האתר ומיקומו
 - ב. מס' הדוגמא
 - ג. תיאור הדוגמא
 - ד. חתימת מוסר הדוגמא
 - ה. חתימת מקבל הדוגמא
 - ו. תאריך ושעת קבלת הדוגמא במעבדה
 - ז. סוג הדוגמא (בלאנק, מי תהום)
 - ח. שם הקידוח ממנו נלקחה הדוגמא
 - ט. פרמטרים נדרשים לאנליזה
 - י. אופן שימור הדוגמאות
 - יא. טמפרטורת הצינורית בעת המשלוח ובעת קבלתה במעבדה
 - יב. הערות

מעבדה מקבלת		נתוני הפרוייקט		נתוני האתר			
	שם המעבדה:		מס' פרויקט:		מזג אויר באתר- גשום/יבש/אחר:		לקוח:
	מס' חוזה:		שם הפרוייקט:		יעוד האתר- מגורים/מפעל/אחר:		כתובת:
	איש קשר:		מס' טלפון:		שם וכתובת האתר:		איש קשר:

בדיקות נדרשות														תיאור הדוגמה			פרטי דיגום			
הערות	חריגות (2)	רגיל /דחוף	משמורת											כלי דיגום (1)	בלאנק (ב) מי תהום (מ)	מספר אריזות	תיאור המיקום שם הקידוח	שעת הדיגום	עומק דוגמה (מטר)	זיהוי הדוגמה

(1) כלי דיגום – (1) מיכל זכוכית (2) וויל (3) מיכל פלסטיק (4) אחר

(2) חריגות – (1) לא נשמר בטמפי' מתאימה (2) לא התקבלה/טופלה בפרק הזמן הנדרש (3) כלי שאינו מלא עד תומו

דיגום:	☐ בהסמכה ☐ לא בהסמכה	טמפטורה בקבלה למעבדה:	הערות:
נדגם על ידי:	נמסר על ידי:	התקבל במעבדה על ידי:	
חתימה:	חתימה:	חתימה:	
תאריך:	תאריך:	תאריך:	
שעה:	שעה:	שעה:	

טבלה 3 - איסוף דוגמאות נדרשות עבור בקרת איכות

סוג הדגימה	תדירות נדרשת
דוגמה כפולה	דוגמא אחת עבור כל 20 דגימות או עבור כל סט דגימות מאתר שהכיל פחות מ- 20 דגימות
Matrix Spike	דוגמא אחת עבור כל 20 דגימות או עבור כל סט דגימות מאתר שהכיל פחות מ- 20 דגימות
field Blank	דוגמא אחת עבור כל צידנית המכילה דוגמאות לאנליזה של חומרים אורגניים נדיפים
Equipment Blank	דוגמא אחת עבור כל סט דגימות מאתר
פיצול דוגמאות	דוגמא אחת כאשר נאספו 5-10 דוגמאות מהאתר. 2 דוגמאות כאשר נאספו 10-20 דוגמאות.

טבלה 4 - כלי דיגום נדרשים ואופן שימור דוגמאות בהתאם לסוג האנליזה הנדרשת⁽⁴⁾

פרמטר נבדק	כלי דיגום	אופן השימור	זמן אחסון מירבי	מס' דוגמאות לנפח מינימאלי (מ"ל)
חומציות	P/G	קירור, 4°C	1 יום	1X100
אלקליניות	P/G	קירור, 4°C	1 יום	1X100
אמוניה	P/G	קירור, 4°C, H ₂ SO ₄ ל- pH<2	28 יום	1X1000
pH	P/G	ללא	מדידת שדה	1X50
רדיואקטיביות	P/G	HNO ₃ ל- pH<2	שישה חודשים	1X3.8 liter
כלל חומרים אורגניים המכילים הלוגנים (TOX)	בקבוק זכוכית כהה (G-V)	קירור, 4°C, HNO ₃ ל- pH<2	14 יום	3X100
כלל פחמן אורגני (TOC)	בקבוק זכוכית כהה (G-V)	קירור, 4°C, H ₃ PO ₄ או H ₂ SO ₄ ל- pH<2	28 יום	1X100
כלורידים	P/G	ללא	28 יום	1X100
ציאניד כללי	P/G	קירור, 4°C, 10N NaOH ל- pH>12, 0.6 גרם חומצה אסקרובית אם יש נוכחות כלור	14 יום, 24 שעות במידה ויש נוכחות סולפיד	1X1000
פלואוריד	P	ללא	28 יום	1X500
חנקן	P/G	קירור, 4°C	48 שעות	1X500
סולפאט	P/G	קירור, 4°C	28 יום	1X200
סולפיד	P/G	קירור, 4°C, טיפות של 0.2 ml של 2M תמיסה	7 ימים	1X1000

פרמטר נבדק	כלי דיגום	אופן השימור	זמן אחסון מירבי	מס' דוגמאות לנפח מינימאלי (מ"ל)
		שלאבץ אצטט ל- 100 מ"ל של דוגמא, NaOH 6N ל- $\text{pH} > 9$		
כרום שש ערכי	P/G	קירור, 4°C	24 שעות	1X500
מתכות (מלבד כרום שש ערכי)	P/G	סינון בעת הדיגום, HNO_3 ל- $\text{pH} < 2$	שישה חודשים, להוציא כספית התקפה ל- 28 ימים או 13 ימים בכלי (פלסטיק)	1X1000
SVOC's	G	קירור, 4°C	7 ימים עד למיצוי 40 יום לאחר מיצוי	1X1000
VOC's	G-V	קירור, 4°C	14 יום	3X40
חומרי הדברה ו-PCBs	G	קירור, 4°C	7 ימים עד למיצוי 40 יום לאחר מיצוי	2X1000
פנולים	G	קירור, 4°C , H_2SO_4 ל- $\text{pH} < 2$	7 ימים עד למיצוי 40 יום לאחר מיצוי	1X1000
שמנים	G	קירור, 4°C , H_2SO_4 ל- $\text{pH} < 2$	28 יום	1X1000

P – כלי פוליאתילן

G – כלי זכוכית עם פקק אטום וגומיית טפלון

G-V – כלי זכוכית לחומרים אורגנים נדיפים עם פקק אטום וגומיית טפלון וללא בועות אוויר

5. בקרת איכות במעבדה – הבדיקות יבוצעו בשיטה מוסמכת לפי ISO17025 הכוללת גם בקרת איכות לפי שיטת הבדיקה.

החל מיום ה- 01.01.2021 לא יתקבלו תוצאות בדיקות של חומרים אורגניים נדיפים אשר בוצעו על ידי מעבדות בארץ שלא הוסמכו לביצוע הבדיקה ע"י הרשות להסמכת מעבדות בהתאם לשיטות הייחוס ולהנחיות המקצועיות של אגף איכות מים ברשות המים.
המסמכים הרלוונטיים לקבלת ההסמכה הינם:

- מסמך דרישות מקצועיות לביצוע בדיקות סביבתיות של חומרים אורגניים נדיפים במי תהום
- נוהל הכרה ופיקוח על מעבדות לבדיקת מזהמים במים

ניתן להוריד את המסמכים מאתר האינטרנט של רשות המים באמצעות הקישור:

<http://www.water.gov.il/Hebrew/ProfessionalInfoAndData/Water-Quality/Pages/default.aspx>

הליך ההסמכה יכלול, בין היתר, מבחן השוואה שתערוך רשות המים.

6. רשימת מקורות

1. REPRESENTATIVE SAMPLING OF GROUNDWATER FOR HAZARDOUS SUBSTANCES. 2008. California Environmental Protection Agency Department of Toxic Substances Control.
2. Ground-Water Sampling Guidelines for Superfund and RCRA Project Managers. 2008. Yeskis, D. Zavala, B.
3. Standard Operating Procedure monitoring well/piezometer installation/development and groundwater sampling. Delaware department of natural resources and environmental control, division of waste and hazardous substances, site investigation and restoration branch.
4. GUIDELINES FOR PLANNING AND IMPLEMENTING GROUNDWATER CHARACTERIZATION OF CONTAMINATED SITES. 2012. Department of toxic substances control, California Environmental protection agency.
5. Protocol for Use of Five Passive Samplers to Sample for a Variety of Contaminants in Groundwater. 2007. The Interstate Technology & Regulatory Council, Diffusion/Passive Sampler Team.

נספח 7

בקשה לקבלת רישיון

קדיחה

תאריך: _____

בקשה לאישור קידוח
(תצפית, נסיון, מחקר, הגנה קתודית)

הריני/ו לבקשתכם לאשר את ביצוע הקידוח _____ לפי הפרטים כדלקמן:

פרטים כלליים

- . שם המציע _____ כתובתו: _____
- . מקום הקידוח: _____ נ.צ.: _____
- . מטרת הקידוח: _____

פרטי התוכנית

- . עומק הקידוח: _____
- . חתך גאולוגי משוער בציון פני המים (לצרף שירטוט):

- . שיטת הקדיחה: _____
- . תכנית טכנית של צינור הקידוח (לצרף שירטוט):

- . האם הקידוח מיועד לסתימה לאחר קבלת האינפורמציה או ישאר תקופה מממושכת (בכל מקרה יש לציין איך תובטח מגמת המתכנן):

- . האם תבוצע שאיבת נסיון בקידוח: _____
- . האם יבוצע לוג מליחות בקידוח: _____
- . האם יבוצעו מחקרים אחרים. לציין איזה: _____
- . הערות המבקש: _____

הריני/ו מאשר/ים את הפרטים הטכניים דלעיל ומתחייבים לבצע את הקידוח בהתאם לתנאי האישור שנקבל מכם.

האיש האחראי לביצוע מצידנו יהיה: _____ תפקידו: _____

נספח 8

ראשי פרקים לדו"ח חקירה

מסכם

ראשי פרקים לסיכום החקירה

1. דף שער הכולל את שם הפרויקט, מזמין העבודה, חברה מבצעת, תאריך, כותב הדוח, מאשר הדוח

2. תקציר מנהלים

3. מבוא

3.1. רקע כללי

3.2. מטרת החקירה

4. מידע קיים לגבי האתר (בהתבסס על תכנית החקירה)

4.1. מידע כללי על האתר

4.2. גיאולוגיה והידרוגיאולוגיה

4.3. מידע רלבנטי בנוגע לפוטנציאל לזיהום מי תהום

5. תוצאות החקירה

5.1. תיאור מערך הקידוחים

5.1.1. מפות (פירוט בנספח 2)

5.1.2. טבלת מיקום קידוחים (פירוט בנספח 2)

5.1.3. שיטות קדיחה (פירוט בסעיף 4.4 להנחיות)

5.1.4. חתכים גיאו-טכניים (לוגים) (בהתאם לנספח 4)

5.1.5. תוצאות מדידת מפלסי מי תהום

5.1.6. תיאור התקנת הקידוחים

5.1.7. שאיבות ניקוי ופיתוח

5.2. תוצאות בדיקות שדה ומעבדה ואפיון הזיהום באתר

5.2.1. תיאור שיטת הדיגום, שם הדוגם, משך הדיגום, נפח שנשאב לפני דיגום, צבע המים, עומק מפלס מי התהום, עומק הדיגום.

5.2.2. פירוט ממצאי בדיקות השדה בכל קידוח.

5.2.3. פירוט תוצאות מעבדה עבור כל קידוח בהתאם לפרמטרים שאושרו בתכנית החקירה ובהשוואה לערכי סף. דוגמא לטבלת ריכוז תוצאות מופיעה בנספח 10. יש לצרף את הטבלאות גם בקבצי Excel.

5.2.4. תיאור מילולי של הממצאים ותיחום הזיהום באתר.

5.2.5. הצגת הממצאים העיקריים על גבי מפות ריכוזים ומפות קונטורים (קווים שווי ריכוז) של המזהמים.

5.3. עדכון המודל הקונספטואלי הראשוני בהתאם לממצאי החקירה

6. סיכום והמלצות

6.1. סיכום ומסקנות

6.2. המלצות להמשך חקירה, לניטור עיתי ובמידת הצורך המלצות לפעולות נדרשות לשיקום מקור המים.

7. נספחים

7.1. תעודות מעבדה

7.2. טפסי משמורת

נספח 9

**ראשי פרקים לדו"ח ניטור
עיתי**

ראשי פרקים לדו"ח ניטור עיתי

1. דף שער – כולל את הפרטים הבאים: שם הפרויקט, מזמין העבודה, חברה מבצעת, כותב הדוח, מאשר הדוח ותאריך

2. רקע

2.1. רקע כללי על האתר

2.2. מפת מיקום כללית

2.3. מפת מיקום קידוחי הניטור

3. מהלך הדיגום ותוצאות בדיקות שדה ומעבדה

3.1. תיאור שיטת הדיגום, שם הדוגם, משך הדיגום, נפח שנשאב לפני דיגום, תוצאות בדיקות שדה, צבע המים, עומק מפלס מי התהום, עומק הדיגום.

3.2. פירוט תוצאות מעבדה עבור כל קידוח בהתאם לפרמטרים שאושרו בתכנית החקירה ובהשוואה לערכי סף. דוגמא לטבלת ריכוז תוצאות מופיעה בנספח 10. יש לצרף את הטבלאות גם בקבצי Excel.

3.3. תיאור מילולי של הממצאים ותיחום הזיהום באתר

3.4. הצגת הממצאים העיקריים על גבי מפות ריכוזים או מפת קווים שווי ריכוז

3.5. ניתוח מגמות השינוי בריכוזי המזהמים השונים בזמן (בהתאם לדרישת רשות המים)

4. סיכום והמלצות

4.1. סיכום ומסקנות

4.2. המלצות להמשך ניטור

5. נספחים

5.1. תעודות מעבדה

5.2. טפסי משמורת

נספח 10

טבלת ריכוז ממצאי בדיקות

שדה ומעבדה

ממצאי השדה ותוצאות המעבדה ירוכזו בטבלאות בהתאם לדוגמאות המופיעות להלן :

במידה ולפרמטר הנבדק אין ערך בתקן הישראלי למי שתייה ניתן להציע ערך סף חלופי ולציין את מקורו.

21.05.17	בדיקה	יחידות	W-1	תקן מי שתייה
ממצאי שדה	נפח שאיבה בפועל	L	19.8	
	הגבה pH	–	6.33	
	מוליכות	$\mu\text{S}/\text{cm}$	1,751	
	טמפרטורה	$^{\circ}\text{C}$	26.9	
	חמצן מומס DO	mg/L	0.09	
	רדוקס	mV	60.2	
	עכירות	NTU	8.97	
	עומק פני המים	מ'	18.48	
	עומק קידוח	מ'	25	
מעבדה	MTBE	mg/L	0.06	0.04
	Benzene		< 0.01	0.005
	Toluene		< 0.01	0.7
	Ethyl Benzene		< 0.01	0.3
	Xylene		< 0.01	0.5

טבלה 2 - השוואה בין ריכוזים לאורך זמן

תקן מי שתייה	באר 1						שיטת דיגום	
	low flow					יח'		
	21.05.17	10.5.16	9.11.15	31.5.15	24.12.14			
0.04	0.06	< 0.005	<0.01	0.01	0.09	mg/l	MTBE	
0.005	< 0.01	< 0.005	<0.01	<0.01	0.002		בטון	
0.7	< 0.01	< 0.005	<0.01	<0.01	< 0.001		טולואן	
0.3	< 0.01	< 0.005	0.04	<0.01	< 0.001		אתיל-בטון	
0.5	< 0.01	< 0.005	0.08	<0.01	< 0.001		קסילן	