



תחנת הכוח (בגז) קסם

סיכום קידוחי קסם 4 ו-5

ומשמעותם לתיחום רדיוסי המגן וסיווג הרגישות ההידרולוגית

נועם לוי

עמוס ביין

יוני 2020

מבוא

הדוח הנוכחי מציג את ממצאי הקידוחים קסם 4 ו-5 שנקדחו לצורך השלמת המידע ההידרוגיאולוגי באתר קסם בקטע שבו מתוכנן איחסון הדלק (המתחייב בתקנות), ומעבר לו. בדומה לקידוחים הקודמים באתר (קסם 1, 2 ו-3), מפרט הקידוחים ומיקומם עוקב אחר הנחיות והתיאומים שנעשו מול דר' יעקב ליבשיץ, מנהל האגף להידרולוגיה בשרות ההידרולוגי/רשות המים. הפעילות העכשווית כללה גם איטום של קידוח קסם-3 לכל אורכו, וזאת בהתאם להנחיות השרות ההידרולוגי.

הצגת הדברים נעשית על רקע הדוח ההידרוגיאולוגי המפורט שהוגש בינואר 2020, ובהתייחס למסקנותיו המצביעות כי בשטח התחנה מתקיימים תנאי כליאה של אקוויפר החר, אשר יחד עם עוביו ואופיו של החתך החווארי-חרסיתי החוצץ בינו לבין בסיס אופק המים הרדוד (בסיס חבורת כורכר) יש בהם לשלול קיום קשר בין פני השטח/מי אקוויפר החוף לאקוויפר החר (ירקון תנינים). ובהתאם, תנאים שיש בהם כדי להפחית מהותית את הגדרת הרגישות ההידרולוגית בקטע הנדון בהשוואה לרגישות הגבוהה מאד המאפיינת את אזור ההפקה של קידוחי ראש העין הממוקמים בסמיכות למעיינות הירקון שיבשו.

כפי שיוצג להלן, ממצאי הקידוחים קסם 4 ו-5 הזהים בקירוב לאלה של 1 ו-2, מעלים כי בשטח הנבחן למיקום מיכלי הדלק מתקיימים תנאים הדומים לאלה שזוהו לאורך תוואי קו הדלק; לפיכך, סביר להחיל לגביו את אותה גישה שעמדה בבסיס צמצום רדיוסי המגן לכיוון התוואי, ולכלול גם אותו בתחום שלגביו הוחל הצמצום, בהתאם למוצע במסמך זה

קידוחי הניטור באתר קסם

מפרט הקידוחים קסם 4 ו-5 ומיקומם (תרשים 1) נקבע בהתאם לסיכום עם השרות ההידרולוגי ובהתייחס לממצאי קידוחי קסם 1, 2 ו-3 (שכאמור נאטם). הקידוחים נקדחו באמצעות ספירלה ואויר דחוס, ללא מים ו/או בוץ קידוח.

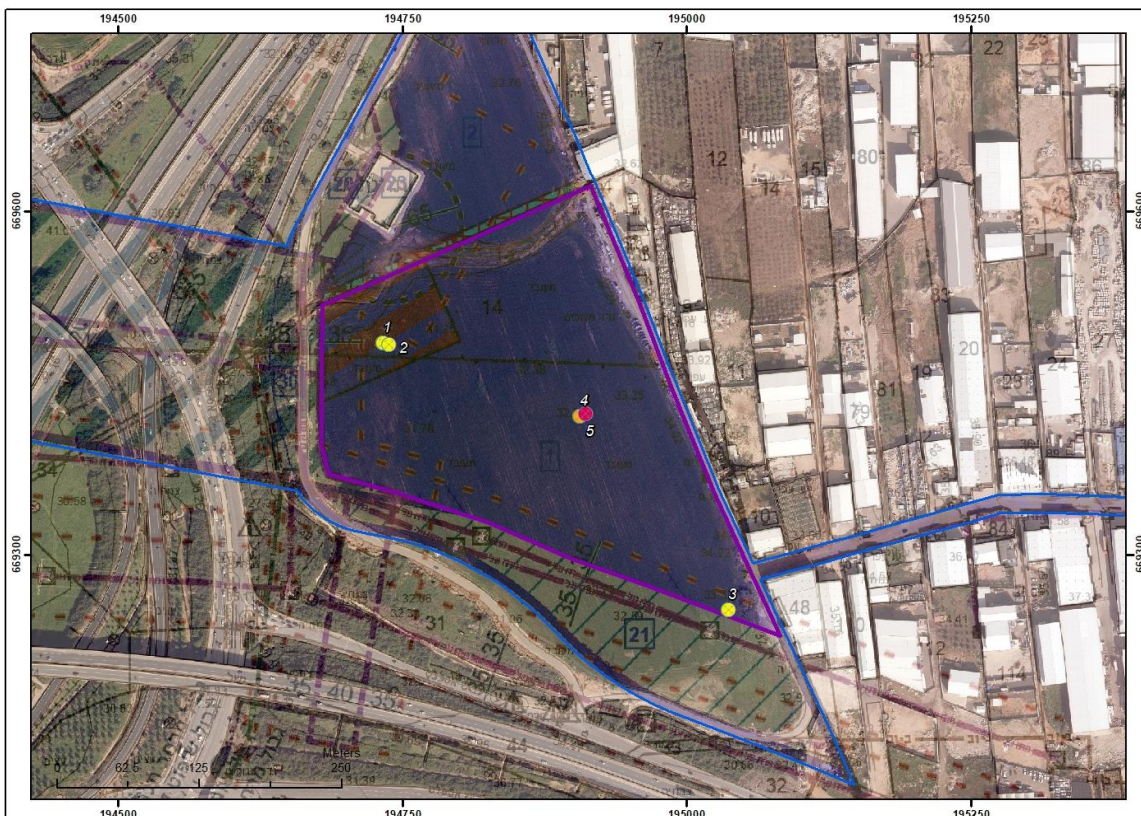
הקידוחים נקדחו בפיקוח גיאולוגי צמוד (חברת גיאולוג – משה ירקוני) בהתאם לנוהלי קדיחה מקובלים ולו בדיווח ורישום של מהלך הקדיחה, הופעת מים וכו'. החתך הנחדר בקידוח נדגם באינטרוולים של 1 מטר, הוגדר בשדה ונאסף באריזה מקובלת. בגמר הקדיחה בוצע צינור בהתאם לממצאים, כולל צינור PVC 3" ואיטום חיצוני בפלג צמנט מעל המסננת וחרסית דחוסה מעליו עד לפני השטח. מדגמים מהקידוח נמסרו לבדיקה פליאונטולוגית במכון הגאולוגי לבדיקת גיל ורצף סטריגרפי וחברת מצדה ביצעה לוגים הכוללים GR, SP, Resistivity. לאחר השלמת הקידוחים בוצעה מדידת מפלס, מוליכות חשמלית ונערך דיגום מים בידי גורם מוסמך ומדגמי המים נמסרו לאנליזה כימית. הלוגים המסכמים של הקידוחים ניתנים בתרשימים 2 ו-3 ואנליזות המים, כפי שהתקבלו, מוצגות בטבלה 1.

החתך והממצאים בקידוח קסם 4 (תרשים 2) מעלים קיומו של חתך קרקעי אלוביאלי עבה מפני השטח ועד עומק של 22.1 מטר, העשוי חרסית "שמנה" עם מעט צרורות ורווי במים בחלקו התחתון. בדיקות פליאונטולוגיות בחתך המקביל בקידוחי קסם 1-2 לא העלו כל ממצא בקטע זה, כמצופה מחתך קרקעי. מתחתיו נחדר חתך חווארי-חרסיתי עד לעומק של 52.5 מטר שעוביו 30.4 מטר, שגילו סנון -איאוקן תחתון והוא מיוחס לחבורות עבדת והר הצופים. מעומק זה ועד לעומק הסופי ב-65 מטר נחדר חתך גירי קשה האופייני לתצורת בע'נה (מגיל טורון) שבחלקה העליון של חבורת יהודה. בסה"כ חבורת יהודה מכוסה עד לפני השטח בחתך אקוויקלודי באופיו, שעוביו 52.5 מטר, העשוי, רובו ככולו חרסיתי וחווארים.

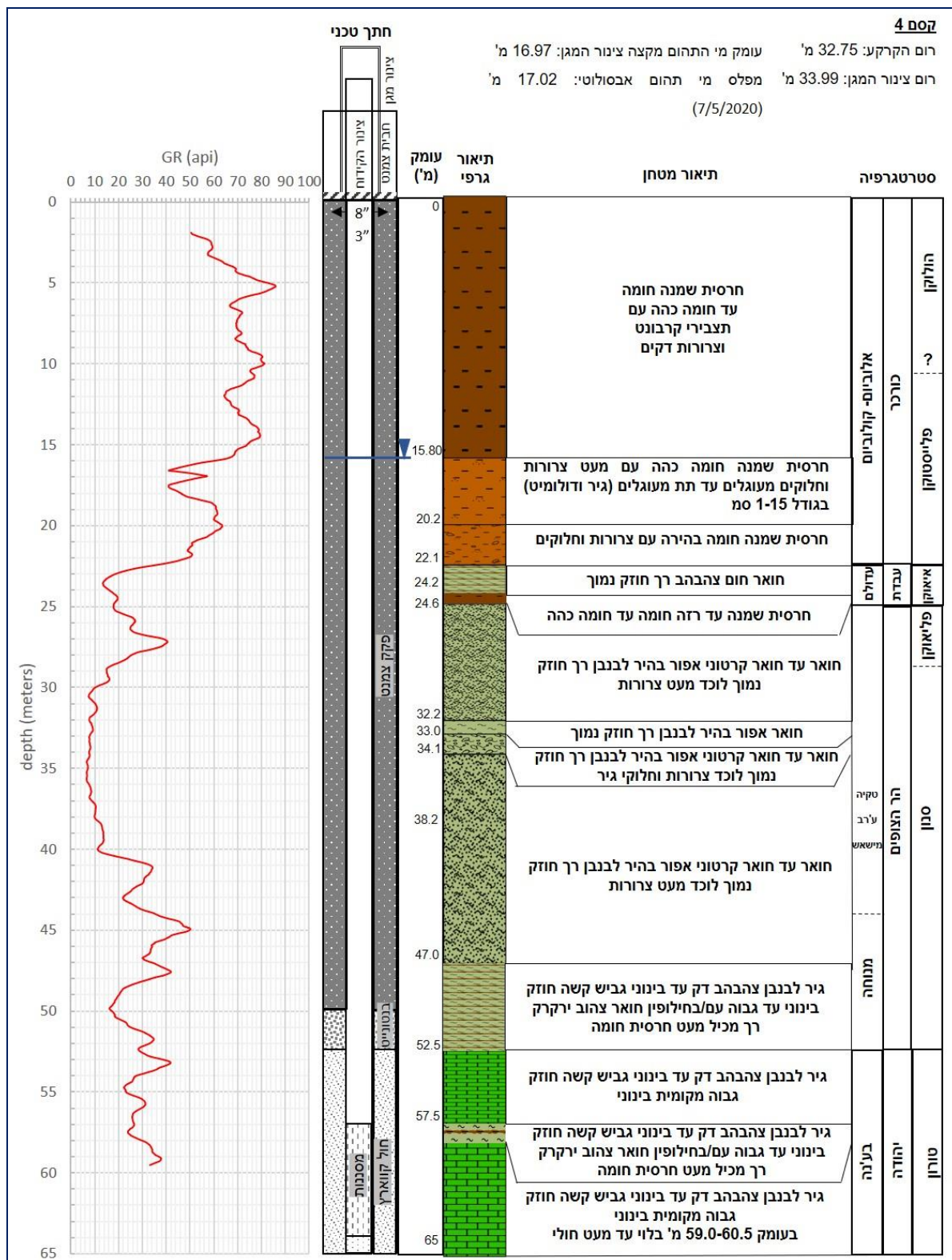
בהתאם לאופי החתך הנחדר וממצאי המים בו ובהתייחס לממצאי קסם 1 ו-2, הותקנו במקום שני קידוחי ניטור, קסם-4 לאקוויפר החר הנתון בתנאי כליאה (מסננת בעומק 57-64 מטר, תרשים 2)

וקסם-5 ל"אקוויפר" החוף (מסגרת בעומק 17-24 מטר, מול חתך אלוביאל, תרשים 3). רוס המפלסים בשני הקידוחים דומה ועומד על כ- 17 מטר מעל לפני הים ועומקו מפני הקרקע כ- 15.8 מטר. לעומת זאת הרכב המים בשני הקידוחים שונה בתכלית (טבלה 1, דיגום 7/5/2020); המים בקסם-5 (שולי אקוויפר החוף) מליחים (כלוריד 753 מ"ג/ל) ובעלי הרכב המעיד על תרומה אנטרופוגנית מכרעת. המים בקסם-4 מתוקים (כלוריד 334 מ"ג/ל), אך גם בהם ניכרת תרומה אנטרופוגנית ביחס להרכבים המאפיינים את קידוחי ראש העין (טבלה 1). ראוי לציון כי המליחות באופק הרדוד בקסם 5 נמוכה יחסית לעומת המליחות שנמדדה בקידוח המקביל, קסם 2 לפני/בתחילת חורף 19/20 עתיר הגשמים, המתבטא בעליית מפלס של כ- 3 מטר. מדידת מוליכות חשמלית עכשווית (25/5/2020) בקסם 2 מעלה כי המליחות הגבוהה יחסית בהשוואה לקידוחים אחרים (כמו ראש העין יו-35/7, ממערב וקסם 5 מדרום מזרח) נשמרת ואף עולה (ל- $8,000 \mu\text{S}/\text{cm}$) גם לאחר עליית המפלס ב- 3 מטר, היא מליחות חריגה שאותה ניתן לייחס לקרבה רבה יותר למערכת ניקוז השפכים באזור התעשייתי הסמוך. עוד ראוי לציון כי מדידה חוזרת של המוליכות החשמלית בקסם 5 בתוך כשבועיים (ב-26/5/2020; $3,920 \mu\text{S}/\text{cm}$) מראה עליה של כ- 40%, בתגובה אפשרית לסיום הגשמים ולשינויים בהזרמת השפכים התעשייתיים בשולי כפר קאסם.

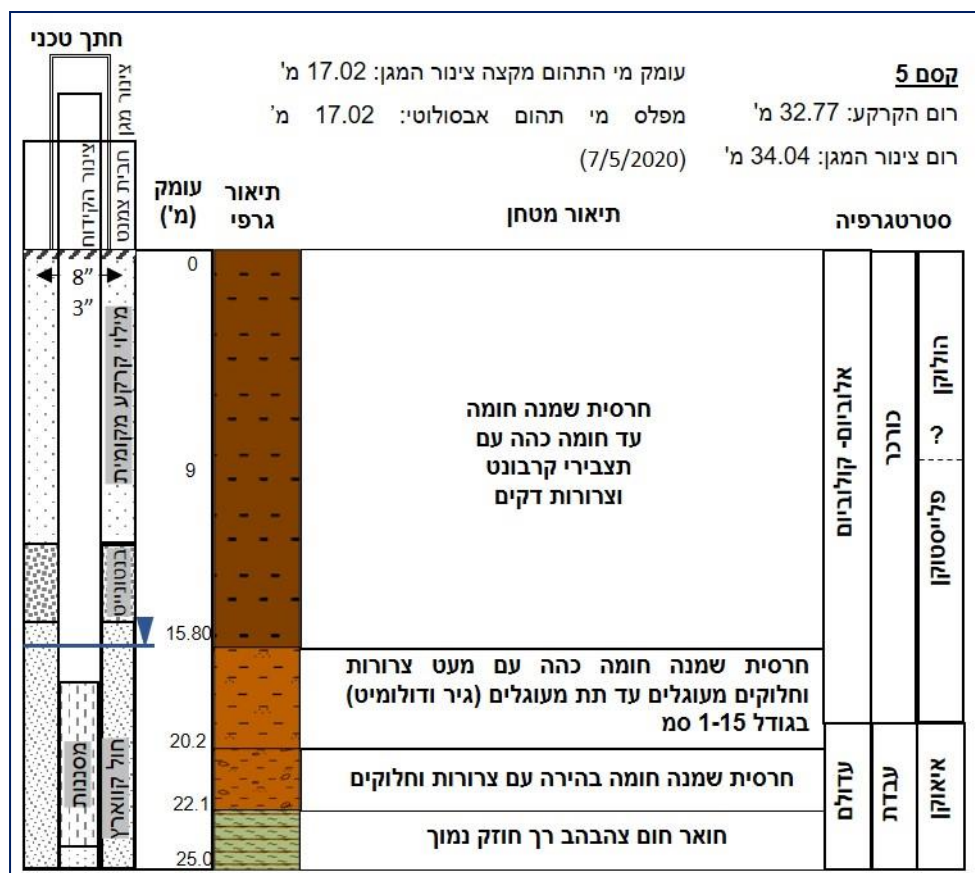
החתכים שהתקבלו בקידוחי קסם 4 ו-5 דומים לאלה שהתקבלו בקסם 1 ו-2. מיקום הקידוחים מוצג בתרשים 1 ובחתכים שבתרשים 4. עוביו ואופיו של החתך החווארי-חרסיתי החוצץ בין בסיס אופק המים הרדוד וגג אקוויפר ההר בקידוחי קסם 1-2 ו-4-5, מעלה כי אקוויפר ההר מצוי בתנאי כליאה באתר המתועד וסביבתו.



תרשים 1. קידוחי הניטור באתר קסם על רקע שטח התוכנית של המיזם. אזור קידוחי קסם 1, 2 תחום במסמכי התכנית כשטח המיועד להצבת מיכלי סולר בכפוף לאישור רשות המים ("הנחיות מיוחדות ב").



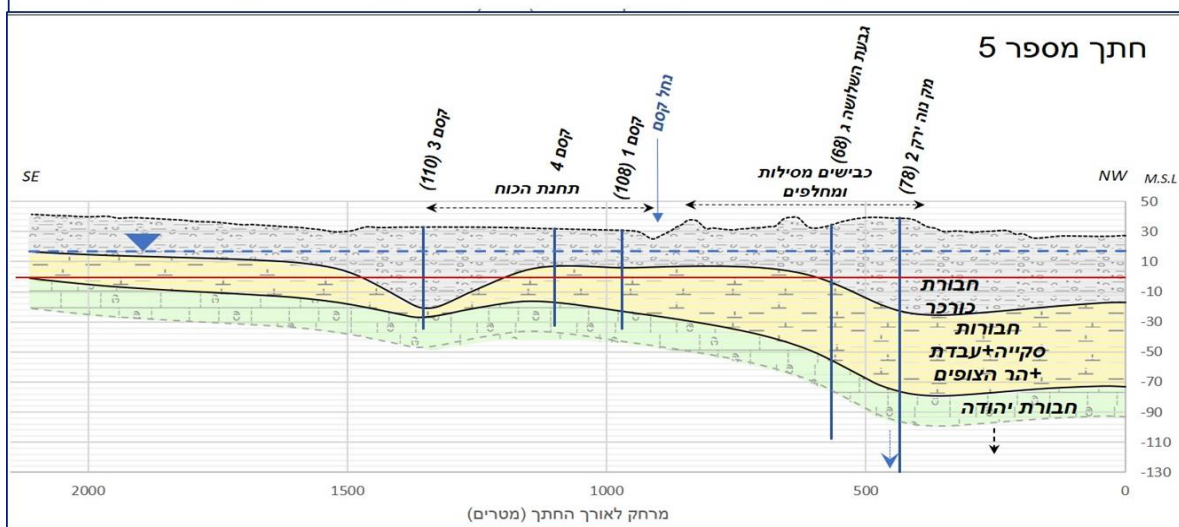
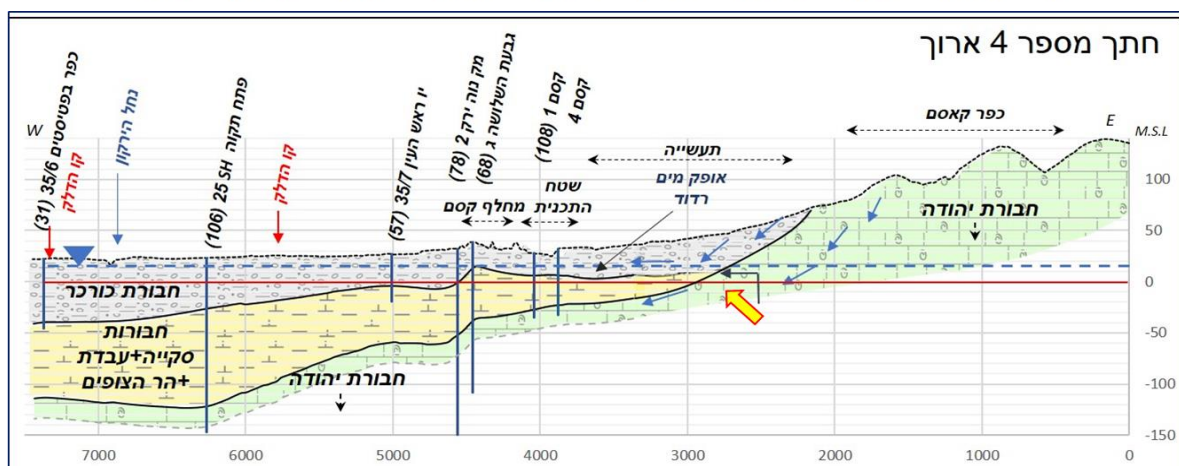
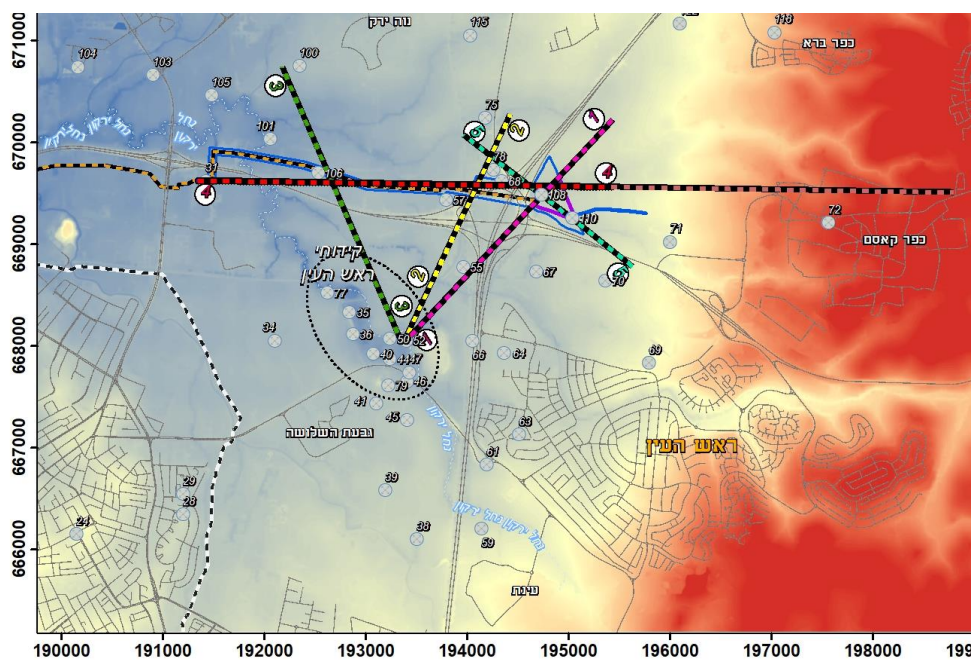
תרשים 2. לוג קידוח קסם 4. הסטרטיגרפיה המוצגת מסתמכת על בדיקות פליאונטולוגיות של המכון הגיאולוגי.



תרשים 3. לוג
קידוח קסם 5.

קסם 4		קסם 5	
תוצאה מ"ג/ל	בדיקה	תוצאה מ"ג/ל	בדיקה
קביעת אניונים בין כרומטוגרף		קביעת אניונים בין כרומטוגרף	
0.89	IC ברומיד	1.94	IC ברומיד
334.42	(IC) כלוריד	753.45	(IC) כלוריד
<1.00	IC פלואוריד	<1.00	IC פלואוריד
7.32	(IC) ניטראט	23.30	(IC) ניטראט
<0.20	(IC) ניטריט	<0.20	(IC) ניטריט
<0.30	(IC) פספאט	<0.30	(IC) פספאט
44.55	(IC) סולפאט	53.26	(IC) סולפאט
281.00	3-ביקרבונט HCO ₃	281.00	3-ביקרבונט HCO ₃
סריקת מתכות חלקית (ICP)		סריקת מתכות חלקית (ICP)	
99.896	סידן 2/(Ca)	322.538	סידן 1/(Ca)
5.343	אשלגן 2/(K)	12.072	אשלגן 2/(K)
49.133	מגנזיום 2/(Mg)	89.556	מגנזיום 2/(Mg)
103.838	נתרן 3/(Na)	179.376	נתרן 1/(Na)
דיגום LOWFLOW ע"י לקוח במשאבת עומק מפלס עליון		דיגום LOWFLOW ע"י לקוח במשאבת עומק מפלס עליון	
16.97	(חמצן מומס) (לאחר התייצבות)	17.03	(חמצן מומס) (לאחר התייצבות)
16.97	(מוליכות חשמלית) (לאחר התייצבות)	17.03	(מוליכות חשמלית) (לאחר התייצבות)
3.43	pH (לאחר התייצבות)	7.55	pH (לאחר התייצבות)
1668	(רדוקס) (לאחר התייצבות)	2727	(רדוקס) (לאחר התייצבות)
8.50	עומק דיגום	9.50	עומק דיגום
-388.4	(טמפרטורה) (לאחר התייצבות)	-272.6	(טמפרטורה) (לאחר התייצבות)
21.0	עומק כללי של הקידוח	23.50	עומק כללי של הקידוח
24.8	(עכירות) (לאחר התייצבות)	24.4	(עכירות) (לאחר התייצבות)
65.0		25.0	
8.66		35.8	

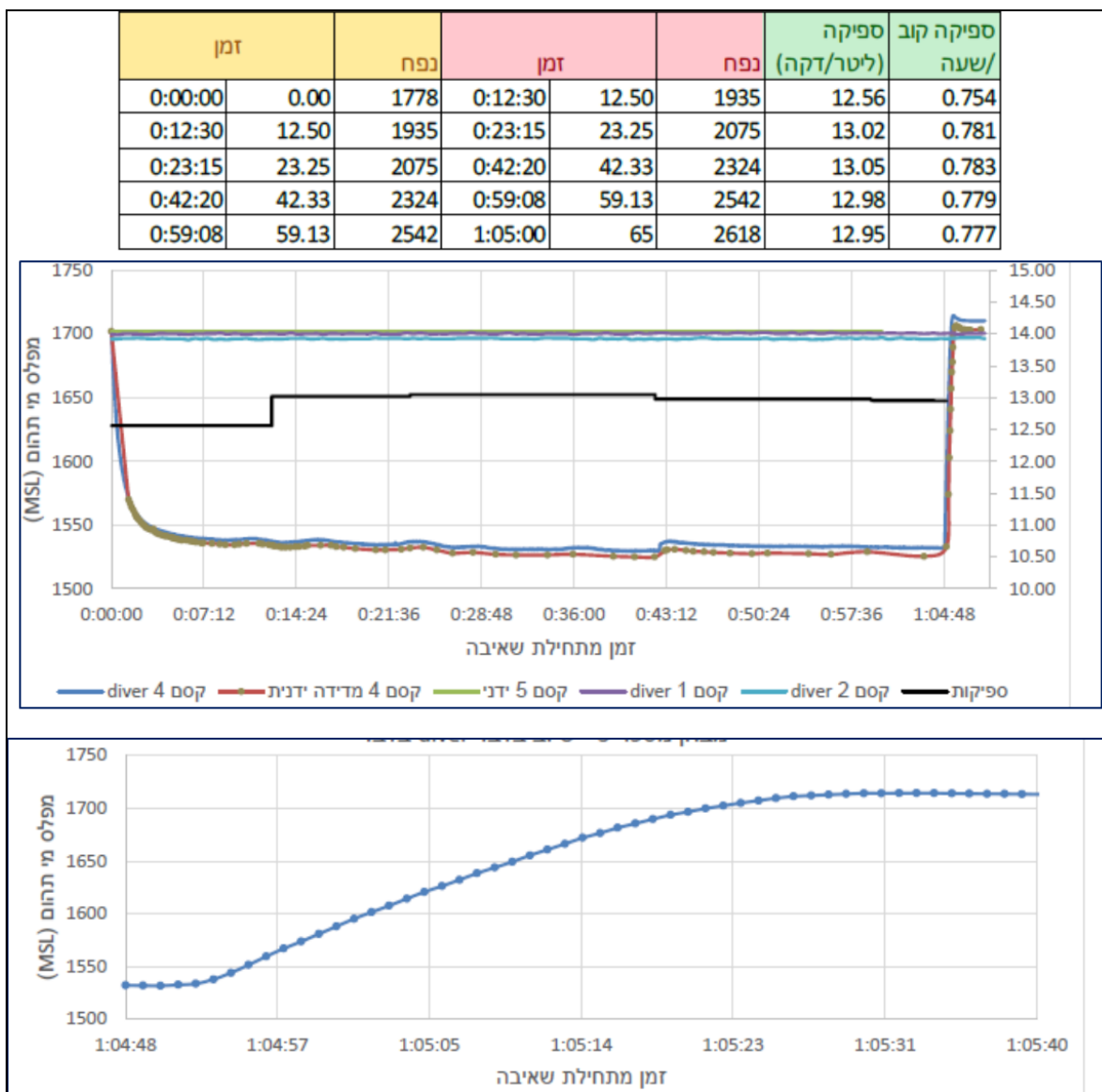
טבלה 1. ההרכב
הכימי של המים
בקידוחי קסם 4
ו-5.



תרשים 4. חתכים 4 ו-5 מתוך הדוח ההידרוגיאולוגי המפורט (1/2020) שעודכנו עם נתוני קידוח קסם 4. נתוני קסם 4 ו-5 זהים בקירוב לאלה שב 1 ו-2. בתקופה שחלפה מאז 1/2020, מפלס מי התהום עלה בכ- 3 מטר ובכך ניכרת השפעה רבה יותר של אקוויפר החר, הכלוא בשטח התוכנית, על האקוויפר הרדוד; זאת בקטע ממזרח ומדרום מזרח לקידוחי קסם 1, 2, 4 ו-5, במקום שבו השכבה הכולאת מתאפסת (חץ בחתך 4 אורך).

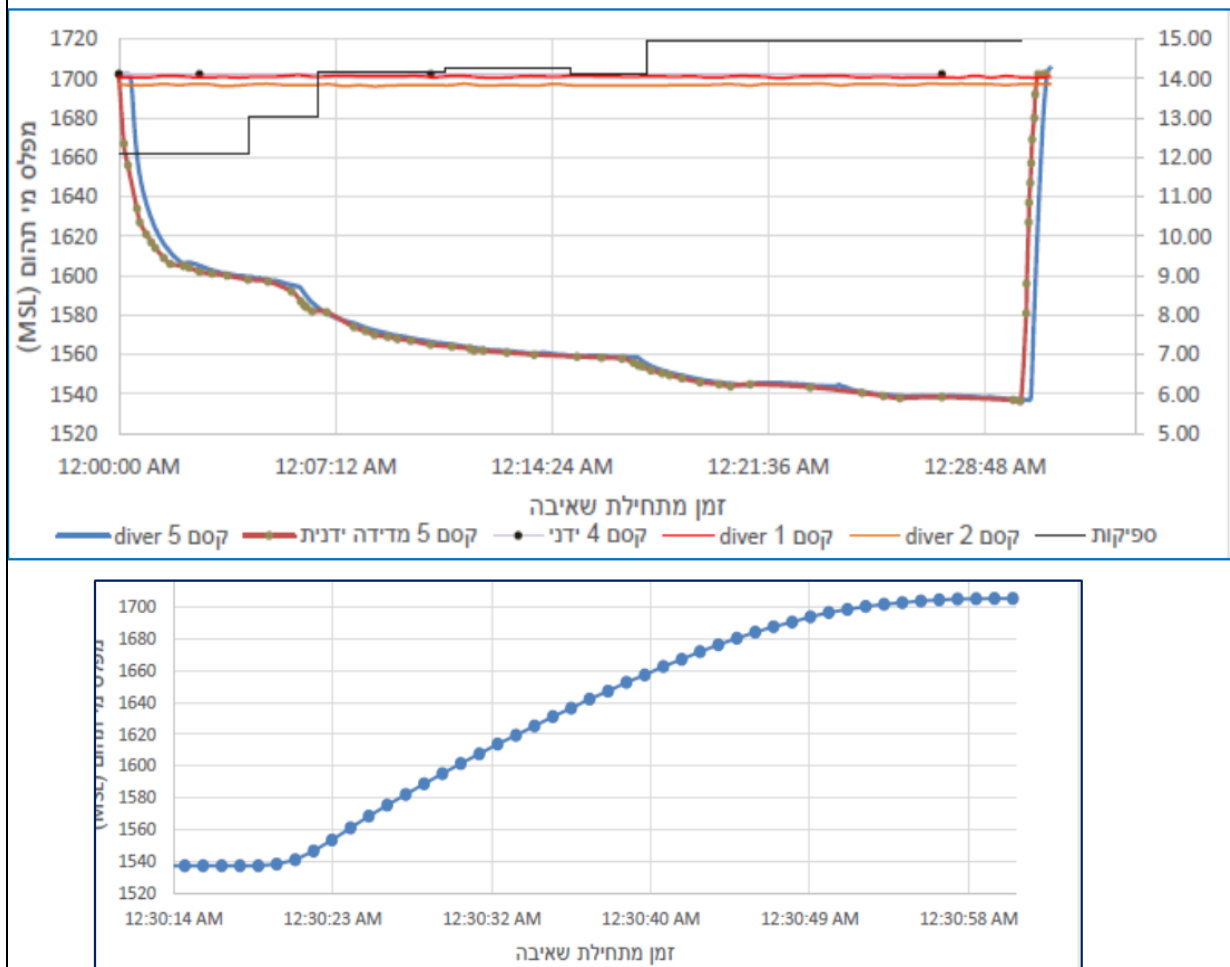
שאיבות פיתוח ומבחני שאיבה

עם סיום הקדיחה והתקנת הקידוחים נערכו שאיבות פיתוח וניסיון למבחן שאיבה ראשוני בקידוחים קסם 4 ו-5. במהלך השאיבה בקידוחים נערך גם מעקב אחרי השתנות המפלסים בקסם 1 ו-2 וזאת באמצעות מערך ניטור המפלס הקיים הכולל diver שמסדר נתונים. המעקב אחרי הקידוחים השואבים נעשה באמצעות diver נוסף וכן שני מדי מפלס ידניים בקידוחים קסם 4 ו-5. השאיבה בוצעה באמצעות משאבת Grundfos MP1, שהונחה בעומק של 4-7 מטר מתחת למפלס המים היציב, השאיבה התנהלה בספיקות של 12-15 ליטר/דקה (מגבלות תנאי הקידוח והמשאבה).



תרשים 5. מהלך השאיבה והשייב בקידוח קסם 4 ואשר איננו ניכר במפלסי המים הנרשמים בקסם 1, 2 ו-5. למטה, מהלך השייב המהיר המתרחש בתוך פחות מ-30 שניות.

זמן		נפח	זמן		נפח	ספיקה (ליטר/דקה)	ספיקה קב/שעה
0:00:00	0.00	2618	0:04:18	4.30	2670	12.09	0.726
0:04:18	4.30	2670	0:06:36	6.60	2700	13.04	0.783
0:06:36	6.60	2700	0:10:50	10.83	2760	14.17	0.850
0:10:50	10.83	2760	0:15:02	15.03	2820	14.29	0.857
0:15:02	15.03	2820	0:17:35	17.58333	2856	14.12	0.847
0:17:35	17.58	2856	0:30:00	30	3041.6	14.95	0.897



תוצאות השאיבה והשיוב בשני הקידוחים, הרדוד והעמוק מעלים תוצאות דומות עם שפילה מרבית המתייצבת במהירות יחסית על כ- 1.6 מטר ושיוב מהיר עוד יותר בתוך 30 שניות (תרשימים 5 ו- 6). אין ספק שהתוצאות הן מוגבלות, בראש ובראשונה בגלל כושר הספיקה הנמוך של המשאבה הנגזר ממבנה הקידוחים וקוטרם הצר, ועומק המפלס. אי היכולת לשאוב בהספק שיש בה ליצור אילוך ממשי על המפלסים והשיוב המהיר מקשים על חישוב סביר של התולכות (T). במהלך השאיבה בשני הקידוחים לא נצפתה השפעה הדדית וגם לא ניכרת תגובה כלשהי בקידוחי קסם 1 ו-2. הדמיון בהתנהגות מהלך השאיבה בשני הקידוחים והאופי הדומה של השיוב מעידה כי המערכות מקיימות קשר הידראולי עקיף בשולי המערכת ממזרח שלאורכם מתאפסת החציצה בין אקוויפר ההר והאופק הרדוד (חתך 4 בתרשים 4). באזור זה מתקיים מעבר מים מאקוויפר ההר לאקוויפר החוף (כפי שמוכר במקומות אחרים לאורך

רגלי שדרת ההר, מצפון ומדרום לקסם) וניתן לראותו כגבול תורם סמוך שיש בו כדי לתרום לשיוב השפילה המוגבלת שנוצרה בקסם 5. לפיכך, תוצאת החישוב הראשוני (בנספח), המעלה תולכות (T) של כ- $2.2 \text{ מ}^2/\text{יום}$ בקידוח קסם 5, מסופקת ואינה בהכרח מייצגת.

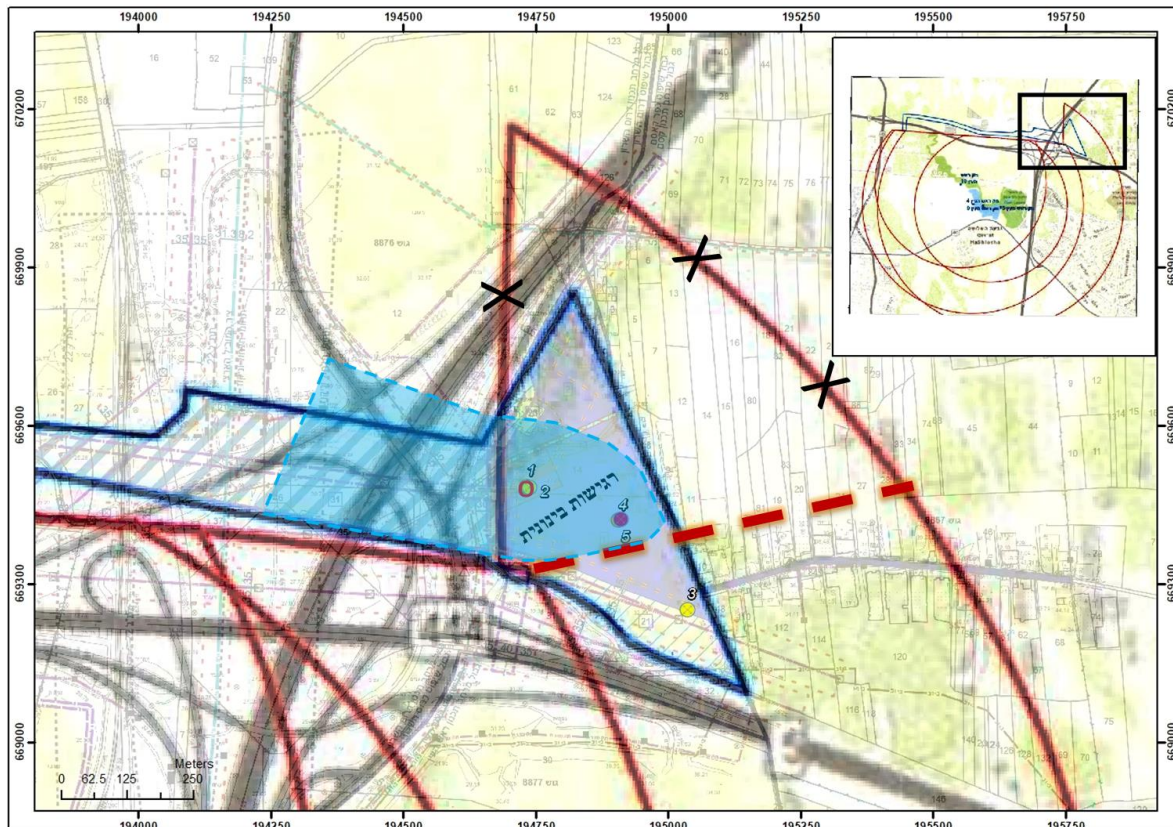
סיכום ומסקנות

1. החתכים שהתקבלו בקידוחי קסם 4 ו-5 דומים לאלה שהתקבלו בקסם 1 ו-2. עוביו ואופיו של החתך החווארי-חרסיתי החוצץ בין בסיס אופק המים הרדוד (בסיס חבורת כורכר) וגג אקוויפר ההר (גג חבורת יהודה) בקידוחי קסם 1-2 ו-4-5, מעלה כי אקוויפר ההר מצוי בתנאי כליאה באתר המתועד וסביבתו.
2. המים באופק המים הרדוד (קסם-5) (שולי אקוויפר החוף) מליחים (כלוריד 753 מ"ג/ל) ובעלי הרכב המעיד על תרומה אנטרופוגנית מכרעת. המים בקסם 4, מתוקים (כלוריד 334 מ"ג/ל), אך גם בהם ניכרת תרומה אנטרופוגנית ביחס להרכבים המאפיינים את קידוחי ראש העין. ראוי לציון כי המליחות באופק הרדוד בקסם 5 נמוכה יחסית לעומת המליחות שנמדדה בקידוח המקביל, קסם 2 לפני/בתחילת חורף 19/20 עתיר הגשמים, המתבטא בעליית מפלס של כ- 3 מטר. מדידת מוליכות חשמלית עכשווית בקסם 2 מעלה כי המליחות הגבוהה יחסית, עדיין נשמרת גם לאחר עליית המפלס ב- 3 מטר, מליחות חריגה שאותה ניתן לייחס לקרבה רבה יותר למערכת ניקוז השפכים באזור התעשייתי הסמוך.
3. השאיבה שבוצעה בקסם 4 ו-5 הוגבלה בשל כושר הספיקה הנמוך של המשאבה הנגזר ממבנה הקידוחים וקוטרם הצר, ועומק המפלס. אי היכולת לשאוב בהספק שיש בו ליצור אילוך ממשי על המפלסים, והתרומה לשיוב מקיומו של קשר הזנה עקיף מאקוויפר ההר (תנאי גבול תורם), מקשים על חישוב סביר של התולכות (T). במהלך השאיבה בשני הקידוחים לא נצפתה השפעה הדדית וגם לא ניכרת תגובה כלשהי בקידוחי קסם 1 ו-2.
4. קידוחי הניטור קסם 4 ו-5, יחד עם קסם 1 ו-2, מעלים כי החתך המיוחס לחבורת כורכר והמכיל את אופק מים המליחים בבסיסו, עשוי חרסיתי אלוביאלית 'שמנה' בעובי של כ- 25 מטר. חתך זה אקוויקלודי באופיו ואין להניח שהמים באופק זה מקורם בחילחול ישיר של מי גשמים. בהסתמך על התנאים באזור ועל הרכבם המליחי והמיוחד של המים, נראה שמקורם בעיקר במשקעים ושפכים תעשייתיים בשטחים שבשולי כפר קאסם שבהם החתך האלוביאלית מתדקק ומתאפס, בתוספת הזנה עקיפה מאקוויפר ההר.
5. מציאות אופק מים רדוד (מליח שאין בו שימוש) בבסיס חתך בעובי של כ- 25 מטר של חרסיתי אלוביאלית 'שמנה' המונח מעל לחתך אקוויקלודי היוצר תנאי כליאה באקוויפר ההר, יש בה כדי להוסיף לכושר החציצה של החתך שמעל אקוויפר ההר ולמנוע מעבר דלק דרכו. אופק רווי במים מעין זה שמתקיים בחתך, צפוי להיות מכשול בלתי עביר לחלחול דלק בתת הקרקע אל אקוויפר ההר וזאת בגין תכונת הציפה (buoyancy) של הדלק. דלק שמקורו באירוע פריצה או דליפה ואשר יחדור את החתך החרסיתי האלוביאלית העבה, צפוי להיעצר ולהצטבר על פני אופק המים הרדוד, ללא יכולת להתערבב בו ואו לחדור דרכו. הצטברות דלק מעין זו היא ברת גילוי מוקדם בקידוחי הניטור וניתנת לטיפול וסילוק.
6. ממצאי הקידוחים קסם 4 ו-5 יחד עם ממצאי הקידוחים הקודמים קסם 1 ו-2, מעלים כי ניתן לשלול קיום קשר בין פני השטח/מי אקוויפר החוף לאקוויפר ההר (ירקון-תנינים) בתחומם. משכך, הרגישות ההידרולוגית בשטח הקידוחים ובמרחב הקרוב להם נמוכה מזו המאפיינת את אזור קידוחי ראש העין, ומתקיימים בו תנאים שיש בהם כדי להפחית את פוטנציאל הזיהום של אקוויפר ההר (תרשים 7). על סמך הממצאים הנוספים יש מקום לעדכן את המלצת השרות ההידרולוגי שאומצה על משרד הבריאות (מכתבם לות"ל מיום 6/5/2020) כמוצג בתרשים 7, כך שהשטח המיוצג

ע"י קידוחי קסם 1, 2, 4 ו-5 ימצא מחוץ לרדיוס מגן ג' של קידוח ראש העין 5, ורגישותו ההידרולוגית תחשב לבינונית.

7. בהתאם, יש לאפשר את הצבת מיכלי הסולר בשטח שהוגדר במסמכי התכנית "הנחיות מיוחדות ב" שבתחומו בוצעו קידוחי קסם 1, 2, כפוף להצגת אמצעי מיגון ותוכנית תפעול וניטור שתבטיח אי כשל בכל הנוגע למערכת הדלק הנדרשת לגיבוי תחנת הכוח.

8.



תרשים 7. רדיוסי המגן ג' של קידוחי ראש העין 4, 5, 9 ו-10 כפי שהתקבלו ממשרד הבריאות (מכתבם לות"ל מיום 6/5/2020). על סמך הממצאים הנוספים יש מקום לעדכן את חוות דעת השרות ההידרולוגי שאומצה כאמור על ידי משרד הבריאות ולקבוע את גבול התחום לפי הקו המקווקו המוצע בתרשים, כך שהשטח המיוצג ע"י קידוחי קסם 1, 2, 4 ו-5 ימצא מחוץ לרדיוס מגן ג' של קידוח ראש העין 5, והרגישות בו תחשב לבינונית.

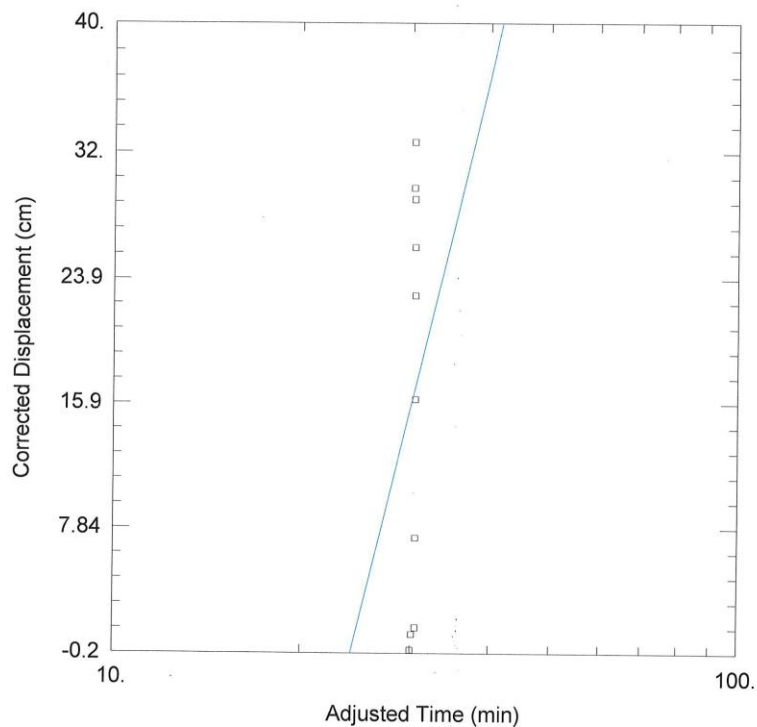


הדוח הנוכחי חובר ונערך על ידי דר' עמוס ביין וגועם לוי, החתומים מטה

נועם לוי,
גיאוטבע ייעוץ סביבתי בע"מ

ד"ר עמוס ביין, RPD-Geohyd יועצים
bamos@rpd-geohyd.com :ד"ר 0506-234500

נספח – חישוב ראשוני של תולכות מנתוני שיוב בקסם 5



WELL TEST ANALYSIS					
Data Set:			Time: 18:41:20		
Date: 06/02/20					
PROJECT INFORMATION					
Company: Amos Bein					
Client: kesen 5					
Test Well: Kesm 5					
AQUIFER DATA					
Saturated Thickness: 920. cm			Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.		
WELL DATA					
Pumping Wells			Observation Wells		
Well Name	X (cm)	Y (cm)	Well Name	X (cm)	Y (cm)
New Well	0	0	New Well	0	0
SOLUTION					
Aquifer Model: Unconfined			Solution Method: Cooper-Jacob		
T = 2.189 m ² /day			S = 22.9		