



תחנת הכוח (בגז) קסם

בחינה הידרוגיאולוגית מפורטת של אתר
קסם וקו הדלק בהסתמך על נתוני
קידוחים ישנים וקידוחי ניטור חדשים

נועם לוי

עמוס ביין

ינואר 2020

מבוא

העבודה הנוכחית עוסקת בתוכנית להקמת תחנת כוח מופעלת בגז טבעי באתר קסם (תתל 98) שבה מתחייב איחסון דלק להפעלה בחירום וחיבורו בקו דלק (שאינו פעיל בשגרה) מערבה, אל צינור תש"ן פעיל (קו 10). העבודה מתמקדת במיקומה של התוכנית בהתייחס לחשיבות ההפקה בקידוחי ראש העין לרגישות ההידרולוגית של המרחב הקרוב בהתאם לסיווגי תמ"א 4/ב/34 ותמ"א-1, כמסמך מנחה. העבודה מציגה חקירה הידרוגיאולוגית מפורטת של המרחב הקרוב, הנערכת בהתאם להחלטת הוועדה לתשתיות לאומיות בדיון להעלות והשגות שנערך ביום 7.10.19. מסגרת הדוח ותכולתו עוקבת אחרי סיכום דיון שהתקיים ב-28/8/2019 במשרדו של דר' יעקב ליבשיץ, מנהל האגף להידרולוגיה בשרות ההידרולוגי/רשות המים. הדוח מבוסס על איסוף וניתוח כל נתוני הקידוחים הרלבנטיים הקיימים בארכיוני השרות ההידרולוגי, המכון הגיאולוגי והמכון הגיאופיסי, וכולל בחינה ואיסוף נתונים מדוחות ופירסומים מקצועיים, בעיקר עבודת הדוקטור של גדליה גבירצמן (1970), עבודת המסטר של דן גיל (1965) ונתוני קידוחים של גג חבורת יהודה (פליישר, 2000). הניתוח שנערך במסגרת מסמך זה כולל נתונים נוספים שמקורם בשלושה קידוחי ניטור חדשים שבוצעו בשטח האתר בהתאם לסיכום הדיון בשרות ההידרולוגי ועל פי התכנית שאושרה בוועדת הקידוחים של רשות המים. הנתונים מהקידוחים הקיימים שנבדקו וקידוחי הניטור החדשים שנערכו בשטח התכנית מופיעים בקובץ בסיס הנתונים הנספח למסמך זה.

שיטת העבודה ומוצריה

בסיס הנתונים שהוכן במסגרת העבודה הנוכחית כולל את כל המידע הזמין והרלבנטי שנאסף במהלך שיטתי וממוקד. בשלב הראשון נסרקו כל מוקדי המידע ומופו כל הקידוחים שנקדחו במרחב הרלבנטי. בסה"כ נמצאו 123 קידוחים שמתוכם רק ב-66 היו נתונים רלבנטיים לצרכי המיפוי המרחבי. הקריטריון לבחינת המידע והתאמתו היה חדירה של הקידוח אל מעבר לבסיס חבורת כורכר וקיום תאור גרפי (לוג, מיפוי) ו/או תאור מילולי של החתך הנחדר. בהתייחס למטרת העבודה ולרמת המידע הוחלט לבנות בסיס נתונים שיאפשר להכין מפות סטרוקטורליות ומפות עומק של גג חבורת יהודה ובסיס חבורת כורכר וכן מפת עובי של החתך בניהם. חתך שהוא בעל אופי אקוויקלודי רציף והכולל את חבורות הסקיה, עבדת והר הצופים, ללא חלוקה פנימית ביניהם (שהיא בלתי אפשרית בהתייחס לרמת המידע הזמין וגם לא חשובה מבחינת מטרת העבודה). בסיס הנתונים הניתן בנספח 1 כולל קובץ אקסל שבו שם הקידוח ומספר זיהוי לצורכי המיפוי (מוצג בנפרד בטבלה 1), מיקומו וגובה נקודת הייחוס שלו וכן נתוני הרום ביחס לפני הים והעומק לבסיס חבורת כורכר וגג חבורת יהודה כפי שזוהו בלוגים של הקידוחים. בקובץ נפרד ניתנים כל הלוגים של הקידוחים כפי שהתקבלו. כל המידע הרלבנטי לביצוע קידוחי הניטור ותוצאותיהם מוצג בפרק נפרד בדוח, כאשר הדיווחים המקוריים המתאימים לחתכי הקידוחים, הבדיקות הפליאונטולוגיות והאנליזות הכימיות של המים ניתנים בנספח 2.

הנתונים כפי שסוכם בטבלת האקסל שימשו להכנת המפות השונות והיוו בסיס לקונטורציה ממוחשבת (kriging) של קוים שווה עומק ו/או גובה בעזרת תוכנת GIS. בהסתמך על המפות השונות, מפה טופוגרפית דגיטלית (DEM) ונתוני הקידוחים בטבלת האקסל הוכנו חמישה חתכים להדגמת התפתחות המבנה ההידרוגיאולוגי בכיוונים הרלבנטיים. כאמור, הנתונים והמידע שנאסף ניתנים בנספחים בעוד שהמפות והחתכים שהוכנו על בסיסם, מוצגים כתרשימים בגוף הדוח הנוכחי.

טבלה 1 קידוחים במרחב התכנית שיש בהם חדירה לבסיס חבורת כורכר ואשר שימשו לצרכי המיפוי המרחבי.

מספר זיהוי		שם הקידוח		רום הקרקע (MSL)	עומק הקידוח (מטרים)	חבורת כורכר		עובי שכבת האקוויקלוד-סקייה+עבדת+הר הצופים (מטרים)	חבורת יהודה		קוארדינטות (רשת ישראל החדשה)	
						בסיס חבורת כורכר (MSL)	עומק חבורת כורכר (מטרים)		עומק גג חבורת יהודה (מטרים)	גג חבורת יהודה (MSL)	X	Y
14	פתח תקוה				56		56				189330	666280
15	פתח תקוה א 33/5	42.5	80	-27.5	70			+10	+80		189470	666670
18	(פתח תקוה ט"ב)	25.07	48.35	-21.43	46.5			+5	+48		189100	667710
19	(פתח תקוה טית-בית)	25.27	57.25	-20.23	45.5			+11	+57		189130	667680
21	עולמית ל"י פתח תקוה באר נטושה	23.74	181	-40.01	63.75			+117	+181		189680	668290
23	ירקון (חק"ל) 34/5	15.44	49.5	-30.56	46			+4	+50		189100	669860
24	עין - גנים	45	220	5	40			190	230	-185	190150	666150
28	פגה	34.38	86	-28.12	62.5			+23	+86		191200	666340
29	פגה	34.38	157	-65.62	100			+57	+157		191200	666540
31	כפר הבפטיסטים 35/6	19.04	64.5	-38.96	58			+7	+65		191420	669620
34	גבעת השלושה	25.5	180	-11.5	37			71	108	-82.5	192100	668050
35	ראש העין 3	19.35	297.5	-3.65	23				16	-3.65	192840	668330
36	ראש העין 4	19.5	78.5	-4	23.5				23	-4	192876	668114
38	עינת 7	35.2	100	11.2	24				24	11.2	193500	666100
39	ראש אל עין	30	26	-15.85	19.85				20	-15.85	193190	666580
40	ראש העין 6	17.6	73	12.6	5				5	12.6	193070	667920
41	ראש - העין 34/7	28.09	32	5.59	22.5			+6	+32		193100	667430
44	ראש העין 7	17.93	125	5.43	12.5				13	5.43	193240	667870
45	(ראש העין) מגדל צדק 2	30	26	11.5	18.5				12	11.5	193410	667270
46	מגדל צדק		23.5	15.5	15.5				16	8	193410	667650
47	ראש העין 8	21.64	103.5	4.64	17				17	4.64	193430	667740
50	ראש העין 9	19.56	100	5.06	14.5				15	5.06	193240	668070
52	ראש העין 5	18	66	6.3	11.7				12	6.3	193400	668050
55	ראש העין	27.91	43	3.91	24			+19	+43		193960	668770
57	ראש - העין 35/7	25.45	40	4.45	21			+19	+40		193790	669430
59	זכרון רוטשילד 2	40	138	33.5	6.5				6	33.5	194140	666200
61	מגדל צדק	31.83	18.5	27.83	4				4	27.83	194190	666830

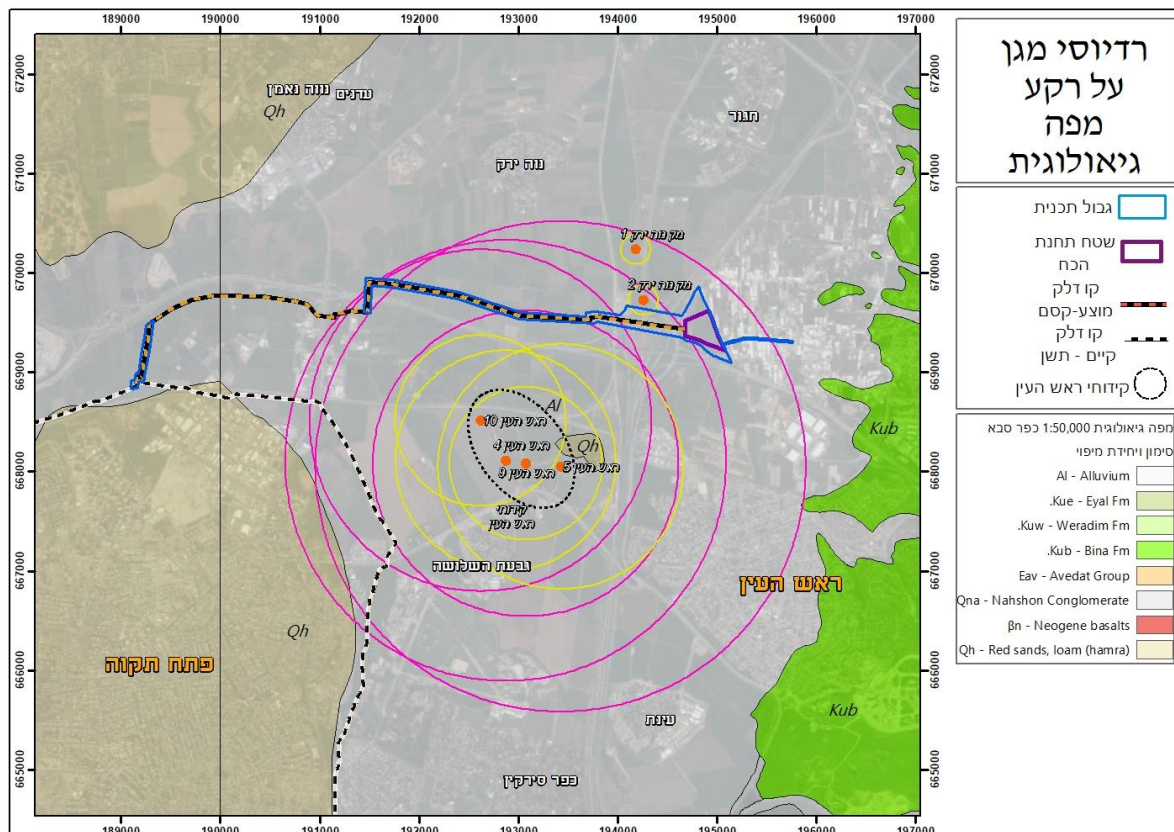
קואורדינטות (רשת ישראל החדשה)		חבורת יהודה		עובי שכבת האקוויקלוד-סקייה+עבדת+הר הצופים (מטרים)	חבורת כורכר		עומק הקידוח (מטרים)	רום הקרקע (MSL)	שם הקידוח	מספר זיהוי
Y	X	גג חבורת יהודה (MSL)	עומק גג חבורת יהודה (מטרים)		עומק חבורת כורכר (מטרים)	בסיס חבורת כורכר (MSL)				
667130	194510	18	17		17	18	69.8	35	ראש-אל-עין	63
667930	194360	7.5	23		23	7.5	26.8	30.5	מגדל צדק	64
668050	194050	11.84	13		13	11.84	75	24.84	ראש העין 2 קבוץ גבעת השלשה	66
668730	194680	8.13	21		21	8.13	27	29.13	ראש העין	67
669620	194340	-37.87	70	53	17	15.13	140	32.13	גבעת השלשה 3	68
667830	195790	42.48	3		3	42.48	60	45.48	ראש העין	69
668640	195360	-10.54	47.5	23	24.5	12.46	100	36.96	כפר קאסם - חוסני ודיא סרסור	70
669020	196000	18.5	7		6.5	18.5	40	25	כפר קסם	71
669210	197560	120.41	0		0	120.41	227.5	120.41	כפר קסם	72
670240	194180	-58.73	86	46	40	-12.73	174.5	27.27	מק נוה ירק 1	75
668520	192620	-9.45	33		33	-9.45	118	23.55	ראש העין 10	77
669730	194260	-87.34	120	56	64	-31.34	351.5	32.66	מק נוה ירק 2	78
667610	193220	-2.42	30		30	-2.42	823	27.58	ראש העין 12	79
667390	188750	-200	234	161	73	-39	420	34	פתח תקוה SH 12	95
666950	188040	-141	172	88	84	-53	217	31	פתח תקוה SH 13	96
668450	188850	-172	190	116	74	-56	330	18	פתח תקוה SH 16	97
668200	188320	-161	180	103	77	-58	263	19	פתח תקוה SH 17	98
667590	188470	-158	181	111	70	-47	365	23	פתח תקוה SH 18	99
670750	192350	-162	186	97	89	-65	207	24	פתח תקוה SH 19	100
670030	192060		+160	+85	75	-53	160	22	פתח תקוה SH20	101
670160	189700	-152	167	90	77	-62	207	15	פתח תקוה SH21	102
670660	190900	-147	164	66	98	-81	199	17	פתח תקוה SH22	103
670740	190160	-154	170	63	107	-91	172	16	פתח תקוה SH23	104
670460	191480	-117	137	50	87	-67	217	20	פתח תקוה SH24	105
669700	192530	-129	152	101	51	-28	170	23	פתח תקוה SH 25	106
669485.25	194733.31	-23.05	53.5	28.8	24.7	5.75	65	30.45	קידוח ניטור קסם 1	108
669251.67	195036.83	-28.35	61	4	57	-24.35	65	32.65	קידוח ניטור קסם 3	110
671507	193775	-88	119	71	48	-17	177.5	31	פ נוה ירק 1	111
672550	194390	-65	96	22	74	-43	105	31	גלגוליה עיסאווי	112
673211	193815	-141	168	98	70	-141	420	28	פ אלישמע א מושב	113
672860	193770	-184	212	144	68	-40	342	28	אלישמע 2	114
671050	194030		+43	+3	40	-12.68	43	27.32	יו ראש העין 36/7	115
671430	196570	33.4			16	33.4	152	49.4	פ כפר ברה מוסא לטיף	117

מספר זיהוי	שם הקידוח	רום הקרקע (MSL)	עומק הקידוח (מטרים)	חבורת כורכר		עובי שכבת האקוויקלוד-סקייה+עבדת+הר הצופים (מטרים)	חבורת יהודה		קוארדינטות (רשת ישראל החדשה)	
				בסיס חבורת כורכר (MSL)	עומק חבורת כורכר (מטרים)		עומק גג חבורת יהודה (מטרים)	גג חבורת יהודה (MSL)	X	Y
118	פ כפר ברה 1 קואופרטיב	68.6	109	68.6	0			68.6	197030	671080
119	פ גלגוליה חרבת חריש	42.1	44	2.8	39.3			2.8	196420	672180
120	פ ירחיב מושב א	56	96.7	56	0			56	197179	673499
121	פ חורשים קבוץ במשק	69.5	87.7	69.5	0			69.5	197301	671681
122	פ החורשים 2 סוכנות	40.7	200	26.7	14			26.7	196099	671164
123	פ חגור ב מושב גדוד 9	37.4	51.9	21.4	16			21.4	195430	671920

רקע כללי

אזור התוכנית מצוי לרגלי השוליים המערביים של שדרת ההר המרכזית (תרשים 1) שלאורכה מתרחשת עיקר הפקת האקוויפר ההר, המכונה גם אקוויפר ירקון-תנינים (ירקת"ן) על שם מוצאיו הטבעיים. קידוחי ההפקה לאורך הרצועה הנ"ל מצטיינים באיכות מי שתיה ובתפוקות גבוהות במיוחד כאשר ברבים מהם ההפקה נמוכה מהותית מזו האפשרית מבחינה הידראולית, וזאת משיקולי מאזן המים הכולל וניהול הפקת המים באקוויפר ובמערכת אספקת המים הארצית. אזור התוכנית מצוי במרחק של כ- 2-3 ק"מ צפונית מזרחית לקידוחי ראש העין הממוקמים במרחב שבו התקיימו הנביעות המקוריות של הירקון.

שטח התוכנית מצוי בשולי אקוויפר החוף המזרחיים ומעל אקוויפר ההר, בתחום המוגדר כבעל רגישות הידרולוגית גבוהה ביותר והחודר לתחום רדיוסי מגן ג' של קידוחי ראש העין (אתר התחנה לזה של ראש העין-5 בלבד בעוד שקו הדלק לאלה של ראש העין 4, 5, 9 ו-10). בחינה של המבנה ההידרוגיאולוגי במרחב הרלבנטי שהוצגה בדוח קודם (מיולי, 2019) והנבחנת במפורט במסמך הנוכחי, מעלה כי המבנה ההידרוגיאולוגי במרחב הנדון איננו בנוי כמקשה אחת; השתנות המבנה מדרום לצפון מראה כי בעוד שאזור קידוחי ראש העין הוא אכן בעל רגישות גבוהה מאד, התנאים שבאזור שמצפון לו והכולל את קידוחי נווה ירק ושטח התוכנית, שונים בתכלית ולפיכך בעל רגישות הידרולוגית נמוכה. עובדה זו באה לידי ביטוי ברדיוסי המגן של הקידוחים הרלבנטיים כפי שנקבעו ע"י משרד הבריאות בגיבוי מקצועי של השרות ההידרולוגי (תרשים 1). בעוד שרדיוסי המגן בראש העין נקבעו לפי הנוסחה הנוהגת בתנאים פראטיים והמתייחסת לנתוני ההפקה ומבנה הקידוח, רדיוסי המגן בקידוחי נווה ירק נקבעו לפי ערך אחד הנוהג בהפקה כלואה (150 מטר לרדיוסי מגן ב' ו-ג'), ללא תלות בהפקה ובנתוני הקידוח הספציפי.



תרשים 1. רדיוסי מגן של קידוחים במרחב שטח התכנית. קידוחי נווה ירק ורדיוסי המגן המופחתים סביבם בגין תנאי כליאה, נמצאים בתוך תחום רדיוסי המגן הרחבים של קידוחי ראש העין המתאימים לתנאים פראטיים.

קידוחי הניטור באתר קסם

מפרט הקידוחים ומיקומם נקבע בהתאם לסיכום עם השרות ההידרולוגי ובהתייחס לממצאי קידוח גישוש שנעשה ביולי 2019. בסה"כ נקדחו שלושה קידוחים; קסם 1 ו-2 נקדחו בחלקו הצפון מערבי של האתר בנקודה המיועדת להצבת מכלי הדלק לשעת חרום; קסם 3 נקדח כ- 400 מטר דרומית מזרחית להם, באזור קו הגדר הדרומית של שטח התחנה ובסמוך לאזורי החניה (מיקום הקידוחים מוצג במפות ובתכנים בהמשך). הקידוחים נקדחו באמצעות ספירלה ואויר דחוס, ללא מים ואו בוץ קידוח.

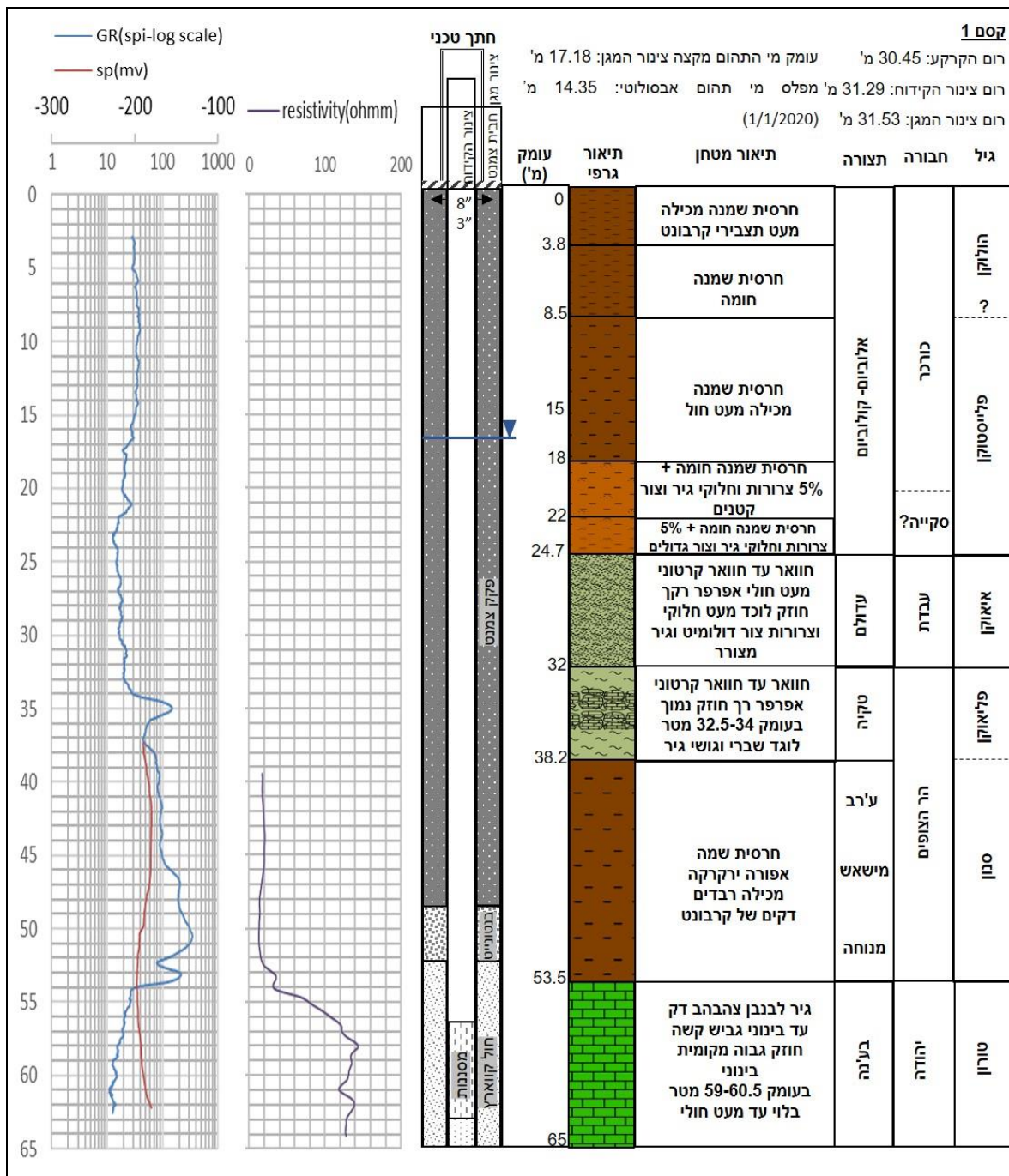
הקידוחים נקדחו בפיקוח גיאולוגי צמוד (חברת גיאולוג – משה ירקוני) בהתאם לנוהלי קדיחה מקובלים ולוו בדיווח ורישום של מהלך הקדיחה, הופעת מים וכו'. החתך הנחדר בקידוח נדגם באינטרוולים של 1 מטר, הוגדר בשדה ונאסף באריזה מקובלת. בגמר הקדיחה בוצע צינור בהתאם לממצאים, כולל צינור PVC 3" ואיטום חיצוני בפלג צמנט מעל המסננת וחרסית דחוסה מעליו עד לפני השטח. מדגמים מהקידוח נמסרו לבדיקה פליאונטולוגית במכון הגאולוגי לבדיקת גיל ורצף סטרטיגרפי וחברת מצדה ביצעה לוגים הכוללים GR, SP, Resistivity. לאחר השלמת הקידוחים בוצעה מדידת מפלס, מוליכות חשמלית ונערך דיגום מים בידי גורם מוסמך (חברת י.ד.ע מים וסביבה כקבלן משנה של חברת וירידים) ומדגמי המים נמסרו לאנליזה כימית של מרכיבים ראשיים בשתי מעבדות (בקטוכם ומעבדות מילודע&מיגל). הלוגים המסכמים של הקידוחים ניתנים בתרשימים 2, 3 ו-4 ואנליזות המים (מרכיבים ראשיים) מוצגות בטבלה 2. הלוגים המפורטים של הקידוחים, אנליזות המים וכן ממצאי בדיקות הפליאונטולוגיות כפי שהתקבלו ממעבדת השרות ומהמכון הגיאולוגי, בהתאמה, ניתנות בנספח.

החתך והממצאים בקידוח קסם 1 (תרשים 2) מעלים קיומו של חתך קרקעי אלוביאלי עבה מפני השטח ועד עומק של 24.7 מטר, העשוי חרסית "שמנה" עם מעט צרורות ורווי במים בחלקו התחתון. בדיקות פליאונטולוגיות לא העלו כל ממצא בקטע זה, כמצופה מחתך קרקעי. מתחתיו נחדר חתך חווארי-

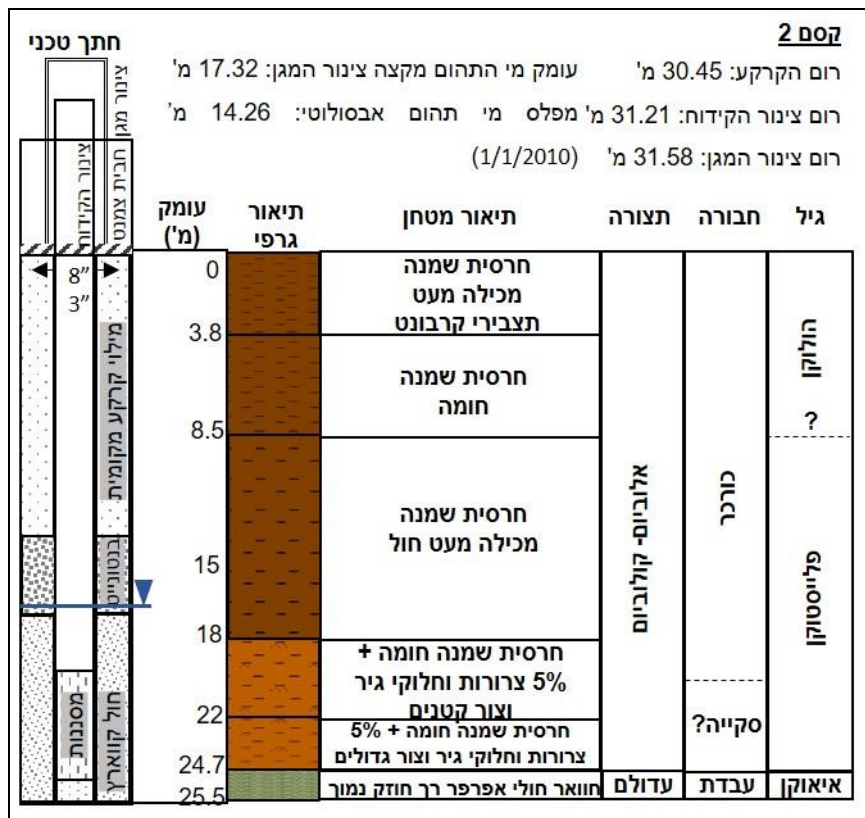
חרסיתי עד לעומק של 53.5 מטר שעוביו 28.8 מטר, שגילו סנון -איאוקן תחתון והוא מיוחס לחבורות עבדת והר הצופים (האנליזות הפליאונטולוגיות בנספח). מעומק זה ועד לעומק הסופי ב-65 מטר נחדר חתך גירי קשה האופייני לתצורת בעינה (מגיל טורון) שבחלקה העליון של חבורת יהודה. בסה"כ חבורת יהודה מכוסה עד לפני השטח בחתך אקוויקלודי באופיו, שעוביו 53.5 מטר, העשוי, רובו ככולו חרסיות וחוארים. בהתאם לאופי החתך הנחדר וממצאי המים בו הותקנו באתר שני קידוחי ניטור, קסם-1 לאקוויפר ההר הנתון בתנאי כליאה (מסננת בעומק 57-63 מטר) וקסם-2 (תרשים 3) לאקוויפר החוף (מסננת בעומק 19-24 מטר, מול חתך אלוביאל, תרשים 3). רום המפלסים בשני הקידוחים דומה ועומד על כ-14 מטר מעל לפני הים ועומקו מנקודת הייחוס כ-17 מטר. לעומת זאת הרכב המים בשני הקידוחים שונה בתכלית; המים בקסם-2 (שולי אקוויפר החוף) מליחים (כלוריד 2,459 מ"ג/ל) ובעלי הרכב המעיד על תרומה אנטרופוגנית מכרעת. המים בקסם-1 מתוקים (כלוריד 291 מ"ג/ל), אך גם בהם ניכרת תרומה אנטרופוגנית ביחס להרכבים המאפיינים את קידוחי ראש העין (טבלה 2).

החתך בקידוח קסם-3 (תרשים 4) מעלה קיומו של חתך קרקעי-אלוביאל העשוי חרסית 'שמנה' עם מעט צרורות, עד לעומק של כ-20.5 מטר מפני השטח. מעומק זה ועד לעומק של 33.2 מטר נחדר חתך חולי חרסיתי/חוארי המונח על חתך של צרורות וחלוקי גיר, דלומיט וצור הנמשך עד לעומק של 57 מטר. בין עומק 57 ל-61 מטר נחדר אופק חוארי ללא ממצא פליאונטולוגי המונח על גיר בענה (חבורת יהודה). הקידוח הופסק בעומק של 65 מטרים בגלל אי יציבות הקידוח והתמוטטות. בגין מצבו הטכני של הקידוח הוחדר צינור PVC לעומק של 53 מטר והמסננת הותקנה בעומק 45-51 מטר, מול חתך שעיקרו צרורות וחלוקים. רום המפלס ועומקו מפני השטח דומים לאלה שבקידוחי קסם 1 ו-2 והרכב המים בו דומה לזה שבקסם 1 והמאפיין את אקוויפר ההר באתר (תרשים 4 וטבלה 2).

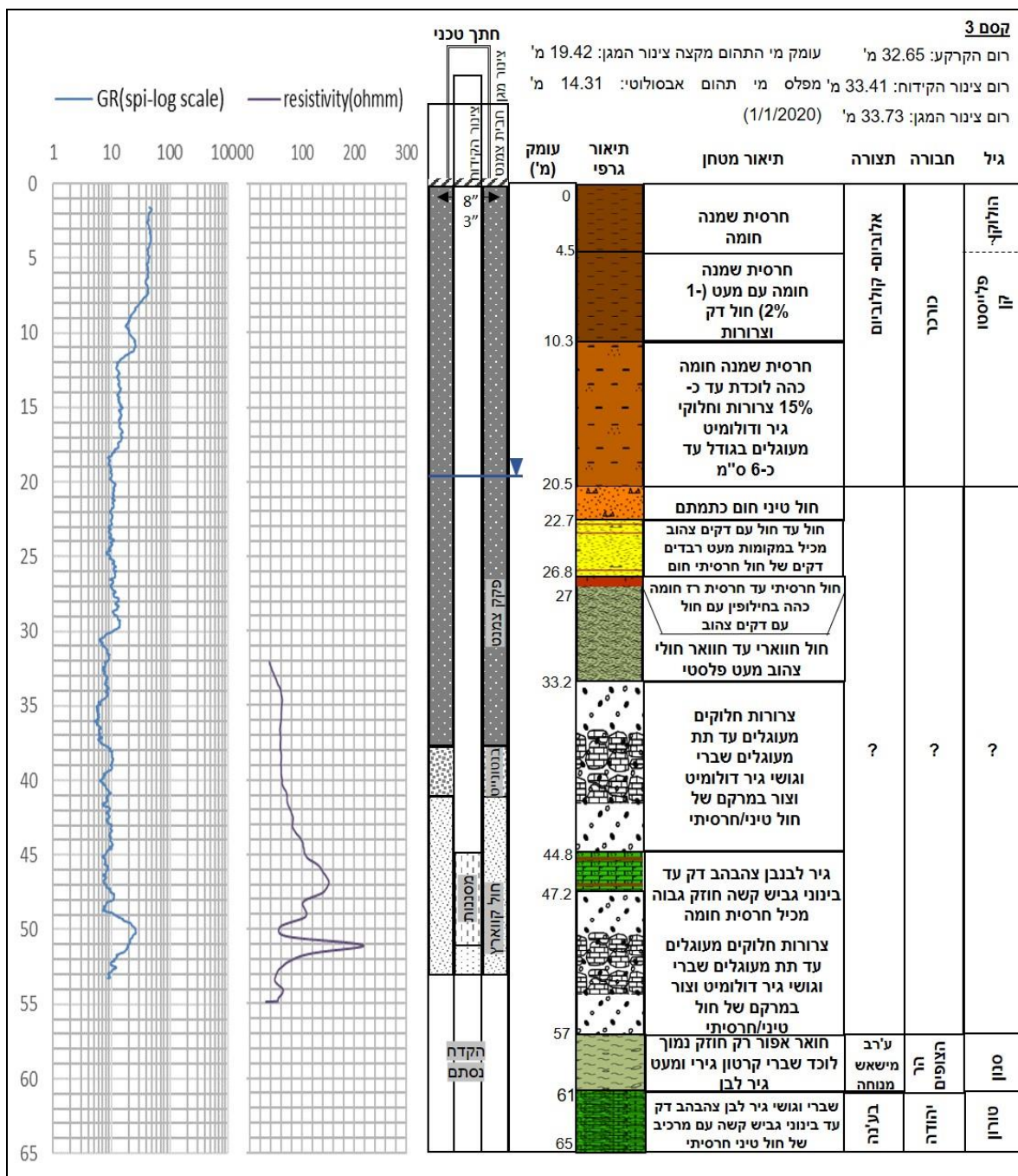
החתך שנחדר בקידוח קסם 3 עד לעומק של 57 מטר מיוחס לחבורת כורכר שבסיסה מוכר כמישור אי התאמה ארוזיבי. אופיו של החתך ועומקו מעלה קיומו של ערוץ ארוזיבי המותיר כ-4 מטר של חואר סנוני בלבד. החתך שמתחת לעומק 20.5 מטר אינו אוטם את גג חבורת יהודה ולפיכך המים בקידוח הם אלה של אקוויפר ההר. וזאת על פי החתך הנחדר והמליחות הנמוכה של המים הנדגמים בקידוח (כלוריד של 220 מ"ג/ל, נמוכה אף מזו שבקסם 1). בקידוח זה לא זוהה אופק רדוד עם מים מליחים בדומה לזה שנדגם בקידוח קסם 2. עדיין, ניתן להתייחס למפלס המים בקידוח כאל מפלס מקורה ע"י חתך בעובי של כ-20 מטר העשוי חרסית אלוביאלית 'שמנה'. בנוסף מכיוון שמדובר על עליית מים מאקוויפר ההר לתוך חתך בערוץ החתור בתוך שכבה אקוויקלודית (תרשים 15) סביר להניח כי תנועת המים בו מוגבלת (בדומה לעמוד מים בקידוח במנוחה שדפנותיו מדופנות).



תרשים 2 לוג קידוח קסם 1.



תרשים 3 לוג קידוח קסם 2.



תרשים 4 לוג קידוח קסם 3.

טבלה 2 תכולת יונים ראשיים (וכן ניטריט וברום) בקידוחי הניטור שבתחום התכנית

קסם 3	קסם 2	קסם 1	PPM
221	2460	291	Cl ⁻
0.1	4.7	0.2	NO ⁻²
8	37	5	NO ₃ ⁻
162	164	148	SO ₄ ⁻²
1.1	4.7	1.0	Br ⁻
378	342	268	HCO ₃ ⁻
178	594	163	Na ⁺
<2.00	251	45	Mg ⁺²
147	495	77	Ca ⁺²
61	25	66	K ⁺

המבנה ההידרוגיאולוגי במרחב התוכנית

החקירה המפורטת של מרחב התוכנית שנעשתה בהתאם לסיכום עם השרות ההידרולוגי, מבוססת כאמור על מיצוי המידע הקיים מקידוחים ישנים ועל המידע הנוסף שמקורו בקידוחי הניטור באתר שבוצעו במסגרת החקירה הנוכחית. המבנה ההידרוגיאולוגי מוצג בעזרת מפות סטרוקטורליות, מפות עומק ועובי (תרשימים 5-9) וכן חתכים המבוססים על נתוני המפות וקידוחים בתוואי (תרשימים 10-15). המפות כוללות

- מפה סטרוקטורלית של בסיס חבורת כורכר (תרשים 5)
- מפת עומק (ועובי) לבסיס חבורת כורכר (תרשים 6)
- מפה סטרוקטורלית של גג חבורת יהודה (תרשים 7)
- מפת עומק לגג חבורת יהודה (תרשים 8)
- מפת עובי של חבורות סקיה+עבדת+הר הצופים (חתך בין בסיס כורכר וגג יהודה) (תרשים 9).

בחירת אופקי המיפוי באה להניח את הבסיס לניתוח הרגישות ההידרולוגית והשתנותה במרחב וזאת בהתאמה לשיקולים הידרוגיאולוגיים ולאופי המידע הקיים. חיבור עובי חבורות סקיה, עבדת והר הצופים באה להציג עובי כולל של חתך חרסיתי-חוארי רציף, אקוויקלודי במהותו החוצץ בין בסיס אקוויפר החוף לבין גג אקוויפר ההר; ההבחנה בין היחידות השונות הבונות רצף זה איננה אפשרית במרבית הקידוחים הישנים ובעיקר איננה חשובה לעניין הנדון. ניתוח המבנה מתבסס על מפות העומק והעובי ועל החתכים המציגים את השתנות המבנה והרכב החתך הן בהתייחס לעומק והן בהתייחס למצבו הסטרוקטורלי.

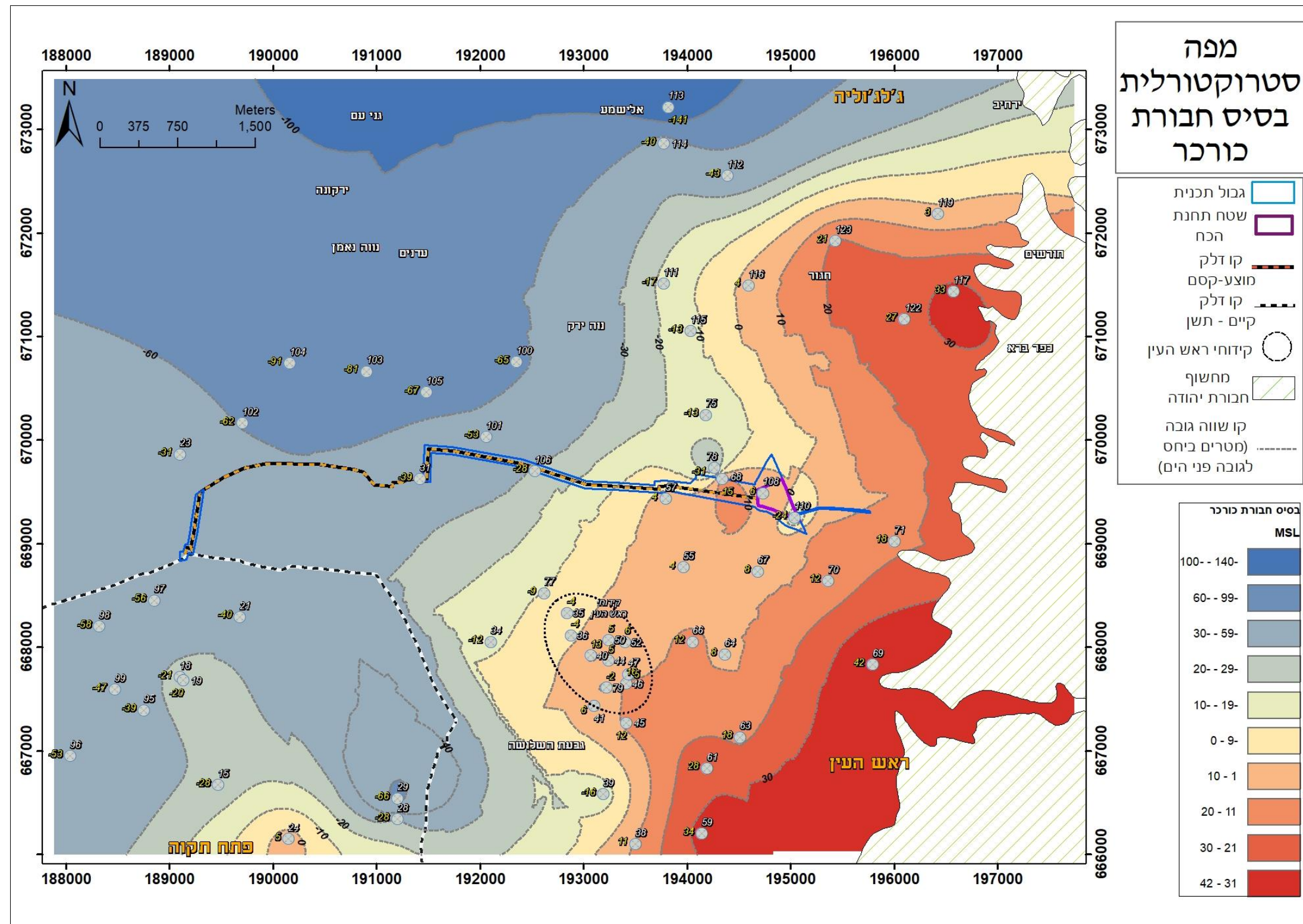
מבחינה הידרוגיאולוגית המבנה הדומיננטי במרחב הוא מבנה ראש העין שבשיאו קידוחי ההפקה המרוכזים סביב אתר נביעות הירקון שיבשו. המבנה כפי שניכר במפה הסטרוקטורלית של גג חבורת יהודה (תרשים 5) ומודגש אף יותר במפת העומק לאופק זה (תרשים 6), הוא שלוחה סטרוקטורלית מוגבהת המתמשכת מגבול מחשופי חבורת יהודה בכיוון כללי מערבה, שצירה נוחת מערבה ואילו שוליה נוחתים צפונה ודרומה. החקירה ההידרוגיאולוגית המפורטת הנדונה בדוח הנוכחי מתמקדת בשוליים

הצפוניים של מבנה ראש העין ועוקבת אחר השינוי ההדרגתי המתקיים במבנה התת-קרקעי מדרום לצפון.

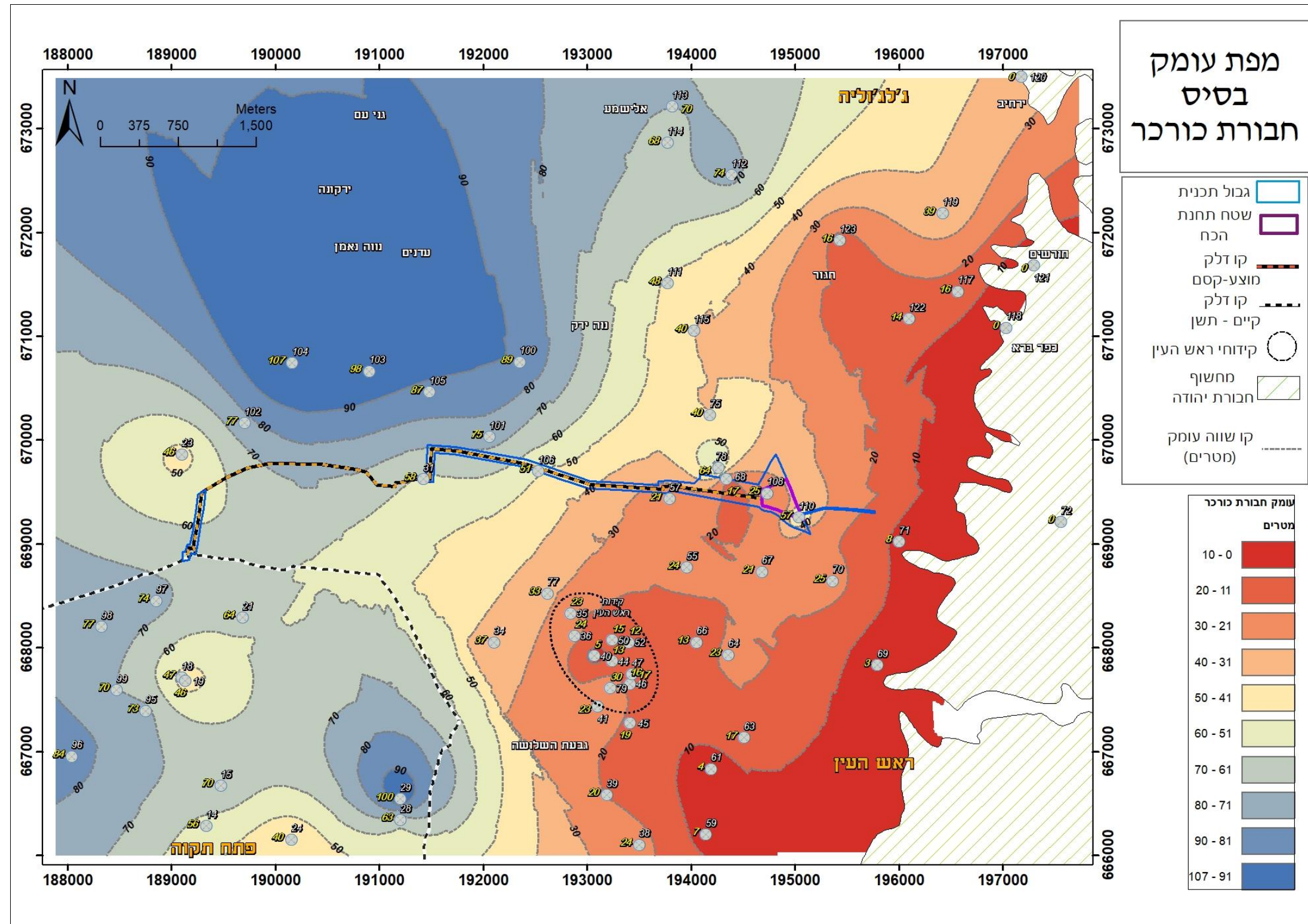
גג חבורת יהודה (תרשים 6) המצוי בעומק של מטרים ספורים מפני השטח באזור קידוחי ראש העין הולך ומעמיק בכיוון צפון מזרח לכדי 54 מטר בקידוח קסם 1- (תרשים 11), לכדי 70 ו- 120 מטר בקידוחי גבעת השלושה ג ונווה ירק 2 (תרשים 12) ולעומק גדול יותר בכיוון צפון-מערב, לכדי 152 מטר בפתח תקוה 25-SH, המצוי בסמיכות מידית לקו הדלק ול- 186 מטר, בקידוח פתח תקוה 19-SH עוד הלאה בכיוון צפון מערב (תרשים 13). במקביל להעמקת גג חבורת יהודה מראש העין צפונה, ניכרת העמקה גם של בסיס חבורת כורכר (תרשימים 7, 11, 12, ו-13) והתעבות של החתך האקוויקלודי שבין בסיס חבורת כורכר וגג חבורת יהודה מ- 0 בקידוחי ראש העין ל- 29 מטר בקסם-1, ל- 53-56 בקידוחי גבעת השלושה ג ונווה ירק 2, ול- 101 מטר בפתח תקוה 25-SH (תרשימים 9, 11, 12 ו-13).

התפתחות במגמה דומה ניכרת בחתך מזרח-מערב החוצה את שטח תוכנית קסם (האתר וקו הדלק), מגבול מחשופי חבורת יהודה במזרח, מערבה דרך קידוחי קסם-1, גבעת השלושה ג, נווה ירק 2. לפתח תקוה 25-SH וכפר הבפטיסטים 35/6 (תרשים 14). מגמה דומה נראית גם בחתך החוצה את שטח התוכנית מדרום-מזרח לצפון-מערב (תרשים 15). החתך העובר דרך קסם-3, קסם-1 גבעת השלושה-ג' ונווה ירק-2 מציג את הערוץ הארוזיבי שנחדר בקסם 3. העירוץ העמוק המגיע עד לכ- 3 מטר מגג חבורת יהודה מיוחס לבסיס חבורת כורכר המוכר כמישור אי התאמה ארוזיבית. מי אקוויפר ההר עולים וחודרים לתוך אופק הצורות והלוקים והמפלס מקורה מתחת ל-20 מטר חרסית אלוביאלית (כמתואר קודם בסעיף קידוחי הניטור).

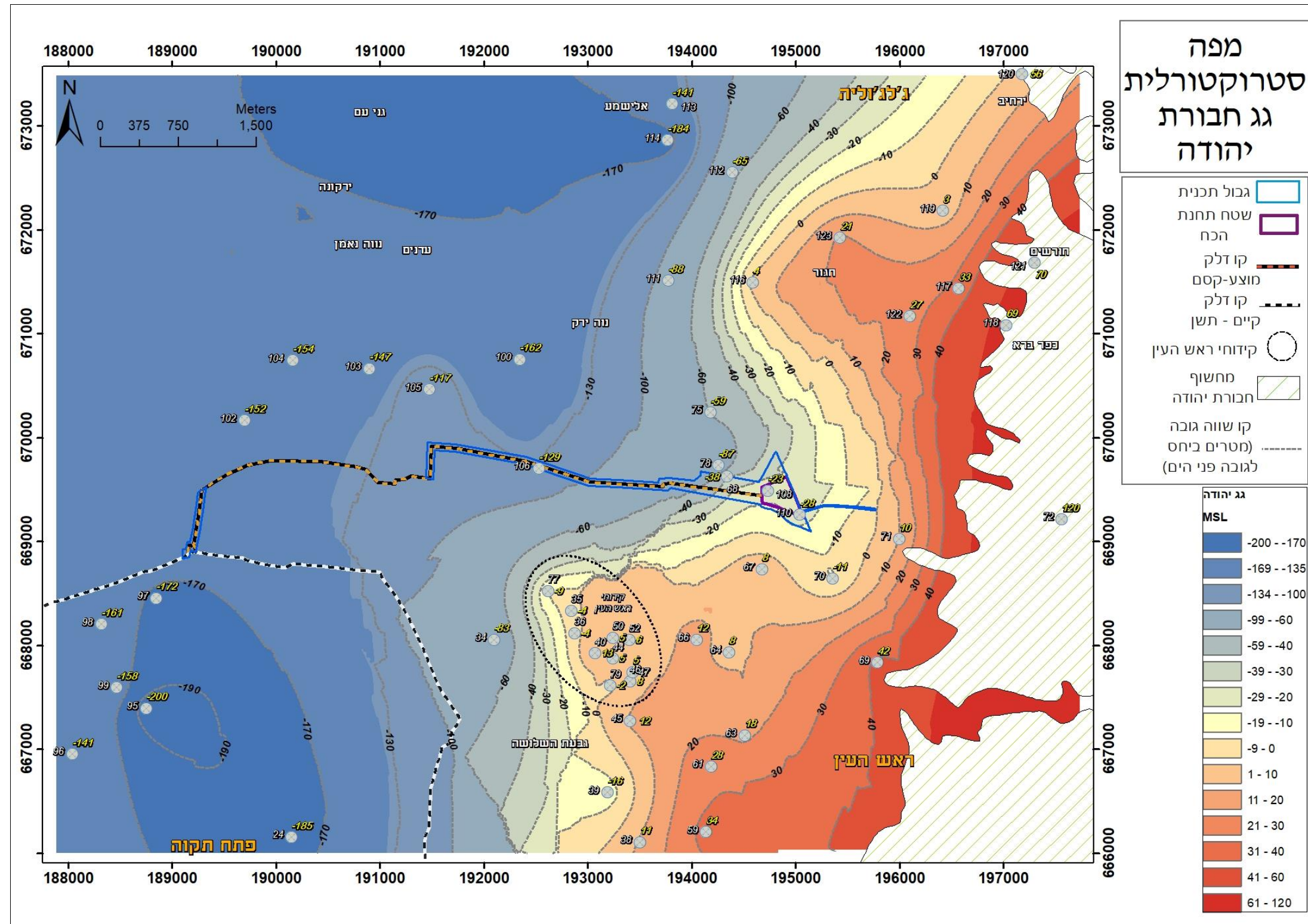
המבנה ההידרוגיאולוגי כמתואר, מעלה שינוי במצבו ההידראולי של אקוויפר ההר מדרום לצפון ומעבר מתנאים פריאטיים בקידוחי ראש העין לתנאי כליאה מלאים בעקבות הכיסוי המתעבה של החתך האקוויקלודי הרציף שמעליו. התוכנית כולה, מאתר איחסון הדלק המיועד ולאורך כל התוואי המתוכנן לצינור הדלק, מצויה בתחום שבו קיים חתך אקוויקלודי מעל לגג חבורת יהודה בעובי (מוכח נקודתית בקידוחים שבתוואי) של 29 מטרים במזרח ליותר מ- 100 מטר במערב (תרשים 14). תנאים אלה יחד עם ההבדלים המהותיים בהרכב המים המצויים באקוויפר ההר ובאופק הרדוד המיוחס לאקוויפר החוף, מעלים כי אקוויפר ההר בשטח המיועד לאיחסון והולכת דלק בתוכנית מצוי בתנאי כליאה.



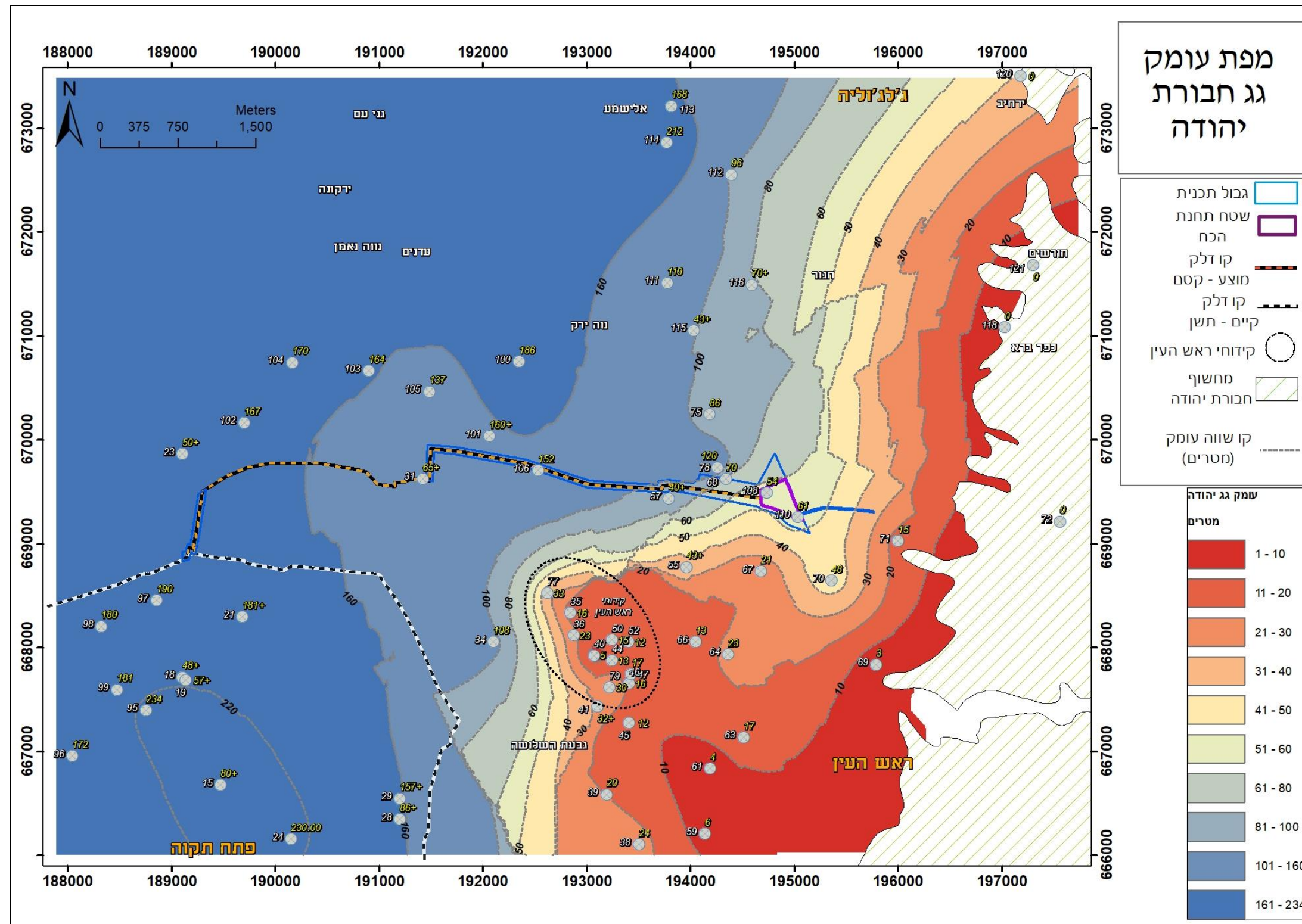
תרשים 5. מפה סטרוקטורלית של בסיס חבורת כורכר.



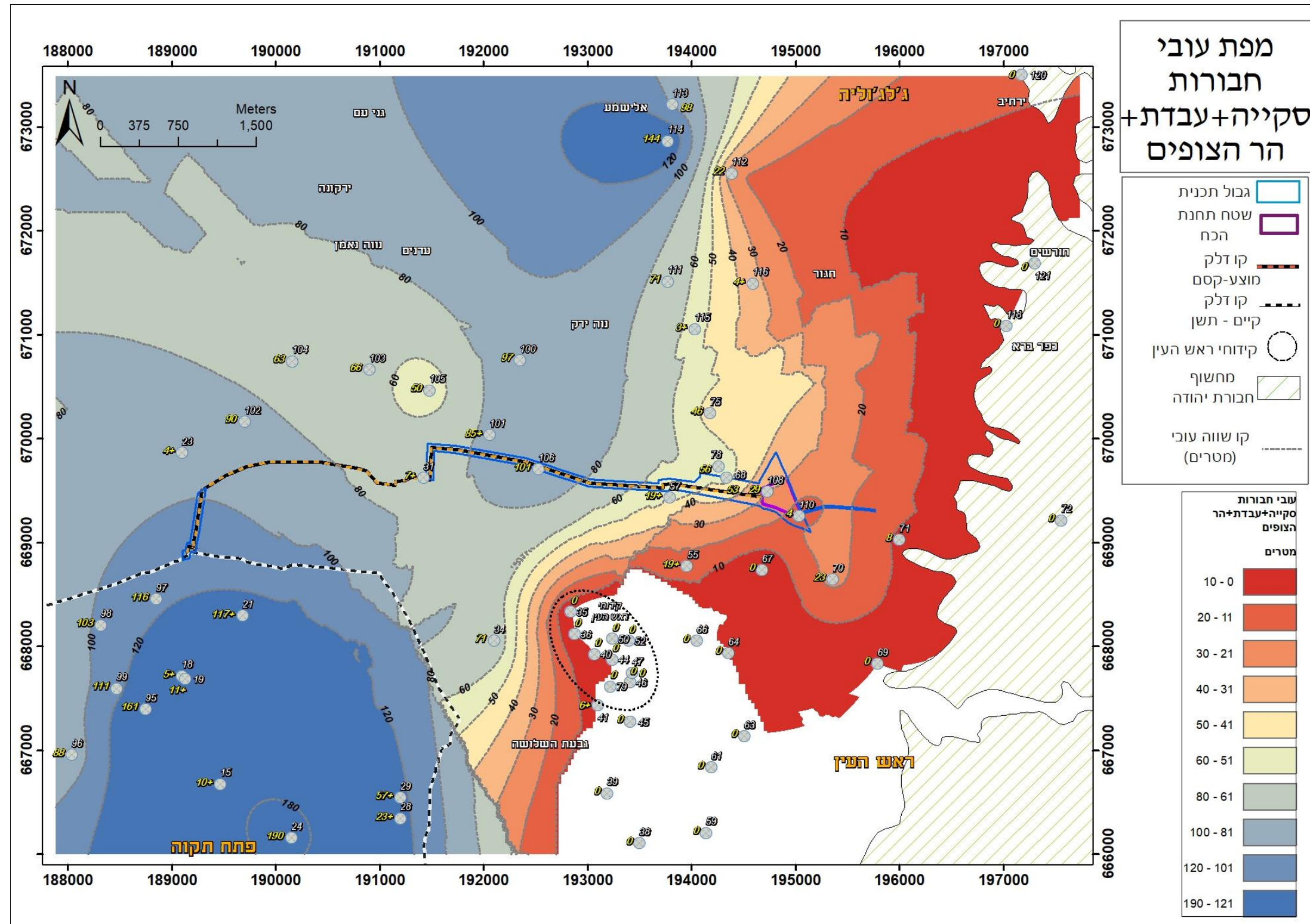
תרשים 6. מפת עומק (ועובי) לבסיס חבורת כורכר.



תרשים 7. מפה סטרוקטורלית של גג חבורת יהודה.

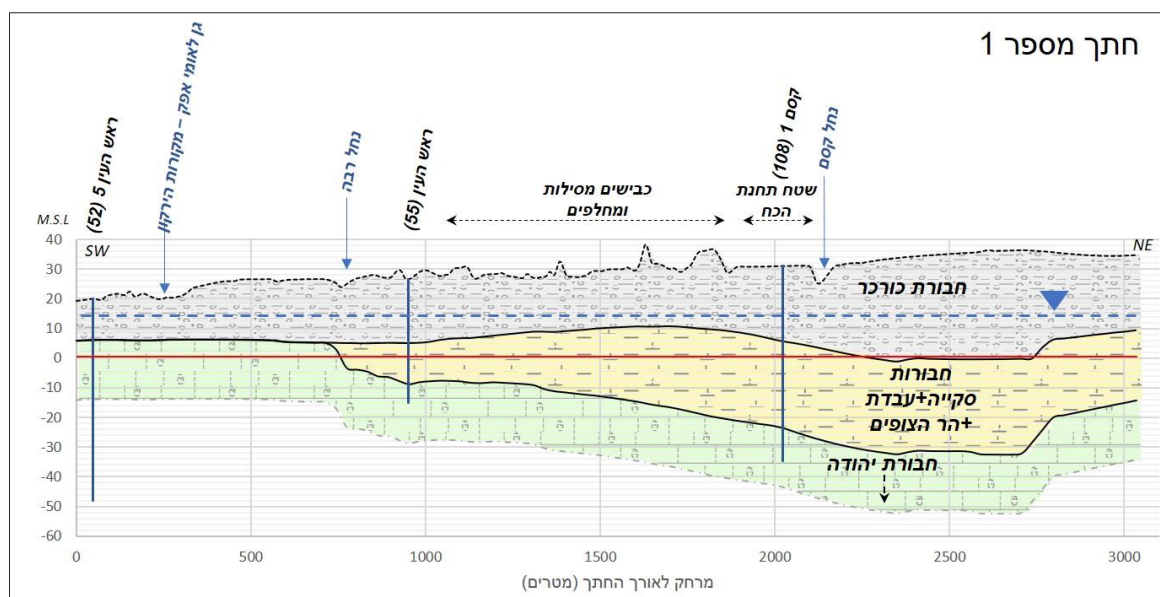


תרשים 8. מפת עומק לגג חבורת יהודה.

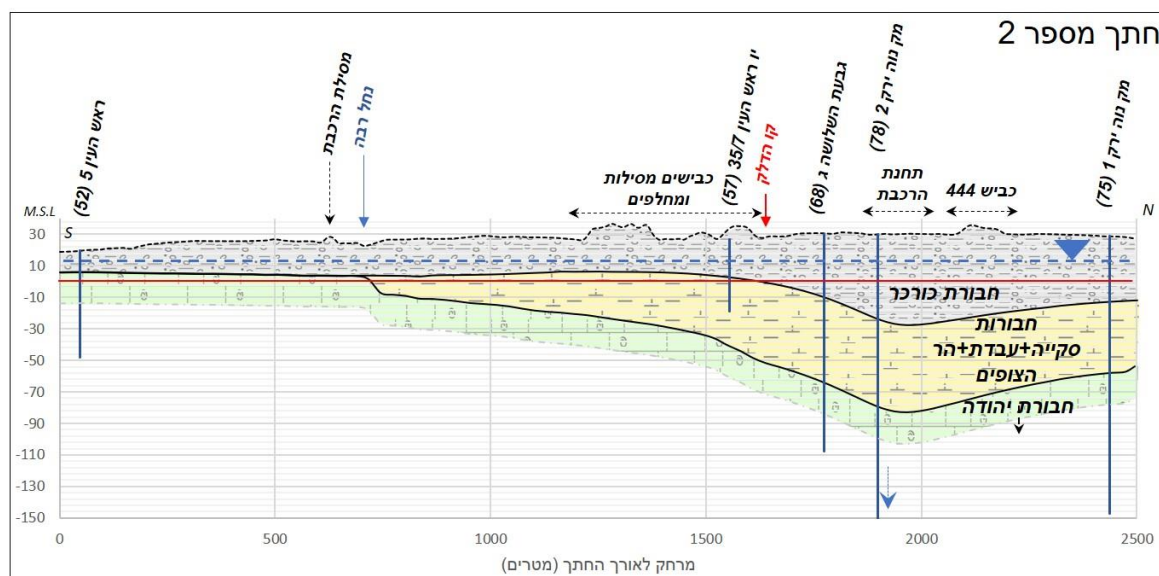


תרשים 9. מפת עובי של חבורות סקיייה+עבדת+הר הצופים היוצרות יחד חתך רציף בעל אופי אקוויקלודי.

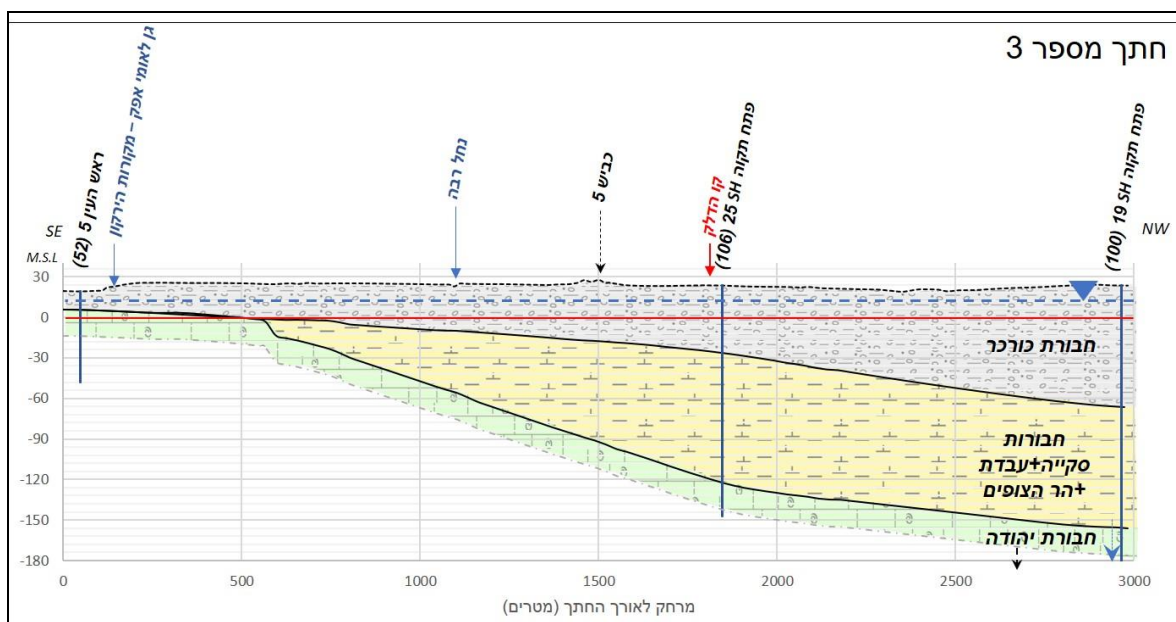




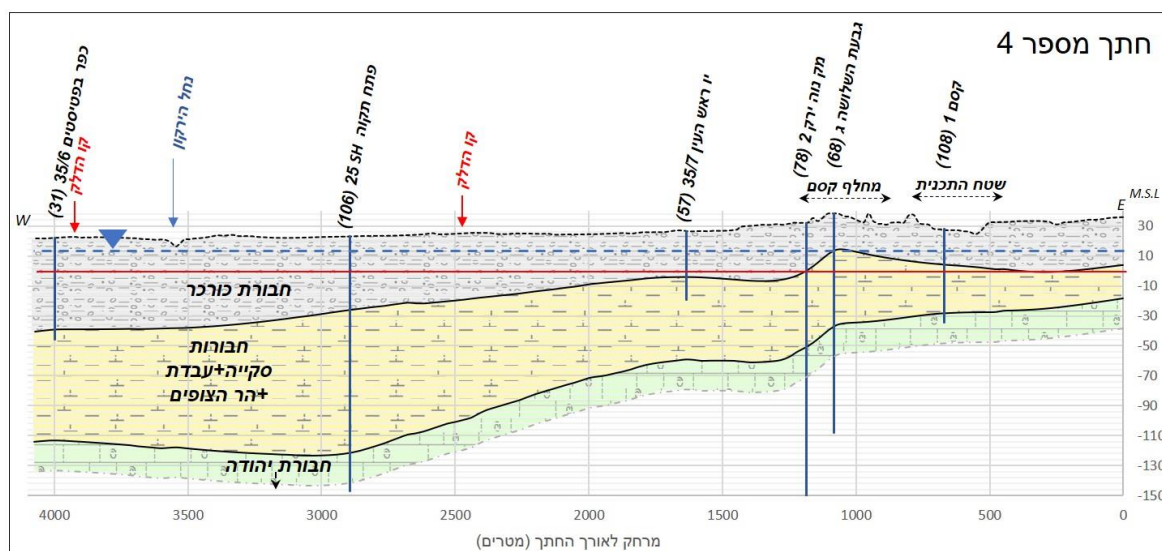
תרשים 11. חתך גיאולוגי מספר 1. מפלס המים באקוויפר ההר נלקח כ- 14+ להדגים את המעברים מתנאים פריאטיים באזור קידוחי ראש העין, למצב כלוא צפונה לשטח התוכנית ומעבר לה. החתך האקוויקלודי הכולא את אקוויפר ההר והחוצץ בינו לבין חבורת כורכר מסומן בצהוב



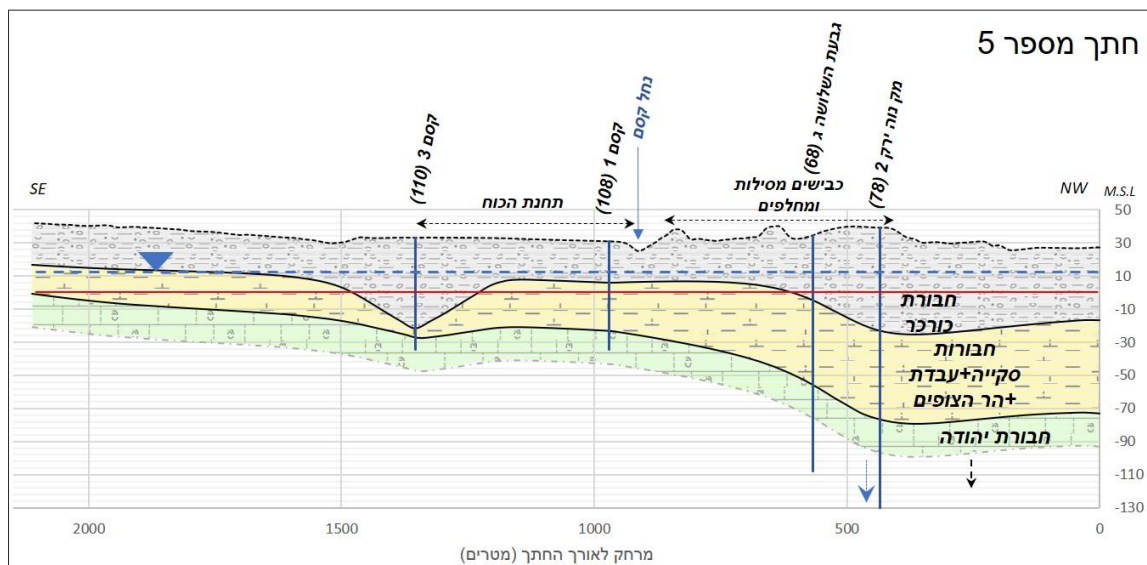
תרשים 12. חתך גיאולוגי מספר 2.



תרשים 13. חתך גיאולוגי מספר 3.



תרשים 14. חתך גיאולוגי מספר 4.



תרשים 15. חתך גיאולוגי מספר 5.

הרגישות ההידרולוגית בשטח התוכנית על רקע המבנה ההידרוגיאולוגי

הקריטריונים המקובלים לבחון רגישות הידרולוגית של אתר נתון מתבססים בעיקר על אופיו ועומקו של האקוויפר הנדון מפני השטח ועל עוביו וטיבו של החתך שמעליו והשלכתו על יצירת תנאי כליאה. קריטריונים נוספים מתייחסים לחשיבותו של האקוויפר, היבטי איכות וכמות, תרחישי סיכון הכוללים את גורמי הסיכון, עוצמתם והסתברותם ואת תרחישי הנזק והתמודדות איתם.

חשיבותו הגבוהה של אקוויפר ההר במרחב הנדון והצורך להגן עליו ועל שטחי ההפקה ממנו, הם מוסכמה ונקודת מוצא לכל הערכה בנושא. כמוצג בסעיף הקודם, המבנה ההידרוגיאולוגי ותנאי תנוחתו של האקוויפר משדה ההפקה של ראש העין וצפונה אל עבר שטח התוכנית ומעבר לה, משתנה מהותית. השינוי המתבטא בהעמקת גג אקוויפר ההר מפני השטח, בכסוי מתעבה של חתך אקוויקלודי ובמעבר ממצב פריאטי לתנאי כליאה מעלים כי הרגישות ההידרולוגית משתנה ופוחתת כלפי צפון. כאמור הבחנה זו מאומצת למעשה בגישה השונה לקביעת רדיוסי המגן בקידוחי ראש העין בהשוואה לקידוחי נווה ירק. החקירה הפרטנית שנדונה בפרק הקודם מעלה כי התנאים בשטח התוכנית, מאתר איחסון הדלק המיועד ולאורך תוואי צינור הדלק לכל אורכו, שונים בתכלית מאלה המתקיימים באתר ההפקה בראש העין ומצביעים על תנאי כליאה של אקוויפר ההר, בדומה לאלה שבקידוחי נווה ירק. ההבדל החד בהרכב המים המליחים המצויים באופק המים הרדוד בשולי אקוויפר החוף ואלה שבאקוויפר ההר במרחב הקרוב (קידוח ראש העין יו 35/7, קידוחי ראש העין ונווה ירק) ובשטח התוכנית עצמה (קידוחי קסם 1 ו-2) מהווה ביטוי לקיומו של תווד חוצץ שיש בו כדי ליצור תנאי כליאה מלאה באקוויפר ההר. בנוסף, קידוחי הניטור קסם 1 ו-2, כמו גם קידוח ראש העין יו 35/7 ומערבה לו, העלו כי החתך המיוחס לחבורת כורכר והמכיל אופק מים מליחים בבסיסו הוא חתך העשוי חרסית אלוביאלית שמנה בעובי של כ- 25 מטר. חתך זה אקוויקלודי ברובו ואין להניח שהמים באופק זה מקורם בחילחול ישיר של מי גשמים. בהסתמך על התנאים באזור ועל הרכבם המליחי והמיוחד של המים, נראה שמקורם בשטחים שבשולי כפר קאסם ואזור התעשייה ממערב לו ואשר בהם החתך האלוביאלית מתדקק ומתאפס.

פרמטר נוסף שיש להתייחס אליו בבחינה הרגישות נגזר מהעובדה שהסיכון המדובר בהקשר לתוכנית, מתמקד בדלק לעת חרום שיאוחסן באתר התחנה ובצינור אספקה (פסיבי) המתחבר לצינור תש"ן קיים. מציאות אופק מים רדוד (מליח שאין בו שימוש) בבסיס חתך עבה של חרסית המונח מעל לחתך

האקוויקלודי 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 האלוביאלי 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 ניטור וניתנת לטיפול וסילוק.

ממצאים אלה משליכים גם על המשמעות שראוי לייחס להימצאותה של התוכנית בתחום רדיוס מגן ג' של כמה מקידוחי ראש העין (אתר התחנה בזה של ראש העין 5 בלבד בעוד שקו הדלק באלה של ראש 4, 5, 9 ו-10). במקרים דומים שבהם קידוחי הפקה נמצאים בגבול או בקרבת אזור מעבר מתנאי הפקה פריאטיים לכלואים, נוהג משרד הבריאות (בהתייחס לדוח מקצועי ובהמלצת השרות ההידרולוגי) לקבוע רדיוסי מגן א-סימטריים שבהם רדיוסי המגן מופחתים בכיוון שבו מתקיימים תנאי כליאה (בין השאר, בקידוחים בשפלת לוד הסמוכה שבהם נקבעה הבחנה בין מזרח למערב והכוללים את שפלת לוד-4 שבו רדיוסי ב' ו ג' של 647 ו 1295 מטר במזרח הופחתו ל 150 מטר בצד מערב, ושפלת לוד-10 שבו רדיוס מגן ג' בלבד הופחת מ- 750 מטר במזרח ל- 563 מטר במערב). ומכאן יש מקום לשקול התאמה בפועל של רדיוסי המגן לתנאים המוצגים ולחילופין להקל במשמעות שיש לרדיוסי המגן ג' החופפים את שטח התוכנית ומעבר להם צפונה (בהתאמה לחוות דעת של השרות ההידרולוגי מיום ה- 18/4/2019 המתייחסת לאפשרות שבה אכן "...תוצאות הסקר יצביעו כי קיימת בשטח חציצה בין אקוויפר החוף ואקוויפר ירקון תנינים או בין פני השטח ואקוויפר ירקון תנינים", כפי שאכן מוצג בדוח הנוכחי). התייחסות לעניין מתבקשת בכל מקרה כי במצב הנתון קידוחי נווה ירק ורדיוסי המגן המופחתים סביבם בגין תנאי כליאה, נמצאים בתוך תחום רדיוסי המגן הרחבים של קידוחי ראש העין המתאימים לתנאים פראטיים.

סיכום ומסקנות

העבודה הנוכחית מציגה חקירה הידרוגיאולוגית מפורטת של המרחב הקרוב לתוכנית קסם (תתל 98) הנערכת בהתאם להחלטת הות"ל ותכולתה עוקבת אחרי סיכום דיון בעניין בשרות ההידרולוגי. הדוח מבוסס על איסוף, ניתוח ועיבוד כל נתוני הקידוחים הרלבנטיים הקיימים בארכיוני השרות ההידרולוגי והמכון הגיאולוגי, וכן בדוחות ופירסומים מקצועיים, וכולל נתונים משלושה קידוחי ניטור חדשים (קסם 1, 2 ו-3) שבוצעו באתר התוכנית.

מתוך 123 קידוחים שנמצאו, ב-66 יש נתונים רלבנטיים לצרכי המיפוי המרחבי המוצג בדוח. בהתייחס למטרת העבודה ולרמת המידע הקיים נבנה בסיס נתונים והוכנו מפות סטרוקטורליות ומפות עומק של גג חבורת יהודה ובסיס חבורת כורכר וכן מפת עובי של החתך בניהם, חתך שהוא בעל אופי אקוויקלודי רציף והכולל את חבורות הסקיה, עבדת והר הצופים. הנתונים שסוכם בטבלת אקסל שימשו להכנת המפות השונות והיוו בסיס לקונטורציה ממוחשבת (kriging) של קוים שווה עומק ו/או גובה בעזרת תוכנת GIS. בהסתמך על המפות השונות ונתוני הקידוחים בטבלת האקסל הוכנו חמישה חתכים להדגמת התפתחות המבנה ההידרוגיאולוגי בכיוונים הרלבנטיים.

עיקר המסקנות העולות מהבחינה ההידרוגיאולוגית המפורטת הנוכחית, כוללים:

1. המבנה הדומיננטי במרחב מבחינה הידרוגיאולוגית, הוא מבנה ראש העין שבשיאו קידוחי ההפקה המרוכזים סביב אתר נביעות הירקון שיבשו. מדובר בשלוחה סטרוקטורלית מוגבהת שצירה מתמשך ונוחת מגבול מחשופי חבורת יהודה מערבה, ואילו שוליה נוחתים צפונה ודרומה. החקירה ההידרוגיאולוגית הנוכחית מתמקדת בשוליים הצפוניים של מבנה ראש העין ועוקבת אחר השינוי ההדרגתי המתקיים במבנה התת-קרקעי מדרום לצפון.
2. המבנה ההידרוגיאולוגי ותנאי תנוחתו של אקוויפר ההר משדה ההפקה של ראש העין וצפונה אל עבר שטח התוכנית ומעבר לה, משתנה מהותית. השינוי מתבטא בהעמקת גג אקוויפר ההר מפני השטח, בכסוי מתעבה של חתך אקוויקלודי ובמעבר ממצב פריאטי לתנאי כליאה. הבחנה זו מאומצת למעשה בגישה השונה הנוהגת בקביעת רדיוסי המגן בקידוחי נווה ירק בהשוואה לקידוחי ראש העין.
3. התנאים בשטח התוכנית המוכחים בקידוחים צמודי תוואי, מאתר איחסון הדלק המיועד ולאורך תוואי צינור הדלק לכל אורכו מערבה, מצביעים על תנאי כליאה של אקוויפר ההר, בדומה לאלה שבקידוחי נווה ירק. ההבדל החד שנמצא בהרכב המים המליחים המצויים באופק המים הרדוד בשולי אקוויפר החוף ואלה שבאיכות מי שתיה באקוויפר ההר במרחב הקרוב ובשטח התוכנית עצמה (קידוחי קסם וקידוחים ממערב להם) מהווה ביטוי לקיומו של תווד חוצץ שיש בו כדי ליצור תנאי כליאה מלאה באקוויפר ההר.
4. קידוחי הניטור קסם 1 ו-2, כמו גם קידוח ראש העין יו 35/7 ומערבה לו, מעלים כי החתך המיוחס לחבורת כורכר והמכיל את אופק מים המליחים בבסיסו, הוא חתך העשוי חרסית 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 המליח והמיוחד של המים, נראה שמקורם בשטחים שבשולי כפר קאסם שבהם החתך האלוביאלית מתדקק ומתאפס.
5. מציאות אופק מים רדוד (מליח שאין בו שימוש) בבסיס חתך עבה של חרסית אלוביאלית 'שמנה' המונח מעל לחתך אקוויקלודי היוצר תנאי כליאה באקוויפר ההר, יש בה כדי להוסיף לכומר 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 האלוביאלי 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 ניטור וניתנת לטיפול וסילוק.

6. ממצאים אלה משליכים גם על המשמעות שראוי לייחס להימצאותה של התוכנית בתחום רדיוס מגן ג' של כמה מקידוחי ראש העין. במקרים דומים שבהם קידוחי הפקה נמצאים בגבול או בקרבת אזור מעבר מתנאי הפקה פריאטיים לכלואים, נוהג משרד הבריאות לקבוע רדיוסי מגן א-סימטריים שבהם רדיוסי המגן מופחתים בכיוון שבו מתקיימים תנאי כליאה (בין השאר, בקידוחים בשפלת לוד הסמוכה). ומכאן יש מקום לשקול התאמה בפועל של רדיוסי המגן לתנאים המוצגים ולחילופין להקל במשמעות שיש לרדיוסי המגן ג' החופפים את שטח התוכנית ומעבר להם צפונה (בהתאמה לחוות דעת השרות ההידרולוגי מיום ה- 18/4/2019 המתייחסת לאפשרות שבה תוצאות הסקר יצביעו כי אכן קיימת בשטח חציצה בין אקוויפר החוף ואקוויפר ירקון-תנינים או בין פני השטח ואקוויפר ירקון-תנינים, כפי שאכן מוצג בדוח הנוכחי).

ממצאי הדו"ח הנוכחי מעלים כי ניתן לשלול קיום קשר בין פני השטח/מי אקוויפר החוף לאקוויפר ההר (ירקון-תנינים); משכך הרגישות ההידרולוגית בשטח התכנית ובמרחב הקרוב לה נמוכה יחסית ומתקיימים בה תנאים שיש בהם כדי להפחית במידה רבה את פוטנציאל הזיהום של אקוויפר ההר. על רקע רגישותו הגבוהה של מרחב ההפקה של קידוחי ראש העין, גם ברמת רגישות מופחתת של אתר התוכנית, יש להתנות את הקמת תחנת הכוח בהצגת מיגון ותוכנית תפעול וניטור שתבטיח אי-כשל בכל הנוגע למערכת הדלק הנדרשת לגיבויה. מדובר בתכנון, ביצוע ותפעול העומד במיטב הסטנדרטים והפרקטיקה המקצועית הנהוגה בתחום, תוך הקפדה על התקנות המתחייבות ואישור כל הגורמים הרלבנטיים.

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

נועם לוי,
גיאוטבע ייעוץ סביבתי בע"מ

דר' עמוס ביין, RPD-GeoHyd יועצים
bamos@rpd-geohyd.com תד: 0506-234500