

סקירה הידרולוגית וסטנדרטים של הקידוחים

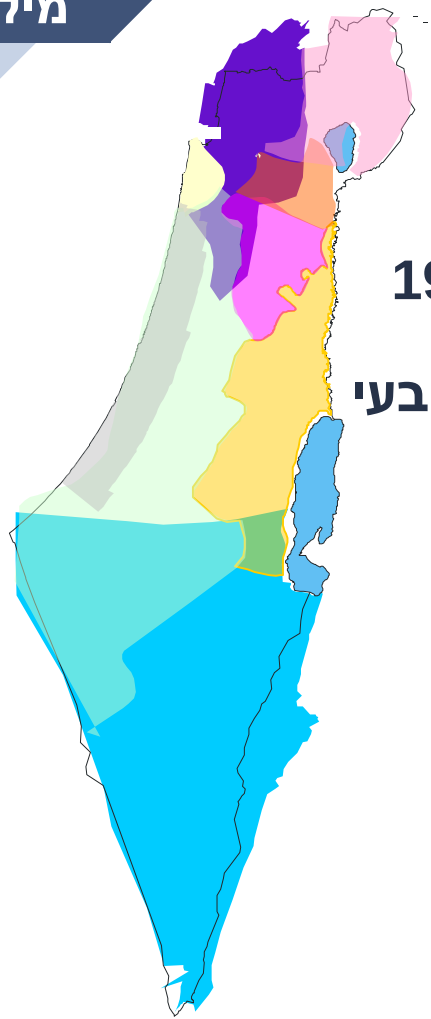
ד"ר יעקב ליבשיץ

כנס קול קורה "חיבור קידוחים
למערכת הארצית"



תאריך: 26.06.2023

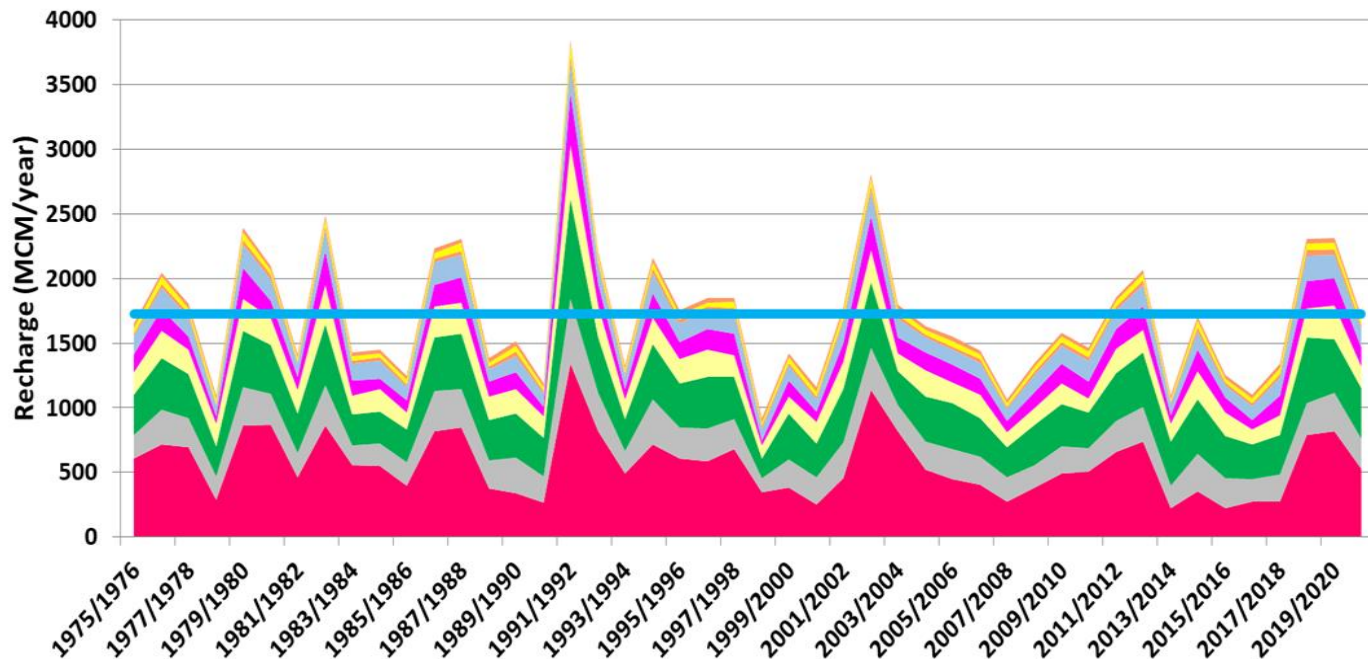
סקירה הידרולוגית



1976-2021
מילוי חוזר טבעי

מילוי חוזר טבעי ממוצע (מלמ"ש)	אגן הידרולוגי
566	כינרת
237	חוף
353	ירת"ן
187	הר מזרחי
143	הר צפון מזרחי
28	גליל תחתון
138	גליל מערבי
42	כרמל
32	נגב וערבה
1727	סה"כ

מילוי חוזר טבעי לתקופה 1976-2021 שינוי בזמן



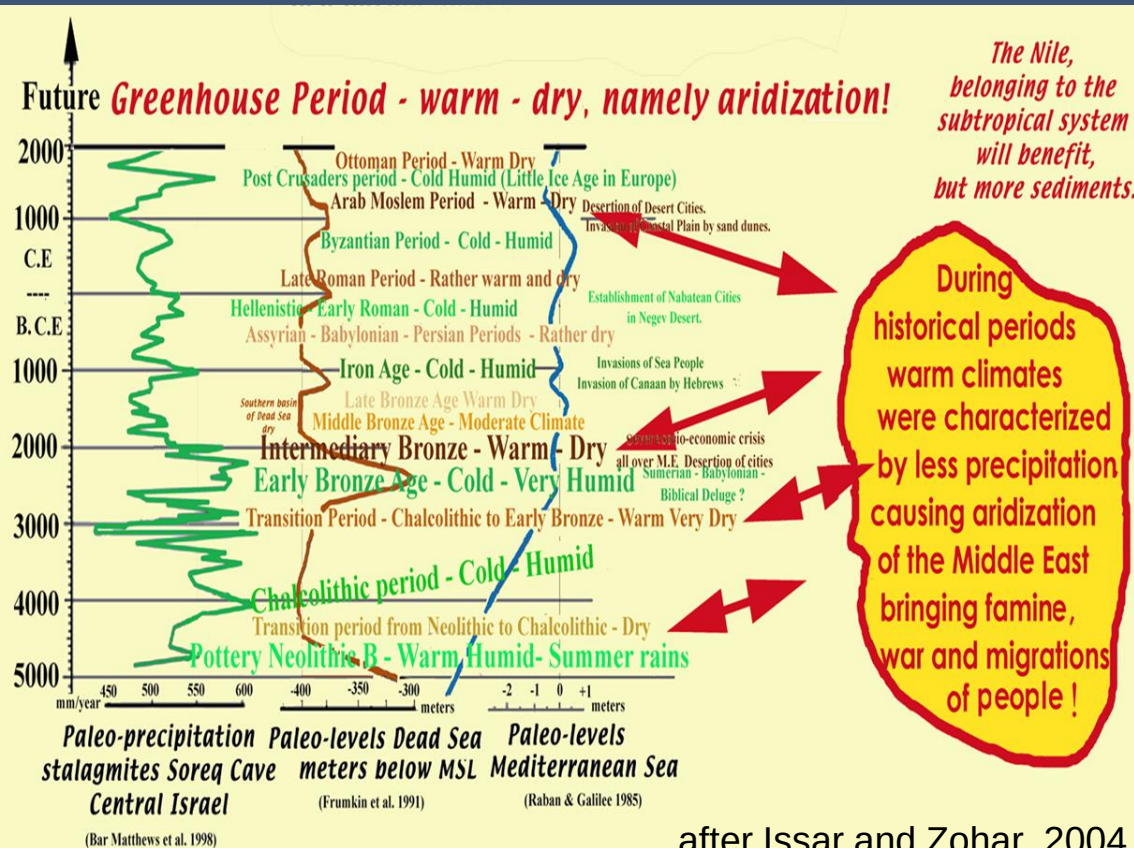
שינויים צפויים במילוי חוזר עד שנת 2050

אגן	תרחיש אקלימי	2010-2020			2040-2050		ירידה במילוי החוזר	
		מילוי חוזר - מודל	מילוי חוזר הערכה	סטייה [%]	מילוי חוזר - מודל	מלמ"ק	ביחס להיום %	
כרמל	4.5	43	45	4%	40	5	11%	
	8.5	44		2%	37	8	18%	
גליל מערבי	4.5	143	140	2%	125	15	11%	
	8.5	142		1%	121	19	14%	
חוף	4.5	234	228	3%	207	21	9%	
	8.5	231		1%	203	25	11%	
הר מערבי	4.5	340	342	1%	325	17	5%	
	8.5	356		4%	302	40	12%	
גליל דרום מזרחי	4.5	29	29	0%	26	3	10%	
	8.5	29		0%	25	4	14%	
הר מזרחי	4.5	168	174	3%	147	27	16%	
	8.5	171		2%	134	40	23%	
הר צפון מזרחי	4.5	151	152	1%	129	23	15%	
	8.5	146		4%	118	34	22%	
כנרת	4.5	498	490	2%	394	96	20%	
	8.5	481		2%	378	112	23%	

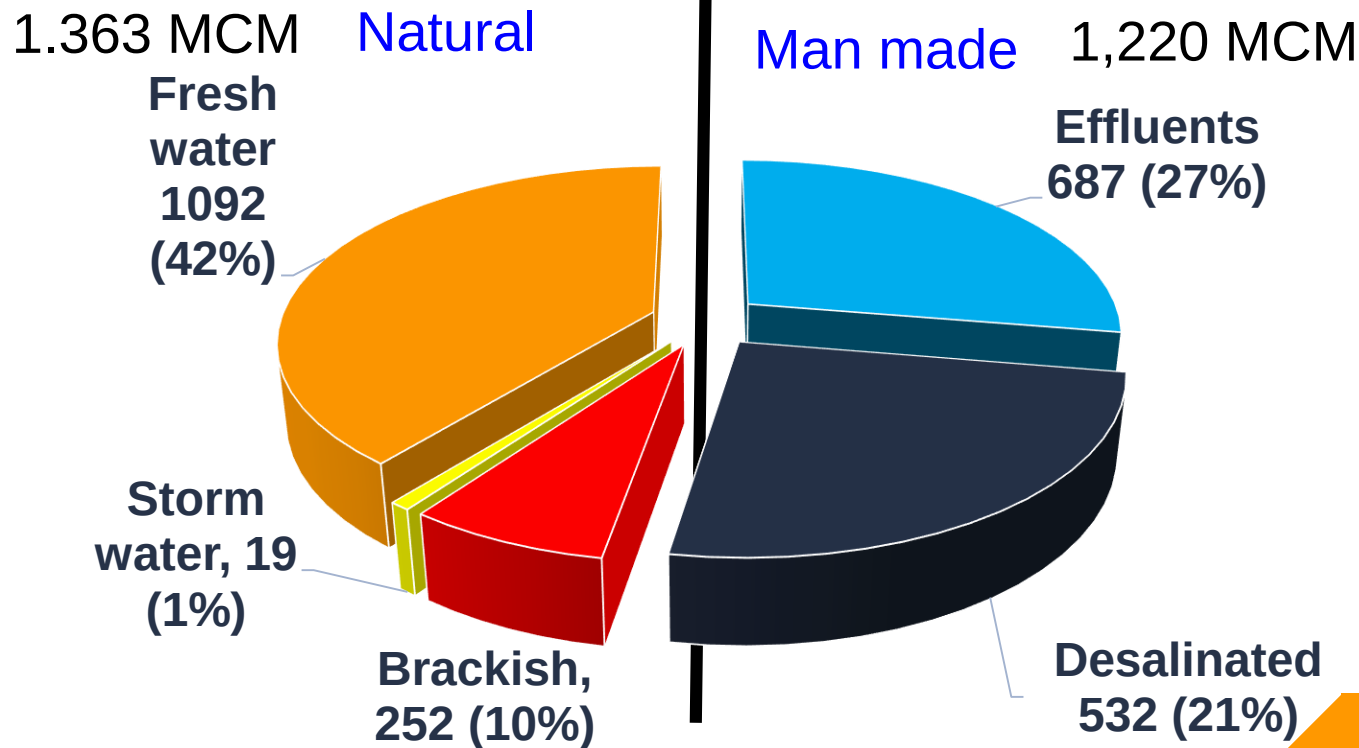
קיים הבדל משמעותי בין האגנים המערביים לבין האגנים המזרחיים*. בעוד באגנים

המערביים סך הירידה הוא סביב 10-15 % באגנים המזרחיים סך הירידה הוא 15-20 %.

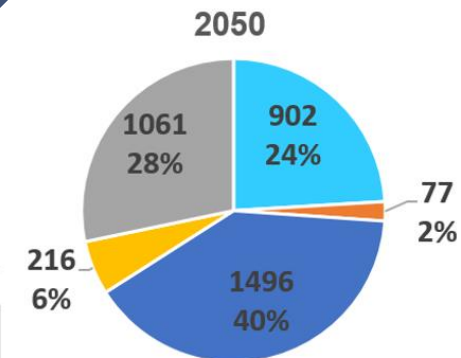
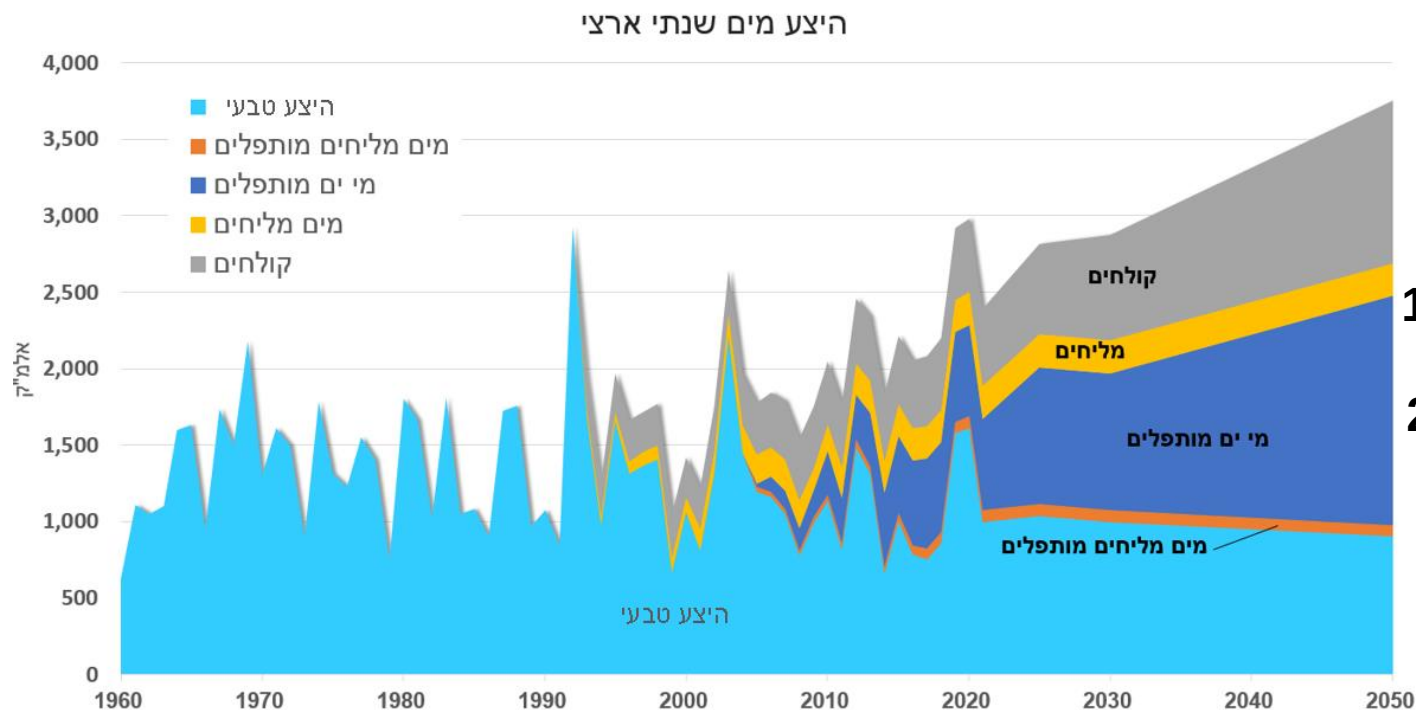
שינוי אקלים באזורינו במהלך 5000 שנים אחרונות



מקורות אספקת מים 2021



מקורת אספקת מים עד 2050



1,354 MCM **Natural**

2,398 MCM **Man made**

הקו האדום: מוגדר כמפלס סף תחתון שירידה מתחתיו עלולה לגרום לנזק הידרולוגי בלתי הפיך. הנזק באגני מי התהום הוא הרעה באיכות המים כתוצאה מחדירת גופי מים מלוחים/מליחים לגופי המים השפירים. בכנרת הרעה באיכות המים כתוצאה משינויים במערכת האקולוגית.

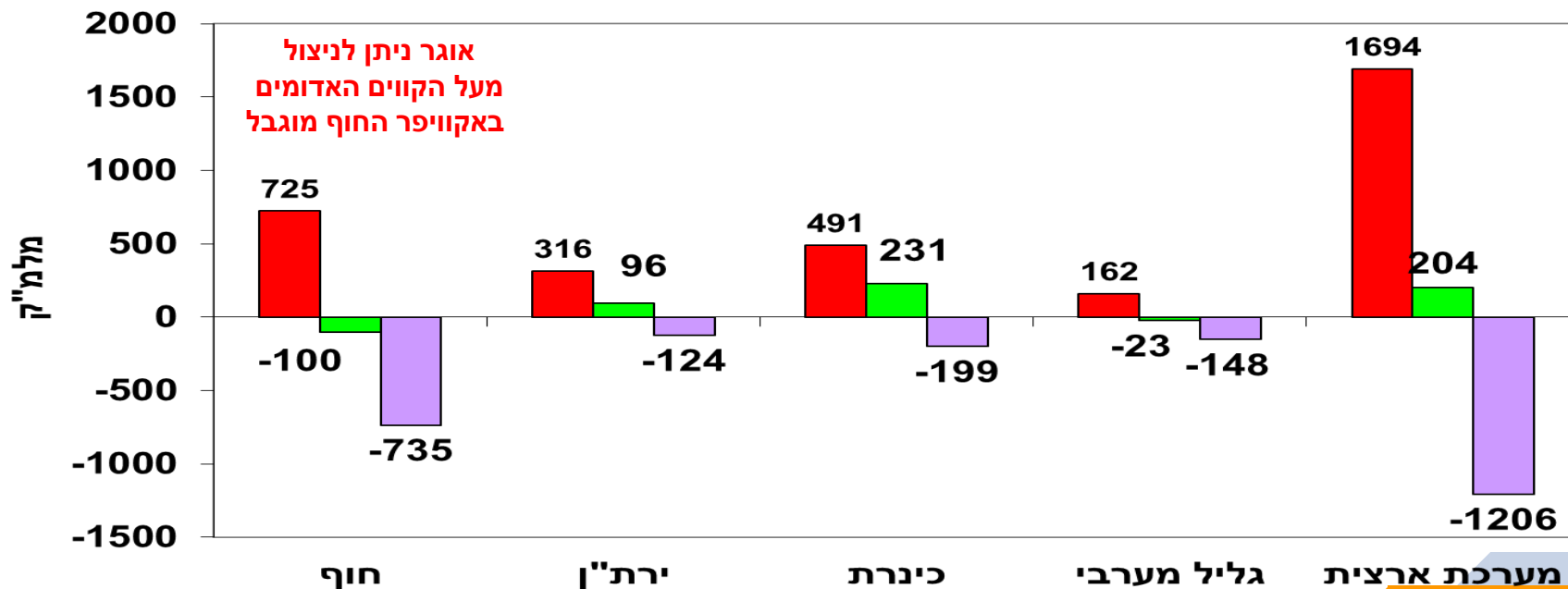
הקו הסגול: מבטא את המפלס המרבי של האוגר התפעולי באגן שמעבר לו אובדים נפחי מים משמעותיים או נגרמים נזקים סביבתיים.

הקו הירוק: מבטא את המפלס ההידרולוגי התפעולי המומלץ לניהול אגן בראיית בת קיימא. נקבע משיקולים הידרולוגיים- תפעוליים- סביבתיים, לפי הייחודיות של כול אגן.

מצב האוגר בתחילת השנה ההידרולוגית 2022/23

אוגר חסר עד קו סגול אוגר ביחס לקו ירוק אוגר ביחס לקו אדום

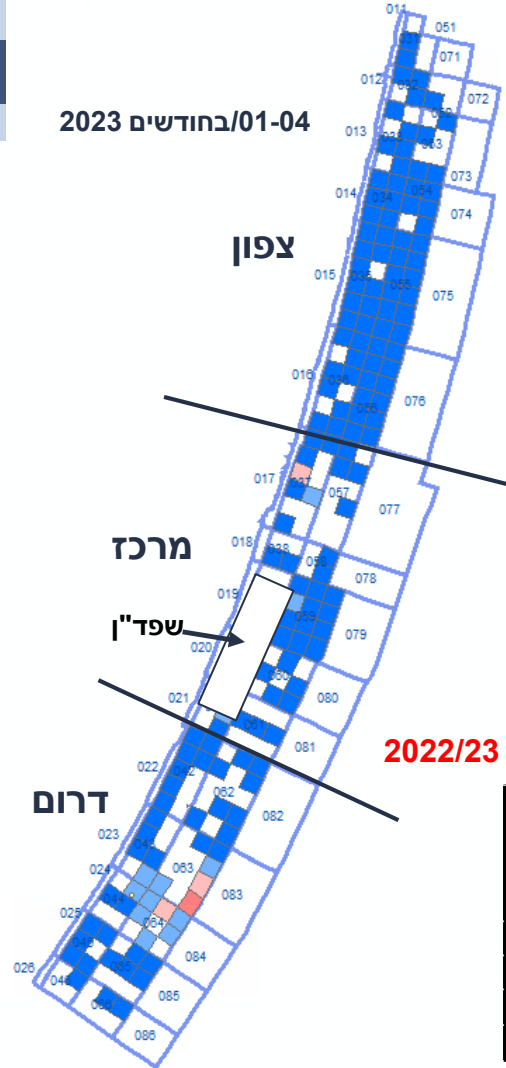
אוגר ניתן לניצול
מעל הקווים האדומים
באקוויפר החוף מוגבל



מצב מפלסים ביחס לקו האדום

01-04/בחודשים 2023

בתחילת השנה ההידרולוגית
23/2022

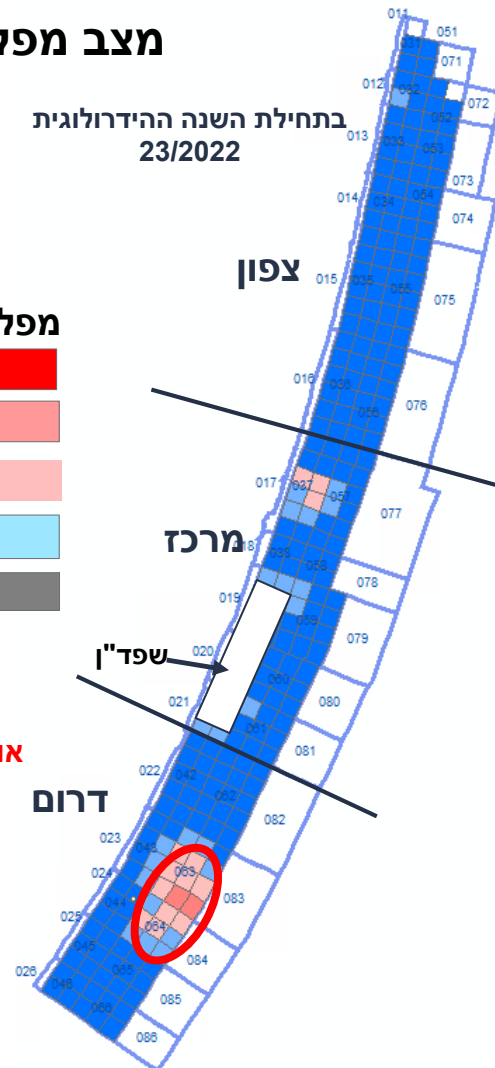


מפלס ביחס לקו אדום

- יותר מ' 2 מתחת לקו האדום
- בין 1 ל' 2 מ' מתחת לקו האדום
- עד 1 מ' מתחת לקו האדום
- עד 1 מ' מעל הקו האדום

אוגר ביחס לקווים אדומים בתחילת 2022/23

אוגר	אוגר ביחס לקו אדום (מלמ"ק)
דרום	127
מרכז	187
צפון	411
סה"כ	725

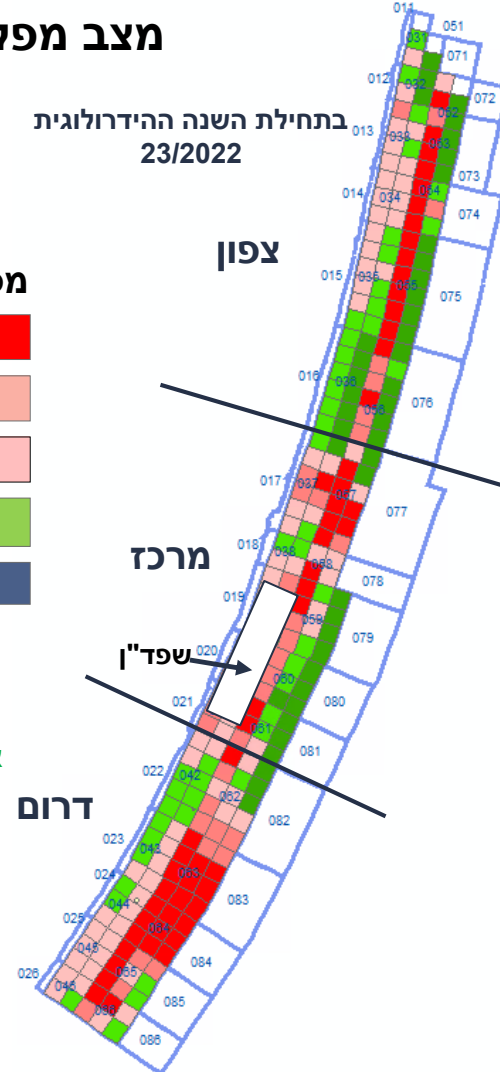


מצב מפלסים ביחס לקו הירוק

2023/01-04 בחודשים



בתחילת השנה ההידרולוגית
23/2022



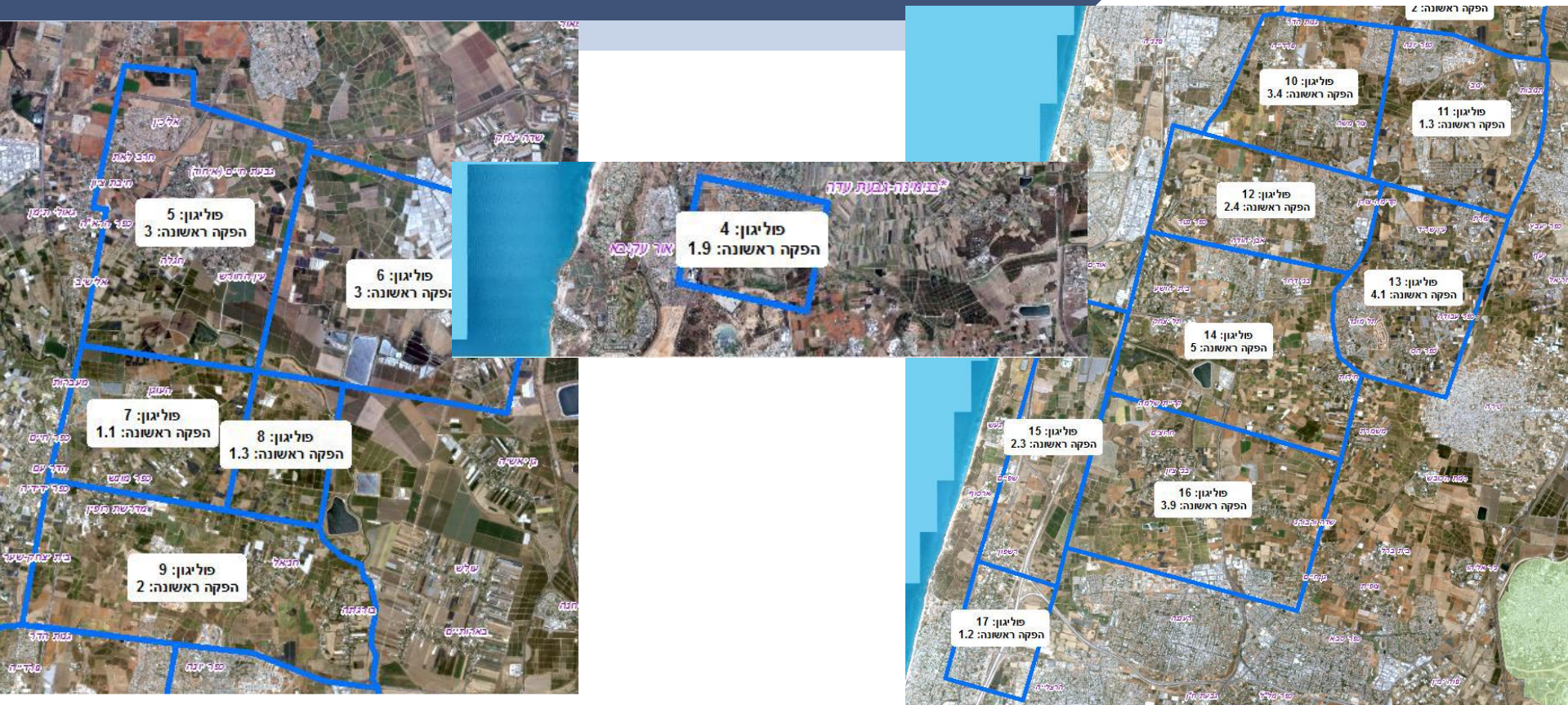
מפלס ביחס לקו ירוק

- יותר מ 2 מ' מתחת לקו הירוק
- בין 1 ל 2 מ' מתחת לקו הירוק
- עד 1 מ' מתחת לקו הירוק
- עד 1 מ' מעל הקו הירוק
- 1 מ' מעל הקו הירוק

אוגר ביחס לקווים ירוקים בתחילת 2022/23

אוגר	אוגר ביחס לקו ירוק (מלמ"ק)
דרום	-77
מרכז	-44
צפון	21
סה"כ	-100

פיתוח כושר הפקה ומיצוי פוטנציאל באקוויפר החוף- פוליגונים



פיתוח כושר הפקה ומיצוי פוטנציאל באקוויפר החוף

מספר פוליוגון	שם פוליוגון	הפקה ראשונה	הפקת שימור
4	בנימינה	2	0.5
5	עמק חפר צפון מערב	2	0.5
	עמק חפר צפון מזרח	4	1
7	עמק חפר מרכז מערב	1	0.25
8	עמק חפר מרכז מזרח	1	0.125
9	שרון צפוני צפון	1.5	0.375
10	שרון צפוני מרכז מערב	3	0.75
11	שרון צפוני מרכז מזרח	1.5	0.375
12	שרון צפוני מערב	2	0.5
13	שרון צפוני מזרח	2.5	0.375
14	שרון מרכזי	4	1
15	חוף השרון	2.5	0.625
16	שרון דרומי	4	1
17	כפר שמריהו	1.2	0.3
	סה"כ	30.7	7.675

*יצוין שבמספר מקומות באזורים אלו פועלים כבר 3 מתקנים להתפלת מים מליחים מעגן מיכאל, עתלית על ידי אגודת המים מי חוף כרמל וכפר מסריק

ככל שיוצעו מיזמים באזור הגליל המערבי יקבע השירות ההידרולוגי את כמות המים ואת פוטנציאל ההפקה

מיזמים נוספים באזורים אחרים

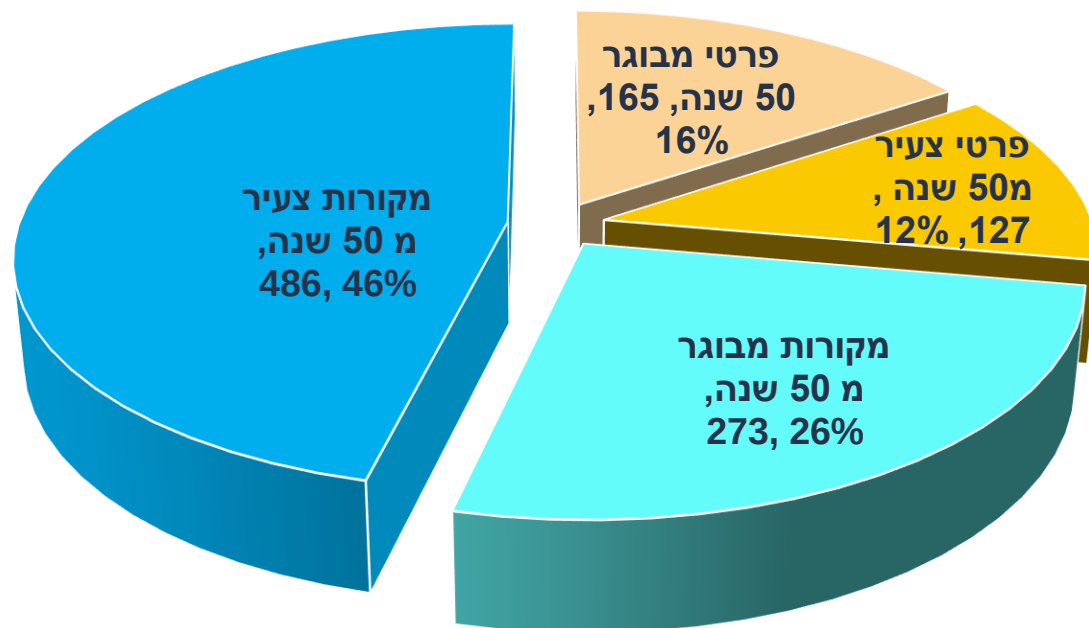
יזמים מוזמנים להגיש הצעות למיזמים באזורים אחרים, למיזמים באזורים אחרים, המוסיפים מים לפוטנציאל המים של משק המים וכן מיזמים לטיוב והתפלה של מים מליחים באזורים אחרים.

על המיזמים לעמוד בדרישות הסף הכלליות .

כן נדרש ביחס למיצוי פוטנציאל ההפקה ו/או ההתפלה של המים, אישור של השרות ההידרולוגי לכמות המים המוצעת להפקה במיזמים שיוצעו.

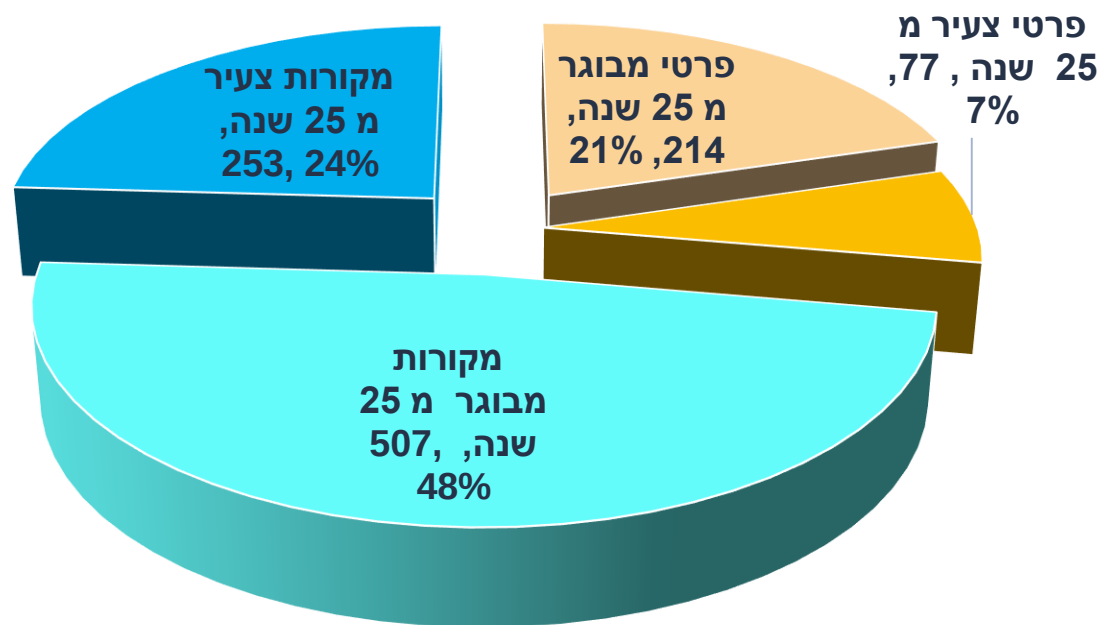
ההצעות תיבחנה על ידי הוועדה לגופן, על בסיס הנתונים והשיקולים הרלבנטיים לאותו האזור. הוועדה רשאית לדחות את ההצעות למיזמים או לבקש להכניס בהצעות שינויים או שיפורים או להתנות תנאים לצורך המלצה על אישורם או להמליץ לאשר את המיזמים לרבות בכפוף לתנאים או להתניות ו/או ללוחות זמנים, והכל על פי שיקול דעתה המקצועי של הוועדה. ככל שקיימת באזור בו מוצע המיזם מגבלה של הפוטנציאל ההידרולוגי ויידרש תעדוף בין מיזמים, תפעל הוועדה בהתאם לאמות המידה ולמשקלות המפורטים בסעיף 10.5.2 של קול קורא.

הפקה בקידוחים לפי גיל קידוח ובעלות 2022 (צעיר ומבוגר מ 50 שנה)



בעלות וגיל	הפקה מלמ"ק
פרטי מבוגר מ 50 שנה	165
פרטי צעיר מ 50 שנה	127
מקורות מבוגר מ 50 שנה	273
מקורות צעיר מ 50 שנה	486
סה"כ	1,051

הפקה בקידוחים לפי גיל קידוח ובעלות 2022 (צעיר ומבוגר מ 25 שנה)



בעלות וגיל	הפקה מלמ"ק
פרטי מבוגר מ 25 שנה	214
פרטי צעיר מ 25 שנה	77
מקורות מבוגר מ 25 שנה	507
מקורות צעיר מ 25 שנה	253
סה"כ	1,051

סטנדרטים של הקידוחים

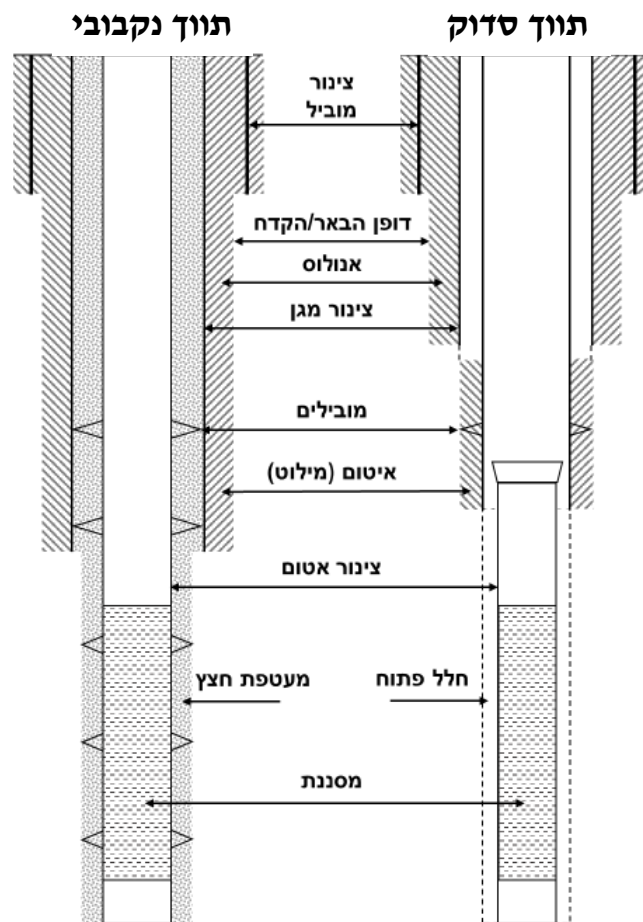


עקרונות לתכנון והקמה של בארות להפקת מי שתייה

גרסה 1
יוני 2023

הוכן ע"י: יעקב ליבשיץ, נדב אמיר, אריק צוריאלי ונרגורי ברנשטיין

ד"ח IHS/13/2023



הנחיות לתכנון והקמת הבאות

דרישות כלליות

1. התכנון, הפיקוח והגשת דוח מסכם על שלבי הקדיחה והתקנת הבאר יבוצע על ידי הידרוגיאולוג ומהנדס קידוחים מוסמך בעל ניסיון מוכח בתחום. קבלת האישורים והרישיונות מרשות המים תבוצע על ידי הידרוגיאולוג/מהנדס קידוחים מוסמך המלווה את העבודה כאמור לעיל.

2. הקדיחה והקמת הבאר יבוצעו על ידי קבלן רשום בעל רישיון 120 (כלונסאות מיקרופייל וקירות סלארי) וניסיון בקדיחת קידוחים להפקת מים.

3. מיקום הבאר יקבע משיקולים הידרו-גיאולוגיים, סטטוטוריים ואספקת מים ובאופן העונה על הגדרות רדיוס מגן בהתאם ל"יתקנות בריאות העם – תנאים תברואיים לקידוח מי שתיה (1995)".

- השיקולים ההידרו-גיאולוגיים יתבססו על סקר מקדים הכולל בחינה של המבנה ההידרו-גאולוגי באזור, מפלסי מים וכיווני זרימה, איכות המים, מוקדי זיהום פוטנציאליים, שאיבות באזור וכן השפעת השאיבה בקידוח המתוכנן על כיווני הזרימה, ביחס לשאיבות האזוריות בתא/בשדה ההפקה/באגן והאפשרות למשיכת מזהמים אל הקידוח.
- במידת הצורך ובהיעדר נתונים יש לקדוח קידוח מחקר מקדים לצורך השלמת פערי ידע הידרו-גיאולוגיים לגבי המיקום המוצע.
- במידה והקידוח נקדח בחצר של קידוח קיים יש לשמור מרחק של לפחות 15 מטר מהקידוח הקיים (יש לקבל אישור מיוחד של ועדת הקידוחים במידה ולא ניתן לשמור מרחק זה) וכן יש לאטום את הקידוח הקיים בטרם הקדיחה של הקידוח החדש. **לצורך איטום קידוח ישן יש צורך בקבלת רישיון איטום מרשות המים (מפרט לאופן איטום בארות יתווסף לגרסאות הבאות של מסמך זה).**

דגשים לתכנון, קדיחה והתקנת הבאר

איטום (מילוט) האנולוס: מטרת האיטום היא למנוע מהאנולוס להוות נתיב זרימה מועדף למעבר מים העלולים לזהם את הקידוח ואת מי התהום.

- העובי מינימלי של האיטום צריך להיות כ- 2 אינץ' (כ 5 ס"מ) לצורך התקנה נאותה של חומר האיטום.
- חומרים נפוצים לאיטום (אין להשתמש במטחן קידוח, או בוך קידוח, כחומר איטום בשום שלב במהלך הקמת הבאר):
 - מלט נקי (Neat Cement): תערובת מלט ומים.
 - מלט מעורבב עם חול: תערובת מלט חול ומים
 - בטון: תערובת של מלט ואגרגט, שימושי כאשר נדרש נפח גדול של חומר איטום.
 - בנטוניט (Bentonite): לרוב משמש כפקק החוצץ בין מעטפת החצץ לחומרי איטום מבוססי מלט.
- המלט המשמש בתערובות איטום יעמוד בדרישות תקן ת"י 1.
- ישנם שני סוגי של איטום האנולוס:
 - איטום מפני השטח - יש לאטום מפני השטח ועד לשכבה חוצצת עליונה, לחלופין במידה ולא קיימת שכבה שכזו יש לאטום לפחות לעומק של 30 מטרים מפני השטח.
 - איטום במעבר בין יחידות הידרולוגיות - יבוצע איטום של לפחות 5 מטר מעל אזור המעבר וכ- 5 מטר מתחת למעבר (כתלות באופי השכבות ומיקום המסננים). בתנאים מסוימים יש צורך במילוט עד פני השטח. לצורך הערכת איכות המילוט יש לבצע לוג טמפי' או לוג CBL בכל ביצוע מילוט ובין יחידות הידרולוגיות.
- בדוח המסכם יש לפרט באיזה חומר איטום ובאיזו כמות השתמשו בכל מקטע איטום ולצרף את תוצאות הלוגים (טמפי' או CBL).

דגשים לתכנון, קדיחה והתקנת הבר

צנרת ומסננות:

- עובי הדופן של הצינור וסוג החיבור יהיו מספקים על מנת לעמוד בכל הכוחות והלחצים שיפעלו על הצינור.
- קוטר הצנרת והמסננות יבחרו בהתאם לספיקה הנדרשת ולקוטר המשאבה.
- הצנרות והמסננות יותקנו עם מובילים אשר ישמרו את הצנרת במרכז הקדח ויאפשרו עובי אחיד של האנולוס לצורך התקנת מעטפת חצץ וביצוע איטום.
- סוגי חומרי צנרת בהם ניתן להשתמש בין היתר בקידוחים :
 - צנרת פלדה API 5L, 5CT
 - פלדת אל חלד בתקן ASTM 312/312M דרג 316L/304L.
 - PVC בתקן 14 NSF/ANSI - במצב חדש ושאוּחֶסן כראוי ללא חשיפה ממושכת לשמש.
- נדרש לבצע בדיקת התפלגות גודל גרגר בתוֹך נקבובי לצורך בחירה מיטבית של גודל החרִיץ של המסננת ובהתאם את גודל הגרגר של מעטפת החצץ.
- בטרם התקנת הצנרת והמסננות נדרש לבצע לוגים גיאופיזיים ובדיקות נוספות לצורך אפיון שכבות תת הקרקע והרכב המים, פרמטרים חשובים המסייעים בקביעת מיקום המסננים :
 - לוגים גיאופיזיים – גמא ריי, התנגדות חשמלית, מהירות, פוטנציאל עצמי, קוטר קדח.
 - צילום טלוויזיה - סיוע באיתור הימצאות חללים/סדקים בקדח.
 - פרופיל מוליכות חשמלית ודיגום בנטל/משאבה - לצורך הבנה של השתנות הרכב המים עם העומק לאורך הקדח.
- לדוח המסכם יש לצרף מסמכי מידע מהיצרן/ספק לגבי סוג הצנרת שהותקן.

דגשים לתכנון, קדיחה והתקנת הבאר

מעטפת חצץ:

- העובי המינימלי של מעטפת החצץ יהיה לפחות 2-3 אינץ' (5-7.62 ס"מ), המאפשר התקנה נאותה וכן סינון יעיל מצד אחד אולם לא יעלה על עובי של 8 אינץ' (20 ס"מ) המקשה על פעולות הפיתוח של הבאר.
- נדרש להשתמש בחרוזי זכוכית כחומר המרכיב את מעטפת החצץ, טכנולוגיה זו משפרת את ביצועי הקידוח. גודל חרוזי הזכוכית יקבע התאם לבדיקת גודל הגרגר
- שימוש בחומר אחר מלבד חרוזי זכוכית יאושר בוועדת הקידוחים. במקרה זה החומר יהיה חומר אינרטי (לדוגמא קוורץ), ממוין היטב, מעוגל, שטוף ובגודל המתאים ביחס לבדיקת גודל הגרגר .
- לדוח המסכם יש לצרף מסמכי מידע מהיצרן/ספק לגבי טיב החומר המשמש כמעטפת החצץ (סוג החומר, התפלגות גודל הגרגר וכו').

דגשים לתכנון, קדיחה והתקנת הבאר

פיתוח הבאר, מבחנים, בדיקות ודרישות גמר

1. ניקוי ופיתוח הבאר : בסיום ההתקנה של הבאר יבוצעו שאיבות לניקוי ופיתוח הבאר.
 - שאיבות הפיתוח יכולות לכלול שאיבה באוויר דחוס באמצעות מדחס אוויר, ו/או שאיבה באמצעות משאבה טבולה כתלות באופי הקדיחה ושימוש בנוזלי קדיחה.
 - בהתאם לנדרש יוכנסו כימיקלים לקידוח לשם פירוק וניקוי שאריות של נוזל הקדיחה במידה ונעשה שימוש בכך.
 - במידת הנדרש בקידוחים בסלעים קרבונטיים יבוצע חימצות לפיתוח נוסף של הבאר.
 - בדוח המסכם יוגש פירוט מלא של מהלך הפיתוח והחומרים שהוכנסו לבאר במהלכו.
2. מבחני שאיבה : בסיום הפיתוח יערכו מבחני שאיבה במשאבה בעלת ספיקה העולה על הספיקה הנדרשת המוערכת. מבחני השאיבה שיערכו יכללו :
 - ביצוע שאיבות פיתוח – מתוך מטרה לפתח טכנית את הקידוח, לשפר ביצועי שאיבה ולנקות את הנוזלים שהוחדרו לקידוח במהלך השאיבה.
 - ביצוע מבחנים הידרולוגיים בסיום שאיבות הפיתוח שכוללים :
 - מבחן מדורג- יערך בלפחות 3 ספיקות שונות כאשר הספיקה הסופית תהיה הספיקה המרבית של המשאבה.
 - מבחן שיוב - יערך בסיום המבחן המדורג.
 - מבחן חול - בעיקר כאשר סוג המסלע הינו חולי, ו/או שקיים חשש להימצאות חול בחתך.
 - מבחן השפעה – במידה ויש קידוח בסביבה הקרובה.
 - מבחן בספיקה קבועה - יערך בספיקה הרצויה.

פירוט של המבחנים ופיענוחם יצורף כחלק מהדוח המסכם.

דו"ח מסכם

- רקע הידרוגיאולוגי ושיקולים בבחירת מקום הקדיחה. יש לצרף את סיכומי הדיון במקרה ונערכו דיונים בטרם ביצע הקדיחה כגון דיון בועדת קידוחים, לרבות רישיון קדיחה.
- תיאור מפורט של מהלך הקדיחה, ההתקנה, הפיתוח ושאיבות הניסיון על בסיס יומני הקדיחה והפיקוח.
- סיכום ממצאים טכניים לרבות תשריטי קדיחה, חתך גיאולוגי וטכני סופי של הקידוח תשריטי איזון של הקידוח כולל נ.צ. סופי.
- סיכום ממצאים גיאולוגיים לרבות גילים פליאונטולוגיים, חתך ליתולוגי סופי של הקידוח.
- סיכום ממצאים הידרולוגיים הכוללים מפלסים, שאיבות ואיכויות מים (כולל בדיקת יונים ראשיים, PH, Eh, טמפרטורה, חמצן מומס, עכירות, CO₂ מומס). במידה ובוצעה אנליזה מקיפה יותר יש לצרף גם אותה. כמו כן תוצאות הידרולוגיות משאיבות ביניים במהלך הקדיחה (מפלסים, שאיבות ואיכויות מים), סיכום וניתוח שאיבות הניסיון ומבחני השפעה והנתונים הגולמיים שנאספו.
- סיכום ממצאים גיאופיזיים לרבות קבצי לוגים חשמליים ופענוחם, נתוני מוליכות חשמלית, סקרי מהירויות, צילומי טלוויזיה וכד'.
- תובנות ומסקנות הידרוגיאולוגיות על בסיס הנתונים החדשים.
- נספחי התסקיר יכללו :
 - צילומי דוגמאות המטחן והגלעינים.
 - תוצאות בדיקות פליאונטולוגיות
 - יומן קדיחה של הקבלן
 - יומן פיקוח
 - תעודות ספק/יצרן לגבי טיב החומרים שהותקנו בקידוח (צנרות, מעטפת החצץ, מלט וכיו)
- אופן העברת התסקיר יהיה בפורמט ממוחשב :
 - דוח מלא בפורמט PDF
 - קבצי לוגים חשמליים בפורמט אקסל, תמונה PDF
 - נתוני הקידוח לרבות חתך ליתולוגי וחתך טכני בפורמט אקסל (נספח אי)



תודה רבה!
שאלות?