

# טיפים לתכנון מאגרי קולחים

מאמר זה שייך לסדרה של שנים-עשר מאמרים קצרים שיפורסמו ב"מים והשקיה" בכל חודש לאורך השנה. מטרת הסדרה היא העברת מידע והמלצות בנושאים מובחרים בנוגע לתכנון מאגרי קולחים. הסדרה אינה מכסה את כל הנושאים הקשורים לתכנון מאגרים, ולכן אינה "מדריך לתכנון", אלא אוסף נושאים ספציפיים.

## 8 – הפעלת המאגרים כראקטורים "מנתיים עוקבים במקביל"

(sequential batch in parallel)

מרסלו חואניקו  
חואניקו – יועצים סביבתיים בע"מ  
[www.juanico.co.il](http://www.juanico.co.il)

### הפעלת המאגרים כראקטורים מנתיים עוקבים במקביל

#### ראקטורים מנתיים מול ראקטורים בזרימה רצופה

רוב המט"שים בישראל עובדים כראקטורים בזרימה רצופה: הביוב ניכנס לראקטור באופן רציף והקולחים המטופלים יוצאים מהראקטור בגלישה (באותו קצב מהכניסה). מעט מט"שים (למשל מט"ש רעננה) עובדים כראקטורים מנתיים: הביוב ניכנס לראקטור עד שהוא מלא ואז נסגרת כניסת הביוב לראקטור, הראקטור נישאר "סגור" לתקופה מסוימת ורק כאשר הקולחים בתוך הראקטור מגיעים לאיכות הנדרשת נפתחת יציאת הקולחים המטופלים. אורך המחזור "מלא-שהה-רוקן-חכה" במערכות בוצה משופלת מנתית הוא בדרך כלל כ-6-8 שעות.

גם מאגרי קולחים ניתן להפעיל כראקטורים מנתיים, אבל אצלם מודדים את אורך המחזור בחודשים.

ראקטורים מנתיים יעילים במיוחד להרחקת מזהמים עם קצב הרחקה גבוה (למשל חיידקים פוטוגניים) מפני שאין כניסה של שפכים לא מטופלים לראקטור בזמן שהוא "מטפל" בקולחים, ולכן אין זיהום של הקולחים המטופלים ע"י השפכים הטריים.

מאגרי קולחים המופעלים כראקטורים מנתיים, סגורים לתקופות של 30-50 יום, מסוגלים להרחיק חיידקים פוטוגניים ב-4 סדרי גודל ואפילו יותר עד 100% הרחקה (ראה מאמר ראשון של סידרה זו במים והשקיה מספר 441 מיוני 2003).

#### ראקטורים מנתיים עוקבים (SBR) במקביל

כאשר סוגרים כניסת קולחים לראקטור מנתי, יש צורך בראקטור נוסף להכנסת הקולחים הזורמים ללא הפסקה. במערכות מנתיים לטיפול ואיגום קולחים יש צורך ב-3-4 ראקטורים עוקבים לפחות כדי לטפל בקולחים בצורה רציפה. איור 1 מראה את המערך של מט"ש סמי-אינטנסיבי לטיפול בביוב של הכפר בן-סלימנה שבמרוקו, העושה שימוש בארבעה מאגרי קולחים

המופעלים כראקטורים מנתיים עוקבים במקביל, המספקים קולחים מטופלים להשקיה בלתי מוגבלת למגרש גולף. איור 2 מראה את המחזור של כל אחד מארבעת המאגרים. ניתן לראות שכל השנה מבוצעת יציאת קולחים מהמאגרים למגרש הגולף (על פי דרישת מים של הדשא באקלים המקומי). טבלה 1 מראה את הביצוע של המט"ש הנ"ל.

## הקטנת נפח המאגרים והגדלת "גלגול" הקולחים

### הבעיה

שיטת הפעלה זו משחררת קולחים באיכות גבוהה ואמינה מאוד. אולם, הפעלת המאגרים כראקטורים מנתיים עוקבים מקטינה באופן משמעותי את כמות הקולחים הניתנים "לגלגול" במאגרים בעונה אחת. אזי, נפח המאגרים לבנייה גדול יחסית לנפח הקולחים שהמאגרים מסוגלים לטפל ולספק להשקיה. נפח גדול זה יקר, וגם ומגדיל את האיבודים ע"י אידוי וחלחול.

### הפתרון

ניתן להקטין באופן משמעותי את נפח המאגרים ולהגדיל את כמות הקולחים שניתן "לגלגל" במאגרים בעונה אחת ע"י הפעלת שני מחזורים בעונה אחת.

איור 2 מראה ששנים מארבעת המאגרים עוברים מחזור "מלא-שהה-רוקן-חכה" פעמים בחודשי הקיט, ועוד מאגר פעם וחצי.

איור 3 מראה הפעלה של ארבעה מאגרים קיימים, כל אחד בגודל שונה. גם במקרה לא אופטימאלי כזה אפשר היה לרוקן מאגר אחד פעמים בעונת השקיה ועוד מאגר פעם וחצי, דבר שיגדיל באופן משמעותי את כמות המים שהמערכת מסוגלת לטפל ו-"לגלגל" להשקיה.

### שמירה על העומס האורגאני המומלץ

הפרמטר המגביל בהפעלת מאגרי קולחים כראקטורים מנתיים עוקבים במקביל בדרך כלל הוא העומס האורגאני על המאגר, בגלל הצורך למלא את המאגר מהר ככל האפשר כדי להגיע לשני מחזורים בעונת השקיה אחת.

מאגרים המקבלים עומס יתר סובלים מחוסר חמצן ואחוזים נמוכים של הרחקת מזהמים. יש לשמור על העומסים המומלצים ע"י הגבלת קצב מילוי המאגר, כניסת קולחים עם צח"ב נמוך, ערבוב עמוד המים ע"י מערבלים, וכד'.

טבלה 1. ביצוע מט"ש בן-סלימנה במרוקו, בשנה הראשונה להפעלתו - 1999 (המט"ש ממשיך עם אותה רמת ביצוע עד היום)

		ביוב גולמי	בריכות אנארוביות	בריכות מאווררות	בריכות פקולטיביות	מאגרי קולחים
צח"ב	ערך מתוכנן	325	160	80	40	< 20
מ"ג / ל	ערך בפועל	300-350	120	70	40	10
קוליפורמים צואתיים MPN/100 cc	ערך מתוכנן	1E7-1E8	1E7	1E6	1E4	< 100
	ערך בפועל		2E6	6E5	1E4	0-20

## תרשים זרימה

ביוב גולמי



בריכות  
אנארוביות



בריכות  
מאווררות



בריכות  
פקולטיביות

לנחל בחורף או  
להשקיה מוגבלת

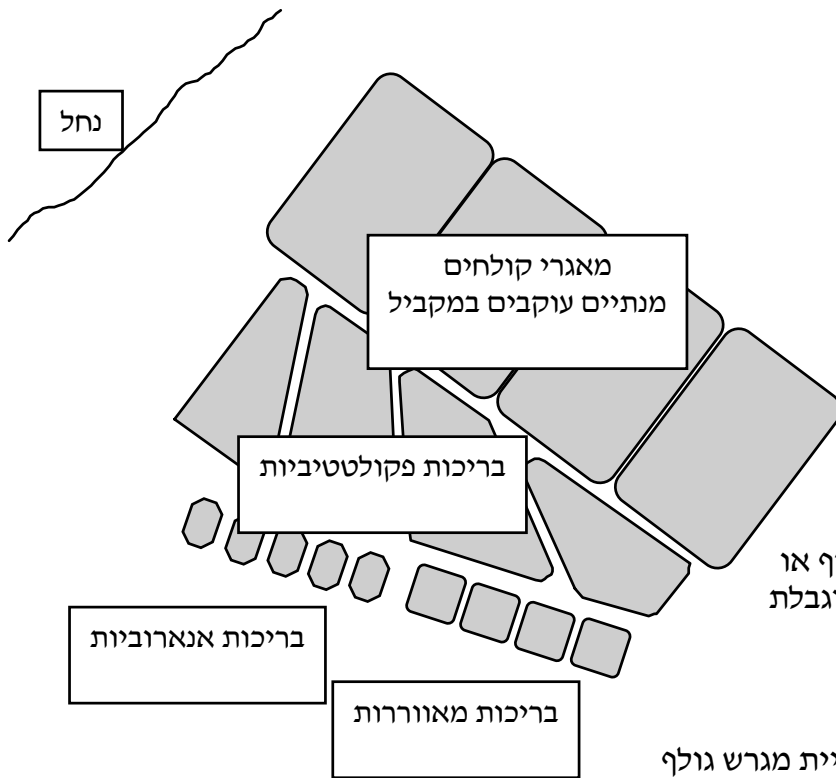


מאגרי קולחים  
מנתיים במקביל

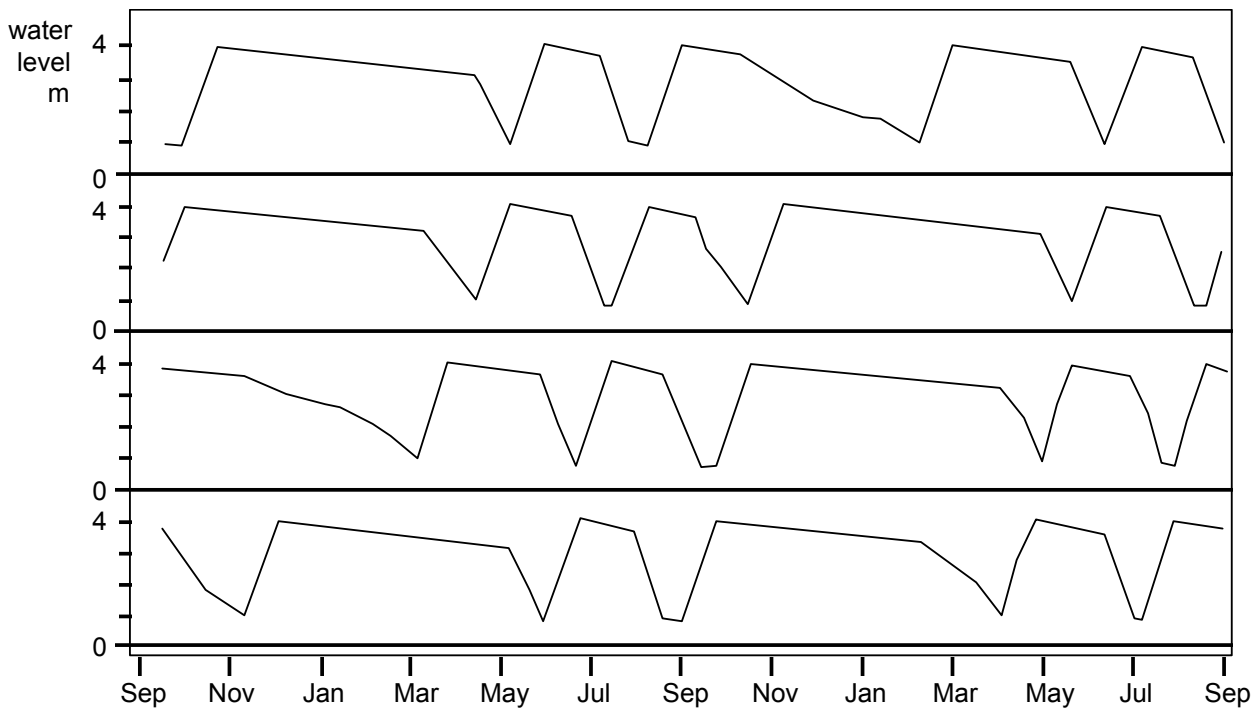
להשקיית מגרש גולף



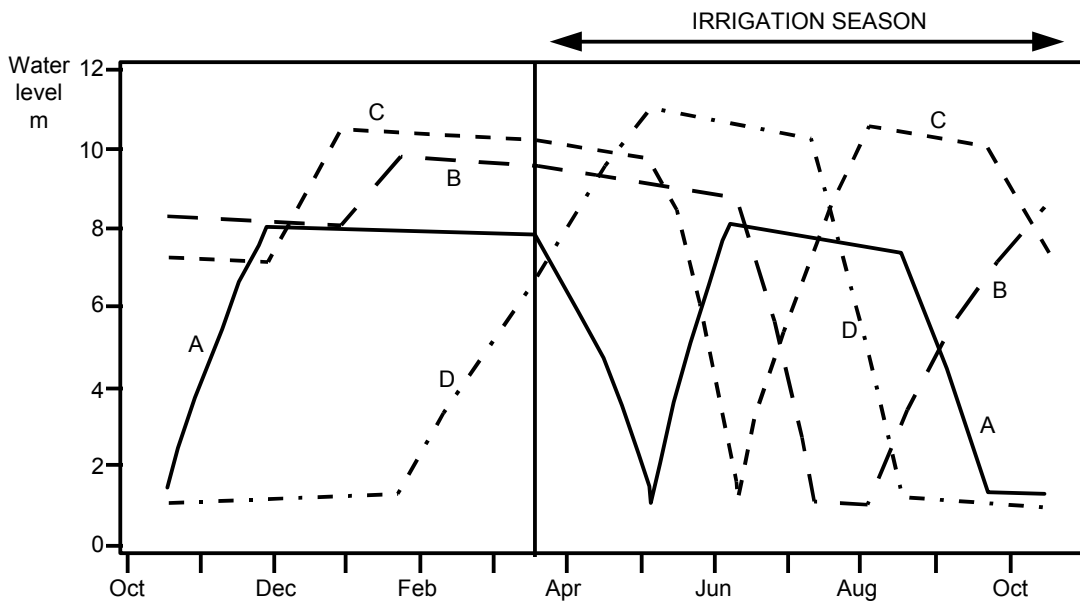
## מערך סכמטי



איור 1. מערך של מט"ש הכפר בן-סלימנה במרוקו (כ-30,000 תושבים),  
תכנון של תהל-מהנדסים יועצים בע"מ.



איור 2. מחזור של ארבעה מאגרי קולחים באותו גודל, המופעלים כראקטורים מנתיים עוקבים במקביל, במט"ש הכפר בן-סלימנה במרוקו.



איור 3. מחזור של ארבעה מאגרי קולחים בגודל שונה, המופעלים כראקטורים מנתיים עוקבים במקביל. מאגר "A" מרוקן פעמים בעונת השקיה, מאגר "C" מרוקן פעם וחצי בעונת השקיה, ומאגרים "B" ו-"D" מרוקנים רק פעם אחת בעונת השקיה.