

הנדסת מים

מגזין המים הישראלי

גיליון מס' 130 | דצמבר 2021



פתרונות ערבול במאגרי קולחין

אורי פלד, מנכ"ל מדן טכנולוגיות

תופעת שכוב קבוע הינה תופעה המונעת עירבול שכבות שונות של מים במאגר כתוצאה מהבדלי טמפרטורה בין שכבות המים. תופעה המביאה לירידה משמעותית באיכות מי המאגר. חברת מדן טכנולוגיות מקבוצ מעגן מיכאל סוקרת את הפתרונות הטכנולוגיים לתופעה זו

בחוודשי האביב והקיץ בישראל קרינת השמש חזקה יותר מאשר בחודשי החורף. קרינה זו גורמת להתחממות פני המים במאגרי הקולחין, שעל פי רב, מצויים בחשיפה מלאה ורצופה לקרני השמש במהלך כל שעות היום.

המים החמים המצויים בשכבה העליונה של המאגר (בין מטר לשני מטר העליונים במאגר), הם צפופים פחות ו-"קלים" יותר ביחס למים הקרים שנמצאים בשכבות העמוקות יותר, ולכן הם אינם חוזרים אל שכבות העומק במאגר, ובכך נמנע ערבול "טבעי" של המים במאגר.

ההבדלים בין טמפרטורת המים בשכבה העליונה ובשכבות התחתונות יכולים להיות ניכרים, והפער יכול להגיע לכדי 10 מעלות צלזיוס ולעיתים אף יותר. גם הקור היחסי בלילה בעונה החמה, אינו מספיק על מנת להוריד את הטמפרטורה של אותה שכבה עליונה לטמפרטורה נמוכה יותר מזו של השכבות העמוקות,





ולכן גם בשעות הלילה לא מתבצע ערבול "טבעי" של המים במאגר. בשל הבדלי הטמפרטורות הניכרים הללו, גם רוחות חזקות אינן יכולות לגרום לערבול אפקטיבי של המים במאגר במהלך העונה החמה. למעשה, ללא טיפול, נוצרות במאגר בעונה החמה שתי שכבות מובחנות ונפרדות (תופעה המכונה "שכוב קבוע").

שכבת האפילימניון - אותה שכבה עליונה, בעלת טמפרטורה גבוהה, שמקבלת אור וגם חמצן מפני המים של המאגר, ונוצרת בה פוטוסינטזה של האצות. שכבת ההיפולימניון - השכבה התחתונה במאגר, שכאמור קרה משמעותית ואין בה חדירה של אור (הן בשל המרחק מפני המים והן בשל העובדה כי האצות אשר מצויות בשכבת האפילימניון העליונה מטילות "צל" שמונע אף הוא חדירת אור מפני המים). בשכבה זו נוצרים למעשה תנאים שהם אנארוביים.

היווצרות תופעת השכוב הקבוע מביאה לירידה משמעותית באיכות המים במאגר, בין היתר בשל ירידה בכמות החמצן במים, התפתחות יתר של אצות וחיידקים פתוגניים ועיכוב בתהליכי עיכול הבוצה.

ניתן למנוע מראש את תופעת השכוב הקבוע הנוצר בעונת האביב והקיץ ולשמור על איכות המים במאגר, על ידי ערבול קבוע של המים המאגר.

לערבול המים במאגר יתרונות רבים:

1. **שיפור מאזן החמצן** - הערבול של מי המאגר משפר את מאזן החמצן בכל שכבות העומק של המאגר ומונע את פליטת החמצן לאטמוספירה בשעות היום (כאשר ריכוז החמצן בשכבת ההפילימניון גבוה מריכוז רוויה). שיפור מאזן החמצן מאפשר גם להגדיל את העומס האורגני במאגר.

2. **הפחתת התפתחות אצות** - ערבול המים מסייע למנוע התפתחות יתר של אצות ירוקות, שכן בשל ערבול המים גורם לכך שהאצות מצויות בצל מספר שעות ביום, ובנוסף החמצן המפוזר בכל גוף המים מונע שחרור זרחן למים מקרקעית המאגר, ובכך מעודד גדילתם של סרטנים אוכלי

אצות. כמו כן, מניעת יצירת שכוב המים על ידי ערבול מסייעת במניעת התפתחות אצות כחוליות שהן רעילות או גורמות לריח רע, ואצות נוספות אשר יכולות לגרום לסתימת מערכות ההשקיה.

3. **שיפור הרחקת חיידקים פתוגניים** - בשכבה העליונה (אפילימניון) נוצרת באופן טבעי תמותת חיידקים פתוגניים בין היתר כתוצאה מחשיפה לקרינת השמש, שינויים בריכוז החמצן, יצירת חמצן פעיל, ו-PH גבוה. ערבול המים מביא לכך שתנאי השכבה העליונה מתקיימים גם בשכבות העמוקות יותר במאגר, ובכך משפר את הרחקת החיידקים הפתוגניים בכל שכבות המאגר.

4. **שיפור והארכת תקופת**

עיכול הבוצה בקרקעית המאגר - החל מחודש מרץ, בתחילת האביב, עולה טמפרטורת המים במאגר. במאגרים לא מטופלים בהם נוצר שכוב קבוע, טמפרטורת הקרקעית עולה באיטיות מהטמפרטורה בפני המים, וההיפולימניום נשאר קר יותר כל הקיץ ביחס לשכבה העליונה במאגר. תופעה זו נמשכת עד שבירת השכוב

הטבעית המתרחשת בסתיו. בשל כך, מתעכב תהליך העיכול האנארובי של הבוצה שהצטברה לאורך השנה עד לסוף הקיץ, והוא מתרחש למעשה רק בחודשים אוגוסט וספטמבר. מצב דברים זה גורם לכך שבתקופה קצרה זו, נוצר שחרור פתאומי של חומרים מומסים למים, ונגרמת פגיעה באיכות מי הקולחין. מניעת השכוב על ידי ערבול המים, מאפשרת את עליית טמפרטורת הקרקעית במאגר כבר החל מתחילת האביב, וגורמת לכך שתקופת עיכול הבוצה מתארכת על פני חודשים רבים יותר, ובכך משפרת את איכות מי המאגר.

ניסיון העבר מלמד באופן ברור כי המערבלים מונעים בהצלחה מרובה את היווצרות תופעת השכוב הקבוע במאגרים בהם הם מותקנים - ובכך משפרים משמעותית את איכות המים באותם מאגרים



כיצד משיגים ערבול יעיל של המים במאגר הקולחין, בעלויות סבירות וניצול אנרגיה מינימאלי?

מערכת המערבלים הצפים מסדרת RIO של **מדן טכנולוגיות** יכולה לתת את המענה הנכון והיעיל לבעיית השכוב הקבוע בחודשי הקיץ, ולמנוע את היווצרותו מראש - וכל זאת בעלות סבירה וביעילות מירבית.

המדובר במערבלים טבולים, המותקנים על קונסטרוקציית פלב"מ, הכוללים מצופים עשויים פיברגלס.

למערכת המערבלים הצפים מסדרת RIO של חברת

מדן טכנולוגיות מקיבוץ מעגן

מיכאל, כושר סחרור של עד 3,000 מק"ש - כלומר יכולת הנעת מים של 72,000 קוב מים ביממה, וכל זאת תוך ניצול של 2.5 כוח סוס בלבד!

המערבלים הצפים מסדרת RIO של **מדן טכנולוגיות**, מותקנים ופועלים באופן שוטף בעשרות מאגרים בישראל במשך למעלה מ-15 שנה, בהצלחה רבה. כלומר, ניסיון העבר מלמד באופן ברור כי

המערבלים מונעים בהצלחה מרובה את היווצרות תופעת השכוב הקבוע במאגרים בהם הם מותקנים - ובכך משפרים משמעותית את איכות המים באותם מאגרים. כל זאת, תוך ניצול אנרגיה מינימאלי ובעלות ראשונית שמתגמדת ביחס ליעילות המושגת כתוצאה מהשימוש בהם לאורך השנים.

מעבר למניעה יעילה של תופעת השכוב הקבוע בעונת הקיץ, למערכת המערבלים הצפים מסדרת RIO של חברת **מדן טכנולוגיות** שימושים נוספים אפשריים:

שימוש אפשרי אחד, הוא שימוש במערבלי ה-RIO לצורך פיזור יעיל של חומרי ריסוס כנגד אצות בתוך

גוף המים במאגר. פעולתם היעילה של מערבלי ה-RIO בערבול כמויות מים גדולות במאגר, תוך זמן קצר, יוצרת הומוגניות של חומרי הריסוס בתוך המאגר ומאפשרת למעשה פיזור יעיל של חומרי הריסוס בתוך המאגר. פיזור חומרי הריסוס מתבצע בדרך של חיבור מיכל חומרי ריסוס המוצב על גדת המאגר, באמצעות צינור, אל מערבלי ה-RIO המותקן בתוך המאגר.

שימוש במערבלי ה-RIO חוסך את הצורך בפיזור חומרי הריסוס באמצעים אחרים יקרים משמעותית, כגון פיזור עילי באמצעות מטוסי ריסוס - וגם במובן זה מדובר במוצר יעיל וחסכוני לשימוש.

יתרה מכך, כיום הופכת נפוצה יותר ויותר התקנת מערכות סולאריות על פני המים במאגרים רבים, עובדה שלמעשה איננה מאפשרת טיפול בבעיית גדילת האצות באמצעות פיזור עילי על ידי מטוס ריסוס. במקרים כגון אלה, פיזור חומרי ריסוס ישירות למים באמצעות שימוש במערבלי ה-RIO הוא למעשה האמצעי היחיד האפשרי לטיפול במי המאגר כנגד אצות.

שימוש אפשרי נוסף, הוא שימוש במערבלי ה-RIO לצורך הרחקה של חול ובוצה שהצטברו בסמוך לאזורי השאיבה במאגר, באופן אשר פותר ומונע מצבים של סתימה במערכות השאיבה במאגר, שיכולות להיגרם מסיבות שונות ומגוונות. כך, למשל, במקרה בו פגיעה חיצונית בשלמות דופן המאגר יצרה הצטברות של חול אשר חסמה את פתח השאיבה של המאגר, הותקן במאגר מערבלי מסוג RIO בסמוך לאזור בו נוצרה הצטברות חול - פעולה אשר גרמה לתזוזה של מצבור החול מאזור מערכת השאיבה של אותו מאגר, ובכך התאפשרה המשך הפעלתו של המאגר, בעלות מינימאלית.

יצוין, כי בנוסף לשימוש במאגרי מי קולחין, מערכת המערבלים הצפים מסדרת RIO של חברת **מדן טכנולוגיות** יכולה לתת מענה מצוין גם לבריכות איזון, בריכות אופרטיביות וכן מאגרי השקיה - היא מאפשרת תנועת מים במאגרים ובכך משפרת משמעותית את איכות המים.

לסיכום, מערכת המערבלים הצפים מסדרת RIO של **מדן טכנולוגיות** הינה מערכת בעלת יעילות אנרגטית גבוהה ועלות נמוכה, אשר נותנת מענה מלא ומקיף לבעיית איכות המים במאגרי קולחין ומאגרי מים נוספים. כמו כן, המערכת נותנת מענה משלים גם לצרכים אחרים הקשורים לניהולם התקין של מאגרי מים, כגון פיזור חומרי ריסוס והזזת בוצה בקרקעית המאגר - כל זאת ביעילות מירבית ובעלות סבירה. 