



יישובי קצה - פתרון מקומי לטיפול בשפכים:

אינטנסיבי או אקסטנסיבי?

*טל רונן וענת יגנס - טל רונן - מנכ"ל טריפל-טי טיהור בע"מ, ענת יגנס -

טריפל-טי טיהור בע"מ



ההחלטה לטפל בשפכי ישוב מביאה את האחראים לסדרה של התלבטויות. במאמר שהתפרסם בגיליון הקודם עסקנו בהתלבטות שבין התחברות למערכת אזורית לבין הקמת מתקן מקומי. במידה ויתרונות הפתרון המקומי עולים על החסרונות, ורק לאחר שפתרון מקומי אושר על ידי הרשויות ניתן לעבור לשלב הבא והוא בחירת הטכנולוגיה. בפועל בחירת הטכנולוגיה מושגת אף היא על שני שלבים.

הראשונה, תפיסת העולם. השניה היא הטכנולוגיה עצמה. לתפיסת העולם ישנן שתי גישות קיצון וכל הטווח שבניהן.

1. הפתרון האינטנסיבי - מערך אלקטרו-מכאני, כגון: בוצה משופעלת, מכולות קומפקטיות,

RBC (Rotating Biological Contactors) ו-MBR (Membrane Bioreactors).

2. הפתרון האקסטנסיבי- בריכות חימצון, אגנים מאוררים ואגנים ירוקים אינטנסיביים.

הפתרון האינטנסיבי הינו פתרון מוכר ומיושם במכונים רבים בארץ ובעולם. זהו פיתרון מובהק והכרחי למכונות טיהור גדולים ובמרכזים המאוכלסים בצפיפות. מאמר זה עוסק ביישום הטכנולוגיה בפתרונות קצה, הווה אומר: מכון קטן ומרוחק ממרכזי אוכלוסייה.

התהליך האינטנסיבי הינו תהליך יעיל הפועל בזמני שהיה קצרים ובתהליכים אינטנסיביים. יעילות זו מושגת באמצעות תהליכים ארוביים המחייבים אוורור אינטנסיבי, שאיבות וסחרורים המתבצעים באמצעות ציוד אלקטרו מכאני הפועל 24 שעות ביממה ועליו מתבססת הצלחת התהליך.

כל תקלה בציוד זה תגרור אחריה נפילת איכויות וקריסת התהליך, מה שמחייב כפילות ציוד והתקנה בשטח של כל הגיבויים. רגישות זו מחייבת שכל הציוד יהיה תמיד ברמת אחזקה גבוהה, וכן שציוד הגיבוי יהיה תקין ופעיל בכל עת. תהליכים ארוביים אינטנסיביים מייצרים כמויות גדולות של בוצה עודפת המחייבת טיפול ופינוי. ייצוב בוצה במתקנים קטנים הינה לרוב ארובית ולכן שוב תלויה בציוד טוב, צריכת אנרגיה גבוהה ובסופה מתקבלת בוצה קשה יחסית להסמכה וסחיטה המחייבת צריכת פולימר גבוהה ובסופה כמויות גדולות יחסית של בוצה לפינוי.

התהליך האינטנסיבי רגיש לפגיעה תהליכית בשל זמני השהיה הקצרים. אין בו אפקט של מיהול וויסות. אורך החיים של הציוד האלקטרו מכאני ומערך הבקרה נע בין 5-6 שנים למערך הבקרה ועד 10-15 שנה לציוד הסובב וזאת רק בתנאי אחזקה טובים הכוללים שיפוץ אחת למספר שנים. בתום 10-12 שנים יש לתקצב חידוש של כל הציוד המכאני. עלויות התפעול גבוהות לא רק בשל צריכת החשמל והפולימר אלא גם עלויות הביטוח גבוהות, כוח האדם המיומן והיקפו, עלויות האחזקה וכן בדיקות המעבדה הנדרשות למעקב אחר התהליך.

הפתרון האקסטנסיבי אף הוא פתרון מוכר ומיושם במתקנים רבים. הטכנולוגיות האקסטנסיביות מאפשרות תהליך יציב יותר התלוי אך במעט בציוד טוב. זמני שהיה ארוכים מאפשרים וויסות עומסי

שיא ומיתון השפעתם של חומרים מעכבים. בשל מיעוט הציוד לא נדרש צוות אחזקה קבוע במתקן. כמויות הבוצה הנוצרות מועטות יחסית, הפינוי מבוצע רק אחת למספר שנים ואז הבוצה מיוצבת יחסית. חלק מהמערכות האקסטנסיביות אינן מגיעות לאיכויות קולחין גבוהות אך חלקן בהחלט יכול לאפשר קבלת איכויות גבוהות כולל ניטרופיקציה. הקיים של מערכות אלה ארוך וחידוש הציוד מינימאלי. עלויות התפעול נמוכות יחסית כוון שביומיום אין עבודות אחזקה משמעותיות, אין פינוי בוצה וצריכת החשמל נמוכה.

טבלה 1. השוואה בין פתרון אינטנסיבי לפתרון אקסטנסיבי למתקן מקומי קטן – יתרונות וחסרונות

פתרון אינטנסיבי	פתרון אקסטנסיבי	
<ol style="list-style-type: none"> 1. מתקן בעל גודל פיזי קטן מאד 2. מתקן מודולארי המאפשר גידול הדרגתי. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. עלויות תפעול נמוכות מאד. 2. ניתן לבנות מערכות מודולריות. 3. איכות קולחים גבוהה אפשרית. 4. פינוי בוצה אחת לכמה שנים. 5. אורך חיים (קיים) ארוך של המערכת. 	יתרונות
<ol style="list-style-type: none"> 1. הקמה מורכבת. 2. תהליך רגיש. 3. מייצר כמויות גדולות של בוצה לפינוי. 4. תחזוקה יקרה ומורכבת. 5. חידוש הציוד אחת למספר שנים. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. דרוש שטח גדול יחסית. 	חסרונות

ניתן לראות שלפתרון האקסטנסיבי יתרונות בולטים על פני הפתרון האינטנסיבי למתקנים קטנים ומרוחקים.

Case Study

להלן מובא מקרה פרטי של מושב בדרום הארץ, אשר מערכת הביוב שלו ישנה ואינה עומדת באיכויות הנדרשות ומתחייב חידוש מהיסוד. במסגרת בחינת פתרונות מקומיים אפשריים לטיפול בספיקה של 150 מק"י, הוצעו מספר חלופות. עבור כולן היתה חובת הקמת מערך טיפול קדם הכולל סינון 6 מ"מ מכאני ומערך שאיבה. הטכנולוגיות שנבדקו:

1. טיפול בשפכים באמצעות מכולות קומפקטיות המרכזות בתוכן את תהליך הטיפול הביולוגי וההצללה. הטיפול במכולות מבוסס על תהליכי בוצה משופעלת. כל מכולה בנויה משלוש יחידות עיקריות: ריאקטור אירובי, תא הצללה ואזור שירות למפוחים ולחשמל. האוויר מסופק למתקן במערכת אוויר תחתי בבועות זעירות (Fine Bubbles) ממפוחים הממוקמים באזור השירות. במורד ההמצלל ישנה השלמת טיפול באמצעות מערכת סינון חול כולל מינון כימיקלים. הבוצה העודפת נאספת במיכל חיצוני נוסף מאורר, הבנוי כך שניתן להסמיך בו את הבוצה על ידי הגלשת מים עליונים לראש התהליך. האוורור במיכל מונע מהבוצה להיות ספטיט ולמעשה יחל תהליך עיכול אירובי בבוצה. פינוי הבוצה יתבצע באמצעות ביוביות לאתר מורשה אחת ל 10 ימים (כתלות בגודל המיכל).

2. טיפול בשפכים באמצעות בניית ריאקטור בוצה משופעלת אינטנסיבית במבנה בטון ומצלל המכיל למלות, סחרור בוצה, מיכל עודף בוצה מאורר בדומה לפיתרון במכולות ופינוי באמצעות ביובת אחת ל 10 ימים (כתלות בגודל המיכל). במורד המכולות ישנה השלמת טיפול באמצעות מערכת סינון חול כולל מינון כימיקלים.

3. טיפול בשפכים באמצעות אגני שיקוע אנארוביים ואחריהם השלמת טיפול באגנים ירוקים אינטנסיביים במודל טאיא. מדובר במספר אגנים אטומים בהן מניחים שכבות של אגרגטים וצמחיה. קולחי השיקוע הראשוני מוזרמים לאגנים בהם הזרימה היא אנכית. למערך כולו ישנן שתי משאבות המאפשרות סיחרור הנוזל המטופל. החומרים המזהמים מתפרקים באמצעות תהליכים ביולוגיים, פיזיקאליים וכימיים ארוכים המתרחשים באגנים. בוצה מפונה מהאגנים הראשוניים אחת ל 3-5 שנים.

4. טיפול בשפכים באמצעות אגני שיקוע ראשוניים במבנה בטון ואחריהם השלמת טיפול באמצעות מערך RBC (Rotating Biological Contactor) והשלמת טיפול במערך סינון חול, ומיכל בוצה עודפת מאווררת. פינוי בוצה ראשונית ושניונית על ידי ביובת אחת למספר ימים (כתלות בגודל מיכל הבוצה)

ארבע החלופות מתוכננות לאיכויות הטיפול הנדרשות בהתאם לועדת ענבר בהקלה לנושא הזרחן 10/10/20/25 מג"ל TSS/BOD/NH4/TN לשימוש חוזר במי הקולחים לצורך השקיה מקומית. במסגרת בחינת ארבע החלופות, נבדקו עלויות ההקמה, התפעול והחידוש עבור כל חלופה, והן מוצגות בטבלה הבאה:

טבלה 2. השוואת עלויות בין חלופות תהליכיות שונות לטיפול מקומי.

מכולות קומפקטיות	מתקן בוצה משופעלת	מתקן RBC	אגנים ירוקים במודל טאיא	
1,550,000	2,100,000	1,660,000	1,200,000	עלות הקמה (ש"ח)
2.5	2.5	2.0	0.5	עלות תפעול (ש"ח/מ"ק) * הערכה עבור 10 שנים ראשונות
1,368,750	1,368,750	1,095,000	273,750	עלויות תפעול במשך 10 שנים (ש"ח)
620,000 (1*)	840,000 (1*)	500,000 (*2)	180,000 (3*)	עלות חידוש ציוד אלקטרו מכאני בתום 10 שנים (ש"ח)
3,538,750	4,308,750	3,253,000	1,653,750	סה"כ עלות הקמה ותפעול בתום 10 שנות הפעלה כולל הכנה לשנים הבאות. (ש"ח)

(1*) עלות הציוד האלקטרו מכאני כ 40% מעלות ההקמה

(2*) עלות הציוד האלקטרו מכאני כ 30% מעלות ההקמה

(3*) עלות הציוד האלקטרו מכאני כ 15% מעלות ההקמה

ניתן לראות את החיסכון הגדול, הן בהקמה בתפעול ובחידוש, אם בוחרים בחלופה האקסטנסיבית על פני החלופה האינטנסיבית. בנוסף ליתרון הכלכלי המובהק, המתקנים האינטנסיביים דורשים פעמים רבות תחזוקה שוטפת על ידי כוח אדם מיומן. במקומות יישוב קטנים, לא תמיד יש בנמצא כוח אדם כזה ולעיתים

קרובות ניתן לראות מתקנים אשר אינם מתוחזקים כראוי או מוזנחים באופן שמביא לפגיעה בתהליך הטיפול ולמפגעים סביבתיים.

מה היית רוצה לראות מהחלון?

כזה או כזה?



במאמר הבא נשווה טכנולוגיות אקסטנסיביות שונות.