

בחירה והפעלת מערכת ביולוגית מסוג MBR

בהתאם להסכם הגישור בין המפעלים הפועלים ברמת הובב לבין הרשויות השונות, שפכי חברת מכתשים יוזרמו לבריכות אידוד לאחר טיפול שיאפשר עמידה בתנאים שהוסכמו עליהם. על מנת לעמוד בתנאים הללו ולאחר בדיקה מקיפה, הפור נפל על שימוש במערכת ממברנלית להפרדה, טכנולוגיה המכונה MBR

ראובן כהן-צידון*

קטגוריות, האחת הינה זרמים פריקים ביולוגית והאחרת הינה זרמים בלתי פריקים ביולוגית אשר יטופלו במערכת חימצון רטוב ייעודית. מערכת זו אינה מסוגלת לגרום למינרליזציה מוחלטת של שפכי מכתשים, אולם תוצר החימצון הוא אתנול, מתנול, חומצה אצטית וחומצה אוקסלית, כלומר תרכובות בעלות פריקות ביולוגית גבוהה מאד, כך שלאחר החימצון הרטוב ניתן יהיה להשלים את הטיפול במערכת הביולוגית.

הזרם לאחר הטיפול הביולוגי יעבור טיפול התפלה במערכת RO, חלקו יושב למתקני הייצור ואילו הרכז יוזרם לבריכות האידוד. הבסיס הכלכלי לרעיון זה טמון בהקטנת שטח בריכות האידוד כתוצאה מהקטנת נפח הזרם אליהן.

הקדמה

חברת מכתשים הינה חברה כימית שעיסוקה העיקרי ייצור חומרים להגנת הצומח. ככל חברה כימית אחרת, הטיפול בשפכים המימיים מהווה אבן יסוד בהחלטות המתקבלות על ידי הנהלת החברה שחרטה על דגלה מניעת הפגיעה בסביבה, הן בטווח הקרוב והן ברחוק.

בהתאם להסכם הגישור בין המפעלים הקיימים ברמת הובב לבין הרשויות השונות, שפכי מכתשים יוזרמו לבריכות אידוד לאחר טיפול שיאפשר עמידה בתנאים שהוסכמו עליהם.

על מנת לעמוד בתנאים הללו נטוותה בחברת מכתשים תוכנית מיוחדת (איור מספר 1) המבוססת על חלוקת זרמי המפעל לשתי

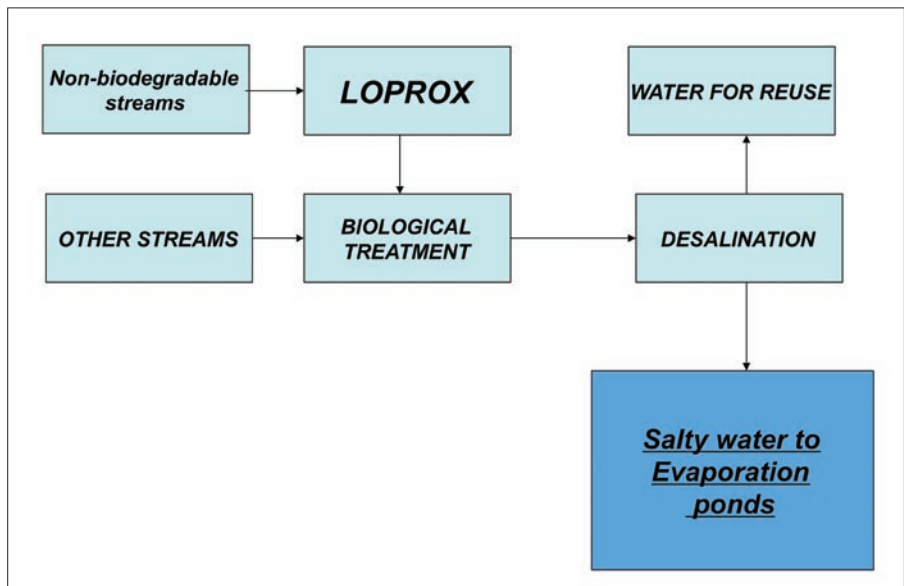


ראובן כהן-צידון

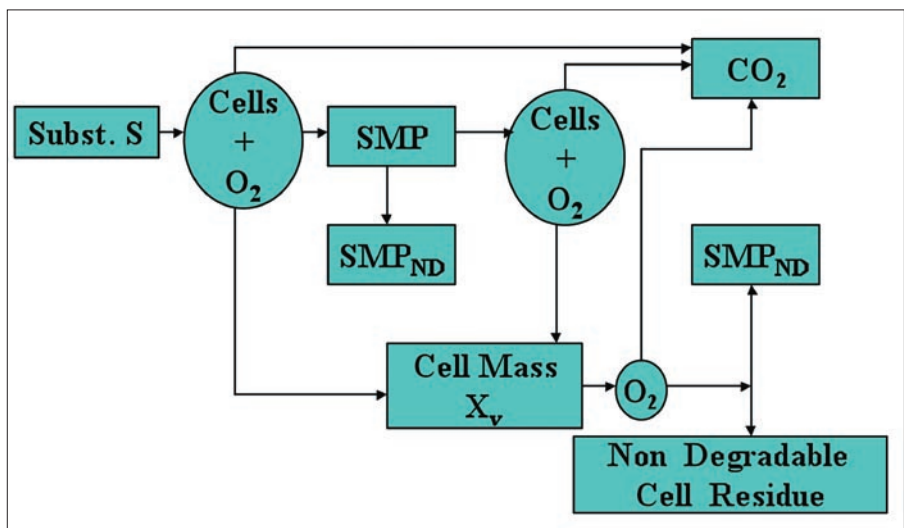


מראה כללי של מתקן הטיהור במכתשים

* ראובן כהן-צידון, מנהל טכנולוגי, חברת מכתשים



איור מספר 1
מתווה הטיפול בשפכי מכתשים



איור מספר 2 - מנגנון פירוק ביולוגי

בשפכים תעשייתיים קיימות תרכובות אורגניות קשות יותר לפירוק מאשר בשפכים מוניציפליים ולכן המנגנון הכימי של החימצון חשוב מאד להבנת התהליך הביולוגי של השפכים הללו. תהליך זה עובר דרך יצירת כוהל וחומצה כמוצג במשוואה 1.

$$1. RCH_3 \rightarrow RCH_2OH \rightarrow RCOOH \rightarrow CO_2 + H_2O$$

השבלים האיטיים יותר בתהליך הינם הראשוניים, דהיינו ייצור הכוהל. מרגע שנוצרת חומצה אורגנית בעלת שרשרת קצרה, קצב הפירוק הביולוגי מהיר מאד. מאחר ובשפכים תעשייתיים ככלל ובשפכי מכתשים בפרט קיימות תרכובות רבות שקצב הפירוק הביולוגי שלהן איטי מאד, אזי בניגוד לקיים בשפכים מוניציפליים, במקרים רבים קצב הפירוק אינו נקבע על ידי מעבר החמצן אלא על ידי המנגנון הביולוגי כמתואר במשוואה 2.

טיפול ביולוגי בשפכים תעשייתיים

בעקרון, הטיפול הביולוגי בשפכים תעשייתיים זהה לזה של שפכים עירוניים. מדובר על ריאקטורים מאווררים שבהם קיימת בוצה ביולוגית המעכלת את התרכובות האורגניות, אולם בנקודה זו מסתיים הדמיון ובה לדי ביטוי הבעייתיות של טיפול בשפכים תעשייתיים.

תוצרי התהליך הביולוגי (איור מספר 2) כוללים פרט לתוצרי החימצון (כמו פחמן דו-חמצני ומים) גם תרכובות אורגניות בלתי פריקות ביולוגית. התרכובות הללו כוללות גם פולימרים שונים (כמו EPS) שלהם אופי דביק, וחשוב יותר נוכחותם גורמת להעלאת צמיגות הזרם וכתוצאה מכך לירידה ביכולת מעבר החמצן ופגיעה ביכולת הפירוק הביולוגית. כמות הפולימרים הנוצרת תלויה בהרכב ההזנה וביכולת הביומסה לפרק את התרכובות הללו.

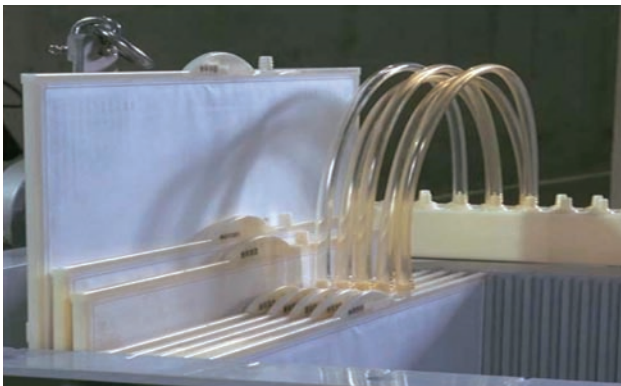
הפלוקטואציות בהרכב השפכים עזות יותר, ערך שהינו 60% מעל הממוצע השנתי ולמעשה ערך זה מביע את התנודות הגבוהות בהרכב שפכי מכתשים שעל מתכנן המערכת הביולוגית היה להתמודד איתן.

		Average	STD
Flow	Cu.m/day	2441	329
BOD conc.	Mg/liter	4870	982
TOC conc.	Mg/liter	2882	403
COD conc.	Mg/liter	10248	1172
BOD load	Kg/day	11828	2882
TOC load	Kg/day	6241	1398
COD load	Kg/day	21272	4256

טבלה 1 - אנליזת הזנה למערכת הביולוגית

בחירת מערכת ביולוגית

כתוצאה מהמליחות הגבוהה, אין אפשרות להפריד את הבוצה במערכת גרוויטציונית ולכן נוצר צורך בבחירת טכנולוגיה אחרת להפרדה. לאחר בדיקה מקיפה הפור נפל על שימוש במערכת ממברנלית להפרדה, טכנולוגיה המכונה MBR. במשך יותר משנה נערכו בחברת מכתשים נסיונות פיילוט של חברות שונות המתמחות בטכנולוגיית MBR ובסופו של דבר הוחלט לבחור בטכנולוגיה שהוצעה על ידי חברת KUBOTA. המערכת שנבחרה (איורים מספר 3-4) בנויה מממברנות שטוחות, אשר יציאת הקולחים המטוהרים מבוצעת דרך צינוריות פלסטיק הממוקמות בראשן ומובילות לצינור איסוף מרכזי. הממברנות מותקנות במעמד מיוחד המכיל קומה אחת או שתיים (במקרה של מכתשים שתי קומות), המרווח בין הממברנות הוא כשישה מ"מ, מתחת לממברנות מותקנים מפזרי אוויר מסוג coarse bubbles.



איור מספר 3 - ממברנות KUBOTA

$$2. \frac{dC}{dt} = K_b * X_v * C$$

C - substrate concentration

K_b - biological rate constant

X_v - biomass concentration

המסקנה החשובה ביותר ממשוואה זו הינה שעל מנת לפרק חומרים שלהם קבוע פירוק ביולוגי נמוך יש צורך בריכוז בוצה גבוה.

איפיון שפכי מכתשים

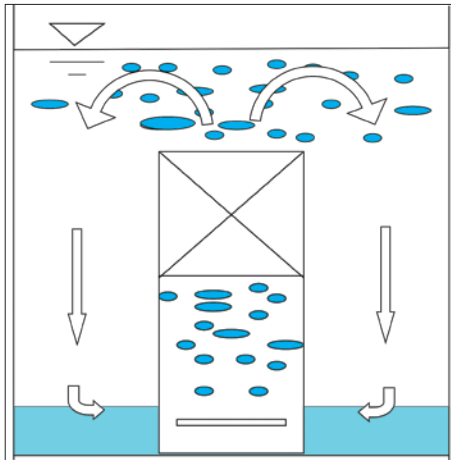
שפכי מכתשים רחוקים מלעמוד בהגדרה של שפכים אידיאליים לטיפול ביולוגי. מדובר במפעל שקיימות בו מערכות מנתיות רבות ומגוון גדול מאד של תוצרים המיוצרים בהתאם לדרישת השוק וכתוצאה מכך הרכב השפכים וספיקתם משתנים חדשות לבקרים.

שפכי מכתשים מכילים כמויות גדולות של חומרים כלורו-אורגניים שנחשבים כרעילים לתהליכים כימיים מסוימים כמו ניטריפיקציה.

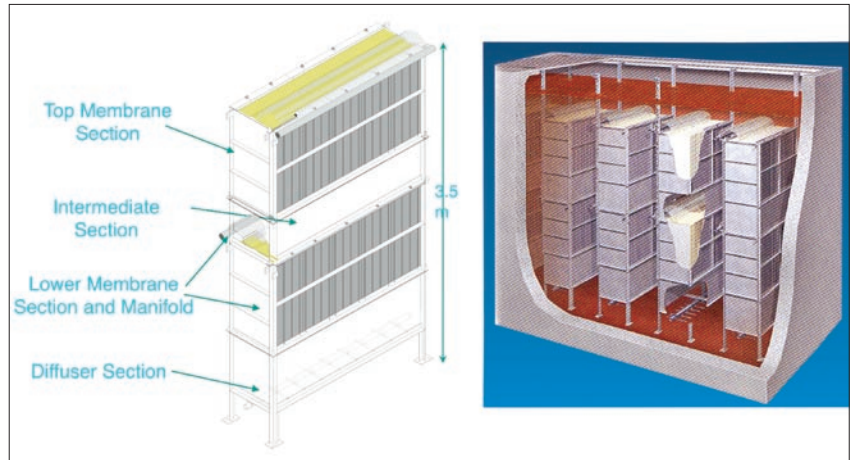
שפכי מכתשים מכילים חומרים רבים הנחשבים בלתי פריקים ביולוגית כגון תרכובות אורגנו-זרחתיות וטריאזינים. מעבר לכך, מאחר ורוב הממסים האורגניים מופרדים מהשפכים במסגרת תהליכי הייצור (מסיבות כלכליות מאחר והם מושבים לתהליך) נוצר מצב שבו לא יותר מ-10% מתכולת הפחמנים האורגניים מקורם בממסים אורגניים ומאחר והממסים הללו הם הקלים יותר לפירוק ביולוגי - פירוש הדבר שהנותר (השפכים הנוכחיים) קשה מאד לטיפול ביולוגי.

חוב תהליכי הייצור במכתשים מבוססים על ייצור מלח (בעיקר sodium chloride) כתוצר לוואי, כתוצאה מכך שפכי מכתשים מכילים מלחים ברמה משתנה של 2%-3.5%. לתכולה זו השפעה דרסטית על יכולת שיקוע הבוצה ומעבר לכך על מסיסות החמצן. אחת הדרישות לשמירה על ביומסה בריאה הינה תנאים קבועים ככל האפשר, אולם שינוי ברמת המליחות כפי שמתואר מעלה אמור לגרום לקשיים רבים בכל הכרוך ליעילות התהליך הביולוגי. מספר נתונים ביחס לשפכי מכתשים (בשנת 2008) מופיעים בטבלה מספר 1, הנתונים הללו מתייחסים לזרם ההזנה למערכת הביולוגית לאחר נפח איזון של כשמונה ימים.

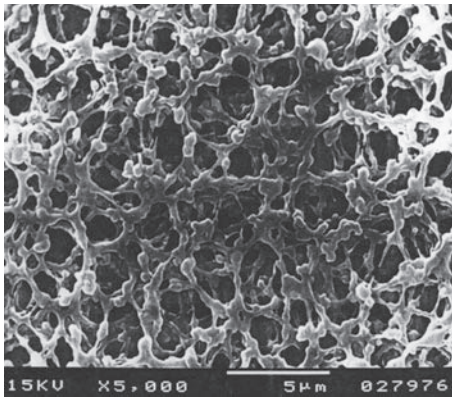
מעבר לנתוני הטבלה נבדקו גם הערכים השונים במוצק רץ של שלושה ימים (פרק זמן שאמור להשפיע על תפקוד המערכת הביולוגית) והסתבר שבמקרים מסוימים התקבל ערך הגבוה מ-18,000 ק"ג BOD ליממה (יש לזכור שמדובר על הזנה לאחר נפח איזון של כשמונה ימים, כלומר ללא האיזון



איור מספר 5 - ניקוי ממברנות KUBOTA



איור מספר 4 - התקן ממברנות KUBOTA



איור מספר 6
- תקריב פני
שטח של
ממברנות
KUBOTA

מכתשים היה צורך לבצע שטיפה (או זרימה נגדית) תוך שימוש בריאגנט מחמצן בתדירות שהינה גבוהה מפעם בשעה, כל פעולה מסוג זה מוציאה את המערכת ממצב עבודה הרגיל ופוגעת ביעילותה. מעבר לזאת, פעולות מסוג זה בתדירות כה גבוהה הינן מקור לכשל תפעולי.

- צורת העבודה במערכת שנבחרה גורמת לכך שצריכת הריאגנט המחמצן תהיה נמוכה מאד. השימוש בחומר זה אינו סלקטיבי והוא פוגע גם בבקטריות ובמיוחד אלו שהן בעלות קצב גידול (growth rate) נמוך, בקטריות אלו הינן תוצאה של אקלום ארוך ומסוגלות לפרק חומרים הקשים לטיפול ביולוגי ולכן מניעת הפגיעה בהן תוביל לקבלת שפכים בעלי דרגת ניקיון גבוהה יותר.
- צורת הניקוי של ממברנות KUBOTA מבוססת על יצירת מאמצי זרימה גבוהים. המאמצים הללו עולים ככל שריכוז הבוצה גבוה יותר, מאחר ומדובר בחלקיקים מוצקים. כתוצאה מכך, עבודה בריכוזי בוצה גבוהים תימנע סתימה של הממברנות, ריכוז בוצה גבוה פרושו גיל בוצה גבוה יותר ואפשרות לפיתוח ביומסה בעלת יכולות פירוק גבוהות יותר לחומרים אורגניים שנחשבים בלתי פריקים ביולוגית, יתרון שיתבטא בקבלת שפכים בעלי רמת ניקיון גבוהה יותר יחסית לטכנולוגיות אחרות.

במהלך פעולת הסינון של הממברנות נוצר עליהן פילם שעלול לגרום לסתימתן ולכן יש צורך בפעולת ניקוי. פעולה זו מתבצעת באמצעות הכנסת אוויר דרך המפזרים הנמצאים בתחתית מבנה הממברנות (איור מספר 5). האוויר גורם לתופעה של מעלית אוויר (air lift) והנזל הזורם עקב תופעה זו הוא זה שמנקה את הממברנות.

מבט בצילום מוגדל של פני הממברנה (איור מספר 6) מצביע על הבדל תהומי בינה לבין ממברנות אחרות. גודל המיפתח (pores) של ממברנת KUBOTA הינו כחמישה מיקרון, כלומר בקטריות יכולות לעבור דרכה ולמעשה בצורתה הבסיסית היא אינה מהווה חייץ מושלם בבקטריות, אולם המערכת בנויה כך של פני הממברנה ניתן לבנות פילם ביולוגי אוורירי (בדומה ל-precoat במערכות סינון) שמונע את מעבר הבקטריות. יתרה מזו, בניית הפילם בצורה מושכלת - דהיינו מחלקיקים גדולים, מאפשרת את מניעת סתימת הממברנות.

הכוח המניע למעבר דרך הממברנות הינו העומד ההידרוסטטי של הנזל, מפל הלחץ מוגבל ל-600 מ"מ מים וכאשר מפל הלחץ מגיע לערך זה יש צורך בשימוש בריאגנט מחמצן (נתרן תת-כלור) לניקוי הממברנה.

הסיבות שהובילו להעדפת הטכנולוגיה שנבחרה על פני טכנולוגיות אחרות מפורטות מטה.

- על מנת למנוע תדירות גבוהה של סתימת הממברנות יש לדאוג לכך שמאמצי הזרימה על פני משטח הממברנות יהיו גבוהים ככל האפשר. יחס זה מושג בין היתר באמצעות הגדלת היחס בין הזרימה במקביל למישור הממברנות לבין המרכיב המאונך לה (הזרימה דרך הממברנות), במערכת KUBOTA עומד יחס זה על לא פחות מ-1:1000, בעוד שבמערכות אחרות ערך זה נמוך לפחות בשני סדרי גודל, כלומר הסיכוי להיסתמות של ממברנת KUBOTA נמוך יותר.
- ניקוי רציף - במערכות אחרות שנבדקו על ידי חברת

שבנתה אי פעם על ידי חברת KUBOTA ורק במהלך הרבעון השני של שנת 2009 אמורה להיכנס לעבודה מערכת גדולה יותר.

שפועול המערכת הביולוגית

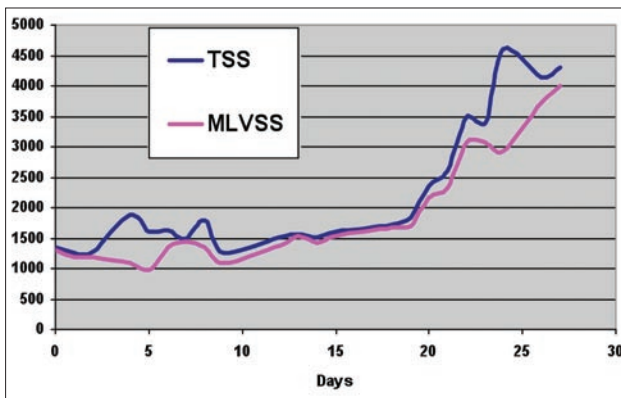
במהלך הרבעון האחרון של שנת 2006 הופעלה המערכת הביולוגית של מכתשים. הבעיה הראשונה שעמדה בפני צוות מכתשים היתה יצירת ביומסה המסוגלת לפרק את שפכי המפעל. למטרה זו הוזן אחד הריאקטורים (בשלב ראשון הופעל ריאקטור בודד) בשפכי מכתשים בלבד עד לנפח העבודה, בלא שתהיה יציאת קולחים.

השלב הבא היה הזנת מתנול תוך כדי איזור הריאקטור, המתנול הוזן מאחר וכל ביומסה מסוגלת לפרק אותו גם כאשר מדובר על ביומסה משפכים מוניציפלים שהובאה לשפכים ברמת מליחות של 5%. למתנול קבוע פירוק ביולוגי גבוה מאד (126 cu.m/kg/day) כך שהתגובה מהירה מאד ומעבר לזאת מתנול הינו תוצר לוואי באחת מהתגובות במכתשים.

פירוק המתנול מאפשר קיום ביומסה מסוימת שהבסיס שלה הינו הביומסה שקיימת באופן טבעי בשפכים. צורת עבודה זו נמשכה עד אשר התקבלה ירידה חדה של ערך ההגבה (PH) בריאקטור.

הפירוש של ירידת ערך ההגבה הינו שנוצרו חומצות אורגניות (משוואה מספר 1) ולמעשה קיימת בריאקטור ביומסה מאוקלמת לשפכי מכתשים המסוגלת להתגבר על החלק הקשה במנגנון התהליך הביולוגי (יצירת כוהלים מאחר וזה השלב המקדים ליצירת החומצה) ולמעשה מרגע זה ניתן לעבור לשלב השיפוע הבא.

עם קבלת ביומסה מאוקלמת יש צורך להגדיל את ריכוזה, למטרה זו הוזנה לריאקטור תערובת של מתנול ושפכים כאשר עומס ה-BOD נשאר ללא שינוי ומכיוון שלשפכי מכתשים קבוע פירוק ביולוגי נמוך לאין ערוך מזה של המתנול, האפשרות היחידה לפרק את כל ה-BOD הינה באמצעות הגדלת ריכוז הבוצה (משוואה 2) ואמנם תוך שבועיים עלה



אירוס מספר 7 - ריכוז מרחפים בריאקטור כתלות בזמן

לא כל היתרונות המתוארים מעלה נצפו במהלך עבודת הפיילוט, אולם ניתוח של המערכת שבוצע על ידי הצוות בחברת מכתשים הוביל למסקנה שהפוטנציאל הטמון בשימוש נבון במערכת גבוה מאד ומצדיק את הבחירה בה.

מניעת מיטרדי ריח

במהלך הטיפול הביולוגי בשפכים תעשייתיים נפלטים לסביבה חומרים נדיפים המהווים פוטנציאל למטרדי ריח. מסיבה זו הוחלט להתקין מערכת לסילוק ריחות שתטפל בגז הנפלט מהמערכת הביולוגית.

המערכת בנויה ממערכת ספיגה עליה מסוחרר תווך מימי, האמור לספוג את החומרים הנדיפים הנפלטים במהלך הטיפול הביולוגי. לאחר מכן, תערובת זו עוברת דרך ריאקטור קטליטי המבצע מינרליזציה של החומרים האורגניים.

התווך המימי כולל בתוכו ריאגנט מחמצן שהינו נתון תת-כלורי. ריאגנט זה מתפרק על גבי הקטליסט תוך קבלת נתון כלורי וחמצן, החמצן נשאר ספוח על גבי הקטליסט ומכיוון שלקטליסט יש יכולת ספיחה גם של חומרים אורגניים, הוא מהווה נקודה בה נצברים חומרים אורגניים בריכוז גבוה (המים לא נספחים לקטליסט) עם חמצן פעיל. מגע זה מאפשר חימצון של החומרים האורגניים עד תום.

פרט לחומרים האורגניים מסוגל הקטליסט לטפל גם בתרכובות אחרות המהוות מקור למטרדי ריח, כמו אמוניה (זו הופכת לחנקן ומים), מימן גופרי (H₂S) ומרקפטאנים, יכולת טיפול זו והעובדה שהתגובה מתבצעת בטמפרטורת סביבה מונעים יצירת תרכובות לוואי בלתי רצויות ולמעשה בכך נמנע מפגע סביבתי.

מבנה המערכת הביולוגית

המערכת בנויה מארבעה ריאקטורים צינוריים במקביל, כאשר ביניהם קיים תא אנוקסי לביצוע תהליך דה-ניטריפיקציה. אורך כל ריאקטור 44 מטרים, רוחבו 22 מטרים ועומקו שישה מטרים. קרוב ל-90% מנפח הריאקטור משמשים כאגן איזור ובנותר ממוקמות הממברנות.

ספיקת תכנון - 3000 מ"ק ליממה.

עומס BOD מתוכנן - 15,000 ק"ג ליממה.

זמן שהייה הידראולי - 7 ימים.

מספר ממברנות - 32,000.

שטף תכנון - 5 ליטר לשעה למ"ר.

ריכוז בוצה מתוכנן - 12,000 מ"ג לליטר.

במטרה למנוע מטרדי ריח, הריאקטורים הינם אטומים ונשמרים במצב של תת-לחץ קל. הגז הנפלט מהריאקטורים מועבר למערכת סילוק ריחות.

המערכת שבנתה בחברת מכתשים הינה הגדולה ביותר

לאחר שריאקטור אחד הגיע למצב עבודה, חולקה תכולתו עם שני ריאקטורים אחרים והמערכת הועברה למצב עבודה רגיל. מרגע הפעלת הריאקטור הראשון ועד אשר המערכת הגיעה למצב עבודה מלא (בריכוז בוצה של 10,000 מ"ג לליטר) עברו פחות משלושה חודשים.

איכות קולחי מכתשים

השימוש במערכת MBR לטיפול בשפכים מאפשר עמידה בדרישות הרשויות לגבי איכות הקולחים המטוהרים, אולם יתרונה של טכנולוגיית KUBOTA בא לידי ביטוי בפרמטרים אחרים כאשר דוגמה בולטת לכך הינה השוואה בין הערכים הממוצעים של אנליזות זרם ההזנה בשנים 2007 ו-2008 (טבלה מספר 2).

	Dim.	2007	2008	Difference [%]
BOD	Mg/liter	3875	4870	25.6
TOC	Mg/liter	2842	2882	1.01
COD	Mg/liter	10424	10248	-0.98
TKN	Mg/liter	538	574	1.07

טבלה 2 - שפכי מכתשים 2007 לעומת 2008

כל הבדיקות למעט בדיקת BOD תלויות אך ורק בחומר הנבדק, אולם אנליזת BOD תלויה פרט לחומר הנבדק גם בבקטריות בהן מבוצעת הבדיקה.

כאשר מתבוננים באנליזות TOC, COD, TKN מסתבר שהרכב שפכי מכתשים בשנת 2008 זהה לזה שהיה קיים בשנת 2007, אולם הפריקות הביולוגית עלתה ב-25.6%. השיפור בפריקות הושג עקב היתרון של טכנולוגיית KUBOTA, המאפשרת פיתוח ביומסה מיוחדת בעלת קצב גידול נמוך בלא חשש לפגיעה בה עקב תדירות גבוהה של שימוש בריאגנט מחמצן.

השיפור ביכולת הפירוק הביולוגית הושג באמצעות תפעול נכון של צוות מכתשים, באמצעות יצירת חוסר של מרכיבים מסוימים בריאקטור שלצורך השגתם נאלצו הבקטריות לפרק תרכובות הנחשבות קשות ולעתים בלתי אפשריות לפירוק ביולוגי. במסגרת זו פורקו בין היתר התרכובות האורגנו-זרחתיות בשפכי מכתשים.

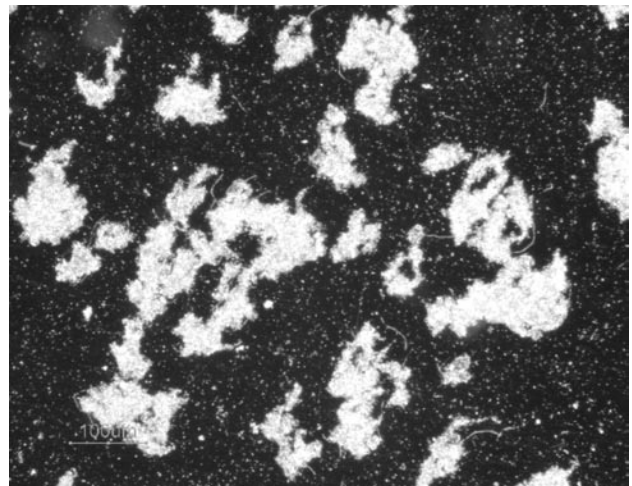
השיפור ביכולת הפירוק הביולוגית לא נפסק והוא ממשיך גם עתה כפי שניתן לראות מהערכים של BOD/TOC ו-BOD/COD בזרם ההזנה כתלות בזמן (איור מספר 10).

ריכוז הבוצה מ-1500 מ"ג לליטר ל-4500 מ"ג לליטר (איור מספר 7) ולמעשה עד רמה של 8000 מ"ג לליטר התקבלה עלייה ליניארית.

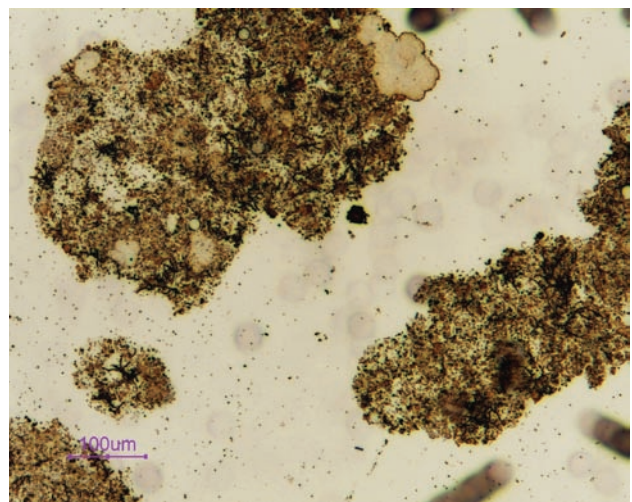
הסינון על פני הממברנות מבוצע בין היתר באמצעות פילם ביולוגי ועל מנת למנוע מפל לחץ גבוה יש לדאוג לכך שהפילם יהיה אוורירי ככל האפשר, כלומר יהיה מורכב מחלקיקים גדולים ולכן בשיתוף עם פרופסור אשר ברנר מאוניברסיטת בן גוריון וצוותו נלקחה באופן שבועי דוגמת ביומסה לבדיקה במיקרוסקופ על מנת לקבל הערכה לגבי צורת הביומסה.

הביומסה בתחילת הדרך (איור מספר 8) מכילה גושי ביומסה בעלי צפיפות נמוכה עם כמות גדולה של פילמנטים, אולם חשוב יותר קיימת כמות גדולה של חלקיקים עדינים (pin flocks). ביצוע סינון בשלב זה יגרום לסתימת הממברנות באופן מיידי.

עם הזמן (איור מספר 9) התקבלו גושי בקטריות צפופים יותר וכמעט ללא חלקיקים עדינים, במצב זה התקבלה החלטה להתחיל את הסינון דרך הממברנות.



איור מספר 8 - ביומסה בתחילת האקלום



איור מספר 9 - ביומסה בסוף תקופת האקלום

העבודה הקיימת במכתשים ניתן דגש להקטנת תכולתם בריאקטור.

הקטנת תכולת הפולימרים בתמיסה גורמת לכך שלא תיווצרנה הידבקות על פני הממברנות, אמנם בהתאם לנוהלים של חברת KUBOTA יש צורך בשטיפת הממברנות כאשר מפל הלחץ מגיע לערך של 500 מ"מ מים כאשר ההנחה שיהא צורך לבצע פעולה זו כל 3-4 חודשים, חברת מכתשים החליטה לאמץ את נושא הזמנים בלבד כך שהשטיפה מתבצעת כל שלושה חודשים במצב שבו מפל הלחץ אינו עולה על 250 מ"מ מים וזאת למרות שהשטף גבוה ב-40% מהשטף המתוכנן.

נהוג להניח שאין אפשרות לפתח תהליך ניטריפיקציה במערכות שרמת המליחות בהן גבוהה מ-1% ואשר מכילים תרכובות כלור-אורגניות, אולם עקב השימוש בטכנולוגיית KUBOTA התפתחה עם הזמן ביומסה המסוגלת לבצע ניטריפיקציה (איור מספר 11). בשלב זה הניטריפיקציה אינה מושלמת (רק כמחצית מהחנקן עוברת פירוק, דהינו כשש מאות ק"ג ליממה), אולם השיפור המתמיד מעורר תקוות רבות.

מסקנות

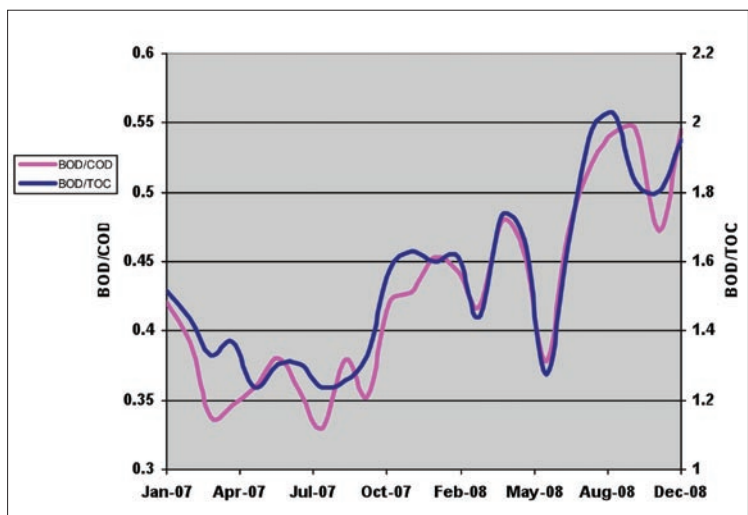
ההחלטה לבחור בטכנולוגיית KUBOTA הוכיחה את עצמה כמוצדקת. מדובר במערכת המסוגלת לעבוד בפלוקטואציות עזות של זרם ההזנה כאשר איכות הקולחים נותרת ללא שינוי.

השילוב בין הטכנולוגיה שנבחרה ונוהל העבודה הייחודי שפותח על ידי הצוות במכתשים מאפשר קבלת שפכים באיכות גבוהה מאד, איכות שמאפשרת התפלה במערכות RO מסחריות לחלוטין ובכך להשיב מים, משימה שהיא בגדר פרויקט לאומי. 💧

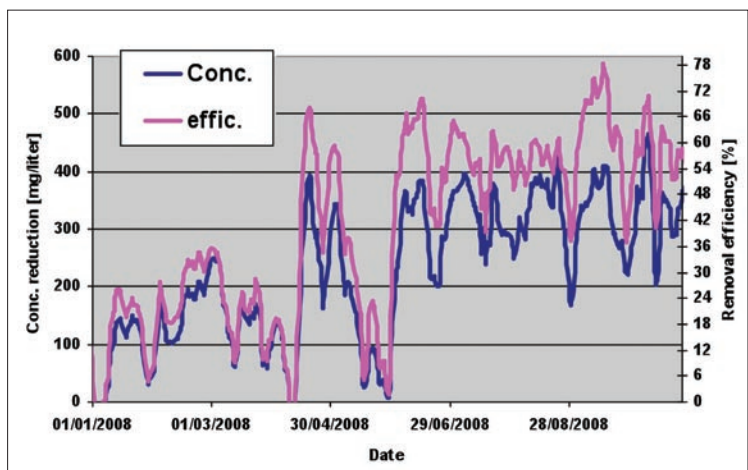
השיפור המתמיד ביכולת הפירוק הביולוגית בא לידי ביטוי גם ביכולת פירוק גבוהה יותר של פחמנים אורגניים, ממוצע הפירוק של ה-TOC במהלך שנת 2008 עמד על 90.7% והגיע אף לערכים של 94 - 95%, הפירוש יכולת פירוק זו הינו כמות קטנה יותר של פולימרים אשר אינם פריקים ביולוגית (איור מספר 2) וכתוצאה מכך יורדת צמיגות הזרם בריאקטור.

לירידה בצמיגות הזרם בריאקטור השפעה על יכולת מעבר החמצן ולמרות שממוצע הרחקת TOC ו-COD בשנת 2008 עלה ב-20% (יחסית לשנת 2007) צריכת האוויר ירדה ב-10% וזאת כאשר ריכוז הבוצה עלה ב-50%.

ריכוז הבוצה הגבוה (ריכוז העבודה נע כיום סביב 25,000 מ"ג לליטר) מאפשר את פיתוח הביומסה המיוחדת עקב גיל בוצה גבוה מאד, אולם נהוג לחשוב שריכוז גבוה יקטין את יכולת מעבר החמצן וייצור קשיים בביצוע התהליך הביולוגי. הנחה זו נכונה, אולם במידה ודואגים ליצירת גושי בקטריות גדולים (כפי שבוצע במכתשים) שטח הפנים קטן יותר וכתוצאה מכך גם הצמיגות. מעבר לכך, ריכוז הבוצה אינו הפרמטר היחידי המשפיע על הצמיגות אלא גם הפולימרים הנוצרים במהלך הטיפול הביולוגי ובצורת



איור מספר 10 - פריקות ביולוגית כתלות בזמן



איור מספר 11 - פירוק TKN כתלות בזמן