

מכון אזורי לטיפול בשפכים באתר ביתניה

הוספת מערך טיפול שלישוני

סינון וחיטוי

תכנון כללי

פרשה טכנית

מרץ 2018

עדכון מרץ 2019

המתכנן:

ת.ל.מ. מהנדסים (ג.ש.) בע"מ

רח' היוזמה 2, טירת הכרמל 3903202

טל': 04-8509595 פקס. 04-8509596

תוכן עניינים

<u>עמוד</u>	<u>תאור</u>	<u>פרק</u>
3	מבוא	1
3	1.1 מטרת התוכנית	
3	1.2 תיאור המצב הקיים	
6	התוכנית המוצעת	2
6	2.1 כללי	
6	2.2 תחנת שאיבה לקולחים שניוניים	
7	2.3 שלב א' – סינון	
7	2.3.1 כללי	
9	2.3.2 סינון גרביטציוני עם שטיפה מנתית	
10	2.3.3 מערכת בקרה	
	2.3.4 הזרקת אלום	
11	2.4 שלב ב' – חיטוי	
11	2.4.1 חיטוי בכלור	
	2.5 מאגר חרום	

1.1 מבוא**1.1 מטרת התוכנית**

מכון הטיפול בשפכים הקיים באתר ביתניה נבנה במטרה לקלוט את שפכי טבריה תחתית, מועצה אזורית עמק הירדן ואזור רכס אלומות ופוריה. המכון כולל טיפול בשפכים עד לרמה של קולחים שניוניים.

מטרת תכנית זו הכנת תוכנית כללית לתכנון מערך טיפול שלישוני במט"ש ביתניה. התכנית מיועדת למצוא את הפתרון האופטימלי לחלופות השונות מבחינה טכנית, כלכלית והנדסית.

מערך הטיפול השלישוני יהיה מורכב משני שלבים עיקריים – סינון במטרה להרחיק חומר מרחף ולאחר מכן חיטוי, במטרה להקטין את רמת החיידקים הפוטוגניים המהווים סכנה סביבתית ומגבילים את השימוש החוזר בקולחים. התכנון המוקדם בדק מספר חלופות לתכנון מערך הטיפול השלישוני אשר כללו, סינון גרביטציוני עם שטיפה מנתית, סינון גרביטציוני עם שטיפה רציפה וסינון לחץ.

החלופות שנבחרו לתהליך החיטוי כללו חיטוי בהיפוכלורוז וחיתוי באמצעות קרינת UV.

1.2 תיאור המצב הקיים

מכון הטיפול בשפכים הקיים באתר ביתניה מתוכנן לספיקה יומית של 16,000 מק"י בשלב א', עם אופציה להגדלת הספיקה היומית ל-24,000 מק"י בשלב ב'. תהליך הטיפול בשפכים הינו תהליך בוצה משופעלת עם שיקוע ראשוני וייצוב בוצה אנאירובי, ותוכנן עפ"י נתוני התכנון המפורטים בטבלה מס' 1.

טבלה מס' 1 – נתוני תכנון בסיסיים של מכון הטיפול בשפכים

פרמטר	יח'	שלב א'	שלב ב'
מס' מודולים	יח'	2	3
ספיקה יומית – ממוצע שנתי	מ"ק ליממה	16,000	24,000
ספיקה יומית – ממוצע קיץ	מ"ק ליממה	17,250	25,920
ספיקת שעת שיא – יום ממוצע	מק"ש	1,870	2,320
ספיקת שעת שיא – יום חורף	מק"ש	2,410	2,910
עומס צח"ב	קג"י	6,900	10,340
עומס צח"כ	קג"י	16,210	24,310
עומס מ"מ	קג"י	7,810	11,710
עומס חנקן קילדל	קג"י	1,600	2,400
עומס זרחן	קג"י	290	430
ריכוז צח"ב	מג"ל	430	430
ריכוז צח"כ	מג"ל	1,015	1,015
ריכוז מ"מ	מג"ל	490	490
ריכוז חנקן קילדל	מג"ל	100	100
ריכוז זרחן	מג"ל	18	18

הקולחים ביציאה מהמט"ש הינם קולחים ברמה שניונית. להלן פירוט מדדי איכות הקולחים ביציאה מהמט"ש, כפי שנמדדו בחודשים יולי-ספטמבר 2014 :

צח"ב כללי	-	12.6 מג"ל
מוצקים מרחפים	-	17.6 מג"ל
צח"כ	-	121.8 מג"ל
חנקן כללי	-	15.9 מג"ל
זרחן כללי	-	16.6 מג"ל

כמו כן נמדדו ערכי UVT (כושר מעבר קרני UV במים) נמוכים מ-50%.

תהליך הטיפול בשפכים הקיים כולל את השלבים הבאים :

א. **טיפול קדם** – כולל שלב של סינון עד לגודל של 6 מ"מ והרחקת גרוסת ע"י מלכודת חול.

- ב. **בריכת וויסות** - לאחר טיפול הקדם, כל עוד הספיקה נמוכה מהספיקה השעתית הממוצעת 667 מק"ש, השפכים מוזרמים להמשך הטיפול. כאשר הספיקה גבוהה מ-667 מק"ש ההפרש מופנה אל בריכת וויסות. בשעות שפל מוזרמים שפכים מבריכת הוויסות להמשך הטיפול. בצורה זו הספיקה במכון הטיפול בשפכים נשמרת קבועה על ערך מקסימאלי של 667 מק"ש.
- ג. **שיקוע ראשוני** – קיימים במכון שני אגני שיקוע ראשוני בקוטר 20 מ' כל אחד, מטרתם היא הרחקת מוצקים מרחפים. אגנים אלו קולטים את השפכים המגיעים מטיפול הקדם/בריכת הוויסות ואת מי התסנין ממערך הטיפול בבוצה ומורידים את ערכי ה-B.O.D ב- 30% וערכי T.S.S ב- 60%.
- ד. **אגני איוור** – השפכים שעברו שיקוע ראשוני מוזרמים אל אגני האיוור דרך תא חלוקה. אגני האיוור בצורה מלבנית, בנפח של 3,525 מ"ק כל אחד. הנפח הכולל הוא 7,050 מ"ק ובהתאם לזה זמן השהייה עבור ספיקה של 16,000 מק"י הוא 10.6 שעות. כל אגן איוור בנוי מתאים אנאירוביים אנוקסיים ואירוביים בהם מתרחשת הרחקה ביולוגית של זרחן ואמוניה בתהליך נטריפוקציה דהנטריפיקציה.
- ה. **אגני שיקוע סופי** – ביציאה מאגני האיוור, מוזרם הנוזל המעורב אל תא חלוקה ומשם אל אגני השיקוע הסופיים. קיימים שני אגני שיקוע סופיים בקוטר 31 מ' כל אחד. הבוצה השוקעת מוחזרת לאגני האיוור באמצעות תחנת שאיבה לסחרור בוצה, הצופת מוזרמת לתחנת שאיבה לצופת ומועברת אל מערך הטיפול בבוצה וקולחים שניוניים מוזרמים בגרביטציה אל מחוץ למט"ש.
- ו. **טיפול בבוצה** – מערך הטיפול בבוצה כולל שלושה שלבים, הסמכת הבוצה העודפת עד לריכוז של 5%, עיכול הבוצה המוסמכת והבוצה הראשונית בשני אגני התעכלות כ"א בנפח של 1,700 מ"ק. סחיטת הבוצה עד לריכוז של 20% ופינוייה.

2. התכנית המוצעת**2.1 כללי**

המערכת המוצעת בתכנון זה כוללת שני שלבים עיקריים, כאשר סינון הוא השלב הראשון בתהליך ולאחר מכן מתבצע חיטוי. הקולחים השניוניים מוזרמים מאגני השיקוע הסופי באמצעות תחנת שאיבה לקולחים שניוניים אל תחילת תהליך הטיפול השלישוני בספיקה קבועה של 500 מק"ש בשלב ראשון, כלומר ספיקה יומית של 12,000 מק"י. איכות הקולחים השניוניים מפורטת בפרק 2 סעיף 2. לאחר הטיפול המוצע בתכנון זה יתקבלו קולחים שלישוניים באיכות כמפורט להלן:

צח"ב כללי	-	לא יותר מ- 10 מג"ל
מוצקים מרחפים	-	לא יותר מ- 10 מג"ל
עכירות	-	$NTU 5 \div 2$
שאריות קולי צואתי	-	10 יחידות ל- 100 מ"ל.

2.2 תחנת שאיבה לקולחים שניוניים

תחנת השאיבה לביוב גולמי תמוקם בין השלב הראשון בתהליך לבין השלב השני. השפכים לאחר סינון גס ועדין יוזרמו בגרביטציה אל תחנת השאיבה.

התחנה תהיה מטיפוס בור רטוב בה יותקנו 3 יחידות שאיבה מסוג מנוע ומשאבה טבולים, המיועדות לפעולה כדלקמן:

בשלב ראשון יותקנו 2 יחידות שאיבה, יחידה אחת בפעולה, יחידה שניה תשמש כיחידה רזרבית.

בשלב סופי תתווסף יחידת שאיבה שלישית, שתי יחידות יופעלו במקביל ויחידה שלישית תשמש כיחידה רזרבית.

ספיקת התכנון של כל יחידת שאיבה תהיה 500 מק"ש, עומד שאיבה יהיה כ- 15 מ' לפחות.

נפח תפעולי של הבור יהיה כ- 75 מ"ק, לא כולל אוגר מת. נפח זה יתאים לשלב סופי לספיקה שעתית מירבית של 1,000 מק"ש. קרקעית הבור תהיה משופעת לכיוון המשאבות.

כל המשאבות יצויידו במשנה תדר, זאת על מנת לשמור על מפלס מים מינימלי בבור הרטוב ולוויסות ספיקות שפל בתחנה.

על קו הסניקה היוצא מתחנת השאיבה אל מערך הסינון, יותקן מד זרימה למדידת ספיקת כניסה למתקן הסינון.

2.3 שלב א' – סינון

2.3.1 כללי

במסגרת התכנון המוקדם כאמור נבדקו מספר חלופות לתהליך הסינון. החלופות הן סינון גרביטציוני המבוצע דרך מצע עמוק עם שטיפה נגדית מנתית, סינון גרביטציוני כנ"ל, אך עם שטיפה רציפה וסינון בלחץ עם שטיפה נגדית מנתית.

תהליך הסינון מתבצע דרך מצעים שונים. סוג המצע, הרכבו ועוביו משתנים בין חלופה לחלופה.

לאחר בדיקה הנדסית וכלכלית לכל החלופות הומלץ לבצע את תהליך הסינון באמצעות סינון גרביטציוני עם שטיפה מנתית של חברת SEVERN TRENT SERVICES.

סינון גרביטציוני עם שטיפה מנתית קיים במספר מתקני טיפול בשפכים בארץ:

מט"ש כפר סבא	- 1,500 מק"ש משנת 2010
מט"ש באר שבע	- 2,500 מק"ש משנת 2011
מט"ש נתניה	- 3,800 מק"ש משנת 2011
מט"ש הרצליה	- 1,200 מק"ש משנת 2010
מט"ש צפת	- 800 מק"ש משנת 2014
מט"ש עכו	- 1,500 מק"ש משנת 2014

בנוסף, מערכת סינון זו נמצאת בהקמה במספר מתקנים:

מט"ש איילון	- 4,000 מק"ש – צפי להפעלה 5/2015
מט"ש אשקלון	- 1,250 מק"ש – צפי להפעלה 4/2015
מט"ש משגב	- 500 מק"ש – צפי להפעלה 3/2015
מט"ש שדה אילן	- 500 מק"ש – צפי להפעלה 3/2015

המלצות לתכנון מפורט

הספיקה המגיעה כיום למט"ש היא 1,800 מק"י. עם חיבור טבריה תחתית, תגדל הספיקה ל- 10,000 מק"י. לפי בקשת המזמין ספיקת התכן לתכנון מערך הסינון לשלב המיידית תהיה 12,000 מק"י.

מערך החיטוי יתוכנן לספיקה של 24,000 מק"י, מאחר ואורך החיים של תא המגע הינו ארוך, כ- 40 שנה.

טבלה מס' 2 – נתוני תכן סינון

פרמטר	יחידות	שלב א'	שלב ב'
ספיקה יומית ממוצעת	מק"י	12,000	16,000
ספיקה שעתית ממוצעת	מק"ש	500	667
ריכוז מוצקים מרחפים ביציאה מהסינון	מג"ל	5-10	5-10
ריכוז צריכת חמצן ביולוגית	מג"ל	10	10
מהירות סינון מירבית	מ"שעה	7.06	6.28
מהירות סינון מירבית מסנן בשטיפה	מ"שעה	9.42	7.54
מידות מסנן	מ"אמ'	2.9 X 6.10	2.9 X 6.10
שטח סינון מינימלי נדרש	מ"ר	70.76	106.14
מס' יחידות סינון	יח'	4	6

2.3.2 סינון גרביטציוני עם שטיפה מנתית

הקולחים המוזרמים מאגני השיקוע השניוניים ישאבו אל מערך הסינון על מנת לאפשר זרימה גרביטציונית הכוללת מספר תאי בטון באמצעות תחנת שאיבה שתשמש להזרמת השפכים לרום הסינון שיקבע בתכנון המפורט, ובהמשך בגרביטציה אל מערך החיטוי.

בתחתית תאי הבטון תותקן מערכת ניקוז עשויה בלוקים מ-HDPE, מערכת הניקוז בנויה מתעלות להולכת המים המסוננים, מי השטיפה והאוויר לרענון המצע. מעל מערכת הניקוז תפוזר שכבת מצע תומך הכוללת חצץ בעובי של 30 ס"מ ומצע סינון המורכב משתי שכבות חול קוורץ ואנטריציט.

הקולחים זורמים דרך המצע כלפי מטה במהירות הסינון, כפי שתואר בטבלה מס' 2.

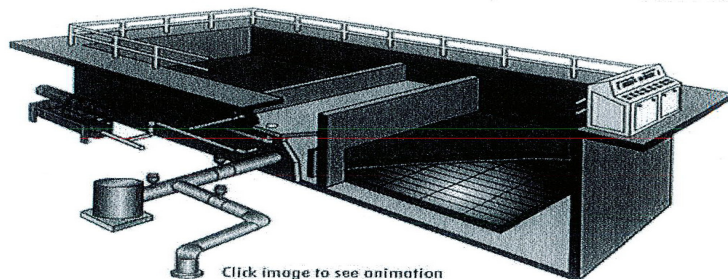
מתחתית המצע, הקולחים המסוננים נאספים דרך מערכת הניקוז אל צינור מאסף ומשם זורמים בגרביטציה לתא המגע.

במהלך הסינון, מוצקים מרחפים שהגיעו עם הקולחים מצטברים בתוך המצע. כתוצאה מכך המסנן מתחיל להיסתם, הפסד העומד על המצע גדל, מפלס המים מעל מצע הסינון עולה וספיקת הסינון קטנה. כאשר מפלס המים באחד המסננים מגיע לרום מסוים שייקבע מראש, ויימדד ע"י מד מפלס אולטראסוני, הזרמת הקולחים לתא הסינון הספציפי תופסק ויחל תהליך השטיפה הנגדית.

תהליך השטיפה הנגדית מתבצע בזרימה מתחתית המצע כלפי מעלה ומורכב ממספר שלבים עיקריים:

- סגירת מגופי כניסה ומגופי יציאה של המסנן הנשטף.
- פתיחת מגופי סילוק מי שטיפה (Water valve).
- הפעלת מפוחי אוויר. הזרמת אוויר (Air scour) במהירות של כ- 90 מטר/שעה למשך 5 דקות.
- פתיחת מגופי אוויר (Air isolation valve) וסגירת מגופי שחרור אוויר (Vent valve).
- הפעלת משאבות שטיפה נגדית במהירות של כ- 15 מ"שעה.
- פתיחת מגופי שטיפה.

- שטיפה נגדית עם אוויר במהירות של כ- 90 מ"שעה ומים במהירות של כ-15 מ"שעה למשך 5 דקות.
 - הפסקת מפוחים.
 - שטיפה נגדית רק עם מים במהירות של כ- 15 מ"שעה למשך 15 דקות.
 - סגירת משאבות שטיפה נגדית ומגופי סילוק מי שטיפה.
 - פתיחת מגופי כניסה ומגופי יציאה של המסנן שנשטף וחזרה למצב סינון.
- מי שטיפה מזוהמים מוזרמים אל מיכל הנקרא Mudwell, בו מותקנות שתי יחידות שאיבה, הסונקות את מי השטיפה לתחילת התהליך הביולוגי.
- במהלך תהליך השטיפה הנגדית, הספיקה הנכנסת למערך הסינון נשאר קבועה בערך של 500 מק"ש. מכיוון שמסנן אחד נמצא בתהליך של שטיפה, הספיקה מחולקת למספר תאים קטן יותר (N-1), כלומר שטח הסינון קטן ולכן מהירות הסינון גדלה לערך כפי שנקבע בטבלה מס' 2 לעיל.



מערכת בקרה

2.3.3

מערך הסינון יופעל באמצעות מערכת בקרה אוטומטית. למתקן יהיה בקר עצמאי משלו אשר יהיה בקשר עם מערכת הבקרה המרכזית של המט"ש.

מערכת הבקרה של מתקן הסינון תעקוב באופן שוטף על ביצועי המערכת ותנהל את שלבי הסינון והשטיפה הנגדית, הפעלת המפוחים, משאבות השטיפה הנגדית, פתיחה וסגירה של מגופי כניסת הקולחים, מגופי יציאת הקולחים, מגופי כניסת אוויר, מגופי שטיפה נגדית.

בנוסף יותקן מיכשור הכולל: מדי מפלס, מדי ספיקה לשטיפה נגדית, מד עכירות לקולחים שניוניים ומדי עכירות למים מסוננים.

2.3.4 הזרקת אלום

במסגרת מערך הטיפול השלישוני יהיה צורך להוסיף תהליך רציף להזרקת אלום במינונים משתנים לקולחים לפני הסינון, על מנת להבטיח סילוק יעיל של הנגיפים המצויים בקולחים.

המערכת תתוכנן להזריק אלום בקו הסניקה ביציאה מתחנת השאיבה לקולחים שניוניים, כמוראה בתוכנית P&ID.

מינון יהיה בין 5 מג"ל ל- 10 מג"ל.

המערכת תכיל את המרכיבים הבאים:

- מיכל איחסון בנפח של 5 מ"ק.
- מערכת משאבות מינון בספיקה משתנה להזרקת אלום לפני הכניסה למסננים.

2.4 שלב ב' - חיטוי

השלב השני במערך הטיפול השלישוני הוא חיטוי. קולחים לאחר סינון עלולים להכיל עדיין חיידקים פוטוגניים (מעבירי מחלות), שמהווים סכנה בריאותית ומגבילים שימוש חוזר בקולחים להשקיה, לכן נדרש לבצע חיטוי הקולחים. החיטוי משמיד מיקרואורגניזמים על ידי פגיעה בתאים ובחומר הגנטי שבהם. נבדקו שתי חלופות לחיטוי הקולחים - חיטוי בכלור וחיטוי ב-UV.

2.4.1 חיטוי בכלור

קולחים מסוננים יוזרמו בגרביטציה לתא מגע עם כלור, תמיסת סודיום היפוכלורייט בריכוז של 12% - 10%, תזון באמצעות משאבות מינון ממיכל כלור אל הקולחים ביציאה מהמסננים בדרכם לתא מגע. תא המגע יהיה עשוי מבטון ומתוכנן לזמן מגע שלא יפחת מ- 30 דקות. מינון הכלור יבוקר באמצעות מד כלור כללי שימדד ביציאה מתא המגע.

טבלה מס' 3 – נתוני תכנון למתקן כלורינציה – שלב א' וסופי

פרמטר	יחידות	ערך – שלב א'	ערך – שלב ב'
ספיקה יומית ממוצעת	מק"י	12,000	16,000
ספיקה שעתית ממוצעת	מק"ש	500	677
סוגי חיטוי		היפוכלוריט	היפוכלוריט
שארית קוליפורמים צואתיים	יח' ל-100 מ"ל	10	10
מנת סודיום היפוכלוריט	מג"ל	5-10	5-10
כמות תמיסה שנתית	טון/שנה	220	292
זמן מגע	דקות	60	45
מס' תאים	יח'	1	1
נפח תא מגע	מ"ק	500	500
אורך תא מגע	מ'	19.55	19.55
רוחב תא מגע	מ'	8.25	8.25
גובה מים	מ'	3.10	3.10

המערכת תתוכנן להזרקה תמיסת הכלור לשתי נקודות כדלהלן :

- נקודת הזרקה לפני המסננים הגרביטציוניים. מינון הלם למניעת גידול אצות 10 מג"ל (לפי הצורך).
- נקודת הזרקה אחרי המסננים הגרביטציוניים ולפני כניסת המים לתא מגע. מינון לחיטוי 5 מג"ל עד 10 מג"ל.

טבלת תכן

תאור	נק' הזרקה לפני המסננים		נק' הזרקה לפני תא מגע	
	יחידות	ערך	יחידות	ערך
ספיקה יומית	מק"י	12,000	מק"י	12,000
מינון	מג"ל	10	מג"ל	10
כמות משקלית כלור	קג"י	120	קג"י	120
תמיסת כלור יומית ריכוז 10%	ליטר/יום	1,200	ליטר/יום	1,200
ספיקת משאב מינון (תוספת 20%)	ליטר/שעה	60	ליטר/שעה	60

המערכת תכיל את המרכיבים העיקריים הבאים:

- 2 מיכלי האחסון של התמיסה.
- מערכת משאבות מינון לנקודת הזרקה לפני המסננים, מערכת מס' 1.
- מערכת משאבות מינון לנקודת הזרקה שאחרי המסננים, מערכת מס' 2.
- מערכת מדידה ובקרה עבור הכלור.

2.5 בריכת חרום – קולחים חריגים

תוקם בריכת חרום לקולחים חריגים בנפח של 50,000 מ"ק עפ"י חישוב של 3 ימי איגום בספיקה יומית של 16,000 מק"י.

בריכת החרום תתוכנן לקלוט קולחים חריגים לפי התרחישים הבאים:

תרחיש א' – קולחים שניוניים פסולים

קולחים פסולים שניוניים שלא ניתן להזרימם להמשך טיפול שלישוני ישאבו מתחנת השאיבה לקולחים שניוניים, מגוף חשמלי שיותקן על קו הסניקה למערך הטיפול השלישוני, יסגר באופן אוטומטי והקולחים הפסולים יוזרמו בשאיבה דרך קו סניקה שיותקן מתחנת השאיבה אל בריכת החרום. לאחר טיפול בבריכת החרום יוזרמו השפכים חזרה לתחילת התהליך.

תרחיש ב' – קולחים שלישוניים פסולים

קולחים שלישוניים פסולים ישאבו אל בריכת החרום באחת משתי החלופות או באמצעות תחנת השאיבה להזנת קולחים, למערך הטיפול השלישוני או באמצעות משאבות לשטיפה חוזרת של מערך הטיפול השלישוני. לפני תכנון מפורט יש לבדוק התאמת המשאבות לשטיפה חוזרת עבור שאיבת הקולחים השלישוניים הפסולים למערך החרום.