

היבטים תכנוניים בשלבי שידרוג וניטרול ריחות במכוני טיהור



ד"ר יאיר פולקמן

ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



שידרוג (Upgrading)-שיפור הדירוג

- מכון טיהור קיים, הפועל היטב לפי דרישות איכות סביבתיות שהיו בתוקף כאשר הוא הוקם, אשר יש צורך לשדרגו לאור החמכת הדרישות.
- בשידרוג מכון טיהור, מוסיפים מתקנים חדשים ומשלבים אותם, במידת האפשר, במתקנים הקיימים.
- במתקנים הקיימים מבצעים שינויים, כדי להתאימם לתהליך החדש.

הסיבות לשידרוג

מכון טיהור שפכים הוא מפעל דינמי המתפתח עם השנים עקב הסיבות הבאות:

- שינויים בקצב גידול כמויות השפכים.
- שינויים בהרכב השפכים.
- החמרת התקנים לאיכות קולחים.
- החמרה בדרישות לאיכות הבוצה.
- פיתוח תהליכים חדשים וייעול יחידות הטיפול.
- התפשטות איזורי המגורים לקרבת המט"ש.

אילוצים בתכנון שידרוג מט"ש קיים

- האפשרות לשלב מתקנים חדשים עם התאמת המתקנים הקיימים לשידרוג המתוכנן.
- יכולת ביצוע המתקנים החדשים תוך כדי המשך הפעלתו הסדירה של המט"ש הקיים.
- התאמת מערכת ההפעלה של תוכנת הבקרה למערכת הישנה.

אילוצים בתכנון שידרוג מט"ש קיים



הגנה על יסודות
מבנים וצנרת
קיימים בזמן
חפירה לאגנים
חדשים ע"י
שיגומים, תמיכת
ומעקפים זמניים.

ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



נתונים זמינים לצורך השידרוג

- בתכנון שידרוג מט"ש קיים, ניתן לקבל נתוני אמת שאינם בנמצא בתכנון מט"ש חדש:
- היזון חוזר מצוות ההפעלה לאור נסיונם הימיומי.
- תנודות שעתיות, יומיות ועונתיות בזרימת השפכים.
- נתוני הרכב השפכים ותנודתיותו.
- סקר לאיתור ריכוז גורמי ריח ממתקנים קיימים וחישוב ספיקת האויר לטיפול בהתאם למספר החלפות האויר בכל מתקן ומתקן.

ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ

הנדסה סביבתית ואזרחית



שלבי השידרוג של מט"ש הרצליה



ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



1978 - המט"ש הראשון בארץ בתהליך בוצה משופעלת



ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



1999-שידרוג ל-LRAS עם שיקוע ראשוני



ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



1999-הקמת מתקני טיפול בבוצה

- פינוי מתקני הטיפול בבוצה הישנים והמבנה המרכזי לטובת נתיבי איילון.
- הקמת שני דיג'סטרים קוניים.
- מסמך DAFT.
- מבנה ייבוש בוצה BFP ואח"כ צנטריפוגה.
- מבנה מרכזי חדש.
- הוקם מצלל שלישי.

בוצה משופעלת איטית לאיכות קולחים 20/30



ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



2007 שידרוג לאיכות ועדת עינבר



ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



ריאקטורים להרחקת נוטריאנטים



ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



סינון חול גרביטציוני



ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



2010 מט"ש הרצליה-שידרוג נוסף



ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



מט"ש כפר סבא-הוד השרון



שלבי השידרוג

ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



1994- הופעל המת"ש המשותף לכ"ס והוד השרון

- הוקם על שטח של אגנים מאוורים ישנים בתחום הוד השרון.
- בוצה משופעלת, גיל בוצה נמוך איכות 20/30.
- 3 דיג'סטרים קוניים.
- מסמך DAFT.
- יבוש בוצה BFP אח"כ
- הוחלף בצנטריפוגה.



ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



מכון טיהור כפר סבא – הוד השרון



ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



טיפול מוקדם



ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



בוצה משופעלת גיל בוצה נמוך לאיכות 20/30



ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



2007 - שידרוג המט"ש לאיכות הזרמה לנחל

בוצה משופעלת 5 שלבים (Modified Bardenpho)
אנאירובי-אנוקסי 1-אירובי 1-אנוקסי 2-אירובי 2



ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



2007 - שידרוג המט"ש לאיכות הזרמה לנחל

- הקמת ריאקטור חדש עם 5 תאים.
- הסבה בהדרגה של אגני האיוור הקיימים ל-5 תאים.
- הסבה לאיוור פיעפוע.



ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



2007 - שידרוג המט"ש לאיכות הזרמה לנחל

הוספת מצלל רביעי וסינון חול גרביטציוני.



ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



2007 - שידרוג המט"ש לאיכות הזרמה לנחל



ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



איכות קולחי כ"ס-ה"ה 2011-2012

נספח ב' - איכויות קולחים מט"ש כפר סבא הוד השרון

טבלה 3 : איכות קולחים 2011

ערך ממוצע מקסימלי	ערך ממוצע מינימלי	ממוצע שנת 2011	ממוצע חודשי 2011												יח' מדידה	פרמטר
			12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
9.0	2.0	4.8	3	3	3	3	2	3	9	7	8	7	4	5	mg/l	BOD
56.0	18.5	34.5	32	22	18.5	19	28	48	53	56	53	39	20	26	mg/l	COD
13.8	1.7	6.4	4.1	1.8	1.9	1.7	2.3	3.4	2.8	11.6	11.7	11.0	10.2	13.8	mg/l	TSS-105
1.1	0.6	0.8	1.1	0.6	0.6	0.6	0.7	1	0.7	-	-	-	-	-	mg/l	TSS-550
15.0	9.7	12.4	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	9.7	-	mg/l	חנקן כללי
4.6	2.0	3.2	4.6	-	-	-	-	2.9	-	-	-	-	2	-	mg/l	TKN
12.6	2.0	6.3	8.5	7.3	12.6	6.1	7.1	7.2	4.6	5.7	-	2.5	5.4	2	mg/l	ניטראט NO3
4.2	0.5	1.7	1.4	4.2	1	2.9	2.4	1.2	1.3	1.4	1.3	1.3	0.5	0.9	mg/l	N-NH4
5.6	1.9	3.6	2	1.9	2.9	2.1	2.6	4.8	4	4	5	5	6	2	mg/l	P
8.0	7.0	7.5	7.8	7.9	8	8	7.5	7.4	7.0	7.3	7.2	7.2	7.2	7.0	-	pH
196.0	196.0	196.0	196	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	mg/l	CL

טבלה 4 : סיכום איכות קולחים 2012

ערך ממוצע מקסימלי	ערך ממוצע מינימלי	ממוצע שנת 2012	ממוצע חודשי 2012												יח' מדידה	פרמטר
			12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
3.3	1.0	1.9	1.3	1	1.2	1.6	1.5	1.3	2	2.6	2.2	3	2.2	3.3	mg/l	BOD
41.0	16.0	26.7	17	25	16	22	21	24	20	30	37	33	34	41	mg/l	COD
2.9	1.6	2.0	1.6	1.9	1.7	1.7	2.4	2	1.6	2	1.9	2.4	2.4	2.9	mg/l	TSS-105
1.1	0.4	0.7	0.4	0.8	0.5	0.6	1.1	0.5	0.5	0.9	0.5	0.7	1	1	mg/l	TSS-550
14.0	8.3	10.4	-	10.5	-	14	-	8.3	-	8.9	-	-	-	-	mg/l	חנקן כללי
3.4	2.5	3.0	-	3.4	-	2.5	-	2.7	-	3.3	-	-	-	-	mg/l	TKN
10.3	6.0	8.1	7.9	8.7	10.3	8.9	6	7.6	8	6	7	9.5	8	9	mg/l	ניטראט NO3
7.5	0.2	1.2	0.5	1.2	0.2	0.4	0.6	0.4	0.6	0.4	0.3	1.4	7.5	0.6	mg/l	N-NH4
2.4	0.5	1.5	1.6	1.2	1.5	1.5	0.6	0.5	1.8	2.3	1.2	2.2	2.4	1.4	mg/l	P
7.7	7.3	7.5	7.7	7.6	7.5	7.6	7.4	7.4	7.4	7.4	7.3	7.4	7.5	7.6	-	pH
80.7	59.6	65	62.6	63.8	63.4	65.3	67.5	62.5	65.7	62.1	59.6	65.9	61.2	80.7	%/cm	UVT
194.0	132.0	171.3	172	132	151	194	172	188	171	172	166	176	180	182	mg/l	CL

ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ

הנדסה סביבתית ואזרחית



איכות קולחי כ"ס-ה"ה 2013

נספח ב' - איכויות קולחים מט"ש כפר סבא הוד השרון שנת 2013

טבלה מס' 2: איכות הקולחין בנקודת היציאה מהמט"ש לאחו לח

ערך מקסימלי נמדד	ערך מינימלי נמדד	ערך ממוצע מקסימלי	ערך ממוצע מינימלי	ממוצע שנתי 2013	ממוצע חודשי 2013												יח' מדידה	פרמטר
					12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
7.8	0.6	3.3	1.3	1.9	1.4	2.5	2.0	2.4	1.3	1.6	1.4	1.6	2.0	3.3	2.0	1.6	mg/l	BOD
97	10	43.8	19.9	28.3	39.3	26.3	25.0	23.8	21.1	19.9	21.1	28.5	30.9	43.8	34.5	26.0	mg/l	COD
11.0	1.0	3.7	2.1	2.8	2.4	2.4	3.1	3.6	3.2	3.7	2.3	2.3	2.1	3.1	2.8	2.7	mg/l	TSS-105
27.4	6.0	27.4	6.0	14.4	6.4	6.0	14.0	12.2	23.6	9.7	10.9	8.3	27.4	18.6	15.7	20.3	mg/l	חנקן כללי
11.1	2.1	11.1	2.1	4.1	2.1	2.2	3.3	2.1	2.1	2.9	3.3	לא נמדד	3.5	5.5	7.2	11.1	mg/l	TKN
22.6	0.5	10.8	4.0	7.9	5.6	4.0	8.6	7.4	10.8	9.0	7.2	8.2	9.3	7.9	8.0	8.3	mg/l	ניטראט NO ₃
18.2	0.0	12.2	0.1	3.0	4.0	1.1	0.6	2.3	1.0	0.7	0.3	0.1	0.7	12.2	7.4	5.3	mg/l	N-NH ₄
4.0	0.3	2.0	0.8	1.3	0.8	0.8	1.1	1.3	1.5	1.1	1.0	2.0	1.4	1.1	1.4	1.9	mg/l	P
7.8	7.4	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	-	pH
67.4	56.0	64.9	58.4	62.1	62.1	61.7	64.9	58.4	62.4	62.0	63.5	63.4	63.1	59.9	62.1	61.5	%/cm	UVT
218.0	157.0	218.0	157.0	191.9	183.0	186.0	200.0	198.0	205.0	213.0	206.0	188.0	186.0	218.0	163.0	157.0	mg/l	CL
0.6	0.2	0.6	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.6	0.5	0.2	0.2	mg/l	MBAS

ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ

הנדסה סביבתית ואזרחית



הצורך בניטרול ריחות במערכות הולכה וטיהור שפכים

- מכוני טיהור מתוכננים באופן מסורתי מחוץ לערים.
- ככל שהאוכלוסיה גדלה, המרחק בין מכון הטיהור לשכונות המגורים מצטמצם.
- מערכות הולכה לביוב, ותחנות שאיבה לביוב, ממוקמות סמוך לאזורי מגורים.
- כתוצאה מכך, נושא מטרדי הריח זוכה לתשומת לב הולכת וגוברת.



מט"ש כפר סבא –
הוד השרון:
מרחק של כ- 400 מ'
מבתי המגורים של
הוד השרון

ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



תמצית הקריטריונים להגדרת מפגע ריח בלתי סביר

- תלונות ציבור – שהתקבלו במשרד אשר דיווחו על מפגע ריח בעוצמת תחושה בדרגה 4 ומעלה.
- דיווח בעל תפקיד שעבר הכשרה, באמצעות טופס דיווח על מפגע ריח, המתעד מפגע שגורם לריח חזק.
- קביעה של צוות מריחים, כי קיים ריח בעוצמת תחושה אשר עולה על אחד מאלו:
 - דרגה 0 (אין ריח) באזור מגורים
 - דרגה 1 (ריח חלש מאוד) באזור רגיש
 - דרגה 3 (ריח בינוני) באזור אחר

גיבוש הנחיות ונתוני תכנון

- תפקיד המתכנן הוא לתרגם את דרישות המזמין להנחיות ונתוני תכנון לקבלן ולספק מערכת ניטרול הריחות
- נתוני תכנון:
 - ספיקת אוויר לטיפול
 - עומס מזהמים
 - איכות אוויר נדרשת
- הנחיות תכנון
 - תכנון קירוי מקורות הריח
 - בחירת סוג ומספר המתקנים לניטרול ריחות
 - קביעת ערכי סף: זמן שהיה מינמלי, חמרי מבנה, מספר שלבים

ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ

הנדסה סביבתית ואזרחית



גיבוש נתוני התכנון

- איתור מקורות הריח: בדרך כלל אזור טיפול הקדם ואזור הטיפול בבוצה. ●
- חישוב ספיקת האוויר לטיפול:
- חישוב נפח האזור שממנו יישאב אוויר
- קביעת מספר החלפות אוויר
- קריטריונים לקביעת מספר החלפות אוויר
- כניסת אנשים למבנה
- עמידות ציוד המותקן במבנה לקורוזיה
- דרישה למיגון בפני פיצוץ ●

גיבוש נתוני תכנון (המשך)

קביעת עומס המזהמים:

- חישוב תיאורטי של ריכוז H_2S בקו גרוויטציוני באמצעות נוסחת פומרוי
- מדידת ריכוז סולפידים בשפכים
- סקר מקורות ריח באמצעות דיגום
- בנקודה "פתוחה" ניתן למדוד רק ריכוז
- בארובה קיימת ניתן למדוד גם ריכוז וגם מהירות ולחשב קצב פליטה
- מדידת ערכי שיא באמצעות Data logger.

גיבוש הנחיות לספק מערכת ניטרול ריחות

- בחירת הטכנולוגיה
 - כימית - wet scrubbers
 - ביולוגית - biotrickler, biofilters
 - ספיחה - activated carbon
- חשוב לזכור:
 - להשתמש בפילטר מקדים לסינון אבק גריז וכו' המגיע בצנרת.
 - לשים לב לאפשרויות של קצרים הידראוליים במערכת
 - להתקין ברזי דיגום בכניסה וביציאה: ספיקה, H_2S ו pH
 - להתקין נקזים בתחתית המתקן.
 - להתקין מדי לחץ.

ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ

הנדסה סביבתית ואזרחית



טכנולוגיות למתקנים לניטרול ריחות

- הטכנולוגיה הנפוצה ביותר היא ביולוגית
- שני סוגים עיקריים של מתקנים
 - ביוטריקלר (BTF): מערכת מצע מקובע שעליו גדלים חיידקים. המצע מורטב כל הזמן במים המסוחררים דרכו שוב ושוב. שיטה זו מעודדת גידול חיידקים מחמצני H_2S וה- pH הוא חומצי ($pH < 2$). מתאימה לאוויר המזוהם בעיקר ב- H_2S
 - ביופילטר (BF): מערכת מצע מקובע ללא סחרור. מאופיינת ב-pH נייטרלי ומתאימה לטיפול באמוניה ומרקפטנים.

תכנון סגירת מקורות הריח

- התקנת קירוויים אטומים ליצירת לחץ שלילי ועל יד כך הקטנת ספיקת האוויר



ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



תכנון צנרת האוויר

- מערך הצנרת יתכונן כך שיהיה איבוד לחץ מינימאלי בצנרת.

- הצנרת ומתקן ניטרול הריחות יתוכננו למהירויות זרימה שמרניות.

- יש לדאוג לניקוז הצנרת.



ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



קירוי אגני השיקוע הראשוניים



ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



2010 כ"ס קירוי וניטרול ריחות



ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



2012 ניטרול ריחות במט"ש הרצליה



ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



קירוי וניטרול ריחות במתקני טיפול בבוצה



ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית



תודה על ההקשבה!



ח.ג.מ. מהנדסים יועצים ומתכננים (1980) בע"מ
הנדסה סביבתית ואזרחית

