

201095 (1)

משרד המניס
מחוז הצפון ויזם מחוזית
07.04.2013
נתקבל
נצרת עילית

מט"ש מועצה אזורית מטה אשר

הערכת הפוטנציאל לגרימת מטרדי ריחות

נספח לתכנית ג/18013.

אינג' יוסף באזיס

חב' א.א.א. ייעוץ סביבתי

היובל 12/1

רעננה

משרד המניס מחוז הצפון
חוק התכנון והבניה וז"ח 1965
אישור תכנית מס'
הוטייה התונית לתכנון ובניה החליטה
ביום 12/04/13 לעשר את התכנית
מנהל מינהל התכנון
ארכס ספלי, אודי
י"ר בועדה המחית

מאי 2005
עדכון - מאי 2009

הודעה על אישור תכנית מס'
פורסמה בילקוט הפרסומים מס'
מיום.

תוכן עניינים

3	כללי	.1
3	נתונים מטאורולוגיים	.2
7	תנאי פיזור	.3
9	מצבים בהם עשויים מתקן הטיפול בשפכים מקור לריחות רעים	.4
9	תיאור המתקנים והערכת קצב פליטת מימן גופרי מהמטריש	.5
11	הערכת ריכוזים מרביים של מימן גופרי	.6
13	תוצאות חישובי פיזור	.7
15	דיון בתוצאות חישובי בפיזור	.8
15	סיכום	.9

תוכן עניינים

הערכת סיכונים לגרימת מטרדי ריחות - מטייש ראש הנקרה

1. כללי

הוערך הפוטנציאל לגרימת מטרדי ריחות עיני פעילות מטייש של מועצה אזורית מטה אשר הסמוך לקיבוץ ראש הנקרה. מטרת העבודה הייתה לתעד את ההשלכות על זיהום אוויר של המכון, לצורך אישור תביע מסי _____.

2. נתונים מטאורולוגיים

אתר המטייש של ראש הנקרה ממוקם בצפון רצועת החוף, במרחק של כ- 700 מטר ממזרח לחוף הים, ברום של 10 מטר מעל פני הים.

נתוני מטאורולוגיה המייצגים את האתר נלקחו מנתוני התחנה המטאורולוגית בנהריה, כפי שמפורט באטלס האקלימי לתכנון פיזי וסביבתי בישראל¹. התחנה ממוקמת בנ.צ. 209 מזרח / 570 צפון, ברום של 10 מטר מעל פני הים. אתר המטייש של ראש הנקרה נמצא במרחק של כ- 6 ק"מ מצפון לתחנה המטאורולוגית הנ"ל.

מישור החוף שממזרח לרצועה זו מגיע עד למרגלות הרי הגליל. רחבו כ- 6 עד 7 ק"מ בדרום באזור עכו, והוא נעשה צר יותר כלפי צפון, עד 3 - 4 ק"מ לרגלי רכס סולם צור. אקלים האזור מושפע מקרבתו לים התיכון במערב ולהרי הגליל במזרח. השפעת הים נכרת ביותר ברצועת החוף והיא פוחתת בהדרגה כלפי מזרח. אקלים האזור אופייני לרצועה צרה, שרוחבה קילומטרים ספורים, הצמודה לקו החוף.

2.1 טמפרטורה

קרבת נהריה לים ממתנת את הטמפרטורות הנמדדות במקום. בחודשי הקיץ, יולי ואוגוסט, הטמפרטורה היומית הממוצעת בנהריה היא 25.5 מ"צ. טמפרטורת המקסימום היומית הממוצעת היא 29.5 - 30 מ"צ, (ב- 1 - 2 מ"צ נמוך מהטמפרטורה בפנים מישור החוף) והטמפרטורה השעתית הממוצעת בשעה 1400 היא 29 - 29.5 מ"צ. טמפרטורת המינימום היומית הממוצעת בחודשים אלה היא 20 - 20.5 מ"צ. טמפרטורות השיא חלות בדרך כלל בעונות המעבר, בעת אירועי שרב (מאי - 42.8 מ"צ).

בעונת החורף הטמפרטורה היומית הממוצעת היא 12.5 - 14 מ"צ, טמפרטורת המקסימום היומית הממוצעת היא 17.5 - 19 מ"צ, והמינימום היומי הממוצע הוא 8 - 9 מ"צ. נדירים ביותר המקרים בהם הטמפרטורה יורדת מתחת ל- 0 מ"צ ברצועת החוף.

במישור החוף הפנימי קטנה ההשפעה הממוזגת של הים, וברוב השטחים יש אירוע קרה אחד בעונה. בשטחים המישוריים והאגניים שבמרכז האזור מתנקז אוויר קר ומספר אירועי הקרה מגיע ל- 2 - 4, ובשטחים מסוימים אף עד 6 - 8 אירועים בעונה.

2.2 לחות יחסית

בשל קרבתו לים, רצועת החוף הוא האזור הלח ביותר בארץ בקיץ, ובחודשים מאי-אוגוסט הלחות היחסית היומית הממוצעת בנהריה גבוהה מ- 75%. בחודשים נובמבר - פברואר הלחות היחסית הממוצעת נמוכה מ- 70%. רצועת החוף היא האזור היחיד בארץ שבו הקיץ לח יותר מהחורף, וזאת בגלל הלחות הרבה אשר מביאה הבריזה הימית בקיץ. המשרע השנתי של הלחות היחסית היומית הממוצעת הוא 11% בלבד וגם המשרע היומי הוא מן הקטנים בארץ.

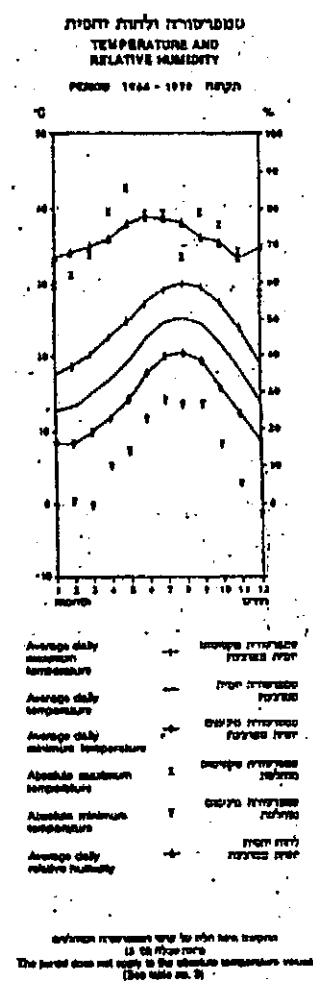
¹ ביתן, אריה, רובין, שרה, אטלס האקלימי לתכנון פיזי וסביבתי בישראל, מהדורה שנייה, מירב תעשיות הפקת, 1994

בעונת הקיץ הלחות היחסית הממוצעת בשעות הצהריים (1400) היא 60% - 65%, בשעות הערב (2000) והבוקר (0800) הממוצעים הם 70% - 75%. בשעות הצהריים (1400) של עונת החורף הלחות היחסית הממוצעת היא כ- 55%, ובשעות הערב (2000) והבוקר (0800) - כ- 75%.

בכל חודש מחודשי השנה עשויה הלחות היחסית לעלות על 90%. ערכי מינימום של 20% ופחות חלים בעיקר בשרבי האביב והסתיו, אולם יש והם חלים גם בחורף.

נתוני טמפרטורה ולחות יחסית מובאים בתרשים מס' 1 שלהלן.

תרשים מס' 1: נתוני טמפרטורה ולחות יחסית, תחנה מטאורולוגית נהריה



2.3 משטר הרוחות

נתוני רוחות מבוססים על מדידות בתחנה המטאורולוגית בנהריה בשנות 1973 - 1978. יש לציין כי נתוני הרוח מבוססים של רישום באנמוגרף ANES, שהוא בעל סף רגישות גבוה וקשיי תפעול רבים. לכן, אין המכשיר מגיב כלל לרוחות חלשות (עד 5 קמ"ש) ומגיב כחסר לרוחות חזקות יותר. לפיכך, אחוז מקרי השקט (רוחות שמתחת לסף הרגישות) שנרשמו בתחנה גבוה מדי ומהירות הרוח נמוכה מדי. הדבר בולט בשעות שבהן אחוז הרוחות החלשות גבוה יותר, בעיקר בשעות הלילה. טבלאות הרוח ושושנות הרוח מייצגות את התפלגות הרוחות שמעל לסף הרגישות, ואין אפשרות לנתח את התפלגות הרוחות שמתחת לסף זה (אשר שכיחותן מצוינת בעגול שבמרכז שושנת הרוח).

בדישום כוונת הרוחות שמעל לסף הרגישות, תגובת המכשיר משביעת רצון, אך הנתונים של מהירות הרוח עשויים, כאמור, ללקות בהערכת חסר.

למהירות הרוח הנמוכה עשוי לתרום גם מיקום התחנה המטאורולוגית בשטח עירוני, שאליו אין הרוח מגיעה באורח תופשי.

חורף - במשך רוב שעות היממה שולטות רוחות מהגזרה הדרום-מזרחית. בשעות הצהריים ואחר-צהריים נושבות רוחות מכוונים שונים בשכיחות דומה, ומגיעות לשיא מהירותם. הרוחות החזקות נושבות בדרך כלל מהגזרה המערבית ובשכיחות נמוכה גם מדרום-מזרח. בשעות הלילה נחלשות הרוחות.

עונת המעבר (אביב וסתיו) - הרוחות בשעות הלילה חלשות, בחלקן הגדול הן מתחת לסף הרגישות של רשם הרוח. בשעות היום שולטות רוחות מהגזרה המערבית והצפון-מערבית. הרוחות מגיעות לשיא מהירותן בשעות הצהריים ואחר-צהריים ושכיחות הרוחות מהגזרה המערבית והצפון-מערבית (בשעות אחר-צהריים בעיקר רוח צפונית) מגיעה אז ל- 85% - 95%.

קיץ - הרוחות בשעות הלילה חלשות, בחלקן הגדול מתחת לסף הרגישות של רשם הרוח. בשעות היום חגה הרוח בכוון השעון ומתחזקת. בשעות הבוקר שולטת רוח דרום-מערבית ומערבית, החגה למערבית ולצפון-מערבית (75% - 85%) בשעות הצהריים ואחר-צהריים. בשעות אלה מגיעה הרוח לשיא מהירותה. בשעות הערב נחלשת הרוח, והכוון השליט הוא צפון-מערב. משטר רוחות זה מאפיין את הבריזה הימית המשולבת עם רוחות אפיק המפרץ הפרסי.

בקיץ קטנה מהירות הרוח בדרך כלל מ- 15 קמ"ש ובעונות המעבר מ- 35 קמ"ש. בחורף יש ומהירות הרוח עולה על 50 קמ"ש, ממערב ומצפון-מערב.

שונות רוח המייצגות את משטר הרוחות בנהריה מובאות בתרשים מס' 2.

תרשים 'מסי' 2: שושנות רוח מהתחנה המטאורולוגית בנהריה

5

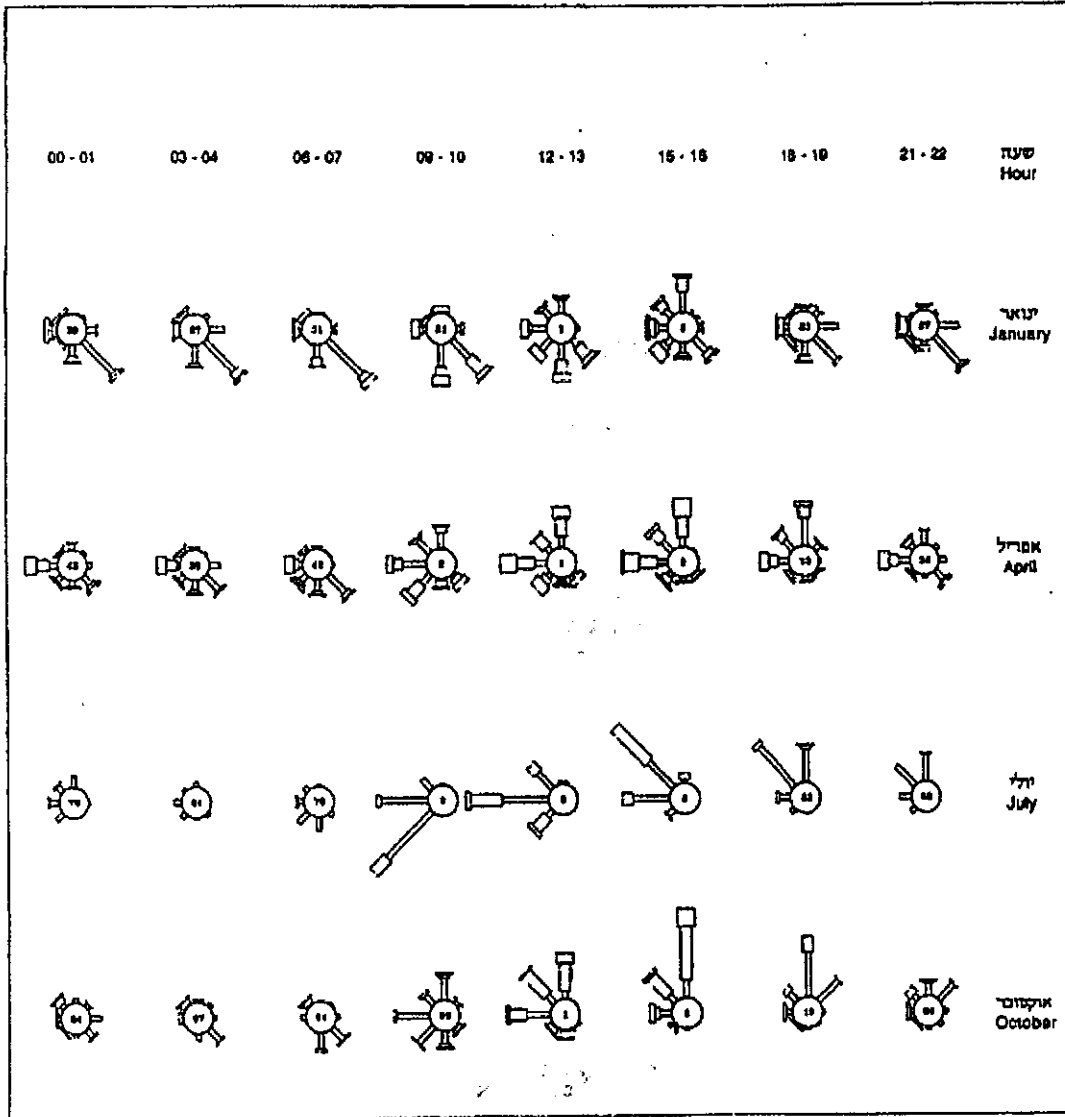
אתר: גבס רצועת החוף
תחנת נהריה

STATION: NORTHERN COASTAL STRIP
STATION: NAHARIYA

WIND ROSES

תקופה 1973 - 1978 PERIOD

שושנות רוח



VELOCITY תחום
FREQUENCY תחום

הצורה המוצגת נבנת על-פי אופן הספירה המוצג בתמונה



הצורה המוצגת נבנת על-פי אופן הספירה
Pattern of winds shown corresponds to method

3. תנאי פיזור

למשטר הרוחות באזור השפעה חשובה מבחינת הסעת והתפשטות גזים בעלי ריח רע. כמו כן, כושר האטמוספירה לפזר ריחות משפיע באופן מובהק על הריכוזים העלולים להיגרם בסמוך לקרקע בשימושי קרקע רגישים. גורמים נוספים המשפיעים על הפיזור ועל הריכוזים הצפויים בשימושי קרקע הם:

- עוצמת מקור הגזים בעלי ריח
- גובה שחרור הפליטות
- מרחק של מקורות הפליטות מהקולט
- שינויים בטופוגרפיה בין נקודת הפליטה לקולט

המזהמים מוסעים על ידי הרוח בכיוון מסוים כאשר הריכוז המתקבל בנקודת הקולט היינו פונקציה של מהירות הרוח - ככל שהמהירות גבוהה יותר, נמוך יותר הריכוז באופן פרופורציונלי.

בנוסף לאפקט המיחול של הרוח, קיים גם תהליך פזור אנכי ואופקי שמקורו בדיפוזיה טורבולנסית המאופיינת בדרך כלל על ידי היציבות האטמוספרית. פרמטר זה תלוי במפל האנכי של הטמפרטורה האטמוספרית והיא מייצגת את עוצמת הערבול האטמוספרי האנכי הגורם להתפזרות של מזהמים הנפלטים מקורות זיהום אוויר. מיון של היציבות האטמוספרית נעשה לפי הגדרות של פאסקוול-גיפורד כפי שמתואר על ידי TURNER, WORKBOOK OF ATMOSPHERIC DISPERSION ESTIMATES, US PUBLIC HEALTH SERVICE, 1970. ההגדרות מובאות בטבלה שלהלן:

טבלה מס' 1: מצבי יציבות לפי PASQUILL-GIFFORD

מהירות רוח, מט/שנייה	יום	יום	יום	לילה	לילה
	קרינת השמש	קרינת השמש	קרינת השמש	עננות	עננות
	חזק	בינוני	חלש	$\leq 3/8$	$\geq 4/8$
<2	A	B-A	B	G	G
2-3	B-A	B	C	F	E
3-5	B	C-B	C	E	D
5-6	C	D-C	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

להלן הגדרת המצבים:

- "A" - מאד בלתי יציב
- "B" - בלתי יציב
- "C" - בלתי יציב
- "D" - נייטרלי
- "E" - מעט יציב
- "F" - יציב
- "G" - יציב מאד

ככל שהאטמוספירה יציבה יותר, פחות אפקט הערבול והמיחול האנכי, וככל שהאטמוספירה בלתי יציבה יותר, חזק יותר אפקט הערבול והמיחול האנכי. בדרך כלל, עבור מקורות קרקעיים כמו המתקנים בנדון, הריכוזים הגבוהים ביותר צפויים כאשר שורר מצב יציב עד יציב מאד, עם רוח חלשה מאד.

בשעות היום ההסתברות של מצב A (מאוד בלתי יציב) בדרך כלל היא נמוכה, כאשר המצב מלווה עם רוחות חלשות מאד (0 - 2 קישורים, או בסביבת I מט/שנייה). הסיבה לכך היא שהקרינה החזקה של השמש באביב ובקיץ, שבדרך כלל מאפיין מצב "A", הנה מלווה ברוחות בעלות עוצמות

גבוהות, בדרך כלל מעל 3 מטר/שניה, ולכן מתקבלים מצבי "B" (בלתי יציב) ו- "C" (נייטרלי), בשכיחות שנתית גבוהה, ומצב "ס" בשכיחות דומה.

מצבים אלה מלווים בקרינת שמש חזקה יחסית ורוחות חלשות עד חזקות (עבור מצבי "A" עד "D" בהתאמה). תנאים אלה מאופיינים על ידי ערבול אטמוספרי אנכי יעיל עד בינוני, כך שפליטות מתפורות באופן מהיר יחסית וקרוב לנקודת הפליטה. לכן, מצבים אלה בדרך כלל נותנים ריכוזים יחסית גבוהים קרוב לנקודת הפליטה עבור מקורות גבוהים וריכוזים יחסית קטנים קרוב לנקודת הפליטה עבור מקורות קרקעיים, כמו המטי"ש הנדון.

המצבים היציבים ביותר, מצבי "E" (יציב), ו- "F" (יציב מאד) מתרחשים בדרך כלל בלילות בהירים וקרים המלווים ברוחות חלשות. במצבים אלה קיים משטר אטמוספרי המאופיין על ידי ערבול אנכי חלש עד חלש מאד, כך שמזהמי אוויר אינם מתפוררים באופן מהיר ויעיל קרוב למקור. תנאים אלה גורמים לריכוזים יחסית גבוהים רחוק מהמקור וקטנים קרוב למקור עבור מקורות גבוהים, וריכוזים יחסית גבוהים עבור מקורות קרקעיים לכל אורך ציר הפלומה.

המצבים היציבים לפעמים מלווים בתנאי אינברסיה שמגבילים את שכבת הערבול כך שהפיזור הוא גרוע ביותר. בדרך כלל האינברסיות מתרחשות בקיץ ובאביב בשעות הלילה והבקר המוקדמות, והן נגרמות על ידי התקררות של הקרקע והסעת אוויר חם, שמקורו ים התיכון, מעליו.

משרד הבריאות
רשות הבריאות
מחלקת בטיחות
מזון ורפואה

משרד הבריאות
רשות הבריאות
מחלקת בטיחות
מזון ורפואה

4. מצבים בהם עשויים מתקן הטיפול בשפכים מקור לריחות רעים

מפעילויות המתקן לטיפול בשפכים, עלולים להיווצר גזים המלווים בריחות רעים, כתוצאה מפירוק מיקרוביולוגית אנאירובית של מרכיבי השפכים הגולמיים. בתהליך פירוק אנאירובי של שפכים גולמיים נוצרים סולפידים וקטן ההגבה, תופעות המגבירות את הפוטנציאל לשחרור גזים בעלי ריחות רעים. הגזים המשתחררים הגורמים לריחות אלה הנם תרכובות כגון מרקפטנים (SH-R) ומימן גופריתי (H₂S). מקובל להשתמש בגז מימן גופריתי כאינדיקטור של רמת פליטות גזים בעלי ריח, וזאת עקב קשרו עם סולפידים בשפכים הניתנים לבדיקה בקלות יחסית, ובגלל סף הריח הנמוך שלו.

4.1 סף הריח

הרגשת ריחות היא עניין סובייקטיבי במידה מסוימת. הריכוז הנמוך ביותר הגורם להרגשת ריח על ידי האדם הממוצע נקרא סף הריח. מקובל לסווג עוצמת הריח ל-6 דרגות תוך שימוש במושג "יחידות ריח", המוגדר כריכוז הריח באוויר חלקי ריכוז סף הריח :

טבלה מס' 2: דרגות ריח

דרגת הריח	יחידות ריח (ריכוז ריח חלקי ריכוז סף הריח)	תיאור של הריח
1	0	העדר ריח
2	1	חלש מאד (סף הריח)
3	10	חלש
4	100	מורגש בנקל
5	1000	חזק
6	10000	חזק מאד

סף הריח של H₂S הנו 0.7 מיקרוגרם/מ"ק², זאת על פי המקור Metcalf and Eddy, Wastewater Engineering, McGraw Hill. סף הריח הנו הריכוז המינימלי שניתן להרגשה על ידי בן אדם ממוצע, אבל קיום ריכוז סף הריח בסביבה אינו בהכרח גורם למטרד.

לצורך בחינת הפוטנציאל של המט"ש לגרימת מטרדי ריח, נעשה שימוש ב"תקן" לסף מטרד המקובל ע"י המשרד לאיכות הסביבה, בשיעור של 5 יחידות ריח באזורי מגורים ו-7 יחידות ריח באזורי תעשייה. לכן, ספי מטרד הריח הנם 3.5 מיקרוגרם/מ"ק H₂S באזורי מגורים ו-4.9 מיקרוגרם/מ"ק באזורי תעשייה. פרק זמן המיוצע להרגשת ובחינת מטרדי ריחות הנו 5 דקות.

5. תיאור המתקנים והערכת קצב פליטת מימן גופרי מהמט"ש

מט"ש ראש הנקרה הנו מתקן קומפקטי לטיפול בשפכים הקולט את שפכי קיבוץ ראש הנקרה ומספר אתרים סמוכים. ספיקת התכן של שפכים למתקן הנה 400 מ"ק/י. ריכוז הצח"ב (עומס אורגני) בכניסה למתקן הינו כ-400 מג"ל. בכניסה למתקן ה-pH נייטרלי, בין 7.0 עד 7.5, וריכוז החמצן בשפכים הגולמיים הנו אפסי.

המתקן פועל בשיטת בוצה משופעלת. השפכים נכנסים דרך מסנן מוצקים לתוך תא קליטה קטן וממנו מוזרמים לשני ראקטורים אירוביים המאוזרים באמצעות דפיוזרים בועות עדינות, כאשר ספיקת האוויר לכל ראקטור הנה 300 מ"ק/ש. נפח כל ראקטור 300 מ"ק, עומקו 4.6 מטר, ושטחו 65.2 מ"ר. ספיקת הסחרור במתקן הנה בשיעור של כ-100%.

הבוצה משוקעת באמצעות משקע שניוני המצוי במרכז המתקן. חלק מחבוצה מסוחרר לראש התהליך והבוצה העודפת מפונה לתא ייצוב בוצה.

²Metcalf and Eddy, "Wastewater Engineering", McGraw Hill, 1991, 3rd Edition, Page 58, Table 3.6

הבוצה המעוכלת מפונה לסחיטה במתקן FILTER PRESS המותקן במרחק של כ- 10 מטר מן הראקטורים. מכשיר סחיטת הבוצה הינו בעל מידות של כ- 1.5 על 2.0 מטר. המכשיר מותקן בתוך סככה המגינה עליו מפני מי גשם וכולל מערכת מינון פלוקולנטים וכן משאבות. הבוצה מפונה באמצעות מכולות לאתר קומפוסט מרוחק.

מכשיר הסחיטה מופעל אחת לשבוע או אחת לשבועיים בספיקה של 3.0 מ"ק לשעה למשך 5 - 6 שעות.

תכולת הסולפידים בשפכים הגולמיים שיגיעו למתקן מוערכת בשיעור של 2 - 3 מג"ל³. בהגבה של 7.0, כ- 30% מהסולפידים המומסים נמצא בצורת H₂S מומס במים. לכן, הונח שריכוז ה-H₂S בשפכים הגולמיים המגיעים לאגנים הנו 0.9 מיליגרם/ליטר.

5.1 הערכת קצב פליטת H₂S

ניתן להעריך את קצב פליטת המינרן הגופרי מהמט"ש באמצעות המודל הממוחשב "WATER 8". מודל זה פותח על ידי ה- USEPA ככלי לחשב קצבי פליטת מזהמי אוויר ממתקני טיפול בשפכים עירוניים ותעשייתיים.

עפ"י מידע שהתקבל ממתכנני המתקנים, בראקטורים שורר באופן תמידי מצב אירובי, ולכן אין פליטה משמעותית של גזים נושאי ריח מהראקטורים המאווררים. מקורות פליטת גזים נושאי ריח במתקן יכולים להיות:

- שוחת הכניסה למתקן, אשר למרות הצנזור, אין בה שאיבת גזים ולכן יכול להיות שיפלטו ממנה גזים (עקב טורבולנציה של הנוזלים).
- מכולות הבוצה המיוצבת: הריח הנפלט ממכולות הבוצה הינו זניח ביותר.

יש לציין באופן עובדתי שאין מרגישים כל ריח הנובע מהמתקן במרחק העולה על מספר מטרים בודדים משוחת הכניסה.

באמצעות השימוש במודל הני"ל, הוערכו קצבי פליטת מינרן גופרי משוחת הכניסה של שפכים גולמיים למכון, שהנה המתקן ממנו עיקר הריחות הנפלטים. ניתן לחציב את שטח שוחת הכניסה בנוסחאות החישוב לפליטת H₂S בשיעור של 3 מ"ר.

בטבלה שלהלן סיכום תוצאות חישוב קצב הפליטה.

טבלה מס' 3: קצב פליטת מינרן גופריתי

מתקן	פליטה לאוויר, גרם/שניה (מאת המודל "WATER 8")
שוחת הכניסה למתקן (3 מ"ר X 3 מטר עומק)	0.0000454
ראקטורים אירוביים מסוג "בוצה משופעלת" מס' 1 ו- 2	הונח אפסית
מתקני טיפול בבוצה	הונח אפסית

מעיון בטבלה עולה שצפוי סה"כ פליטות מינרן גופרי בשיעור של 0.0000454 גרם/שניה. עפ"י שטח של 3 מ"ר של שוחת הכניסה, קצב הפליטה ליחידת שטח שווה ל- 0.00001513 גרם/שניה/מ"ר.

³ ריכוז המשוער של סולפידים מומסים בשפכים הגולמיים המגיעים למט"ש מבוסס על מידע שנמסר בשיחה טלפונית עם מר עופר שוער, חברת פלגי מים, 03.05.05.

6. הערכת ריכוזים מרביים של מימן גופרי

הוערך פיזור פליטות מימן גופרי בסביבת אתר המטי"ש באמצעות הרצת המודל ISCST3. המודל ISCST3 היינו מודל ממוחשב המאפשר הערכת ריכוזי מזהמי אויר עבור מצבים מטאורולוגיים שונים תוך התייחסות לפיזור אטמוספרי של מזהמי אויר הנפלטים ממקורות נקודתיים, שטחיים או נפחיים.

המודל מכוסס על יישום נוסחה גאוסית לבטא את הפיזור של המזהמים באוויר תוך שימוש בנתוני מטאורולוגיה שעתיים המפרטים את הפרמטרים השונים המשפיעים על עליית התימרה, ועל הסעה ודיפוזיה של המזהמים. המודל מחשב הריכוז בסביבה הנובע מפליטות ממספר מקורות זיהום אויר, עד לכ- 200 מקורות בבת אחת, לפי המרחק של כל רצפטור (קולט) מהמקור ולפי גובהו, לכל מצב מטאורולוגי, ומחשב את הממוצע לכל רצפטור לפי זמן המיצוע הנבחר.

המודל מחשב את תרומות מקורות זיהום אויר לריכוז של המזהם במיקום של הקולט (ה"רצפטור") לכל מצב מטאורולוגי הנבחר, תוך שימוש במערכת קואורדינטות, כאשר ציר ה- "X" הוא חיובי בכיוון הרוח, ציר ה- "Y" הוא ניצב לכיוון הרוח, וציר ה- "Z" מוצב בכיוון מאונך. המודל משלב את הריכוזים המחושבים עבור כל מקור בכל רצפטור לקבל את הריכוז המשולב בכל רצפטור הנובע מפליטות מכל המקורות. בעבודה זו, זמן המיצוע לחישוב ריכוזים על ידי המודל היה שעה אחת. הריכוז השעתי במרחק X במורד הרוח, במרחק Y מציר המרכזי של הרוח, ובגובה Z מעל הגובה של בסיס המקור מחושב לפי הנוסחה כדלהלן:

$$C = \frac{QKVD}{2\pi u, \sigma_y, \sigma_z} \exp(-0.5 (y/\sigma_y)^2) * (\exp(-0.5 ((z-H)/\sigma_z)^2) + \exp(-0.5 ((z+H)/\sigma_z)^2))$$

כאשר,

C = ריכוז שעתו במיקרוגרם/מ"ק

Q = קצב פליטת מזהם, גרם/שניה

K = מקדם שווה ל 1,000,000 עבור ריכוזים במיקרוגרם/מ"ק

V = מקדם המותנה על דיפוזיה בכיוון אנכי (הוא כולל החשפעה של גובה הרצפטור, עליית התימרה, גובה שכבת הערבול, ושיקוע חלקיקים בעלי קוטרים גדולים מ- 20 מיקרון).

D = מקדם המותנה על סילוק ופירוק מזהמים כתוצאה מתגובות כימיות באוויר

σ_y, σ_z = סטיות התקן של הריכוזים בכיוון אופקי (Y) ובכיוון אנכי (Z), מטר. הפרמטרים האלה משתנים לפי מרחק לאורך ציר התימרה מנקודת הפליטה ומצב היציבות האטמוספירית.

u = מהירות הרוח הממוצעת בגובה של הארובה, מטר/שניה

y = מרחק מציר התימרה בכיוון אופקי, מטר

z = גובה מעל פני הקרקע, מטר

H = גובה של התמרה במרחק שהוא מתייצב בצורה אופקית, מטר. גובה זה מחושב על ידי המודל תוך שימוש בשיטת BRIGGS להערכת רמת עליית תימרות. במקרה של מתקני טיפול בשפכים, פרמטר זה אינו נחשב.

המודל ISCST3 מתייחס לטופוגרפיה מורכבת, המוגדרת כטופוגרפיה בגובה מעל גובה ציר המרכזי של התימרה בעת התייצבותה בגובה מסוים. עבור טופוגרפיה מורכבת המודל משלב את האלגוריתם של המודל "COMPLEX" המאושר על ידי ה-EPA. האלגוריתם הזה "מתקן" את הריכוזים המתקבלים משימוש בנוסחאות הסטנדרטיות של המודל מתוך ההנחה שהתימרה אינה

עולה במלואה מעל לקרקע כאשר היא עוברת מעל טופוגרפיה מורכבת, אלא היא נשארת בגובה מסוים או עולה בחלקה, כך שחלק מהתימרה פוגע ישר בגבעה.

6.1 מיצוע של התוצאות

הריכוזים השעתיים שחושבו על ידי הרצת המודל תוקנו למוצעים של 5 דקות האופייני לבחינת והרגשת מטריד ריח. התיקון ממוצע שעתי למוצע 5 דקות בוצע על ידי שימוש בנוסחה כדלהלן, לפי C WORKBOOK OF ATMOSPHERIC DISPERSION ESTIMATES, US DEPT. OF HEALTH, TURNER, : EDUCATION AND WELFARE, 1970.

$$C_s = C_c (t_c/t_s)^{0.2}$$

כאשר,

- C_s = ריכוז מתוקן לזמן ממוצע "s", מיקרוגרם/מ"ק
- C_c = ריכוז מחושב על ידי המודל, מיקרוגרם/מ"ק
- t_c = זמן ממוצע של ריכוזים מחושבים על ידי המודל, דקות
- t_s = זמן ממוצע הנדרש, דקות

לדוגמה, אם התקבל מהרצת המודל ריכוז H₂S שעתי של 1 מיקרוגרם/מ"ק, כדי להפוך אותו למוצע 5 דקות יש לתקן אותו כדלהלן:

$$\text{ריכוז במוצע 5 דקות} = 1 \cdot (60/5)^{0.2} = 1.64 \text{ מיקרוגרם/מ"ק.}$$

התיקון הנייל מבטא את תנודת הפלומה בכיוון האופקי משני צדדי הציר המרכזי, דבר שמוריד את הריכוז הממוצע בהתאם לאורך זמן הממוצע.

6.2 הגדרת קולטים (רצפטורים)

הוגדר סריג בעל 225 קולטים לחישוב ריכוזי H₂S, המשתרע על שטח בעל מידות של 7 ק"מ על 7 ק"מ, עם אתר המטייש בפינה הצפון מערבית של הסריג, כאשר המרחק בין כל קולט בצירי הסריג היה 500 מטר. עבור כל אחד מהקולטים הוזן למודל גובה מעל פני היס ועוד גובה מעל פני הקרקע בשיעור של 1.7 מטר, שהנו גובה הנשימה של בן אדם.

בנוסף לסריג הקולטים, הוגדרו 5 קולטים בודדים נוספים הממוקמים בקצה הדרומי - מערבי של קיבוץ ראש הנקרה, כפי שמונא בטבלה הבאה:

טבלה מס' 4: נתוני קולטים נבחרים

מס' קולט	נ.צ. מורה	נ.צ. צפון	גובה מעל פני היס, מטר
226	210706	776716	30
227	210668	776745	30
228	210740	776697	30
229	210762	776675	30
230	210420	776829	10

6.3 תנאים מטאורולוגיים - השפעות הרוח ותנאי יציבות

הרצת המודל נערכה בצורת סריקה, כאשר נבדקו מגוון רחב של תנאים מטאורולוגיים אפשריים. נבדקו כל מצבי היציבות "A", "B", "C", "D", "E", ו-"F", ו-36 כיווני רוח מ-0 מעלות עד 350 מעלות. עבור הפרמטרים הנייל נבדקו עוצמות רוח של 1, 2, 3, 4, 5, 8, 10, 15, ו-20 מטר/שנייה, כמפורט בטבלה שלהלן:

טבלה מס' 5 : תנאים מטאורולוגיים שנבדקו עבור 36 כיווני רוח (X מסמן תנאי שנבדק)

יציבות						מהירות רוח, מטר/שניה
F	E	D	C	B	A	
X	X	X	X	X	X	1
X	X	X	X	X	X	2
X	X	X	X	X	X	3
X	X	X	X	X		4
	X	X	X	X		5
		X	X			8
		X	X			10
		X				15
		X				20

סה"כ מצבים שנבדקו היו 33 תנאי מהירות רוח ויציבות המופיעים בטבלה הנ"ל X 36 כיווני רוח = 1,188 מצבים מטאורולוגיים.

מטרת הרצת המודל הייתה להעריך את ריכוזי H₂S המרביים הצפויים בקולטים שהוגדרו באזור המט"ש, עבור המצבים המטאורולוגיים שנבחרו, ולחשוות את הריכוזים לסף מטרד הריח לאזורי מגורים, המוגדר בעבודה זו בשיעור של 3.5 מיקרוגרם/מ"ק. זאת, כדי לקבוע אם יש סיכון להרגשת ריחות באזור המט"ש בעלי עוצמה העלולה לגרום למפגע סביבתי.

7. תוצאות חישובי פיזור

ריכוזי H₂S המרביים הצפויים בקולטים שנבדקו בסביבת המכון מובאים בטבלה שלהלן, ומוצגים בצורת קווי שיווי ריכוז על מפת האזור בתרשים מס' 3.

טבלה מס' 6: ריכוזים מרביים צפויים של H₂S, מיקרוגרם/מ"ק, ממוצע 5 דקות (סף הריח = 0.7 מיקרוגרם/מ"ק, סף מטוּרד = 3.5 מיקרוגרם/מ"ק)

ג.ב. מידח	216000	215500	215000	214500	214000	213500	213000	212500	212000	211500	211000	210500	210000	209500	209000
←															
↓ ג.ב. יבטי	778000	0.004	0.004	0.005	0.006	0.007	0.007	0.011	0.014	0.017	0.017	0.020	0.018	0.014	0.010
	777500	0.003	0.005	0.006	0.008	0.009	0.009	0.013	0.018	0.026	0.026	0.033	0.021	0.018	0.014
	777000	0.004	0.005	0.008	0.008	0.010	0.012	0.015	0.025	0.031	0.031	0.059	0.047	0.029	0.018
	776500	0.004	0.005	0.005	0.006	0.010	0.013	0.019	0.031	0.061	0.192	0.264	0.077	0.033	0.022
	776000	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.014	0.016	0.029	0.061	0.234	0.344	0.081	0.032	0.017
	775500	0.003	0.005	0.005	0.005	0.010	0.013	0.016	0.024	0.043	0.065	0.075	0.037	0.022	0.018
	775000	0.003	0.004	0.005	0.006	0.009	0.010	0.012	0.016	0.026	0.031	0.035	0.028	0.019	0.016
	774500	0.004	0.003	0.005	0.006	0.006	0.009	0.009	0.012	0.015	0.017	0.021	0.018	0.011	0.012
	774000	0.004	0.004	0.005	0.006	0.006	0.007	0.008	0.011	0.012	0.012	0.012	0.012	0.010	0.009
	773500	0.004	0.004	0.004	0.005	0.006	0.006	0.008	0.007	0.007	0.010	0.009	0.009	0.009	0.007
	773000	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.006	0.006	0.006	0.007	0.008	0.008	0.008	0.007	0.007
	772500	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.007	0.005	0.005	0.004
	772000	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.004	0.006	0.005	0.005	0.005
	771500	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.003	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.003
	771000	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003	0.004	0.004

אזור המטייש צבוע תכלת

טבלה מס' 7 - תוצאות השוברים עבור קולטים בודדים נבחרים - ריכוזים מרביים צפויים של H₂S, מיקרוגרם/מ"ק, ממוצע 5 דקות (סף הריח = 0.7 מיקרוגרם/מ"ק, סף מטוּרד = 3.5 מיקרוגרם/מ"ק)

מס' קולט	ג.ב. מידח	ג.ב. צפון	שם	גובה מעל פני הים, מטר	ריכוז H ₂ S, ממוצע 5 דקות
226	210706	776716	ראש הנקרה	30	0.14
227	210668	776745	"	30	0.14
228	210740	776697	"	30	0.17
229	210762	776675	"	30	0.18
230	210420	776829	"	10	0.10

8. דיון בתוצאות חישובי במיזור

ריכוזי H_2S המרביים הצפויים בקולטים הנבחרים שנבדקו בקיבוץ ראש הנקרה נעים בין 0.10 עד 0.18 מיקרוגרם/מ"ק בממוצע 5 דקות. ריכוזים אלה שווים ל- 14% עד 26% מסף הריח של H_2S העומד בשיעור של 0.7 מיקרוגרם/מ"ק, בהתאמה, ו- 3% עד 5%, בהתאמה, מסף מטרד, שהוגדר בשיעור של 3.5 מיקרוגרם/מ"ק. הריכוז המרבי צפוי בקולט הממוקם בנצ. 210762 מזרח / 776675 צפון. קולט זה ממוקם במרחק של כ- 450 מטר מצפון למתחם המתקן. לאור הממצאים הנ"ל, ניתן להסיק שלא צפויים מטרדי ריח כתוצאה מפעילות המט"ש.

מעיון במפת האיזופלטות של האזור עולה שריכוזים מרביים בסביבות 0.10 מיקרוגרם/מ"ק (14% מסף הריח) עד 0.15 מיקרוגרם/מ"ק (21% מסף הריח) צפויים בקיבוץ ראש הנקרה, שמורת חוף ראש הנקרה, וכביש החוף.

התנאים המטאורולוגיים המלווים את הריכוזים המרביים הנ"ל הנם מהירות רוח של 1 מטר/שנייה, מצב יציבות F וכיוון רוח בכתאם לאזימוט בין מיקום הקולט ומיקום אתר המכון. תנאים אלה מתרחשים בעיקר בשעות הלילה, בלילות קרים עם מעט עננים. לכן, בשעות הלילה צפויים ריכוזי ריח הגבוהים ביותר, אולם, הרבה מתחת לסף מטרד. במקרה של הקולטים בקיבוץ ראש הנקרה, רוחות דרומיות עלולות להסיע ריחות מהמתקן לקיבוץ. רוחות דרומיות בלילה צפויות בחורף ובאביב, והן פחות שכיחות עד נדירות מאד בשאר העונות.

9. סיכום

הוערכו ריכוזים מרביים של H_2S בסביבת אתר מכון הטיהור עבור מגוון רחב של תנאים מטאורולוגיים ו- 36 כיווני רוח. צפויים בקולטים שנבדקו באזור המט"ש, כולל בקיבוץ ראש הנקרה, שמורת חוף ראש הנקרה וכביש החוף, ריכוזי H_2S מרביים הרבה נמוכים מסף הריח ומסף מטרד, אפילו במצב פיזור הגרוע ביותר שנבדק, כאשר מצב היציבות יציב מאד ומהירות רוח של 1 מטר/שנייה. בקיבוץ ראש הנקרה, לא צפויים מטרדי ריח אפילו בתנאי הפיזור הנ"ל בעת נשיבת רוחות דרומיות, השכיחות בשעות הלילה בעונת החורף/אביב.

ריכוזים מרביים צפויים של מימן גופרי. מיקרוגרם/מק
 ממוצע 5 דקט
 החקן למטרד ריח = 3.5 מיקרוגרם/מק
 מיקום המטש ▲

