



ות בע"מ



נתיבי הגז הטבעי לישראל
ISRAEL NATURAL GAS LINES



נתיבי הגז הטבעי לישראל בע"מ

מערכת הולכה גז טבעי מקטע תל קשיש - כפר ברור



הערכת סיכונים עבור הרחבת תחנת גז תל קשיש

לאישור

דו"ח: 360-17-006T
מהדורה: P1
תאריך: יולי 2017



מאושר
יוסי אבנר
ובר הנדסת בטיחות בע"מ
יוסי ובר

איל טאובר	יוסי ובר	לאישור	30/07/17	P1	
	יוסי ובר	טיוטה להערות	26/07/17	P0	
אישור לקוח	הוכן ע"י	תיאור	תאריך	מהדורה	



360-17-006T P1H TEK_SD.docx

02/08/2017



תקציר

א. כללי

א.1. חברת נתיבי הגז הטבעי לישראל בע"מ מתכננת הרחבה של מערכת הולכה מקטע תל קשיש - כפר ברוך, כולל הרחבת תחנת גז תל קשיש.

א.1.א. הוספת צינור גז נוסף בתוואי קו גז טבעי בקוטר "36.

א.2. ביצוע הערכת סיכונים לשמירה על בטיחות הסביבה של מתקני תחנת הגז, אשר עלול להשפיע על שימושי וייעודי קרקע בסביבת מיקום תחנת הגז.



א.3. הערכת סיכונים לחישוב והצגת מרחק הפרדה בהתאם להנחיות המשרד להגנת הסביבה.

א.4. הערכת סיכונים לחישוב והצגת מרחקי בטיחות מהרחבת תחנת גז תל קשיש בהתאם להנחיות צו הבטיחות. הצגת מרחקי בטיחות – קו הבניין, תחום סקירה ואזור נטול מקורות הצתה סביב תחנת הגז.

ב. מסקנות



ב.1. בתחום מרחק הבטיחות אין בתי מגורים ואין צפיפות אוכלוסייה, מרחקי הבטיחות סביב מתקני הרחבת תחנת גז תל קשיש הם באזור פתוח או חקלאי בו אין שימושי או ייעודי קרקע עם אוכלוסייה צפופה.

ב.1.א. אין אוכלוסייה קבועה או ריכוזי ציבור בתחום מעגלי הסיכון - בטווח קו בניין ותחום סקירה שמסביב לתחנות הגז.

ב.2. תוצאות חישוב מרחק הפרדה עבור הרחבת תחנת גז תל קשיש.

ב.2.א. מרחק הפרדה – 80 מטרים, תחנת גז 80 בר.



ב.3. תוצאות חישוב הערכת סיכונים עבור הרחבת תחנת גז תל קשיש.

ב.3.א. קו בנין – 85 מטרים.

ב.3.ב. תחום סקירה – 115 מטרים.

ב.4. המסקנות מבוססות על תוצאות חישוב הערכת סיכונים – מרחק בטיחות, טווח בטיחות ומרחק הפרדה. החישובים עלפי הערכת סיכונים כמותית וחישוב מרחק הפרדה לפי הערכת סיכונים איכותית.





ג. ממצאים

ג.1. הממצאים להלן תוצאות חישוב הערכת סיכונים עבור הרחבת תחנת גז תל קשיש – מקטע תל קשיש - כפר ברוך.

Building Distance

ג.2. קו בניין

- ג.2.א. קו בניין להרחבת תחנת גז תל קשיש **85 מטרים**.
 ג.2.ב. קו בניין – מוגדר כרמת הסיכון האישי (IR), מוגדר כרמת סיכון אישי של 10^{-6} לשנה.



ג.2.ג. קו הבניין עבור הרחבת תחנת גז תל קשיש נמצא בתחום רמת הסיכון הקבילה, בתחום מתאר טווח הסיכון, בקרבת תחנת הגז אין שימושי או ייעודי קרקע רגישים.

Survey Distance

ג.3. תחום סקירה

- ג.3.א. תחום סקירה להרחבת תחנת גז תל קשיש **115 מטרים**.
 ג.3.ב. תחום סקירה – מוגדר כרמת סיכון אישי של 10^{-8} לשנה (אחת למאה מיליון שנה).



ג.3.ג. תחום סקירה עבור הרחבת תחנת גז תל קשיש נמצא בתחום רמת הסיכון הקבילה, בתחום מתאר טווח הסיכון לא מצויים ולא מתוכננים מבני מגורים או ריכוזי אוכלוסייה.

Blow off vent Stack

ג.4. טווח בטיחות

- ג.4.א. טווחי הסיכון מחושבים עבור פעילות ארובת נישוב גז, ארובת נישוב קיימת בקוטר 8".
 ג.4.ב. מרחקי הבטיחות המחושבים עבור פעולת ארובת נישוב:
 ג.4.ג. רדיוס אזור נטול מקורות הצתה **EPA – 65 m**.
 ג.4.ד. טווח בטיחות למבני מגורים **HBD – 76 m**.



ג.5. מרחק הפרדה

- ג.5.א. מרחק הפרדה עבור תחנת גז בלחץ גבוה, 80 בר.
 ג.5.ב. הרחבת תחנת גז תל קשיש מרחק הפרדה **80 מטרים**.





הערכת סיכונים וחישוב מרחק הפרדה

הרחבת תחנת גז תל קשיש

מקטע תל קשיש - כפר ברוך
מערכת הולכה גז טבעי
נתיבי הגז הטבעי לישראל בע"מ



יוסי ובר

מגיסטר בהנדסה כימית MSc, יועץ בטיחות

ובר הנדסת בטיחות בע"מ

▲ בטיחות תהליכית וסקירת סיכונים
ראול ולנברג 10, חיפה 3499010
משרד: 04-8265608; נייד: 052-2462799
דוא"ל: WeberSafety@Gmail.com
אתר: www.WeberSafety.com



דו"ח: 360-17-006T

קובץ: 360-17-006T P1H TEK_SD



מסמך זה והמידע הכלול בו הינם רכושו הבלעדי של
נתיבי הגז הטבעי לישראל בע"מ
פרסום בכל צורה שהיא, שלם או חלקי של מסמך זה
אסור ללא רשות ואישור בכתב מהחברה.

אין להפיץ או להעביר תוכן מסמך זה אין לשנות, להוסיף,
לתקן, להתאים או לתרגם מסמך זה ללא אישור מפורש
בכתב של עורך המסמך, ובר הנדסת בטיחות בע"מ.



תוכן העניינים

1. מבוא 6

6	1.1 כללי
7	1.2 היקף העבודה
8	1.3 הגישה לעבודה
11	1.4 דרישות הערכת הסיכונים



2. מסקנות והמלצות 12

12	2.1 מסקנות
13	2.2 המלצות

3. תיאור תחנת הגז 14

14	3.1 כללי
15	3.2 נתוני גז טבעי

4. תיאור סביבת תחנת הגז 16

16	4.1 שימושי וייעודי קרקע
16	4.2 סביבת המתקנים



5. זיהוי סיכונים ותרחישי כשל 17

17	5.1 תרחישי כשל
18	5.2 תחנת גז טבעי
19	5.3 שכיחות דליפות

6. הערכת סיכונים 21

21	6.1 קביעת סוג תוצאות התרחיש
24	6.2 שיטת חישוב התוצאות



7. נספחים 28

28	7.1 הדרישות להערכת סיכונים
----	----------------------------



1. מבוא

1.1 כללי

א. חברת נתיבי הגז הטבעי לישראל בע"מ (נתג"ז) מתכננת הרחבת תחנת גז תל קשיש לשם הוספה של קו גז בקוטר "36, בתוואי מקטע תל קשיש - כפר ברוך, בצמוד לקו גז טבעי קיים בקוטר "30.

ב. הרחבת תחנת גז תל קשיש היא חלק ממערכת ההולכה הארצית, מערך קווי צנרת ותחנות גז בלחץ גבוה.

ב.1. הרחבת תחנת גז תל קשיש תחובר לקו גז חדש בקוטר "36, בלחץ של 80 בר.

ב.2. הרחבת תחנת גז תל קשיש הקיימת מחוברת בקו גז קיים, בקוטר "30 מתחנת גז חגית ומשם לכיוון חיפה בקוטר "24.

ב.3. הרחבת תחנת גז תל קשיש כוללת קו גז חדש מתחנת גז חגית לכיוון תחנת גז דברת, בקוטר "36.

ג. ביצוע הערכת סיכונים לשמירה על בטיחות הסביבה של מתקני תחנת הגז, אשר עלול להשפיע על שימושי ויעודי קרקע בסביבת הרחבת תחנת גז תל קשיש במקטע תל קשיש - כפר ברוך.

ג.1. הערכת סיכונים לחישוב והצגת מרחק הפרדה בהתאם להנחיות המשרד להגנת הסביבה.

ג.2. הערכת סיכונים לחישוב והצגת מרחקי בטיחות מהרחבת תחנת גז תל קשיש בהתאם להנחיות צו הבטיחות. הצגת מרחקי בטיחות – קו הבניין, תחום סקירה ואזור נטול מקורות הצתה סביב תחנת הגז.

ד. הערכת סיכונים מבוצעת עבור מתקני גז טבעי לבחינת תרחישי כשל והשפעתם על הסביבה, עבור מערכת הולכה גז טבעי בלחץ גבוה (80 בר). הערכת הסיכונים מבוצעת למען הבטיחות על הסביבה, כתוצאה מפעילות של מתקני גז טבעי, אשר עלולה להשפיע על שימושי ויעודי קרקע בסביבת מיקום תחנת גז.

ה. הגדרת מרחקי בטיחות מתחנות הגז בהתאם להנחיות צו הבטיחות לשמירה על בטיחות הציבור והסביבה. מרחקי הבטיחות הם קווי הבניין, תחום סקירה ואזור נטול מקורות הצתה סביב תחנת הגז נקבעו בהתאם להערכת הסיכונים זו.



1.2 היקף העבודה

א. הערכת סיכונים כוללת את האפשרויות והיכולת לדליפות של גז טבעי (חומר דליק), הצתה ושריפה אשר עלולים להיגרם בהפעלה של מתקני גז טבעי – הרחבת תחנת גז תל קשיש.

ב. מתקני גז טבעי – הרחבת תחנת גז תל קשיש.

- 1.ב. קו צנרת מתחנת חגית: קוטר 36", חדש.
- 2.ב. תחנת הגפה: קוטר 36", חדש.
- 3.ב. חיבור לקו 36"/30": קוטר 30", חדש.
- 4.ב. קו צנרת לכיוון דברת: קוטר 36", חדש.
- 5.ב. ארובת נישוב: קוטר 8", חדש.
- 6.ב. קו צנרת מתחנת חגית: קוטר 30", קיים.
- 7.ב. קו צנרת לכיוון חיפה: קוטר 24", קיים.
- 8.ב. קו צנרת לכיוון דברת: קוטר 18", קיים.
- 9.ב. ארובת נישוב: קוטר 6", קיים.

10.ב. כל רכיבי הצנרת מתקני הגז מתוכננים ללחץ עבודה של 80 בר.



1.2.1 הערכת סיכונים

א. בחירת תרחישי כשל עבור מערכות תחנת הגז, ביצוע חישובים לקביעת מרחקי בטיחות מתקן גז.

ב. הערכת סיכונים הסתברותית.

1.ב. ביצוע חישוב עבור קו בניין ותחום סקירה, החישוב מבוסס על הערכת סיכונים הסתברותית, המתודולוגיה לפי הנחיות צו הבטיחות והנחיות סקר סיכונים תמ"א 37.

2.ב. חישוב תוצאת למרחק הפרדה מארובת נישוב, מרחק ממבנה מגורים (HBD), אזור נטול מקורות הצתה (EPA). החישוב מבוסס על חישוב שחרור גז מארובת נישוב.

ג. הערכת סיכונים לחישוב מרחק הפרדה.

1.ג. חישוב מרחק הפרדה בין מקור סיכון בתחנת גז טבעי לבין רצפטור ציבורי, זאת לצורך הגנה על הסביבה ועל בריאות הציבור.

2.ג. חישוב מרחקי הפרדה על פי מדיניות מרחקי הפרדה במקורות סיכון ניידים, מהדורה מעודכנת מרץ 2014, חוזר מנכ"ל המשרד להגנת הסביבה.





1.3 הגישה לעבודה

1.3.1 הערכת סיכונים הסתברותית

א. ביצוע הערכת סיכונים הסתברותית – כמותית (QRA) למתקני גז טבעי בהתאם להנחיות תמ"א 37 וצו הבטיחות לגז טבעי.

ב. הערכת סיכונים הסתברותית – כמותית מחשבת את הסיכון הקיים בתרחישים שונים, של כשלים אפשריים, עם אפשרות של דליפת חומר מסוכן, מקווי צנרת או ציוד. נבחרו התרחישים לחומרים המסוכנים, אשר עבורם מחושב טווח הנזק לסיכון המרבי. החישובים מבוצעים על בסיס מודלים בינלאומיים מקובלים, פירוט שיטות החישוב ראה בנספח.



ג. הערכת הסיכונים מבוססת על פרוט התרחישים האפשריים לסיכונים מתקריות חומרים מסוכנים כולל את מהות הסיכון, סוג הכשל ותקלה אפשריים עבור פעילות אחסון וטיפול בחומרים מסוכנים במפעלים.

ד. חישוב טווחי הסיכון עבור תרחישים שונים וההסתברות להתרחשותם (הערכת כמותית). תוצאות כל תרחיש, כוללים ההשפעות על הסביבה ועל אוכלוסייה מחוץ לאתר מתקני תחנת הגז.

ה. בכל מקרה בו רמת הסיכון נמצאת חורגת מהמותר, ניתנות המלצות לנקיטת אמצעי בטיחות ומיגון, להורדת רמת הסיכון על מנת לעמוד באמות המידה לקבילות הסיכון.



ו. החישובים מבוצעים לתרחישים עבור המערכות גז טבעי באתר. לצורך בחירת התרחישים, לדליפת חומר מסוכן וכתוצאה שרפה, פיצוץ או רעילות, נבחרת פעילות אחסון וטיפול בחומרים מסוכנים. עבור כל תרחיש אפשרי בנפרד, העלול לגרום לעליה ברמת הסיכון, מחושב טווח הסיכון וההסתברות לאירוע.

ז. פירוט התרחישים השונים על מנת לבחון את רמת הסיכון הטמון באחסון, בשינוע ובטיפול של חומרים מסוכנים בקרבת האתר. התרחיש עוסק באירועים בעלי יכולת השפעה על העובדים ו/או הסביבה. בדרך כלל לתרחישים בעלי רמת סיכון גבוהה מופיע האירוע בהסתברות נמוכה, לתרחישים בעלי השפעה קטנה מופיע האירוע בהסתברות גבוהה. ניתוח התרחישים, הערכת הסיכונים והתוצאות האפשריות, דרישות הבטיחות ותנאים מיוחדים הנדרשים על מנת למנוע אירועים בעלי השלכות על העובדים, הרכוש והסביבה.



ח. זיהוי הסיכונים בוצע על בסיס סימוכין תרחישי כשל אפשריים עבור המערכות באתר ובקרבתו. ההסתברות והשכיחות לתאונות מבוסס על אומדן הסתברות לפליטה ממערכות מכלי אחסון וצנרת, על בסיסי נתונים כלליים גנריים בינלאומיים. המקורות הם בסיס נתונים של רשות הבריאות והבטיחות בבריטניה – UK HSE, אוסף נתונים של חברת טיילור Taylor Associates ApS, נתונים לכשל של קווי צנרת מפורטים בפרסומים של CONCAVE וקבוצת EG&G (ראה פירוט במקורות ספרות).



1.3.2 חישוב סיכונים



- א. תוצאות חישוב סיכונים להערכת סיכונים הסתברותית.
- ב. כל החישובים עבור תרחישי הכשל מבוצעים בעזרת תוכנת מחשב ייעודית. עבור כל תרחיש כשל ותרחיש ייחוס מחושבים התוצאות.
- ב.1. עבור חישובי הערכת סיכונים בגישה כמותית – הסתברותית שימוש בתוכנה: QRA Pro® Accident Consequence Calculation. תוכנה ייעודית שפותחה במיוחד לשימוש עבור חומרים מסוכנים, חישוב תוצאות תרחישי כשל, תוך התבססות על מודלים בינלאומיים. התוכנה מאושרת ע"י גופים לאומיים ובינלאומיים.



- ג. הערכת הסיכונים מבצעת חישובי תוצאות על פי מודלים עבור שחרור ופיזור חומר דליק וחישוב מרחקים לרמות שטף קרינת חום שונים.
- ד. המודלים לחישוב מיועדים במיוחד להצגת תוצאות של שחרור ופליטה של חומרים מסוכנים, כמו גם לתכנון מצב חירום ולהדרכות בנושא הכנה למצבי חירום. המודלים לחישוב עבור סיכונים עיקריים – רעילות, שליקות, קרינה תרמית (חום) ולחץ יתר (פיצוץ וכל הדף) – ביחס לשחרור חומר מסוכן כשהתוצאה פיזור גז רעיל, שריפה או פיצוץ.



- ה. התוכנה כוללת בסיס נתונים לתכונות פיזיקליות עבור חומרים מסוכנים שונים.
- ה.1. חישוב התוצאות עבור תרחישי כשל בוצעו ע"י שימוש בתוכנת מחשב – QRA Pro®, אשר פותחה לביצוע חישוב תוצאות של תקריות חומרים מסוכנים. התוכנה מאפשרת שימוש במודלים שונים ושימוש בבסיסי נתונים לקצב הכשל.



1.3.3 חישוב מרחק הפרדה



- א. הערכת סיכונים איכותית – חישוב קביעת מרחקי ההפרדה למניעת יצירת קרבה מסוכנת בין מקורות סיכון מחומרים מסוכנים לבין רצפטורים ציבוריים וזאת לצורך הגנה על הסביבה ועל בריאות הציבור מתוצאות אירועי חומרים מסוכנים.
- ב. הערכת סיכונים איכותית כוללת חישוב מרחקי ההפרדה על פי מדיניות מרחקי ההפרדה במקורות סיכון נייחים, מהטרה מעודכנת (מרץ 2014).
- ג. המדיניות עוסקת במרחקי הפרדה בין מקורות סיכון נייחים לבין האוכלוסייה. זאת, תוך פירוט אופן קביעת מרחקי ההפרדה הראויים בהליכי תכנון ובמצב קיים. קביעת מרחקי ההפרדה נעשית לצורך הגנה על הסביבה ועל בריאות הציבור מתוצאות אירועי חומרים מסוכנים בשגרה, תוך התחשבות בצורכי הפיתוח וניסיון למזער את המגבלות על שימושי קרקע בהינתן משאבי קרקע מוגבלים.
- ד. מרחק ההפרדה בין מקור סיכון המכיל חומרים מסוכנים לבין רצפטור ציבורי יימדד מגבול מתקן גז טבעי, בו קיים מקור הסיכון עד לגבול המגרש של הרצפטור הציבורי.
- ה. תרחיש הייחוס נותח באמצעות תוכנת ALOHA® המבוססת על מודל המחשב את המרחק בין מקום פריצה אפשרי של החומר המסוכן לסביבה לבין הנקודה המרוחקת ביותר בה עדיין קיימת סכנה משמעותית לשלום הציבור. מיקומה של נקודה זו, יקבע למעשה את מרחק ההפרדה הנדרש. יחד עם זאת, כאמור לעיל, למרות שהחישוב מתבצע מנקודת הפריצה האפשרית (שהיא במקור הסיכון עצמו) מרחק ההפרדה יחושב מגבול המגרש של מקור הסיכון אלא אם התקיים החריג.





1.4 דרישות הערכת הסיכונים

א. באופן כללי הערכת סיכונים עבור תחנת גז טבעי מבוצעת על פי חמשת השלבים שלהלן.

א.1. תיאור פעולת התחנה ומרכיביה.

א.2. תיאור סביבת תחנת הגז.

א.3. זיהוי סיכונים ותרחישי כשל.

א.4. תוצאות החישובים

א.5. ממצאים: קביעת רמות הסיכון, הגבלות וטווחי בטיחות.

א.6. מסקנות והמלצות.





2. מסקנות והמלצות

2.1 מסקנות

א. הערכת סיכונים

- 1.א. הערכת סיכונים הסתברותית בגישה הכמותית בוצעה עבור מתקני גז טבעי בהרחבת תחנת גז תל קשיש.
- 2.א. תוצאות החישובים מפורטים מטה.



ב. קו בניין Building Distance

- 1.ב. קו בניין עבור הרחבת תחנת גז תל קשיש **85 מטרים**.
- 2.ב. קו בניין – מוגדר כקו מתאר רמת סיכון של 10^{-6} לשנה.
- 3.ב. קו בניין נמצא בתחום רמת הסיכון קבילה, אין ריכוזי אוכלוסייה.

ג. תחום סקירה Survey Distance

- 1.ג. תחום סקירה עבור הרחבת תחנת גז תל קשיש **115 מטרים**.
- 2.ג. קו בניין – מוגדר כקו מתאר רמת סיכון של 10^{-8} לשנה.
- 3.ג. קו בניין נמצא בתחום רמת הסיכון קבילה, אין ריכוזי אוכלוסייה.



ד. טווח בטיחות Blow-off Vent Stack

- 1.ד. טווח בטיחות עבור פעילות ארובת נישוב גז, בקוטר של 8".
- 2.ד. רדיוס אזור נטול מקורות הצתה: **EPA = 65 m.**
- 3.ד. טווח בטיחות למבנים מגורים: **HBD = 76 m.**
- 4.ד. מיקום ארובת נישוב בתחנת הגז מתוכנן כך שיישמרו מרחקי הבטיחות לעיל.



ה. מרחק הפרדה Separation Distance

- 1.ה. מרחק הפרדה עבור תחנת גז בלחץ גבוה, 80 בר.
- 2.ה. מרחק הפרדה עבור הרחבת תחנת גז תל קשיש **80 מטרים**.
- 3.ה. מרחק הפרדה חושב על פי הנחיות מדיניות מרחק הפרדה במקורות סיכון נייחים, חוזר מנכ"ל – מהדורה מעודכנת (מרץ 2014).





2.2 המלצות

2.2.1 כללי

א. להלן המלצות על מנת לשמור ולעמוד על רמת בטיחות גבוהה. הערכת הסיכונים מסתמכת על נתוני שכיחות לתרחישים על בסיס נתונים בינלאומיים של מערכות גז טבעי. הדרישה היא להשוות את רמת התכנון לרמת בטיחות מהטובות ביותר.

2.2.2 התקנת אמצעי בטיחות



א. מתקני ומערכות גז טבעי יהיו ממוקמים באזור עם אוורור טבעי.

א.1. יש לוודא שלא תתאפשר הצטברות גז מתחת לגג הסככה. לשקול גג עם שיפוע ואוורור בנקודה הגבוהה.

ב. סיווג אזורי סיכון למניעת מקורות הצתה באווירה נפיצה.

ב.1. כל ציוד חשמלי, חשמל מכשור ובקה, יהיה בהתאם להגדרת אזורי הסיכון.

ב.2. יש לוודא שבתחום המודר כאווירה נפיצה לא יהיו מקורות הצתה חשמליים או מכאניים.



ג. יש להבטיח שכל קווי גז טבעי יהיו מגושרים וברציפות חשמלית להארקה.

ג.1. יש לוודא מבדק רציפות חשמלית ע"י מהנדס חשמל מוסמך.

ד. יש לוודא שכל רכיבי המתקן וקווי צנרת על-קרקעיים יהיו מוגנים מפני פגיעה מכאנית.

ד.1. יש להוסיף מיגון מכאני במקום בו קיימת תנועת כלי רכב או ציוד כבד בתחום תחנת הגז.

ה. נהלים – תפעול ואחזקה



ה.1. עדכון והשלמה של נהלי עבודה, בטיחות וחירום באחריות חברת נתג"ז לפעולות תגובה בעת חירום. בכל מקרה של דליפה או הצתה יש להפסיק מיד את פעולת המערכת ולעבור למצב תגובה בחירום. תגובת החירום תכלול דיווח והודעה למפעלים ולגופים השכנים. באם נדרש החברה תספק אמצעי הגנה לגופים אלה.

ה.2. יש להכין נהלי בדיקה תקופתית של מכלול הציוד במערכת, כולל לוחות זמנים לבדיקה תקופתית של מכשור וציוד בטיחות. נדרש תיעוד המבדקים והבדיקות.





3. תיאור תחנת הגז

3.1 כללי

א. הרחבת תחנת גז תל קשיש

- א.1. תחנת הגפה – BVS – Block Valve station
- א.2. תחנת הגפה הכוללת שסתומי ניתוק, מקטע תל קשיש - כפר ברוך.



ב. צנרת כניסת גז טבעי לחץ גבוה מתחנת חגית

- ב.1. קו צנרת קיים: בקוטר 30"
- ב.2. קו צנרת חדש: בקוטר 36"
- ב.3. תנאי עבודה
 - ב.3.א. לחץ עבודה: 46 – 80 בר ג'.
 - ב.3.ב. טמפרטורת עבודה: 5 °C – 25 °C
 - ב.3.ג. ספיקה: 1,337,250 – 1,967,500 נ' מק"ש.



ג. צנרת יציאה גז טבעי לחץ גבוה לכיוון חיפה

- ג.1. קו צנרת קיים: בקוטר 24"
- ג.2. תנאי עבודה
 - ג.2.א. לחץ עבודה: 46 – 80 בר ג'.
 - ג.2.ב. טמפרטורת עבודה: 5 °C – 25 °C
 - ג.2.ג. ספיקה: 200,000 נ' מק"ש.



ד. צנרת יציאה גז טבעי לחץ גבוה לכיוון דברת

- ד.1. קו צנרת חדש: בקוטר 36"
- ד.2. קו צנרת קיים: בקוטר 18"
- ד.3. תנאי עבודה
 - ד.3.א. לחץ עבודה: 46 – 80 בר ג'.
 - ד.3.ב. טמפרטורת עבודה: 5 °C – 25 °C
 - ד.3.ג. ספיקה: 1,237,250 – 1,767,500 נ' מק"ש.





3.2 נתוני גז טבעי

3.2.1 נתוני תכנון

- א. נתוני תכנון כלליים למערכת גז טבעי.
- א.1. תקן תכנון כללי בהתאם ל- NEN 3650: 2003
 - א.2. לחץ תכנון: 80 בר (ג).
 - א.3. טמפרטורת תכנון: $-10^{\circ}\text{C} / +50^{\circ}\text{C}$
 - א.4. לחץ עבודה: 46 – 80 בר (ג).
 - א.5. טמפרטורת עבודה: $20^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C}$



3.2.2 נתונים מטאורולוגיים

- א. עבור כל חישובי הפיזור, נעשה שימוש בתנאים האטמוספריים, מצב יציבות, עצמת רוח ומהירות רוח, כמתואר להלן.
- א.1. טמפרטורת הסביבה: $35^{\circ}\text{C} - 25$
 - א.2. לחות יחסית: 70%
 - א.3. יציבות אטמוספרית ומהירות רוח:

מס'	יציבות אטמוספרית		מהירות רוח
	מצב	יציבות	
(1)	B	לא יציבה	4.0 [מ'/שנ]
(2)	D	נייטרלית	1.5
(3)	D	נייטרלית	4.0
(4)	D	כמעט יציבה	8.5
(5)	E	יציבה	4.0
(6)	F	יציב	1.5

- מצבי יציבות אטמוספרית על פי פאסקוויל (Pasquill).





4. תיאור סביבת תחנת הגז

4.1 שימושי וייעודי קרקע

- א. מיקום הרחבת תחנת גז תל קשיש הוא בהתאם להנחיות תמ"א 37, באזורים המיועדים לשימוש למתקני גז טבעי.
- ב. הרחבת תחנת גז תל קשיש ממקומות בשטח פתוח, בצמוד לקרקע חקלאית.



4.2 סביבת המתקנים

- א. הרחבת תחנת גז תל קשיש ממקומות בשטח שדה פתוח.
 - א.1. שדות חקלאיים מעובדים.

- ב. בסביבה הקרובה לתחנות הגז נמצאים:
 - ב.1. אוכלוסייה:

א.1. אין אוכלוסייה קבועה או נציגי ציבור.

ב.1. אין צפיפות אוכלוסייה או ריכוזי ציבור בסביבה של תחנות הגז.

ב.2. פעילות אנושית:

ב.2.א. אין פעילות ציבורית ואין צוות קבוע בקרבת מתקני הגז.

ב.2.ב. אין צפיפות אוכלוסייה או ריכוזי ציבור בסביבה של תחנות הגז.

ב.3. סביבה:

ב.3.א. מצפון-מערב לתחנת הגז עובר נחל עדשים.

ב.3.ב. אין השפעה.





5. זיהוי סיכונים ותרחישי כשל

5.1 תרחישי כשל

- א. פרק זה מפרט את האפשרויות השונות לתרחישי כשל בתחנת גז טבעי, על פי הנחיות ביצוע סקירת סיכונים (תמ"א 37).
- ב. מסמך דרישות לביצוע סקר סיכונים, לתחנות גז – הנחיות תמ"א 37/א/1.

5.1.1 תרחיש שחרור מארובת נישוב



ג. התרחיש פעולה יזומה של שחרור גז. תרחיש חמור ביותר בתפעול של תחנת גז טבעי.

- ג.1. שחרור יזום של גז בארובת נישוב (Blow-off vent).
- ג.2. פליטה אנכית של עננת גז.
- ג.3. הצתה של עננת גז.

ד. תרחיש 1: תרחיש של שחרור גז אל מחוץ למערכת.

ד.1. בתרחיש זה נבחן שחרור של כמות הגז המרבית הכלואה בין שסתומי ניתוק, ופליטה בארובת נישוב. כמות הגז המשתחררת ומהירות נישוב הן פונקציה של כמות הגז בתחנה, קוטר וגובה ארובת נישוב, לחץ הגז במערכת ומשתנים של תפעול המערכת.



ד.2. החישוב מבוצע ע"י מודל פיזור עננת הגז הנמצאת בתחום הריכוז הדליק, ריכוז השווה ל- LEL 50%. חישוב על פי המודל עבור מצבים מטאורולוגיים ומהירות רוח קיצוניים.

ד.3. חישוב מתאר עננת גז כתלות בטווח ממקור הסיכון בתחנת הגז, עבור מהירות רוח 20 מ/שנ' ומצב יציבות D.

ה. תרחיש 2: הצתה של הגז המשתחרר.



ה.1. בתרחיש זה נבחן מצב בו הגז המשתחרר בארובת נישוב מוצת מיידית ומתלקח.

ה.2. חישוב באמצעות מודל את עוצמת קרינת החום ושטף החום, הנוצרים בדליקה.

ה.3. חישוב מתאר קרינת החום כתלות המרחק ממקור הסיכון, תחנת הגז.





5.1.2 תרחישים סבירים

א. תרחישי כשל סבירים.

ב. תרחשי הכשל לבחינה וחישוב התוצאות עבור דליפת גז ממחברים, חיבורי צנרת או ציוד בתחנה:

ב.1. צינור גז טבעי, בקוטר מרבי בתחנת גז, בלחץ 80 בר

ב.1.א. פריצה מקוטר מלא, 100%.

ב.1.ב. דליפה מחור בקוטר 50% מקוטר מלא.

ב.1.ג. דליפה מחור קטן, בקוטר 10 מ"מ.



ב.2. צינור גז טבעי בקוטר מלא, קוטר מקובלי בתחנת גז, בלחץ 80 בר

ב.2.א. פריצה מקוטר מלא, 100%.

ב.2.ב. דליפה מחור בקוטר 50% מקוטר מלא.

ב.2.ג. דליפה מחור קטן, בקוטר 10 מ"מ.

ב.3. התפשטות עננת גז.

ב.4. הצתה והתלקחות שריפה.

ב.5. תגובת שרשרת והשפעה הדדית על מתקנים ותשתיות בקרבה, אפקט דומינו.

ג. חישוב עקומות הסיכון בגישה להערכת סיכונים הסתברותית.



5.2 תחנת גז טבעי

א. תרחישים לפריצה או דליפה בתחנת גז הם:

א.1. דליפה מאוגנים.

א.2. דליפה מאטמים של שסתומים.

א.3. איכול (קורוזיה) לא מבוקר.

א.4. שבר בצנרת כתוצאה מבעיות בצינור או בתמיכות.

א.5. טעות אחזקה, בפרט במכשור המדידה.

א.6. כשל בחומרי מבנה, שבר כתוצאה ממאמצים בטמפרטורות נמוכות.



ב. אמצעי בטיחות והגנה

ב.1. ניטור קצב הזרימה והלחץ.

ב.2. מבדקים תקופתיים.

ב.3. הגנה קתודית.

ב.4. אחזקה מונעת.

ב.5. רכיבי מכשור ובקרה מוגנים התפוצצות.





5.3 שכיחות דליפות

5.3.1 מערכת תחנת גז

א. במערכת תחנת גז טבעי קיימת אפשרות לדליפה ממספר מקורות. רוב הדליפות יהיו קטנות, כתוצאה מנזק אטם באוגן, טבעת אטימה, מארז זרוע שסתום או חיבורי מכשור. דליפות גדולות יותר עלולות להתרחש כתוצאה מפריצה בצינור או שבר בחיבור מכשור.

טבלה מס' 5.1: ההסתברות לדליפה – תחנה הגפה גז טבעי.

Description	Release class	Typical hole size	Number of similar items	Release frequency per 10E-6 yrs	
				per item	Total
		inch	item		
Flanges	Small	0.12	40	84	3360
	Medium	0.79	40	3.0	120
	Large	18.00	40	3.0	120
	Rupture	36.00	40	6.0	240
Piping, m	Small	0.12	100	35	3500
	Medium	0.79	100	4.0	400
	Large	18.00	100	1.0	100
	Rupture	36.00	100	9	900
Flanges	Small	0.12	60	84	5040
	Medium	0.79	60	3.0	180
	Large	15.00	60	3.0	180
	Rupture	30.00	60	6.0	360
Piping, m	Small	0.12	150	35	5250
	Medium	0.79	150	4.0	600
	Large	15.00	150	1.0	150
	Rupture	30.00	150	9	1350

ב. הערות

ב.1. הנתונים לתחנות גז לכל אחד מרכיבי הצנרת, נתוני ההסתברות זהים לקטרי צנרת השונים.

ב.2. נתוני ההסתברות לדליפה למרכיבי תחנת הגז וצנרת בגז מבוססים על ערכים ממקורות הנתונים הבאים: CONCAWE, UK HSE, OREDA, EGIG.



5.3.2 הסתברות להצתה



א. ההסתברות להצתה תלויה בעיקר בגודל ובהרכב של הדליפה ומספר מקורות ההצתה האפשריים בסביבת מקור הדליפה.

ב. קשה להעריך את מספר מקורות ההצתה הקיימים בסביבת המערכת. כל הציוד החשמלי, מכשור ובקרה מתוכנן ויוקן על מנת שלא יהיה מסוגל ליצור ניצוצות או להעביר להבה. רק צירוף של כשלים רציניים עלול לגרום לאביזר להיחפך למקור הצתה אפשרי.

ג. מקורות הצתה נוספים הם משטחים חמים, מפלטים, של כלי רכב או ניצוצות מפגיעה מכאנית. ניצוץ מנפילת מכשיר או ציוד, של מפעיל או איש אחזקה, בדרך כלל לא יהווה סיכון אלא אם כן קיימת אווירה נפיצה בסביבה.



ד. לקו הצנרת ולתחנה ההסתברות להצתה מוגדרת ע"י:

ד.1. הצתה אלקטרוסטטית מהזרימה עצמה.

ד.2. הצתה מניצוצות של התזת חול או אבנים (כתוצאה מדליפת סילון מקו צנרת תת-קרקעי).

ד.3. הצתה מקרית ע"י צוות חירום בזמן השמטת המערכת.

ד.4. הצתה ע"י כלי רכב העובר בסביבה.

ד.5. תאורה וציוד חשמלי, בעיקר שבר תאורה או ציוד לא תקין.

ד.6. שנאים לאספקת מתח חשמלי.

ד.7. מפעילים ואנשי אחזקה.



ה. ההסתברות להצתה בתחום תחנת גז טבעי, על בסיס הערכה ונתונים מקובלים:

ה.1. כתוצאה מכשל מערכות, באזור מתקנים 10%.

ה.2. כשל כתוצאה מקווי מתח ועננת גז עוברת 10%.

ו. רוב שטח תחנת הגז, סביב ארובת נישוב, מוגדר כאזור מוגן התפוצצות (סיווג אזור- ZONE 2), אזור בו אין מקורות הצתה.





6. הערכת סיכונים

6.1 קביעת סוג תוצאות התרחיש

א. דליפה או פליטה של עננת גז טבעי, מאחד ממרכיבי מערכת הגז הטבעי, תעלה למעלה באוויר החופשי, שכן הגז קל מהאוויר. לכן עננת גז טבעי מתפזרת לחלוטין ובמהירות, לא נוצרת ולא קיימת עננת גז גדולה. הצתה של דליפת גז תוביל לשריפת סילון. בהתאם להיסטוריה של תקריות במערכות הולכה של גז טבעי תרחיש פיצוץ הוא נדיר, עקב מהירות הבעירה הלמינארית הנמוכה של עננת גז בחלל לא מוגבל, לא צפוי פיצוץ באם העננה תוצת. לכן בעבודה זו אין התייחסות לתוצאות נזק מפיצוץ עננת גז. המרכיבים העיקריים של גז טבעי אינם רעילים. הסכנה היחידה הנלקחת בחשבון היא קרינת חום מתקרית הצתה ושריפה.



ב. כאשר משתחרר גז טבעי בלחץ גבוה, נוצר תנע בסילון גז. ריכוז הגז נמהל ומדולל ע"י שאיבת אוויר מהאטמוספירה אל תוך סילון הגז. עם כניסת האוויר ודילול סילון הגז המהירות יורדת. ריכוז הגז בסילון יורד אל מתחת לסף הנפיצות הנמוך (LEL), לפני שמהירות הסילון יורדת לערכים של מהירות הרוח. עקב זאת לא נוצר מצב של פיזור עננת גז ע"י הרוח.

ג. גז משתחרר מאירוע תפעולי מתוכנן או בתקרית. ההנחה שהצתה של גז תתרחש מיידית, תגרם שריפת סילון אשר תזון ע"י זרם הגז המשתחרר. הצתה מיידית תייצר את רמות קרינת חום הגבוהות ביותר עקב זרימת גז גבוהה ביותר. הלהבה עשויה להצית ולפגוע במבנים בסביבה. הנזק למבנים אשר אינם בקו להבת הסילון יהיה רק מקרינת חום. באופן דומה ההשפעה על אנשים החשופים לשריפה ללא מיגון. אנשים צריכים לברוח לאזור בו קרינת החום נמוכה או למצוא מחסה מאחורי מבנה. זה יגן עליהם מפני האש, אך הפחתה במינון הקרינה מפחית את ההסתברות לפציעה.



6.1.1 אמות מידה לבטיחות

א. אמות המידה לבטיחות מבוססים עפ"י דרישות הערכת הסיכונים (תמ"א 37), תוצאות מתקרית שחרור גז מיוחסות למרחק בטיחות למבנה מגורים HBD, טווח בטיחות לאוכלוסייה חשופה ESD.

ב. הגבלות טווחי בטיחות סביב תחנות גז מבוססות על הערכת התוצאות הנגרמות ע"י קרינת חום. השפעה מבוטאת ע"י מרחק בטיחות למבנה מגורים – HBD. ההגבלות סביב תחנת גז מתייחסות למקורות הצתה אפשריים ע"י ביטוי אזור נטול מקורות הצתה – EPA.





ג. מרחק בטיחות למבנים מגורים – HBD

ג.1. חישוב עבור טווחי הבטיחות – HBD, חישוב רמת קרינת תרמית ושטף החום, עבור שטף חום של 12 קילוואט למ"ר, כתוצאה מהצתה של ענן הגז בשחרור מארובת נישוב.

ד. אזור נטול מקורות הצתה – EPA.

ד.1. חישוב פיזור עננת גז, אורך עננת גז לסף ריכוז של 50% LEL, כתוצאה משחרור גז בארובת נישוב.



ה. אמת המידה לקבילות הסיכון היא שהמערכת תתוכנן כך שכתוצאה מפעילות רגילה, בכל מצב, לא יגרום לפגיעה או פגיעה באדם, לא יגרום לנזק לרכוש או לסביבה.

ו. אמת המידה לקבילות הסיכון, אינו מאפשר פגיעה באדם, רכוש או הסביבה, לכן הערכת הסיכון מבוצעת בגישה הדטרמיניסטית, עבור תפעול של ארובת השחרור. תפעול ארובת השחרור הוא התרחיש שחרור מבוקר של גז טבעי לאוויר.



6.1.2 השפעה על אנשים

א. ההשפעה של קרינת חום על אנשים נתונה בטבלה שלהלן. ההשפעה המעשית תלויה בזמן החשיפה לחום. עבור שריפת סילון קטנה קיימת אפשרות של בריחה למחסה תוך שניות מעטות. עבור שריפות סילון גדולות של גז טבעי, הניסיון מתקריות מראה שקשה לברוח, אנשים נהרגו בטווח של 160 מטר. טווח זה חושב עבור רמות קרינת חום של 5 קילו וואט למ"ר. בעבודה זו חושבה רמה של קרינת חום – 5.0 kW/m^2 כאמת מידה קטלנית לאנשים מדליפה בינונית או גדולה. עבור דליפה קטנה אמת המידה היא נוכחות של אנשים בטווח כדור האש או להבת הסילון.



ב. ההשפעה הממשית של קרינת חום תלויה בזמן החשיפה לאש. עבור להבה קטנה קיימת האפשרות למילוט תוך מספר שניות. לשריפה גדולה של גז טבעי, מבוסס על עדויות מתאונות, קשה להימלט.



6.1.3 נזק שריפה



א. הערכת הנזקים משריפה מבוססת על תיקון על פי תיעוד של תקריות שטף קרינה ורמות נזק. הקרינה או שטף התקרית מיוחס לרמת הנזק, הטבלה להלן מבוססת על תצפיות בשריפות גדולות.

א.1. באם אדם חשוף לשריפה או לכדור אש בטווח קרוב למקור, ההנחה שתהיה פגיעה קשה או מוות.

א.2. לאנשים הנמצאים בטווחים רחוקים, מחוץ לטווח האש, עלול להיגרם נזק כתוצאה מקרינת חום, כולל כוויות.



ב. להלן טבלה המאפיינת עוצמת קרינת חום, זמן חשיפה והתוצאות הנובעות מכך.

טבלה מס' 6.1: נזק הנגרם ברמות שונות של קרינת חום.

נזק לאנשים	נזק לציוד	רמת קרינה (ק"ו/מ ²)
גורם לאי נוחות בחשיפה ארוכה אין כוויה	אין נזק לציוד או במבנה	1.6
גורם לכאב בחשיפה מעל ל- 20 שניות שלפוחיות לאחר 20 שניות	אין נזק לציוד או במבנה	5.0 - 6.0
1% מוות לאחר 1 דקה חשיפה כוויה מדרגה ראשונה לאחר 10 שניות	אנרגיה מינימאלית להצתת עץ היתוך צנרת פלסטית	12.5
100% מוות לאחר 1 דקה חשיפה פגיעה משמעותית לאחר 10 שניות	אנרגיה מינימאלית להצתה בחשיפה לזמן ארוך ללא להבה	25.0
100% מוות לאחר 1 דקה חשיפה 1% מוות לאחר 10 שניות חשיפה	נזק לציוד תהליכי נזק למבנים (פלדה ובטון)	35.0 - 37.5



מקור: SFPE Handbook of Fire Protection Engineering





6.2 שיטת חישוב התוצאות

6.2.1 סוגי תוצאות

- א. סוגי התוצאות בחישוב הדטרמיניסטי קובעת את אמות המידה הנדרשות. הערכת התוצאות של תקרית שחרור גז לאוויר והצתה. בנפרד מפגיעה, קרינת חום היא הסיכון העיקרי משריפת סילון של גז, כאשר רמת הסיכון של קרינת חום יכולה להשפיע על טווח מסוים משריפת הגז.
- ב. ההנחיות ממליצות על שימוש במרחק בטיחות למבנה מגורים HBD, הנמדד מגדר תחנת הגז, כטווח קרבה למבני מגורים או מבנים אחרים בהם שוהים אנשים או רכוש אחר בעל ערך גבוה.



6.2.2 חישוב טווחי הבטיחות

- א. מרחקי הבטיחות המוגרים בתקן, צו הבטיחות למערכות הולכה של גז טבעי על פי התקן ההולנדי NEN 3650, נקבעים על פי מרכיבי המערכת, מאפייניה וסביבתה. חישוב והערכה של ההשפעה מקרינת חום, מביא לשימוש בטווחי בטיחות והגבלות בסביבת מערכת הגז.

6.2.3 טווח בטיחות למבנה מגורים

- א. טווח בטיחות למבנה מגורים, **HBD - House Burning Distance**, מגדיר את האזור בסביבת השריפה בו מבנים עלולים להתלקח עקב סמיכותם למקור השריפה.
- ב. הגדרת טווח הבטיחות מתבצעת בהתאם לרמות קרינת החום הנוצרות עקב השריפה. רמת קרינת חום מזערית העלולה לגרום להתלקחות עץ היא 12 kW/m^2 . רמת קרינה זו היא ערך סף מינימאלי להתלקחות מבנים העשויים עץ וחומרי מבנה אחרים. ההנחה שגם מבנים העשויים מבטון, מתכת ואחרים, כוללים חלקי עץ כחלק מהמבנה או בסביבתו, הצתת העץ עלולה לגרום להצתת כל המבנה. מבנה מתכת עלול לכשול מחשיפה לרמת קרינה של 12 kW/m^2 במשך חשיפה של מעל לשעה.
- ג. מרחקי הבטיחות יבטיחו כי גם תרחיש בו הוצתה עננת הגז המשתחרר, לא יגרם נזק למבנים הסמוכים באופן שיסכן את האוכלוסייה השוכנת בהם.



6.2.4 אזור נטול מקורות הצתה

- א. אזור נטול מקורת הצתה, **EPA - Explosion Proof Area**, הוא אזור חיץ למניעת הצתה של פליטת עננת גז מארובת נישוב. באזור זה כל הציוד הקבוע חייב להיות מאושר כציוד חשמלי מוגן התפוצצות - Zone 2. הטווח אשר בו שחרור עננת גז עלול להידלק או להתפוצץ, מוגדר כאזור חיץ למקורות הצתה אפשריים.
- ב. אזור החיץ סביב לארובת נישוב, מקור הסיכון בעת שחרור גז, מבטיח שבכל מקרה של שחרור גז בתחנה אף בתנאים מטאורולוגיים קיצוניים, יתנדף הגז באוויר ללא הצתה וללא סיכון לסביבה.





ג. אזור החיץ מוגדר ע"י רדיוס הנמדד ממרכז נקודת שחרור הגז ב- 360° , הרדיוס שווה למרחק בכיוון הרוח ועד להיטל האנכי של קו המתאר התוחם את האזור בו ערכו המזערי של תמהיל גז-אוויר הוא מחצית מסף הדליקות (50% LEL). החישוב מבוסס על תרחיש 1 לעיל.

6.2.5 אמת מידה לסיכון הסתברותי

א. עבור מספר תקריות קיימת אפשרות של טווחי השפעה גדולים. למקרה זה נדרשת גישה נוספת, אחרת לא ניתן להפעיל כל מתקן עם חומרים מסוכנים. דוגמא לתקרית מסוג זה היא פריצה של צינור במערכת הגז. למרות ההסתברות לאירוע נמוכה מאוד ההשפעה עלולה להיות לטווח גדול.



6.2.6 IR - Individual Risk – סיכון אישי

א. **סיכון אישי** - הגדרות וקבילות (על פי מתווה התקן ההולנדי)
 ב. הקריטריון לסיכון אישי הוא $1 \cdot 10^{-6}$ לשנה, ההסתברות השנתית שבה אדם כלשהו ייהרג כתוצאה מתאונה אפשרית בזמן פעילות עם חומרים מסוכנים באתר.
 ב.1. עבור מתקנים חדשים רמת הסיכון לא תעלה מעל ל- $1 \cdot 10^{-6}$ לשנה.
 ב.2. כאשר הערך מתחת ל- $1 \cdot 10^{-8}$ לשנה, הסיכון האישי נחשב כלא משמעותי.



6.2.7 SR - Societal Risk – סיכון ציבורי

א. **סיכון ציבורי** - הגדרות וקבילות (על פי מתווה התקן ההולנדי)
 ב. ההסתברות המצטברת שמספר מזערי של אנשים מחוץ לאתר ימצאו בו זמנית ויפגעו קטלנית כתוצאה מתאונה אפשרית בזמן פעילות עם חומרים מסוכנים באתר.

6.2.8 גישה ההסתברותית

א. על פי הגישה ההסתברותית ניתן להגדיר מרחקי הבטיחות לרמות הסיכון האישי והציבורי.

ב. קו בניין – Building Distance

ב.1. מרחק קרבה מוגדר כמרחק האופקי הקצר ביותר בין קצה תחומה של תחנת הגז לבין מבנה מגורים, כל מבנה ציבורי, תעשייה או מרכזים בהם מתבצעת פעילות אנושית ענפה.

ב.2. בתחום קו בניין/קרבה לא תאושר פעילות אנושית ענפה, כהגדרה סעיף להלן.

ב.3. מרחק הקרבה מייצג קו מתאר סיכון השווה ל- 10^{-6} , כלומר המרחק המזערי אשר ניתן להתקרב אל מתקן הגז ועדיין לשמור על רמת סיכון נמוכה מ- 10^{-6} .



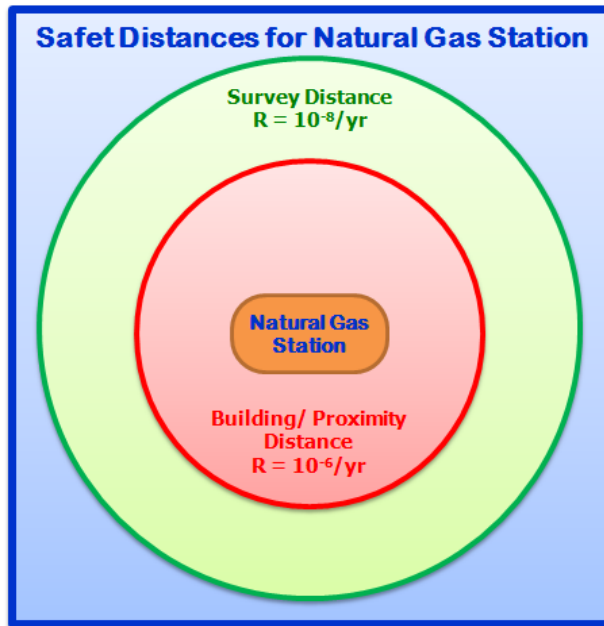


ג. תחום סקירה – Survey Distances

1.ג. תחום סקירה מוגדר כמרחק התחום או האזור שיש לסקור, מבחינת שימושי ויעודי קרקע ואשר על פיהם ייקבעו מקדמי התכנון של מערכת הגז.

2.ג. תחום סקירה נמדד מקצה תחום תחנת הגז והוא מייצג קו מתאר סיכון השווה ל- 10^{-8} . רמות סיכון הנמוכות מ- 10^{-8} נחשבות זניחות, כך שליעודים ולשימושים מחוץ לאזור המוגדר על פי מרחק הסקירה אין השפעה על קביעת מקדמי תכנון המערכת.

ציר 6.1: עקומות שוות סיכון למרחק קרבה ותחום סקירה



ד. פעילות אנושית ענפה

1.ד. פעילות אנושית ענפה, מאופיינת בריכוזי אוכלוסייה או ציבור רב.

2.ד. בתי ספר, מרכזים גריאטריים, בתי אבות, בתי חולים, מרפאות, מרכזי קניות וקניונים.

3.ד. בתי מלון, אכסניות, בתי כנסת, מבני ציבור המאוכלסים ביותר מחמישים אנשים בו-זמנית, בריכות שחיה, מרכזי ספורט ונופש.

4.ד. אזורי תעשייה ומרכזי שליטה ובקרה, מבנים ומתקנים עם רמת סיכון גבוהה כמו מכלי אחסון בנפח הגדול מחמישה מ"ק המכילים חומרים דליקים או נפיצים.



6.2.9 השפעה הדדית



א. להבת הגז הממשית מסילון אנכי בלחץ גבוה המכוון ישירות, מחושב כ"ממריא" ויוצא ממיקום החור, אשר מפחית את הפגיעה מהשפעת החום, אף על פי כן מלהבה גדולה קרינת החום גבוהה מאוד. הנוזל בקו צנרת קרוב (קו צנרת המכיל דלק או תזקיקים) יתחמם ויתאייד, באם ייווצר מחסום אדים המתכת תחמם מהר מאוד ותרחש פריצה של הצינור.

ב. סילון המכוון אופקי או לכיוון מטה, במקרה של חור בצינור הגז שלא בכיוון אנכי, התוצאה תהיה אף סבירה יותר לפריצה של קו צנרת שכן. באירוע זה הסבירות לפגיעה ופריצה של קו נוזלים שכן גבוהה, מכיוון שהלהבה תפגע ותתייצב לכיוון צינור שכן.



ג. הזמן הקריטי הוא זמן החימום עד 580°C , בזמן זה החוזק של המתכת יורד ל-50%. זמן החימום קצר מדי לנקיטה של כל פעולת חירום, למעט סגירה אוטומטית של שסתום חירום.

ד. ההשפעה הדדית בין מתקני תחנת הגז למתקנים שכנים חושבה לפגיעה במבנה פלדה או יחידות ציוד, על בסיס קרינת חום של 35 kW/m^2 . ה"ספר הסגול" מפרט רמת סף להצתה של מבנים, אף מיושבים באנשים, כרמת קרינת חום של 35 kW/m^2 .

ה. ברמת קרינה של 12 kW/m^2 ההשפעה על מבנה פלדה היא במשך זמן בעירה של מעל לשעה, ההנחה שכוחות הכיבוי יכבו כל שריפה בזמן קצר.





7. נספחים

7.1 הדרישות להערכת סיכונים

הדרישות לעריכת סקר סיכונים

הדרישות לעריכת סקר הסיכונים לתחנות גז נערכו על פי המלצת צוות התכנון והחברה ההולנדית גזיוני בעלת ניסיון רב בביצוע סקרי סיכונים, ובשיתוף פעולה ובהתייעצות עם פיקוד העורף, משרד העבודה והמשרד לאיכות הסביבה. ההנחיות הוצגו בפני המועצה הארצית לתכנון ובניה בישיבתה מחודש מאי 2000 ואושרו, כנדרש על פי הוראות תמ"א 37. להלן פירוט הדרישות / ההנחיות לעריכת הסקר.



1.1 מבנה סקר הסיכונים

סקר הסיכונים יתייחס לכל תחנות הגז ויכלול חמישה פרקים, כלהלן:

- ♦ תאור התחנה ומרכיביה
- ♦ תאור סביבת התחנה
- ♦ תרחישי סיכון ובחינתם
- ♦ ניתוח ממצאי המודל הממוחשב
- ♦ קביעת מגבלות וטווחי בטיחות
- ♦ הצעת הוראות לתכנית המפורטת שעניינן צמצום סיכונים מתחנת הגז, ובכלל זה מגבלות על שימושי קרקע הסמוכים לתחנת גז.



1.2 תאור התחנה

פרק זה יכלול תאור התחנה ומיקומה המבוסס על תכנית האב ההנדסית Masterplan, התכנון ההנדסי והתכנון הסטטוטורי שנעשו במסגרת תמ"א 37 / א. מיקומה של התחנה, מרכיביה ומאפייניה יוצגו כדלהלן:

- מיקום התחנה והצנרת המתחברת אליה
- מבנה התחנה ומרכיביה העיקריים
- תפקידי התחנה ומאפייניה
- שילוב התחנה במערכת ההולכה והמרחק בין תחנות גז סמוכות
- פרמטרים פיזיקליים של הגז הזורם בתחנה – מרכיבי הגז, לחץ, ספיקה וטמפרטורה



פרק זה יכלול גם רשימת כל הנתונים הרלוונטיים לצורך ביצוע החישובים, כגון סף קרינה הרסני לאדם ולמבנים, סף הצתה, מהירות נסיגה של אדם ממוקד שריפה וכדומה.

1.3 תאור סביבת התחנה

פרק זה יכלול תאור סביבת התחנות בהתייחס לאזור העלול להיות מושפע מהתחנה, או האזור העשוי להשפיע על תכנונה. פרק זה יכלול את סעיפי המשנה הבאים:





1.3.1 שימושי וייעודי קרקע

שימושי קרקע וייעודים הנגזרים מתוכניות סטטוטוריות תקפות ומופקדות.

1.3.2 תשתיות קיימות ומתוכננות

תאור תשתיות קיימות ומתוכננות בסביבת התחנה כגון מסילות ברזל, כבישים, קווי מתח ומתקני חשמל וחמ"ס.

1.3.3 אוכלוסייה

נתונים לגבי הנוכחות האנושית בסביבת התחנה וריכוזים סמוכים של אוכלוסיית קבע.

1.3.4 נתונים מטאורולוגיים

נתונים מטאורולוגיים רב שנתיים של טמפרטורה, לחות יחסית ומשטרי רוחות.

1.3.5 מקורות הצתה פוטנציאליים

תאור כללי של נוכחות מקורות הצתה פוטנציאליים, ניחים וניידים.

1.3.6 מפות ושרטוטים

תאור גרפי של התחנה וסביבתה כולל סימון מרחקי הבטיחות כמפורט להלן. המפות יכללו את כל האזור המושפע ע"י התחנה, או העשוי להשפיע על תכנונה.

- תכנית בקנ"מ 1:5,000 המתארת את מיקום תחנת הגז ותוואי הצנרת המתחברת אליה. התכנית תכלול מיפוי טופוגרפי, גושים וחלקות, תשתיות קיימות ומתוכננות, תכניות סטטוטוריות תקפות ומופקדות.
- תכנית בקנ"מ 1:2,500 המציגה את התחנה על גבי הרקע כנ"ל והכוללת את טווחי הבטיחות והמגבלות. התכנית תכלול גם את הצנרת המתחברת לתחנה ומרחקי הבטיחות ממנה, המתחייבים ע"פ צו הבטיחות.
- חתך של התחנה ומרכיביה העיקריים בקנ"מ 1:200.

1.4 תרחישי סיכון ובחינתם

כאמור, סקרי הסיכונים לתחנות הגז נועדו לספק כלים לתכנון בטוח של התחנות ושילובם הנכון בסביבה.

1.4.1 תרחישי סיכון

תרחישי הסיכון אשר ייבחנו וינותחו באמצעות מודל ממוחשב במהלך ביצוע הסקרים הם:

תרחיש 1 – שחרור מהיר של גז אל מחוץ למערכת

תרחיש זה בוחן שחרור מהיר של כל כמות הגז הכלואה בין שתי תחנות סמוכות דרך שתי הארובות בתחנות הנבחרות. כמות הגז המשתחררת ומהירות השחרור הנן פונקציה של המרחק בין התחנות, קוטרי הצנרת והארובה, לחץ הגז ופרמטרים של הפעלת המערכת.





תרחיש 2 – הצתת הגז המשתחרר

תרחיש זה בוחן מצב בו הגז המשתחרר, מוצת מידיית ומתלקח.

1.4.2. בחינת תרחישי הסיכון

שני התרחישים כאמור לעיל ינותחו ויבחנו ע"י מודל ממוחשב. המודל יזון בנתונים הנדסיים וסביבתיים רלוונטיים, ספציפיים לכל אחת מהתחנות.

תרחיש 1

באמצעות המודל יבוצע חישוב של אופן פיזור עננת הגז הנמצאת בתחום הריכוז הדליק / פציץ. אפיון העננה (50% Lower Explosion Limit) יתואר גרפית כתלות במרחק מהתחנה. באמצעות המודל יחושב גם אופן פיזור העננה במצבים מטאורולוגיים קיצוניים, הקיימים בסביבת התחנה.

תרחיש 2

בתרחיש זה, יטופל מצב בו הוצתה עננת הגז המשתחרר. באמצעות המודל תחושב עצמת הקרינה התרמית ושטף החום ההרסני, הנוצרים בדליקה, כתלות במרחק מהתחנה.

1.5. ניתוח ממצאים

בשלב זה ינותחו ממצאי המודל ויוגדרו טווחי בטיחות כמפורט להלן:

1.5.1. שלב א' – אזור נטול מקורות הצתה - Explosion Proof Area

מתרחיש 1 כנ"ל, בו יבחן אופן פיזור הגז המשתחרר אל מחוץ למערכת ויצירת עננת הגז הדליקה / נפיצה, יוגדר אזור החיץ הנדרש בין תחנת גז לבין מקור הצתה פוטנציאלי. קיומו של אזור זה יבטיח שבכל מקרה של שחרור גז מהתחנה, אף בתנאים מטאורולוגיים קיצוניים, יתנדף הגז לאטמוספירה ללא סיכון הסביבה.

1.5.2. שלב ב' – מרחק בטיחות למבנה מגורים - House Burning Distance

מתרחיש 2 כנ"ל, בו יחושבו רמות קרינה תרמית ושטף החום, העלולות להיווצר עקב הצתה של הגז המשתחרר, יוגדרו מרחקי בטיחות הדרושים בין תחנת הגז לבין מבני מגורים, או כל מבני ציבור / תעשייה או אחרים, בהם מתבצעת פעילות אנושית ענפה. מרחקי בטיחות אלו יבטיחו כי גם בתרחיש בו הוצתה עננת הגז המשתחרר, לא ייגרם נזק למבני מגורים או בנייני ציבור / תעשייה סמוכים באופן שיסכן את האוכלוסייה השוכנת בהם.

1.5.3. שלב ג' – הגדרת טווחי בטיחות לאוכלוסייה חשופה - Safe Escape Distance

בהתבסס על הבדיקה שתעשה בתרחיש 2 כנ"ל, יוגדרו, בשלב זה, טווחים המציינים את האזור בו אוכלוסייה חשופה עלולה להיפגע בתרחיש בו הוצתה עננת הגז המשתחרר.





1.6. קביעת מגבלות וטווחי בטיחות

טווחי הבטיחות והמגבלות הם פועל יוצא מסופר-פוזיציה של הממצאים, כמפורט בסעיף הקודם, ומרחקי הבטיחות המוגדרים בתקן. קביעה סופית של טווחי הבטיחות והמגבלות עבור כל אחת מהתחנות מתבצעת תוך בחינת ממצאי הבדיקות וסביבת התחנה כמפורט להלן.

1.6.1. מרחק ממקורות הצתה פוטנציאליים

בהתבסס על ממצאי שלב א' לעיל, יקבע מרחק ממקורות הצתה פוטנציאליים. מרחק זה יגדיר את האזור בסביבת התחנה בו אסורה נוכחות של מקורות הצתה בעת שחרור יזום של גז.

1.6.2. מרחק קרבה – "קו בניין / קו מגבלות"



מרחק קרבה על פי "צו הבטיחות" הנו המרחק האופקי הקצר ביותר בין מרכז הצינור או קצה תחומה של תחנת גז (גדר התחנה), לבין מבני מגורים, או כל מבנה ציבור, תעשייה ומרכזים בהם מתבצעת פעילות אנושית ענפה. מרחק הקרבה מייצג את קו מתאר הסיכון השווה ל- 10^{-6} כלומר זהו המרחק המינימלי אשר ניתן להתקרב לצינור או מתקן גז ועדיין לשמור על רמת סיכון נמוכה מ- 10^{-6} .

בהתייחס לתחנות גז, ייקבע מרחק הקרבה ע"פ הערך הגדול יותר בין מרחק הקרבה המוגדר בתקן, לבין ממצאי שלב ב' כמוזכר לעיל.

1.6.3. מרחק סקירה



מרחק סקירה על פי "צו הבטיחות" הנו המרחק התוחם את האזור שיש לסקור, מבחינת שימושים וייעודי קרקע ואשר על פיהם ייקבעו מקדמי התכנון (עובי דופן, רמות מיגון וכיו"ב) של מערכת ההולכה. מרחק הסקירה נמדד ממרכז הצינור או קצה תחומה של תחנת גז (גדר התחנה) והוא מייצג את קו מתאר הסיכון השווה ל- 10^{-6} . בהתייחס לתחנות גז, יוגדר מרחק זה על פי הערך הגדול יותר בין מה שמוגדר בתקן וממצאי שלב ג' כנ"ל. כמו כן, יגדיר מרחק זה את האזור המינימלי סביב תחנות גז, המחייב את מפעילי המערכת ליידע את האוכלוסייה טרם שחרור יזום של גז.

1.7. הצעת הוראות בטיחותיות לתכנית מפורטת

בהתבסס על ממצאי סקרי הסיכונים כנ"ל, יוצעו הוראות לתכנית המפורטת שעניינן צמצום סיכונים מתחנת הגז, ובכלל זה מגבלות על שימושי קרקע הסמוכים לתחנת גז.

