



תמר - תחנת כוח מישור רותם



בטיחות תהליכית וסקירת סיכונים

נתיבי הגז הטבעי לישראל בע"מ
ISRAEL NATURAL GAS LINES LTD



נתיבי הגז הטבעי לישראל בע"מ

מערכת הולכה גז טבעי

תמר - תחנת כוח מישור רותם

לשכת התכנון המחוזית
מחוז דרום
10-08-2015
נתקבל

הערכת סיכונים
הסתברותית עבור

תחנה להפחתת
לחץ ומנייה תמר

לאישור

מינהל התכנון - מחוז דרום
חוק התכנון והבניה, תשכ"ח - 1965
אישור תכנית מס' 213/16
הועדה המחוזית לתכנון ולבניה החליטה
ביום 21/3/15 לאשר את התכנית
 התכנית או לקבול סטייה אישור ע"י
 התכנית נקבעה סופית ואישור ע"י
מנהל מינהל התכנון יו"ר הועדה המחוזית

דו"ח: 352-14-001RA

מהדורה: P1H0

תאריך: אוגוסט 2015

מאושר
יוסי ובר
ובר הנדסת בטיחות בע"מ
יוסי ובר
אוגוסט 2015

		יוסי ובר	יוסי ובר	לאישור	07/08/15
מהדורה	תאריך	תיאור	הוכן ע"י	נבדק ע"י	אישור לקוח

352-14-001 P1H TMR PRMS RA

07/08/2015

תקציר

חברת נתיבי הגז הטבעי לישראל בע"מ (נתג"ז) מתכננת הקמת תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר חדשה, באתר תמר – תחנת כוח מישור רותם.

– מסמך זה מבסס על דו"ח הערכת סיכונים הסתברותית עבור תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר חדשה, באתר תמר – תחנת כוח מישור רותם: 352-14-001, מהדורה R1 מנובמבר 2014 (בשפה האנגלית).

- א. תמר בע"מ מתכננת הקמת תחנת כוח בצמידות למפעל חיפה כימיקלים דרום, באזור תעשייה מישור רותם. הפרויקט כולל הקמת תחנת כוח במחזור משולב ליצור כ- 160 מגה וואט חשמל ו- 100 טון/שעה קיטור.
- ב. לשמירה על בטיחות הסביבה של מתקני תחנת הגז, אשר עלול להשפיע על שימושי וייעודי קרקע בסביבת תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר, מבצעים הערכת סיכונים הסתברותית. הערכת הסיכונים כולל הגדרת מרחקי בטיחות והשפעה הדדית בין תחנת גז למתקנים ותשתיות בסביבה.
- ג. הערכת סיכונים הסתברותית עבור תחנות גז בוחנת תרחישי כשל והשפעתם על הסביבה, עבור מערכת גז טבעי בלחץ גבוה (80 בר), הפקת המלצות לאמצעים שיש לנקוט בהתאמה. הערכת הסיכונים מבוצעת למען הבטיחות לסביבה, כתוצאה מפעילות של מערכות הגז הטבעי, אשר עלולה להשפיע על שימושי וייעודי קרקע בסביבת מיקום תחנת גז.
- ד. הגדרת מרחקי בטיחות מתחנות הגז בהתאם להנחיות צו הבטיחות לשמירה על בטיחות הציבור והסביבה. מרחקי הבטיחות הם קווי הבניין, מרחק סקירה ואזור נטול מקורות הצתה סביב תחנת הגז נקבעו בהתאם להערכת הסיכונים זו.

מסקנות

- א. תוצאות חישוב הערכת סיכונים הסתברותית הן שרמת הסיכון היא בתחום הקביל עבור תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר (תמר PRMS).
- ב. בתחום רמות הסיכון אין בתי מגורים ואין צפיפות אוכלוסייה, מרחקי הבטיחות סביב מתקני תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר הם באזור פתוח או חקלאי בו אין שימושי או ייעודי קרקע עם אוכלוסייה צפופה.
- ג. אין אוכלוסייה קבועה או ריכוזי ציבור בתחום מעגלי הסיכון - בטווח קו בניין או מרחק סבירה שמסביב לתחנת הגז.
- ד. מסקנות אלה מבוססות על תוצאות חישוב רמת הסיכון האישי ורמת הסיכון בציבורי על פי מתודולוגית הערכת סיכונים הסתברותית.

ממצאים

הממצאים להלן תוצאות חישוב הערכת סיכונים הסתברותית עבור תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר – תמר PRMS.

חישוב הערכת סיכונים הסתברותית מבוצע עבור כל רכיבי המתקנים בתחנת גז טבעי – תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר PRMS.

א. קו בניין / קרבה PROXIMITY BUILDING DISTANCE

- א.1. קו בניין עבור תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר: **28 מטרים**.
- א.2. קו בניין – מוגדר כרמת הסיכון האישי (IR), או טווח בטיחות למבני מגורים (הגדול מבניהם).
קו הבניין עבור תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר נמצא בתחום רמת הסיכון הקבילה, בתחום מתאר טווח הסיכון, בקרבת תחנת הגז, לא מצויים ולא מתוכננים מבני מגורים או ריכוזי אוכלוסייה.

ב. מרחק סקירה SURVEY DISTANCE

- ב.1. מרחק סקירה עבור תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר: **75 מטרים**.
- ב.2. מרחק סקירה – מוגדר כרמת סיכון המוצג קו מתאר של 10^{-8} לשנה (אחת למאה מיליון שנה).
- ב.3. מרחק סקירה עבור תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר נמצא בתחום רמת הסיכון הקבילה, בתחום מתאר טווח הסיכון לא מצויים ולא מתוכננים מבני מגורים או ריכוזי אוכלוסייה.

ג. השפעה הדדית

- ג.1. טווח הסיכון כתוצאה מהשפעה הדדית אל ומתשתיות או ממתקנים בסביבת עבור תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר נמצא ברמה קבילה.
- ג.2. בתחום קו מתאר של רמת סיכון 10^{-6} לשנה אין תשתיות או מתקנים אחרים.

ד. מרחקי בטיחות

- ד.1. מרחקי בטיחות עבור פעילות ארובת נישוב גז, Blow off Vent Stack.
 - ד.1.א. ארובת נישוב גז: קוטר = 3".
 - ד.1.ב. רדיוס אזור נטול מקורות הצתה: **EPA = 35 m.**
 - ד.1.ג. טווח בטיחות למבני מגורים: **HBD = 28 m.**
- ד.2. מיקום ארובת נישוב יקבע על בסיס מרחקי בטיחות אלה.

הערכת סיכונים הסתברותית

QUANTITATIVE RISK ASSESSMENT

**תחנה להפחתת לחץ
ומנייה תמר**

**תמר – תחנת כוח מישור רותם
נתיבי הגז הטבעי לישראל בע"מ**

יוסי ובר
מהנדס כימיה MSc ויועץ 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: <http://www.WeberSafety.com>

דו"ח: 352-14-001RA

קובץ: 352-14-001 P1H TMR PRMS RA

מסמך זה והמידע הכלול בו הינם רכוש 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.

תוכן העניינים

6	1. מבוא
6	1.1 כללי
7	1.2 היקף העבודה
8	1.3 הגישה לעבודה
9	1.4 דרישות הערכת הסיכונים
10	1.5 מקורות ספרות
11	2. מסקנות והמלצות
11	2.1 מסקנות
12	2.2 המלצות
13	3. תיאור תחנת הגז
13	3.1 כללי
14	3.2 נתוני גז טבעי
15	4. תיאור סביבת תחנת הגז
15	4.1 שימושי ויעודי קרקע
15	4.2 סביבת המתקנים
16	5. זיהוי סיכונים ותרחישי כשל
16	5.1 תרחישי כשל
18	5.2 דליפות מצנרת
18	5.3 תחנת להפחתת לחץ ומניה (PRMS)
19	5.4 שכיחות דליפות
21	6. הערכת סיכונים
21	6.1 קביעת סוג תוצאות התרחיש
24	6.2 שיטת חישוב התוצאות

1. מבוא

1.1 כללי

חברת נתיבי הגז הטבעי לישראל בע"מ (נתג"ז) מתכננת הקמת תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר, באתר תמר – תחנת כוח מישור רותם.

- א. תמר בע"מ מתכננת הקמת תחנת כוח בצמידות למפעל חיפה כימיקלים דרום, באזור תעשייה מישור רותם. הפרויקט כולל הקמת תחנת כוח במחזור משולב ליצור כ- 160 מגה וואט חשמל ו- 100 טון/שעה קיטור.
- ב. תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר (PRMS) תמוקם באזור תעשייה מישור רותם.
- ב.1. הקמה של תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר חדשה לחיבור תמר – תחנת כוח מישור רותם, באתר תמר – תחנת כוח מישור רותם, בצמידות למעל חיפה כימיקלים דרום.
- ב.2. תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר היא חלק ממערכת ההולכה הארצית, מערך קווי צנרת ותחנות גז בלחץ גבוה (לחץ 80 בר ג').
- ג. לשמירה על בטיחות הסביבה של מתקני תחנות הגז, אשר עלול להשפיע על שימושי וייעודי קרקע בסביבת תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר בתמר – תחנת כוח מישור רותם, מבצעים הערכת סיכונים הסתברותית. הערכת הסיכונים כולל הגדרת מרחקי בטיחות והשפעה הודדית בין תחנת גז למתקנים ותשתיות בסביבה.
- ד. ביצוע הערכת סיכונים הסתברותית עבור תחנות גז במערכת ההולכה מבוצעת על פי הנחיות תמ"א 37, כמפורט בגנספח 8.1
- ד.1. הערכת סיכונים הסתברותית עבור תחנות גז בוחנת תרחישי כשל והשפעתם על הסביבה, עבור מערכת גז טבעי בלחץ גבוה (80 בר), הפקת המלצות לאמצעים שיש לנקוט בהתאמה. הערכת הסיכונים מבוצעת למען הבטיחות לסביבה, כתוצאה מפעילות של מערכות הגז הטבעי, אשר עלולה להשפיע על שימושי וייעודי קרקע בסביבת מיקום תחנת גז.
- ד.2. הגדרת מרחקי בטיחות מתחנות הגז בהתאם להנחיות צו הבטיחות לשמירה על בטיחות הציבור והסביבה. מרחקי הבטיחות הם קווי הבניין, מרחק סקירה ואזור נטול מקורות הצתה סביב תחנת הגז נקבעו בהתאם להערכת הסיכונים זו.

1.2 היקף העבודה

- א. הערכת סיכונים הסתברותית כוללת את האפשרויות והיכולת לדליפות של גז טבעי (חומר דליק), הצתה ושריפה אשר עלולים להיגרם בהפעלה של תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר – תחנת גז (PRMS).
- ב. הערכת סיכונים הסתברותית עבור מתקני תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר.
- ב.1. מתקני תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר – PRMS כוללים:
- ב.1.א. קו צנרת: בקוטר 18".
- ב.1.ב. ארובת נישוב: בקוטר 3".
- ב.1.ג. לחץ עבודה מרבי: 80ברג'.
- ג. ביצוע הערכת סיכונים הסתברותית.
- ג.1. בחירת תרחישי כשל עבור מערכות המתקן, ביצוע חישובים לקביעת מרחקי בטיחות מהמתקן.
- ג.2. ניתוח ההשפעה הדדית אל ומתחת הגז לפעילויות בסביבתה.
- ד. שיטת הערכת סיכונים הסתברותית.
- ד.1. חישוב תוצאת למרחק הפרדה מארובת נישוב, מרחק ממבנה מגורים (HBD), אזור נטול מקורות הצתה (EPA).
- ד.2. ביצוע חישוב עבור קו בניין ותחום סקירה, החישוב מבוסס המתודולוגיה על פי המדריך ההולנדי – "הספר הסגול" (CPR-18)

1.3 הגישה לעבודה

א. הערכת סיכונים הסתברותית

- 1.א. עבודה זו בוצעה על פי ההנחיות במסמך הדרישות לעריכת סקר סיכונים לתחנת גז, אשר נערכו בהוראות תמ"א 37 (פירוט בנספח). הערכת הסיכונים לתחנות הגז מבוצעת בהתאם להנחיות תמ"א 37 וצו הבטיחות לגז טבעי המבוססים על תקן הולנדי NEN 3650, בהסתמך על ההנחיות ההולנדיות ב"ספר הסגול" (CPR 18E).
- 2.א. ביצוע הערכת סיכונים כמותית (QRA) על פי דרישות "הספר הסגול", הערכת הסיכונים 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.
- 3.א. 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.
- 4.א. חישוב טווחי הסיכון עבור תרחישים שונים וההסתברות להתרחשותם (הערכת כמותית – הסתברותית). תוצאות כל תרחיש, כוללים ההשפעות על הסביבה ועל אוכלוסייה מחוץ לאתר התחנה להפחתת לחץ ומנייה.
- 5.א. בכל מקרה בו רמת הסיכון נמצאת חורגת מהמותר, ניתנות המלצות לנקיטת אמצעי בטיחות ומיגון, להורדת רמת הסיכון על מנת לעמוד באמות המידה לקבילות הסיכון.
- 6.א. החישובים מבוצעים לתרחישים עבור המערכות גז טבעי באתר. לצורך בחירת התרחישים, לדליפת חומר מסוכן וכתוצאה שרפה, פיצוץ או רעילות, נבחנת פעילות אחסון וטיפול בחומרים מסוכנים. עבור כל תרחיש אפשרי בנפרד, העלול לגרום לעליה ברמת הסיכון, מחושב טווח הסיכון וההסתברות לאירוע.
- 7.א. 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.
- 8.א. 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).

ב. חישובים

- ב.1. כל החישובים עבור תרחישי הכשל מבוצעים בעזרת תוכנת מחשב ייעודית. עבור כל תרחיש כשל ותרחיש ייחוס מחושבים התוצאות.
- ב.2. 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.
- ב.3. הערכת הסיכונים מבצעת חישובי תוצאות על פי מודלים עבור שחרור ופיזור חומר דליק וחישוב מרחקים לרמות שטף קרינת חום שונים.
- ב.4. תוכנת המחשב, המודלים לחישוב, מיועדים במיוחד להצגת תוצאות של שחרור כימיקלים, 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.
- ב.5. התוכנה כוללת בסיס נתונים לתכונות פיזיקליות עבור חומרים מסוכנים שונים.

ג. חישוב התוצאות עבור תרחישי כשל בוצעו ע"י שימוש בתוכנת QRA Pro®, אשר פותחה לביצוע חישוב תוצאות של תקריות חומרים מסוכנים. התוכנה מאפשרת שימוש במודלים שונים ושימוש בבסיסי נתונים לקצב הכשל.

1.4 דרישות הערכת הסיכונים

- באופן כללי הערכת סיכונים עבור תחנת להפחתת לחץ מבוצעת על פי חמשת השלבים שלהלן.
- א. תיאור פעולת התחנה ומרכיביה.
 - ב. תיאור סביבת תחנת הגז.
 - ג. זיהוי סיכונים ותרחישי כשל.
 - ד. תוצאות החישובים
 - ה. ממצאים: קביעת רמות הסיכון, הגבלות וטווחי בטיחות.
 - ו. מסקנות והמלצות.

1.5 מקורות ספרות

TAMA 37 Requirements for Risk Assessment, May 2000	TAMA 37 .A
National Planning and Building Board approval and instruction TAMA 37, the National Master plan for Natural Gas Transmission and Distribution	TAMA 37 .B
Dutch Standard NEN 3650 (2003): Requirements for steel pipeline transportation systems	NEN 3650 .C
Dutch Standard NEN 1059 (English): Gas supply systems - Gas pressure regulating stations for transmission and distribution.	NEN 1059 .D
Methods for the calculation of physical effects, "Yellow Book" (part 1 and part 2), Committee for Prevention of Disasters – The Hague, The Netherlands, Third edition 1997.	CPR 14E .E
Methods for the determination of possible damage, "Green Book"- Committee for Prevention of Disasters, The Hague, The Netherlands, First edition 1989.	CPR 16E .F
Guidelines for Quantitative Risk Assessment "Purple Book"- Committee for Prevention of Disasters, The Hague, The Netherlands, First edition 1999.	CPR 18E .G
Reducing Risk, Protecting People, 2002	UK HSE .H
Pipeline release frequencies 1998-2002	CONCAWE .I
European Gas Pipeline Incident Group, Gas Pipeline Incidents 1970-2001	EGIG .J
Risk Analysis for Process Plant, Pipelines and Transport, E&FN Spoon, 1994	J R Taylor .K

2. מסקנות והמלצות

2.1 מסקנות

הערכת סיכונים הסתברותית בגישה כמותית בוצעה עבור המתקנים בתחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר (PRMS) באתר תמר – תחנת כוח מישור רותם.

א. קו בניין/ קרבה.

- א.1. קו בניין עבור תחנת הגז (PRMS): **28 מטרים**.
- א.2. קו בניין – מוגדר כרמת הסיכון האישי (IR), קו מתאר רמת סיכון של 10^{-6} לשנה, או טווח בטיחות למבני מגורים (הגדול מבניהם). קו בניין מוגדר כמרחק מגדר תחנת הגז.
- א.3. רמת הסיכון האישי (IR), קו מתאר רמת סיכון של 10^{-6} לשנה, נמצא בקרבת גדר תחנת הגז. רמת הסיכון היא בתחום הקביל.

ב. תחום סקירה.

- ב.1. תחום סקירה עבור תחנת הגז (PRMS): **75 מטרים**.
- ב.2. מרחק תחום סקירה מוגדר כמתאר רמת סיכון של 10^{-8} לשנה. מרחק תחום סקירה מוגדר כמרחק מגדר תחנת הגז.
- ב.3. קו מתאר רמת סיכון של 10^{-8} לשנה, המוגדר כתחום סקירה, נמצא שרמת הסיכון היא בתחום הקביל.

ג. השפעה הדדית.

- ג.1. אין השפעה הדדית, אפקט דומינג, בין פעילות של מתקנים שכנים ולבין תחנת הגז, בתחום קווי מתאר רמת סיכון של עד 10^{-6} לשנה.
- ג.2. טווח הסיכון כתוצאה מהשפעה הדדית אל ומתשתיות או ממתקנים בסביבת עבור תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר נמצא ברמה קבילה.
- ג.3. בתחום קו מתאר של רמת סיכון 10^{-6} לשנה אין תשתיות או מתקנים אחרים.

ד. מרחק בטיחות.

- ד.1. מרחקי בטיחות עבור פעילות ארובת נישוב גז, Blow off Vent Stack, בהתאם לתמ"א 37.
 - ד.1.1. א. ארובת נישוב גז: קוטר = 3".
 - ד.1.1. ב. רדיוס אזור נטול מקורות הצתה: **EPA = 35 m.**
 - ד.1.1. ג. טווח בטיחות למבני מגורים: **HBD = 28 m.**
- ד.2. מיקום ארובת נישוב יקבע על בסיס מרחקי בטיחות אלה.

2.2 המלצות

להלן מספר 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.

2.2.1 התקנת אמצעי בטיחות

- א. מתקני ומערכות גז טבעי יהיו ממוקמים באזור עם אזור טבעי.
 - א.1. יש לוודא שלא תתאפשר הצטברות גז מתחת לגג הסככה. לשקול גג עם שיפוע ואזור בנקודה הגבוהה.
 - ב. שטח תחנת הגז יהיה מובל ע"י גדר, למניעת כניסת אנשים לא מוסמכים. סביב תחנת הגז תהיה גדר.
 - ב.1. קו הגדר יגביל את אזור הסיכון, אזור סיכון להצתה אזור ZONE 2.
 - ב.2. הגדר תתוכנן עם שני פתחי מילוט, בכיוון נגדי.
 - 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 מתקנים על-קרקעיים יהיו מוגנים מפני פגיעה מכאנית.
 - ד.1. יש להוסיף מיגון מכאני במקום בו קיימת תנועת כלי רכב או ציוד כבד.
- ה. נהלי עבודה
 - ה.1. עדכון והשלמה של נהלי עבודה, בטיחות וחירום באחריות המתקן 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. עדכון והשלמה של 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. תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר כוללות מערכות גז טבעי בלחץ גבוה וצנרת גז טבעי.
- ב. תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר מתוכננת לספק גז טבעי עבור תמר – תחנת כוח מישור רותם.
- ג. מערכות תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר PRMS.
- ג.1. קו לחץ גבוה מתחנת רותם PRMS.
- ג.1.א. צנרת לחץ גבוה (ראשי): בקוטר 18".
- ג.1.ב. לחץ עבודה: 80 בר ג'.
- ג.2. קו גז טבעי ל תמר – תחנת כוח מישור רותם.
- ג.2.א. צנרת גז טבעי: בקוטר 8".
- ג.2.ב. לחץ עבודה: 50 בר ג'.
- ג.3. ארובת נישוב לחץ גבוה
- ג.4. חיבור לארובת נישוב: בקוטר 3".
- ג.4.א. לחץ עבודה: 80 בר ג'.
- ד. כל רכיבי תחנת הגז מתוכננים ללחץ של 80 בר.

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: $-10^{\circ}\text{C} / +65^{\circ}\text{C}$.
- א.4. לחץ עבודה: 80/50 בר (ג).
- א.5. טמפרטורת עבודה: $15^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$.

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: $25 - 35^{\circ}\text{C}$.

א.2. לחות יחסית: 70%.

א.3. יציבות אטמוספרית ומהירות רוח:

מס'	יציבות אטמוספרית		מהירות רוח [מ'/שנ]
	מצב	יציבות	
(1)	F	יציב	1.0
(2)	D	רגיל	3.0
(2)	B	לא יציבה	5.0
(2)	D	רגיל	14.0
(2)	D	רגיל	20.0
(2)	F	יציב	1.5

- מצבי יציבות אטמוספרית על פי פאסקוויל (Pasquill).

4. תיאור סביבת תחנת הגז

4.1 שימושי וייעודי קרקע

א. מיקום תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר (PRMS) באזור תעשייה – מישור רותם.

ב. מיקום תחנת הגז בהתאם להנחיות תמ"א 37, באזורים המיועדים לשימוש למתקני גז טבעי.

4.2 סביבת המתקנים

א. תחנה להפחתת לחץ ומנייה תמר – PRMS.

א.1. תחנת הגז ממוקמת בשטח פתוח.

א.2. בצמידות למפעל כימי – חיפה כימיקלים דרום.

ב. בסביבה הקרובה לתחנת הגז נמצאים.

א.1. אוכלוסייה:

א.1.א. אין אוכלוסייה קבועה או נציגי ציבור.

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

א.2. פעילות אנושית:

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

א.2.ב. עובדים קבועים עשויים לעבוד בקרבת מתקן גז, עובדי חברת נתג"ז.

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

א.3. סביבה:

א.3.א. אין השפעה מיוחדת.

א.3.ב. תחנת הגז ממוקמת באזור תעשייה.

5. זיהוי סיכונים ותרחישי כשל

5.1 תרחישי כשל

פרק זה מפרט את האפשרויות השונות לתרחישי כשל בתחנת גז טבעי, על פי הנחיות תמ"א 37.

5.1.1 תרחיש שחרור מארובת נישוב

א. התרחיש פעולה יזומה של שחרור גז.

א.1. שחרור יזום של גז בארובת נישוב (Blow-off vent).

א.2. פליטה אנכית של עננת גז.

א.3. הצתה של עננת גז.

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

ב.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.

ב.2. חישוב 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.

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

ג. תרחיש 2: הצתה של הגז המשתחרר.

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

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

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

5.1.2 תרחישים סבירים

- א. חיוב הערכת סיכונים הסתברותית הוא עבור 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 הדידית על מתקנים ותשתיות בקרבה, אפקט דומינו.
- ג. חישוב עקומות הסיכון בגישה להערכת סיכונים הסתברותית.

5.2 דליפות מצנרת

- קיימים מספר תרחישים לפריצה או דליפה מצנרת גז בתחום תחנה להפחתת לחץ ומנייה. הסיבות העיקריות לתרחישי כשל הן:
- א. חפירה – נזק לצינור תת-קרקעי כתוצאה מחפירה לעומר בתוואי הצינור.
 - ב. אחזקה – ביצוע עבודות אחזקה ללא נקיטת אמצעי בטחון מספקים עלול לגרום או כתוצאה מטעות אנוש.
 - ג. התנגשות – התנגשות כלי כבד בקו צנרת עילי (על-קרקעי) עלול לגרום לנזק בצינור שיגרום לפריצת גז.
 - ד. קורוזיה – קורוזיה היא אחת הסיבות העיקריות לכשל מכני ודליפות בציוד ובקווי צנרת.
 - ה. שקיעה – שקיעה של תמיכות צנרת עלולה לגרום למאמצים בקו אשר כתוצאה תגרם חולשה מקומית ופריצה בצינור.
 - ו. סגירה מהירה – סגירה מהירה של שסתום עלולה לגרום לגל הלם אשר עלול לפרוץ את הקו ולגרום לדליפה של גז.
 - ז. שטיפה – הצפה או שיטפון עלולים לגרום לנזק לקווים טמונים או קווים על גשרי צנרת, כתוצאה מסחיפה של היסודות.
 - ח. מפולת אדמה – מפולת קרקע עלולה לפרוץ את הצינור או את תמיכות הצנרת ולגרום לפריצה של גז מהצינור.
 - ט. רעידת אדמה – רעידות אדמה גורמות לפריצה של קווי צנרת, כתוצאה מתזוזת קרקע אנכית לצינור.
 - י. חבלה וונדליזם – חבלה או ונדליזם מהווים איום לקווי צנרת בתחום תחנה להפחתת לחץ ומנייה.

5.3 תחנת להפחתת לחץ ומנייה (PRMS)

- א. תרחישים לפריצה או דליפה בתחנת גז הם:
- 1.א. דליפה מאוגנים.
 - 2.א. דליפה מאטמים של שסתומים.
 - 3.א. איכול (קורוזיה) לא מבוקר.
 - 4.א. שבר בצנרת כתוצאה מבעיות בצינור או בתמיכות.
 - 5.א. טעות אחזקה, בפרט במכשור המדידה.
 - 6.א. כשל בחומרי מבנה, שבר כתוצאה ממאמצים בטמפרטורות נמוכות, כשל בחימום הגז בהפחתת הלחץ.
 - 7.א. לחץ יתר כתוצאה מכשל בהפחתת הלחץ. התחנה מתוכננת ללחץ הגבוה, אך למערכת במורד הזרימה עלול להיות כשל כתוצאה מלחץ גבוה.
- ב. אמצעי בטיחות והגנה
- 1.ב. ניטור קצב הזרימה והלחץ.
 - 2.ב. צנרת תת-קרקעית.
 - 3.ב. מבדקים תקופתיים.
 - 4.ב. הגנה קתודית.
 - 5.ב. אחזקה מונעת.
 - 6.ב. רכיבי מכשור ובקרה מוגנים התפוצצות.

5.4 שכיחות דליפות

5.4.1 מערכת תחנת גז

א. במערכת תחנה להפחתת לחץ ומנייה 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.

ב. תוצאות דליפת גז תלויים בלחץ העבודה, מיקום הדליפה וגודל הדליפה.

ב.1.	דליפה קטנה	0.3 – 3.0 מ"מ	(0.012" – 0.12")
ב.2.	דליפה בינונית	3.0 – 20 מ"מ	(0.12" – 0.79")
ב.3.	דליפה גדולה	20 – 80 מ"מ	(0.79" – 3.15")
ב.4.	פריצה	< 80 מ"מ	(< 3.15")

ג. הטבלה כוללת פירוט מקורות הסיכון וקצב השל 0 בסיס לחישוב הערכת סיכונים הסתברותית.

טבלה מס' 5.1: ההסתברות לדליפה – תחנה להפחתת לחץ ומנייה (יחידות לתחנה אחת).

Description	Release class	Typical hole size	Number of similar items	Release frequency per 10E-6 yrs	
				per item	Total
Flanges	Small	0.12	30	84	2520
	Medium	0.79	30	3.0	90
	Large	9.00	30	3.0	90
	Rupture	18.00	30	6.0	180
Piping, m	Small	0.12	50	35	1750
	Medium	0.79	50	4.0	200
	Large	9.00	50	1.0	50
	Rupture	18.00	50	9	450
Press Reduction & Metering	Small	0.12	4	20000	80000
	Medium	0.79	4	7340.0	29360
	Large	4.00	4	244.0	976
	Rupture	8.00	4	401.0	1604
Heat Exchanger	Small	0.12	4	3705	14820
	Medium	0.79	4	395.0	1580
	Large	4.00	4	395.0	1580
	Rupture	8.00	4	395	1580

ד. הערות

ד.1. הנתונים לתחנת גז עבור כל אחד מרכיבי הצנרת, נתוני ההסתברות זהים לקטרי צנרת השונים.

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

5.4.2 הסתברות להצתה

- א. ההסתברות להצתה תלויה בעיקר בגודל ובהרכב של הדליפה ומספר מקורות ההצתה האפשריים בסביבת מקור הדליפה.
1. 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 להיהפך למקור הצתה אפשרי.
- ב. 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.
- ג. לקו הצנרת ולתחנה ההסתברות להצתה מוגדרת ע"י:
1. הצתה אלקטרוסטטית מהזרימה עצמה.
 2. הצתה מניצוצות של התזת חול או אבנים (כתוצאה מדליפת סילון מקו צנרת תת-קרקעי).
 3. הצתה מקרית ע"י צוות חירום בזמן השמטת המערכת.
 4. הצתה ע"י כלי רכב העובר בסביבה.
 5. תאורה וציוד חשמלי, בעיקר שבר תאורה או ציוד לא תקין.
 6. שנאים לאספקת מתח חשמלי.
 7. מפעילים ואנשי אחזקה.
- ד. ההסתברות להצתה בתחום תחנה להפחתת לחץ ומנייה, על בסיס הערכה ונתונים מקובלים:
1. כתוצאה מכשל מערכות, באזור מתקנים 10%.
 2. כשל כתוצאה מקווי מתח ועננת גז עוברת 10%.
- ה. רוב שטח תחנת הגז, סביב ארובת נישוב, מוגדר כאזור מוגן התפוצצות (סיווג אזור- ZONE 2), אזור בו אין מקורות הצתה.
- ו. גם אם תתרחש הצתה של גז מדליפה, קיימת סבירות בינונית שהתוצאות השריפה תהינה מתונות. התוצאות תלויות בשיעור הגז הנובע, מיקום וכיוון של סילון הגז והאפשריות לשלוט בגז הזורם החוצה, ע"י חסימה וסגירה של המקטע הכושל.

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 עכב 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 בדו"ח זה מבוסס דרישות הערכת הסיכונים בתמ"א 37, תוצאות מתקרית שחרור גז מיוחסות למרחק בטיחות למבנה מגורים HBD, טווח בטיחות לאוכלוסייה חשופה ESD וקטלני לאוכלוסייה.
- 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. טווח בטיחות למבנים מגורים – HBD
 1. ג. חישוב עבור טווחי הבטיחות – HBD, חישוב טווח קרינת החום, עבור שטף חום של 12 קילוואט למ"ר, כתוצאה מהצתה של ענן הגז בשחרור מארובת נישוב.
- ד. רדיוס אזור נטול מקורות הצתה – EPA.
 1. ד. 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.
- ז. התוצאות של תרחיש זה וטווחי ההשפעה מושווים לדרישות הערכת הסיכון עפ"י התקנים ההולנדיים, על פי הנדרש בתקן NEN 3650. בתקן המעודכן, מהדורה 2003, הערכת הסיכונים נדרשת על פי הנחיות הרשויות בהולנד ב"ספר הסגול" (CPR 18E). ההשפעה ההדדית ורמות הסיכון המשולב מפעילות וטיפול בחומרים מסוכנים בתחנת הגז ובכל מתחם המפעל חושבו בשיטת הערכת סיכונים הסתברותית על פי ההנחיות בהולנד – ה"ספר הסגול".

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. 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 תצפית בשריפות גדולות.
- א.1. באם אדם חשוף לשריפה או לכדור אש בטווח קרוב למקור, ההנחה שתהיה פציעה 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	רמת קרינה (ק"ו/מ ²)	נזק לציוד
גורם לאי נוחות בחשיפה ארוכה אין כוויה	1.6	אין נזק לציוד או במבנה
גורם לכאב בחשיפה מעל ל- 20 שני'. שלפוחיות לאחר 20 שניות	5.0	אין נזק לציוד או במבנה
1% מוות לאחר 1 דקה חשיפה כוויה מדרגה ראשונה לאחר 10 שניות	12.5	אנרגיה מינימאלית להצתת עץ היתוך צנרת פלסטית
100% מוות לאחר 1 דקה חשיפה פציעה משמעותית לאחר 10 שניות	25.0	אנרגיה מינימאלית להצתה בחשיפה לזמן ארוך ללא להבה
100% מוות לאחר 1 דקה חשיפה 1% מוות לאחר 10 שניות חשיפה	35.0	נזק לציוד תהליכי נזק למבנים (פלדה ובטון)

מקור: SFPE Handbook of Fire Protection Engineering

6.2 שיטת חישוב התוצאות

6.2.1 סוגי תוצאות

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. ההנחיות ממליצות על שימוש במרחק בטיחות למבנה מגורים HBD, הנמדד מגדר המערכת או התחנה, כטווח קרבה למבני מגורים או מבנים אחרים בהם שוהים אנשים או רכוש אחר בעל ערך גבוה.

6.2.2 חישוב טווחי הבטיחות

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. ההשפעה מבוטאת ע"י מרחק בטיחות למבנה מגורים HBD, טווח בטיחות לאוכלוסייה חשופה SED, ואזור נטול מקורות הצתה ESD. תוצאות הערכת הסיכונים מחושבים על פי דרישות תקן NEN 3650:2003.

6.2.3 מרחק בטיחות למבנה מגורים

מרחק בטיחות למבנה מגורים, **HBD - House Burning Distance**, מגדיר את האזור בסביבת השריפה בו מבנים עלולים להתלקח עקב סמיכותם למקור השריפה. 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. 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

אזור נטול מקורות 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. אזור החיץ סביב לארובה, מקור הסיכון בעת שחרור גז, מבטיח שבכל מקרה של שחרור גז בתחנה אף בתנאים מטאורולוגיים קיצוניים, יתנדף הגז באוויר ללא הצתה וללא סיכון לסביבה. 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 ($50\% \text{ LEL}$). 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.
- ב. הסיכון האישי (IR – Individual Risk) מוגדר כהסתברות לפגיעה קטלנית (לשנה) של אדם חשוף, ללא כל מיגון או הגנה, המצוי באופן קבוע בנקודה הקרובה למקור הסיכון, כתוצאה מתקרית במערכת הגז.

6.2.6 סיכון אישי – IR - Individual Risk

- 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 סיכון ציבורי – SR - Societal Risk

- 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.

על פי הגישה ההסתברותית ניתן להגדיר מרחקי הבטיחות לרמות הסיכון האישי והציבורי כלהלן:

א. קו בניין/ קרבה – Building/ Proximity Distance

- א.1. מרחק קרבה מוגדר כמרחק האופקי הקצר ביותר בין קצה תחומה של תחנת הגז לבין מבנה מגורים, כל מבנה ציבור, תעשייה או מרכזים בהם מתבצעת פעילות אנושית ענפה.
- א.2. בתחום קו בניין/ קרבה לא תאושר פעילות אנושית ענפה, כהגדרה סעיף להלן.
- א.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} .

ב. תחום סקירה – Survey Distances

1. תחום סקירה מוגדר כמרחק התחום או האזור שיש לסקור, מבחינת שימושי ויעודי קרקע ואשר על פיהם ייקבעו מקדמי התכנון של מערכת הגז.
2. 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.

ציור 6.1: עקומות שוות סיכון למרחק קרבה ותחום סקירה



ג. פעילות אנושית ענפה

1. פעילות אנושית ענפה, המתבצעת במבנים או במרכזים, מוגדרת על פי ההנחיות, כלהלן.
2. בתי ספר, מרכזים גריאטריים, בתי אבות, בתי חולים, מרפאות, מרכזי קניות וקניונים.
3. בתי מלון, אכסניות, בתי כנסת, מבני ציבור המאוכלסים ביותר מחמישים אנשים בו-זמנית, בריכות שחיה, מרכזי ספורט ונופש.
4. אזורי תעשייה ומרכזי שליטה ובקרה, מבנים ומתקנים עם רמת סיכון גבוהה.

6.2.8 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. הנזל 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 נזלים 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 35 kW/m^2 ההשפעה על מבנה פלדה היא במשך זמן בעירה של מעל לשעה, ההנחה שכוחות הכיבוי יכבו כל שריפה בזמן קצר.