

מבוא לגז טבעי ולגפ"מ סוגיות הנדסיות בשימוש בתעשייה (בטיחות)



שמש אלפרד
0523995972

מהנדס אנרגיה, גז טבעי ונפט

מה זה גז טבעי ?

באנגלית Natural Gas , תערובת שנוצרת בטבע של פחמימנים (הידרוקרבוניס)
באנגלית Hydrocarbon , תרכובות אורגניות המכילות רק אטומי פחמן ומימן ובעיקר
מתאן CH4

כמו כן יכול להכיל : פחמן דו חמצני (CO2) , חנקן (N2) , מימן גופרתי (H2S)

שם החומר	נוסחה כימית	נק' רתיחה צ"ס	ריכוז
Methane	CH ₄	-160	70-99%
Ethane	C ₂ H ₆	-89	0 - 20%
Propane*	C ₃ H ₈	-42	
Butane*	C ₄ H ₁₀	-1	
Carbon dioxide	CO ₂	-78	0-8%
Oxygen	O ₂	-219	0-0.2%
Nitrogen	N ₂	-210	0-5%
Hydrogen sulphide	H ₂ S	-85	0-5%
Rare gases	He, Ne, Ar, Xe	-269,-249	trace

גז בישול – גפ"מ *

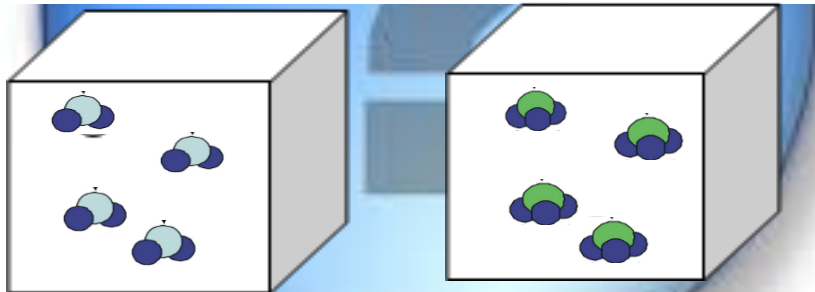
האם גז טבעי כבד מהגפ"מ?

אבוגדרו קבע שבנפחים שווים של גזים

שונים, יש אותו מספר מולקולות אם

הגזים נשמרים באותם תנאי לחץ (P)

וטמפרטורה (T).



שם החומר	נוסחה כימית
<i>Methane</i>	CH_4
<i>Ethane</i>	C_2H_6
<i>Propane*</i>	C_3H_8
<i>Butane*</i>	C_4H_{10}

הגז הטבעי קל מהגפ"מ. כל מוליקולה שלו מכילה אטום אחד של פחמן וארבע אטומים של מימן, בעוד מוליקולה של הפרופאן שזו שמכילה 3 אטומים של פחמן ו- 8 אטומים של מימן, ומוליקולה של הבוטאן מכילה 4 אטומים של פחמן ו- 10 אטומים של מימן

גז טבעי (המשך)

משמש כמקור אנרגיה מצוין לתעשייה, בשימוש לייצור חשמל, משמש לחימום (גם ביתי) וגם כדלק לכלי רכב וכן משמש כחומר גלם כימי בייצור פולימרים ותרכובות אורגניות אחרות.

בארץ מסופק מבארות לווייתן, תמר, כריש, (מצוף ימי – גז נוזלי LNG)

Propane*	C_3H_8
Butane*	C_4H_{10}

מה זה גפ"מ ?

גז פחמימני מעובה (גפ"מ) (באנגלית: **Liquefied petroleum gas**, בראשי התיבות המסחריים – **LPG**, מכונה גם גז בישול, הוא תערובת של גזים פחמימניים בעיקר פרופאן ובוטאן

משמש כדלק לצורכי **הסקה בישול**, והנעת **כלי רכב**

הגז מתעבה תחת לחץ נמוך יחסית, דבר המקל על האחסון והשינוע המסחריים שלו מופק **במגדל זיקוק הנפט**, בבית זיקוק

גז טבעי

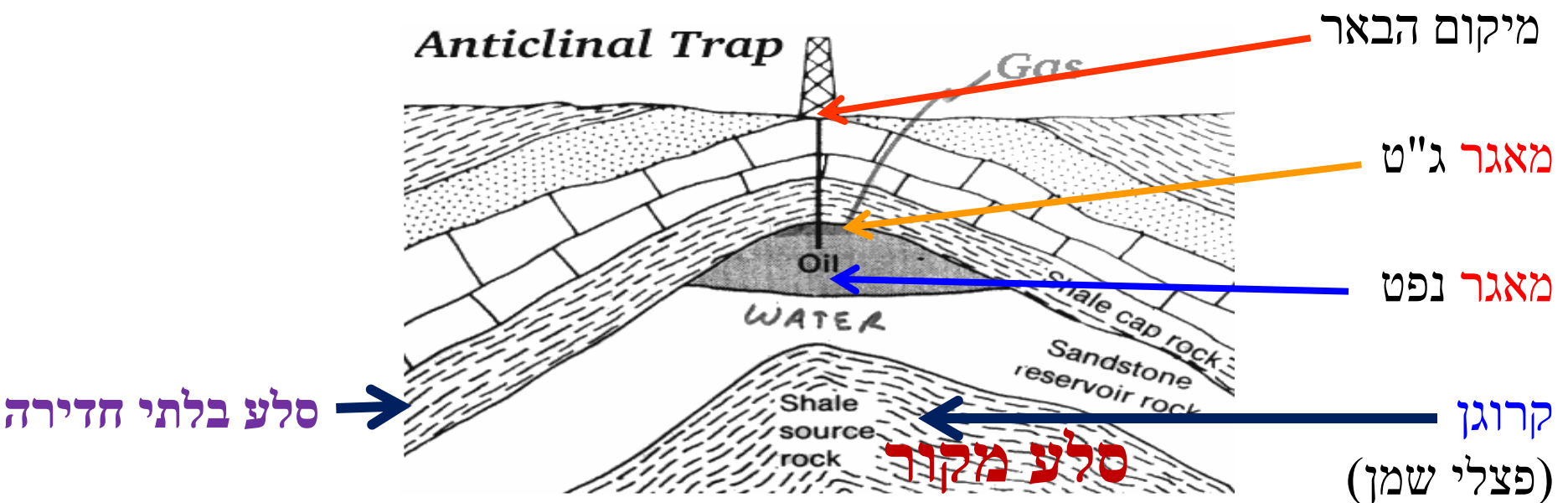
חסר צבע וריח, דליק, גילוייו יכול להיעשות באמצעות: גלאי גז קבוע, גלאי גז נייד, הרחה – כאשר מיסיפים חומרים ריחניים (אודורנטים) מסוכן, כשקורות תאונות במע' ההולכה בעיקר, הן משמעותיות

גפ"מ

חסר צבע וריח, דליק, מטעמי בטיחות בטרם השיווק לצרכנים מוסיפים לו ריכוז נמוך של אתיל מרקפטאן – תרכובת אורגנית שנוסחתה הכימית - C_2H_6S

גפ"מ **כבד מן האוויר**, ולכן במקרה של נזילה ממכליו, בלוני גז, הוא זורם צמוד לרצפה ונוטה להתרכז במקומות נמוכים כגון מרתפים, ובכך לגרום בהם לסכנת חנק כתוצאה של חוסר חמצן ולסכנת פיצוץ

מקור הנפט הגולמי והגז הטבעי, בשרידי יצורים ימיים, כפלנקטון ואצות, שהצטברו בקרקעית האוקיינוסים במשך מאות מיליוני שנים ובהיעדר חמצן. (בניגוד לפחם, שמקורו בצמחייה יבשתית) החומר הביולוגי שנלכד בסלע (סלע מקור-סלע משקע), תחת חום ולחץ רב, הופך בתחילה לחומר שעוותי - קרוגן. בהמשך עובר תהליכי פירוק כימי ממשיך תחת השפעה של חום ולחץ עד, שנוצרים פחמימנים נוזליים וגז. הנוזל - הנפט, והגז הטבעי, מפעפעעים דרך סלעים נקבוביים עד אשר נתקלים בשכבת קרקע/סלע בלתי חדירה, ומצטברים ב"מלכודת"





מפרט ראשוני של הגז הטבעי (בהתבסס על מפרט נתג"ז)

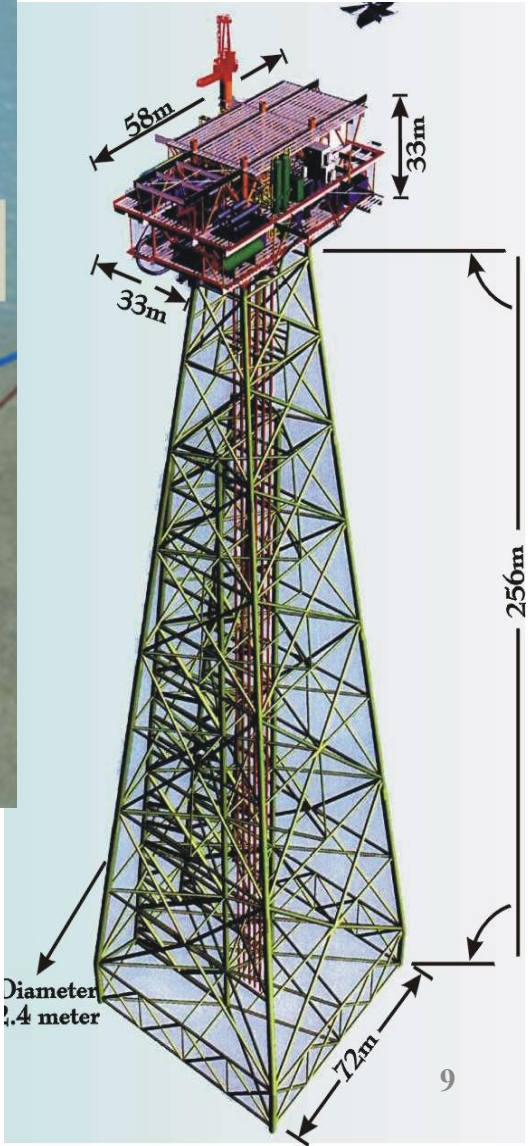
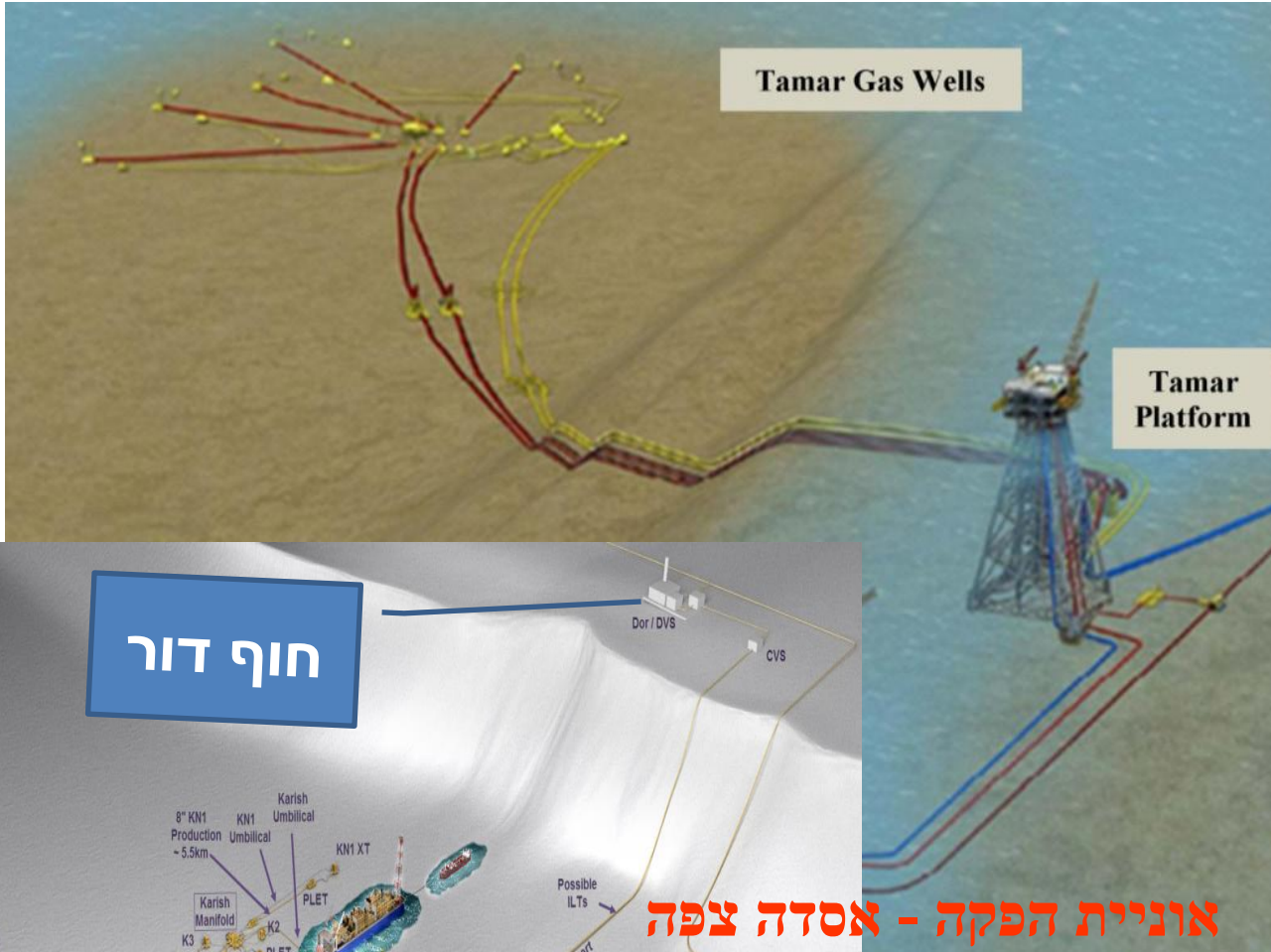
2.4.1

Specification	Unit	Limits
Free liquids	-	Zero
Hydrocarbon Dewpoint	°C	< 5
Water Dewpoint	°C	< 0
C1- Methane	mole%	> 98.5
Total Sulfur	mg/Nm ³	66
H ₂ S	Ppmv	8
Total Inerts	mole%	5
Higher Heating Value	BTU/scf	1010 – 1119

מתוך דוח "השפעה על הסביבה" של מאגר "כריש"
 תכולת המתאן גדולה מ - 98.5% בעוד תכולת מימן גופרתי H₂S, שזה גז רעיל 0.0008%.
 איכות הגז הטבעי במאגרי לווייתן ותמר אפילו יותר טובה

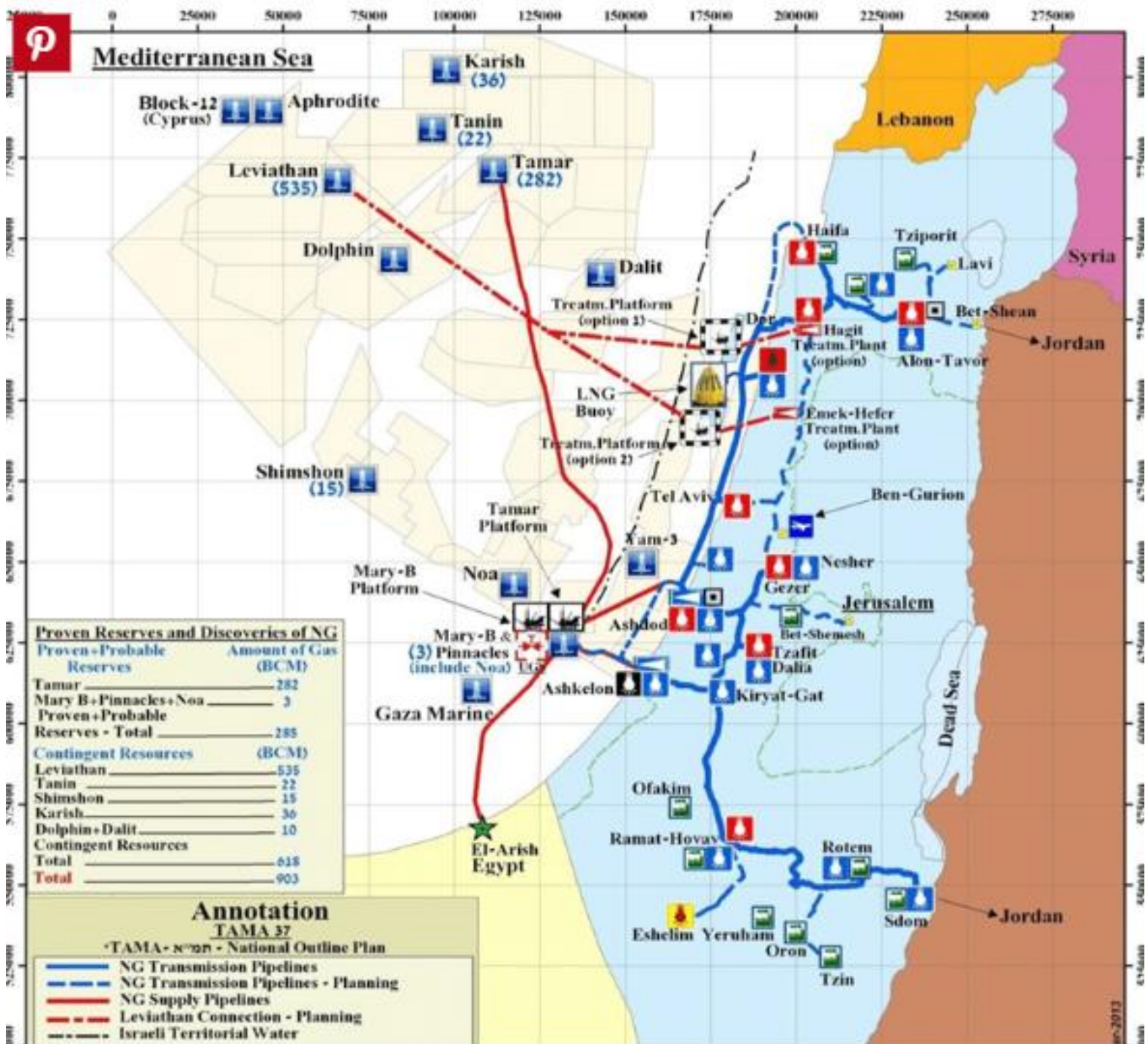
מתמר ולויתן בצנרת עד אסדת הפקת הגז קרוב לחוף / כריש - אוניה

אסדת הפקה בים



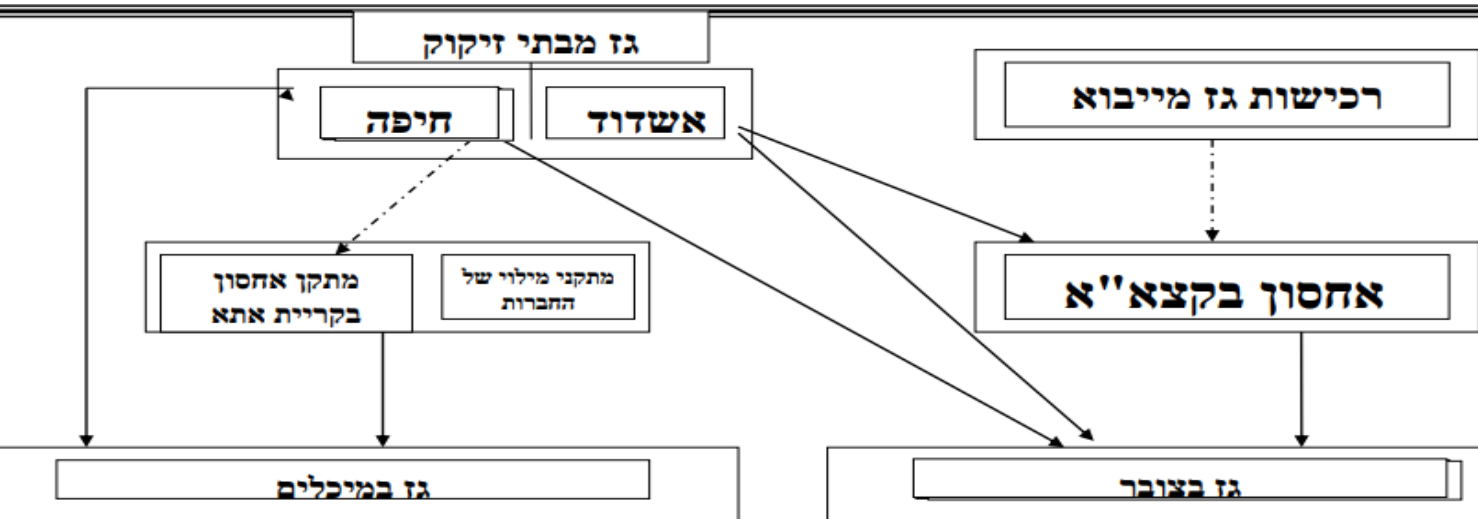
מתקן הפרדת מזהמים על החוף לפני הזרמה למערכת ההולכה של הג הטבעי





מגיע לצרכנים בצנרת הולכה של חברת נתג"ז (עד 80 אטמ')
תחנת מדידה והפחתת לחץ על היבשה - PRMS





אספקת גפ"מ

מסופק לצרכנים
 בבלונים או מכלים
 ומשונע ע"י כלי
 רכב, עבורו נדרש
 רישוי רכב להובלת
 מיכלי גז פחמימני
 מעובה - גז בישול
 (גפ"מ)

צוברים (מיכלים טמונים בד"כ של 1000 גלון- 2 טון ויותר)

מרכזיות (מספר בלוני גז של 48 ק"ג המאוגדים יחד) כאשר יש מונה בכניסה לכל לקוח המחובר למרכזיה

מיכלים מיטלטלים (בלוני גז)



תכונות פיסיקליות הגז הטבעי והגפ"מ ביחס לדלקים שונים (ערך קלורי , צפיפות .)

סוג הדלק	צפיפות	גפרית	מימן	פחמן	ע"ק תחתון	ע"ק עליון	לחות	אפר
	g/cm ³	%	%	%	kcal/kg	kcal/kg	%	%
פחם	1.30000	0.60	4.50	74.00	5900	6300	10.00	11.00
מזוט	0.94730	0.50	11.60	87.20	9795	10490	0.50	0.05
סולר	0.85590	0.10	13.40	86.40	10219	10924	0.01	0.00
גפמ LPG	0.0025	0	13.04	86.96	9,999	10,850	0	0.00
גז טבעי	0.00072	0.0003	25.00 (4/12)	75.00	11876	13171	0.01	0.00
אוויר	0.001342							

בשריפה נוצרים מים. הערך העליון לעומת הערך התחתון לאחר שהמים לקחו איתם את חלק מהאנרגיה של הקיטור המשתחרר בשריפת מימן. אין אפר, יש פיח אם השריפה לא טובה. הגז הטבעי נחשב לדלק נקי, יוצר פחות CO₂ מהדלקים האחרים

מחיר הדלקים לצרכני אנרגיה גדולים

חומר	כמות טון	כמות מקבילה בגז טבעי מ"ק	כמות מקבילה MMBTU	מחיר טון {}
פחם	1	671.00	24.40	143
מזוט	1	1059.00	38.51	657
סולר	1	1113.00	40.47	909
LPG גפ"מ	1	1222	44.4	547
גז טבעי	1	1288	46.8	220
LNG ג"ט נוזלי	1	618.00	46.84	796

מוכרים את הגז טבעי בד"כ \$ למיליון BTU (המרה - 1 מ"ק = מיליון BTU **0.0365** או 27.5 להיפך) בארץ מחיר היום כ- \$4.65 למיליון BTU (LNG-7-17), בארה"ב \$ 1.5-2, במזרח הרחוק המחיר 15-21 \$ LNG

$$1 \text{ MMBTU} = 252190 \text{ Kcal}$$

גז טבעי זול מגפ"מ (פי 2-4) וערך קלורי גבוה יותר (כ-20%)

אתה חוסך 1965 ש"ח בשנה בהשוואה לגפ"מ
 אתה חוסך 1033 ש"ח בשנה בהשוואה לחשמל

חשב כמה אתה יכול לחסוך באמצעות שימוש בגז טבעי

עיר מגורים

בחר את המכשירים בהם בכוונתך להשתמש

*שימו לב שברגע שעוברים לשימוש בגז טבעי כדאי לעבור בכל המכשירים לגז טבעי

כיריים

מחמם מים

מייבש כביסה

קמין

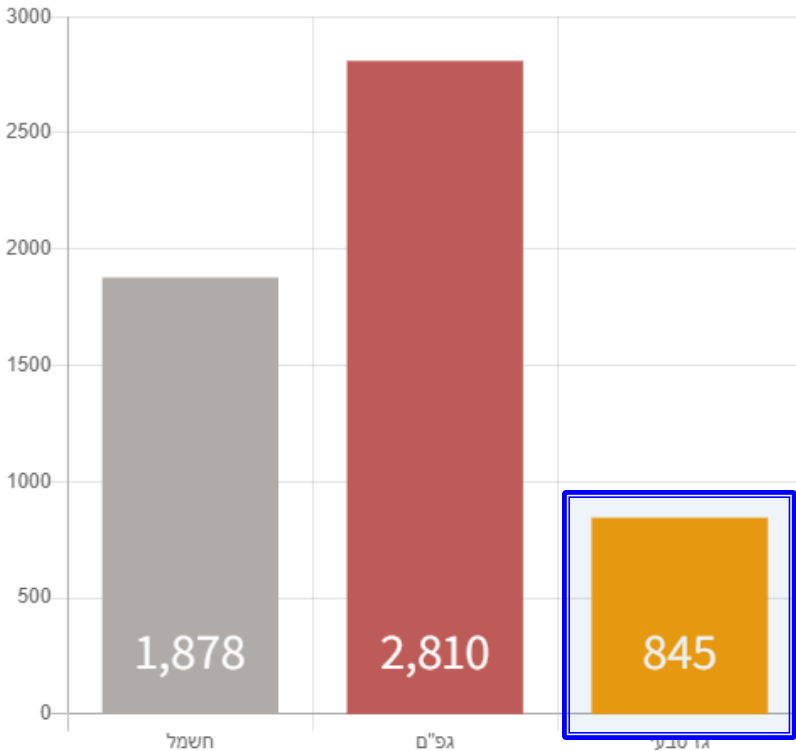
*הנתונים המוצגים הם על בסיס הדיווחים באתר משרד האנרגיה

*כל המחירים כוללים מע"מ

*הנתונים מייצגים מחירים ממוצעים ברשויות המקומיות

*גפ"מ - גז פחממני מעובה (גז בישול)

מעודכן לשנת 2023



סיכום

לגז טבעי שלושה יתרונות בולטים על פני מקורות אנרגיה אחרים:
יתרון כלכלי- מחירו זול יותר
יתרון סביבתי - הוא נקי יותר ופולט לסביבה פחות מזהמים וגזי חממה
מידת הנצילות שלו - באופן יחסי נצילותו גבוהה יותר.

החסרונות של גז טבעי:

גז טבעי מוגבל בכמות ודי נדיר, נמצא בתוך מספר מוגבל של מרבצים.
עדיפות שינוע בצנרת מהבאר עד למבער. גז טבעי די קשה לאחסון (גיבוי
סולר)

חוק ממשק הגז הטבעי, התשס"ב-2002 : בא ליצור תנאים לפיתוח ענף הגז הטבעי בישראל ת"י 5664

חלק 1

מערכת הולכת גז טבעי : כללי - NATURAL GAS TRANSMISSION PIPELINE SYSTEM: GENERAL

תקן זה קובע את דרישות הקשורות לבטיחות בני אדם, סביבה ונכסים, שהן דרישות עבור התכן, ההתקנה התפעול והנטישה של מערכות צנרת גז - הדרישות קשורות ממערכות צנרת להולכת גז טבעי הן ביבשה והן בים, והן חלות על מערכות מוקמות חדשות ועל שינוי של מערכות קיימות.

חלק 2

מערכת הולכת גז טבעי: דרישות נוספות לצנרת פלדה - NATURAL GAS TRANSMISSION PIPELINE

SYSTEM: ADDITIONAL REQUIREMENTS FOR STEEL PIPELINE . דרישות עבור צנרת פלדה

ותחנות ויסות הלחץ והמדידה כמו PRMS הממוקמת במורד הזרם, עד חצר הלקוח

חלק 3

מערכת לחלוקת גז טבעי - NATURAL GAS DISTRIBUTION SYSTEM

חל על התכן, הייצור, ההתקנה, הפיקוח והבדיקה של מתקני צנרת להולכת גז. תקן זה כולל גם היבטי בטיחות בהפעלה ובתחזוקה של מתקנים אלו

חלק 4

גז טבעי במבנים - NATURAL GAS IN BUILDINGS

תקן זה חל על צנרת של מתקני גז טבעי, המשמשת יחידת מבנה פרטית (כל מבנה מגורים פרטי או מבנה לשימוש מסחרי). התקן חל על צינור השרות, צינור הזקף, הצינור הרוחבי וצנרת הגז הפרטית המשמשים מבנים רבי צרכנים, הכוללים בתימלון, מגורים או/וגם יחידות מסחריות

תקן זה מפרט את דרישות המינימום לתכן, לבחירת, חומרים, לבדיקת מחברים, לביצוע פעולות הגזה והרצה לתפעול ולתחזוקה, וכן דרישות הנוגעות לבדיקה ראשונית ולבדיקה תקופתית, לרבות אוורור ופליטת גזי ובעירה של מכשירי הצריכה

דרישות לרישוי עסק הצורך גז טבעי

1. על המערכת הצנרת ואביזריה לעמוד בכל דרישות חוק הבטיחות בגז על תקנותיו
2. על המערכת לעמוד בכל בהוראות תמ"א לאתר, לרבות עמידות לרעידות אדמה
3. לא תתקיים כל פעילות של הזרמת גז טבעי, אלא לאחר שנכתב נוהל תאום פעילות בשגרה ובחרום בין חברת אספקת הגז טבעי והמפעל
4. העסק יקבע שטח שבו יהיו מתקנים מוגני פיצוץ ושטח שבו אין למקם מקורות הצתה
5. קבועים מסביב לאזורים בעסק בהם יש שימוש בגז טבעי.
6. העסק יציב מכשור קבוע לגילוי נוכחות גז טבעי באזורי עבודה מקורים (אזור המבערים תאי השריפה) ועלולים להוות מקום להצטברות הגז. המכשור יתוחזק לפי הוראות יצרן וימצא שמיש בכל עת.
7. תוואי צנרת הולכת הגז הטבעי ואזורי מערכות הגז השונות, יסומנו בהתאם לחוק הגז (בטיחות ורישוי, התשמ"ט 1989) והתקנות שהותקנו מכוחו
8. יותקנו שלטי אזהרה על איסור עישון באזורי מערכות הגז השונות ובדרכי הגישה אל אזורים אלה.
9. עבודה באש גלויה תתבצע בהתאם לנוהלי עבודה באש גלויה כפי שאושרו על ידי רשות הגז.
10. כל שינוי במערכת הולכת הגז, על מרכיביה, יבוצע רק לאחר שנבדק ואושר ע"י גורם מקצועי מוסמך לעניין

מסמך תקנות רישוי עסקים - אחסנת נפט, כולל אחסנת גפ"מ מס' 29

אחסנת גפ"מ	<p>29. * (א) גפ"מ בחוות גפ"מ יוחסן במכלים קבועים, המחוברים בצנרת למערכת פריקה או מילוי.</p> <p>(ב) השטחים שמתחת למכלי גפ"מ על קרקעיים יוכשרו בצורה אשר תבטיח, במקרה של נזילה ניקוז מהיר של גפ"מ נוזלי, אל אתר מרוחק 10 מטר לפחות מכל מכל גפ"מ אחר; קיבולת האתר לניקוז הגפ"מ הנוזלי יהיה שווה ל-50% לפחות מקיבולת המכל הגדול ביותר המתנקז אליו.</p> <p>(ג) הגפ"מ במכלים מקוררים יאוחסן בהתאם להוראות המפקח הראשי.</p>
מרחקים בין מכלים	<p>30. * (א) המרחק בין דפנות מכלי גפ"מ אופקיים על קרקעיים סמוכים יהיה לא פחות מ-150 ס"מ.</p> <p>(ב) המרחק בין דפנות מכלי גפ"מ כדוריים על קרקעיים סמוכים יהיה לא פחות מקוטר המכל הגדול שביניהם.</p> <p>(ג) המרחק בין דופן מכל לבין נקודת מילוי או פריקה של מכלית או קרון גפ"מ, או לקצה משטח מילוי או איחסון לגלילי גפ"מ ניידים יהיו לא פחות מ-10 מטר.</p> <p>(ד) המרחק בין מכל גפ"מ לבין מכלים לאחסנת מוצרי נפט מסוג ב' או ג, יהיה לא פחות מ-15 מטר.</p>
מרחקים בין מכלים לגדר למבנה וכו' תק' תשמ"א-1981	<p>31. * (א) המרחק בין דופן מכל גפ"מ על קרקעי ניח לגדר למשרד, למחסן, לבית מלאכה וכיוצא באלה יהיה לא פחות מ-20 מטר.</p>
תק' תשמ"א-1981	<p>(ב) המרחק בין נקודת סיכון לגדר, למשרד, למחסן, לבית מלאכה וכיוצא באלה יהיה לא פחות מ-20 מטר.</p>
	<p>(ג) לענין תקנת משנה (ב), "נקודות סיכון" הן נקודות סיכון המפורטות להלן:</p> <p>(1) פתחי יציאה של שסתומי שחרור לחץ, אוורור וניקוז המורכבים על מכל או צנרת;</p> <p>(2) שסתומים מתוברגים או מאוגנים למיניהם המורכבים על מכלים או צנרת;</p> <p>(3) מדי מפלס גובה, נפח או לחץ המורכבים על מכל או צנרת;</p> <p>(4) משאבות, מדחסי גז ומכלי ניקוז.</p>
	<p>למעט פתחי יציאה של שסתומי שחרור לחץ, אוורור, מדי גובה, נפח ולחץ המצויידים בנחיר עוצר של 2 מ"מ, וכן נקודות כאמור המהוות חלק ממיתקן מילוי או פריקה של מכליות וקרונות.</p>
מניעת נזילה	<p>32. * בחוות מכלי גפ"מ יינקטו אמצעים יעילים להנחת דעתו של המפקח הראשי למניעת נזילת</p>

32. * בחוות מכלי גפ"מ יינקטו אמצעים יעילים להנחת דעתו של המפקח הראשי למניעת נזילת הגפ"מ מחוץ לחווה. מניעת נזילה

33. * חוות מכלי גפ"מ תצוייד בדרכים ודרכי גישה ומעבר, כאמור בתקנה 24. דרכים לרכב כיבוי אש

34. * המפקח הראשי רשאי לקבוע מרחקים קטנים מאלה הקבועים בתקנות 30 ו-31 אם לדעתו הנסיבות מצדיקות זאת. סטיות מרחקים

פרק ד': תחנות תדלוק ציבוריות

34א. * (א) בתחנת תדלוק ציבורית שבה מתבצע תדלוק בגפ"מ יקוימו, לגבי המיתקנים לתדלוק רכב בגפ"מ, דרישות תקן ת"י 5512 מיתקנים לתדלוק רכב בגז פחמימני מעובה (גפ"מ) במהדורה המעודכנת (להלן – ת"י 5512). תדלוק בגפ"מ תק' תשס"ה-2005

(ב) הוראות תקנות 35 עד 47 לא יחולו על מיתקנים לתדלוק רכב בגפ"מ.

תקנות הגז (בטיחות ורישוי) (רישוי העוסקים בעבודות גפ"מ), תשס"ו-2006

ביצוע בדיקה תקופתית לפי ת"י 158 (מיתקנים לגזים פחמימניים מעובים) חלק 4 למערכת גפ"מ קבועה עם מאגר נפרד המשמשת צרכן גז ביתי, או בדיקה תקופתית כאמור למערכת גפ"מ מרכזית קבועה – בחלק מיתקן הגז הנמצא בדירת צרכן גז ביתי מברז הניתוק הראשי של הדירה.

ת"י 70 - מכלים למילוי חוזר לגזים פחמימניים מעובים

ת"י 844 - מכלים שלא למילוי חוזר, לגז פחמימני מעובה

גפ"מ - כבד מן האוויר ולא מתנדף - מאוחסן במיכלים כנוזל ומשונע בכלי רכב
גז טבעי - קל מן האוויר ומתנדף - משונע **בצינורות** ולא מקובל לאחסן

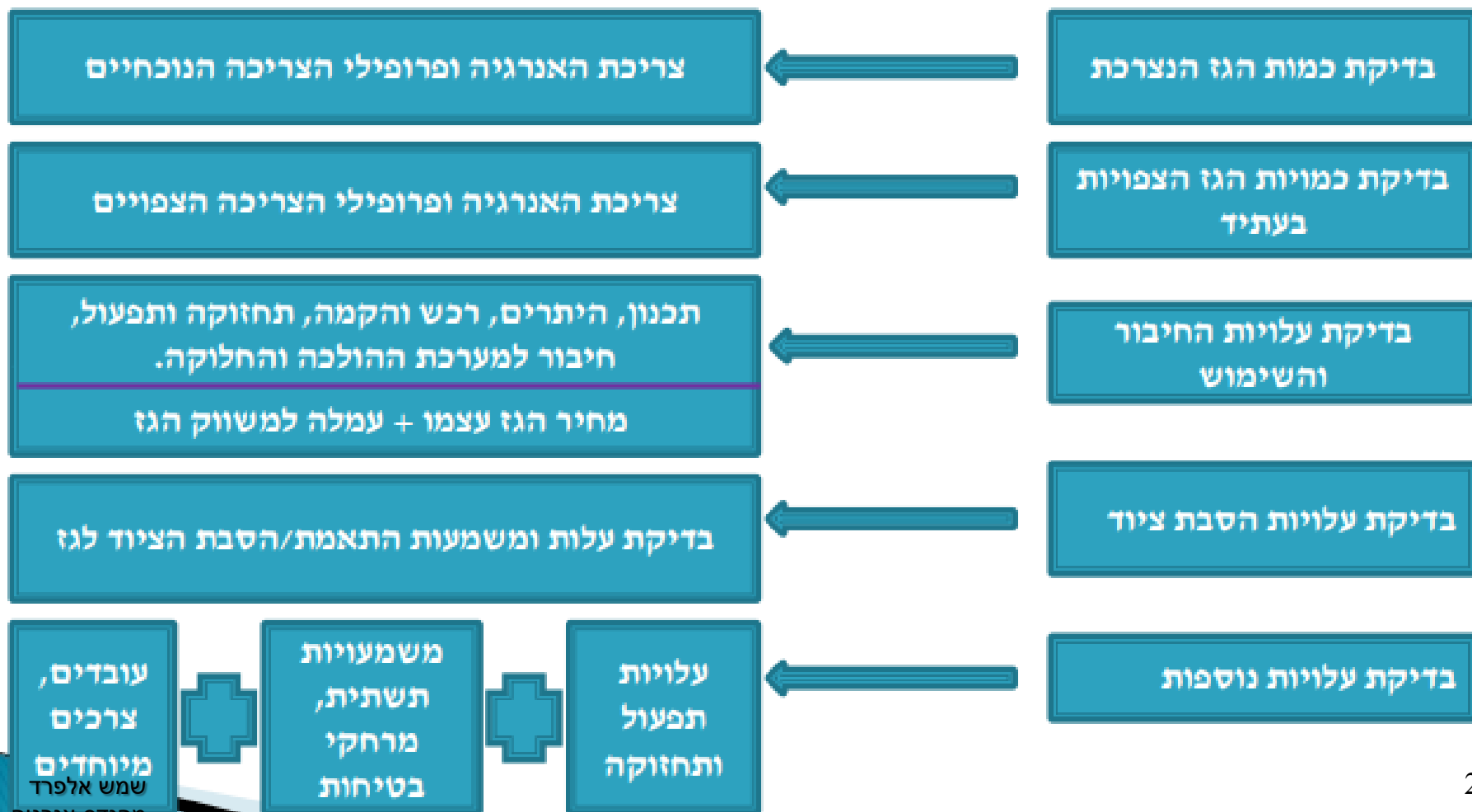
בעיות הנדסיות נבחרות במעבר מפעל קיים לשריפת גז טבעי

1. תוואי, תמ"א/תב"ע-רצועת עבודה -סטאטוריקה
2. מניעת נפיצות
3. מניעת היווצרות הידרטים (חומר מתגבש עם מים בלחצים גבוהים)
4. אוורור
5. חינקון
6. ניקוז
7. מניעת קורוזיה
8. ניקוי
9. אישור תכניות ולוחות זמנים מול הרשויות וספק גז (הרבה רגולציה)

לכן לפני מעבר לשימוש בגז טבעי נדרש לבצע ניתוח כדאיות

מעבר לשימוש בגז טבעי – כן או לא? (2)

בדיקת צרכים ועלויות למעבר לשימוש בגז טבעי



בטיחות

גז טבעי - מניעת נפיצות

- המרכיב העיקרי של הגז הטבעי הוא גז מתאן (CH_4), וככל שריכוזו בגז הטבעי גדול יותר כך קרובות תכונות הגז הטבעי לאלה של מתאן. גז טבעי **קל יותר מהאוויר**, ולכן יעלה מעלה.
- קצב עלייתו מעלה תלוי בגורמים סביבתיים ואחרים, ועל כן נדרשת בדיקה בכל האזורים בהם קיימים מתקני גז וכן באזורים גבוהים בהם עלול הגז להישאר **כלוא**.
- ביצוע סקר סיכונים

משולש האש : דלק , מקור חום , חמצן

מקור חום = הצתה - להבה גלויה , אנרגיה חשמלית = ניצוצות, חיכוך, ראקציה כימית

הדלק - חומר בעירה

חמצן - האוויר שאנו נושמים מורכב מתערובת של כ-78% חנקן, כ-21% חמצן, כ-

0.03% פחמן דו חמצני והשאר (פחות מאחוז אחד) גזים נוספים.

גז טבעי / גפ"מ (LEL – UEL)

Lower Explosive Limit (LEL)

תערובת של גזים עם אוויר בריכוז שמתחת לערך זה לא תיווצר הצתה

(UEL) Upper Explosive Limit

תערובת של גזים עם אוויר בריכוז שמעל לערך זה לא תיווצר הצתה

Gas	LEL %	UEL%
Methane	5	17
Propane	2.1	10.1
Butane	1.86	8.41

בטיחות (גז טבעי- המשך)



גל הדף

בעירה

פיצוץ (חלל סגור)



שמועס פויר
מהונט אנרגיה, גז
טבעי ונפט

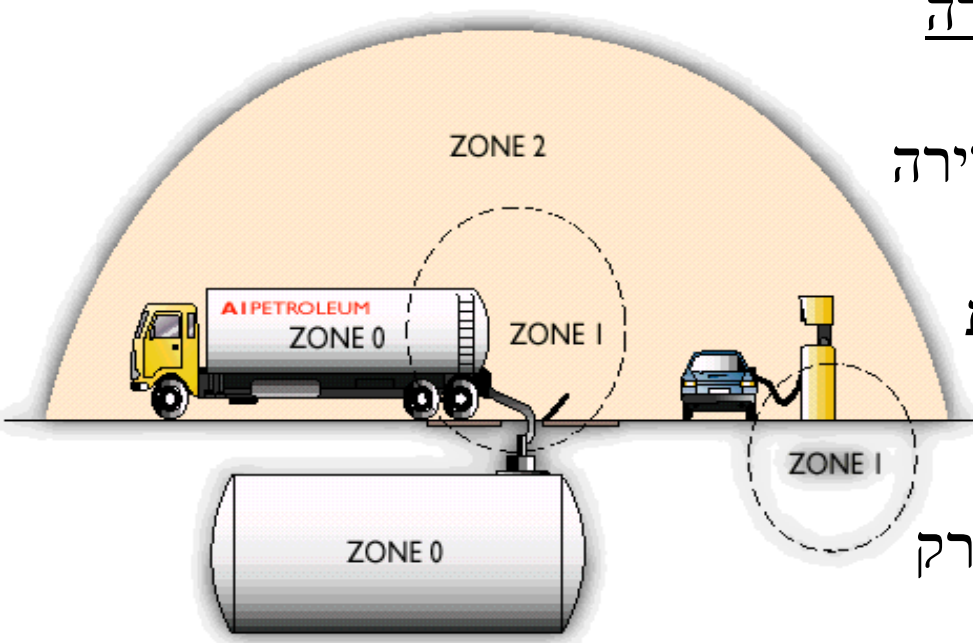
בטיחות (גז טבעי- המשך)

מכירים בסיכונים, בבעיות הבטיחותיות ומטפלים בכל המישורים מהתכנון הכללי והמפורט, בהקמה בתפעול ובתחזוקה

בכדי להיערך ולהגן מפני סכנת התפוצצות, מחלקים האזורים למספר דרגות המותנות באפשרות של הופעת אטמוספירה נפיצה בהם
סיכון עיקרי שיש לקחת בחשבון הוא שחרור בלתי מבוקר של גז כתוצאה מכשל אטם של אוגן או שסתום

חלוקה למתחמי סכנת נפיצות - דרגות חומרה של אזורים מסוכנים :

Zone 0 - אזור שבו קיימת באופן קבוע אוירה של גז נפיץ (חלל בתוך מיכל אחסון סגור).
Zone 1 - אזור שבו עלולה להתקיים בשעת פעילות רגילה אוירה של גז נפיץ.
Zone 2 - אזור שרק בתנאים בלתי רגילים עלולה להתקיים אוירה של גז נפיץ וגם אז רק לזמן קצר ביותר



בטיחות (גז טבעי - המשך)

תחנות גז טבעי



שמש אלפרד
מהנדס אנרגיה, גז
טבעי ונפט



בטיחות (גז טבעי - המשך)

איך מונעים פיצוץ?

1. הימנעות מנוזלים וגזים דליקים בסביבה
2. הגבלת הריכוז של החומר
3. אורור - טבעי ומלאכותי
4. **תכנון מראש:**

- צינור באדמה יהיה טמון 120 ס"מ לפחות

- תוואי צנרת שיאפשר ניקוי (ע"י פיג)

- קווי מדידה יחוברו בחלק העליון של הצינור

- קווי ניקוז יחוברו בחלק התחתון של הקו

- קווי שחרור לחץ וקווי אורור לא ינותבו יחד לקווי יציאה משותפים

- אפשרות ניתוק אספקת הגז!

דרכים אלו קשות ולעיתים בלתי ניתנות לביצוע, ולכן נוקטים הגנה משנית מפני התפוצצות.

הגנה כפולה (וסת, שסתום ניתוק מופעל, שסתום ידני ושסתום שחרור)

נתיב מילוט

תופעות פיסיקליות בזמן התפשטות

בעת תאוצת גז דרך צמצם מתבצעת עבודה הגורמת לירידה בלחץ ובטמפ' בצוואר הצמצם. ירידת הלחץ והטמפרטורה תחילה בהמשך הקו גורמת לירידה במהירות ולעליה בטמפ'

תופעות פיסיקליות בזמן התפשטות



אפקט Thomson

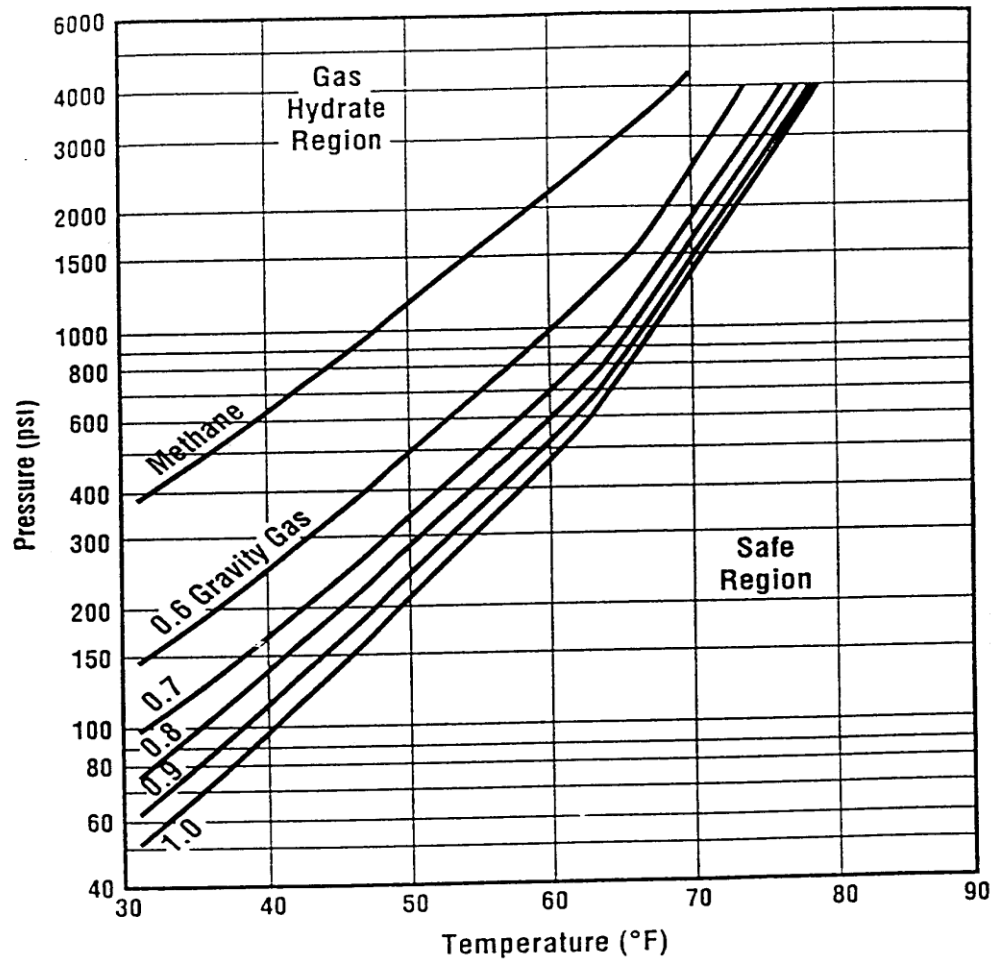


ideal

↓ Joule-Thomson-Effect

גז טבעי יורד ב- 0.4°K עד 0.7°K לכל 1 Bar של התפשטות

EFFECT OF GAS COMPOSITION ON HYDRATE FORMATION



Source: "Hydrate Formation/Inhibition During Deepwater Subsea Completion," M.A. Peavy and J.L. Cayias, Oryx Energy Co., SPE 69th Conference and Exhibition, September 25-28, 1994.

התעבות

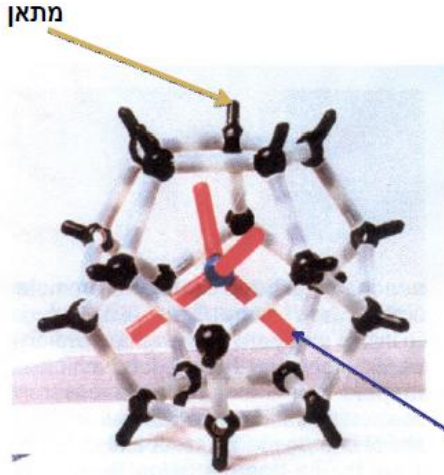
התעבות גזים פחמימנים הכבדים ממצב גזי לנוזל.
תערובת גזים עלולה להתעבות בזמן קרור, במהלך הורדת לחץ
אין התעבות של מתאן בתחנת ויסות לחץ
הימנעות מקירור יתר של הפלדה רגילה ע"פ תקני ASTM , API

השפעת הקירור

הפרעות בפעולת ווסתים ומכשור בהמשך הזרימה
יצירת התעבות
יצירת הידרטים
הקרחת פנימית וחיצונית
קורוזיה או שיתוך, עקב התעבות מים על קירות חיצוניים
הפתרון לווסת לחץ גבוה – שימוש במחממים

מולקולות של מים כלואות ב"כדור"
המורכב ממולקולות מתאן

יצירת נטיף (Hydrate)

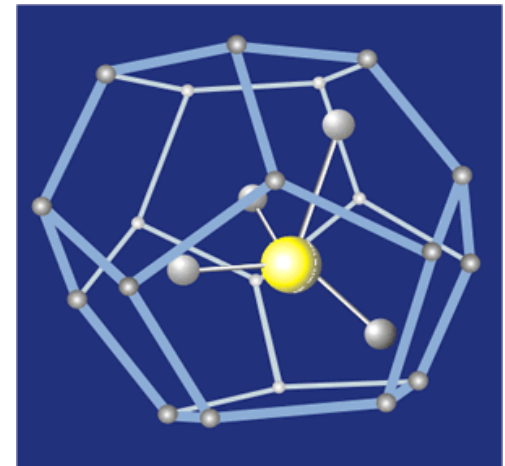
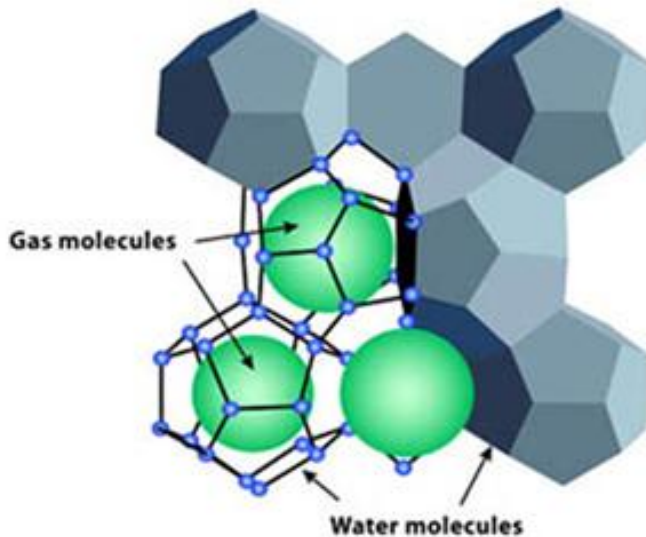


קשרים פיסיים בין הפחמימנים לבין מולקולות המים יכולים ליצור גבישי נטיפים, העלולים להצר מעברים ולשבש את הזרימה החופשית של הגז.

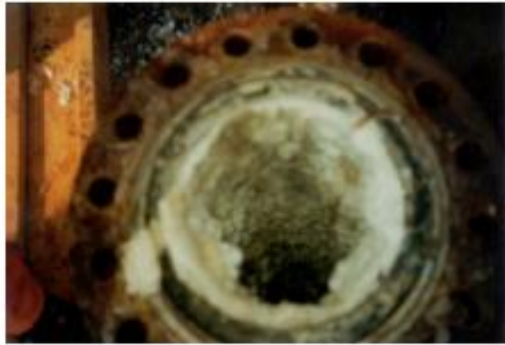
מודל של נטיף מתאן

מולקולות מים

מולקולה של מתאן כלואה ב"כדור" המורכב ממולקולות מים



נטיפים במעברים



תצלום של נטיפים במעבר מים במערכת המים של תחנת הכוח

Hydrate Inhibition

קיימים חומרים שונים מונעי הידרטים ובשיטות שונות:

- מעכבים תרמודינמיים
- משפיעים על מאפייני שלב הפיזור
- מעכב היווצרות
- מעכבי הידרט קינטיים (KHI)
- משפיע על קצב היווצרות גרעין והגדילה
- אנטי-אגלומרנטים (AA)
- למנוע היצמדות של גבישים קטנים
- מעכבי לחות במינון נמוך (LDHI), KHI_s או AA_s

תכנון תוואי צנרת בתוך המפעל

- הכנת תוואי בהתאם לסקר סיכונים
- סימון רצועת העבודה בהתאם לסקר סיכונים
- סימון קווי תמ"א או/ו תב"ע למנוע בניה קרובה בעתיד
- צנרת עילית – קלה יותר לאחזקה ומניעת חלודה, אך הביצוע לרוב יקר יותר.

צנרת מערכת הגז הטבעי

צנרת:

צנרת ההולכה עשויה פלדה פחמנית בעלת תכונות משופרות.

עובי דופן נקבע לפי לחץ העבודה, קוטר הצינור ומיקום התוואי הגיאוגרפי.

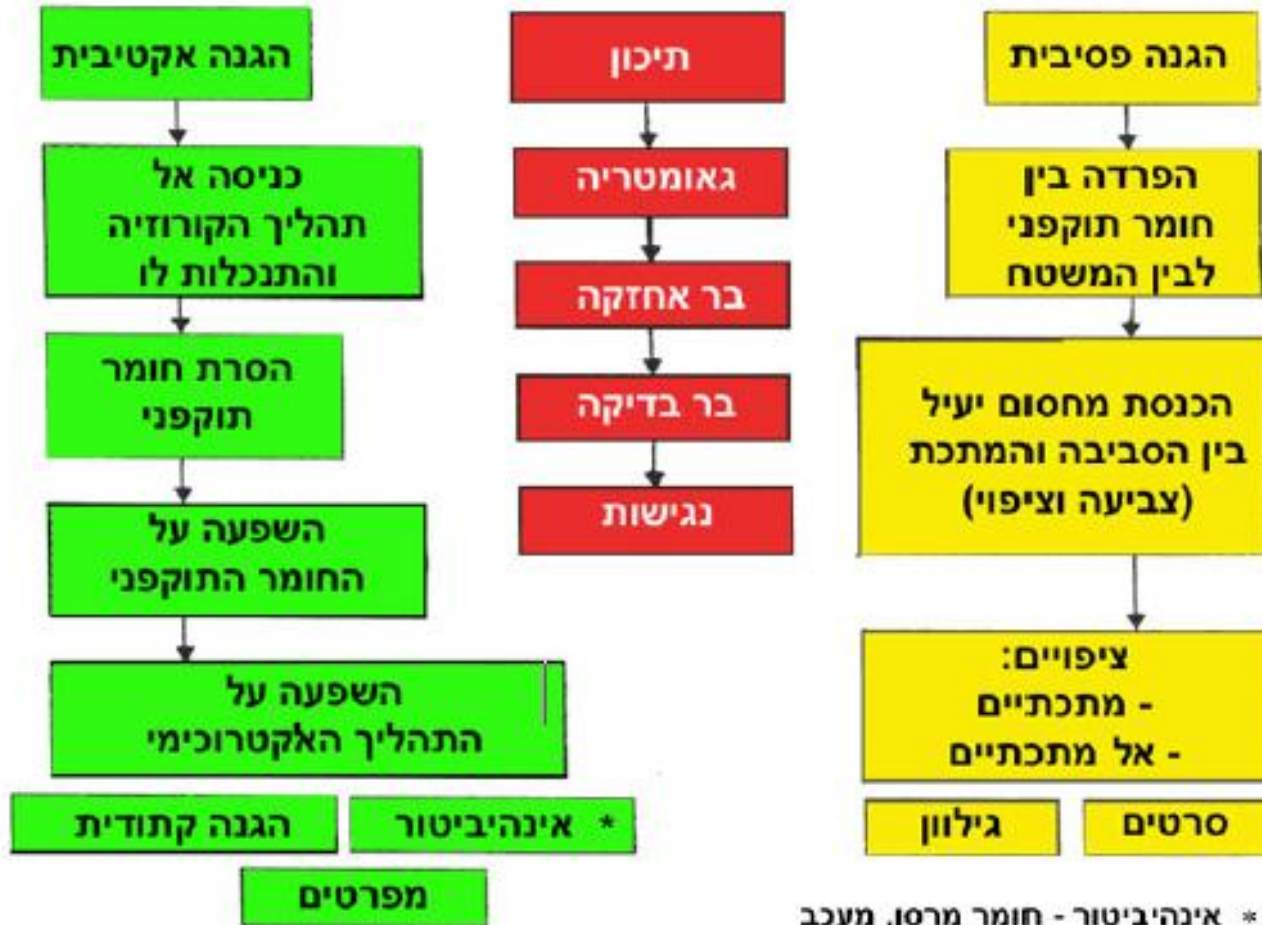
צנרת הגז מצופה אפוקסי ומעטפת פוליאוריטן חיצונית.

צנרת ההולכה מוטמנת בעומק מינימלי של 1.2 מ'.

צינור ימי כולל בנוסף גם מעטפת בטון בעובי 40 מ"מ – 110 מ"מ במטרה להקנות הגנה נוספת וגם משקל.

קוטר צנרת הולכה עד – 30"

בחירת הגנה בפני קורוזיה



* אינהיביטור - חומר מרסן, מעכב ביצוע תהליכים כימיים

הקמה והרכבה של מערכות גז

הקמה לפי תקנים, הוראות ושרטוטים מאושרים.

חומרים וציוד איכותיים מבוקרים ותקניים.

הכשרה והסמכת עובדים במערכות גז.

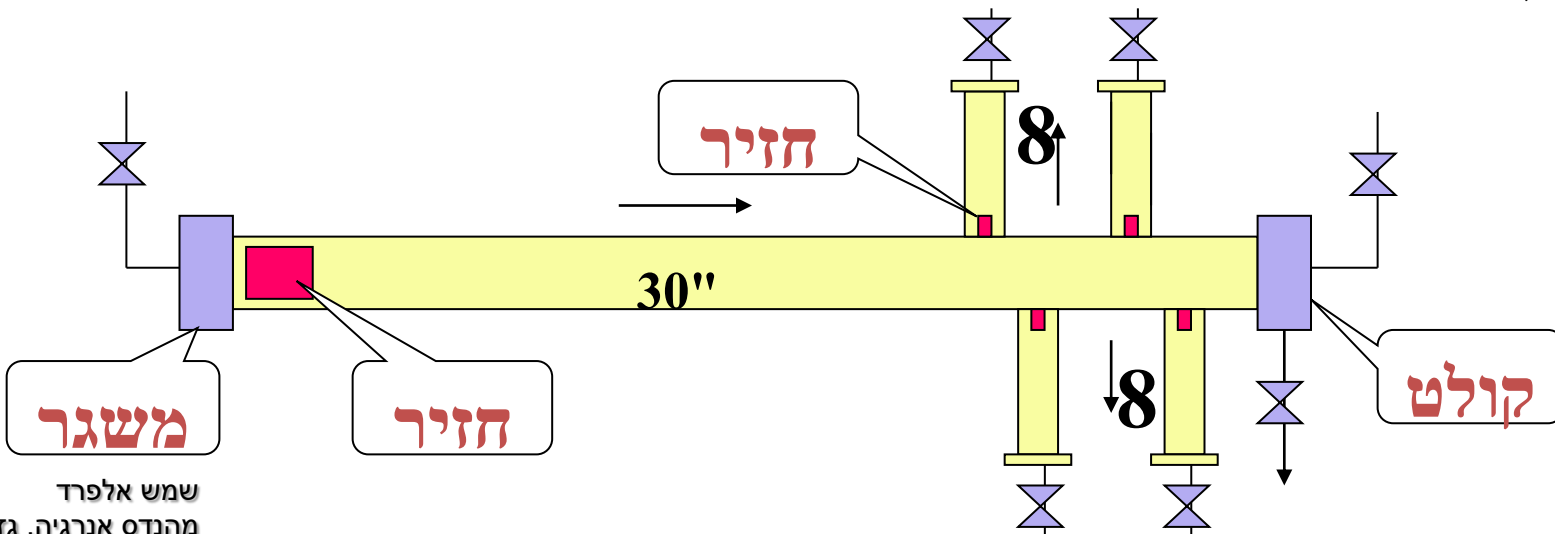
איכות עבודה גבוהה.

פיקוח מתמיד על תהליך ההקמה.

תיעוד רצוף של כל התהליך.

בדיקות חוזק ואטימה.

צנרת אספקת גז - מערך ניקוי ולחיצה



הקמה והרכבה של מערכות גז - דרישות לריתוך

- רתכים מוסמכים לעבודות בגז. לכל רתך מספר אישי.

- לכל ריתוך:

 - WPS מפרט ריתוך

 - PQR תיעוד מסמכי ריתוך

- כל ריתוך מסומן בהטבעה

- כל ריתוך בזמן הרכבה מלווה:

 - בדיקת חומרים לריתוך

 - בדיקת תהליך-הכנה, מעברים, שכבות וכו'

- בדיקות אל הרס-100% רדיוגרפיה

הכנסת מערכת גז טבעי לשימוש

- לחיצה הידראולית או פניאומאטית לצנרת לחץ נמוך
- שטיפה במים
- נישוף באויר
- ייבוש
- מילוי חנקן
- הכנסת גז
- תיעוד מפורט

תחזוקת מערכות גז

- תחזוקה תבסס על פי התקן
- בטיחות מתקני הגז תלויה בתפעול נכון, ניהול טוב, ביקורות מתוכננות מתוזמנות, ותחזוקה מונעת
- ביצוע תחזוקה, ביקורות, תיקונים ע"י צוות מיומן
- לצוות העובדים הוראות הפעלה ברורות
- באתר קיים תיעוד מלא ומעודכן
- ביקורות ותחזוקה מונעת ע"פ הוראות יצרן
- תיעוד תוצאות הביקורות

תחזוקת מערכות גז - המשך

נקודות לבדיקה בזמן ביקורת חזותית, k2.2.5

- קורוזיה-לבדוק במיוחד נקודות מעבר לקרקע ובנינים, בסמיכות לצנרת קורוזיבית אחרת, אחרי מע' הורדת לחץ.
- פגיעות מכאניות
- מתלים וחבקים רופפים.
- שס' חירום-לבדוק נגישות, זיהוי, ויכולת הפעלה (ידיית במקום).
- לחץ יציאה מווסתי הלחץ יציב.
- המצאות משקעים, לכלוך על ווסתי ניתוק.
- תקינות אביזרים פגיעים כגון מפוחים, מחברי התפשטות וגמישים.
- תקינות מערכת איוורור

תחזוקת מערכות גז - המשך

— דליפות תת קרקעיות, ניתן לזהות לפי דהייט צבע וקמילת עצים ושיחים.

— דליפה עילית זיהוי ע"י מכשור או לפי ריח

— סימון, יש לבדוק כי כל התגים המזהים במקומם וברורים מספיק

• **מסננים ולוכדי נוזלים-ביקורת**

— יש לפתוח ולבדוק להמצאות משקעים- קוים חדשים יש לבדוק לאחר חודש.

— לוכדי נוזלים (מלכודות): בדיקה יומית להמצאות נוזלים. (במיוחד שהטמפרטורה מתחת לאפס.....)

תחזוקת מערכות גז - המשך

חיבורים ונקודות פוטנציאליות אחרות

- לבדוק דליפת גז ע"י:
 - גלאים
 - בדיקת אטימות (tightness test)
 - נוזל מקציף (סבון)
- צנרת מבודדת, על קרקעית, בדיקה מדגמית של קטעים מתחת לבידוד.
- מערכת הגנה קתודית, ביקורת בהתאם לתקן כל 5 שנים
 - בדיקת צנרת תת קרקעית ללא הגנה קתודית-דגימת קרקע.
 - בדיקת מערכת הגנה קתודית.
 - צנרת מבודדת, על קרקעית -בדיקה מדגמית של קטעים מתחת לבידוד

שיטת הזרמת החנקן:

מילוי גז טבעי מבוצע תוך שימוש בגז אינרטי (חנקן) המשמש כגז מתווך בין האוויר לבין הגז הטבעי.

כאשר רוצים לרוקן או למלא גז טבעי במערכת, יש להשתמש בגז חנקן, בזמן ההקמה, באחזקה ובתפעול של מערכות גז טבעי.

שיטת הרקון: Pressure purging

פעולות חוזרות של העלאת הלחץ ושיחררו המבוקר בקטע מערכת מנותק

בטיחות בריקון

יש לגדר את אזור ריקון ולשלט את האזור בשלטי " סכנה גז טבעי" כאשר מרוקנים גז טבעי .

יש להודיע על תחילת תהליך הכנסת חנקן למערכת, למנהל האתר, מנהל התפעול, מנהל האחזקה, חדר פיקוד ולשער הכניסה למפעל, לצורך מתן מענה במקרה הצורך.

יש להצטייד בכל אמצעי המיגון הנדרשים לעבודה בגז טבעי כאשר עובדים עם גז טבעי .

יש להשתמש באמצעי קשר פנסים ומכשירי זכות המיועדים לעבודה בגז טבעי כאשר עובדים עם גז טבעי.

יש לעבוד בהתאם לכל נוהלי הבטיחות ולהוראת לבטיחות בהקמה, באחזקה ובתפעול של מערכות גז

שילוט וסימון

שילטי אזהרה



שילטי סימון כחומ"ס בהתאם בינלאמיים



1	methane	C1H4									gas		
2	ethane	C2H6	C1H3	C1H3							gas		
3	propane	C3H8	C1H3	C1H2	C1H3						gas		
4	butane	C4H10	C1H3	C1H2	C1H2	C1H3					gas		
5	Pentane	C5H12	C1H3	C1H2	C1H2	C1H2	C1H3				Hydrocarbons are liquid at standard conditions		
6	hexane	C6H14	C1H3	C1H2	C1H2	C1H2	C1H2	C1H3			Hydrocarbons are liquid at standard conditions		
7	heptane	C7H16	C1H3	C1H2	C1H2	C1H2	C1H2	C1H2	C1H3		Hydrocarbons are liquid at standard conditions		
8	octane	C8H18	C1H3	C1H2	C1H2	C1H2	C1H2	C1H2	C1H2	C1H3	Hydrocarbons are liquid at standard conditions		
9	nonane	C9H20	C1H3	C1H2	C1H2	C1H2	C1H2	C1H2	C1H2	C1H2	C1H3	Hydrocarbons are liquid at standard conditions	
10	decane	C10H22	C1H3	C1H2	C1H2	C1H2	C1H2	C1H2	C1H2	C1H2	C1H2	C1H3	Hydrocarbons are liquid at standard conditions

חוק משק הגז הטבעי, התשס"ב-2002

פרק א': פרשנות

1. מטרות החוק (תיקון: תשס"ז)

(א) מטרתו של חוק זה הן:

(1) ליצור תנאים לפיתוח ענף הגז הטבעי בישראל באמצעות הגז הפרטי

ולקיום תחרות בענף זה, בהתאם למדיניות הממשלה בתחומי הכלכלה והאנרגיה;

(2) להסדיר את הפעילות במשק הגז הטבעי באופן שיאפשר השקעות בו ומתן

שירותים ברמת איכות, אמינות וזמינות נאותים, ובשים לב לשיקולי יעילות;

(3) להבטיח שמירה על הבטיחות בפעילויות במשק הגז הטבעי,

והכל בתחומים המפורטים בחוק זה.

(ב) לשם השגת מטרתו של חוק זה תיקבע חובת רישוי להקמה ולהפעלה של

מערכת הולכה, רשת חלוקה ומיתקן אחסון של גז טבעי, ולהקמה ולהפעלה של

מיתקן גט"ן, ותוקם במשרד התשתיות הלאומיות רשות גז טבעי שתפקח על מילוי

תנאי הרישיונות, תקבע תעריפים ואמות מידה לשירות שייתנו בעלי הרישיונות,

ותטפל בנושא בטיחות משק הגז הטבעי.