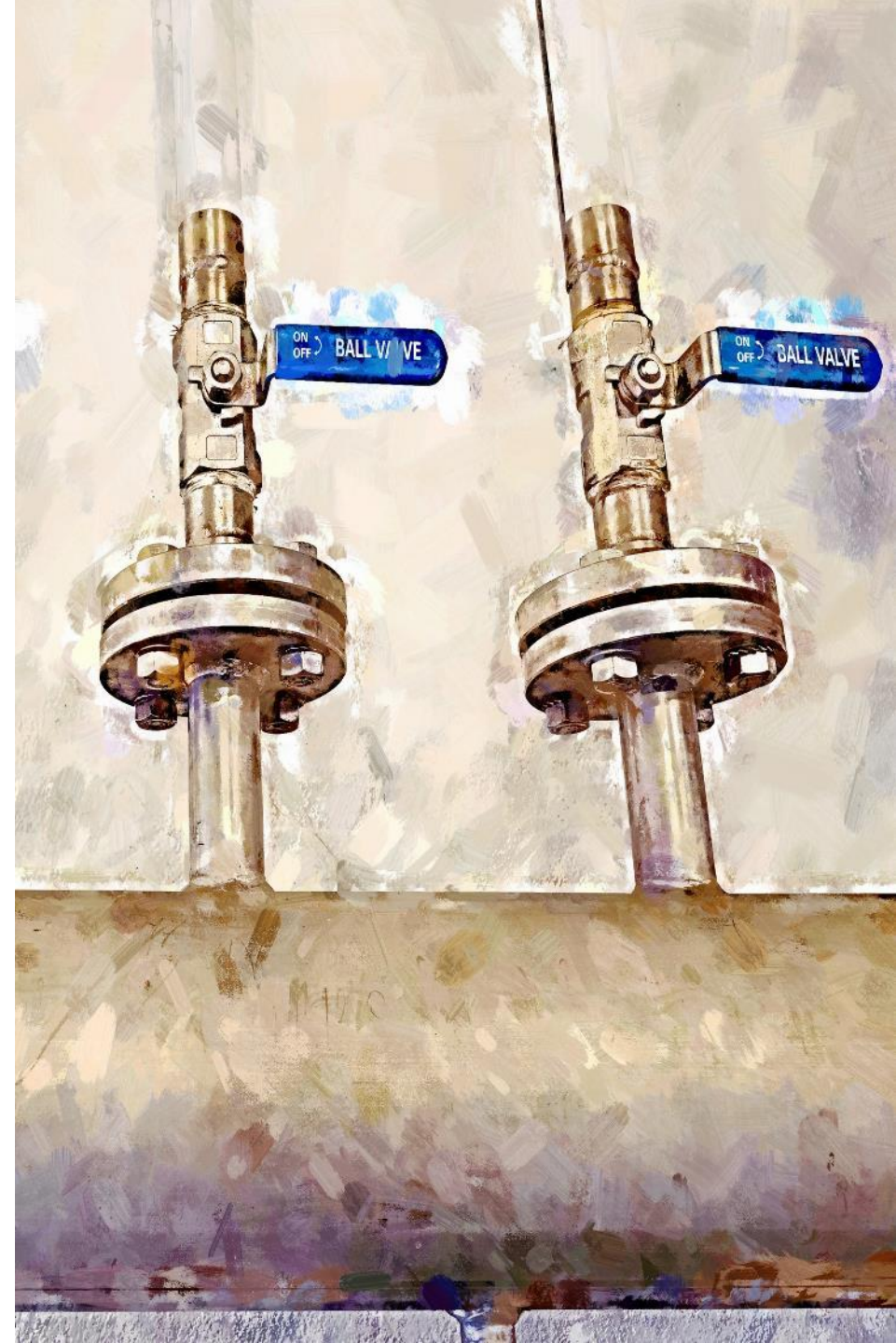


כימות פליטות מתאן משרשרת ההפקה והאספקה של גז מחצבים בישראל

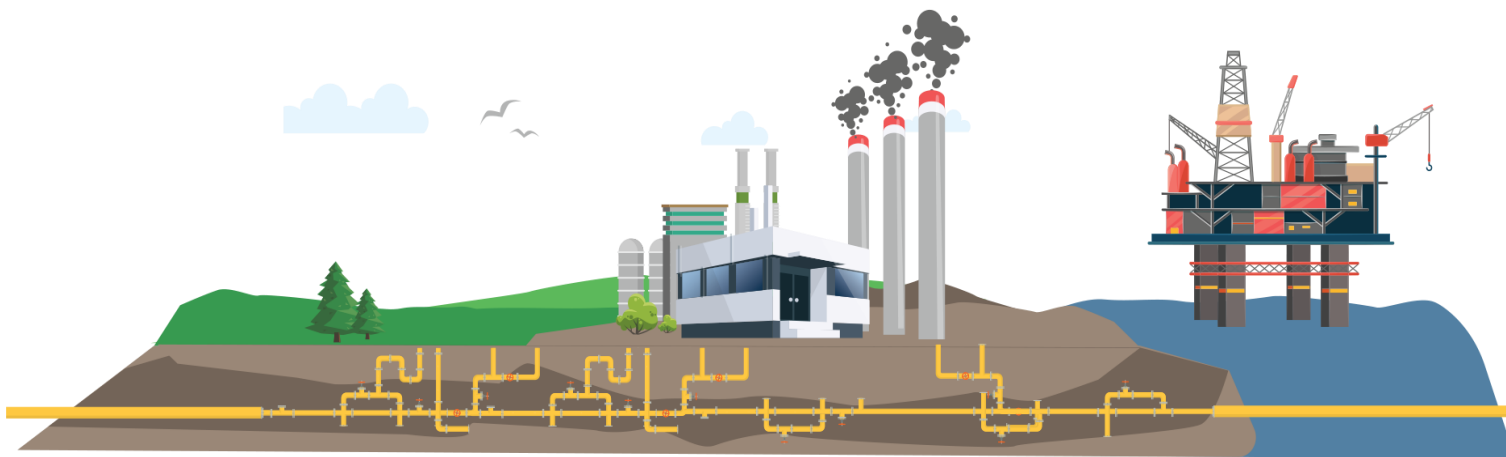
אגף איכות אוויר ושינוי אקלים

ספטמבר 2022



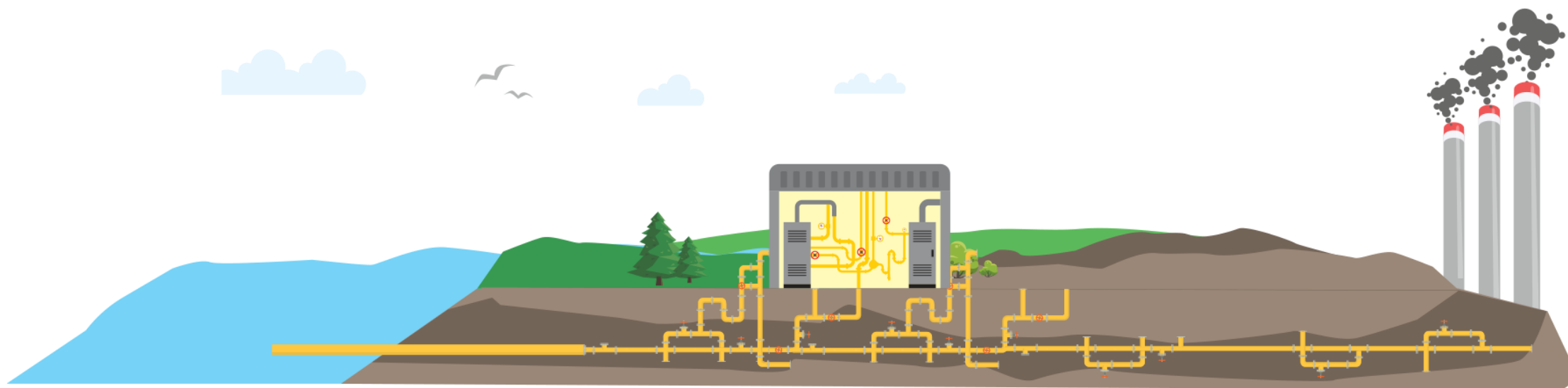
**פליטות פחמן דו חמצני בשריפת מתאן
בתחנות כוח גזיות**

**גז מתאן - פוטנציאל התחממות של פי 84
על פני 20 שנה ופי 28 על פני 100 שנה
בהשוואה לפחמן דו חמצני**



נדרשת הפחתה מהירה בפליטות מתאן כבר בעשור הקרוב (IPCC)

ישראל עדיין משקיעה בתשתיות פוסיליות חדשות



- הקמת תחנות כוח גזיות בהספק של 1,400 מגה וואט עד 2030
- עלות של כ-5.5 מיליארד ₪
- המשך פיתוח רשת חלוקת הגז
- קיבוע התלות בתשתיות גז
- קידום תמ"אות להקמת מאות ק"מ של תשתיות הולכת גז
- עלות של מיליארדי ₪ (עלות ממוצעת של 3-5 מלש"ח לק"מ)

אורך החיים של תשתיות גז חדשות 30-40 שנה



מטרות

מיפוי וכימות הפליטות השנתיות של מתאן מכלל שרשרת ההפקה והאספקה
של גז מחצבים במדינת ישראל (באר – צרכן קצה)
פעולות לשיפור האומדן



**מתודולוגית כימות הפליטות על פי מדריך ה IPCC מציגה שלוש
רמות חישוב ברמות דיוק שונות עבור כל מקטעי השרשרת
מתודולוגיה זו מקובלת ונמצאה מתאימה לכימות פליטות מתאן
באומדן זה**

בנוסף, לצורך בדיקה והשוואת כימות הפליטות, בוצעה סקירה של מצאי פליטות מתאן ובחינת שיטות החישוב בהן נעשה שימוש בארבע במדינות שונות בעולם

מצאי פליטות גז"ח
נורווגיה

מצאי פליטות גז"ח
בריטניה

מצאי פליטות גז"ח
אוסטרליה

מצאי פליטות גז"ח
ארה"ב

מתודולוגית IPCC – חישוב פליטות לפי רמות (Tiers) דיוק שונות

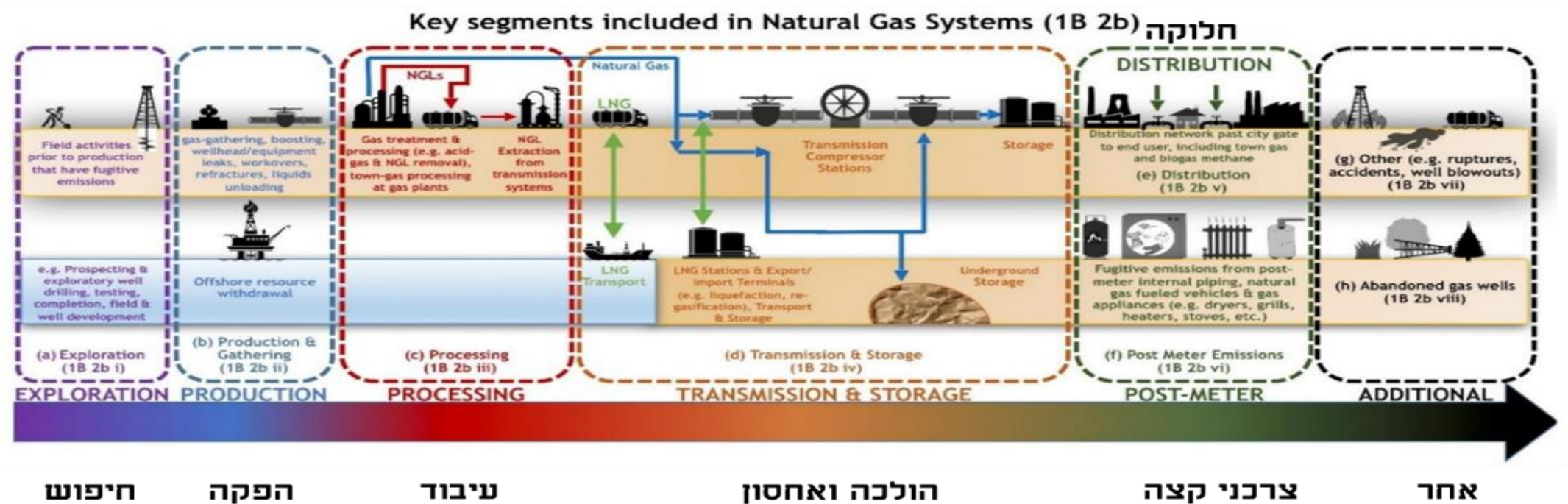
Tier 3 – העדיפות הגבוהה ביותר ניתנה להערכות חישוב פרטניות מאתרים ספציפיים, עבורם קיימים ממצאי ניטור ודיגום בפועל

Tier 2 – מקדמי פליטה מותאמים ספציפית למדינה

Tier 1 – מקדמי בררת מחדל

מתודולוגית IPCC – מיפוי וחלוקה למקטעים של מקורות הפליטה לאורך השרשרת

בהתאם למתודולוגיה המפורטת במדריך IPCC, בוצעה חלוקה והערכת פליטות מתאן מכל מקטע בשרשרת ההפקה בישראל



מיפוי שרשרת ההפקה והאספקה של גז מחצבים בישראל



בארות הפקה ימיות וצנרת ימית

10 בארות הפקה ימיות,
575 ק"מ של צנרת ימית



בארות נטושות

15 בארות ימיות נטושות (מרי B),
בארות נטושות של מאגר יבשתי
"ראש זוהר"



הפקה ועיבוד

אסדות הגז לווייתן ותמר ומתקן העיבוד
היבשתי באשדוד (AOT)
אסדת כריש (החל מסוף 2022)



צרכני קצה

11.8 BCM גז מחצבים נצרכו במדינת
ישראל בשנת 2020, 226 כלי רכב
המונעים בגז מחצבים



מערכת ההולכה

4 תחנות קבלת גז, 613 ק"מ צנרת
יבשתית, 106 ק"מ צנרת ימית, 52
תחנות PRMS, 85 תחנות הגפה



מערכת החלוקה

424 ק"מ צנרת מוגזת, 125 תחנות
PRMS

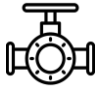


אחסון וייבוא LNG

מקשר ימי ומגזזת מול חופי
חדרה (גיבוי)

מקורות הפליטה מהמקטעים השונים בשרשרת ההפקה ואספקה

דליפות (Leaking) - פליטות לא מבוקרות מרכיבי ציוד כגון מדחסים, מגופים, מחברים אוגנים וכיוב' (כלל המקטעים)



שריפה בלפיד (Flaring) - פליטות משריפת עודפי גזים במצבי שיגרה, תחזוקה וחרום (אסדות הגז)



נישובים (Venting) - שחרור גזים ללא שריפה ממערכות וונט במצבי תפעול, תחזוקה, חרום (AOT), מתקני (PRMS/PRS)



מתודולוגית IPCC - רמות כימות הפליטות מהמקטעים השונים בישראל



יתר המקטעים
חיפוש, הולכה, חלוקה, צרכני
קצה, LNG

כימות על בסיס מקדמי פליטה גנריים

(Tier 1)



מקטע הפקה ועיבוד
אסדות הגז לווייתן ותמר ומתקן העיבוד
היבשתי באשדוד (AOT)

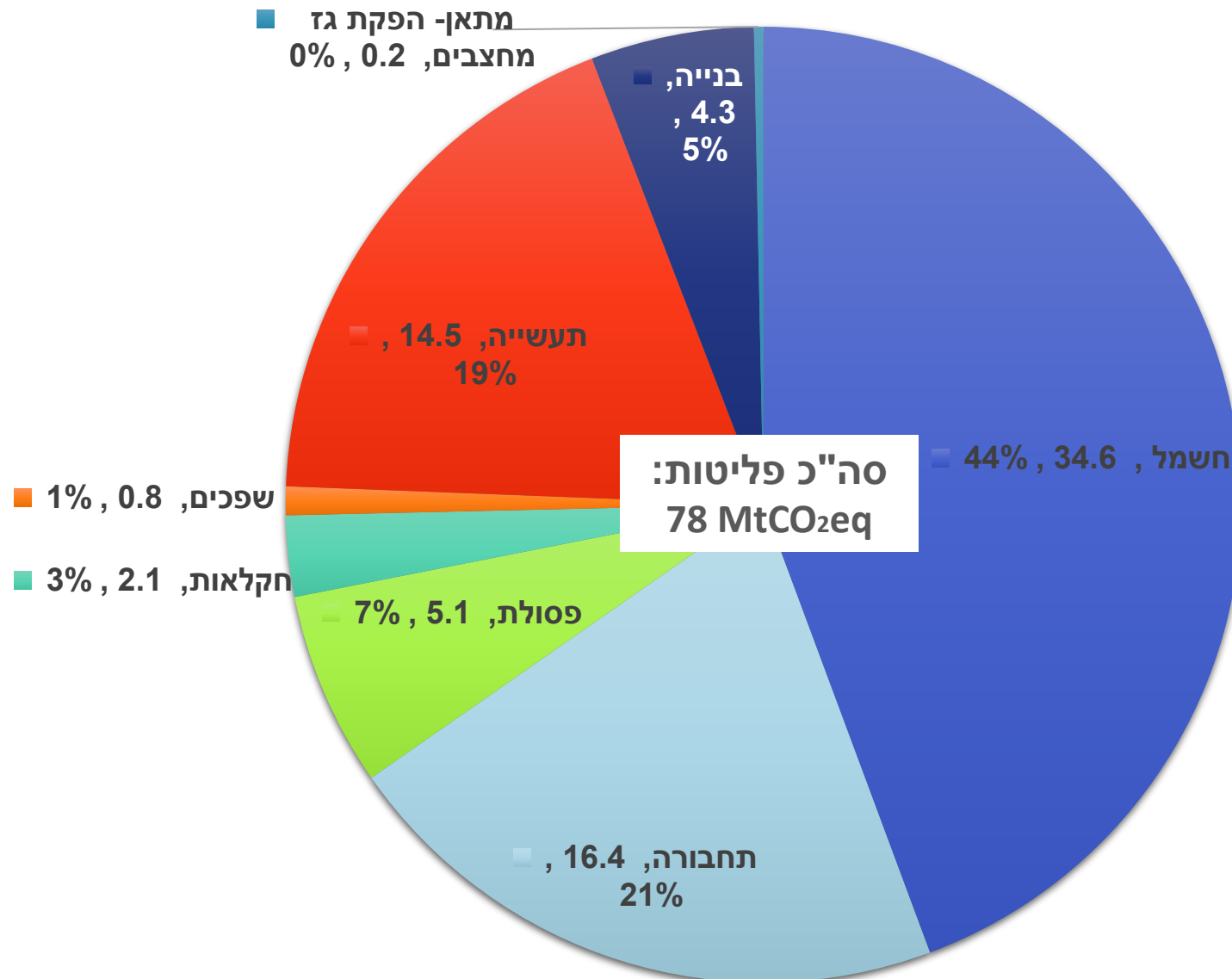
כימות על בסיס ממצאי ניטור דיגום
והערכות חישוב פרטניות

(Tier 3)

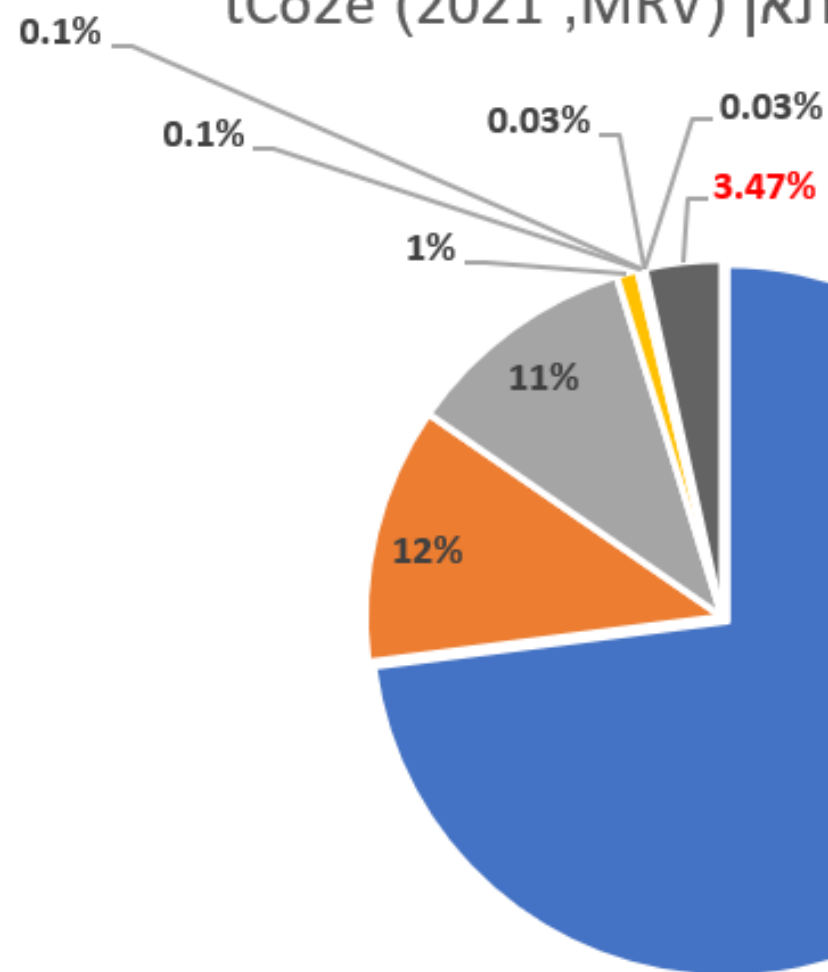
אומדן פליטות בישראל מגז מחצבים המופק מתמר ולוויתן – שנת 2020 (טון מתאן/שנה)

מקטע	מקדמי Tier 1 של IPCC - כל הטווח	מקדם Tier 1 של IPCC - מתאים	פליטות מדווחת ע"י הגורם הפולט	כמות הפליטות שהוערכה באומדן זה	רמת חישוב (Tier)	הערות
חיפוש	-	-	-	-	-	על פי מדריך ה - IPCC הפליטות ממקטע החיפוש הן זניחות. במידה וקימות במהלך קידוחים לצורך מבחני הפקה, קיימים אמצעי איטום לבארות ועודפי גזים מנותבים לשריפה בלפיד
הפקה (אסדות)	45,394	45,394	359	359	Tier 3	דיווחי מפל"ס לשנת 2020 מאסדות תמר ולוויתן (ללא שריפת דלקים). בהתאם להנחיית הממונה לביצוע אומדן פליטות מתאן.
בארות הפקה ימיות וצנרת ימית (חלק ממקטע ההפקה)	-	-	-	2	משולב	ללא התייחסות פרטנית בעולם, מוערך ע"פ המלצת רגולטורים מארה"ב והעקרון המתואר במדריך של IPCC
עיבוד (AOT)	6,150 – 15,006	6,150	80	80	Tier 3	דיווחי מפל"ס לשנת 2020 ממתקן AOT (ללא שריפת דלקים). יחד עם זאת, ראינו שניתן לשפר את דיוק החישובים על בסיס TIER-3 ובכוונת המשרד לדרוש ביצוע מדידות נוספות בחידוש היתר הפליטה למתקן
מערכת ההולכה	1,496 – 53,760	1,496	53.5	1,496	Tier 1	בהערכה הפרטנית שבוצעה ע"י נתג"ז, אין כימות דליפות לפי מתודולוגיה המקובלת על המשרד עבור דליפות מהצנרת. באומדן זה נעשה שימוש במקדם המתאים לאורך צנרת.
אחסון וייבוא LNG (חלק ממקטע ההולכה)	1,682	1,682	-	1,682	Tier 1	המקשר הימי (נתג"ז) והמגזזת מול חופי חדרה (חח"י)
חלוקה	98 – 730	496	1.1	496	Tier 1	ההערכה הפרטנית המקומית (משרד האנרגיה) הקיימת מניחה כי אין דליפות
צרכני קצה	4,748	4,748	-	4,748	Tier 1	הרוב המוחלט מיוחס לדליפות מצנרת פנימית במפעלים ותחנות כוח
פליטות אחרות	-	-	-	-	-	אירועים לא שגרתיים שאינם כלולים במקטעים אחרים
בארות נטושות	0.00001 – 0.03	0.004	-	0.004	Tier 1	15 בארות מרי-B בלבד, לא כולל הבארות היבשתיות של מאגר "ראש זוהר"
סה"כ פליטות מכלל המקטעים במדינת ישראל	59,568 – 121,320	59,966	496	8,863		

פליטות גזי חממה בישראל 2020 | MT_{CO2eq}



פילוח פליטות מתאן (MRV, 2021) tCo2e



פסולת חקלאות שפכים תחבורה חשמל תעשייה בניינים אחר שרשרת הפקת גז (2020, ללא שימוש)

שיקולים לתעדוף רמת TIRE 3 לכימות הפליטות

שיקולים לשימוש ב TIER 3 במקטע ההפקה בישראל

✓ לפי IPCC, רמת החישוב Tier 1 נתונה לאי וודאות משמעותית והיא עלולה להוביל בקלות להערכות השגויות בסדר גודל אחד או יותר. לכן יש להשתמש בה כמוצא אחרון

make efforts to ensure that emission factors are nationally and temporally appropriate. A Tier 1 approach is the simplest method to apply but is susceptible to substantial uncertainties and may easily be in error by an order-of-magnitude or more. For this reason, it should only be used as a last resort option. Where a Tier 3 approach is used

✓ לפי IPCC, לפחות אחד ממקדמי הפליטה בכל מקטע מתייחס לתפוקת הגז מכיוון שבחלק מהמדינות היא הנתון הסטטיסטי היחיד הזמין, אך יחד עם זאת, פליטות לא-מוקדיות עשויות להיות תלויות יותר בגורמים אחרים

Several options for activity data are available for many of the factors. For each segment, at least one factor option has been related to throughput, because production, imports and exports, and consumption are often the only national oil and gas statistics that are consistently available in many countries. However, fugitive emissions may be more dependent on other factors. An improved basis for estimating emissions for many sources might use other

ע"פ מקדמי ה- IPCC מקטע ההפקה מתבסס על תפוקה בלבד

עבור מקטע ההפקה במדינת ישראל (אסדות הגז) קיימים נתוני ניטור ודיגום המאפשרים שימוש ב TIER 3 לכימות פליטות המתאן

בקרת איכות על הפערים בפליטות לפי שיטות החישוב TIER 3 ו TIER 1

ממקטע ההפקה – אסדות הגז תמר ולויתן

359 טון מתאן/שנה – כימות פליטות על בסיס מדידות (מפל"ס, Tier 3)

לעומת

45,394 טון מתאן/שנה – כימות פליטות על בסיס מקדמי פליטה (Tier 1, מקדם זה מבוסס על תפוקה בלבד)

אמצעי הפחתת פליטות מתאן באסדות בישראל

- ✓ שריפה של גזים עודפים בלפידים הן בשגרה והן בחרום
- ✓ שימוש ברכיב ציוד מועטי פליטות
- ✓ השבה של גזים עודפים מתהליך ייבוש גז
- ✓ שימוש באוויר דחוס כגז מכשירים (instrument gas)
- ✓ שימוש בחנקן כגז אטימה בלפידים (purge)
- ✓ יישום תוכנית LDAR ובדיקת דליפות בשיטת OGI

המשרד להגנ"ס מבצע פיקוח ובקרה על ביצוע המדידות והדיווחים

אמצעי הפחתת הפליטות במקטע ההפקה בישראל מצביעים על הפער בין מקדם הגנרי (Tier 1) לבין חישוב פרטני (Tier 3)

בקרת איכות: הסבר לפער בין פליטות מחושבת לפי TIER 1 ל TIER3 במקטע ההפקה

ללא שריפה בלפיד היקפי פליטות המתאן באסדת לווייתן היו כ 11,500 טון לשנה לעומת כ 300 טון עם שריפה בלפיד

ללא שריפה בלפיד היקפי פליטות המתאן באסדת תמר היו כ 4,313 טון לשנה, לעומת כ 61 טון עם שריפה בלפיד

דיווח מפל"ס לשנת 2020 - אסדת לווייתן		חישוב פליטות תאורטי- ללא הפחתות	
Source	Result (Kg/Year)	Result (Kg/Year)	
combustion	1,179	1,179	
HP Flare	227,720	11,386,000	cold vent
LP Flare	718	35,900	cold vent
Pilots	822	-	ללא פיילוט
Fugitive Liquids	1	1	
Fugitive NG	77,975	77,975	
Fugitive Storage tanks	220	220	
Summary (Kg/Year)	308,635	11,501,275	
Summary (Ton/Year)	309	11,501	

דיווח מפל"ס לשנת 2020 - אסדת תמר		חישוב פליטות תאורטי- ללא הפחתות	
Source	Result (Kg/Year)	Result (Kg/Year)	
combustion	9,226	9,226	
HP Flare	16,060	803,000	cold vent
LP Flare	975	48,750	cold vent
Pilots	2,354	-	ללא פיילוט
Fugitive Liquids	1	1	
Fugitive NG	32,428	32,428	
Fugitive Storage tanks	-	-	
TAG+MEG regeneration process	-	3,420,000	99.20%
Summary (Kg/Year)	61,044	4,313,405	
Summary (Ton/Year)	61	4,313	

total (Ton/Year)	370	15,815	
------------------	-----	--------	--

שריפת גזים בלפיד מפחיתה 98% מהפליטות המתאן (כ־2 סדרי גודל)

כימות פליטות לא מוקדיות- אסדות לויתן ותמר

שימוש ברכיב ציוד מועטי פליטות, יישום תוכנית LDAR ובדיקת
דליפות בשיטת OGI לאורך זמן, מביאים להפחתה של כ 85%
מהפליטות הלא מוקדיות מרכיבי ציוד

דיווח מפל"ס לשנת 2020 - אסדת לויתן	
Source	Result (Kg/Year)
combustion	1,179
HP Flare	227,720
LP Flare	718
Pilots	822
Fugitive Liquids	1
Fugitive NG	77,975
Fugitive Storage tanks	220
Summary (Kg/Year)	308,635
Summary (Ton/Year)	309
דיווח מפל"ס לשנת 2020 - אסדת תמר	
Source	Result (Kg/Year)
combustion	9,226
HP Flare	16,060
LP Flare	975
Pilots	2,354
Fugitive Liquids	1
Fugitive NG	32,428
Fugitive Storage tanks	-
TAG+MEG regeneration process	-
Summary (Kg/Year)	61,044
Summary (Ton/Year)	61

פליטות מתאן מאסדות גז בנורווגיה ביחס לאסדות תמר ולוויתן

שם המתקן	מפעיל	כמות הפליטה המדווחת לשנת 2019 TON/Year	נפח ייצור BCM/Year	פליטה סגולית מדווחת TON/BCM	פליטה לפי מקדם IPCC TON/Year
Troll	EQUINOR ENERGY AS	472	35	14	102,172
Oseberg	EQUINOR ENERGY AS	401	14	28	42,036
Åsgard	EQUINOR ENERGY AS	1,586	13	124	37,611
Gullfaks	EQUINOR ENERGY AS	1,403	10	139	29,718
(2020)Tamar	Chevron	61	8	7	24,108
(2020)Leviatan	Chevron	309	7	43	21,286
Visund	EQUINOR ENERGY AS	115	6	19	17,787
Skarv	AKER BP ASA	259	6	43	17,555
מקדם פליטה (IPCC) הינו 2,940 TON/BCM					

הפליטת מאסדות תמר וליוויתן הן עבור שנת 2020. יצוין כי בשנת 2020 נפלטו מאסדת לוויתן פליטות לא שגרתיות

קיים הבדל של כשני סדרי גודל בין כימות פליטות תאורטי ע"פ מקדם ה IPCC (Tier 1) לבין דיווח פליטות המתאן בנורווגיה

בקרת איכות על הפערים בפליטות לפי שיטות החישוב TIER 3 | TIER 1

פליטות ממקטע העיבוד

דיווח פליטות מתאן ממתקן AOT – דיווח שנתי לשנת 2020

80 טון מתאן/שנה – כימות פליטות על בסיס מדידות והחישובים הנדסיים (מפל"ס, Tier 3),

6,150 טון מתאן/שנה – כימות פליטות על בסיס מקדמי פליטה (Tier 1), מקדם זה מבוסס על תפוקה בלבד)

מקדם פליטת מתאן	ייעוד מקדם הפליטה
1.83 טון/מיליון מ"ק גז מעובד	תהליכי עיבוד שבהם לא מבוצע LDAR או מבוצע LDAR באופן מוגבל, <u>או</u> שפחות מ- 50% מהמדחסים הצנטריפוגליים הינם בעלי איטום יבש (dry seal)
1.65 טון/מיליון מ"ק גז מופק	
0.75 טון/מיליון מ"ק גז מעובד	תהליכי עיבוד שבהם מבוצעת תוכנית LDAR מקיפה, ובמרבית המדחסים הצנטריפוגליים קיים איטום יבש (dry seal)
0.57 טון/מיליון מ"ק גז מופק	

הערה: הפליטות המדווחות ממקור הפליטה VENT מתבססות על חישוב הנדסי ולא על מדידה בפועל, לכן

נדרש לשפר את החישובים על בסיס TIER-3 ובכוונת המשרד לדרוש מדידות בחידוש היתר הפליטה למתקן

בקרת איכות על הפערים בפליטות לפי שיטות החישוב TIER 3 | TIER 1

מקטע ההולכה

56 טון מתאן/שנה - כימות הפליטות ע"פ דיווח נתג"ז למשרד האנרגיה (Tier 3)

1,496 טון מתאן/שנה - כימות הפליטות על בסיס מקדמי פליטה (Tier 1) כימות הפליטות בוצע ע"י שימוש במקדם לפי אורך צנרת)

בהערכת הפליטות שבוצעה ע"י חברת נתג"ז, כימות הדליפות לא בוצע לפי מתודולוגיה המקובלת על המשרד (דליפות מהצנרת הוערכו ע"י בדיקה במי סבון), בנוסף, נמצאו פערי מדידה בין כמות הגז הכוללת שסופקה למשק הישראלי לבין הכמות שנצרכה.

לפיכך, כימות הפליטות עבור מקטע זה בוצע לפי מקדמי Tier 1 של IPCC. דיוק הכימות ושימוש ב TIRE 3 עבור מקטע זה

יתאפשר לאחר שיפור הכימות ע"י מדידות בפועל (LDAR, OGI)

בחירת מקדמי Tier 1 של ה IPCC עבור המקטעים בישראל

מקטע	תנאי לשימוש במקדם IPCC	מקדם פליטת מתאן רלוונטי למקטע במדינת ישראל
הולכה	מערכת הולכה שבהן מבוצעת תוכנית LDAR מקיפה, ובמרבית המדחסים הצנטריפוגליים קיים איטום יבש (dry seal). בישראל, כל תחנות ה- PRMS ותחנות ההגפה עוברות בדיקה לאיתור דליפות באמצעות התזת מי סבון (שיטה חלופית מקובלת לשיטה 21 של ה- EPA). במערכת ההולכה בישראל אין תחנות דחיסה	2.08 טון/ק"מ צנרת
יבוא LNG	יבוא/ייצוא LNG. במדינת ישראל קיימת אוניה מגזזת ומסוף לייבוא LNG מול חופי חדרה	1,660 טון/תחנה
חלוקה	מע' חלוקה שבהן פחות ממחצית מהצנרת עשויה מפלסטיק, או שמבוצע עבורן LDAR מוגבל או לא מבוצע LDAR כלל. במערכת החלוקה בישראל לא מבוצעת כיום תכנית LDAR, וחומרי המבנה אינם ידועים	1.17 טון/ק"מ צנרת

✓ **מקטע החיפוש** - הטמעת דרישות תחת היתר הרעלים של מבצעי פעולות חיפוש שיתקיימו בעתיד לדיווח על פליטות מתאן,

✓ **מקטע הפקה ועיבוד** - הטמעת דרישות נוספות בחידוש היתר הפליטה של מתקן AOT לביצוע מדידות ושיפור ודיוק החישובים על בסיס

3 Tier

✓ **מערכת ההולכה והחלוקה**

- הטמעת דרישות תחת היתר הרעלים לביצוע ניטור דליפות מתחנות ההגפה ומתחנות ה- PRMS
- הטמעת דרישות תחת היתר הרעלים לביצוע בקרה וכיול של מכשירי המנייה והמדידה בתהליכי הולכת הגז,
- הטמעת דרישות תחת היתר הרעלים להוספת קו הצנרת הימית של מערכת ההולכה לתוכנית הניטור התקופתי המבוצע לתשתיות הימיות .

✓ **צרכני קצה** – הטמעת דרישות תחת היתרי פליטה עבור חמשת צרכני הגז גדולים לביצוע כימות פליטות מצנרת גז המחצבים הפנימית באמצעות LDAR, OGI.



הוכן על ידי :

אילן אוחיון, עידן טננבאום - חברת DHVMED, ד"ר רותי קירו – המשרד להגנת הסביבה