



H2  
Ready

# בחינת התכנות לשריפת מימן בתחנות כוח של חברת החשמל

## Roadmap for hydrogen firing in Israel Electric Power Stations

"להסרת כל ספק, המצגת אינה מעידה על כוונה או החלטה של גורם מוסמך בחברה לגבי פעילותה של החברה בנושא שריפת מימן, ובכל מקרה כל פעילות כאמור תיעשה אך ורק בכפוף לבחינה משפטית ולקבלת כלל האישורים הנדרשים לפי כל דין. יובהר: המידע כולו או חלקו עשוי להוות "מידע פנים" כהגדרתו בחוק ניירות ערך, התשכ"ח-1968 והשימוש בו מהווה עבירה על חוק זה אשר עלולות להיות לה השלכות פליליות. על כן אנו מבקשים לשמור מידע זה בסודיות."



# תוכן המצגת

מבוא



היערכות לשריפת מימן בתח"כ של חח"י

מתווה מוצע

סיכום



# יעדי ממשלת ישראל – מעבר לכלכלה דלת פחמן



## התייעלות באנרגיה

ירידה שנתית של 1.3% בעצימות האנרגיה (TWh / Million NIS)



## הפסקת השימוש בפחם

הפסקת השימוש בפחם לייצור חשמל עד שנת 2026



## הפחתת פליטות במשק החשמל

הפחתה של כ-30% מפליטות גזי החממה במשק החשמל עד 2030  
הפחתה של כ-85% מפליטות גזי החממה במשק החשמל עד 2050



## יעדים לתחבורה

עליה של 3.3% מפליטות גזי חממה בלבד בשנת 2030\*  
הפחתה של 96% מפליטות גזי חממה בשנת 2050



## יעדים לתעשייה

הפחתה של 30% מפליטות גזי חממה בשנת 2030  
הפחתה של 56% מפליטות גזי חממה בשנת 2050



## אנרגיות מתחדשות

30% מייצור החשמל ב-2030 יהיה ממקורות מתחדשים

\*רכבים פרטיים חדשים יפלטו בממוצע רק 5% מהפליטות הממוצעות ב-2020

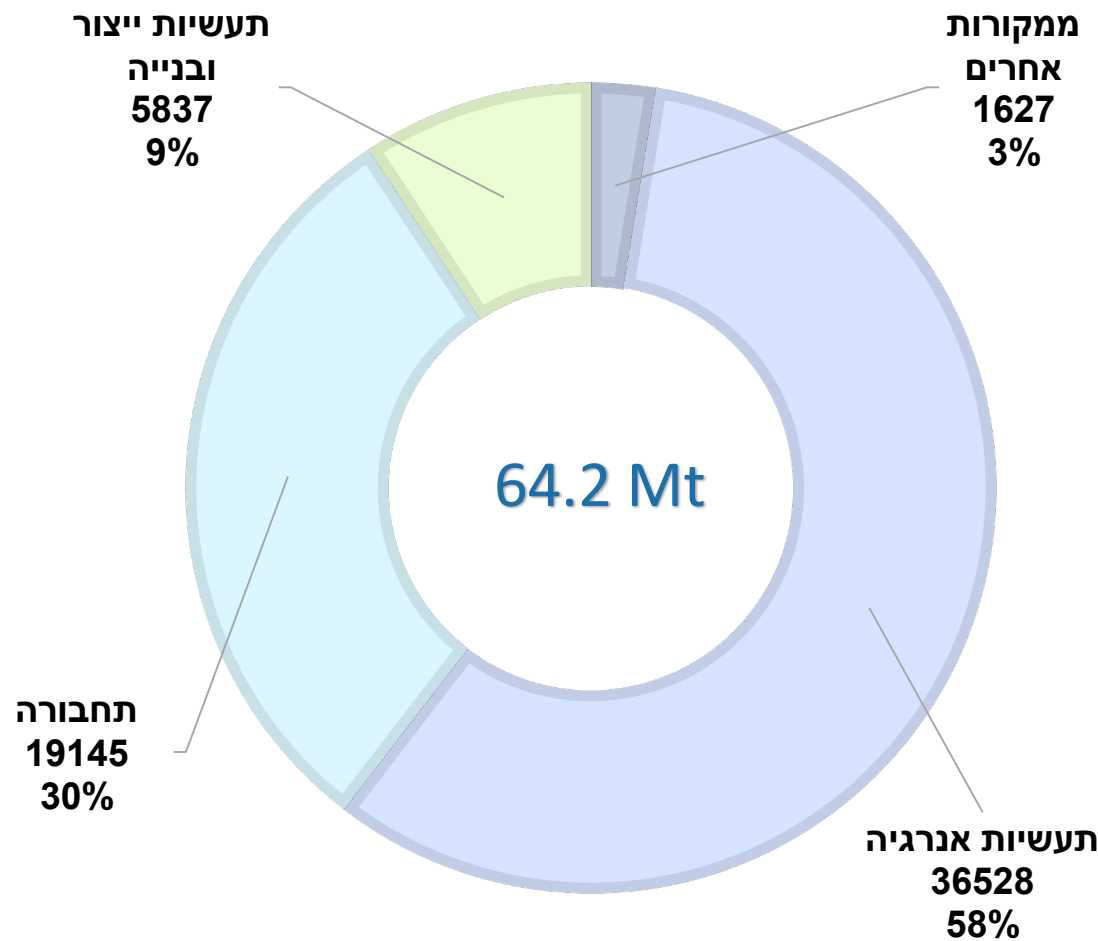
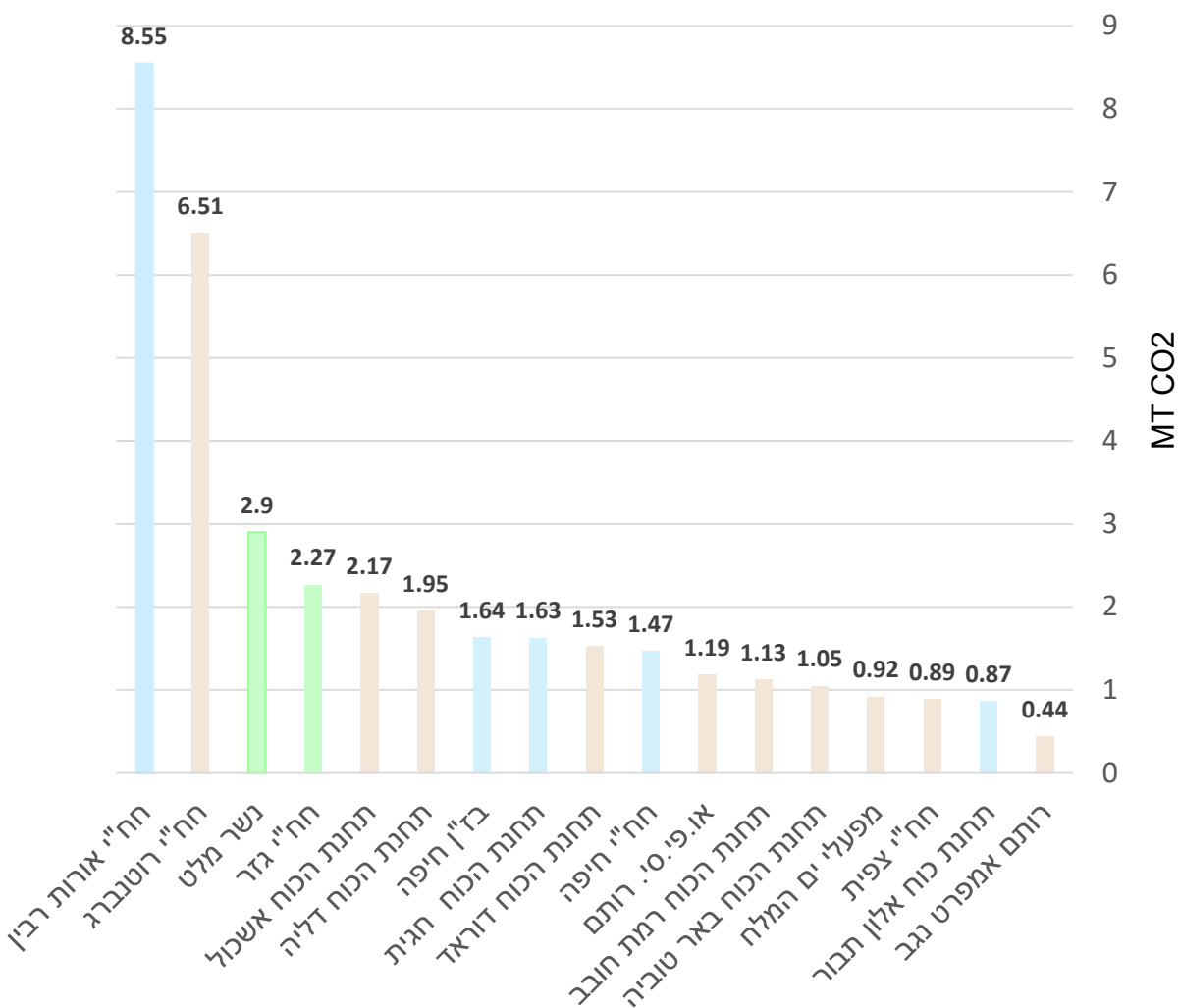
**טיוטת חוק האקלים כוללת יעד של לפחות 30% הפחתת פליטות ב-2030 (ביחס ל-2015) ואיפוס פליטות ב-2050**



# תמהיל פליטות פחמן דו חמצני במשק האנרגיה הישראלי

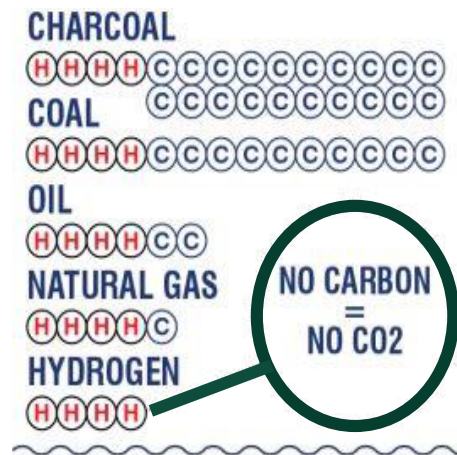
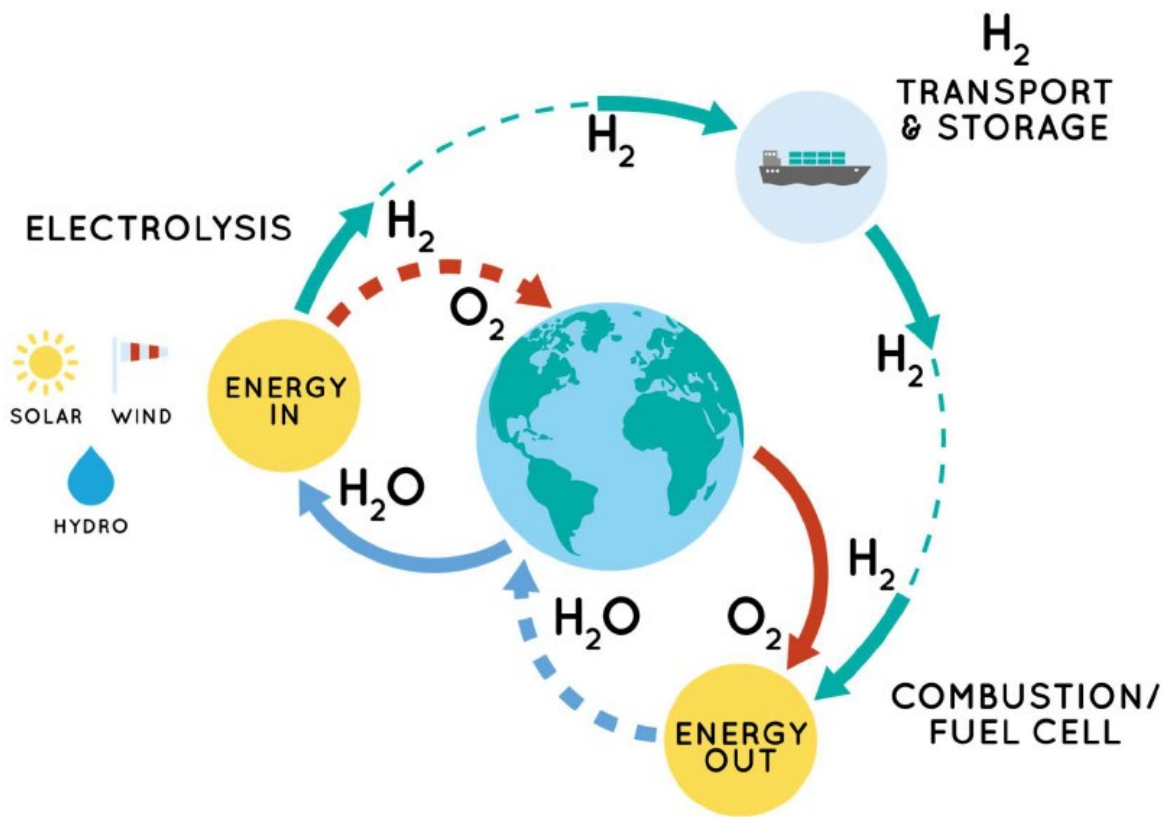
מפעלים הפולטים מעל לחצי מיליון טון פד"ח בשנה (2022)

פליטות פד"ח ישירות בישראל 2022





# יתרונות שרשרת ייצור, אספקה ושימוש במימן

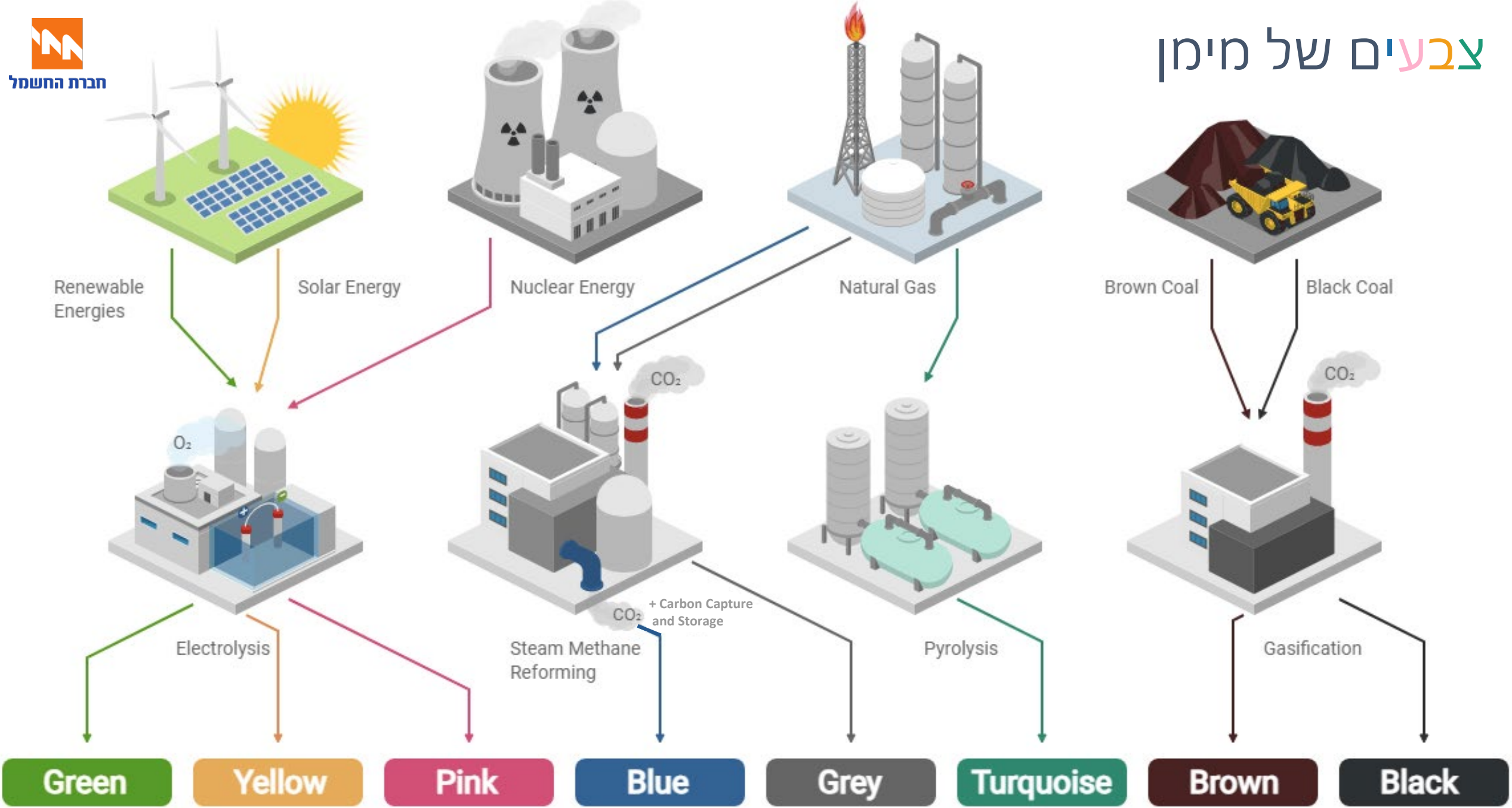


חנקן, פחמן דו חמצני, אפר, מים, תחמוצות חנקן וגופרית



חומר בעירה (דלק)

חמצן (אוויר)





# אסטרטגית משרד האנרגיה לאיפוס פליטות 2050

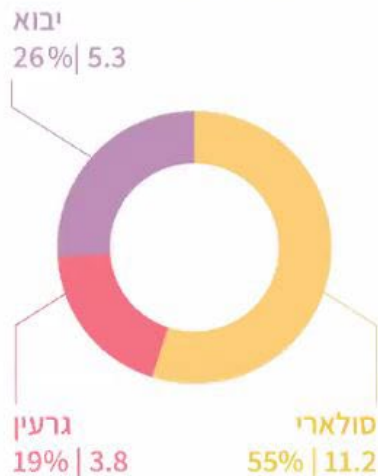
## השוואת תרחיש האיפוס

מתווה לאיפוס פליטות גזי חממה ממשק האנרגיה בישראל עד 2050

אוגוסט 2024

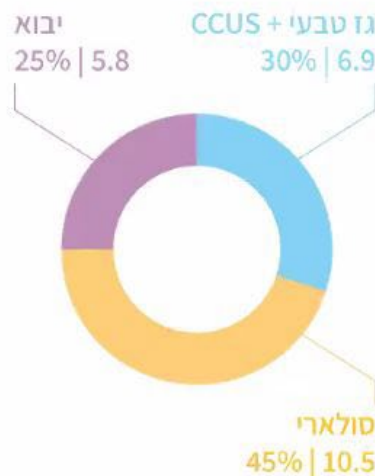
### התרחיש האדום

אנרגיה גרעינית



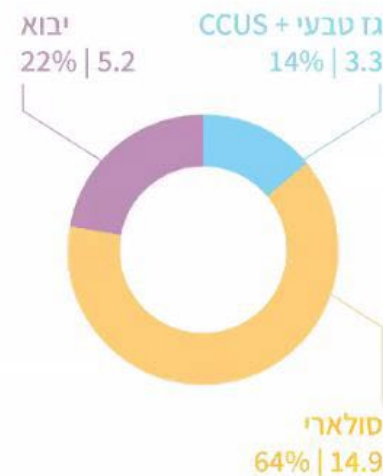
### התרחיש הכחול

מימן כחול

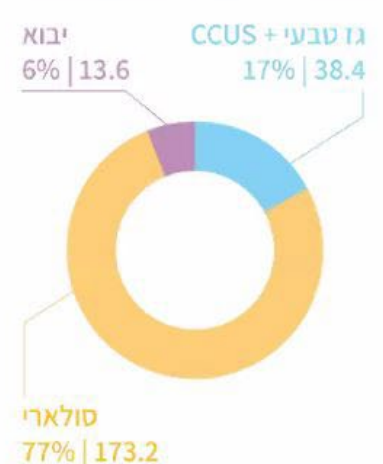
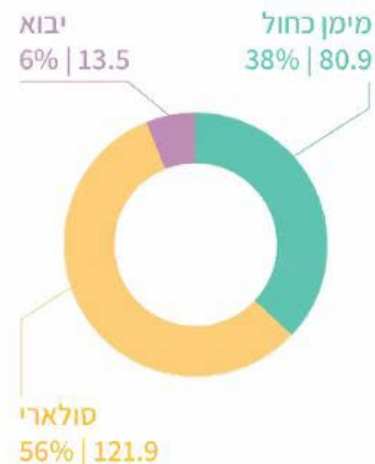
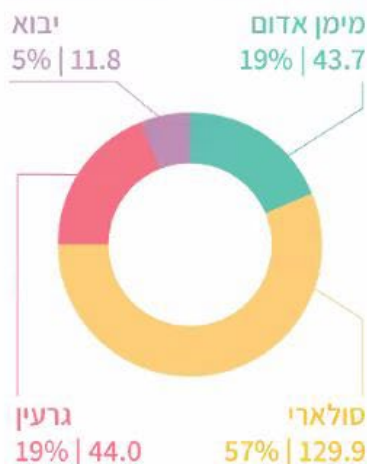


### התרחיש הצהוב

אנרגיות מתחדשות (סולארי)



מקורות האנרגיה



מקורות החשמל



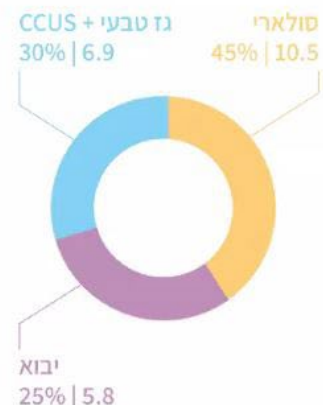
# אסטרטגית משרד האנרגיה לאיפוס פליטות 2050

## התרחיש הכחול

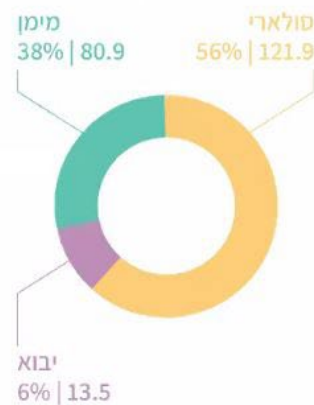
מתווה לאיפוס פליטות גזי חממה ממשק האנרגיה בישראל עד 2050

אוגוסט 2024

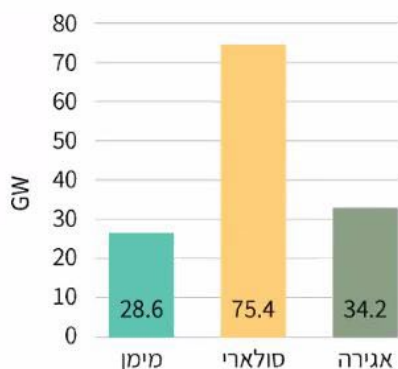
מקורות אנרגיה סופית MToE/y



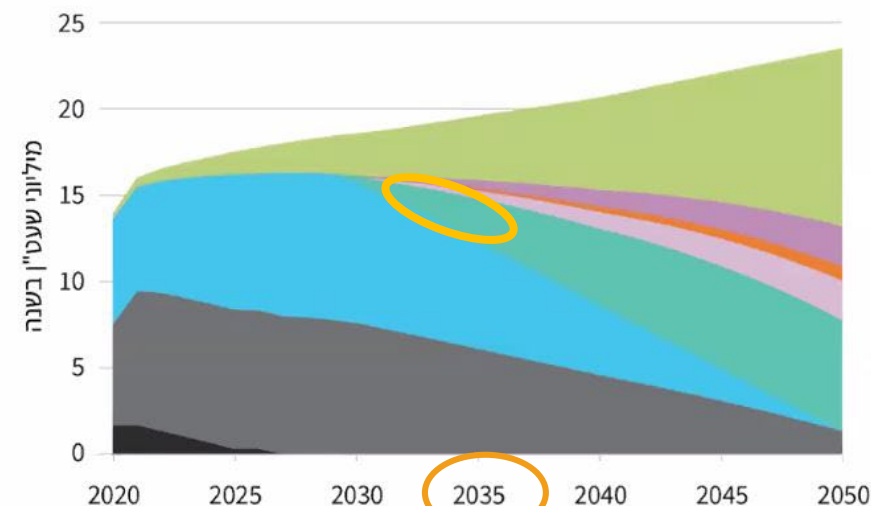
ייצור חשמל TWh/y



הספק מותקן לפי טכנולוגיה



- צורך בהספק משמעותי בטורבינות גז שיוסקו במימן
- יש לפתח תשתיות פיזיות ורגולטוריות לתפיסת והטמנת פד"ח
- כל תחנות הכוח החדשות ידרשו בעתיד להסבה



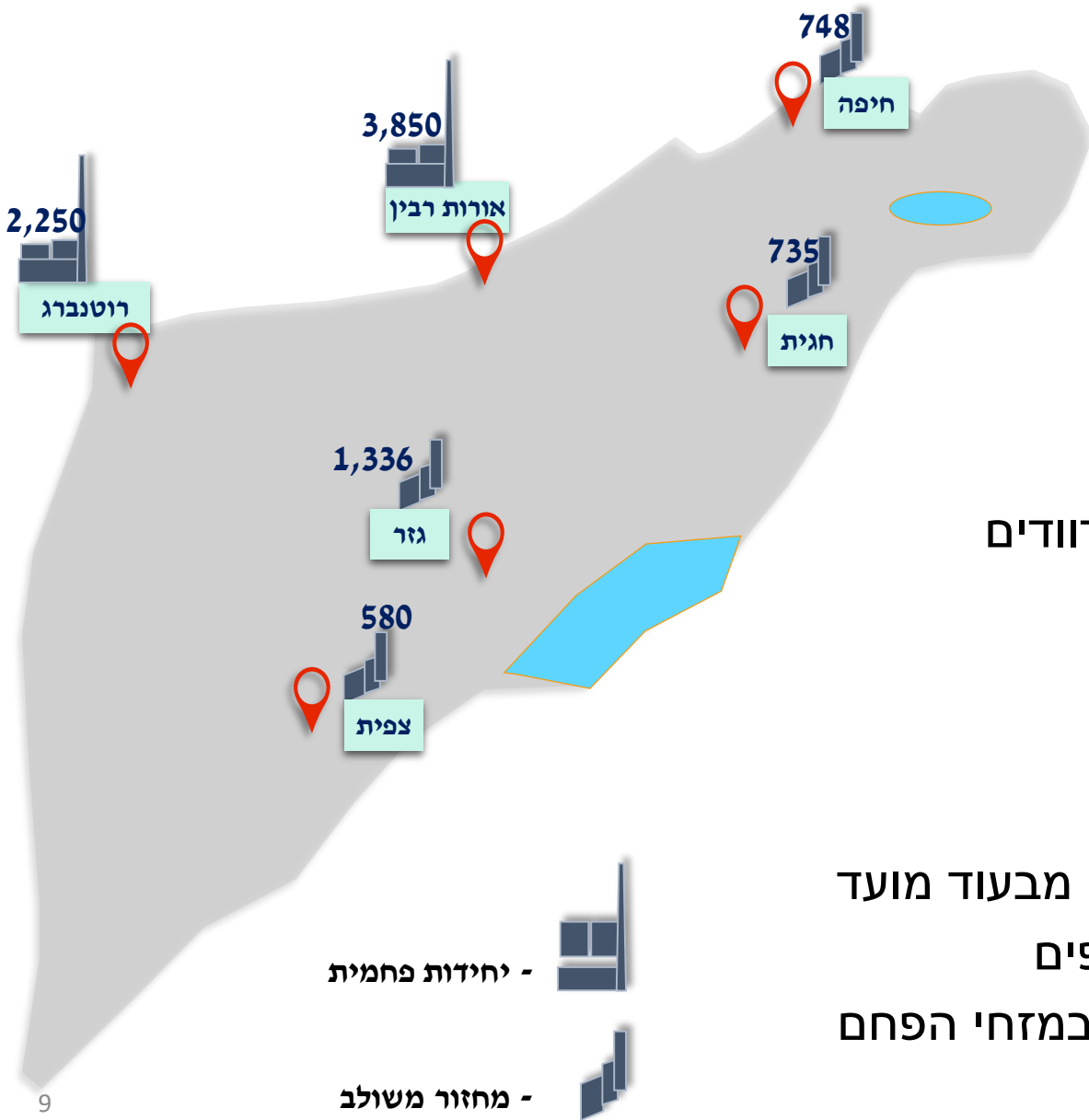
- פחם
- יבוא בצינור
- יבוא חשמל
- יבוא בספינות
- מתחדשות
- דלקים
- גז טבעי
- מימן כחול

באמצעות הסבת יחידות ייצור, חח"י יכולה להביא לשימוש משמעותי במימן במקום גז טבעי כבר ב- 2035





# שריפת מימן בתחנות הכוח של חח"י



חברת החשמל נמצאת בתהליך לבחינת האפשרות להפחתת פליטות פד"ח באמצעות שריפת מימן בתחנותיה

נעשית בחברה פעילות ענפה מאז 2021;

- ✓ סקר ספרות, סקר שוק, פרסום בקשות מידע (RFI)
- ✓ ניתוחים פנימיים ופגישות עם ספקים
- ✓ בדיקת היתכנות לשריפה בדוודים מוסבים לגז עם יצרן דוודים
- ✓ ניסויי שריפה וסימולציות בטכניון
- ✓ בחינת תקינה מתאימה וסקרי סיכונים
- ✓ סיורים בהתקנות בעולם
- ✓ הכנות לביצוע פיילוטים בתחה"כ רוטנברג
- ✓ הכנת תשתית לחיבור צנרת מימן ביחידות המוסבות לגז מבעוד מועד
- ✓ בחינת אפשרויות לייצור מימן כחול בצמוד לאתרים החופים
- ✓ בחינת אפשרות לייבוא מימן באמצעות ספינות ופריקתן במזחי הפחם

# ניסויים וסימולציות לשריפת מימן בטכניון

בניסויים וסימולציות נמצא כי;

ניתן להגיע לשריפה יציבה על ידי דילול תערובת מימן/מתאן באוויר או חנקן

הדילול מאפשר להוריד את הטמפ' ולהקטין פליטות של תחמוצות החנקן הנוצרות בתהליך השריפה

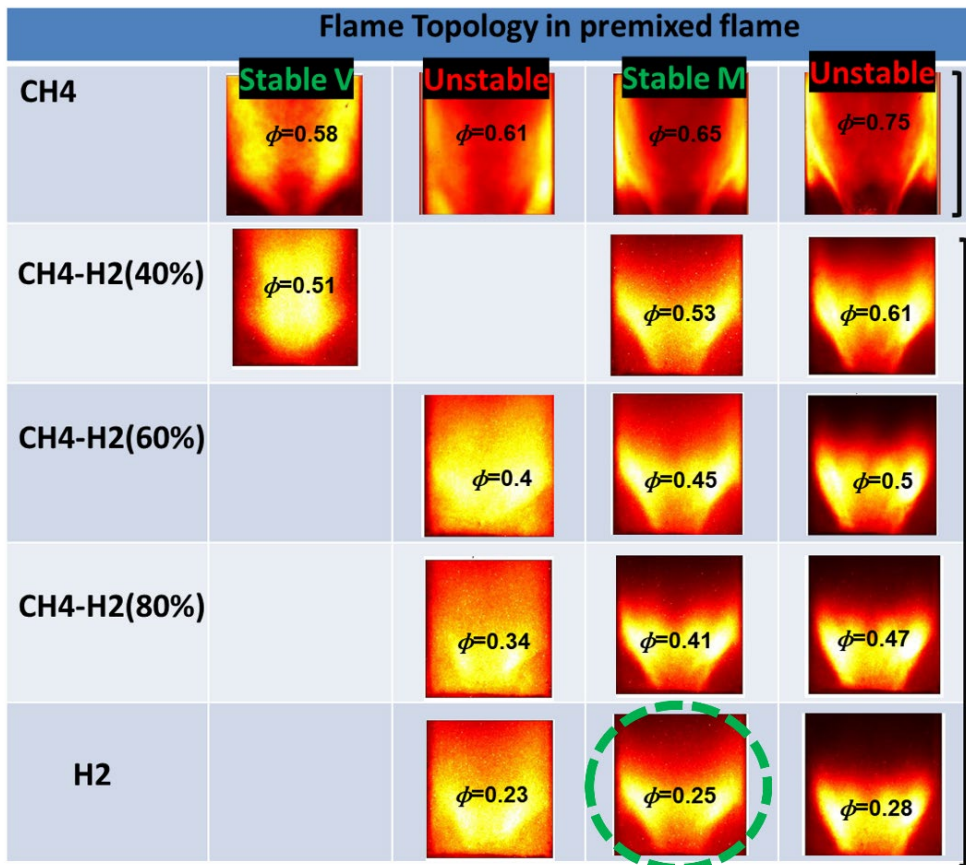
נערכים ניסויים משלימים לאופטימיזציה של אוויר הדילול לשריפה

ב- 2025 צפויים להתבצע ניסויים וסימולציות לשריפת תערובות

מתאן/אמוניה שיאפשרו לבחון את האפשרות להשתמש

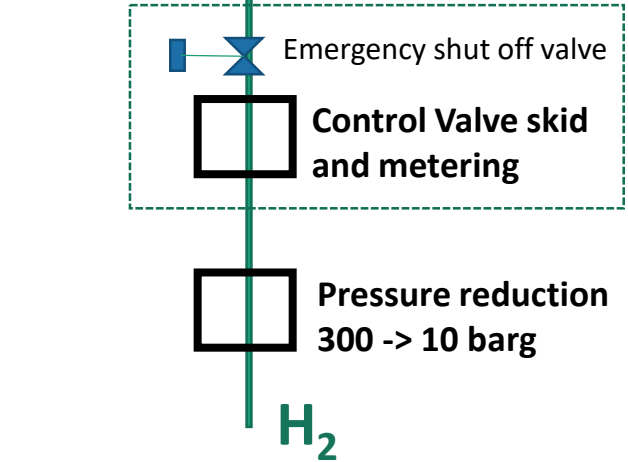
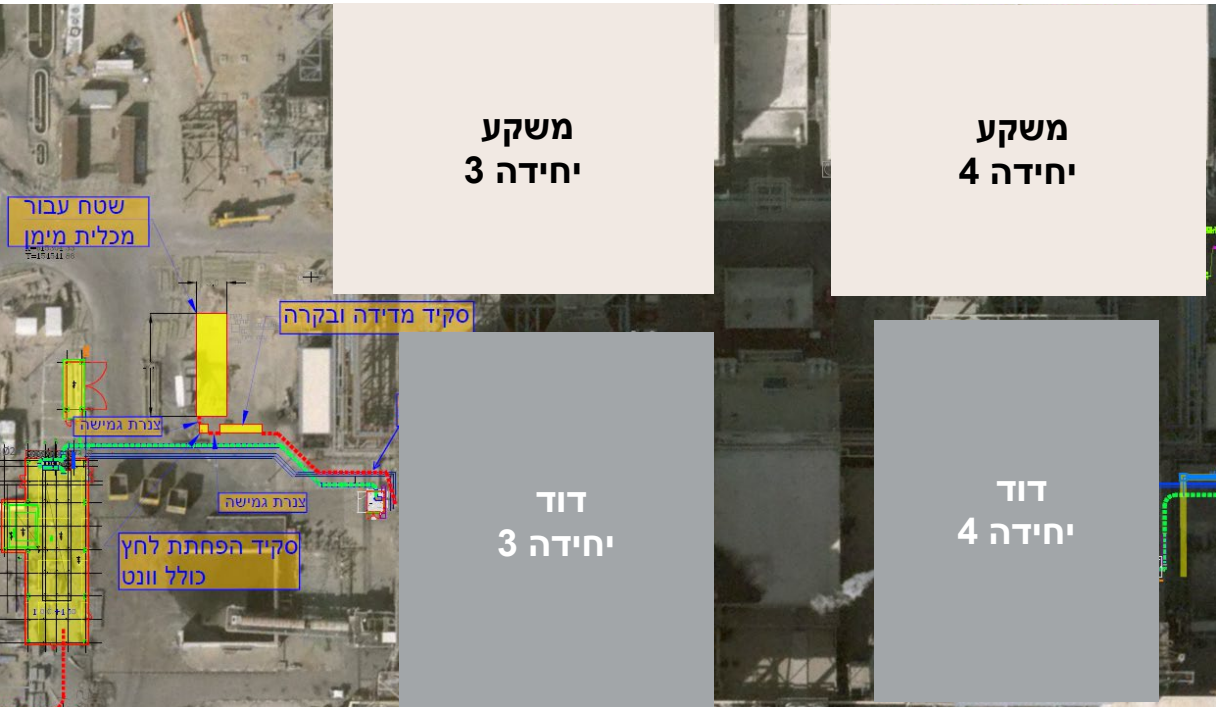
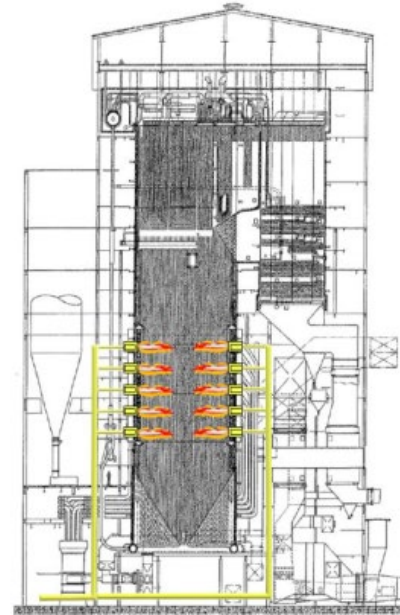
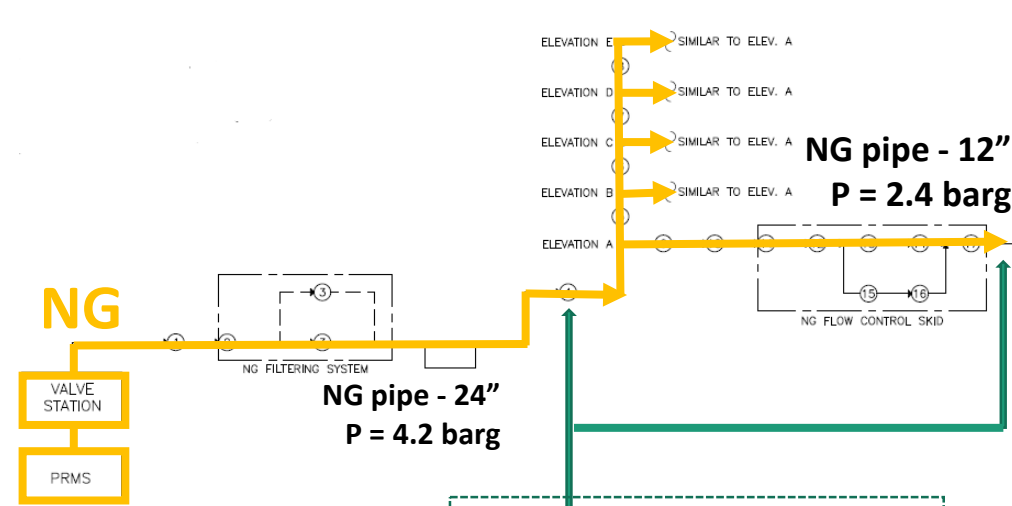
באמוניה, כנשא מוביל למימן, באופן ישיר ללא פירוק מוקדם

שהוא יקר אנרגטית





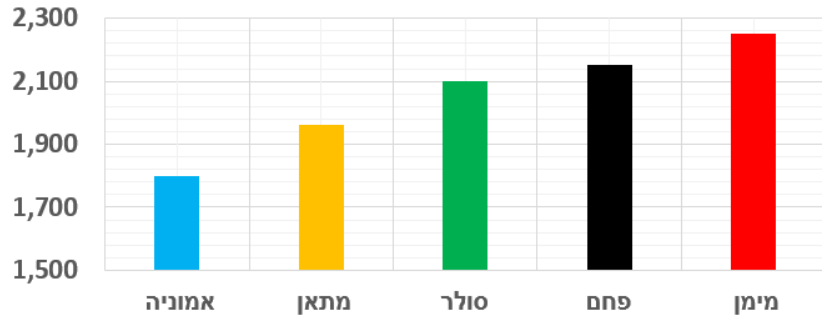
# תצורת פיילוט מתוכנן ברוטנברג 3 – H1 2027





# ניתוחים פנימיים וניתוחי ספקים להשלכות הסבה של דוודי קיטור בחח"י

טמפרטורה אדיאבטית



שיטת השריפה ותאי השריפה הגדולים בדודי הקיטור בחח"י מסייעים להתמודדות עם האתגרים בשריפת המימן



על בסיס בחינות היתכנות שבוצעו, ניתן לשרוף מימן בכמויות גדולות לאחר ההסבה המתוכננת של הדוודים לגז (2026), ללא שינויים משמעותיים בצידוד



אחד מהאתגרים בשריפת מימן הוא הטמפ' האדיאבטית הגבוהה יחסית המובילה ליצירה מוגברת של תחמוצות חנקן



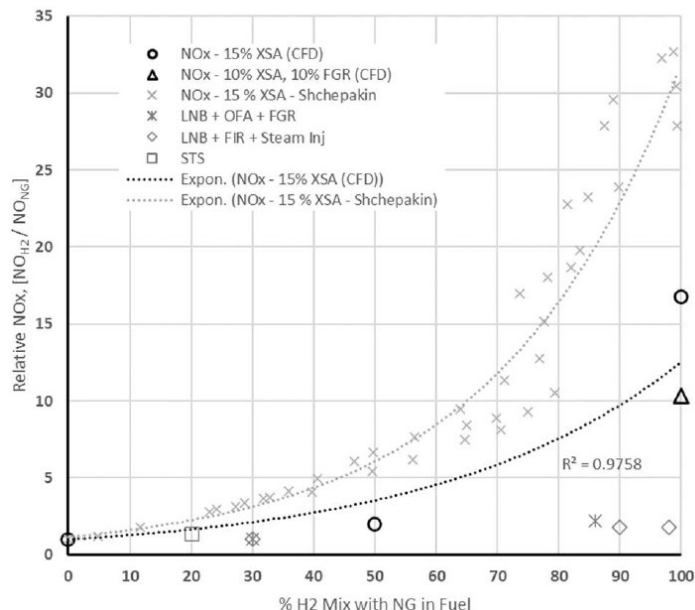
על פי ניתוחים פנימיים, ניתוחי ספקים וסקרי ספרות, ניתן להעריך שתתאפשר עבודה עד כ- 70% נפחי מימן, תוך התגברות על פליטות ה- NOx המוגדלות באמצעות מתקני ה- SCR הקיימים ביחידות



בתערובות עשירות יותר במימן, תידרש ככל הנראה התקנה של מערכות סחרור גזי שריפה מורכבות ועתירות הון ותחזוקה

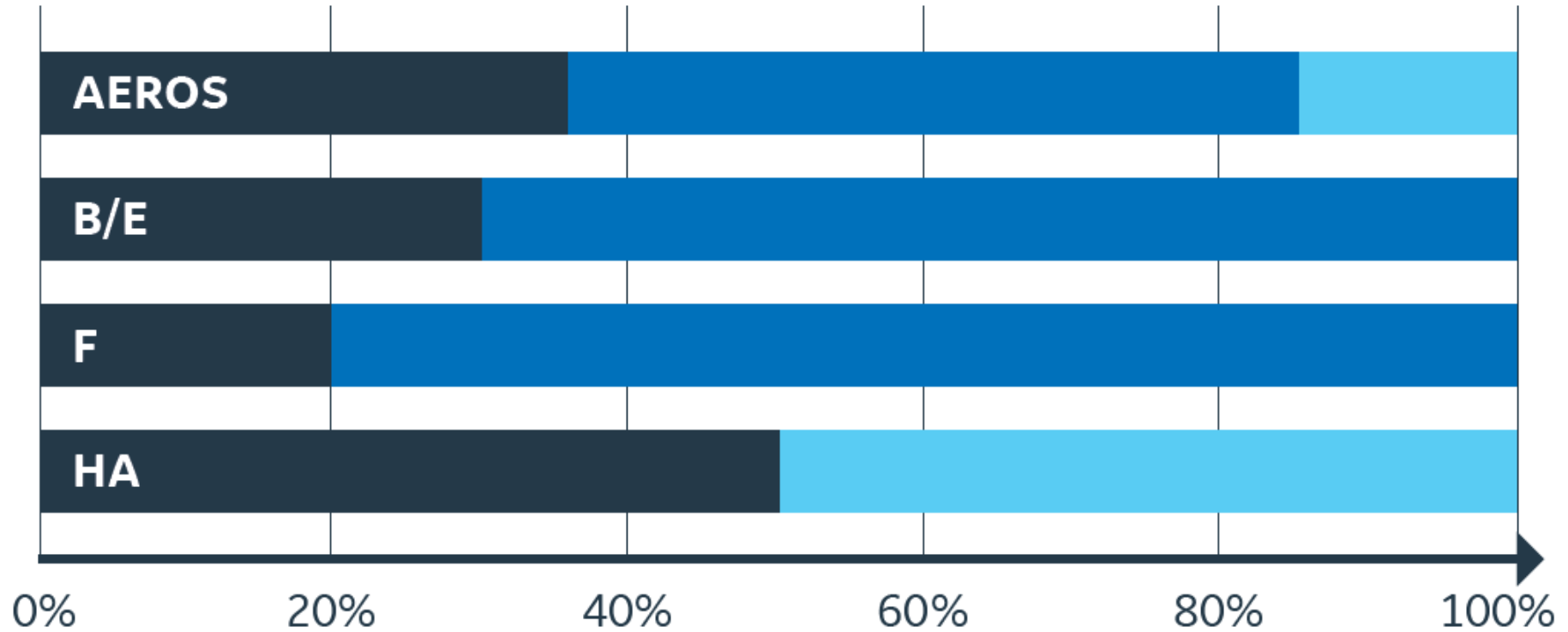


Figure 27: NOx as a function of H2 mixture in fuel



# יכולות שריפה מוצהרות בטורבינות גז גדולות

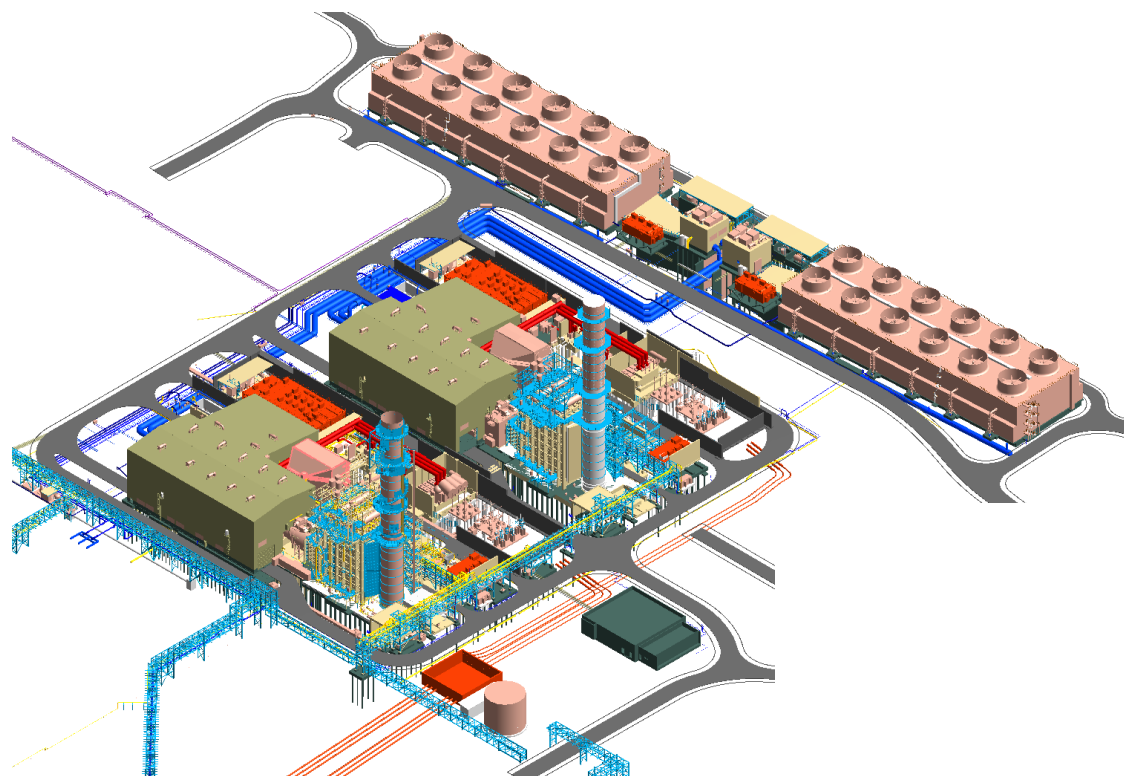
סוגי טורבינות גז



- Today: Premixed (DLE, DLN)
- Today: Diffusion (SAC, Single Nozzle, MNQC)
- Future Capability

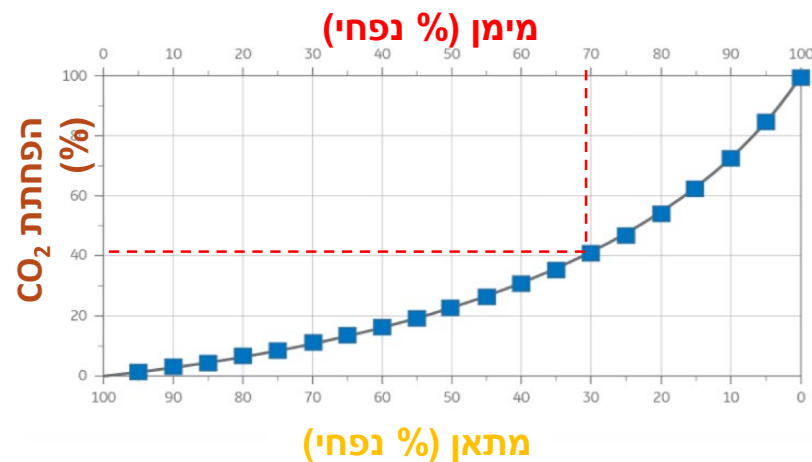


# יכולות שריפה בטורבינות גז בחח"י



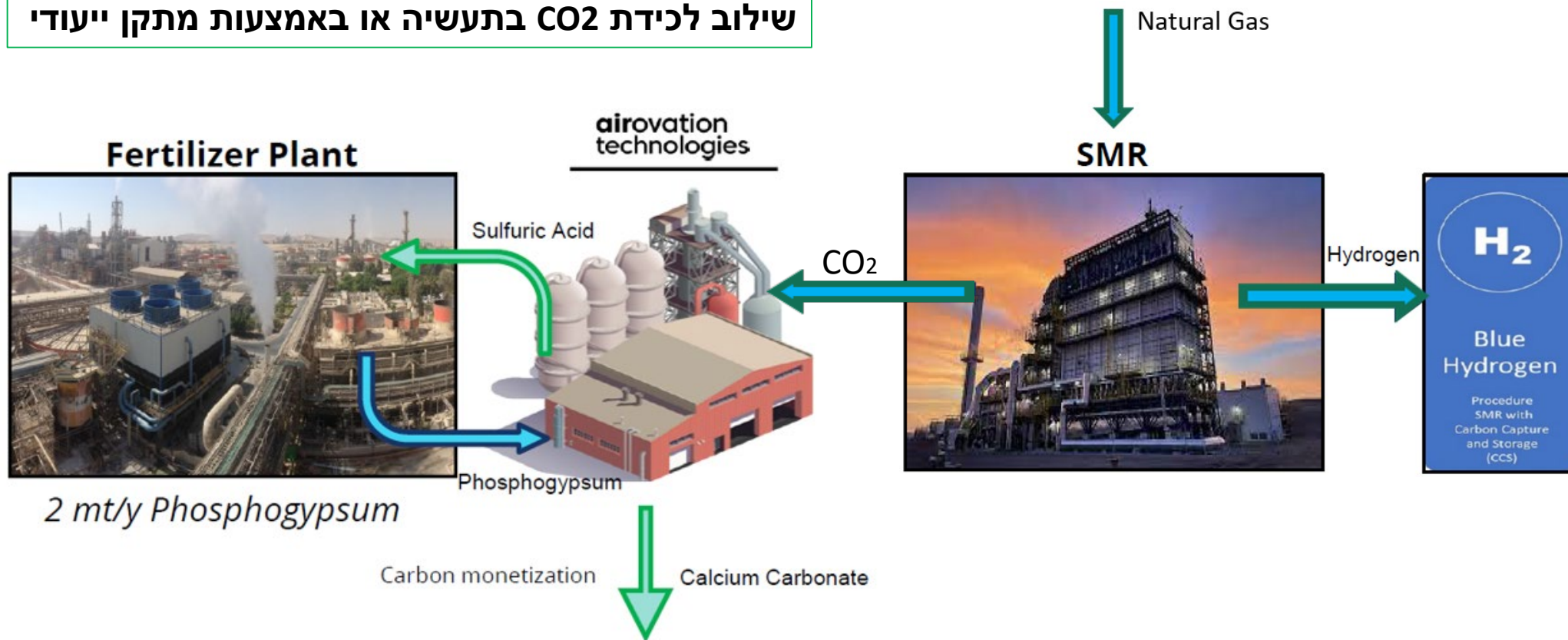
על פי הצהרת יצרן ובחינה פנימית, ניתן יהיה לשרוף מימן ביחידות המחז"מ החדשות מדגם H באתר אורות רבין, בהיקף 50% נפחי מימן בשינויים מינוריים

הסבה של טורבינות הגז הפתוחות ומחז"מים מדגם F לשריפת מימן, אינה מומלצת כיוון שהיא מורכבת ויקרה



# חזון ליישום עמק מימן כחול בסמוך לתחנות כוח מתאימות

שילוב לכידת CO2 בתעשייה או באמצעות מתקן ייעודי



לעבודה ב- 70%vol של מימן בתערובת עם גז טבעי, נדרשת כמות של כ- 75 אלף טון מימן לשנה לכל

יחידה פחמית מוסבת





# אפשרויות לייבוא וייצור של מימן בתחנות הכוח החופיות

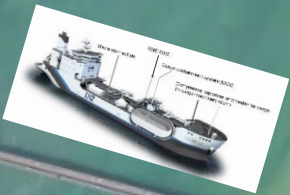
□ ככלי לתמיכה בפיתוח שוק המימן העולמי, יש צורך בפיתוח תשתיות שינוע והולכה מתאימות

□ כיום קיימות 2 דרכים מרכזיות לשינוע גלובלי של מימן ממתקני היצור לאזורי הצריכה:  
(1) שינוע ימי  
(2) הולכת מימן בצנרות

ייצור מימן כחול  
SMR + לכידת CO<sub>2</sub>



UNIT 1-2  
UNIT 3-4



מזח פחם

צובר מימן מיובא



אוניית מימן דחוס





# מתווה מוצע - מפת דרכים 2040

2030 2029 2028 2027 2026 2025 2024

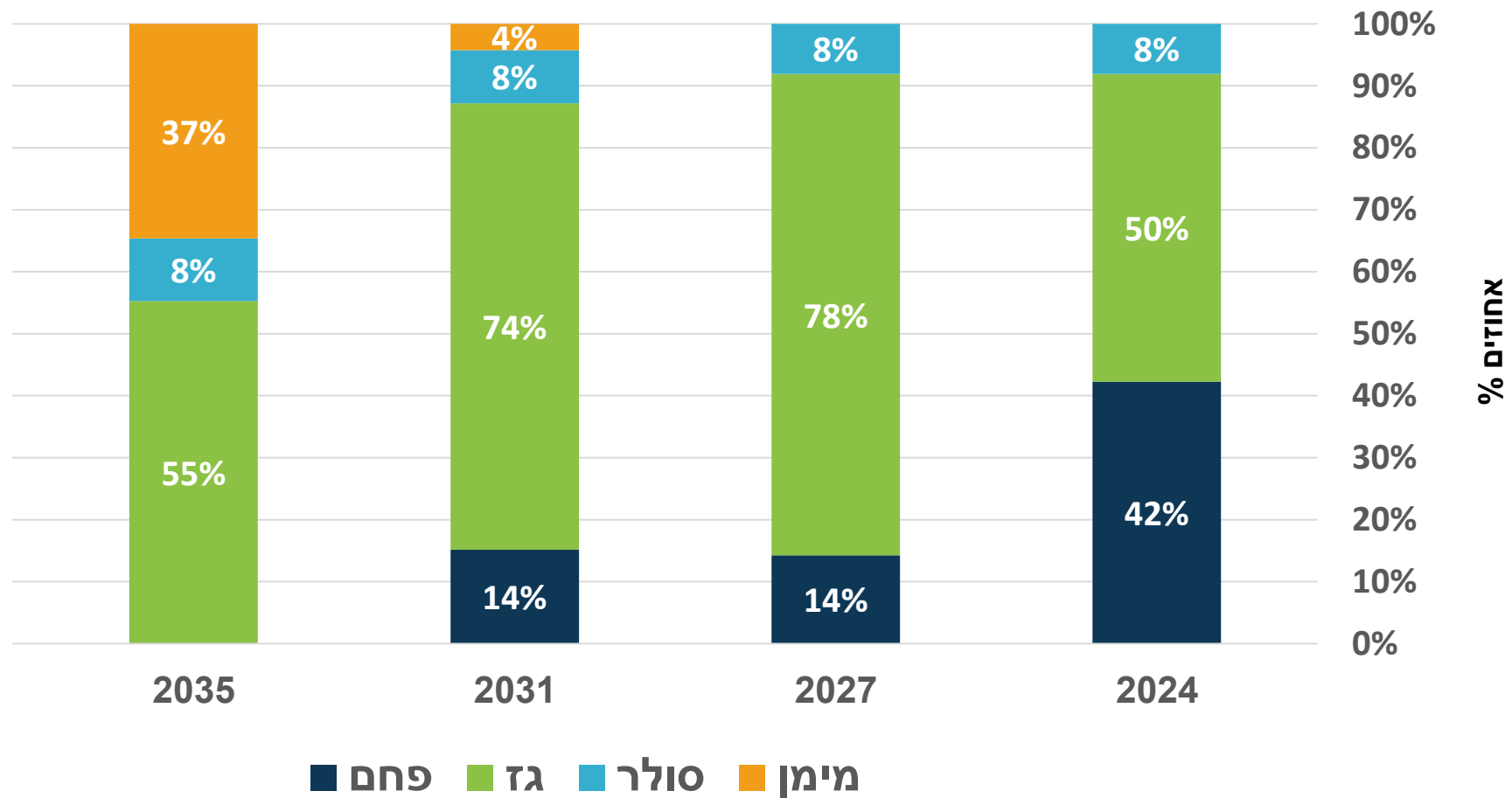
**פרויקטים לעמידה ביעדי הפחתת פליטות וקידום טכנולוגיות חדשניות:**  
סיום הסבת התחנות הפחמיות לגז טבעי, ביצוע פיילוטים לשריפת מימן בתחנות כוח מוסבות

2040 2038 2036 2034 2032 2030

**קידום טכנולוגיות חדשניות לעמידה ביעדי הפחתת פליטות במשק - שילוב מימן כדלק מופחת פליטות:**  
שריפת מימן בתחנות כוח פחמיות ובמחז"מים מדגם H



# מתווה מוצע – פילוג בהתאם לסוג דלקים



הסבת יחידות הייצור המוסבות לגז ומחז"מ אורות רבין לשריפת מימן תביא להפחתת פליטות בשיעור כ- 3 מיליון טון CO<sub>2</sub> בשנה משנת 2035

הפחתה זו מהווה כ- 10% מכלל ההפחתה הנדרשת במשק החשמל עד 2050





H2  
Ready

# סיכום

ניתן יהיה להפחית פליטות בהיקף של כ- 3 מיליון טון CO<sub>2</sub> בשנה משנת 2035 באמצעות הסבת יחידות הייצור הפחמיות והמחז"מים באורות רבין לשריפת מימן בכמויות משמעותיות

הפחתה זו שקולה להקמת מתקני ייצור PV בהיקף של כ- 3.5-4 GW ומהווה כ- 10% מכלל ההפחתה הנדרשת במשק החשמל עד 2050

## נדרשות אסדרות רגולטוריות:

אישורי רשויות להסבה, הגדרת מימן כדלק, התאמת היתרי פליטה, אישורי בטיחות של פיקוד העורף ורשות הכבאות, הגדרת תקנים נדרשים להסבת תחנות כוח ומפעלים תעשייתיים בכלל, קביעת משטר תפעולי מתאים שלוקח בחשבון את הפחתת הפליטות



**Future hydrogen firing in Power Stations 2035**

**Th<sub>2</sub>ank You!**