

אסטרטגית מימן לישראל – סיכום הערות ציבור

רקע: במסגרת המאמצים הממשלתיים להפחתת פליטות גזי החממה במשק ומעבר לכלכלה מקיימת, משרד האנרגיה והתשתיות פועל לקידום משק אנרגיה דל פליטות, תוך הבטחת אמינות, יעילות וזמינות. בכדי להגיע ליעדים אלו, יש צורך במתן מענה למגוון צרכני האנרגיה: משקי בית פרטיים, מסחר ותעשייה, תחבורה פרטית ציבורית ומסחרית, וייצור ואגירת חשמל.

הניסיון בארץ ובעולם מלמד כי המעבר למשק אנרגיה אמין, נקי ובר השגה, נדרש לתמהיל מגוון של מקורות אנרגיה, ולא יכול להתבסס על אנרגיה סולארית בלבד. על כן, יש צורך בשימוש בטכנולוגיות נוספות כדי לתת את המענה הכולל לדרישה ולביקושים במשק.

כחלק מבחינת המענים למשק, משרד האנרגיה והתשתיות בחן במהלך השנה האחרונה את **שילוב המימן במשק האנרגיה**. כיום, מדינות רבות בוחנות ורואות במימן כאופציה לטכנולוגיה משלימה לאנרגיות מתחדשות, וזאת במטרה להגיע לאיפוס פליטות.

במאי 2023, פרסם המשרד את טיוטת [מסמך אסטרטגיית המימן – עקרונות מנחים וצמתי הכרעה](#). האסטרטגיה כוללת התייחסות לשילוב מימן במשק האנרגיה הישראלי לכל אורך שרשרת הערך (ייצור, הולכה, אגירה ושימוש), מודל ביקושים ומפת דרכים עם צעדי מדיניות מומלצים לטווח הבינוני והארוך.

ביוני 2023 התקיים כנס להיוועצות ציבור בהשתתפות של כ-300 בעלי עניין, ובמהלכו הופץ שאלון מקוון ואפשרות להעלאת תכנים באופן חופשי באתר ייעודי. התגובות שהתקבלו מ-5 חדרי דיונים בכנס, 11 התייחסויות כתובות ומ-21 משובים לסקר, הגיעו ממספר גורמים, ביניהם: יזמיות, סטרטאפים, תעשייה, מלכ"ר, רשויות מקומיות, חברות ממשלתיות, חברות ייעוץ ואקדמיה.

המשרד למד את ההערות במהלך החודשים האחרונים, ופועל ליישום צעדי מדיניות ועדכון האסטרטגיה.

מסמך זה מציג את עיקרי התגובות שהתקבלו, והתייחסות המשרד להערות:

- **חלק א:** התייחסויות שהתקבלו מהציבור ותיקפו היבטים הכלולים באסטרטגיה (עמודים 2-3)
 - **חלק ב:** הערות שהתקבלו ושולבו במסמך, או ישולבו במסגרת העדכון השנתי של האסטרטגיה (עמודים 4-5)
 - **חלק ג:** התייחסויות חולקות או מרחיבות ביחס לאסטרטגיה, ותגובת המשרד אליהן (עמודים 6-9)
- תגובת המשרד להתייחסויות הציבור, מופיעה בצבע ירוק מתחת להערה.

גרסה מורחבת של ההתייחסויות שהתקבלו מופיעה בנספחים:

- **נספח א:** ההתייחסויות שהועלו בכנס, בחמשת חדרי הדיונים (עמודים 10-22)
- **נספח ב:** ההתייחסות שהוגשו בכתב (עמודים 23-29)

חלק א: הערות בעלי עניין שתיקפו את האסטרטגיה

במסגרת הכנס וההתייחסויות הכתובות, המשרד קיבל הערות אשר תיקפו וחזקו את מפת הדרכים וההמלצות שגובשו באסטרטגיה. הערות אלו מסייעות ליישום האסטרטגיה על ידי המשרד והשותפים בקרב משרדי הממשלה וגופים נוספים, בניהול סדרי עדיפויות ומיקוד תשומות. ההערות כוללות את הנושאים הבאים:

✓ **צורך בעדכון דינאמי של האסטרטגיה:** הובעה תמיכה במודל הדינאמי המוטמע בעבודה, והובהר הצורך בעדכון האסטרטגיה לפחות פעם בשנה. מודל זה ישרת הן את מטרות האסטרטגיה - הטמעת מימן במשק הישראלי, והן את בעלי העניין השותפים למימוש זקוקים לוודאות, נגישות למידע ולהתאמות הנדרשות.

✓ **הקמת פורום בעלי עניין לקידום תחום המימן בישראל:** מספר משתתפים הציעו ותמכו בהקמת פורום רב מגזרי של בעלי עניין לקידום נושא המימן, ומתוך כך לבחינה בצורה מערכתית וכוללת, ולקידום הסנכרון בין הגופים הרלוונטיים. הוצע כי הפורום יכלול משרדי ממשלה וחברות העוסקות בתחום, וכי יוגדרו לו סמכויות ותקציב פעולה.

✓ **ליווי יזמים:** הובע צורך בליווי ממשלתי ליזמים בתהליכי האישורים לקבלת ההיתרים, לסיוע בהסרת חסמים ולהגברת התיאום הבין-ממשלתי.

✓ **עמק מימן:** הובעה תמיכה בהקמת עמק מימן אשר ייתן מענה על היבטים מגוונים בשרשרת הערך, תוך נסיינות ובחינת אלמנטים שונים: ייצור ואגירה – העלאת יעילות והוזלת עלויות, הובלה והקמת תשתיות – הסבת צנרת גז טבעי למימן, ויכולת תפיסת פד"ח. מספר התייחסויות כללו פירוט בנוגע לאופי העמק, מיקום גיאוגרפי, ביזור היבטי העמק ויצירת קשרי גומלין בין אתרים, ועוד.

✓ **מנגנונים רגולטוריים נדרשים לקידום הקמת מתקני מימן, תוך שמירה על היבטי בטיחות, בטחון וסביבה:** נאמר כי יש צורך באימוץ רגולציה מתאימה להיבטי בטיחות. בנוסף, יש צורך בגורם ממשלתי מתכלל שיסנכרן את פעולות הממשל הרלוונטיות, על מנת לפשט ולקצר תהליכי הקמת מתקני מימן ולהבטיח תיאום וסנכרון בין הגורמים השונים. תפקיד זה צריך לכלול הסברה וחשיפה של הרגולטורים בשטח לתחום.

✓ **למידה ונסיינות לטובת מענה רגולטורי מתאים:** נאמר כי יש צורך בלמידה משווקים קיימים של גז טבעי ומתחדשות בישראל, כדי להבין אילו חסמים דורשים טיפול ומתן מענה מקדים. בנוסף, יש צורך ברצון וברתימה של הגורמים הממשלתיים להקמת הפרויקטים, וצורך ביכולת לגבש רגולציה ניסיונית ופרוייקטי Sand-Box.

✓ **תמיכות ומענקים:** עלה צורך מהותי בהמשך השקעה והרחבה ככל הניתן, עבור מחקר ואקדמיה, פיילוטים ותעשייה. הצורך בתמיכה ממשלתית חיוני עבור המימן, שאינו נחשב סטרטאפ או כלכלי להשקעה בעיני קרנות הון סיכון. בין ההצעות השונות שהועלו לאפיקי תמיכה: הקמת מספר מסלולי תמיכה מגוונים, מיסוד תמיכה ממשרדי ממשלה שונים, השקעה במו"פ במסגרת אירופאית ושיתופי פעולה, השקעה בפיילוטים בחברות ממשלתיות, הקמת פלטפורמות תומכות חדשנות בתחום חממות טכנולוגיות, הגדרת אתרי ניסוי לפיילוטים, השקעות ציבוריות בתשתיות.

✓ **קידום ושילוב ישראל במארג הבינלאומי של מימן:** מגיבים נתנו דגש על ישראל כגשר בין המזה"ת ואפריקה לאירופה, תוך חיזוק תשתיות קיימות של: ייצוא (EastMed), ייבוא (הרחבת פרויקט Prosperity), חיבור ל-NEOM ולנמלי ייבוא מהים, והובלה ישראלית של שיתופי פעולה אזוריים. בנושא זה, עלתה הצעה להקמת צוות בין-משרדי מתוקצב שיגבש תכנית שת"פ אזורי. בנוסף, לייצר מפת דרכים המתווה את צעדים ומדינות שכבר כיום ניתן לשתף איתן פעולה.

כאמור, הערות אלו מתקפות הצעות וצעדי מדיניות הכלולים באסטרטגיה, ומעמיקות ומדייקות את התוכן שלהן. נדגיש כי נכון למועד פרסום מסמך זה (פברואר 2024), חלק מהצעדים המצוינים באסטרטגיה אשר קיבלו תיקוף מבעלי העניין, כבר נמצאים בשלבי ביצוע:

- המשרד בוחן את הדרך המיטבית להקמת **עמק המימן**, ופרסם בקשת מידע (RFI) לעמק מימן, כדי לקבל מידע מעמיק על האפשרויות ואופני ההקמה. מטרת עמק המימן לבחון אספקטים טכנולוגיים, כלכליים ורגולטוריים. לאחר השלמת הלמידה, ניתן יהיה לאפיין ולגבש מתווה לעמק המימן.
- המשרד יצא **בקול קורא** להקמת **פורום מימן רב-מגזרי** לטובת חיזוק הקשר הבין-משרדי בטיפול בנושא, המשך שיח עם בעלי עניין, הצפת חסמים ויצירת מענים מתאימים.
- המשרד מקדם, יחד עם משרדי הממשלה והרשויות הרלוונטיות, **מתווה רגולטורי לבטיחות בעיסוק במימן**, כדי לוודא שהרגולציה החלה על המשק, מגנה על הציבור ומאפשרת את פיתוח משק המימן.
- לצד המשך התמיכה באמצעות **מענקים**, המשרד, בראשות המדען הראשי, יצא בקול קורא לשנת 2023. במסגרת הקול הקורא, הוגשו 14 הצעות במסלול הזנק-חלוץ ו-15 הצעות מהאקדמיה. ההצעות עברו הליך דירוג איכות, בסופו אושרו במהלך 2024 שלושה פרויקטים במסגרת הזנק-חלוץ בגובה מענק של 4 מלש"ח ותשעה פרויקטים באקדמיה בהיקף של 3.8 מלש"ח.
- המשרד עומד בקשר רציף עם **יזמים בתחום על מנת לסייע בהסרת חסמים** ובקידום פרויקטים אל מול רשויות נוספות. המשרד אף בוחן את האפשרות להרחבת והעמקת ליווי ליזמים.
- ישראל מקיימת **שיתופי פעולה בינלאומיים** בתחום המימן בכמה דרכים: מתוקף תכניות עבודה שנחתמו בוועידת האקלים COP27, בקידום עבודה עם גופי מחקר וממשל במדינות האיחוד האירופי ובבחינת אפיקי פעולה משמעותיים עם מדינות האזור בפורמים בינלאומיים (פורום הנגב). שיתוף הפעולה בין ישראל לגרמניה, מתמקד בקידום מימן ירוק ובהתאמת תשתיות הגז הטבעי להולכת המימן. התאמת התשתיות נבחנת גם בפרויקט ה-East Med Pipeline, לייצוא גז טבעי מאגן מזרח הים התיכון לאירופה.

חלק ב: הערות שהתקבלו ושולבו באסטרטגיה

כאמור, האסטרטגיה תעבור תהליך בחינה ועדכון שנתיים, וניתן לצפות כי יהיו שינויים ותוספות למודלים, להערכה הטכנולוגית ולצעדי המדיניות. עם זאת, מהערות בעלי העניין עלו מספר נושאים שהמשרד ביקש להטמיע כבר בגרסה הנוכחית של האסטרטגיה:

✓ **סקירה משווה ארה"ב:** הוער כי יש ללמוד את אסטרטגיית המימן של ארה"ב בתחום המו"פ, ולשלב בעבודה.

אסטרטגיית ארה"ב למימן בכלל, ובנושא המו"פ בפרט, נלמדה, נותחה, והוטמעה בעבודה בפרק מבט עולמי (עמודים 26-36). כמו כן, נוספה הסקירה בנספח ב- סקירה בינלאומית – ארה"ב (עמודים 72-74), ובנספח ג - השקעה בעמקי מימן, השוואה בינלאומית (עמודים 75-79).

✓ **הכשרה וטיפוח כוח אדם שיעסוק בפיתוח משק המימן בישראל:** נדרש פיתוח הכשרות יישומיות באקדמיה ובמוסדות מקצועיים, בכל הרמות, להכשרת כח אדם מיומן במשק האנרגיה. ההכשרות יכולות להיות מקומיות, וגם בחיבור לקהילות מימן בינלאומיות. כבר כיום קיים פער בידע מקצועי בשטח, ובעיקר בתחום הבטיחות.

לאור ההערות, התווסף צעד מדיניות במפת הדרכים באסטרטגיה, בתחום מדיניות טווח מיידי. פירוט על כך בעבודה בפרק מדיניות – טווח קצר-בינוני (עמוד 54), ובמפת הדרכים המוצגת לאורך העבודה.

✓ **סקר שוק ומיפוי שחקנים מרכזיים בשרשרת הערך:** בעבודה חסר סקר שוק ומיפוי שחקנים מרכזיים במצב כיום והעתידי, וזאת בהתאם לשרשרת הערך. לדוגמא – מיפוי חברות טכנולוגיה, בדגש על ישראליות, בשרשרת הערך; בדיקה מול יצרניות הרכב בנוגע לייצור והמכירה המתוכננים, וסקר ביקוש בתעשייה.

נציין כי העבודה לא עסקה במיפוי שחקנים, אלא בבניית אסטרטגיה ארוכת טווח, ובהתאם כללה מיפוי ראשוני אודות שרשרת הערך על שלביה השונים. כחלק ממסקנות העבודה והערות הציבור, בימים אלו מקודם סקר מימן בתעשייה, שתוצאותיו ישולבו במודל ובמסמך האסטרטגיה במסגרת העדכון השנתי. כמו כן, המשרד נמצא בקשר רציף ומתמיד עם שחקנים מרכזיים בסקטורים השונים, לשיתוף ועדכון בקבלת מידע רלוונטי בתחום המימן.

✓ **הובלת מימן במערכת גז טבעי:** נושא שינוע מימן מהול בגז טבעי בצנרת הקיימת, לא פורט דיו בעבודה האסטרטגית. כיום יש היתכנות להובלה באחוזים גבוהים יותר ממה שנאמר בעבודה. רשות הגז הטבעי, בשיתוף החברה הממשלתית נתג"ז (נתיבי גז טבעי לישראל) עורכת בחינה מעמיקה של השפעות תחום המימן המתפתח בישראל על תשתיות הגז הטבעי, ועתידה לפרסם דו"ח בנושא. וזאת, כמתואר בעבודה בפרק מבט מקומי: ישראל (הובלה), עמוד 33.

✓ **בשלות טכנולוגית:** מצב הטכנולוגיה הישראלית בתחום המימן בשלב יותר מתקדם ממה שנראה בעבודה. ישנם מחקרים רבים שלא מקבלים מקום בדוח בצורה מספקת. העבודה האסטרטגית מניחה כי עדיין יש צורך בהוכחת היתכנות של רכיבים שונים, אך היתכנות זו הוכחה, והטכנולוגיה בשלה ומבוססת. הפיתוחים שנמצאים בעבודה כרגע נועדו רק להוזיל מרכיבים עלות שונים, ולא להוכחת היתכנות. קצב התקדמות הטכנולוגיה מהיר, ומשתנה באופן דינאמי בשוק מתפתח. הטכנולוגיה כיום ישימה וקיימת בקנה מידה קטן ולא בסקאלה מסחרית עבור הספק אלקטרוליזר גבוה (מעל 100 מ"ו), וביעלות נמוכה ובעלות גבוהה. נושא הבשלות הטכנולוגית הוא אחד התנאים המתלים המוזכרים בעבודה, אשר משחק תפקיד מרכזי בהחלטה. ככזה, הוא ייבחן אחת לשנה, ויוטמע בעדכון העבודה אסטרטגית.

חלק ג: התייחסויות חולקות או מרחיבות ביחס לאסטרטגיה

חלק זה מציג הערות, שבשלב זה לא הוטמעו בעבודה, וזאת מכיוון אי התאמתן לרמת בשלות משק המימן בישראל, או אי יכולת ישימותן בטווח הקצר. עם גיבוש פורום מימן רב מגזרי, המשך ליווי יזמים, יציאה בקול קורא RFI לעמק מימן, התפתחות טכנולוגית, פרסום סקר מימן בתעשייה ומיפוי נוסף, תינתן התייחסות מפורטות יותר בעדכון העבודה האסטרטגית השנתית.

תרחישים: נאמר כי התרחישים עבור כל שימוש צריכים להיות הוליסטיים ולכלול את המידע הבא: הנחות בסיס, מקור המימן, טכנולוגיית ייצור, אגירה ותפיסת פחמן, ותשתיות נדרשות (לדוגמה: עבור התחבורה, מספר תחנות דלק), יחד עם יעדי הפחתת פליטות – כדי לראות את התועלת בשימוש במימן. התרחישים נועדו להעריך את כמויות המימן, יחד עם בחינה ראשונית של התשתיות הנדרשות. מיפוי עומק וגיבוש תכנית אופרטיבית, יהיו רלוונטיים עם התקדמות המשק והבנת הצרכים.

קביעת יעדי מימן: עלתה הצעה לקבוע יעדים ברורים למעבר לשימוש במימן, וללא תלות בתנאים המתלים שהוצגו בעבודה. היעדים שהוצעו הם כמויות ייצור מימן, ובאיזה מחיר ייצור מימן יהיה כדאי להגדיל את יעדי התפוקה בישראל. הוצע גם להציב יעדים ברמה המשקית והסקטוריאלי, ובכך להציג גם יעדים להפחתת פליטות.

במסגרת גיבוש האסטרטגיה, נשקלה האפשרות לקביעת יעדים, אשר יתנו איתות ברור למשק, ויכוונו את פעולות הממשלה בתחום. עם זאת, טכנולוגיית המימן היא אחת לצד טכנולוגיות והצעות אחרות אשר יכולות לסייע לישראל בהפחתת פליטות. בנוסף, על אף שגם בתרחיש המינימום המשרד צופה שימוש במימן במשק הישראלי בשנת 2050, הטכנולוגיה עוד צריכה לעמוד במספר תנאים מתלים, ביניהם, יעילות ועלות. לכן, הוחלט כי בטווח הקצר אין מקום לגבש יעדים קשיחים. קביעת יעדים מומלצת בעבודה בשלבים מאוחרים יותר, ולאחר קיומם של התנאים המתלים.

מימן בתחבורה, היעדר התייחסות לתחבורה פרטית, אוטובוסים ורכבות: רוב ההערות תמכו במודל המוצג בעבודה, לפיו עיקר השימוש במימן בתחבורה יהיה עבור כלי רכב כבדים, כמו משאיות. עם זאת, מספר מגיבים ציינו כי יש להוסיף לתרחישים צריכת מימן על ידי רכבים פרטיים, אוטובוסים ורכבות.

המודל מציע להתמקד תחילה במשאיות על פני כלי רכב אחרים, בין השאר, על סמך הכדאיות הכלכלית להסבה למימן ובהשוואה לחלופות הקיימות, כמו גם לאור המאפיינים הייחודיים של ישראל, הכוללים מרחקי נסיעה קצרים. כיום קיימת הלכה למעשה תחנת תדלוק למימן ביגור, עבור 3 משאיות קיימות, שהוקמה במימן משרד האנרגיה והתשתיות.¹

נראה כי חלופת המימן לרכבים פרטיים, היא בכדאיות כלכלית נמוכה לעומת האלטרנטיבות, ונמצאת בראשית דרכה ונבחנת באופן מצומצם מאד. בנוגע לרכבות, נראה כי המימן כיום אינו כלכלי, ורלוונטי רק עבור רשתות

¹ מיישמים את ההחלטות שהתקבלו בגלאזגו: משרד האנרגיה ישקיע יותר מ-23 מיליון שקל בקידום פרויקטים חדשניים וייחודיים בתחום האנרגיה, משרד האנרגיה והתשתיות, פברואר 2022

מסועפות שלא ניתנות לחשמול². אפשרות זו תיבחן עם הגורמים הרלוונטיים בהתאם לצורך, והמודל יעודכן בהתאם להתפתחויות במשק העולמי.

מימון לייצור חשמל ולאגירה: האסטרטגיה הניחה כי שימוש במימן במשק החשמל יהיה רלוונטי רק בהמשך, עם ההתפתחות הטכנולוגית ועלייה משמעותית בייצור אנרגיה ממקורות מתחדשים. מספר מגיבים חלקו על הנחה זו ותמכו בשימוש במימן לייצור חשמל, ואפילו בזמן הקרוב, ולא בעתיד. לעומת זאת, נטען כי חשמל ממימן ירוק יופק רק בתרחיש בו יש עודפים ותחת היכולת להעמיד את כלל התשתיות הנדרשות. בעת הזו, המשרד רואה לנכון לתמוך ולקדם פרויקטי מו"פ בתחום ייצור חשמל ממימן, אשר מסייעים להבשלת הטכנולוגיה וגם מספקים מידע בנוגע לכדאיות ויעילות. עם זאת, בהתאם לבשלות משק החשמל כיום, ובהתאם למאפייני תמהיל מקורות ייצור החשמל בישראל, האסטרטגיה לא כוללת פרויקטי תשתית רחבים בתחום. נושא זה עשוי להשתנות בעדכונים עתידיים של האסטרטגיה.

תכנון עבור מימן: נדרשת התייחסות להיבטי התכנון השונים עבור המימן, ביניהם:

- **היקפי שטח וייעודי הקרקע לייצור מימן** - ייעוד הקרקע למתקני מימן ואנרגיה, והתייחסות להיבטים משלימים בשרשרת הערך של המימן, כמו: תפיסה, הולכה והטמנה של פד"ח.
- **תשתיות** – הסדרת הקמת תשתיות בין מתחמי הפקה לצריכה, שדרוג מערכות הולכת הגז הטבעי והסבתו למימן. הועלתה הצעה לחייב קווי גז חדשים שמוקמים, שיתאימו למימן. העבודה ממליצה ומתייחסת להיבטי תכנון המימן כחלק ממפת הדרכים (עמוד 47-48). בטווח הקצר-בינוני, המשרד תומך בהיבטי התכנון והתשתיות הנדרשים לפרויקטים ספציפיים אשר מקודמים ומוקמים היום, הן בעבודה ושיח בתחום הסטטוטורי, והן בהתאמת המסגרת הרגולטורית הרלוונטית. בנוסף, המשרד מקדם הקמת עמק מימן אשר יכלול את היבטי הקרקע והתשתיות הנדרשים לקידום ופיתוח משק המימן. עם זאת, לאור היותו של הקרקע משאב מוגבל, ולאור המחירים הכרוכים בהקמת ושדרוג תשתיות, הוחלט כי אין בשלות כרגע לצעדים נרחבים בהיבטי תכנון ותשתיות. נושא זה נתון לעדכון בהתאם להתקיימות התנאים המתלים המפורטים בעבודה.

התמקדות בחברות ישראליות: בעבודה האסטרטגית חסרה התייחסות למעורבות של חברות ישראליות בתכניות של מדינות אחרות. כמו כן, הוצע לקדם שת"פ בינלאומיים, אשר יתבססו על טכנולוגיות של סטרטאפים ישראלים.

מטרת העבודה האסטרטגית לבחון את משמעות שילוב המימן במשק האנרגיה הישראלי ולהתוות צעדי מדיניות. משכך, לא פורטו חברות העוסקות בתחום לאורך שרשרת הערך של מימן, הן ישראליות והן בינלאומיות. המשרד מברך שיתופי פעולה הנרקמים בשוק הפרטי, וככל שיקודמו שיתופי פעולה אזוריים, החדשנות הטכנולוגית והמו"פ הישראלי ישולבו בהתאמה.

² [No more hydrogen trains | Rail company that launched world's first H2 line last year opts for all-electric future](#), Hydrogen Insight, August 2023



עלויות מימן ירוק: מההערות עולה, כי מחירי המימן נמוכים יותר בפועל מהמחירים שהוצגו בעבודה. בנוסף יש להרחיב בעבודה אודות עלויות המימן בכמה מישורים: עלויות המימן בארץ בהתאם למקור האנרגיה, עלויות בהשוואה למחירי החלופות (כולל מס פחמן ועלויות CCUS), עלויות ייצור והובלה, ותועלות כלכליות של שימוש מושכל במימן: תועלות סביבתיות ואקלימיות, חיסכון בהקמת תשתיות ותחנות כוח. לכל עלות יש לתת את מקור החישוב.

לאור אי ודאות במשק המימן ועלויות הייצור, הערכת העלויות בעבודה שמרנית, והתבססו על דו"ח של IEA³. עבור עלויות ייצור מימן ירוק כיום, טווח המחירים נע \$9-4 לק"ג מימן, אך ידוע כי עתיד לרדת בשנת 2030, עם מעבר לשימוש נרחב יותר והוזלת טכנולוגיות (פרק ייצור מימן עמודים 17-18). העבודה אינה מנתחת עלויות מימן, אלא מתבססת על הערכות. בהתאם להתפתחויות בשוק ייצור המימן ובעלויות השונות, יוטמע השינוי בביתוח העלויות, בעדכון השנתי של העבודה האסטרטגית.

כלכלה, תמיכות ויצירת שוק מימן: נאמר כי היזמים צריכים ודאות והבנה ברורה לגבי מוכנות המדינה לתמוך במשק המימן. במסגרת התמיכות והמענקים שהמדינה יכולה להציע, הוצע גם כי המדינה תפעל ל"יצירת שוק" באמצעות קביעת תעריף למימן להבטחת כדאיות ייצור, תעניק סבסוד והטבות מס, תקים קרן מימן עם כיסוי CAPEX ו-OPEX התחלתי, ועוד.

משרד האנרגיה והתשתיות, בראשות המדען הראשי, יוצא בקול קורא לתמיכה במתקני הזנק, חלוץ והדגמה ובאקדמיה באופן תדיר בתחומי מו"פ. משנת 2019, נתמכו 32 פרויקטים בתחום המימן, בהיקף השקעה של כ-40 מלש"ח, ובשנת 2024 קיבלו שלושה פרויקטים במסגרת הזנק-חלוץ בגובה מענק של 4 מלש"ח ותשעה פרויקטים באקדמיה בהיקף של 3.8 מלש"ח. ישנם מסלולי תמיכה נוספים במשרדי ממשלה אחרים, דוגמת רשות החדשנות.

כפי שצוין לעיל (חלק א), המשרד ממשיך לבחון כלי השקעות שונים ליצירת תמריצים במשק האנרגיה, ומקדם בצורה משמעותית הקמת עמק מימן, אשר יקדם את שוק המימן ויסייע להשקעות בו. עם זאת, בשלב זה, ולאור אי הודאות הקיימת בנוגע לטכנולוגיות הנדרשות בכל מגזר לטובת הפחתת פליטות ולאור הצבת התנאים המתלים, הוחלט כי בשלב זה המשרד לא יפעל ל"יצירת שוק" באמצעות קביעת תעריף למימן או צעדים דומים.

שימור בתי גידול ומגוון ביולוגי בעתודות שטח קרקעיים ותת קרקעיים בים וביבשה: משאב הקרקע של ישראל מוגבל, ויש לנקוט בעיקרון הזהירות המונעת, על מנת לשמור על הסביבה הייחודית, בתכנון תשתיות צנרת ובהקמת מתקנים עילאיים ותת קרקעיים בים וביבשה.

בהתאם למדיניות המשרדית, וכפי שנעשה עד היום, הקמה של תשתית או מתקן תתבצע רק לאחר בחינה מעמיקה של השלכות סביבתיות בעזרת סקר אסטרטגי סביבתי (SEA), וזאת כפי שבוצע בעבר עבור מאגר לווינתן ואנרגיות מתחדשות בים. בנוגע לסוגיית השימוש בקרקע, המשרד אף מפרט בעבודה האסטרטגית על

³ [Global Hydrogen Review 2022](#), IEA, September 2022, p.92;



השטח הנדרש לייצור מימן ירוק, ומצביע כי יידרש ייבוא על מנת לעמוד בהיקפי דרישות המימן (פרק מודל טכני: עקרונות והנחות עמודים 37-42).

ייצוא וייבוא מימן: מבחינת ייצוא מייצור מימן מקומי, נאמר כי אין הצדקה לכך. ישראל צריכה להתמקד בייצור מימן ירוק בהיקפים גדולים ומשמעותיים, כך שלא יהיה צורך בייבוא כדי לספק את צרכי המשק וליצירת כלכלה מקומית חזקה וענפה. הסתמכות על ייבוא תערער את הביטחון האנרגטי בישראל. בנוסף, יש להתייחס למאגרים ולאחסון מימן כדי להימנע מייבוא.

בהתאם לתרחישים שהוצגו בעבודה, נראה כי בכל מקרה, הן בתרחיש המינימום והן בתרחיש המקסימום, אספקת המימן לישראל תחייב ייבוא משמעותי בשילוב ייצור מקומי, וזאת לאור המגבלות המפורטות בעבודה (פרק מסקנות המודל, עמוד 42).



נספח א – סיכום חדרי דיון

סיכום חדרי הדיון תחזיות והערכות

דיון בנושא תחזיות התקיים בשני חדרי דיונים בהם סה"כ השתתפו כ-130 בעלי עניין.⁴ בחדרים הוצגו למשתתפים עיקרי הדברים מתוך מסמך האסטרטגיה, והם התבקשו להתייחס לנושאים הבאים:

- עמדתם לגבי תוצאות והנחות המודל
- עמדתם לגבי מסקנות המודל
- עמדתם על ההמלצה להיערכות הדרגתית מבוססת תרחיש מינימום.

חדר תחזיות 1

להלן עיקרי הדברים שעלו בחדר הדיון:

1. התייחסויות לאסטרטגיה עצמה ולמקומה של ישראל

א. חלק מהותי מהשיח התייחס לתפיסות שונות לגבי היקף ההערכות של ישראל לשילוב המימן. חלק מהמשתתפים סברו כי על מסמך האסטרטגיה להעביר מסר חד יותר לגבי הצורך לפעול כבר עכשיו לקדם באופן מעשי את הטמעת המימן. לעמדתם, האסטרטגיה בגרסתה הנוכחית משדרת כי ישראל תחכה ותראה כיצד מימן יתפתח בעולם, ותגיב בהתאמה. משתתפים סברו כי הגישה התגובתית לכאורה אינה עולה בקנה אחד עם תפקידה הפוטנציאלי של ישראל, כמובילה וכגשר בין היבשות. חלקם סברו כי ישראל יכולה וצריכה לקחת תפקיד משמעותי יותר.

אחרים סברו כי לישראל אין את המשאבים שיש לגרמניה או לערב הסעודית, והצורך שלה במימן הוא מוגבל יותר. בהתאם, הגישה העולה מהאסטרטגיה היא נכונה, לפיה יש לפעול בצורה הדרגתית תוך השקעה משמעותית ובחינה מתמדת של ההתפתחויות בתחום. בעניין זה, נציגי המשרד הסבירו כי מתוך האסטרטגיה עולה שיש להתחיל להיערך כבר עכשיו לשילוב מימן.

ב. נאמר כי חשוב מאוד לערב ולשלב את כל משרדי הממשלה בנושא. העבודה צריכה להיות אסטרטגיה לאומית, אליה רתומים כלל משרדי הממשלה הרלוונטיים ולא רק אסטרטגיה של משרד האנרגיה.

ג. נאמר כי האסטרטגיה צריכה לשאוף ולכוון ליעדים משמעותיים יותר. היעד הסופי של ממשלת ישראל הוא כלכלה מאופסת פליטות, ולמימן יכול להיות תפקיד חשוב בהשגת היעד. על כן התרחישים והיעדים צרכים להיות קרובים ומשמעותיים יותר.

⁴ מטעם משרד האנרגיה הובילו את הדיונים: ד"ר שחר דולב – מנהל תחום פיתוח מודלים ומדיניות ארוכת טווח, נחום יהושע – ראש אגף תחבורה נקייה חטיבה לאנרגיה מקיימת (חדר תחזיות 2), יותם בן שטרית – מנהל תחום כלכלה, ואילן בנימין, הממונה על הבטיחות במנהל הדלק והגז (חדר תחזיות 1)

2. הצורך בעדכון דינאמי של האסטרטגיה

רבים סברו כי לאור השינויים הצפויים בטכנולוגיה, במודלים הכלכליים ובמחירים, נכון לעדכן את האסטרטגיה לפחות פעם בשנה- מודל דינאמי ישרת הן את מטרות האסטרטגיה (הטמעת מימן במשק הישראלי) והן את צרכי בעלי העניין השותפים למימוש הזקוקים לוודאות, נגישת למידע ולהתאמות הנדרשות מעת לעת. לעניין זה ציין המשרד כי המודל הדינמי מוטמע בעבודה וכי העבודה תתעדכן פעם בשנה, בהתאם להתפתחויות במשק.

3. ייבוא אל מול ייצור

א. חלק מהמשתתפים סברו, כי הסתמכות על יבוא מימן עלול לפגוע בתוצר הלאומי ויש לקחת היבטים אלו בחשבון. חשוב להשאיר כמה שיותר ייצור מקומי ולייבא רק את הנדרש, זאת כדי ליצור אקו-סיסטם של מימן, תעסוקה, חדשנות וערך כלכלי. לעומת זאת, אחרים סברו כי לא מוכרת אף מדינה בעולם היכולה לייצר את כל המימן הירוק שהיא זקוקה לו, ולכן ייבוא חייב להיות חלק מהתמהיל.

ב. נאמר כי לא ברור כיצד מתכוונת המדינה להיערך ליבוא משמעותי של מימן.

ג. נאמר כי ישראל צריכה לנצל את מרבצי הגז שלה לייצור של מימן כחול.

ד. חיזוק נוסף לצורך בייבוא עלה מתרגום המספרים לשטח (דונמים) הנדרשים להקמת PV, אשר מלמדים על קושי; אין מספיק שטח בישראל לייצור מימן ירוק, וחשוב לפתח שיתופי פעולה בינלאומיים כדי להבטיח אספקת מימן, באמצעות ייבוא המימן או קניית חשמל ירוק ממדינות שכנות כמו ירדן.

נציגי המשרד הסבירו כי אחת ממסקנות המודל היא ששילוב בין ייצור לייבוא מתחייב בכל אחד מהתרחישים.

4. תקציבים, השקעה ותמיכות

א. משתתפים סברו כי האסטרטגיה אינה בהירה מספיק ביחס לתקציבים והשקעות צפויות של המדינה בתחום. נאמר כי ישנם 2 מודלים מרכזיים להשקעה: 'עמק מימן' ותמיכות אחרות. היו שסברו כי המיקוד והדגש על עמקי מימן אינו מספק, וכי נכון יותר להציע מגוון תמיכות ולתת לשוק לבחון כיצד הוא מנצל אותן באופן מיטבי.

ב. יזמים צריכים וודאות והבנה ברורה ככל הניתן לגבי מוכנות ההשקעה של המדינה.

ג. כדי לעמוד ביעדי הפחתת הפליטות נדרשות השקעות משמעותיות, ולמדינה תפקיד חשוב בעידודן.

נציגי המשרד הסבירו כי העבודה אינה ממליצה רק על עמקי מימן וכי בשלב בו נמצאת מדינת ישראל, אופן התמיכה האופטימלי הוא בדרך של סיוע בהשקעות (CAPEX) לפרויקטים. קיימים כיום פרויקטים רבים הזוכים לתמיכת המדען הראשי וגורמים נוספים.

5. מימן בתחבורה

- א. חלק מהמשתתפים סברו כי יש לבחון שוב ולעדכן את הנחות המודל ביחס לתחבורה, ולקחת בחשבון גם רכבים פרטיים.
- ב. נאמר כי המעבר למימן צפוי להיות מהיר יותר מהנחות אשר עומדות בבסיס התחזיות. על כן נכון לזר מאוד את הטמעת המימן בתחבורה. לדוגמא, משתתפים שיתפו כי במדיניות אחרות כגון יפן, דרום קוריאה ואוסטרליה, מגדירים היקף שימוש במימן לתחבורה כבר ב-2030.
- ג. נאמר כי מימן צפוי להיכנס להנעת רכבות ואוטובוסים. מוצע לבחון באופן מתמיד את ההתפתחויות בעולם ולבצע היערכות לאורך.
- ד. לעמדת חלק מהמשתתפים יש להכין תכנית עם יעדים שאפתניים ולבנות רגולציה מאפשרת שתתמוך במהלך. ראשית צריך לקבוע יעדים ברורים ברמת המדיניות ומשם לתכנן את הכמויות.

6. טכנולוגיות

- א. יש קושי מובנה לבנות מודל עד 2050 כי קצב התפתחות הטכנולוגיה מאוד גבוה. קשה לאמוד כמויות ביחס לפוטנציאל של התפתות טכנולוגית. בנוסף לדעת חלק מהמשתתפים יש מחקר רב שלא מקבל מקום בדוח בצורה מספקת.
 - ב. הטכנולוגיות הידועות כיום לאגירה מורכבות ונדרש כסף רב לקדמן. אין בהירות לגבי העלויות ולגבי מקורות התקציב.
 - ג. נראה כי המודל מניח שישראל מובילה במו"פ אך לדעת חלק מהמשתתפים יש מחקר חדש שלא מקבל מקום בדוח בצורה מספקת.
 - ד. נאמר כי בחשיבה על טכנולוגיות חשוב בחשבון כי היכולת לשלב מימן במשק האנרגיה תלויה במידה לא מבוטלת בהתפתחות הטכנולוגיות.
 - ה. נאמר כי ניתן לשלב מימן בתחנות הכוח מוקדם יותר מהמצוין באסטרטגיה, וכי מומלץ לקדם פיילוטים לשילוב מימן כבר בשנים הקרובות בתחנות הכוח. בנוסף, לעמדתם הסבת יחידות יצור של גז למימן לא פוגעת בביטחון האנרגטי, כי תמיד אפשר יהיה להסב חזרה לגז במקרה הצורך.
- נציגי משרד האנרגיה ציינו כי בשל השינויים הטכנולוגיים והכלכליים הצפויים בתחום המימן נעשה שימוש במודל דינאמי שיתעדכן בהתאם להתפתחויות ויאפשר לקבל תמונת מצב עדכנית.

חדר תחזיות 2

1. מבט מאקרו על משק האנרגיה ומקורות אנרגיה נוספים

המימן הוא מקור אנרגיה שניוני שכן הוא דורש אנרגיה שתושקע בו על מנת לייצר אנרגיה. אי לכך, יש לקחת בחשבון שהתחזיות הצפויות לשימושים תהיינה תמיד מעורבות בשימוש מקורות אנרגיה נוספים ובשילוב חכם ביניהן על מנת להגדיל יעילות ונצילות.

2. התפתחויות טכנולוגיות צפויות ובלתי צפויות

א. במהלך הדיון הוזכרו טכנולוגיות שונות הקיימות כבר היום ומסוגלות לערער את הנחות המוצא בכל הנוגע לייצור אנרגיה באמצעות מימן.

ב. כמו כן, משתתפים אחרים הצביעו על כך שלטכנולוגיות הקיימות עשרות שנים (כמו כורים גרעיניים), יכול להיות תפקיד מפתח בהתחדשות אנרגטית בישראל ובעולם, וכי כניסתן לשוק האנרגיה תוכל לשנות את יעדי המימן באופן משמעותי עד שנת 2050.

נציגי המשרד ענו כי לאור אי הוודאות האסטרטגיה הוצגה כתוכנית גמישה המתעדכנת לאור ההתפתחויות.

3. דינמיות במודל ותכנון קצר טווח

סוגיה משמעותית נוספת שעלתה הייתה הצורך לייצר צעדים אופרטיביים ביחס לתחזיות עדכניות יותר - למשל בין 1-5 שנים. מספר משתתפים העירו כי על מנת לראות שינוי ב-2030 צריך לפעול היום ולייצר תחזיות כבר לשנת 2024. הצורך עולה גם לאור השימוש הקיים היום במימן במשק הישראלי

4. מגבלות אנרגיה מבוססת מימן

א. בשל עלות הייצור של מימן נכון להיום השימוש בו כמקור אנרגיה הוא מוגבל.

ב. נאמר כי שאין מספיק שטח בישראל על מנת לספק את המימן הנדרש באמצעות מימן המופק באמצעות אנרגיות מתחדשות בלבד (מימן ירוק). אי לכך, השימוש במימן יחייב ייבוא מחוץ לארץ. בהתחשב במגבלות אלו הוצע להשקיע בייצור מימן כחול באמצעות תפיסת פחמן והטמנתו.

נציגי המשרד ציינו כי האסטרטגיה אכן מתייחסת לסוגיות אלו ולכן מציינת את הצורך בייבוא מימן ובבחינת נושא המימן הכחול בישראל.

5. גישה מכוננת ועמדת המדינה

א. משתתפים רבים ברכו על כך שהמשרד נמצא בעמדה יוזמת ופרואקטיבית ביחס לשיתוף בעלי העניין, הכוללים שחקנים משמעותיים במשק האנרגיה.

ב. עם זאת, חלק הצרו על כך שהמשרד מציע לראות כיצד התחום מתפתח בעולם ורק לאחר מכן לפעול. הגישה שהוצעה הייתה להוות קטר מוביל ולהשתמש בחוזקות של מדינת ישראל כשחקנית במשק

האנרגיה העולמי. כך הוצע גם להשקיע יותר באנרגיות מתחדשות וביצירת היתכנות לייצור מימן ירוק בשיתוף עם השוק הפרטי – בין אם על ידי מימון וסבסוד המימן, ובין אם על ידי רגולציה מאפשרת ומעודדת.

נציגי המשרד הסבירו כי האסטרטגיה המוצעת ניתנת כמענה לנושאים אלו – התייחסות לפעולות שיש לממש כבר כיום לפתיחת תחום המימן, להקים עמק מימן שיישם את שרשרת הערך המימנית בפועל, ובמקביל לקדם מו"פ מימן למיצוב ישראל כמובילה עולמית בחדשנות בתחום.

חדר 3 - מו"פ, נסיינות ועמק מימן

דיון בנושא מו"פ, נסיינות ועמק מימן – הצעדים הנדרשים לתמיכה באקו-סיסטם המימן בישראל נערך בהשתתפות 77 בעלי עניין⁵.

המשתתפים התבקשו להתייחס לנושאים הבאים:

- דעתם על הצעדים העיקריים והאם נחוצים צעדים נוספים
- עמדתם לגבי קידום עמק המימן, ומהם המרכיבים הקריטיים בו
- כיצד הם תופסים את תפקיד הממשלה בתחום המו"פ והנסיינות
- מהם האתגרים והחסמים בהקשר של עמק מימן וקידום מו"פ בכלל?

את ההתייחסויות בדיון ניתן לחלק לחמישה נושאים מרכזיים:

1. קידום שיתופי פעולה ברמות השונות

א. ישנו צורך משמעותי בהקמת מטריה ("קהילת מימן") שתאגד את בעלי העניין השונים הפועלים לקידום משק מימן בישראל. קהילה זו צריכה לכלול את הסקטורים השונים בדגש על תעשייה, מחקר (אקדמיה) וממשלה ולקדם שיח משולב. במהלך הדיון הוצעו רמות שונות של שיתופי פעולה שיסייעו לקדם הקמת משק מימן בישראל:

- **רמה בין מגזרית:** אקדמיה-תעשייה-ממשלה. נאמר כי יש היום שדה מחקרי ענף שהולך ומתרחב, אך הידע לא עובר לתעשייה בצורה מספקת. משתתפים סברו כי גיבוש מנגנונים לשיתוף פעולה בין מגזרים, יכולים לחזק את הקשר בין המגזרים ולהזניק את משק המימן קדימה. בנוסף נאמר כי ישנם קשיים עם הרגולציה היום ועוד עתידים להיות אתגרים נוספים בפיתוח של עמק מימן בישראל. הוסכם כי שיתוף פעולה בין מגזרי בהובלת משרד האנרגיה, יוכל לתת כלים לגופים השונים להתמודד עם האתגרים בצורה טובה יותר, ולנהל תהליכים אפקטיביים.
- **רמה בין לאומית:** הוצגו שתי התייחסויות מרכזיות: האחת היא של ישראל יש יתרון ביחס לאזור מבחינת פיתוח ומחקר, ומנגד היא חסרה בשטחים לייצור. כדאי להפיק את המרב מהיתרון היחסי ולהשקיע בו,

⁵ מטעם משרד האנרגיה הובילו את הדיון: ד"ר גדעון פרידמן – המדען הראשי במשרד האנרגיה, ד"ר שרית ברנד-קליבנסקי – מנהלת אגף מחקר אדמה וים ביחידת המדען הראשי, וג'נט שלום – מנהלת אגף תכנון ומדיניות.

ולהשתית שיתוף פעולה סביב הנושאים אותם צריך לחזק - חיבוריות וקישוריות אזורית. בנוסף נאמר כי מדינות שכנות וקרובות לישראל מקימות היום עמקי מימן בשטחן, וכי שיתוף פעולה איתן יכול למנף את מיקומה האסטרטגי של ישראל. עוד נאמר כי כדאי להתחבר לקהילות מימן בינלאומיות, כצעד ראשון בנושא ההכשרות לעובדים וחוקרים ושיתופי פעולה עם גופים קיימים.

ב. נאמר כי חשוב להמשיך ולשתף את ציבור בעלי העניין בעדכון האסטרטגיה לפיתוח משק מימן בישראל

2. מיקום ופריסה של עמק המימן

לאורך הדיון עלו התייחסויות שונות לגבי המיקום והמבנה המיטבי לעמק מימן בישראל:

- א. **פיזור הגורמים השונים של עמק מימן על פני אזורים שונים בארץ לעומת ריכוז באזור אחד:** משתתפים סברו כי המחקר והפיתוח של עמק המימן צריך להיות במודל של HUB, עם ביזור יחסי ברחבי הארץ. מאידך, נאמר כי עמק המימן הוא הזדמנות חשובה לפיתוח איכותי של הפריפריה (הנגב), וכי אין להפריד בין השימושים השונים של עמק המימן ונכון לפתח אקוסיסטם אחד ממוקם גיאוגרפית.
- עוד נאמר כי כבר היום מתהווים מרכזי פיתוח בחבל איילות ודימונה ונכון יהיה להשתמש בידע והכלים הקיימים, ולרכז לשם את המשאבים וההשקעות, תוך ניצול היתרונות היחסיים הקיימים שם.
- ב. **רשת של עמקי מימן המקיימים ביניהם קשרי גומלין:** הוצע להקים רשת של עמקי מימן ולא רק עמק אחד, כאשר לכל אחד מהם יהיה ייחוד מבחינת התרומה שלו למשק הארצי. יחד עם זאת הודגש כי ישנה חשיבות לקבוע היכן יוקמו עמקי המימן הראשונים על מנת לרכז משאבים, גם אם מכוונים לרשת עמקי מימן בטווח הרחוק.

3. תקינה ורגולציה

- א. הסרת חסמים וקידום רגולציה תומכת פיתוח, הייתה אחת מהבקשות העיקריות של משתתפי הדיון. משתתפים רבים סברו כי הרגולציה היא החסם העיקרי בפיתוח ובפעילות הקיימת. עוד נאמר כי יש צורך בשינוי והתאמת הרגולציה בכל הנוגע להגדרת ייעוד הקרקע, דלקים סינטטיים, ותחום הרישוי. הודגש כי הפיילוטים והפיתוחים שקורים היום בשטח הם בהיקפים קטנים וצריכים ליווי של הרישוי.
- ב. הוצע להקים וועדה מצומצמת בין משרדית שתלווה את החברות ברישוי עתידי, ולהקים מעין מסלול מואץ לפיילוטים.
- ג. משרד האנרגיה התבקש לקדם רגולציה שתייצר ביקושים ותקל על הגופים הפועלים לקידום משק המימן. ניתנו דוגמאות לקידום רגולציה בנושא זה: מיסוי של פחמן דו חמצני ותיקון לתמ"א 1 שיאפשר להקים מתקנים לייצור ואגירת מימן בשדות סולאריים.



4. תקצוב וסבסוד

- א. עלה צורך מהותי בהמשך תקצוב ואף הרחבתו ככל הניתן. הודגש כי חשוב לתת מענה תקציבי וסיוע ממשלתי גם לגופי מחקר ופיתוח שכבר החלו לפעול היום.
- ב. נאמר כי סיוע בטווח הקצר והצבת יעדים תקציביים אופרטיביים בשנים הקרובות, יוכלו לסייע לעמוד ביעדים האסטרטגים של 2050 כפי שהוצגו בדו"ח.
- ג. נאמר כי כיום יש כשל שוק בפיתוח עמק מימן בישראל, ואם המדינה מעוניינת במקור מימן מהימן בעתיד, היא חייבת להתערב, בדומה לאנרגיה סולארית והתפלת מים בעבר.
- ד. הוסבר במקרה של מימן, הצורך בתמיכה ממשלתית היא חיונית במיוחד. בתחומי טכנולוגיה וסטארטפ אחרים, קיימים משאבים זמינים מקרנות הון סיכון ומשקיעים פרטיים, וכן אינטרס לרכישה והטמעה על ידי התעשייה והלקוחות. הפעילות של קרנות כאלה בתחום הסביבה היא מצומצמת מאד, ובהיעדר מדיניות של BEST AVAILABLE TECHNOLOGY -BAT, התעשייה לא ממחרת להשקיע בתחום. לכן, האפיק שנותר הוא השקעות ממשלתיות.
- ה. משתתפים סברו כי במידה ולא תהיה אפשרות להגדיל את התקציב משמעותית, מומלץ לצמצם את המיקוד ל 2-3 נושאים, אחרת לא תהיה התקדמות מספקת באף תחום.

5. הכשרה וטיפוח כוח אדם שיעסוק בפיתוח עמק מימן ומשק המימן בישראל

- א. הכשרות לחוקרים בתחום ולעובדים במתקנים של עמק המימן הן קריטיות לקיומם בעתיד ולהצלחת המהלך להקמת משק מימן בישראל.
- ב. נאמר כי יש צורך להכשיר ולפתח את כוח האדם כבר בטווח הקרוב, בין אם במוסדות האקדמיים או בהכשרות במגזר הפרטי.
- ג. הודגש גם כי כבר היום עולה פער ידע מקצועי בשטח על כן, הכשרות העבודה והבטיחות חשובות. ישנן חברות שכבר מקדמות הכשרות בטיחות כאלה, והן מציעות להקנות מהידע שלהן בנושא גם לעובדים בחברות אחרות.

6. יעדים והכוונה

- א. נאמר כי מעבר לתמיכה הכספית, המדינה צריכה לאפיין את הצרכים הלאומיים בתחום המימן ולקבוע הנחיות ומדיניות בנוגע למיקומים. השחקנים בתחום החדשנות והמו"פ יפעלו ויתאימו את עצמם בהתאם למדיניות, התמיכות ורמת הוודאות שהמדינה תייצר.
- ב. יחד עם זאת נאמר כי בשאר העולם עוד לא התקבעו על מימן כפתרון לאנרגיה מתחדשת, ולכן גם משק האנרגיה בישראל לא צריך לעשות זאת בשלב זה, ויש להסתכל על האפשרויות בראייה רחבה.

חדר 4 - רגולציה

דיון בנושא רגולציה נדרשת ורגולציה מאפשרת נערך בהשתתפות כ-78 בעלי עניין⁶.

המשתתפים התבקשו להתייחס לנושאים הבאים:

- עמדתם ביחס לתיקוני רגולציה ממוקדים כפי שהוצגו במסמך
- האם נדרשים תיקונים נוספים? מה החסמים לתיקונים?
- דעתם על המנגנונים המוצעים במסמך לתמיכה בשחקנים במשק המימן, ומם המרכיבים הקריטיים במנגנונים אלו.

להלן עיקרי הדברים שעלו בחדר הדיון:

1. קידום תיקונים נקודתיים לעומת צורך קידום חוק מימן רחב

- א. לאורך הדיון עלו קולות שונים בנוגע לשאלה האם כדאי לקדם חוק מימן מקיף לעומת תיקונים בחוקים הקיימים. מצד אחד נדרשים תיקונים רבים לחקיקה קיימת וחוק אחד מקיף עשוי להסדיר את הסוגיות השונות הדורשות התייחסות בצורה אחידה וכוללת. מאידך, חוק מקיף יהיה מורכב לקידום וייקח זמן רב. מטרת החוק היא להבטיח את הבטיחות וההגנה על הסביבה, ולא רק לאפשר את השימוש במימן, ולכן ייתכן ותיקון החקיקה הקיימת והתאמתה למימן יהיה יעיל יותר.
- ב. מספר משתתפים העלו את השאלה האם נדרשת בכלל חקיקה חדשה מאחר ומימן הוא לא חומר חדש, משתמשים בו עשרות שנים בהיקפים גדולים ואפשר להתייחס אליו בדומה לגזים אחרים.
- ג. נאמר כי הצורך הוא לא בחקיקה אלא בחשיפה של הרגולטורים לתחום, יצירת היכרות והנחלת הידע הנדרש עבורם כדי לתת התייחסות רגולטורית למימן. כיום, קיים חשש מהמימן בקרב הרגולטורים מכיוון שהוא לא מספיק מוכר. הודגש כי פעילות החשיפה והנחלת הידע הנדרשת גם ברמה המחוזית והמקומית, כי שם יש טיפול ומתן אישורים בפועל.
- ד. בהיבט הסטטוטורי, הוצע לבצע פיילוט של מרכז היתרים אחד (בדומה לפיילוט שמתקיים בתחום אחר – לברר). נאמר כי מימן דורש התמקצעות ואין סיבה לדרוש את המומחיות הזו מכל מהנדס עיר, אלא יש לרכז את הבקשות האלה לגוף מקצועי אחד.

2. גיבוש הרגולציה

- א. נאמר כי יש צורך להתאים רגולציה כדי שתאפשר לטכנולוגיות חדשות ומגוונות להיכנס לשוק כדי לעודד תחרות.
- ב. נאמר גם כי צריך לוודא כי כלל הפעולות – הרגולציה והתמריצים – שומרים על עקרונות ציבוריים וסביבתיים. צריך להגדיר עקרונות של שמירה על סביבה ושמירה על שטח, ולוודא שהרגולציה מכוונת התנהגות רצויה בתחום המימן ומקדמת מימן ירוק דווקא.

⁶ מטעם משרד האנרגיה הובילו את הדיון: דורית הוכנר – מנהלת אגף בכיר תכנון פיזי, בת-ציון בן-דוד גרסטמן – מנהלת תחום מדיניות רגולציה, וחיים מלמד, ראש אגף הנדסה, רשות הגז הטבעי.



- ג. משתתפים העלו את הצורך בהתייחסות למה שקורה בתחום הרגולציה גם בארה"ב (האסטרטגיה התמקדה בעיקר באירופה), והמליצו לשקול הסתמכות על תקנים אמריקאים, שהם נגישים יותר מבחינת שפה, ורחבים יותר ביחס לטכנולוגיות המימן.
- ד. נאמר גם כי התקינה הבינלאומית (ISO) לא בהכרח מתאימה לטכנולוגיות החדשות לייצור מימן וצריך לבחון את ההתאמה ופעולות נדרשות. בנוסף, באימוץ תקינה כדאי לוודא את התדירות של עדכון התקן כדי שהמשרד יאמץ פרקטיקות עדכניות ולא מיושנות.

3. פיתוח כלכלת מימן

- א. משתתפי הדיון העלו את הצורך בפיתוח כלכלת מימן לצד פיתוח אסטרטגיית המימן. כדי להכניס מימן לשוק יש צורך לייצר אותו בכמויות גדולות, וייצור זה דורש משאבים והשקעות גדולות. קולות קוראים יכולים לסייע בשנים הראשונות, אך ארגון עסקי המתכנן שנים קדימה ושוקל להפוך להיות יצרן או צרכן של מימן, זקוק לוודאות לגבי תמיכה ממשלתית מתמשכת.
- ב. נאמר כי משרדי אנרגיה בארה"ב ובאירופה תומכים כלכלית, והיעדר תמיכות משמעותיות בישראל עלול לעכב מאוד את פיתוח התחום.
- ג. בנוסף, הוצע לעודד תעשיות לעבור לשימוש במימן בדיוק כפי שבעבר עודדו שימוש בגז טבעי. הוצע לקבוע תעריף למימן אשר יבטיח את כדאיות הייצור שלו, וכן הוצע להעמיד קרן ולהציע סבסוד לכל מי שרוצה לעבור לשימוש במימן

4. תכנון עבור מימן

- א. במהלך הדיון עלה הצורך בתכנון עבור מימן מבחינת הובלה ואחסון. כדי שאפשר יהיה להכניס מימן לשוק בצורה אפקטיבית ובכמויות גדולות צריך להתחיל לתכנן כבר היום צנרת הובלה ומתקני אחסון. לישראל יש יתרון בתחום המימן הכחול אבל הוא דורש הטמנת פחמן.
- ב. כדי לאפשר אגירה בתת הקרקע יש לתכנן את השטח כבר כיום. בנוסף יש להגדיר ייעודי קרקע למתקנים (סוללות, אלקטרוליזר ועוד). הנושא צריך לקבל כבר כיום התייחסות תכנונית וכלכלית.
- ג. נאמר כי קיים פער רגולטורי- בנוגע למתן היתרים בתת הקרקע להטמנת פחמן דו חמצני. באופן דומה, ניתן לצפות בעייתיות בהטמנת מימן.
- ד. הובע חשש שהשילוב של מימן במשק יחייב תפיסה משמעותית של שטחים פתוחים.

5. שימוש בתשתיות קיימות

- א. נאמר כי קיימות תשתיות וצריך לוודא שתוכניות תואמות את הקיים ומאפשרות להתחבר. למשל נדרשים שטחים נרחבים לשדות סולאריים והממשלה צריכה לתמוך בפתרונות המאפשרים הקמת שדות סולאריים.
- ב. כבר היום מייצרים בישראל מימן אפור וקיימות תשתיות מסוימות מהן ניתן ללמוד עוד נאמר כי ניתן ללמוד מהעולם לגבי תשתיות קיימות בהקשר של תחבורה מונעת מימן.



ג. שימוש בתשתיות קיימות עשוי לסייע בשמירה על הסביבה ולחסוך משאבים. מצד שני, נאמר כי התבססות על צנרת קיימת עשויה לפגוע במשק הגז הטבעי, שכן אין עודף צנרת. בנוסף, הצנרת הקיימת לא הוקמה עבור מימן ועלולה להגביל את השימוש במימן – לדוגמה, לאחוז מהילה מסוים או ללחץ מסוים, שאינם בהכרח האופטימליים לשימוש במימן.

6. הקמת פורום בעלי עניין (מנהלת) לקידום תחום המימן בישראל

במהלך הדיון הביעו תמיכה בהקמת פורום רב מגזרי של בעלי עניין לקידום הנושא. נאמר כי מאחר ולכל משרד ולכל גוף, הצרכים שלו בנוגע למימן, נדרש פורום בו אפשר יהיה לדון ולמצוא דרכים לקידום הטמעת המימן במשק. הפורום יבחן את הדברים באופן מערכתי ויקדם סנכרון בין הגופים הרלוונטיים. הוצע כי לפורום יוגדרו סמכויות ותקציב פעולה.

7. התייחסות לסביבה הימית

נאמר כי המרחב הימי לא מקבל כלל התייחסות בדוח. זאת על אף שהקושי העיקרי בישראל הוא מחסור בקרקעות להקצאה לאנרגיה, והעובדה שהגז הטבעי של מדינת ישראל נמצא בים. נדרשת התייחסות להפקה ושינוע, לתחנות טעינה ועוד במרחב הימי.

חדר 5 - שיתופי פעולה בינלאומיים

דיון בנושא שיתופי פעולה בינלאומיים בתחום המימן נערך בהשתתפות 80 בעלי עניין⁷.

המשתתפים התבקשו להתייחס לנושאים הבאים:

- מה הערך הייחודי של ישראל בעיניהם
 - מה לדעתם תפקיד המדינה בקידום התחום הבינלאומי והקישוריות
 - מה כדאי לקדם בתחום השת"פ הבינלאומי? מה הדבר הראשון בסדר העדיפויות
 - מה כדאי לא לקדם בשלב זה?
 - מה לדעתם צריך לעשות כדי להיערך לייבוא עתידי
- להלן עיקרי הדברים שעלו בחדר הדיון:

1. מימן ירוק וכחול

- א. המשתתפים ציינו כי במידה ומתכוונים לעסוק במימן כחול צריך להבין אם יודעים להטמין את הפחמן הדו חמצני שיווצר בתהליך.
- ב. משתתפים הוסיפו שלעמדתם לא נכון להתייחס למימן כחול במסגרת השיח, ויש להתמקד במימן ירוק, אשר מייצר מענה לצורך בהפחתת פליטות.

⁷ מטעם משרד האנרגיה הובילו את הדיון: אורית גנור – ראש אגף מדיניות חוץ וניהול פרויקטים בינלאומיים, ונעם דגני – מרכז בכיר תכנון מדיניות ארוכת טווח.



ג. אחרים ציינו כי אין מספיק מימן ירוק ואם יתבססו רק עליו לא יוכלו לעודד באופן משמעותי שימוש במימן. אחד המשתתפים ציין כי בחנו במשך שנתיים פרויקט של תפיסת פחמן דו חמצני, וגילו שהשוק שלו מאד מוגבל בישראל. לעמדתם, מספיק מתקן אחד גדול בשביל להכיל את השוק.

2. עידוד השימוש במימן

- א. כדי שמימן יהיה רלוונטי בישראל, המדינה צריכה לעודד את השימוש בו באמצעות תמריצים מתאימים (עידוד שימוש ותמחור פליטות). עד אז שימוש במימן יהיה Nice to have בלבד.
- ב. נאמר כי לישראל יתרון בזכות מיקומה במרחב ונכון לפעול כדי לקדם הצלחות מהירות – למשל, שימוש בתשתיות ובטכנולוגיות קיימות בתחום המימן בתחבורה.
- ג. משתתפים סברו כי דירוג התחבורה כצרכנית מימן ראשונה, תעשייה כשנייה וחשמל כשלישי הוא שגוי. משום מגבלות המשאבים נכון יותר לנצל מימן קודם לחשמל, אח"כ לתעשייה ואת הנותר לייעד לתחבורה. אחרים סברו כי השוק הישראלי קטן יחסית ועל כן לא נכון לקבוע סדרי עדיפויות.

3. ישראל כגשר

- א. חלק מהדיון עסק בשאלה האם ישראל צריכה לשמש כ-HUB מימן. נאמר כי הקמת 'האב' בישראל עלול לדרוש תשתיות ושטח רב שאינם מהווים את היתרון היחסי של ישראל. חודדה ההבחנה בין גשר ל'האב': בעוד שקידום ישראל כגשר משמעותו שישראל תשמש כמקום מעבר למימן, 'האב' הוא מוקד של ייצור, אחסון ושימוש.
- ב. עוד נאמר כי חשוב להתייחס לתועלות גיאופוליטיות בשיח על התפקיד הנכון לישראל בהקשר זה. חשוב לשקול את הנושא במונחי עלות תועלת. מצד העלויות חשוב להתייחס לעלויות הסביבתיות ומצד התועלת נכון להכליל כאמור תועלות גיאופוליטיות. בהתאמה יש לקבוע את תפקידה של ישראל כ'האב' או כגשר.

4. ישראל כ"אי"

נאמר כי להיותה של ישראל אי יש גם יתרונות שניתן לנצל בנושא המימן. היותה של ישראל אי יכול להוות הזדמנות לפיילוטס, לנסייניות של טכנולוגיות חדשות (ישראליות וזרות), זאת בהינתן יצירת אקלים מאפשר ומתאים.

5. מעורבות המדינה

- במהלך הדיון עלו מספר צעדים שהמדינה, בהובלת משרד האנרגיה, יכולה לעשות על מנת לקדם הקמת משק מימן בישראל ביניהן:
- א. יוזמה להקמת קהילת מימן שתכלול את המזרח התיכון והבלקן. כיום יוזמה כזו מובלת על ידי הסקטור הפרטי, אך לשם הצלחת תהליך כזה יש צורך בשיתוף פעולה של גופים בינלאומיים, דבר שהמדינה יכולה להוביל באופן היעיל ביותר.



- ב. **שטחים לייצור מימן במדינות שכנות- ישראל כמרכז של מו"פ והובלה.** לישראל יתרון יחסי במחקר ופיתוח, אך היא בחסרון יחסי בהקצאת שטחים לתשתיות להפקת מימן ירוק. ניתן להשתמש ביתרון זה ולהוביל שיתוף פעולה אזורי על מנת לגשר על המחסור בשטח. באופן נקודתי משתתפים סברו כי ניתן לקיים קשרי גומלין בין המדינות לצורך הפקת מימן, כך שישראל ספקית המו"פ והטכנולוגיה, ירדן תהיה מרחב ייצור האנרגיה, והשקעה כספית תינתן מהאמירויות.
- ג. **קו הובלת מימן בין המזה"ת לאירופה.** הקו של הובלת המימן יכול לעבור בתעלת סואץ או דרך ישראל. נאמר כי נדרשת מעורבות של המדינה כדי שהקו יעבור בישראל, זאת באמצעות שיתוף חברות ישראליות במיזמים בינלאומיים.
- ד. **מימוש נחרץ של גישת הפחת פליטות.** ככל שהמדינה תפעל יותר בנחרצות למימוש יעד איפוס פליטות, כך ייווצרו תמריצים לאנרגיות מתחדשות ובכלל זה לקידום מימן. הטמעת מימן צריכה להיות משולב באסטרטגיה כוללת, ברורה ונחרצת לעמידה ביעדי הפחתת פליטות. אירופאים תמכו בכיוון של השתתפות עלות הפליטות על המזהמים, והאמריקאים תמכו בתמריצים לעודד שימוש. הוצעה אסטרטגיה לשלב בין שתי הגישות.
- ה. **ציפייה מהמשלה להיות מובילה.** נאמר כי במדינות אחרות מקובל יותר שהמדינה מקדמת חברות ויזמות, וגם ישראל צריכה לנהוג כך ולהוביל את התעשייה בתחום, כדי שהיזמות הישראלית תוכל להתחרות ביזמות במדינות אחרות, ותוכל גם לשווק את עצמה בעולם. נכון הדבר במיוחד בתחום הרכב בו אין עדיין כדאיות כלכלית.
- ו. **גיאופוליטיקה.** הוצע לייצר מפת דרכים המתווה את הצעדים מול מדינות שכבר כיום ניתן לשתף עימן פעולה, ואחרות איתן נדרשת בניית תשתית לצורך שיתוף פעולה. לשיתופי פעולה אזוריים ובינלאומיים משמעותיות חיוביות לגבי יחסי החוץ של ישראל. נאמר כי נושא האנרגיה הוא הזדמנות לחיבורים עם מדינות באזור, גם אלה שכבר שותפות שלנו, כמו יוון וקפריסין, וגם כאלה ששיתוף הפעולה עימם פחות נפוץ.
- ז. **ישראל כמעצמת טכנולוגיות וחדשנות.** האקוסיסטם הישראלי ידוע בחדשנות שלו, וביכולת לחשוב מחוץ לקופסא. המשתתפים ציינו לדוגמה את הקולות הקוראים של האיחוד האירופי, העוסקים בנושאים "ישנים" ביחס למה שקורה בישראל. יש בארץ (3-4) חברות בתחום שהן מהמובילות בעולם, בכל רצף השימוש במימן, ונכון לתמוך בהן ולהשתמש בפתרונות שהן מציעות כבסיס לאסטרטגיה. חלק מהמשתתפים העלו שאלה האם הערך הייחודי החדשני של ישראל בולט בעולם כפי שאנו תופסים זאת.

6. תקציבים

נאמר כי הפער המשמעותי באסטרטגיה הוא תקציבים. קיימת אי בהירות לגבי היקף התקציבים העתידיים להיות מושקעים בנושא, וללא תקציב משמעותי האסטרטגיה לא תוכל להתממש. אחת המשתתפות סיפרה על שיתוף פעולה אמריקאי, שמתעבב בכלל חוסר יכולת של הצד הישראלי להשקיע את המשאבים הנדרשים.



7. מה המשרד צריך לעשות "מחר בבוקר" – הצעות לצעדים פרקטיים מיידיים

- א. להמשיך ולשתף את בעלי העניין בתהליך ולקיים עדכון עיתי של התקדמות מימוש האסטרטגיה.
- ב. לבצע שיתופי פעולה עם האירופאים ברמת הממשלה, ולהקצות לכך כוח אדם.
- ג. לקדם שיתוף פעולה ותמיכה ממשלתית בסטרטאפים ובמחקרים מתקדמים- עולם המימן נתמך ע"י הממשלות, ובישראל לא קורה מספיק.
- ד. לפנות ספציפית למדינות רלוונטיות שיש להן ידע אקדמי ומחקר מוביל ולבקש לשתף איתן פעולה, ולקדם למידת עמיתים ממשרדי אנרגיה אחרים.
- ה. ליצור מוקדי כוח אזוריים – להתחבר למשאבים ולתשתיות אירופאיות, ומזרח-תיכוניות. משרד החוץ יכול להיות חיוני בתהליך ולעזור לחבר וליצר קשרים. חשוב שישראל תיקח חלק ב international energy association. בעניין זה המשרד ציין כי ישראל נמצאת בתהליך הצטרפות.
- ו. לפתח תעשיית הון סיכון ממשלתית שתתמוך בתהליכי המימן.
- ז. לפתח חממת מימן בשיתוף רשות החדשנות ושותפים בינלאומיים. לתקצב את השלבים הבאים בתהליך ולממן גם את שלבי הפיתוח הבאים. להציע פיילוטים ממומנים.
- ח. להגיש ולקדם שיתופי פעולה לסייע בהגשת קולות קוראים של רשות החדשנות.
- ט. לפרוס תשתיות שיאפשרו לחברות עולמיות לפעול בישראל, לחקור ולקדם נסיינות.
- י. לערב באופן משמעותי את משרד החוץ, משרדי ממשלה רלוונטיים נוספים ואת החברות הממשלתיות בתהליך.

נספח ב – הערות ציבור

נספח זה מרכז את עיקרי ההערות שעלו מהתייחסות חופשית של הציבור, וזאת בהתאם לארבעת נושאי הדיון המרכזיים בכנס: תרחישים ומפת הדרכים, רגולציה, מו"פ ושת"פ בינלאומי.

1. הערות כלליות

עדכון דינאמי של האסטרטגיה: לאור השינויים הצפויים בטכנולוגיה, במודלים הכלכליים ובמחירים, נכון לעדכן את האסטרטגיה לפחות פעם בשנה; מודל דינאמי ישרת הן את מטרות האסטרטגיה (הטמעת מימן במשק הישראלי), והן את בעלי העניין השותפים למימוש זקוקים לוודאות, נגישות למידע ולהתאמות הנדרשות מעת לעת.

הקמת פורום בעלי עניין (מנהלת) לקידום תחום המימן בישראל: הקמת פורום רב מגזרי של בעלי עניין לקידום נושא המימן. נאמר כי מאחר ולכל משרד ולכל גוף, הצרכים שלו בנוגע למימן, נדרש פורום בו אפשר יהיה לדון ולמצוא דרכים לקידום והטמעת המימן במשק. הפורום יבחן את הדברים באופן מערכתי ויקדם סנכרון בין הגופים הרלוונטיים. הוצע כי לפורום יוגדרו סמכויות ותקציב פעולה. הפורום יכלול משרדי ממשלה וחברות העוסקות בתחום.

ליווי יזמים: נדרש ליווי ממשלתי ליזמים בתהליכי האישורים לקבלת ההיתרים, בכדי לסייע בהסרת חסמים.

סקר שוק ומיפוי שחקנים מרכזיים בשרשרת הערך: בעבודה חסר סקר שוק ומיפוי שחקנים מרכזיים במצב כיום והעתידי, וזאת בהתאם לשרשרת הערך:

- מקורות אנרגיה: איתור מקורות מים לייצור מימן ירוק, שימוש בתת הקרקע ואתרים להטמנת פד"ח עבור מימן כחול.
- ייצור, הובלה ואגירה: חברות טכנולוגיה, בדגש ישראליות, לייצור, הובלה ואגירה, יחד עם עלויות וערכי יעילות ונצילות.
- שימושים – תחבורה: בדיקה מול יצרניות הרכבים הגדולות בעולם לביורר הטכנולוגיות המקודמות על ידן בתחום המימן, השקעות של החברות הגדולות בתחום, ומיפוי צפי יציאה לשוק.
- שימושים – תעשייה: סקר מול התעשייה למפעלים המשתמשים כיום במימן, וכאלו המתאימים להסבה, עם נתוני היקף כמויות, סוג מימן, ומיקום גאוגרפי.
- שימושים – חשמל: טכנולוגיות אגירה, עלויות ונצילות.

קביעת יעדי מימן: עלתה הצעה לקבוע יעדים ברורים למעבר לשימוש במימן, וללא תלות בתנאים המתלים שהוצגו בעבודה. יעדים אלו יהיו בפרמטרים של כמויות יצור מימן, ובאיזה מחיר ייצור מימן יהיה כדאי להגדיל

את יעדי התפוקה בישראל. היתרון במעבר לאנרגיית מימן, הוא בתועלות סביבתיות ואקלימיות. ניתן להחיל יעדי מימן ברמה המשקית והסקטוריאלי, ובכך להציג גם יעדים להפחתת פליטות.

מס פחמן: חסרה התייחסות לנושא מס הפחמן והשפעתו על השוק המסחרי-תעשייתי בעלויות נלוות, תוך השוואה למקורות אנרגיה אלטרנטיביים. כך לדוגמה, מימן עתיד לשמש בסקטור התעשייה הכבדה בתהליכים הנדרשים לטמפרטורות גבוהות. כיום מקורות האנרגיה הם פוסיליים, ובהינתן מס פחמן, יהיה לכלי יותר לעבור למימן.

תפיסת פחמן: נושא תפיסת הפחמן עלה מכמה בעלי עניין בהקשר של ייצור מימן כחול, והשלכותיו. בין הנקודות שהועלו:

- הוספת מידע בעבודה אודות תפיסה והטמנה של פד"ח ביבשה ובים.
- ביצוע הערכת ישימות תפיסה והטמנה, במונחי: כמויות, שטח נדרש ומיקום (ולבחון תהליך זה בהתייחס להיקף התפיסה של שטחים פתוחים, ובפגיעה הפוטנציאלית בערכי טבע ומגוון ביולוגי), תשתיות נדרשות, שימוש בתוצרי לוואי של התהליך עבור תעשיות אחרות ועלויות.
- קידום רגולציה ותמיכה קביעת תעריף להטמנת ק"ג פד"ח, מחקר ופיילוטים כחלק ובנוסף לעמק מימן, ויצאה למכרזים לחברות.

חינוך ציבור: העלאת מודעות אודות המימן לתמיכה רחבה בקרב הציבור. בכך יתאפשר לרתום תקציב, לגייס מחקר, אקדמיה ומועצות מקומיות ואזוריות בנושאי בטיחות, ביטחון וסביבה – ולקדם את המימן במשק האנרגיה הישראלי.

2. תרחישים ומפת הדרכים

התייחסות לאסטרטגיה עצמה ולמקומה של ישראל: העבודה צריכה להיות אסטרטגיה לאומית, אליה רתומים כלל משרדי הממשלה הרלוונטיים עם יעדים משמעותיים. תפקידה של ישראל להוביל את המימן בעולם ולהוות שחקנית במשק האנרגיה העולמי, ולהיערך בהתאם.

מדיניות וחלוקת תפקידים במפת הדרכים: חסרה אבחנה בין פעולות של הממשלה לפעולות של המגזר הפרטי; על אחריות מי הקמת עמק מימן ותשתיות? מה תפקיד הממשלה? מומלץ להקים וועדת מנכ"לים בין משרדית, למעקב אחרי היישום.

תרחישים: התרחישים עבור כל שימוש צריכים להיות הוליסטיים ולכלול את המידע הבא: הנחות בסיס, מקור המימן, טכנולוגיית ייצור, אגירה ותפיסת פחמן, ותשתיות נדרשות (לדוגמה: עבור התחבורה, מספר תחנות דלק), יחד עם יעדי הפחתת פליטות – כדי לראות את התועלת בשימוש במימן.



מימן בתחבורה, היעדר התייחסות לתחבורה פרטית, אוטובוסים ורכבות: רוב ההערות תמכו במודל המוצג בעבודה. נאמר כי יהיה ניתן להשתמש במימן עבור התחבורה, רק כאשר ימצא תהליך ליצירתו באופן רציף ובקצב הנדרש. כמו כן, יש להתאים את התשתיות בישראל (תחנות תדלוק) לטכנולוגיות המקודמות על ידי יצרניות הרכבים. הערה נוספת התייחסה להיעדר התייחסות בעבודה לרכבים פרטיים, אוטובוסים ורכבות. עבור הרכבות, יש לשלב את רכבת ישראל בעבודת אסטרטגית המימן לישראל. מנגד, היו כמה הערות שראו שימוש מצומצם במימן בתחבורה.

מימן לייצור חשמל ולאגירה ההערות תמכו בשימוש במימן לייצור חשמל, ואפילו בזמן הקרוב, ולא בעתיד. לעומת זאת, נטען כי חשמל ממימן ירוק יופק רק בתרחיש בו יש עודפים ותחת היכולת להעמיד את כלל התשתיות הנדרשות.

הובלת מימן במערכת גז טבעי: נושא שינוע מימן מהול בגז טבעי בצנרת הקיימת, לא פורט דיו בעבודה האסטרטגית. כיום יש היתכנות להובלה באחוזים גבוהים יותר ממה שנאמר בעבודה.

בשלות טכנולוגית: מצב הטכנולוגיה הישראלית בתחום המימן בשלב יותר מתקדם ממה שנראה בעבודה. הטכנולוגיה בשלה ומבוססת והפיתוחים נועדו רק להוזיל מרכיבים עלות שונים, ולא להוכחת היתכנות.

עלויות מימן ירוק: מההערות עולה, כי מחירי המימן נמוכים יותר בפועל, ממה שהוצג בעבודה. בנוסף יש להרחיב בעבודה אודות עלויות המימן בכמה מישורים: עלויות המימן בארץ בהתאם למקור האנרגיה, עלויות בהשוואה למחירי החלופות (כולל מס פחמן ועלויות CCUS), עלויות ייצור והובלה, ותועלות כלכליות של שימוש מושכל במימן: תועלות סביבתיות ואקלימיות, חיסכון בהקמת תשתיות ותחנות כוח. לכל עלות יש לתת את מקור החישוב.

הכשרה וטיפול כוח אדם שיעסוק בפיתוח משק המימן בישראל: פיתוח הכשרות באקדמיה או במוסד מקצועי, ללימוד תחומי המימן הרלוונטיים לעבודה במגזר האנרגיה החדש, בכל הרמות להכשרת כח אדם והטמעת המימן במשק.

שימור בתי גידול ומגוון ביולוגי בעתודות שטח קרקעיים ותת קרקעיים בים וביבשה: משאב הקרקע של ישראל מוגבל, ויש לנקוט בעיקרון הזהירות המונעת, על מנת לשמור על הסביבה הייחודית, בתכנון תשתיות צנרת ובהקמת מתקנים עילאיים ותת קרקעיים בים וביבשה.

3. מו"פ

עמק מימן: הקמת עמק מימן אשר ייתן מענה על היבטים מגוונים בשרשרת הערך, תוך מחקר, נסייניות, פיתוח תעשייה וכלכלת מימן, ושיתוף ידע, בבחינת אלמנטים שונים בשרשרת הערך: ייצור ואגירה מימן ירוק וכחול (עם תפיסת פד"ח) – העלאת יעילות והוזלת עלויות, הובלה והקמת תשתיות – הסבת צנרת גז טבעי למימן, בדיקת ציוד חדש או משודרג למימן עם מיפוי בעיות תפעול ברכיבים השונים (מונים, מגופים, מדחסים, מפחיתי לחץ, מבערים, צנרת ואביזרים שונים), הבנת הבדל בתכונות בין גז טבעי, גפ"מ ומימן (בפרמטרים של: צפיפות, לחץ, אפקט קירור/חימום, מהירות זרימה, תכונות בעירה), ואימון עובדות ועובדים בנהלי תפעול ובטיחות. העמק יוקם בסמיכות לאזורי הביקוש, ובכך יהווה אקוסיסטם. הועלו התייחסויות לגבי אופי העמק, ביניהן מיקום גאוגרפי ומספר עמקים נדרש (אחד או יותר?), ורמת מעורבות המדינה בהכוונה ובהתוויה של אופי העמק עבור השחקנים (לדוגמה, סטרטאפים). העמק יוחרג מרגולציה תכנונית רגילה, ובכך יאפשר גמישות. הוצע לבזר מספר עמקים ברחבי הארץ, עם אפשרות ליצירת קשרי גומלין ביניהם. הצעה נוספת התייחסה לשילוב טכנולוגיות ישראליות בעמקי מימן המוקמים במדינות שכנות, דוגמת יוון וקפריסין. דוגמה לעמק מימן הראשון שהוקם באירופה, הוא Groningen בהולנד.

תמיכות ומענקים: עלה צורך מהותי בהמשך תקצוב והרחבתו ככל הניתן, עבור מחקר ואקדמיה, פיילוטים ותעשייה, וגם אם קיבלו בעבר מענק. הצורך בתמיכה ממשלתית חיוני עבור המימן, שאינו נחשב סטרטאפ או כלכלי להשקעה, בעיני קרנות הון סיכון. כרגע נראה כי פרויקטים בשוק הפרטי לא משתלמים כלכלית, מכיוון שיש אתגר לגייס הון כשאין רווח מהיר, וחסרה התייחסות לעלות המימן (LCOH). בין ההצעות השונות שהועלו לאפיקי תמיכה: הקמת מספר מסלולי תמיכה, השקעה במו"פ במסגרת אירופאית ושיתופי פעולה, השקעה בפיילוטים בחברות ממשלתיות וברשות כמה משרדים, השקעות ציבוריות בתשתיות והקמת מודל השקעה ממשלתית התחלתית המגייסת השקעה פרטית לחברות בחממה טכנולוגית.

יעדים והכוונה: נאמר כי יש צורך בהבטחת הסכמי שת"פ של חברות ממשלתיות ואישור תקציבים משמעותיים להקמת פלטפורמות תומכות חדשנות בתחום חממות טכנולוגיות, אתרי ניסוי ופיילוטים. הפלטפורמות צריכות להיות מנוהלות היטב על ידי אנשים שבאים מתחום המו"פ וההון סיכון (דוגמת קרנות השקעה תאגידיות), עם ועדת היגוי מקצועיות. לפלטפורמות אלו צריכות להיות נהלים ברורים לחלוקה לאיתור ואישור יעיל ומהיר של פרויקטים עם מסלול מואץ להיתרים לפיילוטים. כמו כן, מומלץ להגדיר עדיפויות ותוכנית השקעות ברורות, כי לא ניתן להשקיע בכל התחומים.

סקירה משווה ארה"ב: הוער כי יש ללמוד את אסטרטגיית המימן של [ארה"ב](#) בתחום המו"פ, ולשלב בעבודה.

4. רגולציה

קידום תיקונים נקודתיים לעומת צורך בקידום חוק מימן נרחב: התאמת והחלת חוקים קיימים במשק הגז הטבעי עבור מימן מחד, או קידום חוק מימן מקיף. מימן מסווג כחומר כמסוכן - דליק בדרגה 2.1, ונדרשת רגולציה בהיבטי בטיחות ותקינה, וחשיפת הרגולטורים לנושא. כך לדוגמא, הועלו ההצעות הבאות להתייחסות מימן ברגולציה: אימוץ תקינה בינלאומית לתקנים ישראליים (NFPA, ISO TC197, IEC), הגדרת תקן בטיחות עבור מימן, הגדרת מימן כדלק, יצירת קטגוריה נפרדת למימן בחוק חומ"ס והחרגת ספים נדרשים עבור פיילוטס ומתקנים לייצור מימן בתעשייה (הגדרה כמתקן הנדסי).

גיבוש רגולציה: למידה משווקים קיימים של גז טבעי ומתחדשות בישראל, כדי להבין אילו חסמים דורשים טיפול ומתן מענה מקדים. כך לדוגמה: מדיניות תמחור קרקע, אתגרי תכנון בכלל ובאזורי תעשייה בפרט, היטלים ומסים – הן עבור ייצור ושינוע מימן, והן עבור הובלה והטמנה של פד"ח. עוד נאמר, כי ירידה לפרטים קטנים ובדיקה של היבטי משניים או אגביים שעולים ברגולציה, עלולים לעכב הקמה של פרויקטים. לשם כך, יש צורך ברצון וברתימה של הגורמים הממשלתיים להקמת הפרויקטים, וצורך ביכולת לגבש רגולציה ניסיונית ופרוייקטי Sand-Box.

מנגנונים רגולטוריים נדרשים לקידום הקמת מתקני מימן, תוך שמירה על היבטי בטיחות, בטחון וסביבה: איחוד מנגנונים קיימים ושיתוף פעולה מקומי ובינלאומי בהקמת גוף מומחה לתכנון נושא הרגולציה והנפקת מרכז אישורים בהיבטי: בטיחות, תשתיות, ציוד מפעלי והובלה (הולכה וחלוקה). כמו כן, נדרש גורם מקצועי שיסנכרן את פעולות הממשל הרלוונטיות, על מנת לפשט ולקצר תהליכי הקמת מתקני מימן. הרחבת המנגנונים הקיימים בעזרת אימון והסמכה של גופי חירום, דוגמת כב"א, פקע"ר הגנ"ס (חומ"ס) בתחומי הנדסה, פיקוח ואכיפה.

כלכלה, תמיכות ויצירת שוק מימן: נאמר כי היזמים צריכים וודאות והבנה ברורה לגבי מוכנות המדינה. ישראל היא מעצמה טכנולוגית בתחום המימן, ויכולה לייצר הכנסות עבור המדינה. ישנן כמה דרכי פעולה בשיטת ה"גזרים" ליצירת ועידוד שוק מימן: סבסוד והטבות מס, עידוד חברות הון סיכון, קרן מימון עם כיסוי CAPEX וסבסוד OPEX התחלתי, הקמת קרן ייעודית להפניית ההכנסות ממס פחמן לאנרגיות ירוקות, עזרה ברכישת ציוד משלים להסבה למימן, קביעת תעריף למימן להבטחת כדאיות ייצור, הנפקת תעודות Guarantee of origin ויציאה לקולות קוראים.

תכנון עבור מימן: נדרשת התייחסות להיבטי התכנון השונים עבור המימן, ביניהם:

- היקפי שטח וייעודי הקרקע לייצור מימן - ייעוד הקרקע למתקני מימן ואנרגיה, והתייחסות להיבטים משלימים בשרשרת הערך של המימן, כמו: תפיסה, הולכה והטמנה של פד"ח.

- **תשתיות** – נדרש להסדיר הקמת תשתיות הולכה בין מתחמי הפקה לצריכה, שדרוג מערכות הולכת הגז הטבעי והסבתו למימן. הועלתה הצעה לחייב קווי גז חדשים שמוקמים, שיתאימו למימן. נתג"ז מבצעת פרויקט הסבת צנרת יחד עם חברת Gasunie ההולנדית, שלא מוזכרת במסמך.

5. שת"פ

קידום ושילוב ישראל במארג הבינלאומי של מימן: הערות הציבור כללו תמיכה רבה בשילוב ישראל במארג הבינלאומי של מימן, כגשר בין המזה"ת ואפריקה לאירופה, תוך חיזוק תשתיות קיימות של: ייצוא (EastMed), ייבוא (הרחבת פרויקט Prosperity), הסכמי אברהם, פורום אגן הים התיכון, וחיבור ל-NEOM ולנמלי ייבוא מהים. עלתה הצעה קונקרטיית להקמת צוות בין-משרדי מתוקצב שיגבש תכנית שת"פ אזורי עם ירדן באזור בקעת הערבה; ירדן תספק חשמל סולארי זול ושטח למתקני הייצור, וישראל תספק את הטכנולוגיה ותאפשר את הולכת המימן בשטחה עד ליצוא דרך נמל אשדוד. ההערות הציבור העלו כי המדינות המתאימות ביותר לשת"פ הן: באיחוד האירופי (הולנד, גרמניה, ספרד, איטליה), מדינות עם התקדמות משמעותית בייצור מימן ובתקינה (ארה"ב, יפן וקוריאה), ומדינות שכנות עם אינטרס גיאופוליטי (ירדן, מצרים, קפריסין, יוון, ערב הסעודית, תורכיה), ומנגד, עלתה התהייה האם המדינות השכנות מעוניינות בשת"פ (לדוגמה ירדן), ועד כמה ישראל יכולה להסתמך ולהיות תלויה אנרגטית.

פורמים עולמיים במימן לקידום ישראל בזירה הבינלאומית: מהערות העבודה עלו הפורמים הבאים להשתלבות ישראל בזירת המימן העולמית: התאחדות עמקי המימן, פורום יצרניות SAF, פורום תעופה, World Hydrogen Summit (רוטרדם), TOGC, EMGF, European Hydrogen Backbone, AEA, Hydrogen Council, Hydrogen Europe, DOE, FRAUNHOFER, NFPA-AICHE, TC-197.

ייצוא וייבוא מימן: מבחינת ייצוא מייצור מימן מקומי, נאמר כי אין הצדקה לכך. ישראל צריכה להתמקד בייצור מימן ירוק בהיקפים גדולים ומשמעותיים, כך שלא יהיה צורך בייבוא כדי לספק את צרכי המשק וליצירת כלכלה מקומית חזקה וענפה. הסתמכות על ייבוא תערער את הביטחון האנרגטי בישראל. בנוסף, יש להתייחס למאגרים ולאחסון מימן כדי להימנע מייבוא.

התמקדות בחברות ישראליות: בעבודה האסטרטגית חסרה התייחסות למעורבות של חברות ישראליות בתכניות של מדינות אחרות. כמו כן, הוצע לקדם שת"פ בינלאומיים, אשר יתבססו על טכנולוגיות של סטרטאפים ישראלים.

ערכה המוסף של ישראל ביחס לשחקניות אחרות הפועלות בתחום: חדשנות טכנולוגית, מו"פ וסטרטאפים, מיקום גאוגרפי, יתרון באבטחת תשתיות בעזרת טכנולוגיות סייבר (פיזי ודאטה), יכולת ייצור זולה בתחומי

התפלת מים וייצור אמוניה, מתנול, דלקים סינטטיים, ופולדה מבוסס מימן. ישראל כמעצמת גז טבעי, עם פוטנציאל להיות מובילה בתחום המימן והטמנת הפד"ח.