

## מחקרי קרנות הסל של GLOBAL X

### המילה האחרונה - מימן

מאת:

Global X Team

תאריך: 14 ביולי 2021

נושא: תמטי



השגת רמה של אפס פליטות היא אחד היעדים הגלובליים הדחופים של המאה ה-21 והמימן הוא גורם מפתח בכל תוכנית שמטרתה לטפל בבעיה זו.

אקלים כדור הארץ משתנה לרעה. בדוח שפרסמנו בסתיו שעבר הוצג נושא עליית הטמפרטורות הגלובלית ונדונה השאלה מדוע עובדה זו מהווה איום קיומי על מיליארדי בני אדם ברחבי העולם, המתבטא בשקיעת חופים, אסונות טבע מתרבים והולכים, גלי חום קטלניים וכלכלות קורסות. מאז, השיגה שנת 2020 את שנת 2016 בתור השנה החמה ביותר שנרשמה אי פעם והטמפרטורות בשנת 2021 כבר מגיעות לרמות חדשות ולא פעם קטלניות.<sup>1,2</sup> בפורטלנד שבמדינת אורגון נרשמו רק לאחרונה במשך שלושה ימים רצופים שיאי טמפרטורה של כל הזמנים, שהיו גבוהים בכ- 4.5°C מהמוצעים ההיסטוריים של חודש יוני והובילו למותם של 116 בני אדם.<sup>3,4</sup> גם במקומות אחרים ברחבי העולם, בכללם בסיביר, מוסקבה ובכל רחבי מרכז ומזרח אירופה, התושבים סובלים מגלי חום דומים.<sup>5</sup> אולם, המקור של שינויים אלה נשאר קבוע.

כ-75% מההתחממות הגלובלית מקורה בפחמן דו חמצני (CO<sub>2</sub>) ובני האדם נושאים באחריות על הגדלת ריכוזי הפחמן הדו-חמצני ב-47% מאז תחילתה של המהפכה התעשייתית.<sup>6,7</sup> מקובל לחשוב שהגבלת ההתחממות ל-1.5°C בלבד מעל הרמות ששררו לפני המהפכה התעשייתית יכולה להגביל באופן ממשי את סיכויי האקלים. רמה כזו ניתנת להשגה, אם עד שנת 2030 נצליח להקטין את פליטות הפחמן הדו-חמצני ב-45% לעומת הרמות שנמדדו בשנת 2010.<sup>8</sup> מעבר לייצור חשמל ממקורות מתחדשים וחשמול מגזרים כלכליים שעדיין תלויים בדלק מאובנים, חיוניים להשגת מטרה זו, אך יש מגזרים שלמים במשק שאי אפשר לחשמל ותהליכים תעשייתיים רבים מייצרים פליטות שאינן קשורות לאנרגיה. המימן יכול להציע פתרונות ולסגור פערים בדיוק בתחומים אלה.

בעבודה להלן נחקור את התפקיד החיוני שיהיה, כנראה, למימן במסגרת השאיפה לאפס פליטות נטו ולצמצום שינויי האקלים.

#### מסקנות עיקריות

- מימן יכול לסייע בהפחתת השימוש בפחמן במגזרים קשים לחשמול, כגון תעבורה, מבנים ותעשייה
- אנרגיה מתחדשת זולה יותר וזמינה בשפע מפחיתה את עלות ייצור המימן
- תאי דלק מימניים יכולים לייצר חשמל נטול פחמן המשמש להנעת כלי רכב, חימום בניינים ועוד
- מימן יכול להוות פתרון לאחסון מקורות משתנים של אנרגיה מתחדשת

הכשרת הקרקע: אנרגיה מתחדשת היא פתרון מוגבל

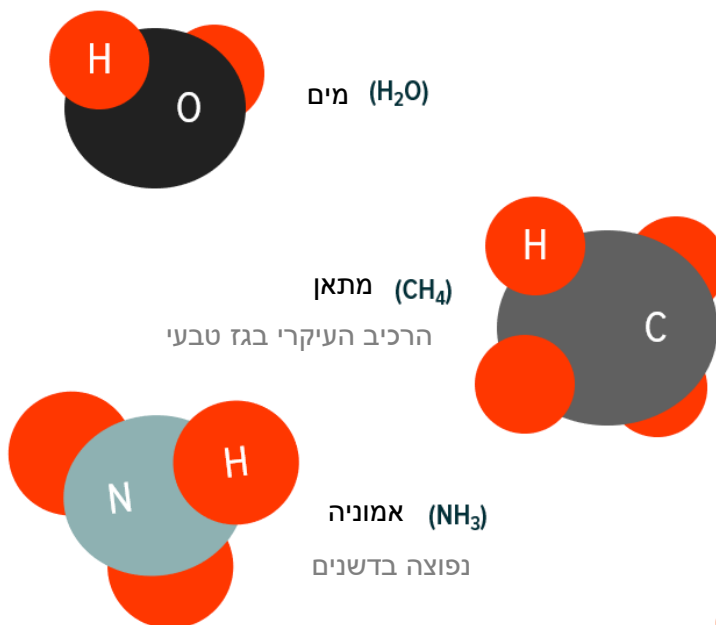
תהליך המעבר לחשמל נקי נמצא בעיצומו, אך זה כשלעצמו אינו מספיק. חלקן של האנרגיות המתחדשות בייצור החשמל בעולם הגיע ל- 29% בשנת 2020, 2% יותר מאשר בשנת 2019 וכמעט 10% יותר מאשר בשנת 2010.<sup>9</sup> אלא שמשתמשי קצה בחשמל מייצגים רק חלק קטן (17% בשנת 2019) מסך צריכת האנרגיה הכללית. היתר, שהם רוב רובם של הצרכנים, הם מגזרי התעבורה, הבניינים והתהליכים התעשייתיים.<sup>10</sup> כך, אף ששיעור השימוש באנרגיה מתחדשת ממשיך לגדול בתחום ייצור החשמל, הפחתת השימוש בפחם דורשת מעבר לאנרגיה נקייה בכל המגזרים.

בניינים, תעבורה ותעשייה ממשיכים להיות תלויים בדלק מאובנים המאופיין בפליטות ברמות גבוהות. בשנת 2020 היוו המקורות המתחדשים רק 12.6% מצריכת האנרגיה הראשונית.<sup>11</sup> חשמול ישיר של יתר המגזרים יכול לשנות משמעותית את תמהיל הצריכה לכיוון הגדלת משקלם של מקורות מתחדשים, אלא שחשמול אינו תמיד בר ביצוע או אפשרי. מכאן שצריכת האנרגיה של מגזרים אלה חייבת להיות מבוססת על מקורות אחרים בעלי אפס פליטות. כאן המימן נכנס לתמונה.

### מדוע מימן?

המימן הוא היסוד הנפוץ והקל ביותר ביקום. בתנאים רגילים, מימן הוא גז ( $H_2$ ) בעל פוטנציאל עצום כנושא אנרגיה, והוא מכיל פי שלושה יותר אנרגיה ביחס למשקל לעומת בנזין.<sup>12</sup> על פני כדור הארץ, הוא מופיע בטבע רק כשהוא קשור ליסודות אחרים בצורת מולקולות כגון מים ( $H_2O$ ) ומתאן ( $CH_4$ ), ויש לבודד אותו כ-  $H_2$  כדי להשתמש בו כשלעצמו – תהליך שאנו מכנים ייצור מימן.

**המימן הוא היסוד הנפוץ ביותר ביקום, אך הוא מופיע באופן טבעי על כדור הארץ רק בצורת מולקולה, כשהוא קשור ליסודות אחרים**



למרות הפוטנציאל שלו כמקור אנרגיה, המימן משמש כיום בעיקר כחומר גלם בתהליך זיקוק נפט, בטיפול במתכות ובייצור דשנים. כמעט כל כמות המימן הזאת מיוצרת באמצעות שיטות עתירות דלק מאובנים של רפורמציה של מתאן קטור או גזיפיקציה (מימן אפור).<sup>13</sup> לפי סוכנות האנרגיה הבינלאומית (IEA), בתהליכי ייצור מימן משתמשים ב-6% מהגז הטבעי הגלובלי וב-2% מהפחם הגלובלי, והתוצאה היא

למעלה מ-830 טון פליטות פחמן דו חמצני בשנה.<sup>14</sup> אולם, ייצור המימן לא חייב להיות עתיר פליטות, והפוטנציאל שלו כמקור אנרגיה יכול לתרום להפחתת השימוש בפחמן. האמת היא שעד שנת 2050 אפשר לייצר שוק מימן בשווי 11 טריליון דולר תוך ייצור כמות פחמן נמוכה עד אפסית, ולהגדיל את הביקוש השנתי למימן מ-70 מגה-טון לשנה כיום, ל-613 מגה-טון בתרחיש היעד של התחממות של 1.5°C כמתואר לעיל.<sup>15</sup>

שיטות הייצור הקיימות היום יכולות להשתמש בשיטות לכידה ואחסון של פחמן (CCS) על מנת להקטין את הפליטות, אולי עד כדי 85-95% בעתיד.<sup>16</sup> מימן המיוצר בשיטות אלה מכונה "מימן כחול". חשוב לציין ששיטת ייצור אחרת של מימן, המכונה "אלקטרוליזה", היא בעלת פוטנציאל לייצור מימן ללא פליטות כלל. אלקטרוליזה של מים היא תהליך פיצול מולקולות של מים למולקולות מימן וחמצן באמצעות זרם חשמלי. למעשה, האלקטרוליזה מבוצעת בתוך מכשיר אלקטרוליזה, המשתמש בחשמל ממקור אנרגיה חיצוני על מנת לייצר מימן, או "מימן אלקטרוליטי".<sup>17</sup> כשחשמל זה מגיע ממקור אנרגיה נקי, כגון רוח או תאים סולריים פוטו-וולטאיים, ייצור המימן הוא תהליך בעל אפס פליטות אפס, והמימן הנוצר במהלכו מכונה "מימן ירוק".

### שלושה גווי מימן (H<sub>2</sub>)

צבע	תהליך	מקור(ות)	שיעור פחמן
מימן אפור	<ul style="list-style-type: none"> <li>רפורמציה של מתאן קיטור (SMR)</li> <li>גזיפיקציה</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>מתאן פחם</li> </ul>	גבוהה
מימן כחול	<ul style="list-style-type: none"> <li>SMR עם לכידה ואחסון של פחם (CCS)</li> <li>גזיפיקציה עם CCS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>מתאן פחם</li> </ul>	נמוכה
מימן ירוק	<ul style="list-style-type: none"> <li>אלקטרוליזה</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>חשמל מתחדש</li> </ul>	אפס פחמן

מקור: IRENA (2020), Global X ETFs, July 2021

אף שלכל גווי המימן יש פוטנציאל אנרגטי שיכול להפוך לחשמל בתאי דלק בלי לשחרר פליטות ישירות, המפתח לעתידה של כלכלת המימן הוא שיטות ייצור דלות פחם. מימן דל פחמן יכול להביא לשימוש באנרגיה נקייה במגזרים לעיל, שבהם חשמול אינו פתרון מעשי, ולהקטין את הפליטות באין ספור דרכים נוספות. אולם, פתרון זה יוכל להפוך למציאותי רק כאשר יתרחש מעבר משמעותי למימן ירוק.

### להפוך את כלכלת המימן למציאות

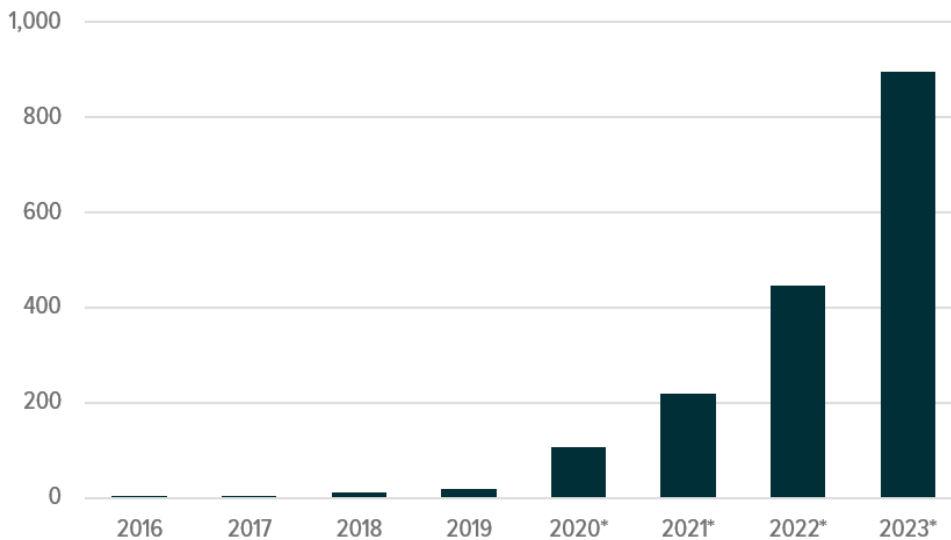
כמות המימן המיוצרת כיום האמצעות אלקטרוליזה היא קטנה מאוד, ורק חלק קטן ממנו הוא ירוק.<sup>18</sup> מדוע? משום שייצור מימן ירוק הוא תהליך יקר. נכון לחודש מרץ 2021, עלות הייצור של מימן ירוק היא 3-6.5 דולר לק"ג, בהשוואה ל-1.80 דולר לק"ג מימן אפור ו-2.40 דולר לק"ג מימן כחול.<sup>19</sup> אולם, נתונים אלה אינם משקפים את ההתקדמות בתחום בעשור האחרון, שכן בשנת 2010 הסתכמה עלות ייצור של מימן ירוק ב-10-15 דולר לק"ג, כלומר בערך פי 2.6 יותר מאשר היום.<sup>20</sup>

העלות והזמינותה של אנרגיה מתחדשת והעלות של תהליך האלקטרוליזה היו באופן היסטורי הגורמים המרכזיים שהגבילו את ייצורו של מימן ירוק במחירים נוחים. אך מכשולים אלה נעלמים והולכים. האנרגיה המתחדשת זולה וזמינה היום יותר מאי פעם. בעשור האחרון, עלתה קיבולת הייצור פי 4 בקירוב בתחום אנרגיית הרוח ופי 17.5

בתחום אנרגיית השמש, בשעה שהעלות המפולסת (levelized cost) של החשמל ירדה בכ-80%.<sup>21,22</sup> נראה שמגמה זו נמשכת וה- Hydrogen Council דיווחה בפברואר 2021 שהירידה בעלויות האנרגיות המתחדשות חזקה מהצפוי בעד כדי 15%<sup>23</sup>. בדומה לכך, גם העלויות היורדות של שיטת האלקטרוליזה מניעות ייצור זול יותר. עלות ההון של תהליך האלקטרוליזה ירדה ב- 60% בין השנים 2010 ל- 2020 וב- 2021 דיווחה ה- Hydrogen Council שהצפי החדש לעלות מכשיר אלקטרוליזה בשנת 2030 נמוך ב- 30-50% מהצפי שלה בשנת 2020.<sup>24,25</sup>

### העלויות היורדות של תהליך האלקטרוליזה מניעות תוכניות לתוספת משמעותית בהספקי האלקטרוליזה בשנים הבאות

תוספת הספק אלקטרוליזה (מגה וואט/שנה)



הערה: הנתונים פורסמו ע"י IEA ביוני 2020. \*הספק מתוכנן  
מקור: IEA (2020), Hydrogen, IEA, Paris

GLOBAL X  
by Mirae Asset

התפתחויות אלה עשויות להשוות את מחירי המימן הירוק למחירי המימן האפור תוך 7-13 שנים ולהוביל לשינוי מגמה בכמה וכמה אזורים ותחומים, במיוחד בתרחיש של הטלת מיסים על פליטות פחמן.<sup>26</sup> זו אמנם תחזית אופטימית, אך היא אינה בלתי מציאותית. המימן מושך תשומת לב והשקעות משמעותיות בשנים האחרונות. נכון לתחילת 2021 הכריזו יותר מ-75 מדינות על כוונה להשיג אפס פליטות נטו, 30 מדינות התוו תוכניות מוגדרות ליישומי מימן, וממשלות ברחבי העולם התחייבו להשקיע 70 מיליארד דולר בשרשרת הערך של המימן.<sup>27</sup> בבחינה של המגזר הפרטי אפשר לראות שמאות מיזמים הקשורים למימן, בשווי של כ-300 מיליארד דולר, נמצאים בעיצומם או בשלבי תכנון.<sup>28</sup> אולם, כלכלה שמחויבת במלואה למימן זקוקה לדברי ה- Energy Transitions Commission להשקעות משמעותיות נוספות, שיסתכמו בכ-15 טריליון דולר מהיום ועד שנת 2050.

אנו מצפים שעלויות הייצור של מימן ירוק ימשיכו לרדת וכשירו את הקרקע לשימוש בר-קיימה במימן ירוק.<sup>29</sup>

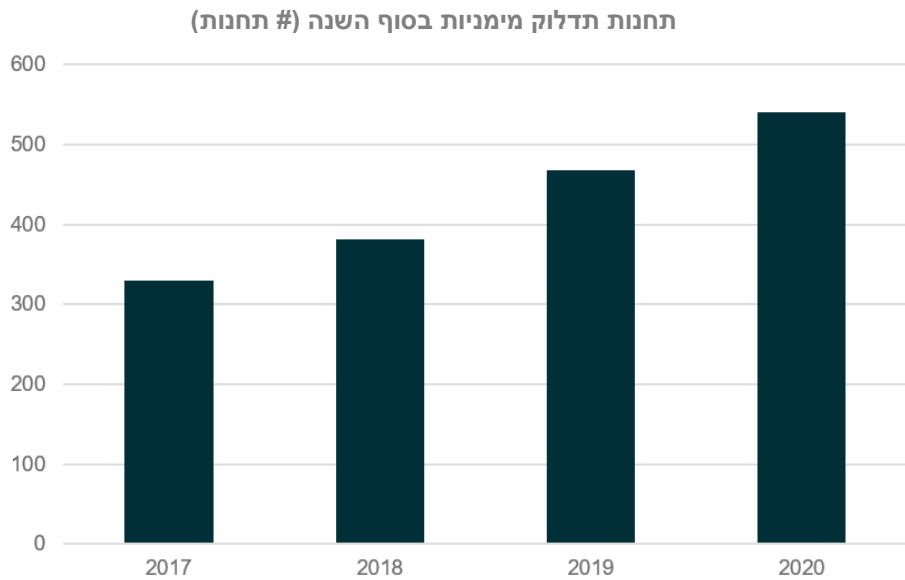
### שימוש במימן בתאי דלק והמאמצים להפחתת השימוש בפחמן

השימוש בחשמל כתשומה בתהליכים תעשייתיים, ולא כתחליף מידי ומלא לשימוש בדלק מאובנים, מכונה "חשמול עקיף".<sup>30</sup> בהקשר של אנרגיה נקייה, חשמול עקיף מתרחש כאשר מייצרים מימן באמצעות אלקטרוליזה. תאי דלק יכולים להשתמש בחשמול עקיף כזה ולייצר זרם חשמלי באמצעות יצירת תגובה אלקטרוכימית (רדוקס) בין מימן וחמצן, שתוצרי הלוואי שלה הם רק חום ומים. בהנחה שעלות המימן תוכל להתחרות בעלות דלק המאובנים, תאי דלק מימניים יהיו הישג משמעותי בדרך להשגת אפס פליטות נטו במגזרי התעבורה והבניין.

כלי רכב חשמליים המבוססים על תאי דלק (FCEVs) משתמשים במנועים חשמליים בעלי אפס פליטות, בדומה לכלי הרכב החשמליים המבוססים על סוללות (BEVs). אך שלא כמו BEVs, מנועי ה-FCEVs מונעים על ידי תאי דלק המשתמשים במימן, המאוחסן בצורת גז מימן במכלים שנמצאים בתוך כלי הרכב, ועל ידי החמצן שבאוויר כדלק לייצור זרם חשמל יציב. FCEVs חולקים עם ה-BEVs רבים מהיתרונות לעומת כלי רכב בעלי מנועי בעירה פנימית (ICE), בכללם פחות תחזוקה, אפס פליטות ונהיגה שקטה יותר. אך יש להם גם יתרונות רבים משלהם. FCEVs מאחסנים חשמל באופן עקיף כמימן ואין להם צורך בסוללות הליתיום-יון הכבדות שבהן משתמשים ה-BEVs כדי לאחסן חשמל. כתוצאה מכך, כלי רכב אלה קלים יותר משמעותית, יש להם טווח נסיעה גדול יותר, הם פועלים בכל טמפרטורה וזמן התדלוק שלהם מינימלי.<sup>31</sup> מצד שני, ה-FCEVs יעילים פחות מה-BEVs מבחינה אנרגטית, משום שהם מאבדים אנרגיה בצורת חום באופן עקיף בתהליך ייצור המימן באמצעות אלקטרוליזה, ובאופן ישיר כשתאי הדלק מייצרים חשמל.

תחום ה-FCEVs נמצא עדיין בחיתוליו ולצרכנים פוטנציאליים מוצע בינתיים מבוחר מוגבל של כלי רכב כאלה. תדלוק FCEV מהווה אתגר נוסף, משום שבכל העולם יש כיום רק 550 תחנות תדלוק מימניות.<sup>32</sup> אפשר להתעודד מהעובדה שהפריסה של תחנות התדלוק האלה נמצאת בעלייה, ו-170 תחנות כאלה נמצאות כיום בבנייה או בשלבי תכנון (מחוץ לארה"ב).<sup>33</sup> אנחנו מצפים להאצה במגמת התרחבות זו עם העלייה בייצור המימן הירוק והכנסת FCEVs לתוכניות הגלובליות לצמצום השימוש בפחמן. חשוב לציין שכלי רכב חשמליים מסורתיים ממשיכים להיות חלק חיוני ממגמת החשמול הכללית, ואין תוכניות להחליף אותם בכלי רכב חשמליים המבוססים על תאי דלק. כמצוין לעיל, לכל אחד מסוגי כלי הרכב יש חוזקות וחולשות משלו. אנחנו סבורים שה-BEVs הם החלופה הטובה ביותר למכוניות הנוסעים בעלות מנוע הבערה הפנימית, למי שאינם זקוקים לטווחי נסיעה משמעותיים ויכולים למלא את צורכי התנועה שלהם בין טעינה לטעינה לפני התרוקנות מלאה של הסוללה. לעומת זאת, FCEVs הם חלופה טובה לכלי רכב בעלי מנוע בעירה פנימית למרחקים ארוכים, כגון משאיות, אוטובוסים בין-עירוניים וכלי רכב בינוניים עד כבדים. FCEVs מציעים טווחי נסיעה ארוכים משמעותית מאלה של ה-BEVs והם גם קלים יותר במשקלם במידה ניכרת, מאפיין חשוב לכלי רכב שמשנעים מטענים כבדים ונתונים לעתים קרובות להגבלות וקנסות הקשורים למשקל.

אף שתחנות תדלוק מימניות הן נדירות, גידול במספר התחנות עשוי להצביע על ביקוש עתידי ל-FCEVs



מקור: Jülich Forschungszentrum, 2021.

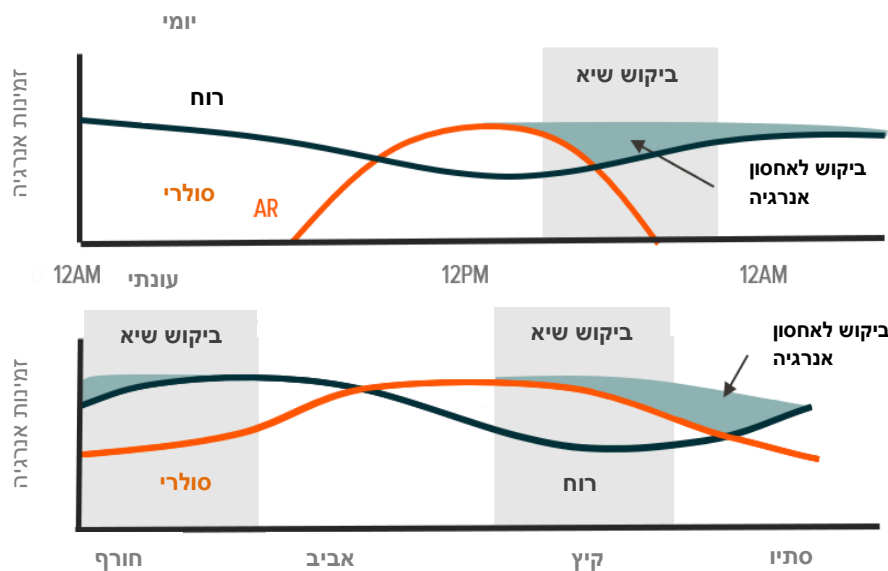
למימן יש גם פוטנציאל לסייע בהפחתת השימוש בפחמן, בבניינים שמשתמשים ברובם בגז טבעי או בנפט לצורכי חימום וחשמל. קצב החשמול במגזר הבניינים מפגר אחר המגזרים אחרים, בעיקר משום שיש מספר מוגבל של חלופות שמתחרות במחירי הגז הטבעי. אולם, לפי ה-Hydrogen Council, תאי דלק מימניים לטכנולוגיה משולבת של חום וחשמל (FC CHP) יוכלו לשמש כחלופה דלת פחמן בת קיימה כבר בשנת 2030. <sup>34</sup> FC CHP מייצרים חשמל להנעה בדרך זהה לדרך שבה תא דלק ב-FCEV עושה זאת, אך בנוסף לכך הם משתמשים בחום הנוצר בתאי הדלק, לחימום מים וחללים. לנוכח העובדה שבניינים צורכים 33% מהאנרגיה הגלובלית ומייצרים 25% מהפליטות הגלובליות, אנחנו צופים ש-FC CHP ופתרונות מבוססי מימן אחרים ימלאו תפקיד חשוב במאמצים להפחתת השימוש בפחמן במגזר זה.<sup>35</sup>

שימוש באנרגיות מתחדשות משתנות בעזרת מימן ירוק

כאמור לעיל, ייצור כמויות גדולות יותר של אנרגיה מתחדשת זולה הוא המפתח לייצור מימן ירוק, אבל התהליך הזה הוא דו-כיווני. אחסון אנרגיה הוא דרישה בסיסית לשילוב נרחב של אנרגיות מתחדשות משתנות (VRE) כמו אנרגיית רוח ותאים סולריים, שבהן גורמים סביבתיים משפיעים ישירות על ייצור החשמל. מקור VRE יכול לייצר כמות חשמל גבוהה או נמוכה מהביקוש, בהתאם למצב הרוח או השמש.<sup>36</sup> שילוב סוגים רבים של VRE יכול למלא פערים יומיים או עונתיים בייצור החשמל, אך אחסון יעיל של אנרגיה מתחדשת מציע גמישות רבה יותר ומאפשר שימוש יצירתי בחשמל עודף.

## אחסון אנרגיה לטווח ארוך יכול לאפשר שילוב של אנרגיה מתחדשת משתנה. מימן, שלא כמו אחסון בסוללות, יכול לענות על צרכים אלה.

### תבניות ייצור חשמל ממקורות רוח ושמ



הערה: גרף זה הוא למטרות הדגמה בלבד והוא אינו משקף נתונים מדויקים או משוערים.

מקור: Congressional Research Service, Global X EFTs, July 2021

GLOBAL X  
by Mirae Asset

מימן ירוק הוא בעל מאפייני אחסון שמצטיינים ביתרונות רבים, משום שהוא יכול לאחסן אנרגיה שתענה על התנודות העונתיות בייצור החשמל, שלא כמו סוללות ליתיום-יון נטענות, אשר מאבדות אנרגיה בהדרגה ומתרוקנות.<sup>37</sup> חרף אובדן אנרגיה בצורת חום במהלך האלקטרוליזה, ה-H<sub>2</sub> שומר על פוטנציאל האנרגיה שלו, כל עוד הוא מאוחסן בצורה נכונה. מאפיין ייחודי זה מציע יתרונות מעבר לאספקת אנרגיה לפי ביקוש; הוא יכול לעזור בייצוב מחירי החשמל, דבר שמשפר בתורו את קצב החזרת העלויות ומאפשר הגדלת קיבולת נוספת.<sup>38</sup> כשיצרני אנרגיות מתחדשות יגדילו את השקעותיהם בטכנולוגיות אלקטרוליזה כדי להגדיל את קיבולת האחסון של המימן, יוזלו ממילא גם מחירי הייצור של המימן הירוק וחוזר חלילה.

### השקעה במימן

אף שהמימן הוא היסוד הנפוץ ביותר ביקום ותרכובות מבוססות מימן הן חלק מחיינו היום יומיים, הוא חדר רק לאחרונה לחזית שיקולי המדיניות, פיתוח המיזמים וההשקעות. אנחנו סבורים שהמימן מייצג את הדור הבא של הטכנולוגיות הנקיות, משום שהוא מציע מסלול להפחתת השימוש בפחמן לא רק במגזר ייצור החשמל. המימן נמצא אמנם רק בשלבי חדירה התחלתיים, אך השקעה במימן ובטכנולוגיות נקיות אחרות תינהג, לדעתנו, מהרוחות הגביות המעצבות מחדש את העולם בתחום החדשנות בת הקיימה.

## נושאים הקשורים למימן

- **ייצור מימן:** ייצור, שינוע, אחסון והפצה של מימן (בכללו מימן ירוק) שיכול לשמש כמקור אנרגיה למטרות תעשייתיות ו/או מסחריות.
- **תאי דלק מימניים:** פיתוח ו/או ייצור של תאי דלק (ורכיבים קשורים) הממירים אנרגיה כימית לחשמל וחום, באמצעות דלק מימני או ו/או גז עשיר במימן שיוצר באמצעות רפורמציה.
- **טכנולוגיית מימן:** ייצור מכשירי אלקטרוליזציה לייצור מימן, מכלים וצינורות, תשתיות למסחר ולמגורים, גנרטורים, מנועים וכלי רכב מונעים בתאי דלק מימניים וכן תחנות תדלוק מימניות.
- **שילוב של מימן:** שירותי הנדסה וייעוץ למי שמבקשים לאמץ ולהשתמש במקורות דלק מבוססי מימן למטרות מגורים, מסחר ותעשייה.

השקעות כרוכות בסיכונים, בכללם אובדן אפשרי של הקרן. מספר החברות שבהן אפשר להשקיע בתחום ה-HYDR, עשוי להיות מוגבל. חברות מימן מתמודדות לרוב עם תחרות עזה, מחזורי חיים קצרים של מוצרים והתיישנות פוטנציאלית מהירה של מוצרים. הן חשופות מאוד לתנודות במחירי האנרגיה ובביקוש והיצע של אנרגיה מתחדשת, לתמריצי מס, לסובסידיות ולתקנות ושינויים אחרים במדיניות של ממשלות. השקעות בחברות קטנות יחסית מציגות בדרך כלל תנודתיות גבוהה יותר. תחום ה-HYDR אינו מגוון.

מניות של קרנות סל נרכשות ונמכרות במחירי שוק (לא NAV) ואינן נפדות באופן נפרד מהקרן. עמלות ברוקראג' מקטינות את התשואה.

**שקלו בזהירות את יעדי ההשקעה, הסיכונים, החיובים וההוצאות של הקרן. פרטים אלה ומידע נוסף אפשר למצוא בתשקיפים המלאים או המקוצרים של הקרן, אשר ניתן להשיג ב- [globalxetfs.com](http://globalxetfs.com). אנא, קראו את התשקיפים בתשומת לב לפני ההשקעה.**

Global X Management Company LLC הינה יועצת של קרנות Global X. הקרנות מופצות על ידי חברת SEI Investments Distribution Co. (SIDCO), אשר אין לה קשר ל- Global X Management Company LLC או ל- Mirae Asset Global Investments. קרנות Global X אינן מקבלות תמיכה, המלצות, ואינן מונפקות, נמכרות או מקודמות על ידי Solactive AG ו- Solactive AG גם אינה מפרסמת כל התייחסות באשר לכדאיות ההשקעה בקרנות Global X. אף אחת מהחברות Global X, SIDCO, או Mirae Asset Global Investments אינה קשורה ל- Solactive AG.

עבודה זו מייצגת הערכת שוק בנקודת זמן מוגדרת ואינה מתיימרת למסור תחזית לאירועים עתידיים, או ערבות לתוצאות עתידיות. אין לראות במידע שבעבודה זו עצה מחקרית או המלצה להשקעה באשר לקרן או למניה מסוימת כלשהי.

<sup>1</sup> NASA, "2020 Tied for Warmest Year on Record, NASA Analysis Shows," Jan 14, 2021.

<sup>2</sup> Financial Times, "Record June heat in North America and Europe linked to climate change," July 9, 2021.

<sup>3</sup> USA Today, "The heat wave in the West 'virtually impossible' without climate change," July 7, 2021.

<sup>4</sup> KATU ABC 2 Oregon, "Oregon's heat wave death toll hits 116 on Wednesday," July 7, 2021.

<sup>5</sup> NADA, "A Scorcher in Siberia and Europe," July 2021.

<sup>6</sup> Bloomberg, "Annual Greenhouse Gas Emissions," Accessed July 12, 2021.

<sup>7</sup> NASA, "The Causes of Climate Change," Accessed July 12, 2021.

<sup>8</sup> IRENA, "World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway," March 2021.

<sup>9</sup> IEA, "Global Energy Review 2021," April 2021.

<sup>10</sup> REN21, "Renewables 2021: Global Status Report,"



- <sup>11</sup> BP, "Statistical Review of World Energy 2021," July 2021.
- <sup>12</sup> Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, "Hydrogen explained," Accessed July 10, 2021.
- <sup>13</sup> IRENA, "Making the breakthrough: Green hydrogen policies and technology costs," 2021.
- <sup>14</sup> IEA, "The Future of Hydrogen," June 2019.
- <sup>15</sup> CNBC, "Hydrogen is at a 'tipping point' with \$11 trillion market set to explode, says Bank of America," September 27, 2020.
- <sup>16</sup> IRENA, "Making the breakthrough: Green hydrogen policies and technology costs," 2021.
- <sup>17</sup> Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, "Hydrogen Production: Electrolysis," Accessed July 10, 2021.
- <sup>18</sup> IEA, "The Future of Hydrogen," June 2019.
- <sup>19</sup> S&P Global, "Experts explain why green hydrogen costs have fallen and will keep falling," March 2021.
- <sup>20</sup> IRENA, "Green Hydrogen Policy," November 2020.
- <sup>21</sup> IRENA, "Installed Capacity Trends," Accessed Jun 22, 2021.
- <sup>22</sup> Energy Transitions Commission, "Making Mission Possible: Delivering a Net-Zero Economy," Sep 2020.
- <sup>23</sup> Hydrogen Council, "Hydrogen Insights: A perspective on hydrogen investment, market development and cost competitiveness," February 2021.
- <sup>24</sup> IRENA, "Green Hydrogen Policy," November 2020.
- <sup>25</sup> Hydrogen Council, "Hydrogen Insights: A perspective on hydrogen investment, market development and cost competitiveness," February 2021.
- <sup>26</sup> Ibid.
- <sup>27</sup> Ibid.
- <sup>28</sup> Ibid.
- <sup>29</sup> Reuters, "\$15 trillion global hydrogen investment needed to 2050-research," April 26, 2021.
- <sup>30</sup> Vattenfall, "Electricity as an enabler," Accessed July 12, 2021.
- <sup>31</sup> BMW, "Hydrogen fuel cell cars: everything you need to know," September 22, 2020.
- <sup>32</sup> Jülich Forschungszentrum, "Deployment Status of Fuel Cells in Road Transport: 2021 Update," 2021.
- <sup>33</sup> Hydrogen Tools, "International Hydrogen Fueling Stations," March 31, 2021.
- <sup>34</sup> Hydrogen Council, "Path to Hydrogen Competitiveness: A Cost Perspective," January 2020.
- <sup>35</sup> IEA, "Net Zero by 2050 – A Roadmap for the Global Energy Sector," May 2021.
- <sup>36</sup> IRENA, "Global Renewables Outlook: Energy Transformation 2050," 2020.
- <sup>37</sup> IRENA, "Making the breakthrough: Green hydrogen policies and technology costs," 2021.
- <sup>38</sup> IRENA, "Green Hydrogen Policy," November 2020.
- <sup>39</sup> Solactive Global Hydrogen Index Methodology. If there are fewer than 25 pure-play companies, the index will include companies that have primary business operations in Hydrogen Activities but do not currently generate revenues or generate revenues of less than 50%.