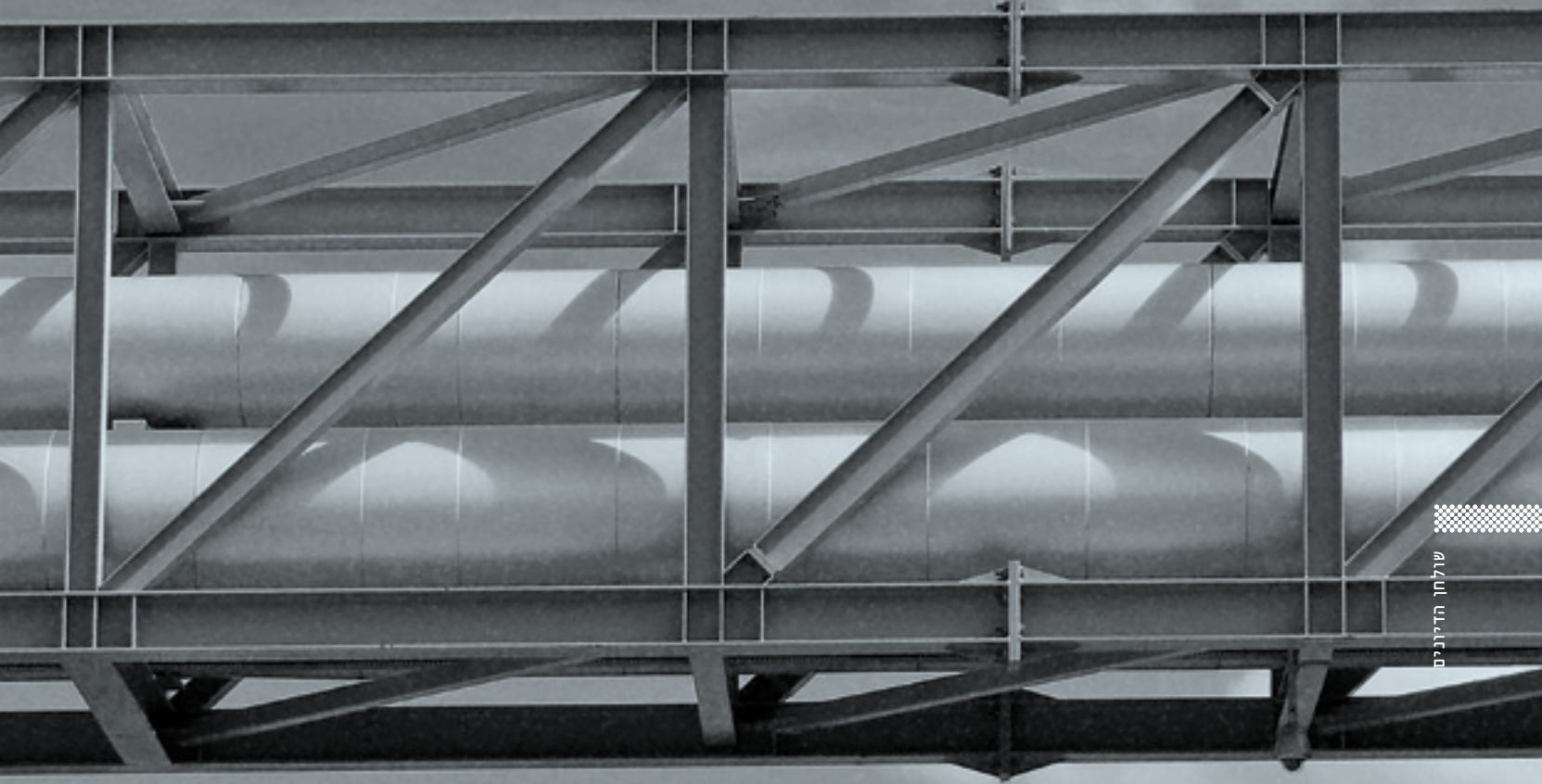


שולחן הדיונים

רב־שיח בנושא הקמת מתקנים קטנים לייצור משולב של חשמל וחום בסמיכות למגורים

יוסי סוקולר, גיל פרואקטור, ליטל שלף־דורי, ליהיא גולדנברג ואריה ונגר, גרשון גרוסמן, איתן פרנס



שולחן הדיונים

צנרת להעברת חום ממתקן שפסולת נשרפת בו לשם יצירת חשמל וחום, בקופנהגן. למתקן חשיבות גדולה בהשגת שאיפתה של העיר להגיע לאפס פליטות פחמן עד 2025 | צילום: Chris Alban Hansen, Flickr, CC BY-SA 2.0

תועלת למשק האנרגיה אל מול חשש לזיהום אוויר בקרבת מגורים

שחר בוקמן

הבית של כל אחד מאיתנו צורך אנרגיה רבה. 31% מצריכת החשמל בארץ מקורה במבני מגורים, ומתוכה 30% משמשת ליצירת נוחות תרמית – חימום בחורף וקירור בקיץ. למזגנים, שהם האמצעי השכיח לאקלום בישראל, יעילות צריכת אנרגיה נמוכה. במגזר הבנייה והמגורים נדיר השימוש בטכנולוגיות לחיסכון בצריכת אנרגיה, בעוד שבמגזר התעשייה, שהוא צרכן אנרגיה גדול גם כן, מהלכים להתייעלות בצריכת האנרגיה הם מראה שכיח.

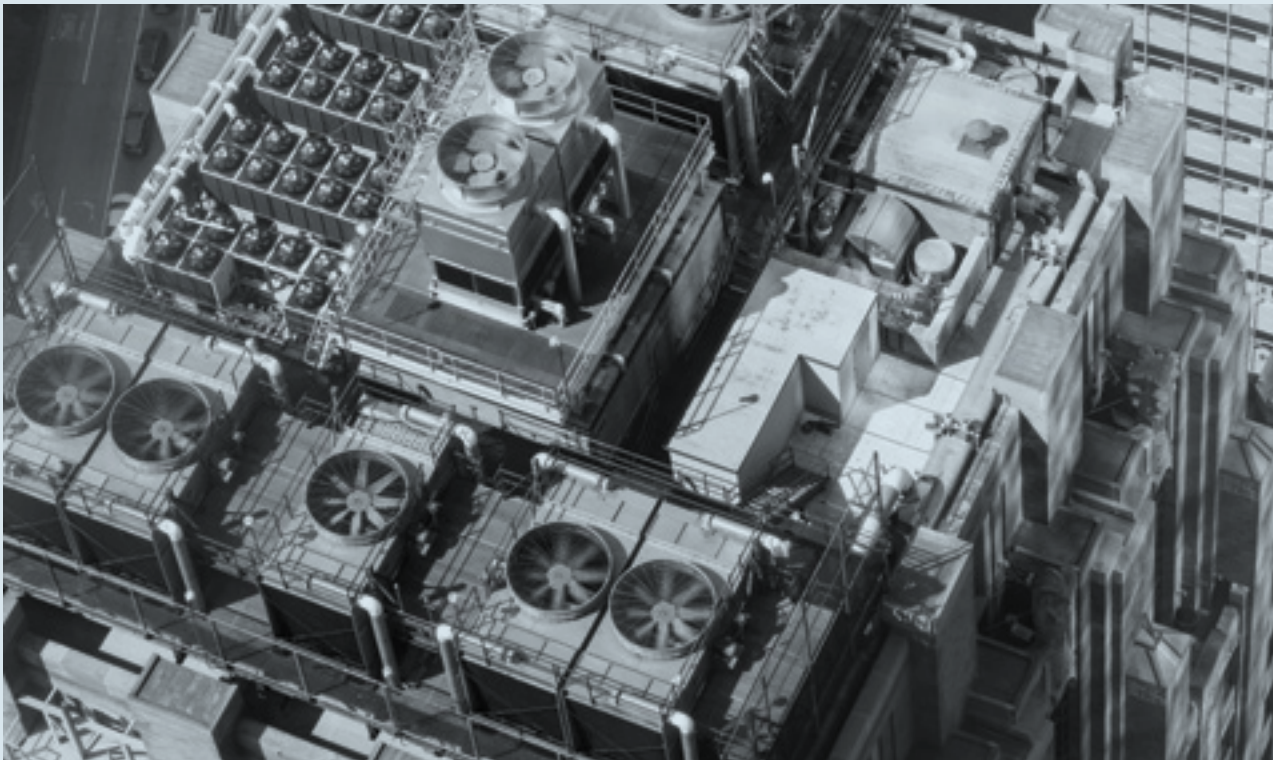
אקלום בתי מגורים בישראל נעשה ברובו המוחלט על-ידי הפעלת מכשירים מכניים המופעלים בחשמל. ייצור החשמל נעשה על-ידי שרפת דלק ופחם בטמפרטורה גבוהה בתחנות כוח גדולות. בתהליך זה נוצרת כמות גדולה של חום שיורי, הנפלט בטמפרטורה נמוכה. ישנן מערכות שיוצרות לעשות בחום זה שימוש חוזר, אך בסופו של דבר חלק נכבד ממנו מתבזבז.

ייצור משולב של חשמל וחום (cogeneration) מתקיים במערכת שיש בה מנוע או תחנת כוח קטנה שמייצרים חשמל, בעוד המערכת משתמשת בחום השיורי של התהליך כדי לספק אנרגיית חום. ישנן אף מערכות לייצור משולב של חשמל, חום וקור (trigeneration), ובהן החום השיורי מנוצל גם לאספקת קור. ייצור האנרגיה בסמיכות לצרכנים מפחית את הפחת הכרוך בהובלה ובחלוקה. יצרן אנרגיה פרטי שיש לו צורך לא רק בחשמל אלא גם בחום, יכול לנצל את שני סוגי האנרגיה וכך להפחית את הוצאות האנרגיה שלו. לדוגמה, מערכת ייצור חשמל בארה"ב היא בעלת נצילות של כ-5%, בעוד שלמערכת משולבת של חשמל וחום יש נצילות של כ-80%.

לפני פחות משנה פרסמה רשות החשמל את החלטתה באשר להסדרת פעילותם של מתקני ייצור בגז טבעי המחוברים לרשת חלוקת החשמל, שמטרתה לעודד את ביזור משק החשמל על-ידי הקמת מתקנים קטנים לייצור חשמל. לפי תחזית רשות החשמל, בשנת 2020 ייצור משולב של חשמל וחום עשוי להגיע ל-18% מתפוקת משק החשמל.

בין יתרונות הייצור המשולב ניתן למנות את החיסכון באנרגיה למשק הלאומי ולצרכן הפרטי, את הקטנת פליטות המזהמים הלאומיות ואת חיזוק משק החשמל על-ידי ביזור הייצור. לעומת זאת, בין חסרונותיו ניתן למנות פליטות מזהמים סמוך לבתי מגורים, יצירת תלות בגז טבעי על חשבון אנרגיות מתחדשות, ויצירת תמריץ לאי-התייעלות בשימוש באנרגיה ולא-ניצול של אנרגיית השמש.

איך נכון לפעול? כינסנו מספר בעלי עניין בנושא להביע את עמדותיהם, והרי הן לפניכם בעמודים הבאים.



מערכת אקלים (קירור וחימום) למבנה משרדים גדול. כ-9% מצריכת האנרגיה בישראל משמשת לאקלום מבנים.

עמדת רשות החשמל בעניין מתקנים קטנים לייצור משולב של חשמל וחום – הצורך בהם והתמריץ הכלכלי

יוסי סוקולר

ראש אגף הסדרה, חטיבת רגולציה, רשות החשמל

yossi@pua.gov.il

מתקנים קטנים לייצור משולב של חשמל וחום (microgeneration, להלן מתקנים קטנים) הם תחנות כוח מבוססות גז טבעי בגודל זעיר (עד 16 מגה-ואט) הממוקמות סמוך למקום הצריכה ומחוברות לרשת חלוקת החשמל.

יתרונות וחסרונות של מתקנים קטנים

השוואת מתקנים קטנים לתחנות כוח גדולות המונעות בגז טבעי מלמדת על מספר יתרונות ועל מספר חסרונות של המתקנים.

בין היתרונות ניתן למנות:

- א. ביזור – תחנות קטנות אינן נכס אסטרטגי בפני עצמן, ולכן ביזור הייצור לתחנות קטנות מוריד את הפגיעות של רשת החשמל.
- ב. חיסכון בתשתיות הולכת חשמל – ניתן לחסוך בהקמת רשת

- ג. הולכה לאזור שיש בו הרבה מתקנים קטנים.
- ג. נצילות – לרוב, מלבד הספקת חשמל לצרכן שבקרתו מוקמת תחנת הכוח הזעירה, תחנת הכוח מספקת תוצר תרמי שנוצר אגב ייצור החשמל (קיטור להליכים תעשייתיים/ מים חמים/ מיזוג אוויר). יצוין שתועלת זו מופנמת ברובה בשיקולי הצרכן בהקמת התחנה.
- בין החסרונות של מתקנים קטנים ניתן למנות:
 - א. עלויות הקמה ותפעול גבוהות – עלויות ההקמה של מתקנים קטנים גבוהות משמעותית ביחס לאלה של תחנות כוח גדולות.
 - ב. גובה ארובה נמוך וקרבה לאזורים מאוכלסים – למתקנים קטנים ארובות נמוכות יחסית (10-20 מטר) ולרוב הן ממקומות במרכזי אוכלוסין. לכן, הפליטה מהם משפיעה יותר על האוכלוסייה מפליטה של תחנת כוח גדולה.
 - ג. חד-דלקיות – מתקנים קטנים אינם מגויבים בדלק משני כמו תחנות כוח גדולות (המגובות בסולר). הדבר מוביל לתלות גדולה יותר באספקת הגז הטבעי.
 - ד. היעדר גמישות – כיוון שמתקנים קטנים מייצרים חשמל בהתאם לפרופיל הצריכה של צרכניהם, הם אינם גמישים לייצור כמו תחנה גדולה העומדת כולה לרשות מנהל המערכת. היעדר גמישות זה, כאשר מסביב אנו עדים לחדירה מרובה של אנרגיות

חצי שעה. המחיר עבור כל קוט"ש מוזרם לרשת הוא המחיר הסיטונאי.

ד. **מתן תמריצים ההולמים את היתרון הכלכלי של המתקנים הקטנים** – לאור העובדה שהתועלת של מתקנים קטנים לרשת נובעת מעצם קיומם ולא מהפעלתם השוטפת, התמריץ הכלכלי שנקבע להם הוא תעריף הספק לקו"ט מותקן ולא תעריף בגין האנרגיה המוזרמת לרשת (שעבורה מקבלים את מחיר השוק). כלומר, התמריץ ניתן בהתאם לפוטנציאל ייצור האנרגיה של המתקנים ולא בהתאם לייצור בפועל.

לסיכום, מדיניות שר האנרגיה להטמעת מתקני ייצור בהיקף של 300 מגה-ואט ברשת וחלוקת החשמל היא מעין בלון ניסוי לטכנולוגיה שטומנת בחובה יתרונות למשק החשמל לצד חסרונות. הרשות אינה מבחינה בין סוגי צרכנים, אזורים גאוגרפיים, נצילות ותבחינים נוספים, משום שאינם רלוונטיים בהכרח למשק החשמל, ומשום שישנו קושי בייצור כללים רוחביים לקביעת סדר עדיפויות כלכלי. בהינתן הרוחביות שנדרשת מהרשות בקביעת האסדרה, ההסדרה שקבעה הרשות משקפת באופן ההולם ביותר את התועלת המושגת ממתקנים מבזורים.

מתחדשות, יוצר אילוצי הפעלה על מנהל המערכת. לדוגמה, בשעות הצהריים כאשר פוטנציאל הייצור של אנרגיה מתחדשת הוא גבוה, מנהל מערכת של תחנת כוח גדולה ירצה בכיבויה, אך כיוון שהמתקן הקטן מייצר רק עבור צרכניו, אין כדאיות כלכלית לכיבוי יחידת הייצור.

האסדרה (רגולציה) הקיימת למתקנים קטנים והסיבות לקביעתה
לאור היתרונות של מתקנים קטנים פרסם שר האנרגיה ב־10.12.2017 עקרונות מדיניות לשילוב מתקנים קטנים בהספק של 300 מגה-ואט במשק החשמל. מטרת האסדרה שקבעה רשות החשמל הן:

- א. **עמידה בדרישות החקיקה** – חוק משק החשמל מאפשר העברת חשמל לצרכן שנמצא בחצר היצרן (ולכן האסדרה חייבת לתמוך באפשרות זו).
- ב. **עמידה במדיניות השר** – על האסדרה לתמוך בהקמת מתקנים שיספקו 300 מגה-ואט.
- ג. **הסדרה רוחבית למתקני ייצור** – משק החשמל עובר לשוק סיטונאי, ומחיר החשמל ייקבע בו על סמך הביקוש וההיצע בכל



פרסמה רשות החשמל הסדרה להקמת מרכזי אנרגיה המייצרים באופן משולב חשמל וחום (קיטור או מים חמים, cogeneration) בהספקים קטנים יחסית, עד 16 מגה-ואט. בעקבות ההסדרה צפויים לקום מתקנים מסוג זה המייצרים חשמל וקיטור, ומתקנים נוספים המייצרים גם מים קרים (trigeneration). בתנאים מסוימים מרכזי אנרגיה כאלה עשויים להביא לייעול השימוש באנרגיה ולחיסכון כלכלי. לדוגמה, מפעל שיבחר להקים מרכז אנרגיה חדש יעיל במקום להשתמש בדודי קיטור ובמקום לצרוך חשמל מהרשת, עשוי להגיע לנצילות אנרגיה גבוהה משמעותית ולחסוך בהוצאות האנרגיה שלו. נצילות האנרגיה עולה ככל שמתקן הייצור המשולב (עם או בלי מים קרים) מותאם יותר לפרופיל הצריכה התרמית (קיטור) היממתי של צרכנים סמוכים במרחק של עשרות עד מאות מטרים מהמתקן.

ישראל לא המציאה את הגלגל: במדינות הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכליים (OECD) הצטבר ניסיון של עשרות שנים בהקמת מתקנים גדולים וקטנים לייצור משולב. מדינות שונות, כדוגמת בריטניה, מעודדות הקמת מרכזי אנרגיה בעלי נצילות אנרגיה גבוהה של כ־80%, המביאים לצמצום צריכת דלקים במדינה, לביזור ייצור החשמל ולהפחתת הוצאות התפעול של מפעלים ושל צרכני קיטור גדולים אחרים. רובם המכריע של מרכזי האנרגיה הללו הוקמו מחוץ למרכזי הערים וצמוד למפעלים, למרכזי מחקר, לבסיסי צבא

מרכזי אנרגיה חדשים? רק מחוץ למרכזים עירוניים צפופים

ד"ר גיל פרואקטור

מנהל תחום אנרגיה ושינוי אקלים, המשרד להגנת הסביבה
gilp@sviva.gov.il

בחודשים האחרונים צוות יוזמות רבות ברחבי הארץ להקמת מרכזי אנרגיה קטנים מבוססי גז טבעי המיועדים לספק חשמל ומים חמים לצרכנים תעשייתיים, מסחריים ובייתיים. תחנות כוח וחום משולבות כאלה בתוך אזורי תעשייה עשויות להביא לשימוש יעיל באנרגיה ולחיסכון כלכלי למפעלים הצורכים קיטור נוסף על חשמל. לעומת זאת, הקמת תחנות כאלה בלב מרכזי אוכלוסין צפופים וסמוך למבנים רבי-קומות עלולה להביא לחשיפה חמורה ושלא לצורך של המוני אנשים למזהמי אוויר שונים ולהעמיד את בריאותם ואיכות חייהם בסכנה. על הממשלה ומוסדות התכנון להתוות מדיניות ברורה שמאפשרת הקמת מרכזי אנרגיה קטנים רק מחוץ למרכזי אוכלוסים צפופים וגבוהים. בואו נלך צעד אחורה, וננסה להבין את הרקע לנושא – מדוע הוא עולה לכותרות עכשיו וכיצד ניתן לנצל את הזדמנויות ולהקטין את הסיכונים הנובעים ממרכזי אנרגיה כאלה. בתחילת השנה

האתגר העומד בפנינו בבואנו לשקול ברמה הלאומית את התועלת אל מול הסיכונים והחסרונות של מתקני אנרגיה קטנים ומבזרים מורכב ומשמעותי, מאחר שמדובר בשקלול הסיכונים לבריאות האדם אל מול תועלת כלכלית מסוגים שונים. הוספת מתקן לייצור משולב לאזור תעשייתי אינה צפויה להשפיע משמעותית על המוני אנשים בגלל ריחוקם היחסי ממפעלים. לעומת זאת, הקמה של מתקנים כאלה בלב מרכזים עירוניים צפופים עלולה ליצור סיכון חמור לבריאותם של המוני אנשים. חומרת הזיהום צפויה להחמיר ככל שהמתקן ממוקם קרוב יותר למבנים רב־קומות שעלולים להוות "מלכודת אוויר" לזיהום הנפלט מהארובה, ובכך להחמיר את משך החשיפה ואת ריכוזי המזהמים השונים.

לנוכח הסיכונים שפורטו לעיל אני סבור כי יש להימנע מהקמת מרכזי אנרגיה בלב שכונות מגורים ובשטחים עירוניים צפופים. לעומת זאת, ניתן לאפשר הקמת מרכזי אנרגיה כאלה מחוץ לריכוזי האוכלוסייה הצפופים וסמוך לצרכנים גדולים של אנרגיה תרמית, כדוגמת אזורי תעשייה, תוך הקפדה על תכנון המתקן כך שהנצילות הכוללת שלו תהיה גבוהה, כ־80%, כפי שמקובל במדינות אירופה וארה"ב.

ואף לבתי חולים ולשדות תעופה. ההכרה שמרכזי אנרגיה שורפים גז ולכן פולטים מזהמי אוויר מסוכנים לבריאות, הביאה מדינות וערים שונות להגביל – ולאחרונה, כמו שנעשה בלונדון, אף לאסור לחלוטין – הקמת מרכזי אנרגיה חדשים בלב שכונות מגורים. כל מתקן השורף גז טבעי פולט מספר סוגים של מזהמי אוויר הפוגעים בבריאות האדם: תחמוצות חנקן, חלקיקים נשימים עדינים, תרכובות אורגניות נדיפות ופחמן חד־חמצני. כמויות הפליטה של כל מזהם תלויות בגודל המתקן, בטמפרטורת הבעירה שלו, בקיום אמצעי הפחתת פליטות ובמשטר ההפעלה שלו. למרות השונות הזאת, נתונים מהעולם ומהארץ מראים באופן ברור כי הפליטה הסגולית (גרם מזהם לקוט"ש מיוצר) ממתקן לייצור משולב בהיקף של מגה־ואטים בודדים גבוהה פי 4–10 מהפליטה הסגולית הממוצעת של תחנות כוח גדולות במחזור משולב. חומרת השפעת הזיהום העודף ממרכז האנרגיה על איכות האוויר במרחב הסמוך לו תלויה בגובה הארובות, במרחק הפיזי בין למבנים ולריכוזי אוכלוסייה וגם בתנאים המטאורולוגיים וברמת זיהום האוויר הקיימת כבר בשטח מתחבורה, מתעשייה ומתחנות כוח גדולות.



הדמיית שכונת 'רובע היס' בחדרה, שמתקנים לייצור משולב של אנרגיה מתוכננים בו | באדיבות משרד לייטרסדורף בן־דיין. הדמיה: Dvision3

ייצור שכונתי של אנרגיה ב'רובע היס' המתוכנן לקום בחדרה

אדרי ליטל שלף־דורי

אדריכלית העיר וסגנית מהנדס העיר, חדרה

lital-sd@hadera.muni.il

במסגרת לימודי תואר מוסמך ביעול השימוש במשאבים בתכנון ובאדריכלות (ב־HafenCity University Hamburg) התמקדתי בלימוד של הסקה מרכזית (district heating) – "מפעל חום" המספק חום לבתים בסביבתו הקרובה, מייתר את הצורך במיזוג אוויר, ומביא לחיסכון של כ־40% בצריכת האנרגיה השכונתית. בתזה שלי בחנתי אספקה מרוכזת וחשכונית בחשמל של חום וקור לשכונת 'רובע היס' המתוכננת בצפון־מערב חדרה (בין גבעת אולגה לתחנת הכוח 'אורות רבין'). זמן קצר לאחר סיום לימודי זכיתי להתמנות לתפקיד ביצועי בעיריית חדרה המאפשר לי להוביל תוכנית שכזו. שימוש בטכנולוגיות של ייצור משולב של חשמל, חום וקור (trigeneration) הוא מיטבי בשכונה שצפיפות המגורים בה דומה למקובל בבנייה רוויה – הצפיפות גדולה מספיק כדי ליצור כדאיות כלכלית, אך השכונה מחולקת ל"יחידות שירות" קטנות מספיק כדי שלתושביהן תהיה תחושת שייכות למקום ואחריות. תהליכי

לייטרסדורף בן־דיין – אדריכלים ומתכנני ערים בע"מ ועם יועץ התשתיות החכמות אדר' רפי רייש.

במציאות של חדרה, ברור לנו שמשלב התכנון לביצוע יחלוף זמן רב. לכן התשתית התכנונית של השכונה אומנם נועדה להיות המתקדמת ביותר שניתן לחשוב עליה כיום, אך היא שואפת לאפשר גמישות לשימוש בטכנולוגיות עתידיות. אם נכתוב היום שימוש בטכנולוגיה מתקדמת מסוימת, היא עלולה להיות מיושנת בעוד 5–10 שנים. לכן, השאלה אינה אם לקדם ייצור משולב של חשמל, קור וחום, אלא מה יהיה מקור האנרגיה עבור ייצור זה. בזמן הקרוב המקור יהיה גז טבעי, אבל התוכנית מאפשרת החלטה עתידית שונה באשר למקור האנרגיה ולטכנולוגיה, בהתאם לאפשרויות שיהיו זמינות בעתיד.

שיתוף הפעולה של התושבים והפגת חששות אפשריים מזהום אוויר יושגו על־ידי הסברה, כי הרי ידע הוא כוח. התושבים יראו את התועלת האישית במיקום תשתית אנרגיה סמוך לביתם: כדאיות כלכלית, אנרגיה זולה, היעדר רעש ממזגנים בתוך הבית ומהמנועים שלהם, פינוי שטח הגג לשימושים אחרים. כבר כיום פועלות תחנות קטנות לייצור משולב של אנרגיה בסמיכות למגורים במדינות מערביות רבות, כך שאת החשש מהשפעות סביבתיות שליליות ניתן להפיג על בסיס עובדות. ניתן למנוע זיהום אוויר משמעותי, כשהמערכות מנוהלות באופן מקצועי, מרוכז ותחת פיקוח קפדני. 'רובע הים' אינו נושא בחובו המצאות וחדושים טכנולוגיים, אך החידוש הטמון בתכנונו הוא בהתאמות שבוצעו למסגרת החקוקה (הסטטוטורית) של ישראל.

קיימות רוב דורשים ממשמש הקצה להיות פעיל (למשל, לרצות לחסוך באנרגיה) ולכן חשוב ליצור תנאים תכנוניים שיתמכו ביצירת תחושות אלה.

בגלל תנאים תכנוניים ייחודיים בחדרה (שיעור הבעלות הפרטית על הקרקע גבוה מאוד – כ־93%) בוצע עבור 'רובע הים', מהלך תכנוני של איחוד חלקות וחלוקתן מחדש במסגרת קביעת תוכנית המתאר של העיר. המהלך הביא לתוצאה התכנונית הרצויה ברמה העירונית: הגדלת צפיפות הבנייה לרוויה ושיעור גבוה (70%) של הפרשות שטחים לצרכים ציבוריים. 'רובע הים' יתפרש על פני 2,700 דונם (לפני הפרשות לצורכי הציבור) וייבנו בו 10,000 יחידות דיור. הרובע ייבנה בארבעה שלבים. בכל שלב ייבנה מתחם בגודל של כ־2,500 יחידות שאנו מתייחסים אליו כ'מתחם ליבה לתשתיות'. גודל זה עונה לתנאים שתוארו קודם. כמו כן, בניית הרובע בארבעה שלבים מאפשרת לעדכן את בחירת טכנולוגיות ייצור האנרגיה למתקדמות ביותר בכל שלב בנייה. לכל מתחם תהיה חברת ניהול אנרגיה, ומשרדיה ימוקמו במוסדות הציבור במתחם ויהיו חלק מחיי אותה קהילה. ברובע יוקמו "מפעלי קור/חום" שיספקו את תוצרתם – חשמל, חום וקור – בצורה מרוכזת לכל מתחם ליבה. התוכנית מאפשרת לעשות דברים שבדרך כלל לא קיימים במגורים ובמבנים הציבוריים, למשל קומת מרתף עם תשתית טכנית לייצור אנרגיה. נוסף על כך, ניתן את האפשרות לייצור משולב של אנרגיה במבני ציבור, שיספקו את צורכיהם העצמיים ואת העודפים יספקו לגריד השכונתי. גיבוש תוכניות אלה נעשה בשיתוף עם משרד



הקמת תחנות כוח מונָעות דלק מחצבים בשכונות מגורים – בכייה לדורות

עו"ד לי־היא גולדנברג ^[1] * וד"ר אריה נגר ^[2]

^[1] ראש תחום כלכלה ומשאבי טבע, אדם טבע ודין

^[2] ראש תחום איכות אוויר ואנרגיה, אדם טבע ודין

* leehee@adamteva.org.il

בסוף שנת 2018 פרסמה רשות החשמל החלטה שנועדה לעודד הקמה של מתקנים קטנים לייצור חשמל בגז טבעי (מסוג ייצור משולב של חשמל וחום [cogeneration] או ייצור משולב של חשמל, חום וקור [trigeneration]), וזאת לשם עידוד הייצור המבוזר והתחרות.

מאז הופקדו לא מעט תוכניות חקוקות (סטטוטוריות) המטמיעות בהוראותיהן את האסדרה האמורה בשכונות מגורים חדשות. בין היתר, בתוכנית רובע שדה דב בתל־אביב שצמודה כבר היום לתחנת הכוח רדינג, ובתוכנית שכונת סירקין בפתח תקווה, שכוללת מעל 8,000 יחידות דיור.

אומנם, לייצור מבזר יש תועלת פוטנציאלית למשק החשמל, אך במשק האנרגיה תחרות אינה חזות הכול, אלא רק אחד השיקולים שצריכים להישקל בעת תכנונו. כיום התכנון מתבצע טיפין טיפין, ללא חשיבה לטווח ארוך ובוודאי שלא לצורך פיתוח משק אנרגיה בר־קיימא.

ההחלטה לעודד הקמת מתקני ייצור תעשייתיים בלב שכונות אינה מתיישבת עם מדיניות שר האנרגיה להרחיק את הזיהום ממרכזי הערים. באוקטובר 2018 הכריז שר האנרגיה שטייניץ על מעבר הדרגתי למכוניות חשמליות ^[1], והטיל איסור מוחלט על יבוא



מפעל אנרגיה בלב שכונת HafenCity בהמבורג | צילום: ליטל שלף-דורי

חובב (במסגרת בדיקתנו, חושבה הפליטה השנתית הכוללת מרובע שדה דב [בטונות לשנה] בהנחה של הקמת שבע יחידות ייצור [ככל הנראה מתוכננות לקום אף יותר] של 5 מגה-ואט כל אחת, העובדות 8,000 שעות, על בסיס נתונים מהספרות המקצועית וחישובים שנגזרים מהם בהנחות סבירות). זאת טרם שהזכרנו כי תוספת זיהום זו תתווסף לזיהום תחבורתי, ובמקרה של רובע שדה דב גם לזיהום של תחנת הכוח רדינג הסמוכה.

מהלך זה גם עומד בסתירה חזיתית לעמדת המשרד להגנת הסביבה ביחס להשפעות זיהום אוויר עקב הקמת מרכזי אנרגיה קטנים. המשרד מבהיר כי מאחר שהמתקנים האלה פולטים מזמי אוויר בסמיכות רבה מאוד לריכוזי אוכלוסייה, הוא מתנגד להקמת תחנות כאלה בשכונות מגורים או באזורים עירוניים צפופים (ראו עמ' 47–48).

יתרה מכך, ההחלטה להעניק תמריץ ליזמים להקמת תחנות כוח המונעות בגז טבעי בשכונות מגורים כרוכה בפגיעה משמעותית בקידום אנרגיות מתחדשות. תוספת של יחידות ייצור חשמל משרפת דלקים מנוגדת למדיניות הלאומית של הפחתת פליטות גזי חממה. היא מוסיפה פליטות במקום להוריד אותן, בזמן שממשלת ישראל עדיין לא עומדת ביעדי האנרגיות המתחדשות וההתייעלות האנרגטית, ובוודאי שלא מיצתה את הפוטנציאל הסולארי – בפרט לא בשכונות מגורים.

לעמדתנו, יש לפעול לאלתר לבטל את האסדרה שמעודדת בניית תחנות כוח מונעות דלק מחצבים בשכונות מגורים תוך סיכון בריאותי ובטיחותי של תושבי האזור ועל חשבון בניית מערכות

מכוניות המונעות בדלקים אחרים החל בשנת 2030. זהו מהלך חשוב, שאין כמוהו כדי להפריד בין אוכלוסייה זיהום האוויר. לעומת זאת, ההחלטה להקים תחנות כוח בשכונות מגורים פועלת בכיוון הפוך, ותגדיל את הזיהום שתושבים בערים רבות במדינה יחשפו אליו.

לא ניתן להתעלם מכך שהגז אינו "אנרגיה נקייה", אלא דלק מחצבים שיוצר פליטות של זיהום אוויר וגזי חממה. השימוש בו מצריך בניית תשתיות רבות ומורכבות בעלות השלכות סביבתיות נרחבות. ייצור משק אנרגיה מבזר המבוסס על גז טבעי במקום על אנרגיות מתחדשות בתוך שכונות מגורים יצריך גם הוא בנייה תשתיות מסוכנות סמוך לבתיים של מאות אלפי תושבים. בניית התשתיות ויצירת הסיכונים וזיהום האוויר מעשרות תחנות כוח קטנות בתוך שכונות מגורים ייצרו גם אתגר אסדרה ואכיפה שאין להתעלם ממנו, ועמדתנו היא שאין צורך כלל להגיע אליו.

אין חולק על כך שלתחנות כוח אלה פליטות לאוויר, הרי מדובר במתקנים תעשייתיים לכל דבר – מחוללים (גנרטורים) הממירים אנרגיה מכנית לאנרגיה חשמלית באמצעות שרפת דלקים, עם צנרת גז, מכלי דלק גיבוי, מחליפי חום, מערכות חשמל ותשתיות נלוות נוספות. הזיהום ייפלט מן המערכות בגובה נמוך מאוד – כלומר בגובה הקרקע או מעט מעליו – כמו הפליטות מתחבורה. משמעות הדבר היא כי חשיפת האוכלוסייה לזיהום מרוכז תהיה גבוהה ביותר. מבדיקה ראשונית שנערכה במשרדנו ובהסתמך על נתוני המפל"ס משנת 2017, עולה שיייתכן שתחנות "קטנות" אלה יפלטו בכל שכונה במצטבר יותר מחלק גדול מהמפעלים המזהמים במדינה, ובהם אסדת תמר, מפעלי ים המלח, גדיב פטרוכימיה ותחנת הכוח ברמת

ובפליטות של גזי חממה יהיה ניכר. בנייתן של תחנות כוח אלה תהיה בכייה לדורות.

מקורות

[1] גוטמן ל. 2018. שטייניץ מכריז רשמית: מ-2030 תיאסר מכירת מכוניות בניין וסולר, ייצור החשמל בפחם ייפסק. כלכליסט. 9 באוקטובר.

אנרגיה המבוססות על התייעלות אנרגטית ועל אנרגיות מתחדשות. כבר כיום מקודמות תוכניות לבניית תחנות כוח גזיות מעבר לדרוש (תחנות כוח במחזור משולב [מחז"מ] שאינן בתוך שכונות, להסבת התחנות הפחמיות לגז, לתוספת ייצור באתרים קיימים ועוד). כך, התוספת של מתקני ייצור משולב של חשמל, חום וקור תהיה שולית ביותר לכושר הייצור הלאומי, אך נזקם בזיהום אוויר מקומי



מבחינה לאומית למתקנים קטנים לייצור משולב של חשמל וחום (cogeneration) יש מקום משמעותי במשק האנרגיה של ישראל בטווח הזמן הבינוני. לכן, נכון עושה רשות החשמל שהיא נותנת תמריצים לעידוד הקמתם (באמצעות קביעת תעריפים אטרקטיביים לזימים). הקמת המתקנים תלויה במספר גורמים: ה. אספקת הגז הטבעי – אומנם מאגר תמר כבר מספק גז, ובקרוב גם מאגר לווייתן יחובר לרשת הגז הארצית, אך הגז מגיע בעיקר לצרכני האנרגיה הגדולים ביותר (חברת חשמל, בתי זיקוק ואחרים), ולא למפעלים הקטנים. כשגז יזרום גם אל מפעלים

התרומה המשמעותית – במפעלים ובמוסדות ציבוריים

פרופ' גרשון גרוסמן
 הפקולטה להנדסת מכונות, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל
 ראש פורום אנרגיה, מוסד שמואל נאמן למחקר מדיניות לאומית
 grossmng@technion.ac.il



מתקן לייצור משולב של חשמל וחום, בהספק של כ-250 מגהוואט, בעיר קיימברידג' (מסצ'וסטס) | צילום: Fletcher6, Wikimedia, CC BY-SA 3.0

הקמת מרכזי אנרגיה לייצור משולב אומנם כובלת את צרכניהם לגז טבעי ומונעת מעבר לצריכת אנרגיה מתחדשת, אבל בראייה לאומית הסיבות האלה אינן מצדיקות את אי-הקמתם. ההשקעה הכוללת של הקמת מתקן לייצור חשמל מאנרגיית השמש, מבחינת עלות כספית וגודל השטח שהמתקן תופס, גדולה מזו הכרוכה בהקמת מרכזים קטנים לייצור משולב. זאת ועוד, מתקן סולארי מייצר חשמל בלבד ולא חום.

אינני תומך בהקמת מתקנים לייצור משולב של חשמל וחום בשכונות מגורים, אם כי גם עם זה יצטרכו להתמודד כשמתוקף הרפורמה במשק החשמל יצרני חשמל פרטיים ירצו ליזום הקמת מתקנים כאלה. אחד המכשולים להקמת מתקנים שכונתיים הוא שרוב הדיירים מעוניינים לקבל באופן בלעדי החלטות הנוגעות לתשתיות האנרגיה של ביתם (כגון דוד השמש), וחוששים משותפים שהם מקור לאי-הסכמות. עם זאת, אם יוקם מרכז אנרגיה שינוהל בצורה מוסכמת, יעילה ועל פי עקרונות האסדרה, ניתן יהיה לדעתי לשכנע את התושבים שכדאי להם מבחינה כלכלית להיות שותפים למרכז שכזה, ושהוא אף יחסוך מהם את הטרידה הכרוכה בתחזוקת התשתיות.

חשוב להגביר את המודעות הציבורית למשמעותם של מתקנים מסוג זה על-ידי הקמת מאגר מידע ומרכז ידע ועריכת פעולות הסברה. לעיתים התנגדות תושבים, שאינה מבוססת על ידיעת העובדות, מונעת הקמת מתקני כוח. כמו כן, צריכה להיות כתובת אחת לזימים, כדי שידעו מה עליהם לעשות מבחינת דרישות האסדרה.

קטנים ומוסדות ציבוריים גדולים זו תהיה מהפכה. כיום גורם שרוצה להקים מתקן קטן לייצור משולב של חשמל וחום, אך אין לו אספקה של גז, מוגבל לשרפת מזוט וסולר. שניהם מזהמים כבדים, והסולר אף יקר. כולם מחכים בכיליון עיניים להגעת הגז הטבעי.

1. עידוד חברה של קבוצת מפעלים קטנים זה אל זה (למשל באזור תעשייה) לשם הקמת מתקן מרכזי קטן לייצור חשמל וחום. ההקמה אינה תמיד כדאית למפעל בודד בשל גודל ההשקעה הראשונית והטרח הרבה הכרוכה באסדרת ההפעלה של מתקן שכזה.

2. הקמת מערך קפדני לאסדרה ולפיקוח על אספקת הגז הטבעי לכשתתרחש, ועל הפעלת המתקן שהוא ישרת, בייחוד מבחינת בקרה על זיהום האוויר שהוא עלול ליצור.

לדוגמה, הטכניון הוא מוסד ציבורי, הצורך בשעות השיא 22 מגה-ואט ו-4 מגה-ואט בשעות השפל, ומשלם כ-40 מיליון ש"ח בשנה על צריכת חשמל. אם יגיע גז טבעי לטכניון, הוא יוכל לייצר לעצמו חשמל מגז, להשתמש בחום השיורי לאקלום הבניינים (חימום בחורף וקירור בקיץ) ולהפסיק לשרוף סולר המשמש כיום לחימום.

הקמת מרכזי אנרגיה לייצור משולב של חשמל וחום מתאימה יותר למפעלים ולמוסדות ציבור מאשר לשכונות מגורים, מכיוון שהביקושים בהם קבועים יותר: למפעל דרוש חום בכל השנה, ואילו במבני מגורים נדרשים קירור במשך כארבעה חודשים בשנה וחימום במשך כחודשיים. כמו כן, הנזק שיגרם מזיהום אוויר באזורי תעשייה הממוקמים הרחק מאזורי מגורים – פחות.



להשתמש באנרגיה שמקורה בשרפת דלקים, לפחות למשך שני עשורים. כלומר, הם יהיו לכודים בהתחייבויות שלהם וימשיכו להסתמך על אנרגיה משרפת דלקים. בפני צרכנים אלה תיחסם האפשרות המיטיבה של שימוש באנרגיה ממקורות מתחדשים. לכן, לדעתנו, עידוד הקמת מרכזי אנרגיה הפועלים על דלק הוא פסול. מעבר לזיהום המקומי ולהגברת פליטות גזי החממה, הצרכנים יהיו תלויים בכלכלת הדלקים, דהיינו בעלויות המשתנות של הדלקים שאין להם כל יכולת להשפיע עליהן.

להמחשה, בניית שכונה ולצידה תחנת ייצור חשמל גזית עם ייצור משולב לחימום או אף לקירור, מחייבת השקעה שזמן ההחזר שלה מתקרב לעשור, ומן הסתם גם לאחר החזר ההשקעה היא תמשיך לפעול לפחות עוד כעשור לשם יצירת רווח לצרכנים. מאותם נימוקים אנו אף מזהירים מקידום תשתיות יקרות של גז

עידוד שרפת דלקים יבוא בהכרח על חשבון השימוש באנרגיה ממקורות מתחדשים

איתן פרנס

מנכ"ל איגוד חברות אנרגיה ירוקה לישראל

eitan@greenrg.org.il

ככלל, איגוד חברות אנרגיה ירוקה לישראל אינו תומך בקידום השימוש בטכנולוגיות שרפת דלקים, לרבות ייצור משולב של חשמל וחום (cogeneration). הקמת מתקני ייצור משולב, שנועדו לספק חשמל לצד פתרונות אקלום לצרכנים בינוניים וקטנים (למשל במתחמי מגורים ובמתחמי מסחר) "מחייבים" את הצרכנים

לחובה בחוק. ישראל מחויבת ליעד ייצור ממקורות מתחדשים של 10% מצריכת החשמל הלאומית בשנת 2020, 13% בשנת 2025 ולפחות 17% בשנת 2030. אנו צופים שהיעדים ישתנו, שכן הם נמוכים מאוד בהשוואה ליעדי מדינות הארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכליים (OECD).

חלופה להקמת מתקנים שכונתיים של ייצור משולב היא הקמת **מתקן שכונתי לאגירת חשמל**. מתקן שכזה יכול לאגור חשמל מרשת החשמל (כזה שמיוצר מתמהיל דלקים שהופך במהירות לירוק יותר ויותר) או כזה שמיוצר מאנרגיית השמש במרחב השכונה, או שילוב של שניהם.

לפסילה של הקמת מרכזי אנרגיה הפועלים על דלק יש יוצאי דופן, ואלה הם מקרים של צרכנים תרמיים שאין להם פתרון חשמלי. דהיינו, כאשר אין פתרון להסבה של מערכת תרמית למערכת חשמלית, יש לנצל את מקור החום השיורי וכך להפיק את מרב האנרגיה. לרוב מדובר באתרים של תעשייה, ובפרט תעשייה כבדה, אך לא רק. גם בתחום הטיפול בפסולת צפויים לקום מתקנים תרמיים שאת החום השיורי שלהם חובה לנצל.

טבעי, כאשר מדובר בצרכנים שיכולים להיות מוסבים לחשמל. צריך לזכור שתשתית רשת החשמל כבר קיימת, והיא נמצאת במגמת פיתוח תמידי. במקומות שהקמה של מתקן ייצור משולב מצריכה גם הקמה של תשתית גז טבעי, יש להביא בחשבון גם את עלותה של התשתית החדשה, כלכלית וסביבתית כאחת. נוסף על כך, צריך להביא בחשבון גם את עלות פירוקה, שהרי הצפי הוא שמערכות אנרגיה ירוקות זולות ונקיות יחליפו בעתיד הלא רחוק את מערכות הדלק. המעבר למקורות אנרגיה מתחדשת הוא עולמי, ורובן המוחלט של המדינות עוסקות בנושא ומקדמות אותו. קרוב ל-26% מהחשמל בעולם מסופקים כיום מאנרגיה מתחדשת (הידרו־אלקטרית, אנרגיית רוח, אנרגיית שמש, אנרגיה גאותרמית ואנרגיה מפסולת). התחום החל להתפתח בקצב מהיר לאחר החשיפה הציבורית למשבר האקלים ולתוצאותיו. בעקבות הסכם פריז בשנת 2015 התחייבה ישראל לצד כ-200 מדינות נוספות ליעדים לאומיים להפחתת פליטות גזי חממה, דבר שמתבסס על הפחתת השימוש בדלקים לחשמל ולתחבורה. בישראל תוקן בשנת 2017 חוק החשמל והפך את יעדי ישראל לייצור חשמל ממקורות אנרגיה מתחדשת



עיבוד הקמת מתקני ייצור משולב של חום וחשמל, המבוססים על שרפת דלקים, עלול לחסום את השימוש באנרגיה ממקורות מתחדשים | באדיבות solaredge