



מדינת ישראל משרד האנרגיה

תכנון פיזי

כ"ז באדר התש"פ
23 במרץ 2020

פי_50_2020

הנדון: מסמך מדיניות - משרד האנרגיה - בנושא הקמת מרכזי אנרגיה קטנים (קו-גנרציה¹ במרחב הבנוי)

מטרת מסמך זה היא, להבהיר את מדיניות משרד האנרגיה בנוגע לקידום מתקני גנרציה קטנים במרחב הבנוי המופעלים בגז טבעי. זאת בראיה רחבה תוך שקלול כלל התועלות של השימוש בטכנולוגיות אלו בערים (התייעלות אנרגטית וצמצום פלטות גזי חממה בישראל), ובהתייחס להשפעת המתקנים על איכות האוויר באזור.

1. רקע – מדיניות משרד האנרגיה לצמצום פליטות גזי חממה וזיהום אויר

מגמות גלובליות ומקומיות משנות את מדיניות משקי האנרגיה בעולם. בהתאם לשינויים אלו משרד האנרגיה נדרש לקביעת מדיניות ארוכה וקצרת טווח וזאת לשם קיומו של משק אנרגיה בר קיימא, תוך שמירה על אמינות אספקה גבוהה, חוסן ומחיר בר השגה לכלל האוכלוסיות. התווית המדיניות בישראל צריכה להתחשב במאפייניו הייחודיים של משק האנרגיה בארץ: ישראל היא אי אנרגטי המאופיין בצפיפות וקצב גידול אוכלוסייה גבוה, במחסור בשטחים פתוחים בעיקר באזור המרכז, בעתודות גז טבעי גדולות, בפוטנציאל ייצור אנרגיה סולארי מבוזר, אולם במיעוט אפשרויות לייצור משמעותי של אנרגיה ממקורות מתחדשים אחרים, כלומר תמהיל אנרגיה מצומצם.

מדיניות משרד האנרגיה בעשור האחרון כוללת העברת סקטור ייצור האנרגיה בישראל מתלות מלאה בפחם ודלקים מזהמים נוזליים, לייצור אנרגיה מגז טבעי שמזהם פחות ואנרגיה סולארית. שינוי זה לבדו הביא לירידה משמעותית בזיהום אויר מקומי ולצמצום פלטות גזי חממה.

¹ השימוש בביטוי קוגנרציה מתייחס גם לטכנולוגיות של טרי גנרציה (חום, קור וחשמל)

באוקטובר 2018 הכריז שר האנרגיה על יעדי משק האנרגיה לשנת 2030. היעדים מנחים להפחתת השימוש בדלקים מזהמים יותר ובפרט להפסקת השימוש בפחם והפסקת רובו המכריע של השימוש בתזקי נפט, תוך שמירה על אמינות ורציפות אספקת האנרגיה. כחלק מחזון 2030, החליט שר האנרגיה על סגירה/הסבה לגז טבעי של התחנות הפחמיות בישראל עד לשנת 2025 וזאת לצד בחינת היעד להגדלת הייצור באנרגיות מתחדשות. צעדים אלה צפויים לתרום משמעותית לצמצום הפגיעה באיכות האוויר והפחתת פליטות גזי החממה.

לצד מדיניות זו פועל המשרד רבות בשנים האחרונות לקידום משק אנרגיה יעיל אנרגטית וזאת ע"י מספר רב של צעדי מדיניות ביניהם קרן מענקים להתייעלות במפעלי תעשייה, תמיכות בעריות ורשויות מקומיות, קידום בניה מאופסת אנרגיה, הגדרת תקינה מתאימה, חקיקה רלוונטית וכדומה. כמו כן, קידום תוכניות ועידוד ייצור חשמל באנרגיה מתחדשת בהיקפים משמעותיים.

אל מול יעדי ההתייעלות באנרגיה ועד להסתמכות עיקרית על אנרגיה מתחדשת בישראל, נראה כי טכנולוגיות קו-גנרציה תוכלנה לשמש, בחלק מהמקרים, כמקור אנרגיה יעיל במיוחד ובעל פוטנציאל משמעותי להפחתת גזי חממה במיוחד, ככול שזאת תחליף את השימוש בדלקים מזהמים וטכנולוגיות מיושנות שהיו בשימוש לפני. להלן פירוט התועלות במעבר לשימוש בטכנולוגיה זו.

2. תועלות משקיות וכדאיות כלכלית במתקני קו-גנרציה

לייצור אנרגיה מבוזר באמצעות קו-גנרציה, בתכנון נכון, תועלות רבות. ביניהן ניתן למנות: התייעלות אנרגטית וצמצום פליטות גזי חממה, שיפור אמינות אספקת החשמל והפחתת הפסדי רשת החשמל, מניעה/דחייה של שדרוג והקמת רשתות חשמל, הורדת מחירי אנרגיה שימושית במשק, שכלול שוק מוצרי האנרגיה, וכן הפחתת עלויות גיבוי מערכת החשמל.

להלן דיון קצר בתועלות משקיות עיקריות:

התייעלות אנרגטית וצמצום פליטות גזי חממה - הפקת אנרגיה חשמלית מניצול גז טבעי ברמה המקומית, באמצעות מרכזי אנרגיה קטנים בטכנולוגיה של קו-גנרציה, תוך אספקת קור וחום לצרכנים, עשויה לאפשר ייצור אנרגיה חשמלית ותרמית בנצילות גבוהה מאוד (מעל 85%-80%) ביחס לטכנולוגיות אחרות של שימוש בדלקים פוסלים אחרים כדוגמת שימוש בגז, סולר, מזוט למשל בבתי חולים. הנצילות הגבוהה תביא לחסכון משמעותי בשימוש בדלקים, אשר עשוי להפחית פליטות ולהפחית את עלויות הייצור גם בתחנות כוח וביחידות מחז"מ.

אמינות אספקה - מתקני ייצור חשמל מבוזרים יכולים לתרום לאמינות אספקת החשמל על ידי מתן שני מקורות אספקת חשמל (אספקה ממתקן הייצור ומהרשת) ובכך להגדיל את אמינות אספקת החשמל המקומית.

לאור צפי מגמות חדירת התחבורה החשמלית, קיים צפי לעלייה משמעותית בביקושים עבור טעינת רכבים חשמליים, בייחוד עבור מסופי תחבורה ציבורית. מתוך כך, למתקני קו-גנרציה אפשר ויהיה תפקיד משמעותי בקידום ומימוש בפועל של תחבורה חשמלית במרחב האורבני היות ובמקרים מסוימים, ללא הקמת מתקנים אלו עשוי לעלות הצורך בהקמה יקרה ומסובכת לעיתים של רשתות חשמל חדשות, שדרוגי רשת והקמת תחנות כוח חדשות.

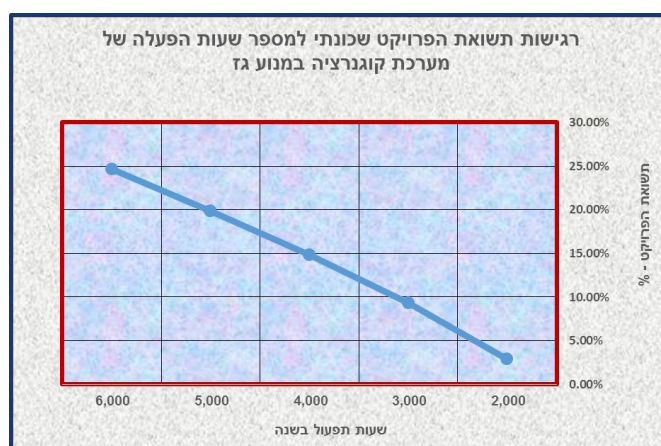
הפחתת עלויות הגיבוי - משק חשמל מבוסס, כחלק ממערכת ניהול האנרגיה, על מספר גדול של מתקני ייצור ברמות יעילות שונות הנותנים מענה לשינויים בביקוש לחשמל: רזרבה סובבת (מידית), רזרבה מהירה (חמה) ורזרבה איטית (קרה). שילוב מתקני קו-גנרציה במשק, יכול להפחית את הוצאות המערכת לניהול הביקושים וזאת תוך הקטנת העלויות ורמת הפליטות לייצור של אותה כמות האנרגיה הדרושה. בנוסף, מתקני ייצור חשמל קטנים המוסקים בגז טבעי, יכולים לתת שירותים יעילים של גיבוי ואיזון במערכות חשמל להן מחוברים יצרנים ממקורות אנרגיה מתחדשת וכך להרחיב את השימוש בטכנולוגיות נקיות בהן תומך המשרד.

תועלת כלכלית - לצד התועלות המשקיות, מנקודת מבטם של היזמים והצרכנים, נראה כי התועלת הכלכלית הישירה מהקמת המתקנים עולה עם הרחבת שעות השימוש במתקן העובד בהעמסה האופטימלית שתוכננה לו. העמסה אופטימלית מתקיימת כאשר הנצילות של המתקן עולה, קרי שהמתקן מספק לצרכנים במקביל את האנרגיה החשמלית והאנרגיה התרמית השימושית שנוצרה כתוצאה מניצול מרבי של חום שיורי מייצור החשמל.

בכל הקשור למרחב הבנוי ושכונות מגורים, בחינת מספר תרחישים מראה, כי השימוש במתקנים אלה לצורך אספקת אנרגיה למגורים יהיה כדאי יותר ככול שהמתקן יספק את מוצריו לא רק למגורים, אלא תוך שילוב אספקה לצרכנים נוספים כגון - מסחר, מלונות, בילוי וכדומה ובכך יעלה את שעות ההפעלה בו הוא מייצר חשמל + חום או קור.

מבדיקות שערכנו נראה כי, בכפוף למספר תנאים ותרחישים שונים², מתקבלת תשואה סבירה לפרויקט (כ- 15%) בהפעלת המתקנים יותר מ - 4,000 שעות בשנה. נציין כי בחינה זו, התייחסה לכדאיות ללא מענקים ותמיכה ממשלתית³. ניתן לראות את הקשר בין הכדאיות הכלכלית ובין שעות ההפעלה השנתיות בתרשים הבא⁴:

² תרחישים אלה כוללים לרוב בעיקר התייחסות לטכנולוגיות שונות (טורבינות גז, מנוע גז טבעי לשריפה פנימית עם מערכות לייצור חום וקור מחום שיורי והתקנת ציוד לגיבוי המערכות), אזורי אקלים שונים בישראל וגודלי הספק שונים.
³ בשנת 2018 נקבעה אסדרה ייעודית של רשות החשמל להקמת מתקני קוגנרציה קטנים ("הסדרת פעילותם של מתקני ייצור בגז טבעי המחוברים לרשת חלוקת החשמל). במסגרת האסדרה תינתן פרמיה, שנקבעה בהליך תחרותי, להקמת מתקנים בהיקף כולל של 450 מגה.
⁴ הגרף מתייחס למתקן בהספק עד 5 מגו"ט של חשמל.



מסקנות דומות עולות מבדיקות שנערכו באירופה, אשר מצביעות על כך כי ככול שעולים מעל 3,000 שעות הפעלה בשנה למתקני הקו-גנרציה, כך עולה הכדאיות הכלכלית, כאשר יש כדאיות כלכלית מובהקת בהפעלה של כ - 4,000 שעות בשנה.

גם על פי בדיקות טכנו-כלכליות שבוצעו ולאור נתונים מפרויקטים המתוכננים בערים בישראל, שימוש במתקני טרי-גנרציה במרחב האורבני יעיל וכלכלי במשטר הפעלה של מעל 4,000-3,000 שעות בשנה. במרחב העירוני, המתקנים כלכליים עבור מתחמי תעסוקה, בתי חולים, מלונות וכן במתחמים או רובעים בעלי שימושים מעורבים (הכוללים מגורים), זאת בתנאי שהמתקנים פועלים מעל 4,000-3,000 שעות בשנה כאמור. באזורים עם שימושים מעורבים, ניתן למקם מתקן בסמוך למלון/בי"ח/מבנה תעסוקה או מסחר, לעשות שימוש במים הקרים למיזוג ושימוש במים החמים גם למבנה הציבורי וגם לצרכנים ביתיים במגורים בכף לפנות חלק מהגגות לייצור סולארי. במקרים מסוימים, דוגמת בתי חולים, מתקני קו-גנרציה מחליפים מתקני הסקה הפועלים על בסיס **דלקים מזהמים יותר כגון, גפ"ס או סולר ובכך תורמים לשיפור משמעותי בצמצום מזהמים.**

יש לציין, כי הבדיקות השונות בוצעו תחת הנחות רבות אשר כללו התייחסות לגודל המתקן, עלויות שונות, משטר הצריכה, מאפייני הצרכנים במרחב עירוני מסוים, אזורי אקלים וכולי. מתוך כך, ובהתחשב באפשרויות של שילוב המתקן לשימוש ע"י צרכנים מסוגים שונים (מרכזים מסחריים, מלונאות, מקומות בילוי וספורט, בתי חולים וכד'), לא נראה כי יהיה נכון לקבוע באופן גורף את שעות ההפעלה האופטימליות ועל כן בחינת הכדאיות הכלכלית דורשת בחינה פרטנית של כל פרויקט ופרויקט על מאפייניו השונים. **לפיכך, לאור התועלות המשקיות ואל מול השונות הרבה בכלכליות הפרויקטים יש להותיר את הבחינה הכלכלית בידי כוחות השוק.**

הקמת מתקני קו-גנרציה במרחב העירוני מצריכים, לצד בחינת הכדאיות הכלכלית, בדיקה באשר להשפעתם של המתקנים על איכות האוויר באזורים עירוניים מאוכלסים בצפיפות. לשם כך בחן המשרד סוגיה זו בבדיקה סביבתית המתוארת להלן.

3. השפעת מתקני קו-גנרציה על איכות האוויר

משרד האנרגיה, בשיתוף עם יועץ איכות אוויר מחברת Aviv AMCG, ערך סקר איכות אוויר באמצעות מודל סביבתי לבחינת פיזור המזהמים למתקן קו-גנרציה באזור עירוני. מן הבדיקה עולה כי הקמת מתקני קו-גנרציה בשכונות מגורים כוללת מספר היבטים סביבתיים, כאשר הסוגיה המרכזית הינה השפעת הפעלת המתקן על איכות האוויר באזור.

הפעלת טורבינות גז או מנועי בוכנה בהסקה בגז טבעי מייצרת פליטות מזהמי אוויר, העיקרי שבהם הוא חנקן דו-חמצני (NO_2), שפיזורו באוויר תלוי במידה רבה בגודל המתקן ובמידות הארובה, במרחק מארובה, בטמפרטורת גזי הפליטה, במאפיינים אקלימיים של האזור, באופן הבינוי בסביבת מקור הפליטה ובשילוב אפשרי של מתקנים הנדסיים להפחתת רמת המזהם. נוסף על תנאים אלה, שכונות המגורים ממוקמות באזורים שונים בארץ ולכן יש השפעות מקומיות כולל נתוני רקע של רמת הפליטות הקיימת באזור לפני הקמת מתקן הקו-גנרציה.

המנעד הרחב יחסית של מאפייני המתקנים, צורת הבינוי והצפיפות וכן איכות האוויר בין שכונות המגורים השונות בארץ לא מאפשר לקבוע באופן גורף מה הם התנאים הרלוונטיים הנדרשים בעת הקמת מתקן קו-גנרציה בקרבת שכונת מגורים. לכן, יש לבצע בדיקה פרטנית בעת תכנון פרויקטים במרחב האורבני הצפוף, אשר במסגרתה ייבחנו מאפייניו הייחודיים של המתקן, של סביבת המגורים והרקע של איכות האוויר, וזאת על מנת לקבוע את התנאים לאבטחת עמידה בדרישות איכות האוויר.

בבחינה שלפנינו על מנת לבחון את סוגיית איכות האוויר, הרצת המודל כללה תנאים מחמירים יחסית באשר לשכונה נבחנת בתל אביב, בה ריכוזי זיהום רקע גבוהים וכן צפיפות גבוהה של מבנים. מן הבדיקה עולה כי ניתן יהיה להקים מתקני קו-גנרציה בשכונה הנבחנת, בכפוף לעמידה בתנאים שיוצגו בהמשך.

3.1. בחינה סביבתית להקמת מתקני קו-גנרציה בשכונות מגורים צפופה ובעלת ריכוז זיהום רקע גבוה.

לשם בחינת איכות האוויר נערכה בדיקה אשר כללה הרצת מודל פיזור מזהמים מסוג AERMOD הכולל בסיס נתונים מטאורולוגיים וטופוגרפיים אופייניים לאזור תל אביב, גובה מבנים לפי תכנית בינוי אופיינית המייצגת שכונת מגורים מתוכננת, נתוני גזי הפליטה של יחידות הייצור המקובלות בעולם וריכוזי רקע של מזהמי האוויר הרלוונטיים לסביבה הנבחנת במקרה זה.

באשר למאפייני המתקנים : המודל הורץ עבור שילובים של מספר חלופות המשלבות טורבינות גז או מנוע שריפה פנימית וציוד לייצור אנרגיה להסקה, חימום מים וקירור מחום שיורי, לרבות גיבוי, לפי :

- א. מתקני קו-גנרציה בהספק של כ- 0.1 MW - 1 לבניין מגורים בודד.
- ב. מתקני קו-גנרציה בהספק של כ- 5 MW למרכזי אנרגיה בשכונה.

בין היתר :

- שימוש / אי שימוש באמצעי הפחתת פליטות של חנקן דו-חמצני (מצטיינים ביעילות פירוק המזהם עד לכ-95%).
- גבהי ארובה שונים ביחס למבנים סמוכים.

מתוצאות הבדיקה העיקריות עלה כי **ניתן להקים מתקני קו-גנרציה בקרבת מבני מגורים** באופן שאינו צפוי לחרוג מתקני איכות אויר וזאת על ידי שימוש באמצעי הפחתת פליטות מסוג SCR וארובה גבוהה מכל בניין ברדיוס 50 מטר. יש לציין כי התקנת אמצעי הפחתת פליטות מסוג SCR כרוכה באחסון מלאי של תמיסת אוריאה או אמוניה והקפדה על התפעול התקין של המתקן.

בשכונות מגורים, בהם קיימים בניינים גבוהים בקרבת מתקן קו-גנרציה מתוכנן **ולא ניתן להגביה את הארובות מעל הבניינים**, הרי שנדרש לקבוע ביצוע בדיקת התכנות סביבתית, כולל בדיקת מיקום, גובה הארובה והצורך בשימוש באמצעי הפחתת הפליטות. כל בדיקה כזאת היא ספציפית לסוג המתקן אותו רוצים להקים ולחלופות המיקום המוצעות בשכונה לרבות קביעת מרחק מינימלי בין ארובת לבניינים קרובים.

למשק האנרגיה הישראלי חשוב לאפשר הקמת מתקני קו-גנרציה, זאת בכפוף לבדיקות סביבתיות בשלבי התכנון על בסיס נתונים עדכניים של האזור/שכונה (לרבות בחינת תכנית בינוי, מרחק מכבישים ראשיים, סוג המערכת המותקנת ואפשרות לגובה הארובה המקסימלי וכו').

4. סיכום

רוב האנרגיה בישראל נצרכת כיום בערים, לכן התייעלות אנרגטית באמצעות שימוש מושכל במתקני קו-גנרציה במרחב העירוני, תתרום להשגת היעדים הלאומיים לצמצום פלטות CO₂, להשגת התייעלות אנרגטית, להפחתת הצורך בשדרוג והקמת רשתות חשמל ולהוזלת מוצרי האנרגיה לצרכן.

התועלות הפוטנציאליות הרבות של ביזור ויצור יעיל של אנרגיה, תומכות בחשיבות קידום תכניות הכוללות הקמת מתקני קו-גנרציה גם במרחב העירוני הבנוי.

תכנית, הכוללת הקמת מתקני קו-גנרציה מחויבת לעמוד בכל התקנות והתקנים הרלוונטיים לרבות איכות האוויר, במיוחד במרחב העירוני הצפוף. אישור תכניות באזורים עירוניים יאפשרו מתקני קו-גנרציה אשר יותנו בעריכת בדיקה סביבתית, שתתבסס על מאפייני האזור, המתקן הספציפי אמצעים להפחתת פליטות, גובה הארובות ואמצעי ניטור. יש לבחון כל מקרה לגופו תוך שמירה על קריטריונים של איכות האוויר ולבחון את הקמת המתקנים אל מול חלופות אספקת אנרגיה אחרות.

לאור הנתונים שהוצגו ובכפוף לבדיקות שפורטו, אנו סבורים כי יש לאפשר תכנון והקמת מתקני קו-גנרציה, במרחב הבנוי.

העתק: שרון חצור – סמנכ"לית תכנון מדיניות ואיסטרטגיה
דורית הוכנר – מנהלת אגף בכיר תכנון פיזי
אוריאל בבצ'יק – מנהל אגף התייעלות אנרגטית
חיים מלמד – סגן מנהל אגף בכיר הנדסה
אריאל פרינץ – מנהל תחום בכיר תכנון פיזי
מאיה עציוני – דוברת משרד האנרגיה