

תג מחיר: בועת הפחם

דו"ח מיוחד מטעם גרינפיס ישראל
ויחידת המחקר הבינלאומית



מה המחיר הבריאותי הכרוך בדחיית סגירתן של היחידות 1-4 בתחנת הכוח "אורות רבין" בחדרה?

גרינפיס, מרץ 2017

ב-24 באוגוסט 2016 הודיע שר האנרגיה ד"ר יובל שטייניץ כי עד שנת 2022 יושבתו היחידות הפחמיות 1-4 בתחנת הכוח "אורות רבין" שבחדרה, ובמקביל יותקנו סולקנים ביחידות 5 ו-6. אולם קיים חשש ממשי כי ההשבתה תתעכב עקב התנאים שהוצבו ועקב אי-עמידה בלוחות הזמנים.

במסמך זה אנו בוחנים את המשמעות הבריאותית של החלטות אלו, תוך שימוש בכלים מתקדמים של מודליזציה המקובלת בתחום (Calpuff). התוצאות שמתקבלות מראות שכל שנה של דחייה במימוש ההחלטה תגבה את חייהם של כ-310 בני אדם. כ-70% מעודף תמותה זה נובע מנשימה של חלקיקים נשימים עדינים (Pm 2.5) ו-90% ממקרי התמותה המוקדמת קשורים להתקפי לב ולשבץ מוחי, החלקיקים הנשימים הנפלטים מיחידות 1-4 של התחנה אחראים גם לכך ש-70,200 ימים בשנה מוגדרים "ימים של פעילות מוגבלת" (Restricted activity days) שמשמעותם, בין היתר - אבדן של 14,600 ימי עבודה.

נוסף על כך, הפעלתן של יחידות 5 ו-6, עם הסולקנים המותקנים בהן לתקופה של עשרים שנה תהיה אחראית לתמותה מוקדמת של כ-700 אנשים (כ-35 מדי שנה). מן הניתוח הנ"ל עולה דרישה כפולה: ראשית, יש להקדים ככל שניתן את השבתתן של יחידות 1-4, ובכך להציל מאות בני אדם מתמותה מוקדמת; שנית, גם היחידות 5 ו-6 וארבע היחידות הפחמיות בתחנת "רוטנברג" שבאשקלון צריכות לפעול לזמן קצוב, ולפנות את מקומן לבנייה של יחידות שכושר הייצור שלהן יבוסס על אנרגיות מתחדשות.

הדו"ח הוכן בידי לורי מייליווירטה (קמפיינר פחם בכיר, גרינפיס בינלאומי) וד"ר יונתן אייקנבאום (מנהל קמפיינים, גרינפיס ישראל).

לפרטים: נגה גולדפינגר, דוברת גרינפיס ישראל: 052-8583773. ngolfin@greenpeace.org

1) רקע

עד השנים האחרונות, הפיקה ישראל את רוב החשמל שלה מפחם. בשנת 2014 היווה הפחם 51% ממקורות החשמל ומשנת 2015 - 44%. בעקבות החלטת שר האנרגיה, ירד השימוש בפחם כמקור אנרגיה ל-38% ב-2016 וצפוי להתייצב סביב ה-36%-35% בשנים הבאות.

ישראל מייצרת חשמל מפחם בעשר יחידות שמתחלקות לשני אתרים גדולים שאותם מפעילה חברת החשמל: אתר "רוטנברג" באשקלון עם ארבע יחידות בכושר ייצור כולל של 2,250 מגה-ואט, ושש יחידות ב"אורות רבין" בכושר ייצור כולל של 2,590 מגה-ואט. ארבע היחידות הישנות של אורות רבין (סה"כ 1,400 מגה-ואט) נבנו בשנות השבעים והוסבו ממזוט לפחם בראשית שנות השמונים (יחידות 1-4); בשנות התשעים הושלמו שתי יחידות נוספות (יחידות 5 ו-6) בעלות כושר ייצור של 595 קילו-ואט כל אחת.

היחידות לייצור חשמל שנמצאות בחדרה ובאשקלון פולטות מזהמים בכמות גדולה ביחס למקבילותיהן באירופה ובעולם. בשנים האחרונות, שיעור הפליטה של תחמוצות גופרית מהיחידות הישראליות עמד על 1,380 מיליגרם למטר מעוקב אוויר¹ בעוד שבאירופה הוא נע בטווח שבין 9 ל-1,400 מג' לממ"ק, כשהתקן עומד על 150 מג' לממ"ק אוויר. בנוגע לתחמוצות חנקן - הפליטות מהיחידות הישראליות 1-4 עומדות על 1,000-1,300 מג' לממ"ק, כשבאירופה הפליטות נעות בין 65 ל-1,020 מג' לממ"ק אוויר². כפי שנראה בהמשך, שני המזהמים הללו הם המשמעותיים ביותר עבור בריאות הציבור, בעיקר כשהם הופכים לחלקיקים עדינים.

נוסף על אלה, תחנות פחמיות הן מקור פליטות גזי חממה מאוד משמעותי (כשליש מפליטות גזי החממה בעולם ומעל 40% בישראל). אין אפשרות לצמצם את פליטות גזי החממה של תחנות כוח פחמיות בצורה משמעותית, ושינוי באופי הבעירה יפחית את כמות הפליטות באחוזים בודדים בלבד. לעומת זאת, צמצום השימוש בפחם הוא אחד המקורות הבטוחים להקטנת פליטות גזי חממה ולמיגור שינוי האקלים.

לפני שני עשורים התחיל בישראל פרויקט של הקמת משתפים (Scrubbers) לתחמוצות גופרית והתקנת סולקנים (*SCR - Selective Catalytic Reduction*) לתחמוצות חנקן, שעלותו הכוללת עומדת על מיליארדי שקלים (לפי הערכות חברת החשמל, מעל שמונה מיליארד שקל עבור יחידות 5 ו-6 של חדרה וארבע היחידות שבאשקלון). פרויקט הסולקנים התעכב במשך שנים ארוכות, ורק לאחרונה הושלם התהליך באחת היחידות של חדרה (יחידה 5).

לאור העיכובים הרבים והתמורות שחלו במשק האנרגיה עם תגליות הגז וייעולן של אנרגיות מתחדשות, עלה הצורך לבחון מחדש את החיוניות של התקנת סולקנים ביחידות 1-4. המשרד להגנת הסביבה, אשר אחראי להמציא היתר פליטה לתחנות כוח הפחמיות, הוא אשר הציף את הצורך בבחינה מחדשת של נושא הסולקנים.

הועלו שלוש טענות בעד ביטול פרויקט הסולקנים וסגירת היחידות הללו: (1) היחידות ישנות וקיימת אי וודאות גבוהה בנוגע להצלחת הפחתת פליטות המזהמים. (2) הנצחת השימוש בפחם, גם ביחידות אלה, לא עולה בקנה אחד עם

¹ כפי שמופיע בהיתר הפליטה.

Large Combustion Plants. Industrial Emissions Directive ² Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the (Integrated Pollution Prevention and Control) JOINT RESEARCH CENTRE, Institute for Prospective 2010/75/EU 380-Technological Studies, Sustainable Production and Consumption Unit, European IPPC Bureau, Draft 1 (June 2013). pp.

http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/LCP_D1_June_online.pdf > .381

התחייבויות ישראל להפחית פליטות גזי חממה. 3) החלופת המוצעת, של סגירת היחידות ובניית כושר ייצור חלופי, זולה יותר.

עמדת גרינפיס בנושא הייתה ונותרה שיש לצמצם את השימוש בפחם ולהרחיב את השימוש באנרגיות מתחדשות. כלומר, אין להתקין סולקנים ביחידות 1-4, אלא יש להקים במקומן יחידות שכושר הייצור שלהן מתבסס על אנרגיות מתחדשות. משרד האנרגיה דחה את הטענות שהושמעו בנושא והתעקש להתקין סולקנים גם ביחידות 1-4. בין השאר נטען כי לא קיימת חלופה לפחם בנושא ביטחון אנרגטי. בנושא זה שכר גרינפיס את שירותיו של ברוס בוקט, לשעבר מנהל האכיפה ב-EPA (משרד הסביבה האמריקאי) על מנת לבדוק את ההתכנות של השבתת יחידות פחמיות. מאוחר יותר, בדק המשרד להגנת הסביבה את הנושא בעזרת צוות שכלל מנהלים לשעבר בחברת החשמל ובמשרד האנרגיה.

הבדיקות שנעשו בשני ערוצים אלה העלו כי ניתן להשבית יחידות פחמיות ולא לסגור אותן. השבתת פירושה הכנסה ל"תרדמת", כשהפעלה מחדש של היחידות מתאפשרת בפרק זמן של ימים ספורים. אף שאנו מתנגדים נחרצות לשימוש בפחם לייצור חשמל, המלצנו להשבית את יחידות 1-4 ולא לגרוט אותן. זאת על מנת לשמור על רזרבת כושר ייצור לחשמל, להגדיל את הביטחון האנרגטי של ישראל ולמנוע הקמה עתידית של יחידות חשמל לא נחוצות. עמדה זו עמדה גם בבסיס המסקנות של הדו"ח שהזמין המשרד להגנת הסביבה. בין השאר, קבע דו"ח המשרד להגנת הסביבה שאם ישראל תעמוד בהתחייבויותיה להפחתת פליטות גזי חממה, הרי שכושר ייצור נוסף יידרש רק בשנת 2029.

ב-24 באוגוסט 2016 הודיע שר האנרגיה ד"ר יובל שטייניץ על תפנית דרמטית בעמדתו: יחידות 1-4 ייסגרו עד שנת 2022, בתנאי שיחברו מאגרי גז נוספים ליבשה ובתנאי שיוקמו יחידות המופעלות על גז טבעי. תנאים אלה עוגנו במסמך הבנות בין משרדי האנרגיה והמשרד להגנת הסביבה, עם כניסתו של זאב אלקין לתפקיד השר להגנת הסביבה. ההבנות בין משרד האנרגיה למשרד להגנת הסביבה מדברות על בנייה של שתי יחידות שיופעלו על גז (מחזור משולב, להלן: מחז"ם) בהיקף כולל של 1,200 מגה-ואט. על מנת לחסוך זמן תכנון, תיבחן האפשרות שיחידות אלה תיבנה במתחם אתר "אורות רבין" והובהר לחברת החשמל כי היא עשויה להקים את התחנה אך לא תפעיל אותה. נוסף על כך, שני מאגרי גז נוספים יחברו ליבשה (לוויתן וכריש-תנין). דו"ח מנהלי חברת החשמל לשעבר ואחרים הסתפק בחיבור לווייתן.

מעל תנאים אלו מרחפים יותר מדי סימני שאלה: איך ניתן להבטיח חיבור שני מאגרי גז ליבשה כשהדבר אינו תלוי רק במדינה אלא גם ביזמים? איך ניתן להקים שתי יחידות מחז"ם תוך חמש שנים כשבדרך כלל התהליך נמשך כעשור? האם חברת החשמל תקים את המחז"מים ללא קשר עם הרפורמה שבה היא נתונה? זאת ועוד שהאפשרות להשתמש ביחידות 1-4 במקרה חרום באמצעות השבתתן – ולא גריטתן – לא מופיע במתווה שהסכמת עם השר להגנת הסביבה.

אנו נאלצים לקבוע כי הדרך למילוי אחר התנאים המצטברים שהציב משרד האנרגיה רצופת מכשולים רגולטוריים, טכניים ועסקיים. על כן, עלולה ההשבתה ההכרחית להדחות לשנים נוספות – תוך פגיעה בבריאות הציבור ובסביבה.

אי לכך, ראינו לנכון לבחון את המשמעות הבריאותית של דחיית סגירתן של יחידות 1-4. משמעות זו טרם קיבלה עד כה את המשקל הראוי לה במסגרת קבלת ההחלטות. אנו נמליץ על שינויים במתווה שהציג משרד האנרגיה, אשר יבטיחו את השבתתן המדורגת של היחידות, גם לפני הזמן המתוכנן.

מטרת המסמך הנוכחי: להבין את משמעות העול הבריאותי של תחנת הכוח הפחמית "אורות רבין" שנים קדימה. לשם כך, אנו מבחינים בניתוח בין היחידות 1-4 לבין היחידות 5 ו-6. הנחת העבודה היא כי ארבע היחידות הישנות ימשיכו לפעול עוד שנים אחדות ללא סולקנים מותקנים. לפיכך, נרצה להבין מה יהיה היקף התמותה המוקדמת שתנבע מפעילותן. לעומת זאת, יחידות 5 ו-6 צפויות לפעול עוד עשרים שנה לפחות עם סולקנים. וכאן בדקנו את ההשפעה הבריאותית של יחידות אלה על בסיס כמות הפליטות הנמדדת כשהסולקנים מותקנים.

(2) מתודולוגיה

הבחינה הכמותית של ההשפעה הבריאותית של יחידות 1-4 נעוצה במתודולוגיה קפדנית אשר מביאה בחשבון שורה של פרמטרים: ריכוז המזהמים שנפלטים מהארוכות ובאילו תנאים; תנאי מזג האוויר בכל רגע נתון, ועל פיהם - תמונת הפיזור המצטברת על פני כל שנה; המשמעות של תוספת כלשהי של חומרים מזהמים באזור נתון מבחינת תחלואה ותמותה מוקדמת; התהליכים הכימיים אשר עוברים המזהמים בדרך ואשר עשויים להשפיע על כל הפרמטרים האלה, לרבות אופן הפיזור.³

אנו מאמינים שפיתחנו ויישמנו מתודולוגיה שמעניקה תוצאות מבוססות מבחינה מדעית. המודליזציה של ההשפעה הבריאותית של הפחם מלמדת הרבה על האופן שבו המזהמים משפיעים.

החומרים שנדגמו: קיימים מזהמים רבים היוצאים מארוכות תחנה פחמית, אך העיקריים שבהם הם תחמוצות גופרית, תחמוצות חנקן וחלקיקים נשימים עדיניים. תחמוצות גופרית (So2) ותחמוצות חנקן (No2) נקשרות לרדיקאליים חופשיים באטמוספירה והופכות לחלקיקים הנקראים חלקיקים שינוניים (secondary particles). סוג אחד של החלקיקים הללו הוא PM 2.5, חלקיקים עדיניים מאוד שקורטם קטן מ-2.5 מיקרוגרם.

המתודולוגיה שבה השתמשנו מתבססת על חשיפה לשני מזהמים: PM 2.5 ו-1 No2. בכך היא מכסה את רוב רובה של התמותה המוקדמת. השפעתן הישירה של תחמוצות גופרית (So2) לא הובאה בחשבון, מכיוון שלפי ההערכה המחקרית השפעתן של So2 בצורתן המקורית זניחה לעומת ההשפעתן בצורה של חלקיקים שינוניים. לעומת זאת, ארגון הבריאות העולמי העריך שקיים בסיס מספיק מוצק לבדוק גם את השפעתן על בריאות הציבור של תחמוצות חנקן בצורתן המקורית.

נתוני ריכוז המזהמים: מאגף איכות אוויר של המשרד להגנת הסביבה התקבלו נתונים על תהליך הבעירה ועל המזהמים אשר נפלטים מהארוכות, נתונים אשר משפיעים לאחר מכן על תהליך פיור המזהמים: מיקום הארוכות, קוטרן, גובהן, טמפרטורת הבעירה, מהירות הפליטה, כמות תחמוצות גופרית, תחמוצות חנקן וחלקיקים שיצאו וכמות החשמל שנוצרה בכל חודש.

תנאי מזג האוויר: נתוני מזג האוויר מתבססים על שנה שלמה של נתונים מיטיאורולוגיים שהתקבלו מארגון המיטיאורולוגי העולמי (WMO) על בסיס כל התחנות שקיימות באזורנו, וכן על נתונים מתצפיות שהושלמו במודל מזג אוויר תלת-ממדי של המכון המטאורולוגי האוסטרלי (GASP). הנתונים המיטיאורולוגיים כוללים את מהירות הרוח וכיוונה, את הטמפרטורה ואת רמת הלחות, תוך התייחסות גם לטופוגרפיה של השטח. המודליזציה מביאה בחשבון אחת

³ לגרינפיס ניסיון ארוך שנים בהערכת העול הבריאותית של הפחם באמצעות שימוש במודלים מקובלים בעולם. ראו לדוגמה את הפרסומים הבאים:

Greenpeace. 2012. Dangerous Breathing-PM 2.5: Measuring the human health and economic impacts on China's largest cities. 18th December 2012. <http://www.greenpeace.org/eastasia/Global/eastasia/publications/reports/climate-energy/2012/Briefing%20Dangerous%20Breathing%20-%20Greenpeace.pdf>.

Greenpeace. 2013. Silent Killers, why Europe must replace coal power with green energy. <http://www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/climate/2013/Silent-Killers.pdf>.

Greenpeace. 2014. License to Kill? The Costs of Eskom's Non-compliance with emissions standards http://www.greenpeace.org/africa/Global/africa/publications/Health%20impacts%20of%20Eskom%20applications%202014%20_final.pdf

עשרה שכבות אנכיות ומתבססת על רזולוציה של 5 קילומטרים (שטחים של 5x5) ליד מקור הפליטה, עד מרחק של 125 קילומטרים, ולאחר מכן – רזולוציה של 10x10 קילומטרים ושל 30x30 קילומטרים. המודל מעריך, על בסיס חישובים אלה, את פזורת המזהמים בכל רגע נתון.

הערכת תגובות כימיות: באמצעות המודל אנו מעריכים כמה מזהמים נפטים, באלו תנאים, ולפי הנתונים המטאורולוגיים – לאן הם מתפזרים. עם זאת, יש לציין כי קיימות תגובות כימיות ושתחמוצות החקן והגופרית הופכות בצורה משמעותית לחלקיקים שינוניים. גופרית דו-חמצנית שהפכה לחלקיק שינוני מסוכנת הרבה יותר מאשר בצורתה המקורית. לכן צריך לדעת כמה תחמוצות גופרית וכמה תחמוצות חנקן הופכות לחלקיקים שינוניים ואיפה התהליך מתרחש. התגובות הכימיות בין SO_4-SO_2 ובין NO_2-NO ו- HNO_3-NO_3 מכומתות דרך המודל Isorropia II וממשק Calpuff אשר מעריך פרמטרים בכימיה אטמוספרית על בסיס נתוני אמוניה (NH_3), אוזון (O_3) ומימן על-חמצני (H_2O_2).

אם כן, שילוב נתוני ריכוז המזהמים, נתונים מטאורולוגיים וכימיה אטמוספרית מעניקים לנו הערכה מהימנה של כמה חלקיקים עדינים נשימים וכמה תחמוצות חנקן נוספו בכל מקום נתון. על בסיס זה, יש להעריך מה השפעתם הבריאותית. **הערכת ההשפעה:** עיקר ההשפעה מזיהום אוויר היא השפעה כרונית, לא אקוטית. חשיפה מתמדת לחלקיקים שינוניים ולתחמוצות חנקן גורמת לשורה של מחלות ולתמותה מוקדמת. הוכח קשר סיבתי בין חשיפה כרונית למזהמי אוויר אלו לבין המחלות הבאות: סרטן ריאות, מחלת לב איסכמית, שבץ, ברונכיטיס ומחלות ריאות נוספות.

המודליזציה בנושא משתמשת בנוסחת חשיפה-תגובה (exposure-response) העונה על השאלה הבאה: מה הסיכוי שאדם יחלה באחת המחלות האלה כתוצאה מתוספת של יחידה אחת מאחד המזהמים הללו? כך, על פני יחידת שטח מסוימת שבה חיה אוכלוסייה שלמה, ניתן להעריך כמה הם עודפי התחלואה הנלווים לתוספת של מזהמים אלו. הבסיס המשמעותי ביותר לנוסחת חשיפה-תגובה נשען על מחקר מארגון הסרטן האמריקאי (American Cancer Society), שבדק חשיפה לזיהום ונתוני בריאות של מאות אלפי אנשים לאורך שני עשורים. נתונים אלה משתנים כמובן בהתאם לסוג האוכלוסייה, שכן אוכלוסייה ללא אמצעי בריאות מתקדמים תסבול מהשפעות בריאותיות משמעותיות יותר מזיהום אוויר ביחס לאוכלוסיות אחרות, משום שמחלות כרוניות עלולות להיות קטלניות בשיעור גבוה יותר. הבדלי גיל, מצב בריאותי ושיעורי תמותה ממקורות שינוניים מתבססים על הערכות ממאגר הנתונים של ארגון הבריאות העולמי משנת 2012.⁴

⁴ למחקרים נוספים על כימות ההשפעה הבריאותית של הפחם, ראו:

Krewski, D. et al. 2009. Extended Follow-Up and Spatial Analysis of the American Cancer Society Study Linking Particulate Air Pollution and Mortality. Research Report Health Effects Institute 140: 5-114.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19627030>

Mehta, S., Hwashin, S., Burnett, R., North, T., Cohen, A. 2011. Ambient particulate air pollution and acute lower respiratory infections: a systematic review and implications for estimating the global burden of disease. Air Quality, Atmosphere & Health 6(1): 69–83. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3578732/>

Murray, C. et al. 2010. Disability-adjusted life years (DALYs) for 291 diseases and injuries in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. The Lancet 380 (9859): 2197–2223.

[http://www.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140-6736\(12\)61689-4.pdf](http://www.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140-6736(12)61689-4.pdf)

Eftim, S.E.; Samet, J.M.; Janes, H.; McDermott, A.; Dominici, F. Fine Particulate Matter and Mortality, A Comparison of the Six Cities and American Cancer Society Cohorts with a Medicare Cohort; Epidemiology (2008), 19:209-216.

מה לא הבאנו בחשבון? המודליזציה בוחנת את השפעתם של שני המזהמים הבעייתיים ביותר (חלקיקים עדינים מאוד ותחמוצות גופרית). אולם שורה ארוכה של מזהמים אחרים שמקורם מיחידות פחמיות לא נבחנו במסגרת זו. לחלקם השפעה מקומית ולחלקם השפעה לטווחים רחוקים יותר. ביחד, הם הופכים את העול הבריאותי שיוצרת תחנת הכוח הפחמית שבחדרה למשמעותי עוד יותר ממה שאנחנו מתארים כאן.

מזהמים אלה כוללים: אבק פחם שמקורו מערמות הפחם לפני בעירה ואשר פוגע בשכונות הסמוכות לתחנה הפחמית; פליטות תחמוצות גופרית שפוגעות במערכת הנשימה של תושבי האזור ומעבר לו; מתכות כבדות שנפלטות בתהליך הבעירה ובהן עופרת, כספית, קדמיום, ארסן, כרומיום וניקל; פליטות פחמן דו-חמצני שגורמות לשינוי אקלים, שלו השפעות בריאותיות כבירות.

המדע טרם הגיע לנקודה שבה ביכולתו לכמת את השפעתם של מרכיבים אלה על בריאות הציבור. המשרד להגנת הסביבה ביצע בעבר מודליזציה של השפעת התחנה הפחמית שבחדרה על בריאות התושבים באזור, בהתבסס על תחמוצות גופרית, והגיע לתוצאה של 155 מקרים של תמותה מוקדמת.

אנו לא מאמינים כי ניתן להעריך בצורה מהימנה את העול הבריאותי של כל הגורמים. אולם יש לתת עליהם את הדעת כאשר באים לבחון את ההשפעה הבריאותית של היחידות הפחמיות, ולהתייחס לתוצאות שאנו מציגים במסמך זה כשמרניות.

3 תוצאות

פיזור המזהמים

המזהמים יוצאים מהארוכות בגובה של 250-300 מטרים. החום מעלה אותם עוד כמה מאות מטרים ואז מתחיל המסע של המזהמים, מסע שנמשך לאורך מאות קילומטרים. להלן ריכוזי המזהמים העיקריים שבדקנו בעשרים הערים הגדולות בישראל. מדובר בריכוזים שנתיים ממוצעים ובריכוזים ימתיים מקסימאליים:

שם העיר	PM2.5 שנתי	NO2 שנתי	SO2 שנתי	PM2.5 ימתי	NO2 ימתי	SO2 ימתי
ירושלים	0.21	0.56	0.37	3.58	8.58	5.08
בית שמש	0.21	0.40	0.25	5.86	8.91	6.38
מודיען	0.20	0.26	0.16	4.11	5.91	4.02
באר שבע	0.12	0.12	0.05	4.68	3.21	1.91
נצרת	0.11	0.25	0.21	4.47	8.70	5.68
פתח תקווה	0.11	0.12	0.08	2.65	2.63	2.79
רחובות	0.11	0.11	0.07	3.82	2.38	2.53
כבר סבא	0.10	0.09	0.07	3.88	4.24	3.76
ראשון לציון	0.10	0.10	0.07	3.37	2.43	2.35
בני ברק	0.09	0.10	0.07	2.62	2.62	2.61
רמת גן	0.09	0.10	0.07	2.70	2.65	2.57
חולון	0.08	0.09	0.06	2.89	2.44	2.26
אשדוד	0.08	0.07	0.04	2.32	1.78	1.37
הרצליה	0.08	0.07	0.05	2.78	2.77	2.60
בת ים	0.07	0.08	0.05	2.49	2.21	2.06
תל אביב	0.07	0.08	0.05	2.40	2.38	2.25
אשקלון	0.06	0.05	0.03	1.92	1.41	1.16
נתניה	0.05	0.05	0.04	2.60	2.86	3.06
חדרה	0.05	0.06	0.08	2.31	5.01	15.63
חיפה	0.04	0.05	0.04	2.29	2.34	1.88

למסע זה כמה מאפיינים עיקריים:

- מבין 20 הערים הגדולות, ירושלים נחשפת באופן יחסי לריכוזים הגבוהים ביותר של מזהמים היוצאים מארוכות תחנת הכוח הפחמית "אורות רבין" בחדרה. התוצאות מובהקות במיוחד עם תחמוצות חנקן ותחמוצות גופרית. השלישייה הפותחת של הערים בישראל שנחשפות למזהמים הנפלטים מארוכות התחנה הן ירושלים, בית שמש ומודיען.
- בין הערים הממוקמות בתחתית הרשימה, נמנות תל אביב, חיפה, נתניה אך גם חדרה. החשיפה הנמוכה נובעת מתנאי מזג האוויר המנתבת ברמה השנתית את המזהמים בעיקר דרומה ומזרחה ויחסית מעט צפונה ומערבה.
- בנוגע לחדרה, החשיפה הנמוכה יחסית לתוצרי הבעירה של התחנה הפחמית נובעת משילוב גובה הארוכות, טמפרטורת המזהמים ומהירות היציאה המעלה אותם מאות מטרים. המזהמים נישאים מגובה רב בהתאם לתנאי מזג האוויר ופרט לתנאים מטאורולוגיים בהם תנועת האוויר דלה, החשיפה בחדרה למזהמים הנפלטים מהארוכות תהיה נמוכה. מנגד בגרינפיס מבהירים כי תושבי חדרה סובלים מאבק הפחם ממצבורי הפחם בתחנה ומריכוזים של תחמוצות גופרית שיכולים להיות גבוהים מאוד (15.63 נמדד בתוצאת המקסימום ל- 24 השעות).

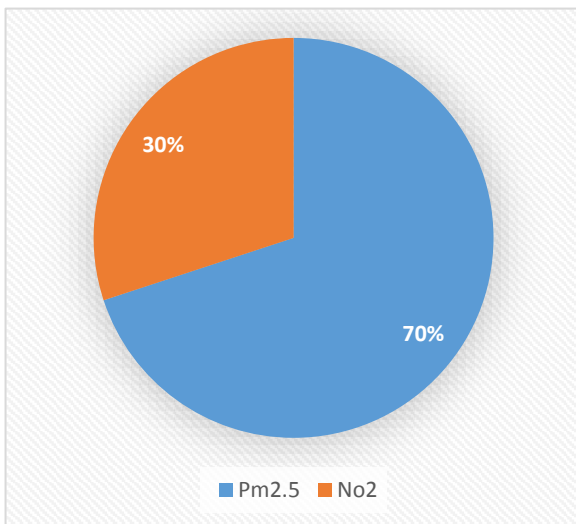
4) נזכיר גם שהתוצאות הן חשיפה ליחידות 1-4 ולא לכלל התחנה הפחמית של חדרה, ובוודאי לא שילוב של תחנות הפחמיות חדרה ואשקלון.

5) בגרינפיס מוסיפים כי התפלגות המזהמים אופיינית למקור פליטה שמתפשט על פני אזור מאוד רחב. המזהמים מתחנת הכוח בחדרה מתווספים לגורמי זיהום אחרים בכל עיר, בהם: תחבורה, ריכוז אבק טבעי באוויר ומוקדי תעשייה וייצור חשמל נוספים (כמו תחנות כח במדינות אחרות). התוספת של התחנה הפחמית גורמת במקרים רבים לחריגות מהמלצות ארגון הבריאות העולמי.

6) לפי ארגון הבריאות העולמי, הערך המקסימאלי למוצע שנתי של חלקיקים עדינים הוא 10 למטר מעוקב של אוויר ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) והערך המקסימאלי ל-24 שעות עומד על 25. הגבול שהארגון קובע לחנקן דו חמצני (NO_2) לריכוז שנתי הוא 40 ולשעה 200. הריכוז הגבוה ביותר לתחמוצות גופרית הוא 20 ל-24 שעות ו-500 לעשר דקות.

התחנה הפחמית היא מפגע אזורי. כמו תחנות כוח באירופה או בכל מקום אחר בעולם, גם תחנת הכוח "אורות רבין" משפיעה על שטחים עצומים, שכן המזהמים מתפזרים למרחק של מאות קילומטרים. תחנה פחמית היא מקור זיהום שמראה בצורה ברורה כי לזיהום אין גבולות.

תמותה מוקדמת



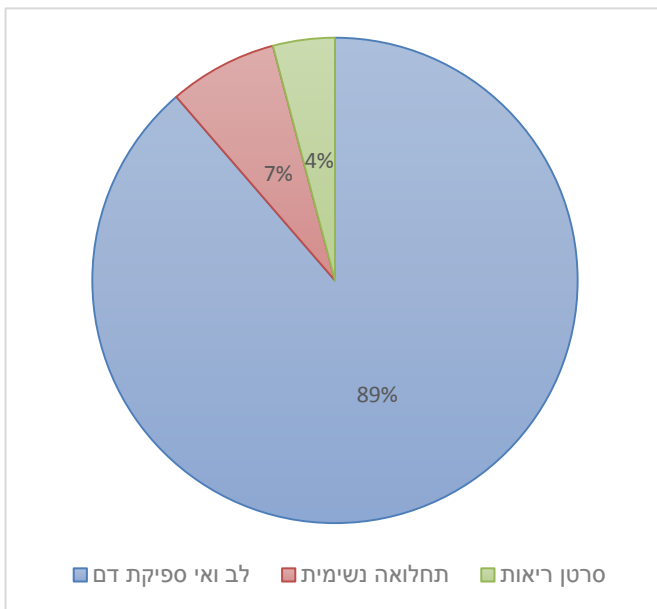
יישום המתודולוגיה שתוארה לעיל על יחידות 1-4 מראה כי התמותה המוקדמת הנובעת מפעילותן של התחנות הפחמיות מוערכת בכ-309 בני אדם בשנה (סטייה בין 170-433).⁵ המזהם העיקרי שעומד בבסיס הנתונים הוא החלקיקים הנשימים העדינים ($\text{Pm} 2.5$), שנוצרים בעיקר מחיבור של תחמוצות גופרית ושל תחמוצות חנקן לרדיקאלים חופשיים. הם אחראים לתמותה מוקדמת של 216 בני אדם בשנה. המזהם השני האחראי לתמותה עודפת הוא תחמוצות חנקן, האחראיות לעודף תמותה של 93 בני אדם בשנה (סכמה 1).

סכמה 1: התפלגות התמותה המוקדמת לפי מזהמים

⁵ נתון זה גבוה מהערכת המשרד להגנת הסביבה, שעל פיה עודף תמותה משש היחידות של "אורות רבין" יעמוד על 159 בני אדם בשנה. ההבדל נעוץ במתודולוגיה של המשרד להגנת הסביבה שהתבססה על תחמוצות גופרית. המודלים המתקדמים יותר מתבססים על תחמוצות חנקן ועל חלקיקים נשימים עדינים. חשיפה לחומרים אלה מובילה לעודף תחלואה ולתמותה מוקדמת גבוהים יותר.

הטבלה הבאה מסכמת את סוגי התחלואה האחראים לתמותה מוקדמת:

כמות נפגעים לפי הערכות			סיבת התמותה המוקדמת
גבוהה	נמוכה	ממוצעת	סוג ההערכה
176.7	84.3	130.5	מחלת לב איסכמית
47.3	21	34.1	שבץ מוחי
37.4	16.6	26.9	מחלות לב וכלי דם
14.1	3.7	8.9	סרטן ריאות
10.9	4.9	7.9	מחלת ריאות חסימתית כרונית
7.5	3.3	5.4	מחלות נשימה נוספות
5.3	0.6	2.3	דלקת ריאות
299.2	134.4	216	סך תמותה מוקדמת מ- PM 2.5
133.5	36	92.8	תמותה מוקדמת הנובעת מתחמוצות חנקן
432.7	170.4	308.9	סך הכל
283.7	50.7	163.4	שיעור ילודה בתת משקל



סכמה 2: התפלגות התמותה המוקדמת לפי גורמים

אם נתמקד במזהם העיקרי, חלקיקים עדינים, ונתבונן בסיבות לתמותה, נראה כי יש שני סוגי תחלואה בולטים: תחלואת לב ואי-ספיקת דם (מחלת לב איסכמית, שבץ מוחי ומחלות לב וכלי דם נוספות), ותחלואה נשימתית (מחלת ריאות כרונית, דלקת ריאות ומחלות נשימה נוספות). סיבה שלישית, העומדת בפני עצמה, היא סרטן ריאות. להלן הנתונים לפי סוג התחלואה ולפי ההתפלגות הכללית – מחלות לב ואי-ספיקת דם, מחלות נשימה, סרטן ריאות. המסקנה הבולטת ביותר מסכמה 2 היא שהסיבה הדומיננטית לתמותה מוקדמת מפעילותן של יחידות 4-1 קשורה לפעילות הלב ולספיקת הדם. כ-90% מאלה שימותו בטרם עת בגלל פעילותן של יחידות 4-1 (במספר) ילקו בהתקף לב או בשבץ מוחי.

תחלואה

תחלואה נשימתית מהווה רק 7% ממקרי התמותה המוקדמת הנובעת מפעילותן של יחידות 4-1, אך היא סיבה משמעותית יותר לאבדן של ימי עבודה. כך, ההערכה על בסיס המודל היא כי בישראל המזהמים שנפלטים מיחידות 4-1 גורמים לכך ש-70,216 ימים בשנה מוגדרים כ"ימים בעלי פעילות מוגבלת" (Restricted activity days) בגלל חלקיקים נשימים. מדובר בימים שבהם שגרת החיים משובשת בגלל קשיים בנשימה או קשיים בביצוע של פעילויות בסיסיות. כמות הימים, כמובן, מתחלקת בין נפגעים רבים, אולם המשמעות היא שבכל יום נתון כ-200 בני אדם מושבתים בגלל עודפי הזיהום מהתחנה הפחמית.

בהתאם לגיל הנפגע, "ימים בעלי פעילות מוגבלת" יכולים להיות מתורגמים לאבדן ימי עבודה למשק. מבחינה זו, ההערכה היא כי אבדן ימי עבודה בגלל יחידות 1-4 בלבד עומד על 14,557 ימים מדי שנה בישראל. תוצאות ספציפיות יותר ניתן לקבל לפי ערים:

עיר	ימים עם פעילות מוגבלת	אבדן ימי עבודה	עיר	ימים עם פעילות מוגבלת	אבדן ימי עבודה
ירושלים	15539	3199	אשדוד	1403	289
תל אביב	2585	532	נתניה	849	175
חיפה	913	188	באר שבע	831	171
ראשון לציון	1952	402	כפר סבא	815	168
פתח תקווה	2168	446	חדרה	344	71

טבלה 1: מספר ימים עם פעילות מוגבלת ואבדן ימי עבודה לפי ערים

הנתונים מטבלה 1 תואמים את מפת הריכוזים שראינו לעיל. ירושלים נפגעת הרבה יותר מתל אביב או מחיפה או מחדרה. עיון ברישומי התחלואה בערים שונות מראה אי-התאמה בין נתוני התחלואה מיחידות 1-4 לבין נתוני התחלואה הכלליים. למשל, ירושלים היא העיר אשר נפגעת הכי הרבה מפעילותן של יחידות 1-4. אם זאת, נתוני התחלואה הכלליים שלה אינם דווקא גבוהים.

מגמה זו תואמת את המגמה הכללית המתייחסת לפעילותן של תחנות פחמיות. מוקד בודד, המונה ארובות אחדות, מפזר מזהמים על פני שטח עצום. התהליכים הכימיים יוצרים מצב המפריך את ההנחה שלפיה ככל שנתרחק ממקור הפליטה כך הזיהום יקטן. הפיכת תחמוצות חנקן ותחמוצות גופרית לחלקיקים שינוניים יכולה להגדיל את ריכוזם דווקא בתא שטח המרוחק יותר מהארובות.

בכל יחידת שטח תוספת הזיהום מהיחידות הפחמיות עשויה להיות קטנה, ביחס למקורות אחרים, לרבות תחבורה או מפעלים כימיים אשר פולטים מזהמים בקרבת מקום (שלא לדבר על גומרי תחלואה ותמותה שאינם סביבתיים). למשל, הרכבים בירושלים ובתי הזיקוק בחיפה מזהמים יותר ברמה המקומית, אך פחות ברמה האזורית.

יחידות 5 ו-6

יחידות 5-6 חדשות יותר מיחידות 1-4 ותהליך התקנת הסולקנים בהן נמצא בעיצומו. התהליך הושלם ביחידה 5, וביחידה 6 הוא אמור להסתיים במהלך 2017. אזי, צפויות לעמוד היחידות בתקן האירופי לתחנות הפחמיות, קרי (במג' לממ"ק אוויר): תחמוצות גופרית - עד 150 מג' לממ"ק אוויר, תחמוצות חנקן - עד 150 מג' לממ"ק אוויר וחלקיקים נשימים עדינים - עד 20 מג' לממ"ק. אמנם תהליך התקנת הסולקנים טרם הושלם, אבל ניתן להעריך מה תהיה שארית העול הבריאותי מיחידות 5 ו-6 באמצעות הצלבה של הקריטריונים הבאים: כמות חשמל שנוצר לאורך שנה שלמה (2014 כשנת ייחוס), נתונים פיזיים של הארובות והבעירה, פליטות צפויות, נתוני מזג אוויר וחפישה-תגובה.

התוצאה מראה כי למרות ירידה משמעותית בכמות הפליטות המזהמות, ליחידות 5 ו-6 עדיין תהיה השפעה בריאותית קטלנית. התמותה המוקדמת שתנבע מהמזהמים הנפלטים מיחידות 5 ו-6 אחרי התקנת הסולקנים דתעמוד על 35.1 בני אדם מדי שנה.

השוואה בינלאומית: אורות רבין נמנית על התחנות הפחמיות המזהמות ביותר ביחס למקביליה האירופאיות השוואת היחידות 1-4 של חדרה לתחנות הפחמיות האירופאיות מראה שהיא נמנית על היחידות המלוכלכות ביותר שקיימות באירופה. הטבלה הבאה ממקמת את אורות רבין (עם ובלי יחידות 5-6 עם סולקנים) ביחס ל-280 תחנות פחמיות שפועלות באירופה.⁶

דירוג	מדינה	שם תחנת הכח	תמונת מוקדמת	דירוג	מדינה	שם תחנת הכח	תמונת מוקדמת
1	פולין	Bełchatów	1,270	17	בריטניה	Eggborough	340
2	בלגיה	Maritsa East 2	730	18	ישראל	אורות רבין 1-4	310
3	פולין	Kozienice	650	19	גרמניה	Boxberg	300
4	בריטניה	Drax	590	20	גרמניה	Eschweiler-Weisweiler	270
5	פולין	Rybnik	480	21	יוון	Agios Dimitrios	270
6	בלגיה	Bobov Dol	470	22	פולין	Adamów	270
7	גרמניה	Jänschwalde	470	23	בריטניה	Aberthaw	270
8	סלובקיה	Novaky	470	24	בריטניה	Ferrybridge	260
9	גרמניה	Niederaussem	450	25	רומניה	Rovinari	250
10	רומניה	Drobeta	430	26	רומניה	Oradea II	240
11	גרמניה	Grevenbroich-Neurath	410	27	רומניה	Govora	230
12	ספרד	Andorra	400	28	בריטניה	Ratcliffe	230
13	בריטניה	Longannet	380	29	גרמניה	Lippendorf	220
14	פולין	Turów	360	30	בריטניה	Cottam	220
15	ישראל	אורות רבין כולל 5-6 סולקנים	345	31	בריטניה	Fiddler's Ferry	210
16	רומניה	Mintia	340	32	בריטניה	West Burton	210

⁶ http://env-health.org/IMG/pdf/dark_cloud-full_report_final.pdf

7) מסקנות

הניתוח שערכנו במסמך זה מאשר כי תחנת הכוח "אורות רבין" היא מקור פליטות המזהמים הגדול ביותר בשטחה של מדינת ישראל.

מהנתונים שהובאו כאן נראה פער בין ההערכה הכללית ובין תמותה מוקדמת שהציג המשרד להגנת הסביבה. המתודולוגיה שעל פיה בחנו את המצב מתבססת על המלצות מארגון הבריאות העולמי (WHO) ומהסוכנות האמריקאית

לסביבה (EPA) ומבטאת את ההבנה החדשה ביותר על תהליכים אטמוספריים ועל השפעה בריאותית של מזהמים.

היחידות הפחמיות שפועלות בתחנת הכוח "אורות רבין" בחדרה הן מפגע בריאותי חמור. אמנם, קיימים מקורות נוספים המשפיעים לרעה על בריאותם של רוב תושבי מדינת ישראל, בדרך כלל בצורה משמעותית יותר מהשפעתה של תחנה זו, אבל דווקא בשל כך נדרשת מודליזציה, כלי מורכב ורגיש. בעבר הרחוק ניכרו נזקי הפחם לעין ואי אפשר היה להתכחש אליהם. במקרה של חדרה, גובה הארובות ביסס את החסינות של חברת החשמל לאורך שנים ארוכות של פעילות מזהמת. אולם כיום הנזקים מוכחים. המזהמים של "אורות רבין" לא נעלמים. הם פשוט מתפשטים, בדיוק כמו שתחמוצות גופרית התפשטו בשנות השבעים והשמונים של המאה הקודמת מצפון אמריקה לצפון אירופה ויצרו בה גשם חומצי. תחנות פחמיות הן מקור פליטה מסוכן ביותר שהשפעתו ניכרת על פני שטחים עצומים. יש מקומות שבהם תוספת הזיהום מהתחנה הפחמית משמעותית יותר, ויש כאלה שבהם היא מהווה רק את "הקש ששובר את גב הגמל".

הניתוח שערכנו במסמך זה חשוב במיוחד לאור תכנית משרד האנרגיה המתייחסת ליחידות הפחמיות 1-4 בתחנת הכוח "אורות רבין". על פי התכנית, תסגרנה ארבע היחידות הישנות עד שנת 2022. המשמעות היא כי היחידות עוד יספיקו לגרום לתמותה בטרם עת של כ-1,550 בני אדם עד סגירתן. יתרה מזו, כל שנה באיחור הסגירה – משמעה: תמותה מוקדמת של כ-310 בני אדם.

מובן ומוסכם כי אי אפשר לסגור את היחידות הפחמיות מהיום למחר. דרושה היערכות כדי להבטיח אספקה סדירה של חשמל וביטחון אנרגטי לישראל. עם זאת, המסמך שלנו ממחיש את החשיבות של עמידה בלוחות הזמנים והקדמתם ככל שניתן.

נוסף על כך, מאחר שגם אחרי התקנת סולקנים יוותר עול בריאותי משמעותי, חובה להיערך להמשך פעילות היחידות הפחמיות שפועלות על פחם, עם סולקנים, לזמן מוקצב מראש. ישראל צריכה להיערך לוותר לחלוטין על השימוש בפחם לצורך יצירת חשמל עד שנת 2030.

8 המלצות

לאור המחיר הבריאותי הכבד הכרוך בכל עיכוב בסגירת היחידות הפחמיות 1-4, ומאחר שגם לעמידה בזמנים מחיר בריאותי לא סביר, אנו סבורים כי חובה לשפר את המתווה שסוכם בין משרד האנרגיה והמשרד להגנת הסביבה ולגבשו לכדי החלטת ממשלה שתבטיח את הסגירה ההדרגתית של יחידות 1-4 עוד לפני שנת 2022, תוך שימוש בכלים הבאים:

1. **סיום פרויקט הסולקנים:** כיום, שתי היחידות של "אורות רבין" וארבע היחידות של "רוטנברג" מושבתות לסירוגין לשם התקנת סולקנים. פרויקט זה צפוי להסתיים בשנת 2019. אי לכך, קיים תקדים שעשוי לאפשר השבתת שתי יחידות ישנות ב"אורות רבין", תוך שימוש ברזרבות קיימות בייצור חשמל.

2. **תיעדוף הגז בסדרי ההעמסה:** בהיתר פליטה שניתן ל"אורות רבין" (5-א) כתוב כי "בעל מקור הפליטה יפעל לשם הפחתת הפליטה העודפת באמצעות ההפעלה המינימלית האפשרית מבחינה תפעולית של יחידות הייצור הפחמיות ומתן עדיפות בכל עת (סדר ההעמסה) לייצור חשמל על ידי שריפה של גז טבעי". בכל תנאי יש להעדיף שימוש בגז על פני פחם, ושימוש באנרגיה מתחדשת על פני גז, להוריד למינימום את השימוש בפחם, וכך להבטיח השבתה של שתי יחידות פחמיות הרבה לפני שנת 2022.

3. **חיזוי הצריכה הצפויה בשנים 2020-2030:** חוות דעת של ד"ר דן ויינשטוק שהזמנו כדי לבחון השבתה מדורגת של היחידות 1-4 קובעת כי חל "גידול איטי יחסית בצריכת החשמל בשל השיפור בדרוג האנרגטי של מכשירי חשמל רבים". דו"ח של המשרד להגנת הסביבה מיוני אשתקד קבע כי אם המדינה תעמוד ביעדים להפחתת פליטות גזי חממה, הרי שלא תצטרך להתקין שום כושר ייצור חדש במקום השבתת יחידות 1-4 הפחמיות לפני שנת 2029. במילים אחרות, הסברה שלפיה צריך להקים 1,200 מגה-ואט מחז"ם כדי להשבית את יחידות 1-4 דורשת עיון והעמקה. אם במקום להתקין שתי יחידות מחז"ם המדינה תצטרך להקים רק יחידה אחת, הסיכויים לעמוד בתנאים להשבתת יחידות 1-4 גדלים.

מדינת שטופת שמש כמו ישראל הייתה צריכה להשבית את ארבעת היחידות הישנות של "אורות רבין" תוך הישענות על אנרגיית שמש ואגירה שאובה. אנו מבינים כי עוד רבה הדרך עד אשר המדינה תשכיל להבין כי מאגר השמש הוא אוצר גדול הרבה יותר ממאגרי הגז. הוא לא מזהם והוא לא נגמר.

עם זאת, בתנאים הנוכחיים, אנו מבקשים משר האנרגיה ד"ר יובל שטייניץ לפעול כדי לכלול בהחלטת הממשלה את המנגנונים שיבטיחו את סגירת יחידות 1-4 עד שנת 2022 ויאפשרו השבתה חלקית עוד לפני כן:

1. השבתה מוקדמת של שתי יחידות ייצור מתוך ארבע, תוך השענות על סיום פרויקט הסולקנים ועל שמירת הכלל שלפיו הפחם נשאר ברמה המינימאלית בסדרי ההעמסה של תחנות הכוח בישראל.

2. בחינת כושר ייצור נדרש לשנים הבאות כדי לצמצם בבנייה של יחידות גז חלופיות, תוך התייחסות לעמידה ביעדים להפחתת פליטות גזי חממה, שאליהם מדינת ישראל מחויבת.

3. תרגול השבתת היחידות הפחמיות והיתכנות חזרה לפעילות תוך עשרות שעות עד סוף שנת 2017.

4. הוספה של מתקני אגירה שאובה כדי לחזק את חלקן של אנרגיות מתחדשות בביטחון האנרגטי.

5. השבתה של שתי יחידות פחמיות נוספות לפני שנת 2022, אם אכן קיימות מספיק רזרבות חשמל במשק.

6. סגירת כל היחידות הפחמיות - הפועלות בתחנות הכוח שבחדרה ובאשקלון – עד שנת 2030.

GREENPEACE

גרינפיס הוא ארגון גלובלי ובלתי תלוי
שפועל לשינוי גישה ודרכי התנהגות. למען
שימור והגנת הסביבה ולקידום שלום.