

---

# מחירו האמיתי של הפחם

---

כיצד האנשים משלמים את  
מחיר הדלק המזוהם בעולם

---





למידע נוסף ניתן ליצור קשר:  
gpmedisr@greenpeace.org

### גרסה עברית

כתיבת פרק ישראל: נילי גרוסמן, עירית נעמן  
ניתוח עלות תחנת הפחם: חברת Greeneye  
תודות: אוהד אביב, ליאוני בראל, אואלד  
לוינשטיין, נאור גמליאל

עיצוב גרפי, גרסה עברית  
מיכל אברהמי



הודפס על נייר ממוחזר-אקולוגי מאושר

פורסם ביוני 2010

ע"י גרינפיס ים-תיכון, ישראל  
החשמונאים 113, ת"א

ת.ד. 14423

מיקוד 61143

טלפון: 03-5614014

פקס: 03-5614015

[www.greenpeace.org/israel](http://www.greenpeace.org/israel)

### גרסת אנגלית:

Written by: Dr. Erika Bjureby, Mareike Britten,  
Irish Cheng, Marta Kaźmierska,  
Ernest Mezak, Victor Munnik, Jayashree  
Nandi, Sara Pennington, Emily Rochon,  
Nina Schulz, Nabiha Shahab, Julien Vincent  
and Meng Wei

Edited by: Rebecca Short and The Writer

Acknowledgements: Daniel Beltra,

Tara Buakamsri, Sue Cowell, Agnes de Rooij,

Steve Erwood, Vinuta Gopal, Karen Guy,

Ewa Jakubowska, Jo Kuiper, Franca

Michienzi,

John Novis, Julia Michalak, Karsten Smid,

Vladimir Tchouprov, Jasper Inventor,

Joris Thijssen, Magdalena Zowsik

Designed by NEO

Communicating Positive Change  
[www.neocreative.co.uk](http://www.neocreative.co.uk)

תמונה על הכריכה צילום תקריב  
של מצבור פחם שנפרק מאוניית  
צובר בתיכון, צפון ספרד

©גרינפיס / גיירי רזאק

תמונה מצבור של פחם שנפרק  
מאוניית צובר בתיכון, צפון ספרד

©גרינפיס / גיירי רזאק

## תוכן עניינים

### פרקים

4	1. מבוא
8	2. פחם - דלק מלוכלך שמשבש את האקלים שלנו
10	3. נזקי אקלים
15	4. פחם ממקור ראשון
16	4.1 כריית פחם
20	קולומביה רוסיה
24	4.2 שריפת פחם
24	אינדונזיה
28	4.3 מורשת הפחם
28	דרום אפריקה
34	4.4 נקודת מבט
34	אוסטרליה
38	4.5 מאבק ציבורי - ישראל
38	הציבור מתנגד לפחם
40	מי צריך עוד תחנת פחם?
40	הסיכון הבריאותי
42	החלופות לפחם
43	ניתוח עלות תחנת הכוח באשקלון
46	5. משאירים את הפחם מאחור
48	6. נספח 1 - מידע בסיסי על פחם
50	7. נספח 2 - חישוב העלות האמיתית של הפחם
54	8. נספח 3 - ישראל - חישוב עלויות הפחם וחלופותיו

**בני האדם שורפים פחם מזה מאות שנים, שימוש בפחם כדלק החל כבר במאה ה-21. הפחם הניע את גלגלי המהפכה התעשייתית, תוך שינוי נתיבה של בריטניה תחילה ובהמשך של העולם כולו. תחנת הכח הפחמית הראשונה בארצות הברית - פרל סטריט - הוקמה על גדת הנהר המזרחי בעיר ניו יורק בספטמבר 1882. מיד לאחר מכן, הפך הפחם ל"לחם והחמאה" של תחנות כח ברחבי העולם כולו.**

כיום, הפחם משמש לייצור של כמעט 40% מצריכת החשמל העולמית. עם זאת, שריפת הפחם היא אחת הפרקטיקות הפוגעניות על פני כדור-הארץ. היא גורמת נזקים בלתי הפיכים לסביבה, לבריאות הציבור, ולקהילות רבות ברחבי העולם. תעשיית הפחם אינה משלמת על הנזק שהיא גורמת, שאר העולם נאלץ לשאת בנטל. המחיר הזה - מחירו האמיתי של הפחם - נחשף בדו"ח זה, המציג ומכמת את השפעותיו על האנשים, הסביבה והעולם.

העלייה המסחררת בביקוש לאנרגיה משמעה שהשימוש בפחם עולה, ובקצב מדאיג. בין השנים 1999-2006, השימוש בפחם עלה ב-30%. עליות דומות צפויות בעתיד אם לא נקטין את תלותנו בדלק זה, המזהם והמסוכן שבדלקים המחצביים.

תופעת שינויי האקלים היא האיום הסביבתי, והאתגר ההומניטרי והכלכלי הגדול ביותר איתו התמודד המין האנושי עד עתה. מליוני אנשים כבר חווים את השפעות שינויי האקלים, ומעריכים כי כ-150,000 אנשים מתים מדי שנה מתוצאותיו. על פי הדו"ח הרביעי של הפאנל הבינלאומי לשינויי האקלים (IPCC) העלייה בפליטת גזי החממה (בכללם פחמן דו חמצני) חייבת להעצר לפני שאנו מגיעים לעלייה של 2 מעלות צלסיוס בטמפרטורה הממוצעת של כדור הארץ (יחסית לתקופה הטרום תעשייתית). זאת כדי להימנע מההשפעות החמורות ביותר של שינויי האקלים, הכוללות בצורת, הצפות והעתקת המוני אנשים ממקום מגוריהם בעקבות עליית מפלס הים. בכדי לעמוד ביעד זה, העליה בפליטת גזי החממה חייבת להיעצר עד שנת 2015 לכל המאוחר.

האיום הגדול ביותר על האקלים שלנו

דרכי התמודדותנו עם סוגיית הפחם הם שיכריעו אם נגיע ליעדים אלו אם לאו. ואכן, ג'יימס הנסן, מדען בכיר ב-NASA, הצהיר כי "הפעולה החשובה ביותר" הנחוצה לטיפול במשבר האקלים היא הפחתת פליטות הפחמן הדו-חמצני מפחם - טענה עליה חוזרים מומחים מרחבי העולם.

עובדה היא שפחם הוא מקור האנרגיה המזהם ביותר בסביבה, והמקור הדומיננטי לפליטת פחמן דו חמצני (CO<sub>2</sub>) בעולם. בכל שנה נפלטים לאטמוספירה 11 מיליארד טונות של CO<sub>2</sub> שמקורם בתחנות כח מונעות פחם מרחבי העולם. בשנת 2005 אלו היו כ-41 אחוזים מסך פליטות ה-CO<sub>2</sub> מדלקים מאובנים. אם יתמשו התוכניות להקמת תחנות פחמיות חדשות, פליטת ה-CO<sub>2</sub> מפחם תעלה ב-60% עד 2030.

עובדה היא שפחם הוא מקור האנרגיה המזהם ביותר בסביבה, והמקור הדומיננטי לפליטת פחמן דו חמצני (CO<sub>2</sub>) בעולם. בכל שנה נפלטים לאטמוספירה 11 מיליארד טונות של CO<sub>2</sub> שמקורם בתחנות כח מונעות פחם מרחבי העולם. בשנת 2005 אלו היו כ-41 אחוזים מסך פליטות ה-CO<sub>2</sub> מדלקים מאובנים. אם יתמשו התוכניות להקמת תחנות פחמיות חדשות, פליטת ה-CO<sub>2</sub> מפחם תעלה ב-60% עד 2030.

היות ותחנות כח פחמיות נוספות ממושיכות להיבנות, העלויות החיצוניות ימשיכו לטפס בצורה דרמטית. מדובר על סכומי עתק - במיוחד כשמדובר על נזקי הפחם המובילים להתחממות הגלובלית. דו"ח סטרן על כלכלת שינוי האקלים מ-2006, טוען כי כדי לבלום את משבר האקלים יש להשקיע 1% מהתל"ג העולמי כל שנה - סטרן תיקן את ההערכה ל-2% ביוני 2008. בנוסף לכך, הדו"ח מציין כי העלויות הכרוכות בטיפול בהשפעות שינוי האקלים, עשויות להגיע ל-5% עד 20% מהתל"ג העולמי עד שנת 2100.

### צורך דוחק בפעולה

מחירו האמיתי של הפחם מדגיש את הדחיפות לפעולה למניעת התוצאות ההרסניות של עתיד מונע פחם. בעוד מרבית הממשלות אינן ממהרות לפעול, התארגנויות ציבוריות מתהוות בכל העולם, ודורשות סוף לפחם. אלו תנועות רבות עוצמה, והן צוברות תאוצה.

החדשות הטובות הן שניתן ליצור עתיד ללא פחם: יש בעולם מספיק אנרגיה מתחדשת, וטכנולוגיה להשגתה, כדי לספק פי 6 מהצורך העולמי הנוכחי באנרגיה. לדוגמה, מעריכים כי אנרגית הרוח לבדה, תוכל לספק פי שניים מתחזית צריכת החשמל העולמית לשנת 2002.

תוכנית מהפכת האנרגיה של גרינפיס מציגה כיצד שימוש במקורות אנרגיה מתחדשים, בשילוב שיפור היעילות האנרגטית, יכולים להביא להפחתת פליטת CO<sub>2</sub> ב-50%, ולספק מחצית מכמות האנרגיה הנדרשת בעולם, עד שנת 2050. מעבר לשימוש באנרגיה מתחדשת יחסוך עד 180 מיליארד דולר בשנה, בהשוואה להמשך "עסקים כרגיל". זהו בדיוק הסכום החסר לעמידה בתוכנית "יעדי פיתוח המילניום" (MDG) עד תאריך היעד ב-2015. יעדי פיתוח המילניום היא תכנית יעדי פיתוח בינלאומיים של האו"ם אשר כוללים בין היתר - צמצום העוני הקיצוני, הפחתת תמותת ילדים, טיפול במחלות קטלניות כגון איידס וגיבוש שותפות בינלאומית לפיתוח.

הפחם הניע את גלגלי המהפכה התעשייתית. היום טכנולוגיות אנרגיה נקיים צריכות לאחוז במושכות, ולהניע את מהפכת האנרגיה החדשה, כדי לעזור לעולם לחמוק מציפורניו של שינוי האקלים.

### מה החשיבות בחשיפת מחירו האמיתי של הפחם?

לכאורה פחם הוא הדלק הזול מבין הדלקים המאובנים, אבל מחיר השוק שלו הוא רק מחצית הסיפור. המחיר הכלכלי כולל מרכיבים רבים, החל מעלויות כרייה והפצה, ועד מיסים, וכמובן רווחים, אולם הוא מתעלם מכמה מהמיסים והמחירים הגדולים ביותר של השימוש בפחם: הנזק העצום שנגרם לאדם ולסביבה. אילו נזקים אלה, היו באים לידי ביטוי במחיר השוק של הפחם, השימות של תוכניות להקמת תחנות כח פחמיות נוספות היתה מוטלת בספק.

הנזק לא מתחיל ומסתיים בפליטת CO<sub>2</sub> בעת שריפת הפחם. לכל התהליך - לכל חוליה בשרשרת הנזק - מהכרייה, דרך השריפה ועד פינוי הפסולת, ובמקרים מסוימים שחזור ושיקום, יש השפעות הרוט גורל על הסביבה, בריאות האדם, והמרקם החברתי של הקהילות החיות ליד המכרות, תחנות הכח, ואתרי הפסולת. הפחם פוגע במערכות אקולוגיות ומזהם מקורות מים. הפחם פולט גזי חממה נוספים כמו תחמוצת החנקן ומתאן, כמו גם פיח ומתכות רעילות כגון; כספית וארסן. דליפת שייירי פחם לים מחסלת דגים וגידולים חקלאיים, ובדרך זו גם מקורות פרנסה בענף הדייג והחקלאות. הפחם הוא גורם ישיר לבעיות רפואיות כמו מחלת הריאות השחורות. היות וכל אלה לא באים לידי ביטוי במחיר השוק של הפחם, מקובל להתייחס אליהם כאל "עלויות חיצוניות".

מי שמשלם בסופו של דבר את העלויות החיצוניות הוא הציבור - לעיתים קרובות השכבות המוחלשות ביותר של החברה. בג'האריה, הודו, אלפי אנשים חיים בתנאים איומים, בעקבות שריפות הפחם שיוצאות משליטה בשרידי המכרה לידו הם מתגוררים. ברוסיה, מכרות לא בטיחותיים גבו את חייהם ובריאותם של המוני כורים. במחוז קויביה-פומרניה שבפולין, פעולות כרייה גרמו לירידה דרמטית במפלס אגם אוסטרווסקי. דוגמאות אלו הן אך טיפה בים.

במונחים כלכליים טהורים, המשך השימוש בפחם הוא פצצה מתקתקת. מחקר מקדים שנערך עבור גרינפיס ע"י מכון המחקר ההולנדי CE DELFT, מראה כי נזקים המיוחסים לשרשרת הפקת ושריפת הפחם הגיעו לכ-360 מיליארד יורו בשנת 2007 (ראה פרק "מחירו האמיתי של הפחם"). הערכה זו בוודאי קטנה מהמחיר האמיתי, היות ואינה מכסה את כל נזקי הפחם. אך בכל מקרה היא מאפשרת לקבל מושג על מידת הנזק שאנו גורמים לעצמנו כשאנחנו ממשיכים לכרות ולשרוף פחם.



---

”היום יש באטמוספירה 40% יותר פחמן דו חמצני משהיה לפני המהפכה התעשייתית. רמות הפחמן הדו-חמצני הנוכחיות, גבוהות משהיו בכל רגע נתון במהלך 650,000 השנים האחרונות”\*

## מחירו האמיתי של הפחם

באופן מסורתי נחשב הפחם לדלק הזול ביותר, אולם מחיר השוק שלו מתעלם מהשפעותיו המהותיות. השפעות אלו המכונות "עלויות חיצוניות", באות לידי ביטוי במחלות דרכי נשימה, תאונות כרייה, גשם חומצי, ערפיח, ירידה בתנובה החקלאית ושינויי האקלים.

באופן מסורתי נחשב הפחם הזול ביותר, אולם מחיר השוק שלו מתעלם מהשפעותיו המהותיות. השפעות אלו המכונות "עלויות חיצוניות", באות לידי ביטוי במחלות דרכי נשימה, תאונות כרייה, גשם חומצי, ערפיח, ירידה בתנובה החקלאית ושינויי האקלים.

אמנם הנזק הנגרם מכריית ושריפת הפחם אינו בא לידי ביטוי במחיר השוק לטון פחם, או קילו-וואט-שעה של חשמל, אולם העולם כולו משלם את המחיר, ככלות הכול. דו"ח זה מנסה לענות על השאלה: כמה באמת אנחנו משלמים? למרות שבלתי אפשרי לכמת כרגע את כל ההרס שגורם הפחם ברמה העולמית, ניתן להעריך את עלות הנזקים השנתית של כמה מהשפעותיו החמורות יותר.

באופן מסורתי נחשב הפחם הזול ביותר, אולם מחיר השוק שלו מתעלם מהשפעותיו המהותיות. השפעות אלו המכונות "עלויות חיצוניות", באות לידי ביטוי במחלות דרכי נשימה, תאונות כרייה, גשם חומצי, ערפיח, ירידה בתנובה החקלאית ושינויי האקלים.

באופן מסורתי נחשב הפחם הזול ביותר, אולם מחיר השוק שלו מתעלם מהשפעותיו המהותיות. השפעות אלו המכונות "עלויות חיצוניות", באות לידי ביטוי במחלות דרכי נשימה, תאונות כרייה, גשם חומצי, ערפיח, ירידה בתנובה החקלאית ושינויי האקלים.

באופן מסורתי נחשב הפחם הזול ביותר, אולם מחיר השוק שלו מתעלם מהשפעותיו המהותיות. השפעות אלו המכונות "עלויות חיצוניות", באות לידי ביטוי במחלות דרכי נשימה, תאונות כרייה, גשם חומצי, ערפיח, ירידה בתנובה החקלאית ושינויי האקלים.

באופן מסורתי נחשב הפחם הזול ביותר, אולם מחיר השוק שלו מתעלם מהשפעותיו המהותיות. השפעות אלו המכונות "עלויות חיצוניות", באות לידי ביטוי במחלות דרכי נשימה, תאונות כרייה, גשם חומצי, ערפיח, ירידה בתנובה החקלאית ושינויי האקלים.

באופן מסורתי נחשב הפחם הזול ביותר, אולם מחיר השוק שלו מתעלם מהשפעותיו המהותיות. השפעות אלו המכונות "עלויות חיצוניות", באות לידי ביטוי במחלות דרכי נשימה, תאונות כרייה, גשם חומצי, ערפיח, ירידה בתנובה החקלאית ושינויי האקלים.

באופן מסורתי נחשב הפחם הזול ביותר, אולם מחיר השוק שלו מתעלם מהשפעותיו המהותיות. השפעות אלו המכונות "עלויות חיצוניות", באות לידי ביטוי במחלות דרכי נשימה, תאונות כרייה, גשם חומצי, ערפיח, ירידה בתנובה החקלאית ושינויי האקלים.

באופן מסורתי נחשב הפחם הזול ביותר, אולם מחיר השוק שלו מתעלם מהשפעותיו המהותיות. השפעות אלו המכונות "עלויות חיצוניות", באות לידי ביטוי במחלות דרכי נשימה, תאונות כרייה, גשם חומצי, ערפיח, ירידה בתנובה החקלאית ושינויי האקלים.

באופן מסורתי נחשב הפחם הזול ביותר, אולם מחיר השוק שלו מתעלם מהשפעותיו המהותיות. השפעות אלו המכונות "עלויות חיצוניות", באות לידי ביטוי במחלות דרכי נשימה, תאונות כרייה, גשם חומצי, ערפיח, ירידה בתנובה החקלאית ושינויי האקלים.

# 2

## פחם - דלק מלוכלך שמשבש את האקלים שלנו

**שריפת פחם תורמת לשינויי האקלים יותר מכל דלק מחצבי אחר. תחנות כח שורפות פחם משחררות כמויות עצומות של פחמן דו-חמצני לאטמוספירה מדי שנה, 11 מיליארד טון ליתר דיוק. אשר מהוות 72% מפליטות ה-CO2 מייצור חשמל, ו-41% מכלל הפליטות מדלקים מחצביים.**

נשיא ארה"ב לשעבר אל גור "הגענו לשלב בו הגיע הזמן למרי אזרחי כדי למנוע הקמתן של תחנות כח פחמיות חדשות". תחנה פחמית שמוקמת היום תזהם ב-CO2 למשך 40 השנים הקרובות לפחות.

בענף האנרגיה, שני העשורים הקרובים יהיו עדים למהפך הגדול ביותר שנראה בתהליכי הפקת החשמל. תחנות כח קיימות יצטרכו להיסגר. ההחלטות שיקבלו אומות ותאגידי ייצור חשמל לגבי ניהול מהפך זה, יגדירו את אספקת החשמל שלנו בדור הבא. לעומת זאת, גישת "עסקים כרגיל" תאפשר לפליטות ה-CO2 מפחם לטפס ל-60% עד 2030.

שינוי אקלימי הוא האיום הסביבתי, והאתגר ההומניטארי והכלכלי הגדול ביותר הניצב בפני המין האנושי. מיליוני אנשים כבר חשים את השפעות עליית פני הים, כרסום החופים והעלייה בעוצמתם של אסונות טבע כדוגמת הצפות, בצורות, סופות קשות ושריפת יערות. תופעות אלו צפויות להחמיר עם עליית הטמפרטורה. עלייה בתדירות אירועי מזג אוויר קיצוני תשפיע על החקלאות, ותפגע עוד יותר בביטחון התזונתי. בעולם מתחמם אנו עשויים גם לראות עלייה בהתפשטות מחלות כמו מלריה וקדחת הדינג'י. אם לא יעשה דבר להפחתת פליטות הפחמן הדו-חמצני - גז החממה העיקרי - תגבר סכנת ההכחדה של רבע ממיני החי והצומח.

פתרונות טכנולוגיים קצרי טווח - כמו "לכידת פחמן ואחסונו" (ראה "לכידת פחמן ואחסונו (CCS) - תירוץ להמשך עסקים כרגיל" בעמ' הבא), שטוענים ליכולתם להפוך את הפחם לנקי ובטוח לאקלים - מסיטים את הדיון בצורה מסוכנת, וזאת בשעה שהעולם מחפש פתרונות אמיתיים וברי קיימא, שיקטינו את הפליטות ויגנו על האקלים. רק באמצעות נטישת הפחם, הגברת ההתייעלות האנרגטית והפקת אנרגיה מתחדשת, נוכל למנוע שינוי אקלים קטסטרופאלי.

בבנגלדש והודו לבדן, עשויים שינויי אקלים כמו עליית פני הים ובצורת, להעתיק 125 מיליון איש מבתיהם. על פי פאנל מומחי האקלים של האו"ם, עד שנת 2020 כ-1.2 מיליארד איש באסיה עשויים לסבול מהחמרה במצוקת המים. גידול חיטה עשוי להיעלם לחלוטין מכל יבשת אפריקה.

החברה כפי שאנו מכירים אותה נמצאת בסכנה אם פליטות הפחמן לא יקוצצו במהרה. השימוש בפחם הוא שורש הבעיה.

הפחם הוא המקור העיקרי לפליטת הפחמן הדו-חמצני, לפיכך, האופן שבו נתמודד עמו בשנים הקרובות, יכריע אם אנו מסוגלים להגיב בצורה ראויה למשבר האקלים. הנושא בהול ודורש התמודדות חזיתית. כפי שהעיר לאחרונה סגן



## לכידת פחמן ואחסונו (CCS) - התירוץ להמשך עסקים כרגיל

טכנולוגיית ה-CCS שואפת להפחית את השפעת שריפת הדלקים המאובנים על האקלים על ידי לכידת פחמן דו-חמצני (CO<sub>2</sub>) מתוך ארובות תחנת הכוח והטמתו מתחת לאדמה.

תעשיית הפחם קידמה בצורה משמעותית פיתוח טכנולוגיה זו כצידוק להקמת תחנות כוח פחמיות חדשות ולהמשך "עסקים כרגיל". אך CCS לא יוכל לצאת לפועל מוקדם מספיק כדי למנוע שינוי אקלים מסוכן - התחלת עבודה יעילה בשיטת ה-CCS אינה צפויה לצאת לפועל לפני שנת 2030, בעוד שפליטת גזי חממה חייבת להצטמצם משמעותית ולרדת ירידה תלולה משנת 2015 ואילך בכדי להימנע מההשלכות החמורות ביותר של שינוי האקלים.

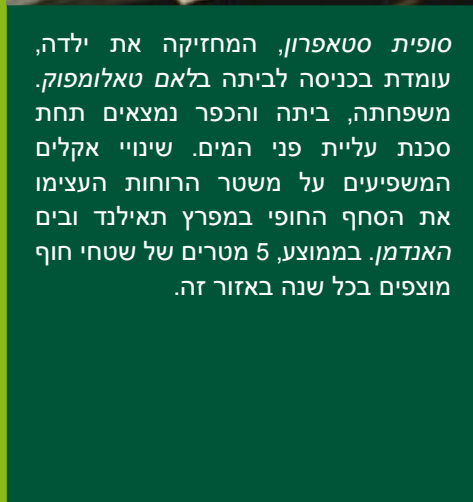
בהתחשב ביכולת היישומית, המחיר, הבטיחות והיעילות, CCS נראה כהימור גדול - במיוחד כאשר תשומת הלב והמשאבים נלקחים מפיתוח מקורות לאנרגיה מתחדשת לטובת הנצחת הפחם. סקר שנערך לאחרונה בקרב קבוצה של 1,000 מקבלי החלטות ומדעני אקלים מרחבי העולם מצא כי קיים ספק מהותי לגבי יכולתו של מנגנון ה-CCS להצליח. רק 34% הביעו ביטחון כי שדרוג תחנות הכוח הקיימות ב'טכנולוגיית פחם נקי' יכולה לצמצם את פליטת ה-CO<sub>2</sub> ב-25 השנים הבאות מבלי תופעות לוואי בלתי צפויות, ורק 36% הביעו ביטחון ביכולת של הטכנולוגיה לספק אנרגיה דלת פחמן מתחנות כוח חדשות בעלות אופציית לכידת פחמן. לסיכום, CCS לא יהיה מוכן בזמן להציל את האקלים, ולא צריך לשמש כתירוץ להמשך שריפת הפחם.

למידע נוסף אודות CCS, עיינו בדו"ח גרינפיס (באנגלית) לשנת 2008 'תקווה נכזבת: מדוע לכידת פחמן ואחסונו לא יצילו את האקלים' - [www.greenpeace.org/ccs](http://www.greenpeace.org/ccs)

# נזקי אקלים



רנג זונג שואב מים מהבאר המקומית אשר ממוקמת בתחתית נהר רנגבוק. על פי תושבי המקום, עד לאחרונה הנהר היה שופע במים. היום הוא יבש ברוב השנה. קרחוני רנגבוק הם אחד מהמקורות המים הראשיים אשר מזינים את הנהרות הגדולים של סין והודו.



סופית סטאפרון, המחזיקה את ילדה, עומדת בכניסה לביתה בלאם טאלומפוק. משפחתה, ביתה והכפר נמצאים תחת סכנת עליית פני המים. שינויי אקלים המשפיעים על משטר הרוחות העצימו את הסחף החופי במפרץ תאילנד ובים האנדמן. בממוצע, 5 מטרים של שטחי חוף מוצפים בכל שנה באזור זה.



בחור צעיר יושב בייאוש לצד ההריסות אחרי שהוריקן סטן הכה במקסיקו באוקטובר 2005. הייתה שנה יוצאת דופן באירועי מזג אויר קשים. הוריקן סטן היה אחד מתוך רצף של הוריקנים אשר גרמו להפסד כלכלי בסך 162 מיליארד דולר. סביר שסופות עתידיות (טייפונים והוריקנים) יהפכו עזים יותר, עם שיאים חדשים של מהירות הרוח וגשמי זעף כבדים.



לשינויי האקלים יש כבר השפעה חברתית, אקולוגית וכלכלית גדולה. אנחנו קרובים לסף של שינוי בלתי הפיך בחלקים מסוימים במערכת האקלימית, כמו למשל באוקיינוס הקרח הצפוני (הארקטי). מניעת שינויי אקלים הרסניים כרוכה ברסון העלייה בפליטות פחמן דו חמצני (CO<sub>2</sub>) עד 2015, וצמצומו ביותר מחצי עד 2050. המסקנה הבלתי נמנעת היא שעלינו להפסיק בהדרגה את השימוש בפחם.



הבצורת באוסטרליה אילצה את רועי הצאן ובעליהם, אשר כבר חווים קשיים כלכליים, לאמוד מחדש את מספר הבהמות בעדר ולהביא למכירה גדולה שלהם ברחבי המדינה. שינוי האקלים רק יחמירו את המצב. עליית הטמפרטורות צפויה להגביר את עוצמת ותכיפות הבצורות בדרום ובמזרח אוסטרליה, אשר עלולה לגרום למתיחות ביטחונית עקב מחסור במשאבים בסיסיים. התוצרת החקלאית באזורים אלה צפויה לפחות משמעותית עד שנת 2030.

אישה מבוגרת מביטה החוצה מהמרפסת שלה על השטפונות בארלס. צרפת. שינויי האקלים גורמים להצפות ושיטפונות חמורים בנהר, בחלק מהאזורים אפילו לעיתים קרובות, במיוחד במרכז, בצפון ובצפון מזרח אירופה. בתקופה שבין 1998 ל-2002 אירופה סבלה מ-100 שיטפונות הרסניים אשר גרמו ל-700 הרוגים, העתקת כחצי מיליון תושבים ממקום מגוריהם והוצאו לפחות 25 מיליארד יורו בכדי לכסות הפסדים כלכליים.



בצורת חורפית גרמה לאובדן כ-80% מיבול התיירס בקרב החקלאים בריו גרנדה דו סול בשנת 2005. קארלוס בארבוסה, המצולם כאן, בדרך כלל קוצר 120 תרמילים פר 10 דונמים אך ב-2005 הוא קצר רק 28. ענף החקלאות רגיש מאוד לשינויי האקלים. ירידה בכמות המשקעים צפויה עד סוף המאה ה-21 בצפון ובדרום האזור הטרופי. בחלק ממדינות אפריקה, יבול שמבוסס על חקלאות מי-גשם עלול להצטמצם עד כדי 50% עד שנת 2020.



## שרשרת נזקי הפחם:

גם עלולה לגרום לנזקים בהתפתחות נירולוגית (מוחית) של ילדים ואפילו של עוברים. מלבד אלה, תחנות כח פחמיות מהוות מקור מרכזי להפצה של מזהמים כדוגמת: פחמן דו חמצני, גופרית דו חמצנית ותחמוצות חנקן ומטאן, אשר מביאים באופן ישיר לשינויי אקלים וידועים כגורמים לערפיח וגשם חומצי.

### מורשתו של הפחם לדורות הבאים:

הנזק שנגרם מיצור חשמל מפחם אינו מסתיים בכרייתו ושריפתו. בסופה של שרשרת הנזק נמצא את "מזבלות הפחם" (coal combustion wastes-ccw): מכרות פחם נטושים, קהילות שהוחרבו, ונופים צחיחים ומצולקים. אתרים אלו משופעים לעיתים קרובות בעופרת, ארסן וקדמיום-יסודות כימיים רעילים ביותר שגורמים למחלות כליות וסרטן. חלחול של מים חומציים אל מאגרי מי התהום פוגע בקרקעות והופך מקורות מי-שתיה לבלתי שמישים. מכרות נטושים שקורסים גורמים לשקיעת קרקע ויוצרים נזקים מבניים לבתים, בניינים ומבני תשתית כמו כבישים וגשרים. הניסיונות שנעשים למיתון הנזקים שנוצרים מתגלים כבלתי מספקים במקרה הטוב. קרקע ש"שוחררה" או "הוחזרה" לעולם אינה מחלימה מנזק שנגרם לה במשך שנים. קהילות וישובים שזוהמו והורעלו נשארים מזהמים במשך שנים רבות לאחר הפסקת פעילות הכרייה או שריפת הפחם באזורן. לא משנה כמה ננסה לשחזר ולמרק את הזוהמה שנגרמה למרקם האנושי אשר מרכיב את חברתנו, החברה תישאר מוכתמת לנצח משרידי הפחם.

כל חולייה בשרשרת הנזק תורמת לנזק הכולל שנגרם משימוש בפחם- כל אחת בדרכה. הנזק הוא מוחשי ואמיתי. כל עוד נשתמש בפחם כמקור אנרגיה עיקרי, הנזק הזה רק ילך ויחמיר. החוליות הללו משקפות חלק מהותי ממחירו האמיתי של הפחם.

מסעו של הפחם מבטן האדמה אל אתר הפסולת נקרא לעיתים קרובות "שרשרת הנזק". לשרשרת שלוש חוליות מרכזיות: כריית הפחם, שריפת הפחם והשלכת הפסולת שנגרמת מתהליך השריפה. במבט חטוף בעובדות, דבר אחד נעשה ברור מאוד: כל חוליה בשרשרת הזו גורמת לנזק בלתי הפיך לכדור הארץ ולבני האדם החיים עליו. בפרק הבא-"פחם ממקור ראשון", אנו נחלוק את הסיפורים של האנשים שחשים בחייהם את השפעות השימוש בפחם כבר היום.

### כריית הפחם:

כריית פחם גורמת באופן ישיר לביעור יערות, שחיקת קרקע, מחסור במים וזיהומם, שריפות פחם ופליטה של גזים המגבירים את אפקט החממה. פעולות כרייה מאסיביות משאירות אחריהן קרקע צחיחה ומצולקת, פוגעות במאגרי מי תהום, מייצרות הרי פסולת עצומים ומכסות את הקהילות שחיות בסביבת המכרות בחלקיקי אבק ומזהמים שונים. פעולת הכרייה מובילה לאובדן קרקעות פוריות ובו בזמן לזיהום מאגרי המים והנהרות שבסביבת המכרה, על אוכלוסיית בעלי החיים שחיה בהם. היא גורמת למותם של כורי פחם בתאונות עבודה באופן מיידי, או בשלב מאוחר יותר במחלה שידועה כ"מחלת הכורים" או "Black Lung disease". בנוסף גורמת כריית הפחם לעקירתן של קהילות שלמות מיישוביהן בשל מכרות הפחם, שריפת הפחם, מפולות וזיהום מאגרי המים.

### שריפת הפחם:

גם שריפת הפחם מותירה אחריה עקבות של הרס וחורבן. כמויות המים העצומות שנדרשות על מנת "לשטוף" פחם ועל מנת לקרר תחנות כח פחמיות פעילות גורמת למחסור ולמצוקות מים חמורות באזורים רבים. חלקיקים מזהמים הנפלטים מהארובה מזיקים לבריאות האוכלוסייה ומזהמים את סביבת התחנה- חלקיקי אבק שנישאים באוויר הינם גורם מרכזי למחלות ריאה שונות, כספית שנפלטת מן הארובה



**תמונה** כורה פחם עובד בעבודת  
כפיים בפרויקט הכרייה ברג'אפור  
שבג'האריה. זהו אחד ממכרות  
הפחם החשובים בהודו וגם אחד  
מהגדולים באסיה.

© ג'רינפיס / פטר קאטון









## 3

## פחם ממקור ראשון

**כאשר אנו מנסים להעריך את מחירו האמיתי של הפחם, אנו יכולים לאמוד חלק גדול מהנזק - כמו תחלואה, נזקי שינוי האקלים ותאונות כרייה - במונחים כלכליים. אך לא על כל דבר ניתן לשים תג מחיר.**

פסגות הרים לשם כרייה, קבירת נחלים וזיהום הקהילות בסביבה. בגרמניה, בניית מכרות פתוחים גרמה להרס אגמים וזיהום בחומצה וחומץ.

אף על פי כן, בתגובה לחורבן ההולך ומתמשך ולנזק הנגרם על ידי הפחם, קהילות מתחילות להתקומם. באוסטרליה, יינים, מגדלי סוסים, תושבים מקומיים וכורים אומרים לא להרחבת המכרות וכן למעבר לאנרגיה מתחדשת. בפיליפינים, קבוצת מגוונת התאחדה בכדי להתנגד להקמת תחנת כוח פחמית חדשה, קוראים לפיתוח אנרגיה נקייה במקומה. סיפורים כאלו מעוררים השראה, נותנים תקווה וכיוון לקראת עתיד טוב יותר- כזה שלא מקולקל על ידי פחם מלוכלך אלא מונע על ידי מקורות אנרגיה בטוחים, ברי קיימא, אשר יגנו על האקלים.

איך ניתן לאמוד כלכלית כל חלק מנזקי הסביבה? איך ניתן לכמת פגיעה בזכויות אדם של פועלי תעשיית הפחם? איך ניתן לשים תג מחיר על קהילות אשר רואות את התרבות שלהן מתפוררת?

הסיפורים הבאים מגיעים מאלו אשר מושפעים ישירות מנזקי הפחם, בימים אלו ממש, ושופכים אור על המקרים אשר לא ניתן למדוד אותם במונחים של כסף. הסיפורים כולם מגיעים ממדינות אשר מושפעות באופן מיוחד מהפחם. הסיפורים חושפים את ההשפעות בכל שלב ממחזור החיים של הפחם: מכרייה לשריפה והצטברות פסולת הפחם.

בקולומביה, קהילות של ילידים מאוימות ונלקחת מהם אדמתם בכדי לפנות מקום למכרות פחם; אלפים בג'אהריה, הודו, סובלים מתנאי חיים בלתי נסבלים בגלל שריפות פחם בלתי מבוקרות; ברוסיה, תנאי כרייה לא בטוחים גרמו לפציעות ומוות של כורים.

במקומות כמו אינדונזיה, סין ותאילנד זיהום אויר הנגרם משריפת פחם הורס אזורי מחייה, מזיק לעתיקות ישנות, פוגע בתפוקת היבול והורג אנשים. מורשת הכרייה מנציחה את זיהום אדמת דרום אפריקה על ידי שפכי חומצה זמן רב לאחר שהמכרות יסגרו, בעוד שבאזור קויביה-פורמרניה בפולין, גרמו פעולות הכרייה לירידה משמעותית במפלס פני המים באגם אוסטרווסקי. בארה"ב השימוש בפחם גרר פיצוץ



# קולומביה

## גירוש ופינוי תושבים ע"י חברות הכרייה



כמה מבני קהילת הוואיו הבודדים שעוד נשארו בבתיהם לאחר הגירוש. בני קהילת הוואיו, נעקרו מבתיהם וגורשו תחת איומים והתייחסות לא הוגנת. מספר משפחות אפילו גודרו כשהן בתוך ביתן, עקב סירובן לדרישת חברות הכרייה להתפנות מבתיהן. האבטחה שפועלת במכרה מונעת מהמקומיים גישה לשטחי ציד, דיג ולמי שתייה.

מכרה סרכון עתיד לפנות בכוח, בקרוב מאוד, את האישה המבוגרת הזו, בת הוואיו מהעיירה טמאקיטו, שם חיה מאז ומעולם. פעולות הכרייה לא רק ששינו את אורח חייהם של בני הוואיו, אלא גם זיהמו באופן חמור מאוד את הסביבה שלהם.



איכר החי בקרבת מכרה סרכון. הוא ומשפחתו מתקיימים בעיקר מגידול חקלאי בקנה מידה קטן וגידול חיות משק. אלו נפגעו אנושות על ידי פעילות הכרייה. האדמה אותה עיבד מזהמת מכדי לתת יבול טוב הנחוץ למחייתו, ובנוסף גם המים הפכו בלתי ראויים לשימוש.



**קולומביה מדורגת כמדינה הרביעית בעולם בייצוא פחם. ישראל נמנית על המדינות המייבאות פחם ממדינה זו. המכרה סרכון סונא נורטה (Cerrejón Zona Norte) שבחצי האי גוואחירה הוא מכרה הפחם הפתוח הגדול בעולם. מכרה זה ידוע לשמצה בשל הפרת זכויות האדם של התושבים המקומיים ושל האפרו-קולומביאניים באזורים סביבו.**



משאיות עמוסות פחם במכרה סרכון שבקולומביה. המכרה עצמו חולש על שטח של כ-48 קילומטר על 8 קילומטר בחלקו הדרומי של מחוז גוואחירה. פעולות הכרייה שמתבצעות בו הפכו חלק גדול מהאדמות שסביבו למצב לא ראוי למחייה.

מכרה סרכון. סביבת המכרה עצמו מלאה באבק אפר פחם מרחף, גופרית ואדי מתאן, בעוד שהמים בו מזוהמים בפסולת, בוצה וכימיקלים רעילים.



ילד בן 5 בטאמקיטו. כמו רבים באזור, גם הוא סובל מפריחות בעור כתוצאה מאבק אפר פחם מרחף שמגיע מהמכרה. שירותי הבריאות הינם ברמה נמוכה מאוד והתושבים נאלצים להסתמך על העזרה המועטה שהמכרה מוכן לספק.



מכרה סרכון סונא נורטה (Cerrejon Zona Norte) התחיל בתור מיזם משותף בין חברת אקסון מוביל לממשלת קולומביה, וכך פעל משנות השמונים ועד 2001, אז הועברה השליטה בו לאיגוד חברות שבסיסן באירופה, ביניהן ב.איי.פי. ביליטון, גלנקור ו-אנגלו-אמריקן. המכרה מכסה אזור של כ-241 קמ"ר וכולל בתוכו מכרה משולב, מסילת רכבת וטרמינל ייצוא ימי. בעוד שנכון להיום האתר מייצר כ-30 מיליון טון פחם בשנה, בעלי המכרה משקיעים כעת סכום של מיליארד דולר על מנת להגדיל את התפוקה ל-40 מיליון טון פחם בשנה עד שנת 2011.

ממשלת קולומביה טוענת כי המכרה מביא קידמה ופיתוח אל מחוץ לה גוואחירה הנגוע בעוני, אך האמת היא שהקהילה האפרו-קולומביאנית והאוכלוסיות המקומיות נמצאות תחת מצור של ממש ע"י המכרה (ראה ערך "הפרת זכויות", בעמוד הבא). אדמות רבות בסביבת המכרה הפכו לבלתי ראויות ליישוב, כתוצאה מפיצוצים, אבק וזיהום. האוכלוסייה המקומית והכורים כאחד סובלים מבריאות לקויה ומאובדן קרקע, בתים, פרנסה ואפילו אובדן חיים. האוויר באזור מזוהם במתאן ואבק אפר פחם, והמים מזוהמים בפסולת, בבוצה ובאוסף של כימיקלים רעילים אחרים.

## השפעותיו של המכרה סרכון סונא נורטה ממקור ראשון:

### הבטחות שווא

בני הוואיו מטמאקיטו הם מהנפגעים הגדולים ביותר של פעולת הכרייה. בתחילה הובטחה להם מציאות שונה: "כשהגיעה חברת הכרייה היא הציעה למקומיים (בני הוואיו) השתתפות בהטבות שיביא איתו מכרה הפחם. רמיזה "לפיתוח" ו"התקדמות", שבשביל בני הוואיו היוו פתרון לבעיות של אספקת מים לקויה, חינוך ירוד ושירותי בריאות לא סדירים" טוען רמדיוס פחארדו גומז. "הזיהום הגיע כשהתקדמו עבודות הכרייה. אבק אפר פחם, פיצוצים ורעשים בסביבת המכרה פגעו בחייהם של בני האדם, בעלי החיים והצמחייה באזור המכרה. מספר בני וואיו מתו, ואחרים לקו בנכויות קשות עקב הרעלה, מאכילת אוכל מזוהם ממצבלת המכרה."

חאירו דיונסיו פואנטס, מושל טאמקיטו, סיפר לנו מה קרה לאחר מכן:

"בחלוף הזמן, הקשר עם חברות הכרייה הלך ונעשה גרוע, והתחלנו לראות את ההשפעות הנוראות שבהצעתם (למכרה)... החברות מפרות את זכויותינו באופן קבוע, הן אינן מכבדות את חוקינו המסורתיים, שחייבים להיות מיושמים על מנת לפצות על הנזק הבלתי הפיך אשר נגרם לקהילות באזור ולטבע."

כיום טמאקיטו מבודדת, ללא תעסוקה ובלתי גישה לחינוך, שירותי בריאות או אפשרויות תחבורה. הפרנסה של התושבים נמצאת תחת איום כשהם נטולי אמצעים שיאפשרו להם יכולת קיום עצמאית. "הבנו שטעינו", אומר המושל. "המכרה עטף אותנו לחלוטין. אין לנו גישה לכבישים כדי לצאת מכפרינו, ילדינו לא יכולים להגיע לבתי הספר, עלינו ללכת בשבילים, כשהכפר הקרוב אלינו נמצא במרחק ארבע שעות הליכה מכאן... סרכון סונא נורטה כבר לא מאפשר לנו לצוד בשטח שלו, שהיה שלנו, ושטחי הציד שלנו נהרסו כליל בעקבות עבודת הכרייה. אנחנו חייבים לספק לעצמנו מזון דרך ציד וגידול חקלאי, אך עכשיו החברה (סרכון) רכשה את כל הקרקעות, ולכן אזלו סיכויי הישרדותנו כאן."

### בידוד ופינוי בכפייה

ב-1980 נבחר הישוב מדיה לונה כאתר שבו ייבנה הנמל הימי של המכרה לשם ייצוא פחם מסרכון סונא נורטה לרחבי העולם. בסמוך לנמל בנתה החברה גם נמל תעופה, טרמינל, רכבת ומתחם תעשייתי שלם.

בזמנו חיו במדיה לונה כ-750 תושבים בני הוואיו. בתחילה נוהל משא ומתן בין החברה והתושבים לגבי יישוב האוכלוסייה מחדש. למרות זאת, נתקלו בני הקהילה בכוחנות ואיומים מצד נציגי החברות, עד שלבסוף כשל המשא ומתן.

בני הוואיו אולצו להתפנות לאזור סמוך, אבל לא ארך זמן רב עד שבינת החדש זוהם בצורה חמורה באוויר ומים מזוהמים על ידי המכרה. החברה הורתה לבני הוואיו להתפנות שנית, אבל 42 אנשים מ-7 משפחות סירבו להתפנות. בתגובה, החברה כלאה אותם בבתיים באמצעות גדרות שהציבו סביב בתיים. הם שמו מנעולים על השער להגנה ושומרים שמפטרלים באזור מדווחים על כל תנועה של התושבים. החברה מטרידה אותם ומונעת מהם לבנות בתים חדשים ואפילו מונעת מהם גישה למים. בני הוואיו נשארו שם, וכך הם יושבים שם עד היום.

### חבלה ועוני

בני הוואיו אינם היחידים שפנו בכוח. מספר קהילות אפרו-קולומביאניות פונו ללא שום פיצוי או מתן מענה הולם לצורכיהם בעת פיתוחו הראשוני של המכרה.

אחד מאותם הישובים היה טאבאקו, שנמחק מהמפה בשנת 2002 בכדי לאפשר את התרחבות המכרה סרכון. במקרה זה עובדי המכרה, כוחות אבטחה ואפילו חיילים חמושים אילצו את התושבים להתפנות באיומי נשק. חלקם אף נגררו



**תמונה** אפילו אלו שלא עובדים במכרות בריאותם נפגעת מפעילות המכרה. זיהום אויר הנסחף לתוך הכפרים בסביבת המכרה, גורם למחלות נשימתיות ופריחות בעור לתושבים שגרים באזור.

## הפרת זכויות

טענות על תועלת הפחם לעולם - כמו תעסוקה וחשמל זול - אינן לוקחות בחשבון את בני האדם החיים באזורי הכרייה. פעולות כרייה עוקרות קהילות שלמות מאדמתן ומורשתן בשל שריפות פחם, שקיעת קרקע, זיהום המים והאוויר ונזקים נוספים.

ניתוח המקרה בקולומביה מצביע בבירור על ההשפעה הדרמטית של כריית הפחם על קהילות החיות בסביבת המכרה. הכפריים בסיפור זה רק רצו לשפר את איכות חייהם, ובמקום זאת מצאו את עצמם נלחמים נואשות על מנת להגן על עצמם ועל אדמתם.

אם לא די בכך, המאבק של העובדים לשיפור תנאי העבודה במכרות הפחם הסתיים ברצח של ארבעה בכירים באיגוד כורי הפחם סינטה מיאנגטיקה, שעבדו במכרה דראמונד שבבעלות חברה אמריקאית בצפון קולומביה. הם נרצחו על ידי כוחות צבאיים ימניים ליד החברה המסחרית לה לומה. המקרה הובא לדיון משפטי בארצות הברית על מנת לחשוף את מעורבות החברה (דראמונד) באלימות כלפי פועלי הפחם בקולומביה. בסופו של דבר, החברה נמצאה לא אחראית למותם של הפועלים. מובן מאליו שפסיקה זו הביאה להקשחת התנאים של כורי הפחם ולהחרפת המתח בין איגודי הכורים המקומיים לחברות הכרייה. מדובר בדוגמה אחת מיני רבות באשר להשפעת הפחם על זכויות האדם בקולומביה ובמקומות אחרים בעולם, שמחמירה מיום ליום.

בכוח מבתיים לפני שהכפר שוטח על ידי בולדוזרים. היום טאבאקו הוא רק זיכרון שקבור בתוך מכרה הפחם. תושביו פוזרו ו-60 משפחות מהיישוב עדיין חיות בבתים ארעיים בעיירת הפחם אלבניה.

**אמיליו פרז**, תושב לשעבר של טאבאקו, סיפר על החיים שהיו שם, לפני המכרה: "החיים היו עשירים, התחלקנו בכל ואף אחד לא סבל, מכיוון שחלקנו כל מה שהיה לנו", הוא הסביר. "היה נהר בקרבת העיירה, הייתה לנו אדמה, התהלכנו בשטח בחופשיות. אך ב-6 השנים האחרונות לא הייתה לנו אדמה לעבד. אנו עקורים ואין לנו מגורים קבועים". החוק בקולומביה אומר שהמקומיים יכולים לתבוע את קרקעותיהם בחזרה אם הם מזהים אותה כאדמה שלהם מזה מספר דורות. אך במקרה של טאבאקו הדבר אינו אפשרי כיוון שאין אדמה לזהות - הכפר נבלע על ידי המכרה, וכך נהרס.

## טקטיקות מו"מ לא חוקיות

קהילה נוספת שמאוימת על ידי גורל זהה שוכנת בקרבת צ'אנקלטה. שם חברת הכרייה מפעילה על התושבים לחץ בצורה חדשה, שיטת "הפרד ומשול". על מנת להחליש את כוחם של התושבים, נכפה עליהם משא ומתן יחידי ולא קולקטיבי לכלל התושבים. במידה ויסרבו לא יקבלו כלום. ראש הקהילה וילמן פלמזאנו מסביר בהרחבה:

"מן ההתחלה החליטו חברות הכרייה על דיונים אישיים עם תושבי הכפרים בנוגע לסידור הפיצויים בשל עקירתם. אולם, רוב התושבים העדיפו לנהל הסדר קיבוצי, על מנת להשיג שטח חדש להקים עליו את ישובם עם בתים, אדמה ותשתית כבישים חדשה, בתי ספר וכנסיות".

נכון להיום מתנהל משא ומתן כולל עם צ'אנקלטה. בעבר סירבה החברה לכך, אך כעת השתנתה הטקטיקה, בין היתר כתוצאה מלחץ מוגבר שהופעל עליה, הן ברמה הלאומית והן ברמה הבינלאומית.

## תמונת המצב

עקירה בכוח של מאות משפחות, הרס קהילות שלמות, נזק בריאותי והרס הטבע - אין חברת כרייה בעולם שיכולה להצדיק את כל המעשים הנוראיים הללו.

מה שהופך את המצב אף לטראגי יותר הוא שתושבי צ'אנקלטה, מדיה לונה וטאבאקו לא ראו את ההשלכות העתידיות של קשירת חייהם עם מכרה הפחם. הם הבינו זאת רק בחלוף הזמן ואז היה מאוחר מדי. קרוב לוודאי שלא מדובר בקהילות האחרונות שיחלקו את הגורל הזה.

**\*הסיפור הובא על ידי אריקה ביורבי (ErikaBjureby).**



# רוסיה

## הפחם - המחיר האנושי



פועלי הפחם השובתים חוסמים את מסילת הרכבת וורקוטה-מוסקבה, ומתירים מעבר לרכבות נוסעים ורכבות המובילות דלק נוזלי בלבד. התסיסה בקרב העובדים נובעת מתנאי העסקה גרועים והלנת שכרם.

קבוצת כורי פחם במכרה קומסומוולסקאיה שבבורקוטה. קריירה במכרות הפחם ברוסיה משמעה חיי סבל של פציעות כרוניות ומחלות קשות מאוד.



כריית פחם היא כנראה העבודה המסוכנת ביותר ברוסיה. תאונות כרייה טרגיות הן ענין שבשגרה. כורה זה (שבתמונה) שרד פיצוץ מתאן שגרם למות מספר כורים במכרה קומסומוולסקאיה.



**תעשיית הפחם ברוסיה מעסיקה 200,000 בני אדם, ומייצרת 309 מיליון טון של פחם, נכון לשנת 2006. זהו המקצוע המסוכן ביותר במדינה. עם זאת, קשה למצוא נתונים סטטיסטיים רשמיים לגבי תאונות כרייה והשפעות בריאותיות כתוצאה ממנה.**



כורה זה סובל מכוויות חמורות כתוצאה מפיצוץ מתאן, שהתפרץ במכרה וורקוטינסקאיה שבצפון רוסיה. 5 כורים נהרגו בפיצוץ ו-12 נפצעו קשה.

כורים מהעיירה וורקוטה מפגינים נגד הלנת שכרם, ומצליחים לסגור את המכרה הגדול ביותר ברוסיה, וורגשורסקאיה, למשך כחודשיים.



הפועלים מעוניינים שהתשלומים שהתעכבו עבור מספר חודשי עבודה - יוחזרו להם במלואם. כיום אין להם כסף לקניית מוצרי בסיס כמו מזון ותרופות. משפחות הכורים חיות במבנים רעועים ולא מתוחזקים בני 50 שנה, שבעבר שימשו כבתי מגורים לאנשי השירות שליוו את האסירים בבית הכלא.



מכרות הפחם ברוסיה ידועים כמסוכנים וחסרי מימון יציב.

**בעיות בריאות**  
כיום 5 מכרות בורקוטה מעסיקים 8,000 פועלים. מתוך 114 מקרי תחלואה הקשורים במקום העבודה אשר דווחו בשנת 2007, 101 היו במכרות הפחם. המחלות הנפוצות ביותר הן המחלות הכרוניות, הקשורות בתפעול ציוד תעשייתי, ריבוי שעות עבודה ועבודה פיזית מאומצת. בשנת 2008 נרשמו גם 30 מקרי ברונכיט כרונית, 10 מקרים של נזקים למערכת העצבים, 5 מקרים של 'מחלת אבק' ו-2 מקרים של סרטן הריאות.

## השפעות הכרייה - עדויות ממקור ראשון

כורה פחם שסבל רבות בשל עבודה במכרות הוא איניאטולה טוקפטולין. הוא נולד בשנת 1949 בכפר טטארסטאן שבאגן הוולגה. בשנת 1971, אחרי שירותו הצבאי, הגיע לוורקוטה והועסק במכרה זאפוליארנאיה. במשך 34 שנים הוא עבד עם כלים פרימיטיביים במכרות בעומק של 250 עד 750 מטרים - אזורים בהם הסבירות לחלות גבוהה במיוחד.

### פציעות

פציעות הפכו לחלק בלתי נפרד מחייו: "בתחילת שנות ה-70, לא היה לנו ציוד לקדיחה בסלעים. כרינו בעזרת מסורים, גרזנים, אתי חפירה והיו גם מקדחים אלקטרוניים כבדים מאוד. אמרו לי שהם שוקלים 32 קילוגרמים. יש לי בגללם שברים מכף רגל ועד ראש. אם אתחיל לספר לך את עברי הרפואי, המחברת שלך לא תספיק לכלול הכל".

הוא סיפר על תקרית אחת בשנת 1987, בה נחבט מסלע שנפל במכרה. בעקבות המקרה הוא היה מאושפז כחודשיים עם שבר בעצם הבריח. בשנת 2004, איניאטולה אובחן כחולה במחלת 'הפטיש הפנאומטי'. "אתה רואה איך ידי רועדות? זה בהשפעת המחלה", הוא מסביר.

בשנת 2005, הוא נאלץ לעבור ניתוח ברגל, כתוצאה מנפילה במכרה. הוא אושפז למשך 7 חודשים בהם נותח מספר פעמים. כיום הוא חי מקצבה של 7,500 רובל ופיצויים על סך 10,000 רובל (700 דולר), סכום שבקושי מספיק למחייתו.

כתוצאה מכך תאונות הופכות שכיחות יותר והמחיר בחיי אדם הינו גבוה מאוד. בשנת 2003, פיצוץ במכרה קמרובין שבדרום סיביר גרם למותם של 13 כורים. באפריל, שנה לאחר מכן, 45 כורים נהרגו בפיצוץ נוסף באותו האזור. שנה מאוחר יותר, בשנת 2005, פיצוץ מתאן הביא למותם של 21 כורים. שנתיים לאחר מכן חוותה רוסיה את תאונת הכרייה החמורה ביותר מזה 60 שנה, כאשר 110 כורים נספו בפיצוץ במכרה אוליאנובסקאיה. לתאונה טראגית זו התווספה תאונה נוספת זמן קצר לאחר מכן, באותו המכרה, בה נהרגו עוד 38 כורים.

דו"ח שהוגש בשנת 2006, מצא שברפובליקת קומי (מהמובילות בייצור פחם), יש אחוז תחלואה של 8.3 לכל 10,000 מועסקים - פי חמישה מהנורמה. מספרים אלו הופכים את כריית הפחם למקצוע המסוכן ברוסיה, עם 26.05 מקרי תחלואה הקשורים לעבודה לכל 10,000 עובדים. בעוד שמספרים אלו אמורים להדליק נורה אדומה, הם עדיין לא משקפים את כל התמונה ברוסיה, בה אלפי כורים סובלים ממחלות כרוניות קשות.

## וורקוטה - עיר הנשלטת בידי תעשיית הפחם

העיר וורקוטה ממוקמת כ-160 ק"מ בתוך החוג הארקטי, והיא עיר כרייה המונה מעל ל-100 אלף תושבים. היא נבנתה במקור בתחילת המאה ה-20 וגדלה מאז בשל שגשוג תעשיית הפחם שלה. סגירה של מכרות ובעיות בריאותיות הנובעות מתעסוקה בתעשייה זו, גרמו לכך שכיום נותרו בעיר רק מעטים שעדיין לא נפגעו מהשפעותיה השליליות של כריית הפחם.

### קשיי פרנסה וניצול עובדים

במהלך שנות ה-90 ובתחילת המאה ה-21 נסגרו מספר מכרות באזור בשל עלויות התחזוקה הגבוהות. התוצאה הייתה שבשנת 1993 איבדו 1% מכורי הפחם בוורקוטה את עבודתם ועוד 9% איבדו את עבודתם שנה לאחר מכן.

באותו הזמן, העובדים שעדיין לא פוטרו, מצאו את עצמם במצב בלתי אפשרי. לחצי תקציב על מפעילי המכרות גרמו לכך שבמהלך שנות ה-80 המאוחרות וכמו כן, גם בשנות ה-90, היו מספר פעמים ששכר העובדים כלל לא שולם, לעתים אפילו במשך שנה שלמה. מה שהוביל למחאות קשות של איגוד הכורים. במקרה אחד אף נעלו הכורים את מפעילי המכרות בתוך המשרדים בהם היו, על מנת לאלצם לשלם את השכר שמגיע לעובדים.



תמונה רכבת עמוסה בפחם ממכרות רוסיים במוסקבה

## למי אכפת?

כיום אינאטולה מבלה הרבה מזמנו במרכז לנפגעי תאונות עבודה. הוא חייב לנסוע לשם חמש פעמים בשנה למשך כשלושה שבועות בכל פעם. "לפעמים אני נאלץ לקחת מונית אבל זה יקר... זה עולה 300 רובל לכל כיוון", הוא מספר.

אם לא די בכך, מחסור במימון הוביל את המרכז לקצץ בשירותים בלילה, כך שאנשים כמו אינאטולה לא יוכלו להעביר שם את הלילה. מקורן של בעיות המימון הוא הגירעון הכרוני ב**וורקוטה**, אשר נגרם בחלקו עקב העובדה שההכנסות מהמיסים של **וורקוטה** עוברות למוסקבה במקום **לורקוטה**. המצב בעיר כה קשה עד כדי כך שקיים חשש שיסגרו את המרכז כליל.

"מייד כששמענו על כך באפריל, לא יכולנו להאמין למשמע אוזנינו, זו עיר של כורי פחם, ובקרוב לא יהיה בה מקום בו כורים שנפגעו מהעסקתם, יוכלו להשתקם", הוא הוסיף. "תכתוב את זה, אולי ככה נקבל עזרה במימון ושיקום המרכז, ביום ובלילה".

\*הובא על ידי ארנסט מזאק (Ernest Mezak)

## סיכון בריאותי

כריית פחם מבטן האדמה הינה עבודה הכרוכה במאמצים, מלוכלכת ומסוכנת מאוד. תאונות פיצוץ וכרייה של מכרות הן רק חלק מהסכנות שכורים ניצבים מולן. מקצוע הכרייה שהוא מקצוע בסיכון גבוה גם טומן בחובו שעות עבודה מפרכות תחת תנאים קשים וסיכונים בריאותיים רבים מחשיפה לרעלים שונים כגון מתכות כבדות ואבק חלקיקים.

מחלת הריאות השחורות (pneumoconiosis), היא המחלה הידועה לשמצה הנגרמת כתוצאה מעבודה במכרות הפחם. כבר מאות שנים שפעולת הכרייה נקשרת למחלה זו. המחלה נגרמת מחשיפה על בסיס קבוע לחלקיקי אבק רעילים ששוקעים בריאות ובהדרגה גורמים להן להתקשות, מה שמפחית את יכולת שאיפת החמצן וספיגתו במחזור הדם. המחלה היא כרונית וחומרתה משתנה. למרות שעל מאפיינים מסוימים שלה יש דרך רפואית להקל, המחלה היא חשוכת מרפא ועדיין לא נמצאה לה תרופה. החולים במחלה סובלים מעייפות, קוצר נשימה, שיעולים קשים, בעיות לב ובסופו של דבר כשל נשימתי.

המחלה גובה מחיר כבד יותר במדינות המתפתחות. בסין כ-600,000 כורי פחם חולים במחלה, מספר הגדל בכ-70,000 כורים מדי שנה. בארצות הברית המעקב והתקנות הפדרליות המחייבות לגבי המחלה גרמו לירידה משמעותית בכמות החולים, אך עדיין מתים ממנה מדי שנה בארצות הברית בלבד כ-1,200 בני אדם.

# אינדונזיה

## תחנת פחם-השכן הזחוח:



תחנת הכוח הפחמית צ'ילהקאפ שהחלה לפעול בשנת 2006, מכילה שתי יחידות שמייצרות 600 מגה וואט כל אחת וממוקמת קרוב מאוד למספר כפרים.

רעש בלתי פוסק וזיהום אוויר מתחנת הכוח גרמו לכך שעשרות תושבי גרייה קנקאנה פרמאי עזבו את היישוב.



ילדים מקומיים משחקים מחוץ לבתיהם בעוד שברקע מתנשאים מגדלי הקירור של תחנת הכח. לילדים אלו יש דבר אחד במשותף: שיעול בלתי פוסק, הנובע מזיהום האוויר בסביבה, ככל הנראה כתוצאה משהייתם הקבועה לתחנת הכוח.





**בשנת 2006, העיר התעשייתית והסואנת צ'ילהקאפ נתמלאה אופטימיות. נשיא אינדונזיה הכריז על פתיחתה של תחנת כח פחמית חדשה באזור. אך למרות התקווה הראשונית לצמיחה כלכלית, המחיר האמיתי של התחנה נעשה ברור להחריד לתושבי העיר הממוקמת בדרום מזרח ג'אווה.**



תחנת הכח צ'ילהקאפ בג'אווה נמצאת בתוך קהילה שחיה לאורך קו החוף. קרוב ל-80% מהאוכלוסיה המקומית מתקיימת מדייג. אולם תחנת הכח זיהמה את המים ופגעה בפרנסתם ובאורח חייהם של רבים מתושבי האיזור.

ג'זו הוא דייג בן 50 שדג בסביבת תחנת הכח. מאז הפעלתה של התחנה לראשונה, הוא הבחין בירידה של 50% בכמות הדגה שהוא מצליח להוציא מהים.



מונייה בת ה-48 אובחנה כלוקה במחלת ריאות חסימתית כרונית. מאז האבחון היא מבלה את ימיה בביתה ובשל החולשה שהמחלה גורמת לה, היא אינה מסוגלת לצאת לעבוד בשדה שלה. מספר גדול של כפריים שחיים בקרבת תחנת הכח סובלים ממחלות נשימתיות.



המטרה המקורית של בניית תחנת הכח, היתה עידוד צמיחה של הכלכלה המקומית. בד בבד זו תעזור להגדיל את שטחו של איזור התעשייה של צ'ילהקאפ בקרוב ל-20,000 דונם - יותר מפי 10 מגודלו המקורי. בתחילתו של הפרוייקט, הממשלה עקבה אחריו בגאווה רבה. התחנה סיפקה כ-600 מגה וואט לרשת החשמל באזור בלי-ג'אווה. נוצרו מקומות עבודה חדשים, הסחר בחומרי בניין שגשג והמקומיים נהנו מרווח כלכלי בכך שהשכירו דירות למהנדסים שבאו לעבוד בתחנה.

אך זמן קצר לאחר מכן, המציאות הייתה על פניהם של כל המעורבים, בדמותו של ענן עשן שחור וסמיך שכיסה את כל העיר.

## השפעותיה של תחנת הכח בצ'ילהקאפ - עדויות ממקור ראשון:

אלייה היא בת 4 וחיה עם הוריה ושני אחיה הגדולים. שדה אורז נטוש הוא הדבר היחיד המפריד בין ביתם לבין תחנת הכח, מרחק של 300 מטרים. בימים הראשונים של תחנת הכח אלייה היתה משחקת עם חבריה בחוץ. הסימן היחיד לסיכון היה שיעול בלתי פוסק שכל הילדים לקו בו.

היה זה סימן מוקדם להשפעה חמורה הרבה יותר. 7 חודשים לאחר מכן אלייה אובחנה כלוקה בברונכיט. גם אביה נפגע מן הפחם. הוא עבד בתחנה למעלה משנה כפורק של משאיות פחם, ללא מסיכת נשימה, הוא נשם אדים וחלקיקים רעילים. כעת הוא סובל מכתמים בריאות.

ילדה מקומית נוספת שסובלת היא סאפירה בת השלוש. היא קטנה לגילה וסובלת משיעולים והצטננויות פעמיים בחודש מאז שנולדה. אמה, רוחימה, אינה יכולה להרשות לעצמה לקחת אותה לטיפול רפואי. התרופות היחידות שסאפירה מקבלת הן כדורים להורדת חום וסירופ שיעול.

פורוואנטו, רופא מקומי סיפר לנו:

"תזונה לקויה גורמת לכך שאמהות מקומיות אינן יכולות לטפל כראוי בילדיהן, מה שהוריד בעצם את יכולת העמידות של הילדים מפני זיהומים ומזהמים. ניתן להבחין בשינוי בתחלואה באזור, ישנם יותר ילדים מאשר מבוגרים אשר חולים במחלות של זיהומים נשימתיים מאז שהתחנה החלה לפעול."

פורוואנטו מכיר היטב את סבלם של ילדי האזור מאז החלה התחנה לפעול. הוא נאלץ לעזוב את ביתו שהיה לא רחוק מהתחנה לאחר ששניים מילדיו לקו אף הם בברונכיט.

### זיהום אוויר

שלא כמו הרופא שבחר לעבור דירה, אימאם סרג'ונו פנסינר בן 59 החליט להישאר בביתו. הוא עבד קשה על מנת לרכוש אותו כשייצא לגמלאות, לאחר קריירה ארוכה כסוהר בכלא. כשקנה אותו היה אחד מתוך 200 דיירים בקומפלקס שנמשכו אליו בשל המיקום, האוויר הנקי, והריחוק ממרכז הסוואן של העיר.

כעת ענן של חלקיקי פחם מרחף מעל הסחלים הלבנים שמגדל אימאם. על העצים יש שכבה של אבק שחור, עשרות תושבים כבר עזבו את האזור בשל הרעש הבלתי פוסק ואבק אפר הפחם שמגיעים מהתחנה.

"אנחנו משלמים חשבון מים כפול כדי לשטוף את הבתים. בשל האבק אנו נאלצים לטאטא את הרצפה כמה פעמים ביום" אומר סרג'ונו. "שכנים רבים שלי כבר עזבו. מי יכול לסבול חיים כאלה?"

### אובדן פרנסה

לזיהום מהתחנה היתה השפעה הרסנית על היכולת להתפרנס מעבודת אדמה. 25 דונם של שדות בשני הכפרים הסמוכים נהרסו קליל לאחר שהוצפו בתמלחות ושפכים מהתחנה.

תקרית זו אילצה את אחד מהאיכרים, נוטו, ואת בנו לעזוב את אדמתם. על מנת להתפרנס הם כורים חול ומעבירים אותו אל הכפר בסירה קטנה. עם יום עבודה של 10 שעות שמתחיל ב-6 בבוקר מדובר בעבודת פרך רק כדי להעמיס משאית קטנה. שכרו הזעום של נוטו הוא 80,000 רופי ביום, שזה כ-8 דולרים.

יחד עם שכנים רבים שאיבדו את שדות האורז שלהם, לנוטו לא היתה ברירה אלא למצוא פרנסה אחרת. נוטו ובנו הם ברי המזל יחסית - רבים משכניו נותרו מחוסרי עבודה.



חלק  
שלישי

מחירו האמיתי  
של הפחם

GREENPEACE  
MEDITERRANEAN

כיצד האנשים משלמים את  
מחיר הדלק המזוהם בעולם

**תמונה** תנאי המחיה של הדייגים נפגעים בצורה חמורה על ידי התלות של אינדונזיה בפחם. בימים רבים הם בכלל לא יכולים לדוג מפני שספינות הנושאות פחם עוגנות בשטח הדיג המקומי שלהם.

## שורפים את בורנאו- השמדת יערות ופחם:

בירוא היערות שנגרם מכריית פחם באינדונזיה כבר בהחלט ניכר לעין, אינדונזיה היא כיום יצואנית הפחם השנייה בגודלה בעולם. פחם שנכרה בה מיוצא אל מקומות שונים בעולם כיפן איטליה ואפילו לישראל. קאלימאנטן הוא מרכז של תעשיית כריית הפחם באינדונזיה עם רזרבות פחם משוערות של 21 מיליארד טונות. מתוך 76 מיליון הטונות שייצרה אינדונזיה בשנת 2000 הגיעו 85% מקאלימאנטן.

במזרח קאלימאנטן חברות כרייה גזלו אדמות על מנת להבטיח לעצמן עתודות של פחם לעסקאות עתידיות. מיליוני דונמים מתוכם הינם יערות גשם. חברות הכרייה כורתות שטחים נרחבים של יערות גשם לשם עשיית רווח ממכירת הפחם מאותה קרקע. מפות המתעדות בירוא יערות בין השנים 2000-2007 חושפות בבירור כי מכרות פחם באזור גדלו והתרחבו משמעותית בתקופה המתוארת.

תחזית אחת שנעשתה על ידי המכון היפני לכלכלת אנרגיה מראה כי מכרה קאלימאנטן עשוי לשלש את תפוקתו עד 2020. אם התרחבות זו תתרחש - תעשיית הפחם תהפוך לאחת הסיבות המובילות לבירוא יערות הגשם בבורניאו.

## התקוממות מקומית

התחלואה, זיהום האוויר והירידה באיכות החיים, גבו מחיר כבד מהאוכלוסייה המקומית שחיה בקרבת התחנה. בוקר אחד, בשנת 2005, התעוררו התושבים בקומפלקס שנמצא בקרבת התחנה מרעש מוזר. הם אמרו שזה נשמע כמו מטוס ממריא.

"הרעש המשיך לסירוגין כל 5 דקות. רק מאוחר יותר נודע לנו כי הרעש הוא מהתחנה - הם מנקים את הצינורות במפעל" אומר סוגריאנטו, שגם הוא חי באותו הקומפלקס.

האירוע גרם לאנשים מהשכונה, ומשלושה כפרים המקיפים את התחנה, להתאגד ולמחות כנגד הנזקים הרבים שגורמת להם התחנה. הם הקימו ועדה שתרכז את כל התלונות ותעביר אותן אל הממשל המקומי ואל תחנת הכוח.

סוגריאנטו שהוביל את המאבק אומר: "אנו במו"מ על קבלת פיצויים בעקבות הנזק שנגרם לתושבי שלושת הכפרים והקומפלקס על ידי תחנת הכוח. נוצר כבר נזק רב אבל אנו עדיין מלאי תקווה למצוא פתרון טוב והוגן לכולם."

הוא הוסיף וחיידד שבעלי התחנה מעולם לא הביעו אמפטיה או הציעו תמיכה לתושבי השכונה והכפרים שנהרסו. התושבים אינם מתכוונים לסגת. אבל עושה רושם, שגם המזהמים לא.

\*הסיפור הובא על ידי נביהא שאהאב (Nabiha Shahab)



# דרום אפריקה

## מכרות נטושים - נעלמו, אך לא נשכחו



פעיל איכות הסביבה הוטיק - מתייוס הלבן - מסביר כיצד שפכי החומצה (AMD) זורמים אל תוך הבריכה הזו. הילדים מקהילת מאגוקה שממוקמת 2 קילומטרים מן הבריכה, אוהבים לשחות בבריכה הזו כיון שהמים חמימים. הבריכות החמות מחביאות מציאות מפחידה. מה שמחמם אותן הן שריפות פחם במכרות נטושים, שרבים מהם ננטשו כבר בשנות ה-40 של המאה ה-21.

מי הניקוז החומציים זורמים במורד הגבעה ונשטפים אל זרם נהר הברוגספרוט. נהר זה מתאחד עם נהר אחר, נהר אוליפנטס שזורם עד לסכר לוסקופ. מותם של דגים, תנינים וצבים בשיעור ניכר מהנורמה, מיוחס לזרימת מי הניקוז החומציים ממכרות הפחם אל הנהרות.



מים שמוקזים מן המכרות מכילים תמלחות סולפט, מתכות כבדות ועוד מיני רעלים מסרטנים כבנזן וטולואין. המלח שבמי הניקוז החומציים יוצר נזק גם הוא, כשהוא יוצר שכבה לבנה גבישית קשה על פני המים כפי שניתן לראות בתמונה זו.

**דרום אפריקה היא יצואנית הפחם השישית בגודלה בעולם, ומדורגת כשביעית בעולם בצריכת פחם. שכבות פחם קרובות לפני הקרקע וכוח עבודה זול עוררו את המוטיבציה להקמת מכרות פחם בכל רחבי המדינה. אולם לכריית הפחם ולשימוש בו יש תג מחיר נסתר, הנגלה לעין רק כשהמכרה מסיים את תפקידו.**



אדלפי מגאטיה וטבוגו לטסולו עומדים בשדה של מלח לבן שהתגבש ממים חומציים. הם אינם יודעים בדיוק מהיכן מגיע החומר. הם רק יודעים שיש לזה טעם מלוח ושה צורב בעיניים כשהרוח נושבת.

מים כחולים ירוקים בהירים אלו נשפכים אל נהר אליפנטס ומשם נסחפים אל סכר לוסקופ. מים אלו הם תערובת של מי ניקוז חומציים ממכרות ומי ביוב של יישובים באזור שמגיעים לנהר בעקבות תקלות שנגרמות ברשתות ביוב בישובים הללו.



אגמים של מי ניקוז חומציים חבויים בין עצי אקליפטוס בגבעות שמעל למפעל טיהור המים הבלתי פעיל בעמק ברוגספרוט ליד אמלהלני. גודלם של אגמים אלו מגיע לכ-15 קילומטרים. לפי מדריך מקומי ניתן להעריך את גודלם נכונה רק מהאוויר.





## דרום אפריקה מדורגת שיטית בעולם בייצוא פחם ושביעית בעולם בצריכתו. בשנת 2006, 80% מהפחם הדרום-אפריקאי נרכש ע"י מדינות אירופה ומשמש להסקת תחנות הכוח הפחמיות שלה.



המים המקבלים גוון כתום-צהבהב בשל נוכחות של תחמוצת ברזל, מכונים בפי כורי הפחם כ"ילד הצהוב" בשל המשקעים הצהבהבים שהם יוצרים. המים חומציים במיוחד ומכילים מתכות כבדות המזהמות את מקורות המים אליהם הם מוזרמים.

מי ניקוז חומציים שמוזרמים ממכרה פחם פתוח בעמק ברוגספרוט. לדברי מקומיים המכרה איננו מאושר והפעולות הללו אינן חוקיות. מי ניקוז חומציים יחד עם ביוב שמנוקז שלא כהלכה מהווים את האיום הגדול ביותר על משק המים המוגבל ממילא של דרום אפריקה.



ילדים צעירים מהעיריה מנגוקה משחקים בערוץ הנחל המצחין, תוצאה של טיפול לקוי במי ביוב מזהמים. הוריהם מזהירים כי הערוץ מסוכן, אך הילדים משחקים בסביבת הערוץ לבושים רק בבגדיהם התחתונים שמא בגדיהם הרטובים יסגירו את מעלליהם.



תמונה מצבור פחם בהכנה לקראת יצוא דרום אפריקה.

©גרינפיס / פנוס / גרימי וויליאמס

חלק  
שלישי

מחירו האמיתי  
של הפחם

GREENPEACE  
MEDITERRANEAN

כיצד האנשים משלמים את  
מחיר הדלק המזוהם בעולם



תמונה 624 מראות עוקבות-שמש בחווה הסולארית שבספרד. הקרינה הסולארית, מסוגלת לייצר 23 GWh של חשמל אשר מספיקה כדי לספק חשמל לאוכלוסיה אשר מונה 10,000 איש.

©גרינפיס / מרקל רדונדו



ישנם מאות מכרות פחם נטושים ולא שמישים בדרום אפריקה. כל אחד מהם מהווה פצצת זמן מתקתקת לסביבתו. בעיקר בשל מי הניקוז החומציים שמוזרמים ממנו ומכילים תמלחות גופרית, מתכות כבדות וחומרים מסרטנים כמו בנזן וטולואין. מי הניקוז פוגעים בטבע ובבעלי החיים ומפיצים רעל ומחלות. על פי המשרד לענייני מים וערנות, יחד עם תקלות בניקוז ותחזוקת ביוב, מי ניקוז ממכרות מהווים את הסיכון הגדול ביותר למשק המים המוגבל, הקיים בדרום אפריקה.

## השפעתם של מכרות שהופסקה בהם הפעילות. עדויות ממקור ראשון:

מקום אחד אשר חש את ההשפעות הללו בצורה הכי מזעזעת הוא אמלהנלי. משמעות השם היא "מקום של פחם", לא מפתיע כשמבינים שהמקום מוקף בעשרים ושניים מכרות תת קרקעיים של פחם.

אחד המכרות הנטושים הגדולים באזור הוא מכרה מפרץ טרנסוואל ודלנגואה (T&DB) שנפתח בשנת 1896. כאשר נסגר בשנת 1953, נותר נטוש ונטול בעלים, חופשי לזהם.

### בעיות בריאותיות

הילדים מרחוב ניירה שבמנגוקה הינם חלק מן הקבוצה הפגיעה ביותר לנזקי הפחם. מגרש הכדורגל שלהם משתרע על שטח שמוצף מדי פעם על ידי ערוץ נחל קטן. הערוץ הוא מלוכלך ומסוכן, מזוהם במי ביוב רעילים שהמועצה המקומית מזרימה לתוכו.

בשנה שעברה נחשול מים העלה משקעי מלחים מהנחל שמקורם במי הניקוז החומציים ממכרות הפחם, והציף את מגרש הכדורגל שלהם. כאשר הילדים חשו צריבות בעיניהם הם נאלצו למצוא מגרש במקום אחר.

כשהם לא משחקים כדורגל, (בנוסף לדברים אחרים) ילדי מנגוקה הולכים לשחות במעלה הערוץ בבריכות מים, שם המים חמימים. הבריכות טומנות בחובן סוד מאיים שמסביר את חום מימיהן - הוא נובע משריפות פחם שעדיין בוערות במכרות תת קרקעיים נטושים, שרובם ננטשו כבר משנות ה-40 של המאה ה-20.

למרבה התרעומת, הבריכה נגישה ואין כל שלטי אזהרה בסביבה. זאת למרות העובדה שהמים הללו כה מזוהמים, עד שלא ניתן להשתמש בהם אפילו להשקיה, שלא לדבר על רחצה.

### אספקת מים מזוהמים

בשנים 2006 ו-2007 היו שלוש תקריות שונות בסכר לוסקופ, כ-60 קילומטרים במורד הזרם מאמלהנלי. מי ניקוז חומציים חלחלו אל אספקת המים הנקיים והרגו אלפי דגים, תנינים וצבים החיים במים מתוקים. המים חלחלו ופגעו בחוות ליד הנהר ובקהילות שחיות לידו.

הוותרנו והחוקר ד"ר יאן מייבור מאוניברסיטת פראטוריה הגדיר את המצב כקטסטרופה אקולוגית. גרוע מכך הוא שהשפעת הרעלת המים לא נעצרת בטווח המיידי וידוע כי יש לה השלכות ארוכות טווח. זאת כיון שכאשר נחשף המכרה עצמו למי גשמים וחמצן אשר יוצרים תגובה כימית של שחרור חומרים רעילים נוספים היישר אל זרם הנהר ללא צורך בהתערבות אנושית.

כשמתקדמים במעלה הנהר נתקלים במאות סכרים שמטרתם לעצור מי ניקוז חומציים שנפרשים על פני רצועה של 10 ק"מ לאורך הנהר. המים מוכתמים בגונוי אדום וזהב, עדות לנוכחות של ברזל במים. בכל מקום שבו עוברים ניתן להבחין בדליפות של מי ניקוז חומציים. הם צורבים את הקרקע והורגים את כל הצמחייה שבאה איתם במגע. במבט אחד על נהר ברוגספרוט ניתן בנקל לטעות ולחשוב שירד עליו שלג. אולם אלו הם משקעי המלח ממי הניקוז החומציים של המכרות שמתגבשים לאיטם.

"המקום הזה הוא גיהנום עלי אדמות" אומר מטיוס הלבאן, פעיל ותיק למען איכות הסביבה. האדמה נשרפת ומלאה במלח, המים מזוהמים והאוויר מסוכן לנשימה. אנו לא רואים דרך בה המצב ישתנה".

לפני 10 שנים ננקטו פעולות על ידי קבוצות של פעילי איכות סביבה שהצליחו להקים רעש סביב הנושא. אך מטיוס מעלה נקודה מדאיגה: "בכל פעם שהפסקנו לייצר רעש סביב הנושא, הוא ירד מהפרק והעניין הציבורי פסק מלהתקיים".

זה נראה כאתגר בלתי פתיר. באמלהנלי עצמה, מערכת הביוב אינה מסוגלת לפעול כראוי. היא בעצמה מזהמת את הנהר שלא לדבר על הכלת מי הניקוז החומציים בתוכו. מפעל הטיהור ברוגספרוט הוא אמנם בן 10 שנים, אבל כבר למעלה משנה שהוא סגור בשל שיפוץ נרחב. הוא סובל גם מבעיות נוספות: גניבת ציוד מהמפעל, מחסור חמור בכוח אדם וטיפול לקוי ברשת הניקוז.



## זיהום אוויר

אמלהלני ממוקמת במחוז מפומלנגה, זיהום האוויר משריפות פחם במכרות הנטושים כבר משפיע על האזור כולו. אף אחד עדיין לא חישב את העלויות, אבל עם התגברות ההשפעות הבריאותיות, המציאות מתחילה לתת את אותותיה. נציגי ציבור בכירים במחוז מדברים על "נטייה מובהקת וגוברת של תחלואת ילדים במחלות נשימתיות בחודשי החורף".

בנובמבר 2007, הכריזה ממשלת דרום אפריקה על מחוז מפומלנגה - ועל יותר מ-301,106 הקילומטרים הרבועים שבו - כעל אזור בעל עדיפות לאומית גבוה לטיפול בזיהום. כאשר מדדו את זיהום האוויר הסביבתי במחוז נוכחו לדעת שהוא מזוהם יותר ממזרח גרמניה (דאז).

## סוף דבר

בכדי להתמודד עם אתגרי שינויי האקלים, מהמרת דרום אפריקה על טכנולוגיות לא מוכחות של "פחם נקי" ועל תחנות כח גרעיניות יקרות. בזמן היא מתכננת את הגדלת תפוקת החשמל שלה עד שנת 2050, זאת נוכח תקלות באספקת חשמל סדירה כבר כיום והפסקות חשמל חוזרות ונשנות. הטיפול בזיהום הנוכחי ממכרות הפחם הנטושים נזנח לטובת הרחבת השימוש בפחם לייצור חשמל.

המועצה הגיאומדעית, גוף מייץ למשרד האנרגיה והמינרלים, עורכת רשימה של 6,000 מכרות נטושים שזקוקים לטיפול בהילות. חברת T&DB מובילה את הרשימה, עם עלות ניקוי משוערת של 7.01 מיליון דולרים. העלות הכוללת של ניקיון המכרות מוערכת בין 30 ל-100 מיליארד ראנד (3 עד 10 מיליארד דולר).

העלות הפיננסית היא עצומה. בעוד חברות כמו בי.איי.צ'י. פ.י. ביליטון ואנגלו קול מטפלות בבעיות הניקוז שלהן באופן פרטני, הבעיה החמורה היא המכרות הנטושים שבכל מקרה ייגבו מחיר כבד מהציבור בין אם באמצעות המשך הזיהום והחרפתו ובין אם באמצעות תשלום על עבודות טיהור וניקוי מן הקופה הציבורית.

**\*הסיפור הובא על ידי ויקטור מוניק (Victor Munnik)**

## פחם - היום שאחרי

חלק ניכר מעקיבות הנזק שמותיר אחריו הפחם מתבטא בזיהום מים. מי ניקוז חומציים הם רק סוג אחד. הזיהום יכול לכסות נהרות וקרקעיות ימים בשכבה כתומה של ברזל הידרו-אוקסידי שהורג כל צומח וחי שנקרא בדרכו. מים שבאו במגע עם מי החומצה אינם ראויים לשתיה או אפילו להשקייה.

קשה להעריך בצורה מדויקת את היקף הזיהום שנגרם ממי הניקוז החומציים, אבל עד שנת 1989, העריכו כי למעלה מ-19,300 קילומטרים של נהרות (שלוש פעמים הנילוס), 720 קמ"ר של אגמים ושמורות נפגעו באופן חמור ביותר. היות ומקורות מי הניקוז נותרים מזוהמים במשך מאות שנים, היקף הזיהום יכול היה רק לגדול מאז.

אתרי שריפת פחם נטושים הם גורם מזיק לא פחות ממי הניקוז החומציים. אתרים אלו שנשארים לאחר שריפת הפחם מכילים חומרים רעילים כמו עופרת, קדמיום וארסן, אשר ביכולתם להרוס מערכות אקולוגיות שלמות. לרוב, נפתרים מהפסולת המוצקה בתוך ערימות זבל ומהפסולת הנוזלית, בשקעים טבעיים או בבורות חפורים מוקפי סוללות. במכרות ישנים גם מאחסנים את הרכיבים הללו יחד עם הפסולת הרגילה מהמכרה שלצידו, או בסביבתו. בהעדר פיקוח, אתרי פסולת אלו יוצרים סיכון גבוה לדליפות של פסולת נוזלית אל מי התהום והרעלתם, ובכך מונעים כל אפשרות שימוש בהם.



# אוסטרליה

## הכתר המוכתם של אדוני הפחם



נמל ניוקאסל הוא נקודת יצוא הפחם הגדולה בעולם, נכון להיום הנמל מייצא כמות של 80 מיליון טונות של פחם מדי שנה. תוכניות להגדלת כמות היצוא ל-120 מיליון טון מדי שנה ואף ל-200 מיליון טון מדי שנה, ב-5 השנים הקרובות, כבר קורמות עור וגידים.

אוסטרליה תלויה אנושות בפחם. כ-80% מהחשמל המיוצר בה מגיע מתחנות כח פחמיות. להתנהלות זו תג מחיר כבד. דו"ח של גרינפיס מדגים כיצד אוסטרליה יכולה למתן את צריכת הפחם שלה ע"י שימוש במקורות אנרגיה חלופיים, אשר יספקו למעלה מ-40% מסך החשמל המיוצר בה עד 2020.



בעוד שחברות הכרייה והממשל מתאמצות להגביר את קצב כריית הפחם בעמק האנטר, חקלאים ותושבים מקומיים הופכים מודאגים מתמיד מההשלכות הסביבתיות והחברתיות שהתלות בפחם יוצרת. הולכת ומתחזקת ההבנה, כי מחיר כריית הפחם באזור גובר ויגבר על הרווחים שהכרייה צפויה להניב.



**הפחם מולך באוסטרליה, ובעמק האנטר ובניו סאות' ווילס שוכן הארמון שלו. רוב הכרייה באוסטרליה היא פתוחה, מה שגורם לעיתים לבלבול כשעוברים בהאנטר ואלי. ניתן לחשוב שהגעת אל הירח, המכרות הפתוחים העצומים שבו, משתרעים עד אל מעבר לאופק.**



תושבים מקומיים מוחים על הכוונה להקים מכרה פתוח באגניל היל. המכרה אמור לכסות שטח של 35 קמ"ר ולהרוס אזורים עצומים בסביבתם המקומית.

ישנן כל הסיבות לעצירת מנגולה מהרחבת המכרות, לא רק שהרחבת הפעילות תחריף את בעיית המים הקיימת באזור, היא גם תאלץ תושבים מקומיים לעזוב את מקום מושבם.



טורבינת רוח זו בקורגאנג היא הוכחה לכך שיש דרכים אחרות וברות קיימא כתחליף לפחם. מחקר הראה שהאנטר ואלי יכול לספק למעלה מ-40% מהחשמל בניו סאות' ווילס מאנרגיה מתחדשת בלבד עד 2020. ותוך כדי יצור גם 10,700 מקומות עבודה חדשים.

## ממשיכים בהרס: אנויל היל

למרות הנזק הברור והדרמטי שכריית פחם יוצרת בהאנטר ואל, קיימת תוכנית להכפלת יכולות הייצוא של נמל ניוקסל וכבר יש מספר הצעות לפתיחת מכרות חדשים לצורך אספקת דרישות הייצור.

אחד מאותם מכרות שהוצעו הוא מנגולה - מכרה פתוח באנויל היל. התוכנית לאתר היא עצומה בהיקפה, עם שטח מתוכנן של למעלה מ-35 קמ"ר ותכנון לכרייה של 220 מליון טונות פחם בתוך פרק זמן של 2 עשורים. רק שנה של כרייה בהיקף כזה תייצר כמות זהה של פחמן דו חמצני השווה בהיקפו לזה של כל מגזר התחבורה הציבורית של ניו סאות' ווילס. המכרה צפוי לתפקד על בסיס של 24 שעות ביממה, 7 ימים בשבוע, עם כמות רעש גדולה פי 5 מהכמות הגבוהה ביותר שאושרה עד היום בניו סאות' ווילס.

### שדות בר מקומיים בפני הכחדה

באנויל היל מצויות כמה מאדמות הבר היחידות שנותרו עדיין בהאנטר ואל. מדובר בבית גידול של 440 זנים של צמחייה ובעלי חיים, מתוכם 25 תחת סכנת הכחדה. האזור מוגדר כרגיש וייחודי מבחינה אקולוגית עד כדי כך שב-2005 דו"ח שנעשה לגבי אנויל היל המליץ להפוך אותה לשמורת טבע. במידה ותאושר הרחבת פעולות הכרייה במנגולה ואתרים אחרים, למעלה מ-13 קמ"ר של סביבת מחייה טבעית זו תהיה תחת איום וסכנה מתמידים. האמצעים למיתון הנזק שנדרשים בתסקיר הסביבתי שנערך עבור הפרויקט המוצע, לא יוכלו לספק פיצוי ראוי לנזק שיגרם לאזור.

### איום על התעשייה והאוקלוסייה

קיימות כל הסיבות לעצור את מנגולה. לא זו בלבד שהרחבת פעולות הכרייה תגבה מחיר יקר ממשק המים המדולדל ממילא, היא גם תעקור 200 תושבים מבתיהם ויישובם. תעשיית השבחת הסוסים וייצור היין הקימו קול צעקה גדולה בהתנגדותם לפתיחת המכרה, מתוך דאגה לכך שגם הם ייאלצו לשנות את מיקומם ויידרשו לנטוע מחדש את הכרמים במקום חדש ויקח זמן רב להגיע אל רמת האיכות שהגיעו אליה המגדלים עד היום. בהתנגדותם לפתיחת המכרה מציינים מגדלי היין של האנטר ואל:

"מיזמים חקלאיים רבים יוקרתיים וותיקים יעקרו בשל המכרה הזה, מה שעתיד להשפיע על קיומן של קהילות ומשפחות שחלקן מתפרנסות מכך כבר במשך דורות רבים." גרמים נוספים, בכללם תושבי האזור, חשים דאגה עמוקה

כמעט שלישי מכלל הפחם המיוצא שמסתובב בעולם מגיע מאוסטרליה. בניוקסל שבניו סאות' ווילס שוכן נמל ייצוא הפחם הגדול בעולם. בשנה מייצא הנמל לבדו פי שניים מכמות הפחם המיוצרת בארצות הברית כולה בשנה.

בשריפתו משחרר הפחם כמות אדירה של גזי חממה, מה שגורם לשינויי אקלים עולמיים קטסטרופאליים. אבל כיון שרוב הפחם האוסטרלי נשרף מחוץ לגבולות אוסטרליה, הוא אינו נמנה במכסת הפליטות לה היא מחויבת והיא יכולה להמשיך ולייצא פחם בכמויות עצומות. מעבר לכך, כריית הפחם באוסטרליה גורמת לנזק עצום ובלתי ניתן לכימות בגבולות אוסטרליה עצמה.

## השפעת הפחם - עדויות ממקור ראשון האנטר ואל

האנטר ואל ידוע בעולם בשל היין האיכותי המיוצר בו, ובשל החוות לגידול סוסי מרוץ גזעיים השוכנות בו. הסביבה שבה הם מתקיימים נמצאת בסכנה הולכת וגדלה בשל כריית הפחם. קיים סיכון ממשי שתעשיות עתירות רווח ויוקרה אלו ייעלמו מן האזור בשל פעולות הכרייה ההולכות וגדלות שמתבצעות בעמק, דעה המשותפת גם לרבים מתושבי העמק:

"למרות שבתעשיית הפחם מאמינים שתירות יין וכריית פחם יכולות להתקיים זו לצד זו, זוהי עמדה המנוגדת לחלוטין לעמדת האנשים בתעשיית תירות היין."

### מחסור במים

התחרות על משאבים מוגבלים היא רק גילוי אחד של השפעתה של הכרייה על הפעולות החקלאיות באזור. האנטר ואל אינו אזור עתיר במקורות מים, תופעה אשר הולכת ומחריפה עקב הבצורת. המכרות הפתוחים באזור דורשים כמויות עצומות של מים על מנת לפעול, לרוב כדי להרטיב את ענני האבק הרעיל שמתעופף באוויר ולמנוע ממנו להתפזר יותר, בשל פעולות החפירה. המאבק על המים המועטים מותר כרגע את החקלאים כשדים על התחנות - מכרות פחם צמאים מתמיד למים ותחנות כח פחמיות עדיין מקבלות עדיפות וקדימות לשימוש במקורות המים. למעשה כשבשנת 2007 הכריזה ממשלת ניו סאות' ווילס שאזורים מסויימים לא יקבלו בשנה זו מים בכלל, תעשיית הפחם עדיין המשיכה להשתמש באותן כמויות עצומות של מים, ואף העמיקה את דלדול מאגר המים הטבעי של האזור. קיצוצי מים אלו גרמו להתדרדרות חמורה במצבן של חוות וותיקות וידועות באזור.





## הרס הקרקע

חפירות עצומות והרים של פסולות הם בעצם השאריות הגלויות לעין ממכרות הפחם. פעולות הכרייה מובילות גם לכריתת יערות נרחבת, לשחיקת קרקע ולאובדן אדמות פוריות. אדמות אלו נותרות צחיחות ומזוהמות למשך שנים לאחר תום פעולות הכרייה.

אדמה שנכרתה ונותרה לאחר מכן צחיחה ומבוטרת, חשופה יותר לתופעת שחיקת הקרקע (ארזיה). אובדן הקרקע במכרות הפחם הוא גבוה פי 2000 מאשר ביערות, ופי 10,000 מאדמות מרעה. אדמה זו מוצאת את דרכה אל ערוצי נחלים ונהרות, בעיקר בתקופת הגשמים ובזמן ששלגים נמסים, אדמת הסחף הרעילה הזו, זורעת הרס בכל המערכת הביולוגית הימית אליה היא זורמת. כשמדובר בכמויות גדולות, אדמת הסחף גורמת להפסקתה של התרבות הדגים בו, הורגת ביצי דגים, גורמת לחנק של בעלי חיים ימים אחרים, מונעת אור ובכך מונעת פוטוסינתזה מצמחים שחיים במים.

שקיעה של אדמת סחף בערוץ נחל או נהר מפחיתה את הקיבולת הטבעית של הנחל ולעיתים גורמת לשינוי נתיב הזרם, למחסור במים והצפות. אם הקרקע אשר שוקעת הינה מזוהמת היא עלולה לגרום לכך שהמים יהיו בלתי ראויים לשתיה ובמקרים רבים גם בלתי ראויים לשימושים בחקלאות ובתעשייה.

שקיעת אדמה בשל קריסת מכרה יכולה גם לגרום לשחיקת קרקע אך בנוסף יוצרת שינויים מסוכנים בתוואי השטח הטבעי, וגם בתוואי התת-קרקעי. התופעה עלולה לגרום לשינויים באזורי ניקוז ולהציף אזורים שלמים שלא הוצפו קודם לכן. כאשר התופעה מתרחשת באזור של גידולים חקלאיים, היא גורמת לירידה חדה בכמות היבול החקלאי. לדוגמה, בארצות הברית אזורים שנפגעו מקריסת קרקע ולא טופלו כראוי, סבלו מירידה של בין 42% ל-95% בתנובת יבולי התיירוס.

בשל התכניות לפתיחת מכרות נוספים באנויל היל. כדי להביע את התנגדותם הוקמה ב-2005 קואליצית אנויל היל, קבוצה מקומית זו, זכתה לתמיכתם של כמה עמותות והם פעלו על מנת שהתוכניות לפתיחת המכרה יידחו עוד בטרם יעלו לדין. ביוני 2007 יותר מ-400 איש בילו את סוף השבוע שלהם במאהל באזור המוצע לפתיחת המכרה, ויחד הם יצרו את הכתובת האנושית-הצילו את אנויל היל - ובכך שלחו מסר ברור לממשלה.

גם אנשים שעבדו בתעשיית הפחם חושבים שפתיחת מכרות נוספים יהיה צעד קיצוני מדי. דוגמא אחת כזו הוא גרהאם בראון פועל פחם בפרישה שמאמין שצריך לעבור לשימוש במקורות אנרגיה אחרים בהאנטר ואל. הוא רוצה לראות את האזור עובר לכלכלה נטולת פחם ואת הכלכלה המקומית עוברת לכלכלה דלת-פחמן. הוא אמר לנו כך: "אנו זקוקים למערכת מגשרת שתייע במעבר לשימוש באנרגיות נקיות, שאת מימונה יש להטיל על חברות הפחם."

## העתיד

פתרון יציב יותר הינו אפשרי - ועליו נלחמים תושבי האזור בשיתוף עם פעילים למען איכות הסביבה. קיים מחקר שמראה כי האנטר ואל יכול לספק למעלה מ-40% מהחשמל בניו סאות' ויילס מאנרגיות מתחדשות עד 2020, ובתוך כך ליצור עוד 10,700 מקומות עבודה חדשים. למעשה בעזרת תשתיות קיימות יכול האנטר ואל להפוך לאזור שגם עתיד לייצא חשמל לרחבי המדינה ויסייע בפיתוח השימוש בטכנולוגיות אנרגיה נקיה ברחבי העולם.

לדאבונו המציאות איננה כה חיובית. לאחר יום איכות הסביבה העולמי ביוני 2007 הכריזה ממשלת ניו סאות' ויילס על הפיכתה של אנויל היל למכרה פחם, וזאת למרות כל הסיבות הקיימות שלא לעשות זאת. מאז נמכרה הבעלות על המכרה לחברה השוויצרית אקסטראטה, כנראה שהבעלות על המכרה הפכה מעמסה גדולה מידי על הבעלים הקודמים, סנטניאל קאול. החדשות הטובות הן שלעת עתה המכרה עדיין לא פותח כלל, אך עדיין לא ידוע אם המצב ישאר כך גם בעתיד.

\*הסיפור הובא על ידי ג'וליאן וינסנט (Julien Vincent).

# ישראל

## הציבור מתנגד לפחם



הפחם בישראל החל לתפוס מקום של כבוד בשנות ה-70, כחלק מתפיסה אסטרטגית ביטחונית בעקבות הצורך לצמצם את השימוש בנפט ולמזער את התלות של ישראל במדינות אויב. מזה שנים רבות הפחם היווה כ-80% מתמהיל הדלקים לייצור חשמל בישראל. בשנים האחרונות, עם כניסתו של הגז הטבעי, החל חלקו של הפחם להצטמצם בהדרגה. יחד עם זאת, גם היום שיעור הפחם בישראל, שהינו כ-65%, גבוה ביחס לאחוז הפחם בתמהיל הדלקים העולמי, העומד על כ-40%.

לישראל אין מחצבי פחם בכלל, לכן היא תלויה לחלוטין ביבוא הפחם ממדינות זרות והיא עושה זאת באמצעות אוניות ענק המגיעות אחת לשבוע בממוצע. עפ"י נתוני הסוכנות הבינלאומית לאנרגיה (IEA) ישראל מייבאת את הפחם שלה בעיקר מאינדונזיה, דרום-אפריקה וקולומביה ובמידה פחותה מרוסיה ואוסטרליה. היבוא מתבצע באמצעות החברה הלאומית לאספקת פחם בע"מ, אשר הינה חברה בת של חברת החשמל.



תחנות פחם בהכרח פועלות ללא הפסקה כל השנה, בשל הקושי בהפסקת פעילותן והדלקתן מחדש. כך קורה שהפחם מהווה את בסיס הייצור (base-load) ודלקים אחרים משלימים את החשמל החסר כאשר הביקוש לחשמל גובר. בישראל פועלות שתי תחנות פחם גדולות; בחדרה ובאשקלון. משרד התשתיות נענה לדרישות חברת החשמל להקים תחנת פחם נוספת באשקלון ובשנת 2003 החליט להגדיר אותה כתשתית לאומית לשם קידומה בוועדה לתשתיות לאומיות בהליך מזורז.

## על אף המידע הרפואי המבוסס באשר לנזקים הבריאותיים הנגרמים משריפת הפחם, הוועדה לתשתיות לאומיות לא דרשה מחברת החשמל לערוך סקר בריאותי והסתפקה בסקר סביבתי בלבד.



בית החולים ברזילי באשקלון ערך מחקר אשר מצא קשר סיבתי מובהק בין תחנות הפחם הקיימות באשקלון לבין העלייה בתחלואה בדרכי הנשימה. אותו מחקר גם מצא, כי העלייה בתחלואה נרשמה גם כאשר תחנות אלה עמדו בתקני הפליטה המותרים להן. במילים אחרות, אין בכוחם של תקני הפליטה להגן על הציבור מפני נזק בריאותי. עורכי המחקר ד"ר מיכאל גדלביץ' וד"ר מייקל הווארטה מעריכים כי הקמתה של תחנת פחם נוספת באשקלון תגדיל את התחלואה באזור בהיקף של עד 10%.

ארגון גרינפיס מנהל מאבק ציבורי רב שנים לביטול התחנה הפחמית באשקלון, מאבק אשר לו שותפים ארגוני הסביבה הגדולים בישראל, הרשויות המקומיות בדרום וכן משרד הבריאות והמשרד להגנת הסביבה. לאחר קמפיין מתוקשר, פעילות שטח ומחאה אשר הוביל ארגון גרינפיס - הציבור השתמש בזכותו החוקית להתנגד. במהלך יולי 2009 לאחר חודש של התנגדויות הציבור, הוגשו 20,000 מכתבי התנגדות מכל קצות הארץ, מספר חסר תקדים, אשר טרם נראה כמותו בוועדות התכנון בישראל.



בדצמבר 2009 התכנסה ועידת קופנהגן בנושא משבר האקלים העולמי ובמסגרתה נדרשו המדינות השונות, ובכללן ישראל, לצמצם את פליטות גזי החממה שלהן. לא זו בלבד ששיעור הפליטה לנפש בשנה בישראל, 10 טון לנפש, גבוה ביחס למדינות המערב, ישראל צפויה להגדיל נתון זה בעוד מדינות אחרות מקטינות את חלקן. ישראל התחייבה במסגרת ועידה זו לצמצם ב-20% את העלייה הצפויה בפליטותיה, התחייבות צנועה אשר הולמת יותר מדינה מתפתחת. יחד עם זאת, המדינה לא תוכל לעמוד אפילו בהתחייבות זו באם תקום תחנת הפחם הנוספת באשקלון.



## מי צריך עוד תחנת פחם?

למטה מאבק משותף. פעילות נמרצת בכל רחבי הארץ סחפה את הציבור אשר הגיש בהמוניו את מכתבי ההתנגדות שלו לתחנה הפחמית. באוגוסט 2009, בתום פרק הזמן להגשת ההתנגדויות, התברר כי נאסף מספר שיא של 20,000 התנגדויות, מספר אשר טרם נראה כדוגמתו בוועדות התכנון בישראל. לאחר שמיעת המתנגדים, על הות"ל להכריע האם יש בכוחן של התנגדויות הציבור כדי לשנות את עמדתו הראשונה. החלטת הות"ל תועבר לוועדת שרים או לחלופין למליאת הממשלה אשר ידונו בעניין וכריעו. נכון למועד כתיבת שורות אלה, הנושא טרם עלה לדיון בפני שרי הממשלה.

לדעת ארגון גרינפיס ההחלטה על הקמתה של תחנת כוח שורפת פחם נוספת הינה החלטה מיושנת, אשר אינה הולמת מדינה מפותחת ומתקדמת. קיימות היום דרכים מגוונות לייצור חשמל ובכללן התייעלות אנרגטית המכונה גם תחנת כוח וירטואלית. הבחירה בדלק המזוהם ביותר מהווה התעלמות מוחלטת מן הנזקים הסביבתיים והבריאותיים הנגרמים מהפחם.

## הסיכון הבריאותי

הספרות המדעית הרפואית כבר נתנה את דעתה על הנזקים הנגרמים לבריאות הציבור כתוצאה מהמזהמים הנפלטים משריפת הפחם. **במחקר שערך ביה"ח ברזילי** באשקלון נמצא קשר סיבתי בין פניות למיון ולמראות באיזור לבין הזיהום הנפלט מתחנת הפחם הנוכחית באשקלון. עוד פורסם כי די בעלייה מזערית של זיהום כדי להעלות ב-6% את רמת התחלואה. העלייה בתחלואה נגרמת גם כאשר התחנה עומדת בתקני הפליטה. ממצאים אלה עולים בקנה אחד עם הספרות המקצועית הבינלאומית בנושא.

**האיגוד הקרדיולוגי** הפיץ עצומה הקוראת "לשקול מחדש אלטרנטיבות נקיות יותר לתחנת הכוח הפחמית" לנוכח המידע הרפואי העדכני באשר "לקשר בין זיהום האוויר לבין מחלות לב וכלי דם". **משרד הבריאות** השיב לשאלת "גרינפיס" באשר לעמדתו על הקמת תחנה פחמית: "מאחר וקיים קשר ברור ומוכח בין זיהום האוויר לבין תחלואה ותמותה, משרד הבריאות מתנגד להקמה של תחנות כוח פחמיות חדשות, ובמיוחד בסמוך למרכזי אוכלוסין".

**על אף המידע הרפואי המבוסס באשר לנזקים הבריאותיים הנגרמים משריפת הפחם, הוועדה לתשתיות לאומיות לא דרשה מחברת החשמל לערוך סקר בריאותי והסתפקה בסקר סביבתי בלבד.**

1 תמהיל דלקים: סוגי הדלקים וחלקם בסל הדלקים של משק החשמל המקומי.

בספטמבר 2001 נענה משרד התשתיות לדרישת חברת החשמל להטיל עליה את הקמתה של תחנת כוח שורפת פחם נוספת באשקלון אשר תוכננה להיכנס לפעולה בשנת 2008. בכדי לקדם את הקמתה באופן מזורז הוגדרה התחנה כתכנית תשתית לאומית והועברה לסמכותה של הוועדה לתשתיות לאומיות. החלטה זו עוררה את התנגדותם של ארגוני סביבה רבים אשר יחד הובילו להקפאתה של ההחלטה בשנת 2004 ולדחייה זמנית של הפרוייקט.

ואולם, הפסקות חשמל שאירעו בקיץ 2006 החזירו את התחנה הפחמית אל שולחן הדיונים והחלו להישמע קריאות ואזהרות מטעם חברת החשמל כי דחייה נוספת בהקמת התחנה עלולה להוביל לעלטה. במאמר מוסגר יש לציין כי הפסקות חשמל אלה התרחשו כאשר יחידות ייצור מהותיות הושבתו זמנית ובאופן יזום עקב שיפוצים. כלומר, הפסקות החשמל אירעו בזמן שחלק ממקטע הייצור הושבת ולא בשל הספק מותקן כולל בלתי מספיק. עובדה זו לא הפריעה לחברת החשמל להשתמש במשבר שנוצר כדי להפעיל לחצים על מקבלי ההחלטות בדבר הדחיפות להקמתה של תחנת הכוח הפחמית.

כפי שיוסבר להלן, גם אם קיים מחסור בחשמל, הרי שמדובר במחסור בשעות שיא הביקוש שהינם פחות מ-200 שעות בשנה, ואינם מצדיקים בחירה בתחנת פחם דווקא, אשר פועלת בהכרח 24 שעות ביממה לאורך כל השנה. בנוסף, דחיפות האספקה אף היא אינה מצדיקה בחירה בתחנת פחם, שכן הקמתה תמשך כ-5 שנים בפועל בעוד שחלופותיה ניתנות ליישום בזמן קצר הרבה יותר ואף באופן מודולארי.

הדיון בוועדה לתשתיות לאומיות, המכונה הות"ל, אינו דיון אסטרטגי באשר לתמהיל הדלקים' הרצוי ולמשק האנרגיה בכללותו, אלא הליך תכנון לכל דבר, המוגבל לפרוייקט מסוים המונח על שולחנה. יחד עם זאת, המשמעות של החלטתה, יש בה כדי להשליך על תחומים נרחבים כבריאות הציבור, הסביבה, הכלכלה ותמהיל הדלקים. הוועדה לתשתיות לאומיות הורתה לחברת החשמל לערוך תסקיר סביבתי אך כלל לא נדרש ממנה לערוך תסקיר בריאותי. עם תום בחינת הפרוייקט, הות"ל החליטה לאשר את הקמתה של תחנת הפחם והעמידה את החלטתה להתנגדויות הציבור והוועדות המחוזיות, כמתחייב בחוק.

לאורך השנים, גרינפיס הוביל קמפיין מנומק ומתוקשר לביטול התחנה הפחמית תוך שיתוף פעולה עם ארגוני הסביבה השונים ועם הרשויות המקומיות בדרום, אשר חברו יחד

לפיכך, אין כל היגיון להפעיל תחנת כוח פחמית, הפועלת 24 שעות ביממה למשך כל ימות השנה אשר תגרור נזקים כבדים לסביבה, לבריאות ולכלכלה, בזמן שהצורך האמיתי הוא עונתי ולשעות השיא בלבד. במילים אחרות, **תחנה פחמית** מזהמת הפועלת 7500 שעות בשנה על מנת לספק כ-200 שעות בשנה **מהווה פיתרון מגושם בזבזני ומסוכן. אנרגיה סולארית בקיץ ואנרגיית רוח בחורף צפויים לספק מענה בדיוק בשעות שיא הביקוש.** בתוספת לכך, אם תידרש הערכת שעות פעילות, ניתן להשתמש במנגנוני אגירה שונים כגון: "אגירה שאובה", "אגירת חום" ו-"אגירת אוויר דחוס" אשר כבר זוכים ליישום במקומות שונים בעולם, כמו בספרד למשל.

לשם התמודדות עם עלייה בביקוש עתידי גם בצריכת הבסיס, הרי ש-4,000MW עד 6,000MW הם די והותר לשנים הקרובות. ובמקביל, ראוי כי הממשלה תתפנה כבר עכשיו לספק את העלייה הצפויה בעומס הבסיס באמצעי התייעלות אנרגטית (הרחבה על התייעלות אנרגטית בפרק הבא - החלופות לפחם).

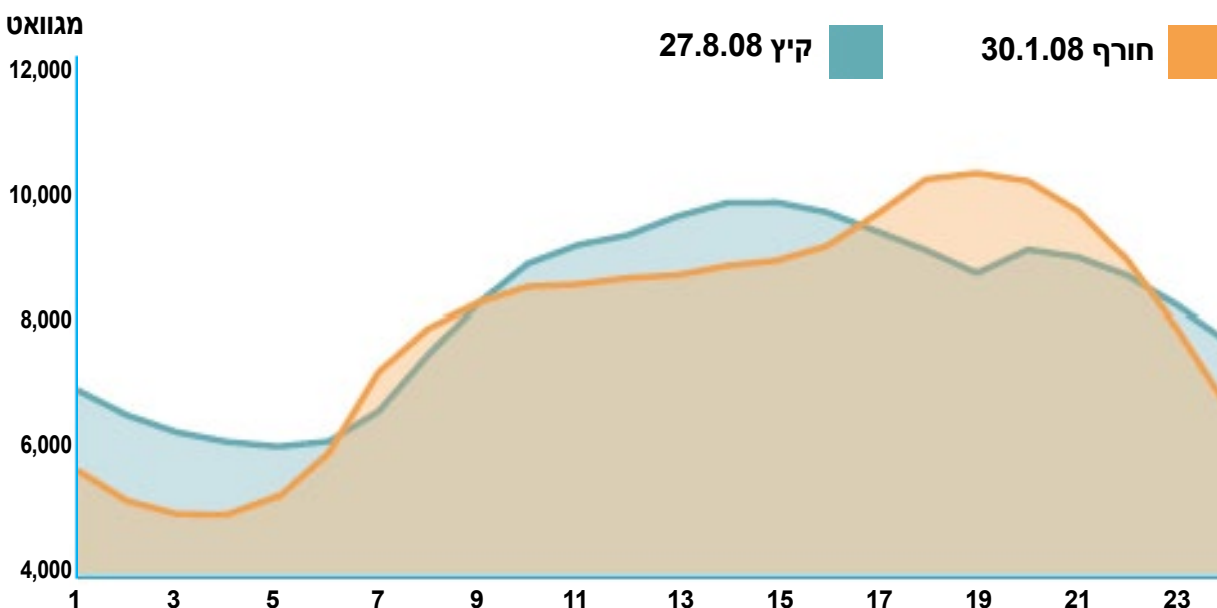
## האם תחנת כוח פחמית היא המענה הטוב ביותר לצרכי החשמל של ישראל?

אם נניח לצורך הדיון כי באמת קיים צורך אקוטי ומיידי בתוספת חשמל, יש לבחון האם תחנת הפחם מהווה את המענה המדויק והמהיר ביותר לצרכים אלה. החיפזון להקמת תחנת כוח נוספת נובע **מצפי לגידול בצריכת השיא** ולא על צריכה שעולה באופן שווה במהלך כל שעות היממה.

עפ"י נתוני חברת החשמל עצמה המחסור לחשמל הוא בשעות השיא, שהם בעיקר בקיץ ביולי-אוגוסט בשעות הצהריים וכן בחורף בינואר בשעות הערב. במילים אחרות, דו"ח חברת החשמל עצמו מוכיח כי צרכי החשמל ההולכים וגוברים רלבנטיים אך ורק לשעות בודדות בשנה, בחודשים מסוימים, הניתנים לחיזוי מראש.

התבוננות בגרף הנקרא "עקומת עומס ביום שיא הביקוש העונתי 2008" מלמדת כי **אפילו בימי שיא הצריכה בקיץ ובחורף ישנם אלפי מגוואטים פנויים בשעות הלילה.** ליתר דיוק, בין 1 בלילה ל-7 בבוקר יש בין 4000 - 6000 מגה-וואט פנויים לשימוש.

## עקומות עומס ביום שיא הביקוש העונתי, 2008



מקור: חברת החשמל, דין וחשבון סטטיסטי 2008, עמ' 10 סעיף 16

## החלופות לפחם

### גז טבעי

לאור מציאת מצבורי הגז מול חופי חיפה, תחילה "תמר" ו"דלית" ולאחר מכן "לויתן", השתנה לעין שיעור מצב הדברים כפי שהוצג בפני מקבלי ההחלטות בעת ההחלטה על הקמת תחנה המונעת בפחם דווקא. הטיעון המרכזי בגנות הגז הטבעי היה בשעתו טיעון גאו-פוליטי אסטרטגי, בשל הצורך לגוון את מקורות האספקה, אשר היו בעיקר ממצריים. כיום, עם מציאת מצבורי הגז הגדולים מול חופי חיפה, קיימת אלטרנטיבה מקומית-ישראלית לעומת פחם המיובא אך ורק ממדינות זרות.

### אנרגיה מתחדשת

האנרגיה המתחדשת, בעיקר אנרגיית השמש והרוח יכולות להעניק יציבות וביטחון אנרגטי רב עוצמה עבור ישראל, במיוחד לאור העובדה שמדובר בטכנולוגיה שהיא פרי פיתוח ישראלי. טכנולוגיות סולאריות מתוצרת הארץ כבר נמכרות ברחבי העולם אך למרבה האבסורד הן זוכות להתעלמות כמעט גורפת ממקבלי ההחלטות בישראל.

דווקא האנרגיה המתחדשת היא מענה מתאים לצרכי משק החשמל שכן היא מספקת מענה מידי לביקושי שיא הצריכה מבלי לזהם ומבלי להחריף את התלות במדינות זרות. אנרגיה מתחדשת אף ניתנת להקמה באופן מודולארי ומשך הקמתה קצר בהרבה מתחנה פוסילית<sup>2</sup>. בדו"ח שפרסם גרינפיס ב-2009, הבוחן את כדאיות יישומו של חוק אנרגיה מתחדשת עולה כי התועלת למשק כתוצאה מיישום נרחב של אנרגיה מתחדשת הוא - כ-10 מיליארד ₪ עד 2030.

## התייעלות אנרגטית

חשוב לציין כי הדרך הזולה ביותר לייצר אנרגיה היא בהתייעלות אנרגטית וחסכון. בדו"ח מיזוג אוויר שערך מוסד שמואל נאמן<sup>3</sup> עבור המשרד להגנת הסביבה בשנת 2004 נאמר: "אם יוחלפו או ישופרו כל המערכות הקיימות כך שההספק יתאים לערך היעד של ה-COP לשנת 2005 ניתן יהיה לחסוך הספק שיא ביקוש של כ-550MW וצריכת אנרגיה של כ-1,150 מיליון קוט"ש בשנה. המשמעות היא דחייה בהקמת תחנת כוח בהספק של 550-500 מגוואט לתקופה של 15 שנה." (ההדגשה במקור).

קיימים אמצעים נוספים להתייעלות אנרגטית אשר ניתן למצוא בדוחות השונים שפורסמו, למשל בדו"ח של "פארטו הנדסה בע"מ" משנת 2004, החל מגרירת מוצרי חשמל וכלה בבידוד מבנים וכן הדו"ח של הטכניון "חסכון באנרגיה בטכניון" ע"י איציק רומנו אשר הוכיח כדאיות כלכלית וחסכון בחשמל של 16% רק מהתקנת גלאי נוכחות וכיבוי אוטומטי של תאורה ומיזוג.

בעיתות חירום, ניתן גם לנקוט בצעדים קיצוניים יותר כגון שלילת יבוא של מוצרים בזבזניים, הפעלת תכנית עידוד ותימרוץ כלכלי מאסיבי לעידוד גרירת מוצרי חשמל ישנים והחלפתם בחדשים וכן הפעלה ביתר שאת של תכנית 20-20, שאושרה זה מכבר במשרד התשתיות, לפיה צרכן שיחסוך 20% בחשבון החשמל יזכה ל-20% הנחה. עידוד נמרץ מעין זה הוביל לירידה של 14% בצריכה השנתית בקליפורניה.

2 תחנה פוסילית: תחנת כוח המופעלת ע"י שריפת דלקים מאובנים כגון: פחם, נפט וגז.

3 סקר מיזוג אוויר: "פוטנציאל ומדיניות חיסכון" מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש מהנדס-יועץ עבור המשרד לאיכות הסביבה.

4 גריטה: החלפת מכשירי חשמל ישנים בחדשים במימון ממשלתי.



## מחירה האמיתי של תחנת הפחם באשקלון

- תחנה פוטו-וולטאית מרוכזת (CPV) - התחנה מייצרת חשמל באמצעות התקן סולארי אשר מפיק באופן ישיר את האנרגיה החשמלית על ידי קליטת קרינה אלקטרומגנטית מן השמש.
- תחנה תרמו סולארית פרבולית היברידית - התחנה מייצרת חשמל באמצעות טורבינה שמונעת מנוזל חם ו/או קיטור. מראות בצורת שוקת (פרבולה) מרכזים את קרני השמש לכיוון צינור אשר בו עובר הנוזל המתחמם. לתחנה זו מערכת גיבוי באמצעות גז.

ההנחות עולה כי עלות ההקמה הגבוהה ביותר העכשווית היא לתחנת כוח תרמו-סולארית פרבולית היברידית. עלות ההקמה הנמוכה ביותר היא לתחנת גז מחז"מ (57% מתחנה פחמית). עלויות תחנות הכוח מוסברות במונחי מחיר לקוט"ש (קילוואט לשעה). על מנת לקבל עלויות כוללות, כל הנתונים של התחנות עברו התאמה להספק של 1260 MW עם אורך חיים של 50 שנה.

ממבט ראשון, כאשר מתייחסים אך ורק לעלויות ההקמה, נראה כי אין כלל תחרות בין תחנות פוסיליות לבין תחנות סולאריות.

פרק זה עורך השוואה בין העלות הכוללת של תחנת כוח שורפת פחם לבין חלופותיה. ההשוואה שלפנינו תדגים לשם שינוי, לא רק את הוצאות ההקמה המיידיות אלא את מכלול העלויות הכרוכות בהפעלתה לאורך 50 שנה, אורך חיים משוער של תחנת כוח. בטרם יוחלט לאשר את הקמתה של תחנת הפחם המתוכננת לקום באשקלון, המכונה פרויקט D מן הראוי כי השרים היושבים על המדוכה יתנו דעתם להשוואה שלהלן. הכרעה זו בכוחה לחרוץ גורלות ובמקרה של תחנת פחם, מדובר אפילו בהכרעה של חיים ומוות.

לשם כך, במאי 2010, גרינפיס בישראל שכר את שירותיה של חברת GREENEYE אשר בחנה את הכדאיות הכלכלית של תחנת הפחם מול חלופותיה, באמצעות החוקרים נגה לב-ציון ונדן וג'ואי גלפי.

להלן תוצג השוואת עלויות של תחנת פחם, תחנת גז במחזור משולב, תחנה תרמו-סולארית בגיבוי גז ותחנה פוטו-וולטאית מרוכזת. ניתוח העלויות כולל הקמה ועלויות הון, הוצאות תפעול ותחזוקה, עלויות חומרי הגלם המחצביים ושינויים במחיריהם לאורך זמן, עלויות חיצוניות כולל מזהמים שונים וגזי חממה.

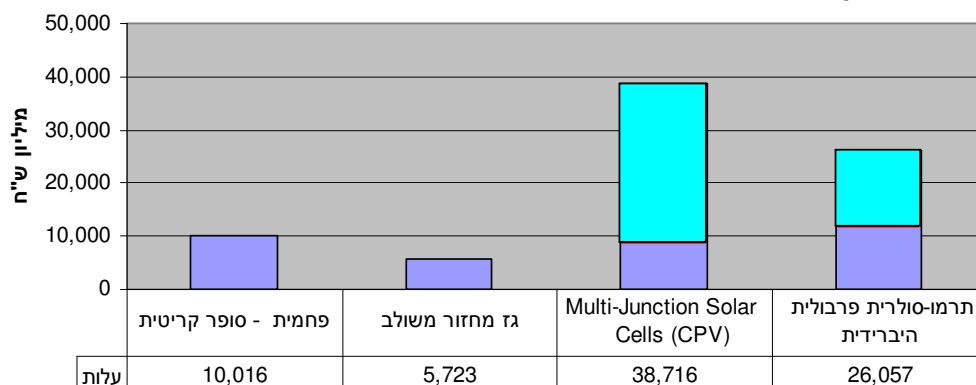
### הסברים על תחנות הכוח:

- תחנה פחמית בטכנולוגיה סופר קריטית - התחנה מייצרת חשמל באמצעות טורבינת קיטור. הקיטור נוצר בדודים המחוממים על ידי בעירת פחם מרוסק.
- תחנת גז במחזור משולב (מחז"מ) - התחנה מייצרת חשמל באמצעות טורבינת גז וטורבינת קיטור. שרפת הדלק יוצרת גז המשמש להנעת הטורבינה האחת ולאחר מכן הגז משמש ליצירת קיטור שמפעיל את הטורבינה הנוספת.

### 1.1 תרשים

עלות הספק לקוט"ש מותקן ב-\$	סוג התחנה
2,380.0	פחמית
1,053.6	גז מחז"מ
447.3	תרמו-סולארית
373.8	CPV

### תרשים 2.1 - עלות הקמה



## השוואת עלויות ל-50 שנה

בשנת 2010). בתרשים זה חלוקת העלויות לפי סוג וסיכום של סך העלויות לתחנה לאורך 50 שנה. בתרשים 2.2 המידע מוצג בצורה גרפית.

בתרשים 2.3 מוצגים העלויות לפי אותם פרמטרים כמו תרשים 1.2 עם היוון<sup>5</sup> להיום. כל העלויות של 50 שנות פעילות התחנות הונו לעלות היום. תרשים 2.4 מציג את הנתונים בצורה גרפית.

בדיקת הכדאיות הכלכלית נערכה עבור תחנת כוח בעלת הספק של 1260 מגה-וואט עבור פחם וחלופותיו.

**הערה:** בחישוב זה נלקח בחשבון הפער בין אספקת חשמל סולארית רק בשעות השמש לעומת אספקת חשמל פוסילית באופן שוטף לאורך כל שעות היממה. על מנת לאפשר השוואה הוגנת בין התחנות, עלות התחנות הסולאריות חושבו כך: עלות תחנה אשר תספק 1260MW בשעות השמש ועוד עלות הוספת יחידות ייצור

השוואה הוגנת יותר חייבת לבחון את ההשלכות הכלכליות שתיגרמנה לכל אורך חיי התחנה, גם אם אינן רשומות בשורת התקציב במועד ההחלטה על ההקמה.

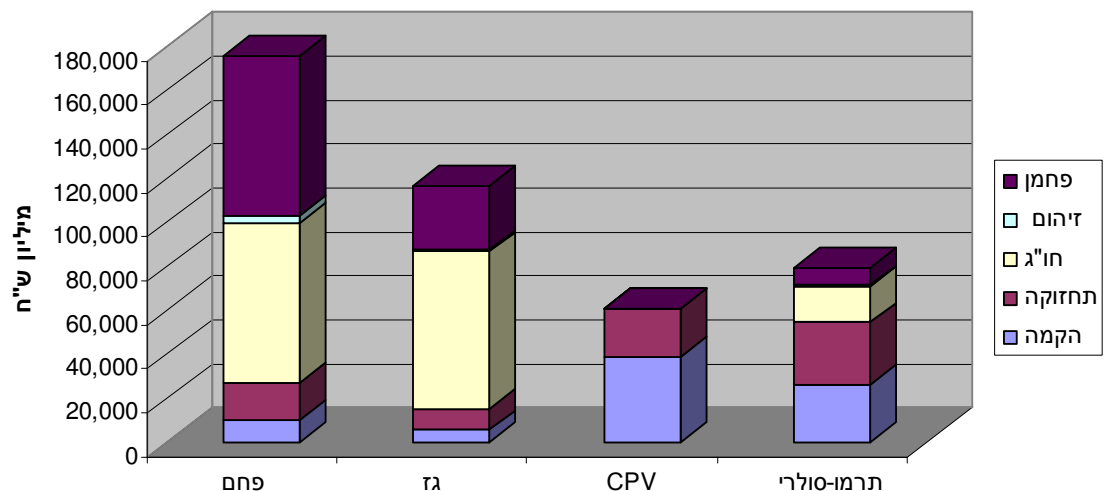
סיכום הנתונים מוצג במודל אשר כולל מצב סביר של מחירי פחם ועלויות חיצוניות. לתחנה התרמו-סולארי מתווסף גיבוי של גז לשעות בהן אין שמש ומכאן עלות חומרי הגלם והעלויות החיצוניות הנובעות מחלקו של הגז.

בתרשים 2.1 מוצג סיכום של כלל עלויות התחנות בהינתן קצב עלייה של 0.2% במחירי הפחם כל שנה, ובהינתן קצב עלייה של 4% במחירי טון פליטת פחמן (מקובל לתמחר טון פליטת פחמן במחיר קבוע. בדו"ח זה הונח מחיר של \$15 לטון פחמן

### תרשים 2.1 - סך העלויות לאורך 50 שנה

עלות/תחנה	פחם	גז	CPV	תרמו-סולארי
הקמה	10,016	5,723	38,716	26,057
תחזוקה	17,033	9,463	22,146	28,549
חומרי גלם	68,986	68,133	0	15,861
זיהום	3,592	590	0	165
פחמן	72,645	29,058	0	8,136
סה"כ	175,762	116,415	60,862	79,453

### תרשים 2.2 - סך העלויות לאורך 50 שנה



## סיכום ומסקנות

מהשוואת עלויות ההקמה, הוצאות תפעול ותחזוקה, וחומרי גלם של תחנת פחם, תחנת גז במחזור משולב, תחנה תרמו-סולארית בגיבוי גז ותחנה פוטו-וולטאית מרוכזת עולה כי קיימים הפרשים של עשרות אחוזים בין עלויות תחנות כוח שונות. **עלות תחנה פחמית גבוהה מן האלטרנטיבות המוצגות בחישוב ל-50 שנה.** כאשר נלקחות בחשבון עלויות הזיהום ועלות הפחמן כתוצאה מרגולציה, הפרשי העלויות מתרחבות והולכות. שינויים במחירי חומרי גלם מחצביים ועלויות הפחמן מקצינים את ההפרשים עוד יותר. **העלות האמיתית של תחנת פחם היא גדולה בכ-146% מעלות תחנת גז ובכ-170% עד 195% בהשוואה לחלופות הסולאריות.**

לשם אגירה בשנת 2025 (בעוד 15 שנים, בהסתמך על תחזית הביקוש לאנרגיה 2002-2025, משרד התשתיות הלאומיות). היחידות הנוספות יספקו חשמל לאורך כל שעות היממה בהינתן צבירת אנרגיה לשעות החושך, באותה רמה של תחנת חומרי גלם מחצביים (base load plant).

5 היוון הוא תהליך "תרגום" תשלומים מתקופה אחת ל"שפה" של תקופה אחרת. הוצאה שמתבצעת בעוד שנה היא פחות "כואבת" מהוצאה שמתבצעת היום, ויותר "כואבת" מהוצאה שמתבצעת בעוד שנתיים או חמש שנים. מכאן, ככל שהתשלומים נדחים למועד מאוחר יותר, כך העלות המהוונת קטנה יותר.

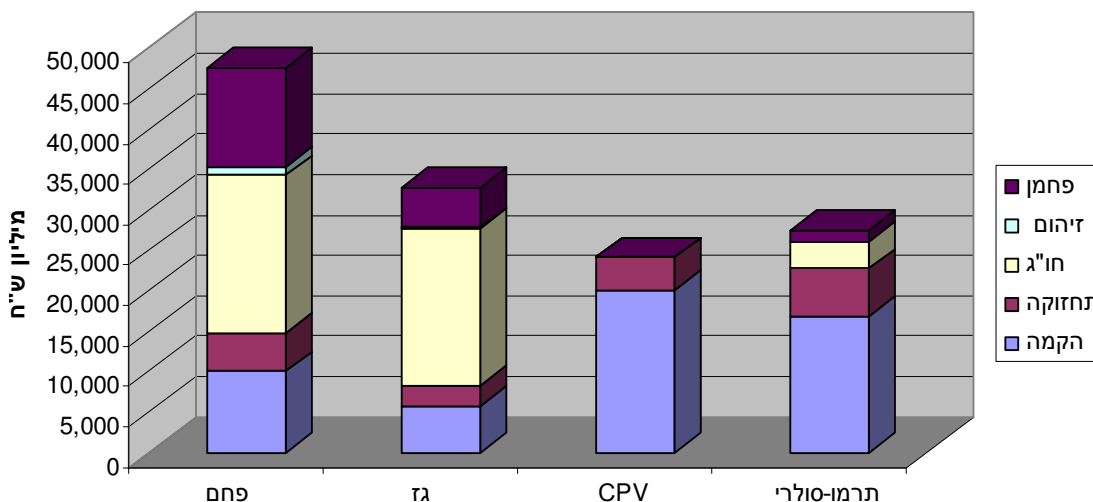
\* בניתוח שלנו, עלות מהוונת היא אמת המידה שלפיה נשווה באופן סופי בין עלות התחנות השונות.

לפי ניתוח זה ככל שתחנת כוח מזהמת פחות, העלות שלה נמוכה יותר לטווח הארוך.

### תרשים 2.3 - סך העלויות המהוונות

עלות/תחנה	פחם	גז	CPV	תרמו-סולארי
הקמה	10,016	5,723	20,114	16,721
תחזוקה	4,701	2,612	3,970	5,963
חומרי גלם	19,533	19,292	0	3,395
זיהום	991	163	0	46
פחמן	12,243	4,897	0	1,371
סה"כ	47,485	32,687	24,084	27,495

### תרשים 2.4 - סך העלויות לאורך 50 שנה



הפרק הישראלי נכתב ע"י נילי גרוסמן. (ניתן לעיין בדו"ח GreenEye המלא במשרדי גרינפיס בת"א)



# 4

## משאירים את הפחם מאחור

**הפחם שייך לעבר. השארת הפחם מאחור היא הדרך היחידה בה ניתן להתקדם. העולם פשוט אינו יכול להרשות לעצמו להמשיך בשימוש - המחיר הגבוה לאקלים, לכדור הארץ ולנו, הוא גבוה מדי. פחם היה אולי חיוני בהנעת המהפכה התעשייתית במאה ה-19, אך זמנו חלף. הגיעה העת למהפכה מסוג אחר - המונעת על ידי אנרגיה נקייה ובת-קיימא.**

מדינת ישראל משופעת בשמש ובטכנולוגיה סולארית פורצת דרך, פרי פיתוח ישראלי, אשר נסחרת מזה עשרות שנים ברחבי העולם. למרות זאת, ובניגוד לכל היגיון, טרם הוקמה תחנת הכוח התרמו-סולארית הראשונה בישראל, עליה הוחלט כבר ב-2001. ארגון גרינפיס פרסם כבר בשנת 2005 דו"ח מקיף בנושא התועלת הכלכלית שתניב האנרגיה הסולארית למשק הישראלי, אשר מעריך את הרווח הנקי בכ- 10 מיליארד שקל וביצירת למעלה מ-5,000 מקומות עבודה חדשים. מאז התחלפו לא מעט שרי תשתיות ויושבי ראש הרשות לחשמל והיו שאף השתכנעו באשר לחשיבותה של האנרגיה הסולארית ופעלו לקידומה. אך העובדות מדברות בעד עצמן: חלקה של האנרגיה המתחדשת בישראל מגיע לפחות מ-1%.

האנרגיה הסולארית בישראל נאלצת להתחרות בחברת החשמל, גוף מבוסס שהינו מונופול, אשר חולש לא רק על מקטע הייצור, כי אם גם על רשת ההולכה והחלוקה. נוצר מצב אבסורדי לפיו מחד נאסר על חברת החשמל לייצר אנרגיה סולארית בעצמה ומאידך, חלה עליה חובה לחבר לרשת את מתחריה מהשוק הפרטי. היצרנים הפרטיים אינם מצליחים לחדור לשוק ולהיכנס לתחרות הוגנת מול המונופול המבוסס, חברת החשמל. חסמים נוספים עומדים בפני האנרגיה המתחדשת בישראל - הסבר מפורט על כך ניתן בדו"ח גרינפיס מ-2009 "אנרגיה מתחדשת לקראת תנופה- חסמים ופתרונות" אשר הוצג והוגש למשרד התשתיות ולשר התשתיות ד"ר עוזי לנדאו עם כניסתו לתפקיד.

בדו"ח זה, חשפנו את ההרס הנגרם מכרייה- החל ממחלת הריאה השחורה ועד שריפות פחם והשפכים של פסולת חומצתית מהמכרות. גילינו את השפעתו המקומית והגלובלית של השימוש בפחם כדלק בתחנות-כוח, כולל האיום של גזי החממה המצטברים באטמוספירה. הצבענו גם על המורשת של הפחם - אותו נזק שנוטים לשכוח אותו - הנגרם על ידי מכרות נטושים וניסיונות הכשרתם מחדש- דבר שלעולם אינו מצליח. בעזרת CE Delft, תמחרנו חלק מהעלויות "החיצוניות" העולמיות הבולטות המשויכות לשרשרת האחריות של הפחם. סך העלות הייתה בסביבות 630 מיליארד אירו בשנה - מספר מזעזע ואף משוער שזהו אמדן נמוך מהמציאות. בלתי אפשרי היום להעריך את מכלול הפליטה הפוטנציאלית והכמות המדויקת של כל חלקי הנזק הנגרמים על ידי הפחם בעולם כולו.

לבסוף, הוכחנו באמצעות GreenEye כי כאשר מביאים בחשבון את מכלול המרכיבים ואת עלויותיהם הישירות והחיצוניות, ל-50 שנה, אין מנוס מלהבחין כי תחנת כוח שורפת פחם היא החלופה היקרה ביותר. **העלות הכוללת המהוונת של תחנת פחם מוערכת בכ-47 מיליארד שקל**, פי 2 מתחנה פוטו-וולטאית מרוכזת, גבוהה ב-170% מתחנה תרמו-סולארית בגיבוי גז וגבוהה ב-140% מעלותה של תחנת גז באותו הספק. לבד ממה שניתן לשים עליו תג מחיר, לא ניתן להתעלם מנזקי הפחם כפי שנסקרו בהרחבה בדו"ח ואשר תושבי ישראל סובלים מהם כבר היום.

## כוחם ואחריותם של מקבלי ההחלטות מה ביכולתנו לעשות?

כצעד ראשון, בכוחנו לחסוך בחשמל ובכך לייתר את הצורך בהקמת תחנת כוח נוספת. המודעות של כולנו באשר למקורו של החשמל בו אנחנו משתמשים עשויה להשפיע על חיי היומיום שלנו וכפועל יוצא להשפיע על רמות שיא הביקוש לחשמל ולכן גם על הצורך בהקמת תחנות כוח חדשות. באמצעות כלים טכנולוגיים פשוטים ניתן לשמר רמת חיים גבוהה ובו בזמן לצמצם את צריכת החשמל שלנו. החלפת נורות הלהט לנורות חסכוניות יצמצמו את הוצאות החשמל על תאורה ב-80%!

שינוי קל בהרגלי הפעלת מיזוג האוויר יכול להשפיע באופן ניכר הן על חשבון החשמל והן על הצורך בבניית תחנות כוח נוספות. כשהמזגן פועל על קירור, העלאת הטמפרטורה אפילו במעלה אחת, תפחית ב-6% את צריכת החשמל שלו. עצות נוספות לחסכון בחשמל תוכלו למצוא באתר האינטרנט: [www.GREENPEACE.org.il](http://www.GREENPEACE.org.il)

כאזרחים מעורבים, שמורה לנו הזכות לחופש בחירה באשר למקור החשמל המסופק. בבריטניה לדוגמה, ביכולתם של צרכני החשמל, גדולים כקטנים, לדרוש שהחשמל המסופק להם יהיה ירוק. דרישה זו מכריחה את יצרני החשמל השונים לגוון את סל הדלקים שלהם ולהכליל בו רכיב הולך וגובר של אנרגיה מתחדשת.

באופן מעשי, הדרך פתוחה בפני מי שמעוניין לרכוש לביתו מערכת תאים סולאריים ולהחזיר את ההשקעה באמצעות התעריף הירוק המוענק ליצרני חשמל מאנרגיה מתחדשת.

בבואם של מקבלי ההחלטות בישראל להכריע את עתידו של משק החשמל המקומי ובכלל זה להחליט באשר לתחנת פחם נוספת באשקלון עליהם להביא במכלול השיקולים את כלל החלופות ואת המשמעויות הרוחניות הגורל של אישור הקמתה של תחנת פחם נוספת. השקעה באנרגיה סולארית, תוצרת הארץ, תפחית את התלות ביבוא פחם ממקורות זרים, תלות אשר מחלישה את עצמאותה האנרגטית של המדינה.

תחנת פחם נוספת בישראל תשפיע לא רק על איכות האוויר בישראל ובריאות התושבים, אלא גם על התחייבויות בינלאומיות כחובת צמצום פליטות גזי החממה. בנוסף, בין אם נכיר בכך או לא, שינויי האקלים אינם פוסחים על ישראל, להיפך, הם פוגעים בבטן הרכה של המדינה; התייבשות מקורות מים-שתייה בקצב מוגבר יחד עם התמעטות במשקעים כבר גררו אחריהם היטלים וקנסות שהציבור נאלץ לשלם. עליית מחירי הפירות והירקות בהתמדה היא רק סנונית ראשונה המרמזת על מזקי האקלים לחקלאים אשר כפועל יוצא גורמים לעליית מחירים של מוצרי מזון בסיסיים. כולנו, כל תושבי ישראל, משלמים את המחיר.

בינתיים, האזרח מן השורה משלם את מחירו האמיתי של הפחם.

חלק זה נכתב ע"י נילי גרוסמן

מהפכת האנרגיה של גרינפיס מתחילה כאן: [www.Greenpeace.org.il](http://www.Greenpeace.org.il)

למידע נוסף, הצטרפות ופעילות - 03-5614014

# נספח 1

## מידע בסיסי על פחם

**הסכום המוצג בדו"ח הזה כעלות האמיתית של הפחם הוא חישוב מקדמי המעריך חלק מההוצאות הסמויות של פחם - אותן עלויות שאינן כלולות במחיר הנקוב לכל טון של פחם או חשמל מבוסס פחם המניעים את החברה בה אנו חיים.**

### כריית פחם

כריית פחם מתבצעת באחת משני אופנים: במכרות פתוחים (הנקראים גם מכרה פסגה, מכרה שטח או רצועות כרייה) או במכרות תת-קרקעיים. לכל אחד מסוגי הכרייה מחיר משלו בסוגיות של בריאות, בטיחות וסוגיות סביבתיות.

**כרייה פתוחה Opencast mining** - כרייה פתוחה נעשית כאשר רצועות הפחם קרובות לפני השטח של כדור הארץ. זוהי כרייה "יעילה" וזולה יותר מכרייה תת-קרקעית, ונטען שהיא מניבה יותר כיוון ששיעור תפוקת הפחם הוא 90%. בכרייה פתוחה, מרסקים את הסלעים והאדמה המכסים את רצועות הפחם (הנקראים "עומס על") באמצעות חומר נפץ, ומסלקים אותם מהאתר. קודחים בפחם הגלוי על מנת ליצור שברי פחם אותם משחררים ואוספים. בעולם כולו כ- 40% מהמכרות הם מכרות כרייה פתוחה. בארצות מסוימות האחוז גבוה יותר. באוסטרליה - 80% מהמכרות הן חציבה פתוחה ובארה"ב 67%.

חציבה פתוחה הורסת את פני הנוף, היערות ואת מעונם הטבעי של חיות בר, כיוון שמפוצצים את פסגות ההרים וקורעים את הנוף לגזרים. שיטה זו של חציבה גורמת לכריתת יערות, סחף ושקיעה, להנמכת פרשות המים והרס של אדמה חקלאית. בריאות ציבור הכורים והקהילות הסמוכות מאוימת על ידי האבק שנוצר מהפיצוץ והקידוחים.

**כרייה תת-קרקעית** - כרייה תת-קרקעית משמשת כאשר הפחם קבור עמוק מדי ואינו נגיש בשיטה של חציבה פתוחה. שיטה זאת היא פחות יעילה, דורשת עבודה אינטנסיבית ויקרה יותר מזו בחציבה הפתוחה. אך מכיוון שרוב הפחם של כדור הארץ קבור עמוק - מירב המכרות בעולם הם תת-קרקעיים.

ישנן שתי שיטות כרייה תת-קרקעית עיקריות - שיטת "חדר ועמוד" ושיטת "חומה ארוכה". חדר ועמוד משמש לכריית

### סוגי פחם

פחם הוא דלק מאובן. פירוש הדבר שהוא במקורו חומר אורגני (עץ ועלים) שהופעל עליו לחץ וחום, שבמשך מיליוני שנים הפכו אותו לחומר דחוס עתיר פחמן.

איכות הפחם תלוי בשיעור תכולת הפחמן שלו המושפעת מתנאי החום והלחץ בהם נוצר הפחם. ככל שתכולת הפחמן גבוהה יותר, כך ערכו האנרגטי גבוה יותר והוא מפיק יותר חום בשרפתו. את הערך האנרגטי של פחם נוהגים למדוד ביחידות תרמיות בריטיות (ערך BTU). ערך BTU שונה מאד בסוגים השונים של פחם. למשל - בכבול יש BTU של 4,500 ואילו הפחם הקשה ביותר יכול להימדד בלמעלה מ-BTU 14,000.

ישנם סוגים רבים של פחם, אך רובם נכללים באחת מארבע קטגוריות עיקריות:

**ליגניט Lignite** - (הידוע גם כפחם חום), הוא בעל ריכוז הפחמן הנמוך ביותר והלחות הגבוהה ביותר. גיאולוגית הוא צעיר יותר מכל סוגי הפחם והוא משמש בעיקר בהפקת כוח. פחם חום הוא הפחם המזהם ביותר ותהליך הפיכתו לאנרגיה שימושית הוא אינטנסיבי מאד. לדוגמה - צריך חמישה טונות של ליגניט כדי ליצור אנרגיה שווה לזו שמופקת מטון אחד של פחם קשה.

**פחם תת-בטומי Sub-bituminous Coal** - מכיל יותר פחמן ופחות לחות מליגניט וכמוהו משמש גם הוא להפקת כוח. הוא משמש גם למטרות אחרות ביניהם ליצירת מלט.

**פחם בטומי Bituminous coal** - נחשב פחם קשה, המכיל פחמן קבוע בריכוז של כ- 86% ממשקלו (הפחמן שנותר בפחם לאחר הכנתו לשריפה). בנוסף לשימוש בהפקת כוח, הפוכים אותו גם לפחם אבן המשמש לייצור ברזל ופלדה.



בחום נמוך בשיטת ה-FBC מפחיתה את יצירת התחמוצות החנקן (NO<sub>x</sub>). בנוסף, כיוון שיותר מ-95% ממזהמי הגופרית כתוצאה משריפת הפחם בשיטה זו ניתנים לשמירה בתוך הדוד, תחנות ה-FBC מייצרות הרבה פחות גופרית דו חמצנית (SO<sub>2</sub>).

**תחנות-הכוח של מחזור גז משולב אינטגרטיבי (IGCC).**  
תחנות כוח IGCC הן החדישות מבין השלושה, ולהן ממוצע של יעילות תרמית בסביבות ה-40%. כיום, מוגבל השימוש ב-IGCC לצורך הפקת חשמל על בסיס פחם, כאשר בכל העולם פועלות רק ארבע תחנות הדגמה של IGCC: שניים מהם בארה"ב, אחד בספרד ואחד בהולנד. בתהליך מעורבים שני שלבים: ראשית הפחם הופך לגז בתהליך של "מיחזור" אוויר בכור לחץ סגור. הגז שנוצר, שהוא תערובת של פחמן חד חמצני (CO) ומימן (H<sub>2</sub>) הקרוי "סינגז" - עובר שריפה על מנת להפעיל טורבינת גז. בשלב השני, הגז הנפלט מתהליך השלב הראשון, משמש ליצירת קיטור המניע טורבינת קיטור נפרדת. בדרך כלל טורבינת הגז שבשלב הראשון מפיקה בין 60% ל-70% מהכוח וטורבינת הקיטור מפיקה את היתרה.

### פחם לפי מדינה

חמשת יצרניות הפחם הראשונות בעולם (לשנת 2006, במיליון טונות)

מדינה	אחוזים מתוך כלל המדינות	תפוקה
סין	39.4%	2,380.0
ארה"ב	19.3%	1,053.6
הודו	6.8%	447.3
אוסטרליה	6.6%	373.8
רוסיה	4.7%	309.2
אחר	23.2%	1,631.2
העולם	100%	6,195.1

חמשת צרכניות הפחם הראשונות בעולם (לשנת 2006, במיליון טונות)

מדינה	אחוזים מתוך כלל המדינות	תפוקה
סין	38.6%	1,191.3
ארה"ב	18.4%	567.3
הודו	7.1%	237.7
אוסטרליה	3.9%	119.1
רוסיה	3.6%	112.5
אחר	28.5%	862
העולם	100%	3,090.1

רצועות הפחם הפחות עמוקות. השיטה כרוכה בחציבת חדרים בתוך רצועות הפחם והשארית עמודי פחם התומכים בתקרה (ועל כן שיעור הוצאת הפחם נמוך יחסית). כרייה בשיטת החומה הארוכה מניבה שיעור גבוה יותר של הוצאת פחם באמצעות השימוש במכונות חיתוך לכרייה ותומכות כוח המייצבות את המכרות. לאחר סילוק התומכות, המכרה מתמוטט.

כרייה תת-קרקעית מערימה כמויות אדירות של פסולת סלעים ואדמה על פני השטח - פסולת שלעיתים תכופות הופכת רעילה במגע עם אוויר ומים. מכרות תת-קרקעיים גורמים גם לשקיעת קרקעות - בהתמוטטות המכרות האדמה מעליהן שוקעת. שקיעת קרקע מביאה להרס מבני בתים ומבנים וקורעת לגזרים את התשתיות כגון כבישים, מבנים וגשרים. באוסטרליה ארעה רעידת אדמה כתוצאה מכרייה תת-קרקעית ב-1989 שגרמה להרס של מאות בתים, מותם של 13 אנשים ופציעתם של 165 אנשים נוספים. עלות הנזק שנגרם על ידי האסון היתה גבוהה מהרווחים שיצר המכרה מאז שנפתח 90 שנה קודם לכן.

שקיעת קרקעות גורמת גם לנזקים במימדים פחות קטסטרופליים הכוללים סחף אדמה, שיבוש של ניקוז שטח וניקוז תת קרקעי וכמו כן גורמת גם לאזורים רטובים ומוצפים. היא מנמיכה את פרשות המים ומסיטה את זרימת מי התהום והנחלים.

**טכנולוגיות של שריפת פחם - קיימים שלושה סוגי תחנות כוח-מייצרות חשמל המונעות על ידי פחם:**

**תחנות כוח של פחם כתוש PCF.** בתחנות כוח אלה הפחם נטחן לאבקה דקה המוזרמת אל תוך דוד. הוא נשרף בין 1,300°C ל-1,700°C, תוך יצירת קיטור המפעיל את הגנראטור והטורבינות. שיטה זו היא המבוססת והממוסדת מבין שלושת השיטות. 90% מהחשמל המופק על ידי פחם, מופק בתחנות PCF שהם כ-38% מכלל הכוח המופק על ידי כל מקור שהוא בעולם.

החדשות הרעות הן שתחנות כוח PCF הן בלתי יעילות בעליל. אמנם תחנות-הכוח הסופר-קריטיות ואולטרא-קריטיות (ביטוי לתרמודינאמיקה) יכולות להגיע ליעילות תרמית של עד 50%, אך הממוצע העולמי ליעילות תרמית של תחנות PCF הוא פחות מ-32%.

**תחנות כוח של שריפת מצע נוזלי (FBC).** בתחנות אלו הפחם נשרף עם אוויר, במצע נוזלי המערבב גז ומוצקים. התהליך נעשה בלחץ סביבתי (הנקרא לחץ אטמוספרי FBC) או בלחץ (הנקרא FBC דחוס) ובמידות חום נמוכות מאלה בהם משתמשים בתחנות ה-PCF. השימוש בטכנולוגיית ה-FBC מאפשר שימוש בפחם באיכות נמוכה או פחם מעורב בביומאסה. היעילות התרמית נעה בין 40% ל-44%. שריפה

# נספח II

## חישוב העלות האמיתית של הפחם

עלות הפחם המוצגת בדוח זה אינו מייצג הערכה כוללת של כל ההשפעות החיצוניות אותן ניתן לייחס לשרשרת האחריות (Chain of Custody) של הפחם. מידע מדויק בקנה מידה גלובלי ומהימן לגבי חלקים בשרשרת זאת, כגון נזקים כלכליים שניתן ליחס לשפכי מכרות חומצתיים, פשוט אינם קיימים. בפועל, לא ניתן לכמת את ההשפעות החברתיות כגון עקירת קהילות שלמות, אובדן מורשת תרבותית והפרת זכויות אדם.

לאור ההסתייגויות הללו, מובאת להלן המתודולוגיה לניתוח זה. דווח מלא של האומדן, תוכלו למצוא באתר: [www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)

**ריכוז מידע בסיסי על פחם: סוגים שונים, כיצד כורים אותו, טכנולוגיות שרפה של פחם, הכמויות המצויות, המיוצרות והמונצלות בארצות שונות בכל שנה.**

על מנת להעריך את עלות הפחם האמיתית, חברת המחקר ההולנדית העצמאית CE Delft אמדה בשמרנות את העלויות החיצוניות המשפיעות על בריאות בני אדם כתוצאה מזיהום האוויר הנובע מהשימוש בפחם, הנזקים שניתן לזקוף לשינויי אקלים ומקרי המוות בעקבות תאונות קשות בתפעול המכרות. עלויות אלו נאספו בנפרד ומאוחר יותר אוחדו, למתן הסכום (המוערך כי הוא בגבול הנמוך) שנאמד כמחיר שהפחם גובה מבני אדם והסביבה ב-2007.

בדיקת הנתונים מעלה ש:

- **הנזק הממוצע השנתי המשוער הנגרם משריפת פחם** בתחנות-כוח, לפי אומדן הגורמים שנבדקו, הוא בערך **355.75 מיליארד אירו**.
  - **הנזק הממוצע השנתי העולמי המשוער הקשור לתאונות בשרשרת כוח-הפחם**, לפי אומדן הגורמים שנבדקו, הוא **161.28 מיליון אירו**.
  - **הנזק הממוצע השנתי המשוער של כרייה על פי אומדן** הגורמים שנבדקו, הוא **674 מיליון אירו**.
- היקף הניתוח**
- חישוב העלות האמיתית של הפחם, בחן את הגורמים שלהלן:
- עלויות לחברה - המיוחסות לשינויי אקלים
  - השפעה על בריאות האדם כתוצאה מזיהום אוויר
  - מקרי מוות כתוצאה מגרימת תאונות קשות במהלך תפעול המכרות

## איסוף נתונים

### גופרית דו-חמצנית

האומדן עבור האיחוד האירופי נעשה באופן מצטבר ונתונים ספציפיים אלו הופקו עבור ארה"ב, סין, הודו, יפן, דרום אפריקה, אוסטרליה ורוסיה. (ראה טבלה II.1)

### תחמוצת חנקן (NOx)

האומדן עבור האיחוד האירופי נעשה באופן מצטבר ונתונים ספציפיים אלו הופקו עבור ארה"ב, סין, הודו, יפן, דרום אפריקה, אוסטרליה ורוסיה. (ראה טבלה II.1)

### חומר חלקיקים 2.5 (PM)

כלולים נתונים עבור סין, יפן, דרום אפריקה, האיחוד האירופי וארה"ב. (ראה טבלה II.1)

### מתאן (CH4)

הופק אומדן גלובלי אשר התבסס על גורם פליטה אחיד שהוא - ק"ג מתאן המופק על כל טון פחם השווה לפליטת מתאן מאכסון הפחם בתחנות כוח.

### 2. פליטה מכריית פחם

באופן גלובלי, פליטה המיוחסת לכרייה נכללה במחקר על סמך נתונים מ- במספר רב של אזורים (מזרח אסיה, מזרח אירופה, מערב אירופה וצפון אמריקה). נעשה שימוש בנתונים ממוצעים לגבי מצאי פליטות. המזהמים שנאמדו למטרות ניתוח כלכלי היו:

CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, PM 2.5, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> (ראה טבלה II.2)

### קביעת הפליטות העולמיות מפחם

מידע על הפליטות נלקח מנתונים קיימים ברמה לאומית בארצות המפיקות את הכמויות הגדולות ביותר של פחם. פליטות נאמדו בנפרד עבור יצרני חשמל (ברמת תחנת-הכוח) וכרייה. כיוון שמטרת המחקר הזה הוא השגת אומדן של נזקים גלובליים, אין צורך לקשר בין כמויות מדויקות של פחם מהמכרות לתחנות הכוח. לפיכך, כל הפליטות המיוחסות לכרייה הן אומדן וכ- 91% מהפליטות המיוחסות לייצור חשמל גלובלי מתבססות על נתוני הסוכנות הבינלאומית לאנרגיה, IEA. חשוב לציין כאן שאומדן ישיר של עלויות נזקים עבור ארצות רבות בעולם, אינו זמין.

### 1. פליטה ראשונית משריפת פחם

#### דו תחמוצת הפחמן CO<sub>2</sub>

בהתבסס על הפליטה העולמית של CO<sub>2</sub> כתוצאה מייצור חשמל, הורכב דירוג של עשרה מזהמים: ארה"ב, סין, הודו, יפן, גרמניה, דרום אפריקה, אוסטרליה, רוסיה ופולין. ארצות אלה אחראיות ל- 85% מפליטות שריפת הפחם העולמית. ביחד עם הפליטות מארצות האיחוד האירופי האחרות ארצות אלה מכסות 91% מפליטות שריפת הפחם הגלובלית. בארצות אלה נאמדו גם פליטות נוספות, הנקראות "מזהמים קלאסיים". (ראה טבלה II.1)

## טבלה II.1 - פליטה שנתית של מזהמים קלאסיים ממכרות פחם

פליטות לשנה (קילוטון\*)

CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	PM 2.5	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	מדינה/איזור
	889,531.52	43.46	1,200.00	1,470.00	אירופה
	2,341,616.45	2,537.00	7,434.00	20,567.00	הרפובליקה העממית של סין
	1,973,502.42	87.07	3,595.00	10,068.00	ארה"ב
	562,840.07		1,580.00	2,959.00	הודו
	215,089.87	1.00	511.00	1,056.00	רוסיה
	212,647.68	11.00	21.00	23.00	יפן
	199,634.09	51.00	526.00	1,177.00	דרום אפריקה
	204,131.85	20.50	614.00	605.00	אוסטרליה
<b>725</b>	<b>6,598.993.94</b>	<b>2,751.03</b>	<b>15,481.00</b>	<b>37,925.00</b>	<b>סך כל המדינות</b>

## טבלה II.2 - פליטות מתחנות כוח לשימוש עבור חישוב עלות הנזקים

CH <sub>4</sub>	SO <sub>2</sub>	PM 2.5	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	מדינה/איזור
29	44	4	209	13555	פליטות לפי קילוטון

\* 1 קילוטון = 1,000 טון



2. השפעת זיהום האוויר על בריאות האדם

1. נזקים שניתן לייחס לשינויי אקלים

חישוב עלות הנזק נעשה לכל טון של פליטה של מזהמים שאינם CO<sub>2</sub> - כלומר "מזהמים קלאסיים". עלויות הנזקים מתבססות, למטרות חישוב זה, על פרויקט NEEDS (Network of Europeans for Electoral and Democracy Support) באיחוד האירופי (זהו השלב האחרון של סדרת ExternE) אשר הצמידו אומדן כספי להשפעות פליטת מזהמי אוויר ספציפיים על הבריאות. אומדנים אלו נעשו עבור הפליטה ב-39 ארצות אירופיות ולא-אירופיות וחמישה אזורים ימיים. התוצאות כוללות אומדן ממוצע לאיחוד האירופי של עלות הנזקים לכל טון של מזהמים ספציפיים.

בניתוח זה נעשה תחשיב הממוצע השנתי של עלויות הנזקים מפליטת CO<sub>2</sub> ו-CH<sub>4</sub> הנובעת מפחם, שנאמד עפ"י שנת 2007. בתחשיב נכללה פליטה גם משריפת פחם וגם מתפעול מכרות. הערכת עלות המניעה נאמדה ב-20 אירו לכל טון פחמן. ערך זה מתבסס על העלות המשוערת למניעת פליטת CO<sub>2</sub> כפי שנאמדו על פי המחיר הממוצע לזכות פליטת טון פחמן בתכנית הסחר בזכויות פליטה של האיחוד האירופי (EU Emission Trading Sceme). זאת במקום השימוש במספרים האקטואליים של נזקים שנגרמו על ידי פליטת CO<sub>2</sub>, כיוון שהיה חוסר בהירות סביב כימות מספרים אלו. חשוב לציין שעלויות מניעת פליטת CO<sub>2</sub> צפויות לעלות באופן חד. יש מחקרים המורים כי המחיר יכפיל את עצמו בעשור הקרוב ויגיע עד כדי פי 10 עד אמצע המאה. למרות שמחיר מניעה עתידית של CO<sub>2</sub> לא נלקח בחשבון במסגרת ניתוח זה - מוצעת כאן סקירה של העלות הצפויה בטבלה שלהלן.

המספרים הנקובים בפרויקט NEEDS מתבססים בעיקר על ערכים של "יכונות לשלם" (Willingness to Pay - WTP) על-פי מחקרים ניסויים על הערכת ההשפעה של מוות ותחלואה. מספרים אלו שוקללו תוך שימוש בפקטורים של "שוויון כוח הקניה" (PPP) וכתוצאה מכך, האומדן המתקבל הוא ממוצע משוקלל ביחס לאוכלוסיה, שחושב על מנת לתת מספרים ייצוגיים יותר עבור חישוב גלובלי.

באומדן CH<sub>4</sub>, הוחל פקטור של 23 המשקף את ההשפעה של מתאן על התחממות גלובלית בהשוואה ל-CO<sub>2</sub> להערכת עלות הנזקים - 460 אירו לטון פחמן. ערכים אלו הוכפלו בפליטה השנתית הממוצעת על מנת לחשב את עלות הנזקים הכוללת של שינויי האקלים, אותם ניתן לייחס לחומרים המזהמים הללו.

האומדנים הם גסים מאד ללא האפשרות להפעיל מודל מלא הכולל זיהום רקע, דפוס פיזור, אוכלוסיה נתונה להשפעות, תנאים מטאורולוגיים וכו'.

טבלה II.3 - ערכים מומלצים עבור גזי חממה (אירופה 2005, לפי טון של CO<sub>2</sub>)

2055	2050	2045	2035	2025	2015	2010	2005	תחזית לפי שנים
27	22	17	15	14	11	9	7	MDC_NoEW <sup>1</sup>
-	77	66	37	32	27	23.5	-	PP_MAC_Kyogo <sup>2</sup>
-	198	146	87	51	31	23.5	-	PP_MAN_2 <sup>3</sup>

1 Pure economic cost-benefit analysis with no equity weighting.

2 Use of agreed objectives (20% reduction of greenhouse gases by 2020).

3 Ambitious goal of 2 degree centigrade increase as compared to pre-industrial levels.

Source: NEEDS, 2008

### 3. מקרי מוות הנובעים מתאונות קשות הקשורות לתפעול תאונות

המחקר מגלה שאומדן ממוצע לעלויות החיצוניות של תאונות כרייה, על פי הגורמים שנבדקו, הן **161.28 מיליון אירו**.

#### סיכום

חברת CE Delft חיברו את כל הנזקים הרשומים מעלה, והגיעו באומדן גס לסכום כולל של בערך **360 מיליארד אירו**. כפי שנאמר, אומדן זה אינו כולל את כל הפליטות האפשריות, וגם לא את כל הנזקים האפשריים ועל כן יש לראות בו אומדן בגבול הנמוך ביותר. כך גם לגבי הגורמים שנלקחו בחשבון לחישובים כיוון שהנתונים אינם כולם שלמים. יחד עם זאת, הבדיקה כיסתה 91% מכל הפליטות. למשל, יתכן שהוספת אומדן הפליטה של חומר חלקיקים ברוסיה ובהודו, הייתה מעלה את האומדן במידה רבה. במסגרת הפרמטרים שנלקחו בחשבון, בדיקה זו מראה ששריפת פחם בתחנות כוח מהווה גורם המשפיע ביותר בגרימת נזקים. שריפה זו אחראית ליותר מ- 99% מהסכום הכולל. מעמסת הנזקים כתוצאה מפליטת כרייה מוערך בכ- **674 מיליון אירו** בשנה, ומעמסת הנזקים כתוצאה מתאונות בכ- **161 מיליון אירו** בשנה.

עלויות נזקים של תאונות כרייה לכל יחידת הפקת חשמל חושבו קודם לכן על ידי הירשברג - Hirschberg et.al., 2004 (ראה טבלה II.4). מספרים אלה כוללים אך ורק תאונות שגרמו למותם של למעלה מ-5 אנשים.

#### תוצאות

##### שריפה

המחקר מגלה שאומדן ממוצע לעלויות החיצוניות של שריפת פחם, על פי הגורמים שנבדקו, הן **355.75 מיליארד אירו**.

##### כרייה

המחקר מגלה שאומדן ממוצע לעלויות החיצוניות של כריית פחם, על פי הגורמים שנבדקו, הן **673.87 מיליון אירו**.

הערך הכולל הוא נמוך באופן משמעותי מאותם ערכים המיוחסים לשריפת פחם. אך יש לציין שמחקר זה אינו סופי. גורמים כגון הרס המערכת האקולוגית, זיהום מים ואדמה וכו', לא נכללו בתחשיב זה בשל חוסר נתונים גלובליים אמינים לגבי השפעות כגון אלה.

#### טבלה II.4 - נזקים נלווים: תאונות בתחנות שרשרת הפחם Euro per MWh (לפי יורו למגה וואט שעה)

סך-הכל	ציבורי	תעסוקתי	סין
0.061		0.061	
0.003	0.000061	0.0034	OECD
0.32	0.00035	0.032	מדינות אחרות (לא OECD)

# נספח וו

## ישראל - חישוב עלויות פחם וחלופותיו

### עלות פליטות פחמן

20\$ - 260\$ לטון

Price H., Kearny D. 2003. "Reducing the Cost of Energy from Parabolic Trough Solar Power Plants" National Renewable Energy Laboratory

Raviv D. 2009. "A Plan to replace fossil fuel with solar energy in Israel"

### עלות זיהום (לטון)

2SO 3190\$, NOX 2400\$, 10 PM 9500\$

נייר עמדה מס' 4, המשק מפסיד מיליארדים בגלל תחלואה מזיהום אוויר, דו"ח של קואליציית "דרכים לקיימות", קואליציית ארגונים סביבתיים וחברתיים בישראל

### הוצ' תפעול ואחזקה (לשנה)

פחם - 90\$ m

Cost Comparison for Nuclear vs. Coal  
<http://www.nucleartourist.com/basics/costs.htm>

גז - 50\$ m

California Public Utilities Commission 2007, New Combined Cycle Gas Turbine (CCGT) Generation, Resource, Cost, and Performance Assumptions

PV - m 141 ILS

Raviv D. 2009. "A Plan to replace fossil fuel with solar energy in Israel"

תרמו סולרי - 451 ILS m

Price H., Kearny D. 2003. "Reducing the Cost of Energy from Parabolic Trough Solar Power Plants" National Renewable Energy Laboratory

### שערי חליפין

1 ILS = 0.264189 USD = 0.185831 EUR

(לפי שערים יציגים ב- 1/1/10)

### שטח התחנות

דו"ח שנתי של חברת החשמל 2009

Price H., Kearny D. 2003. "Reducing the Cost of Energy from Parabolic Trough Solar Power Plants" National Renewable Energy Laboratory

Raviv, D. 2009. "A Plan to replace fossil fuel with solar energy in Israel"

### מחיר דלקים

פחם: 420 ש"ח לטון - 690 ש"ח לטון

דו"ח שנתי של חברת החשמל 2009

גז: 200\$ ל-BCM (כנראה שהמחיר בפועל יהיה נמוך יותר בכמעט 25%)

לפי כתבת The Marker

[http://www.themarker.com/tmc/archive/arcSimplePrint.jhtml?ElementId=abe20090723\\_5568963](http://www.themarker.com/tmc/archive/arcSimplePrint.jhtml?ElementId=abe20090723_5568963)

### שינויים במחיר פחם

Dr. Katzer J., et al. "The Future of Coal" MIT Center for Energy and Environmental Policy Research

[http://web.mit.edu/coal/The\\_Future\\_of\\_Coal.pdf](http://web.mit.edu/coal/The_Future_of_Coal.pdf)

### עלויות הקמה (לקוט"ש מותקן)

פחם 2100\$, גז מחז"מ 1200\$-

Kaplan S. 2008. "Power Plants: Characteristics and Costs" CRS Report for Congress

PV 2000\$-

Raviv D. 2009. "A Plan to replace fossil fuel with solar energy in Israel"

תרמו-סולרי 2400\$ -

Price H., Kearny D. 2003. "Reducing the Cost of Energy from Parabolic Trough Solar Power Plants" National Renewable Energy Laboratory



**תמונה** טורבינות רוח על רקע  
הזריחה. חוות הרוח מרנצ'ין היא  
הגדולה באירופה, עם 104 טורבינות  
המופעלות על-ידי חברת איברדולה,  
חברת אנרגיית הרוח הגדולה בעולם.

©גרניפויס / דניאל בלטה



גריןפיס הינו ארגון עצמאי בינלאומי, ללא מטרת רווח, הפועל לשינוי מדיניות באמצעות קמפיינים בעלי אופי יצירתי ובלתי אליים להגנה על האדם והסביבה ולקידום השלום.

גריןפיס ים-תיכון, ישראל  
החשמונאים 113, ת"א  
ת.ד 14423  
מיקוד 61143  
טלפון: 03-5614014  
פקס: 03-5614015

## חקר מקרה-צלמים

### אקלים

#### עמ' 10

1. ©Greenpeace / John Novis
2. ©Greenpeace / Vinai Dithajohn
3. ©Greenpeace / Teresa Osorio

#### עמ' 11

1. ©Dean Sewell / Oculi/Agence VU / Greenpeace
2. ©Greenpeace / Matthieu Barret
3. ©Greenpeace / Rodrigo Baleia

## קולומביה

### עמ' 16-17

1. ©Greenpeace / Steve Morgan

## רוסיה

### עמ' 20

1. ©Alexandr Danilyushin / ITAR-TASS
2. 3. ©ITAR-TASS / Vitaly Romanov

### עמ' 21

1. ©ITAR-TASS / Moiseeva Tatyana
2. ©ITAR-TASS
3. ©Alexandr Danilyushin

### עמ' 23

- ©Greenpeace / Vadim Kantor

## אינדונזיה

### עמ' 24-25

- ©Greenpeace / Ardiles Rante

## דרום אפריקה

### עמ' 28-30

- ©Graeme Willams / Panos

### עמ' 31

1. ©Graeme Willams / Panos / Greenpeace
2. ©Greenpeace / Markel Redondo

## אוסטרליה

### עמ' 34

1. ©Greenpeace / Dean Sewell
2. 3. ©Greenpeace/Murphy

### עמ' 35

1. 2. ©Greenpeace / Luis Enrique Ascui
3. ©Greenpeace

## ישראל

### עמ' 38

- ©Greenpeace / חן ליאופולד

### עמ' 39

1. ד"ר מיכאל גדילביץ' ©.
2. ©Greenpeace / Nevlut Yaman
3. ©Greenpeace / חן ליאופולד