

תכנית אב ארצית לאחסון ומחזור אפר פחם

בהזמנת מנהלת אפר פחם

ינואר 2004

עורך: ארנון שרגא, אדריכל

כתובת: רח' יסמין 39, כרמי יוסף
טל: 08-9287080 פקס: 08-9287040
Email: shraga@netvision.net.il

עבודה זו מוקדשת
לאהרון בועז ז"ל
איש רב פעלים וידע
מומחה לאפר פחם
שהסתלק מאיתנו בעיצומה
של כתיבת עבודה זו

צוות ההיגוי וצוות העבודה

1. צוות ההיגוי:

ולדימיר נמירובסקי – יו"ר מנהלת אפר פחם, משרד התשתיות הלאומיות
ד"ר אלי שטרן – המדען הראשי, המשרד לאיכות הסביבה
ד"ר אהרון זוהר – מנהל התכנון, משרד הפנים
גרשון פטרון – מנהל פיתוח עסקים, חברת החשמל
פאולו פלזנשוולב – מנהל מחלקת דלקים ואפר, חברת החשמל
יעקב זוהר, מנהל היח' למניעת מפגעים ורישוי סביבתי, חברת החשמל
ד"ר אריאל מצגר, מנהל פרויקט, היח' למניעת מפגעים ורישוי סביבתי, חברת החשמל
אילן נסים, מנהל אגף פסולת מוצקה, המשרד לאיכות הסביבה
כרמית חבקין – טכנולוגית החברה הלאומית להספקת פחם
עמרי לולב – מנהל מנהלת אפר הפחם

2. צוות העבודה:

ארנון שרגא – אדריכל, ראש הצוות
דוד לנגר – כלכלן, חברת "תשואות"
אהרון בועז ז"ל – מהנדס, מומחה לשימושי אפר פחם

תוכן עניינים

<u>עמ'</u>	
4	תקציר
6	1. מבוא
6	2. התפתחות שימושי אפר פחם
10	3. אתרים לאחסון ביניים של אפר פחם
10	3.1 סקירת החלטות והמלצות להקמת אתרי אחסון ביניים
12	3.2 שיקולים לבחירת אתרים לאחסון ביניים של אפר פחם
13	3.3 שיקולי תכנון סביבתי
14	3.4 סקירת אתרי אחסון אפר פחם
14	3.4.1 אחסון ביניים בתוך תחנות הכח
17	3.4.2 אחסון אפר פחם באתרים מחוץ לתחנות הכח
18	3.4.2.1 אתרים פוטנציאליים לאחסון ביניים במחצבות
19	3.4.2.2 בחינת אתרי פסולת לאחסון ביניים של אפר
19	3.4.2.3 מאגר אפר פחם
23	4. שיטות לאחסון אפר פחם
23	4.1 אחסון במתקנים סגורים
25	5. מתקני מיון והשבחה של אפר פחם
25	5.1 השבחת אפר מרחף
27	5.2 מיון אפר תחתי
28	6. היבטים כלכליים של שימושי אפר פחם
29	6.1 אחסון ביניים לעומת הטמנה-השוואה כלכלית
30	6.2 אחסון ביניים לעומת הטמנה- התועלת למשק
30	6.3 דירוג יישומים
31	6.4 מסקנות
33	7. סיכום
36	7.1 רציונל המערך המוצע לאחסון ביניים של אפר פחם
37	8. המלצות
37	8.1 מידרג מערך אתרי אחסון ביניים
38	8.2 המערך הפיזי
38	8.2.1 אחסון ביניים בתחנות הכח
38	8.2.2 מתקני אחסון סגורים
38	8.2.3 מתקני השבחה
38	8.2.4 אחסון ביניים באתרי פסולת
38	8.2.5 מאגר אפר פחם
39	8.2.6 אתרי שיקום נופי
40	9. נספח א' – השבחה ומיון של אפר פחם (בספריית מנהלת אפר פחם)
59	10. נספח ב' – היבטים כלכליים של שימושי אפר פחם (בספריית מנהלת אפר פחם)

תקציר

תפקוד תחנות הכח הפחמיות המספקות כ- 80% מצריכת החשמל בארץ עלול להיפגע אם לא יוסדר מערך טיפול לאפר הפחם. ההכרה בכך החלה עם תכנון תחנות כח אלו לפני כ- 30 שנה, ולמרות החלטות רבות של ועדות וגופים שונים, לא הוקם מערך כזה ואף לא באופן חלקי.

כדי לאפשר את תפעולן השוטף והתקין של תחנות הכח "אורות רבין" ו"רוטנברג" יש לגרום לפינוי מושכל, כלכלי ואיכותי, של אפר הפחם הנוצר בתחנות אלו, הן מנקודת מבט היצרן-חח"י, והן מנקודת ראות משק המדינה.

תכנית האב המוצעת מתווה את דרכי הטיפול באפר תוך מיצוי פוטנציאל השימושים בו, ניצול מירבי של ערכו הכלכלי וצמצום השפעותיו הסביבתיות. המערך המוצע בתכנית מהווה חלופה להטמנת האפר שהוצעה בעבר ואיננה נחשבת יותר למעשית. האפר יטופל בשני מסלולים המשלימים זה את זה:

(1) מערך אחסון ומחזור.

(2) מיצוי פוטנציאל שימושי האפר.

מערך האחסון והמחזור יאפשר גמישות בהספקת כמויות משתנות של אפר, בזמנים משתנים, באיכויות שונות ולשימושים שונים. עיקר המערך מבוסס על אתרים מוסדרים לאחסון ביניים של אפר. המערך יבנה ממידרג אתרים כשכל אחד מהם מהווה ברירת מחדל לקודם לו:

מיקום אתרי אחסון הביניים האופטימליים הוא בתחנות הכח עצמן. מומלץ למסד שטחים עבור נפח אחסון של 300,000 טון בכל אחת מתה"כ. התוכנית תכלול הקמה בשטחים אלו, בשלב ראשון ב"אורות רבין", של מתקן השבחה לאפר מרחף ומתקן מיון לאפר תחתי. מתקן מסוג כזה לאחסון סגור של 15,000 טון אפר מרחף יבש מהווה חלק ממתקן ההשבחה. יתרת מלאי האפר יאוחסן בערימות פתוחות כשהוא מורטב ומטופל למניעת פיזור אבק.

עבור עודפי אפר העלולים להצטבר מעבר לקיבולת תחנה"כ מומלץ להקים אתרים נוספים לאחסון ביניים מחוץ לתחנות. לאחר שיקלול אילוצי איכות הסביבה וההגבלות ההידרולוגיות וכן צירי ההובלה ואורכם, לא נמצאו אתרים מתאימים אלא במשולב עם אתרי סילוק פסולת גושית. מבין כולם נמצאה מחצבת "נען" שתהפוך לאספ"ג בתקופה הקרובה, כמתאימה לגיבוי ארצי לאחסון ביניים ואת אספ"ג "כוכב מערב" המתוכנן להיפתח בעתיד יש לבחון כגיבוי "לרוטנברג". באם אילוצים של זמינות אתרים אלו או מתן עדיפות להטמנת פסולת בהם על אחסון אפר לא יאפשרו שימוש באספ"גים, יוקם אתר ייעודי כאוגר תפעולי לאחסון אפר פחם בלבד בשטח לא מופר מזרחית לקיבוץ נגבה.

במקרה נדיר של צבירת עודפי אפר בתחנות הכח, באספ"גים או במאגר האפר, מומלץ להפנות את העודפים לשיקום נופי במחצבות נטושות באזור נחלה וקדמה (צפונית לקרית גת) או באזור

כפר מנחם. למטרה זו יש להועיד בתכנית מאושרת נפח שיקום משוריין לאפר ולבחון אחת למספר שנים אחדות את הצדקת שיריונו.

במתקן ההשבחה שיוקם ב"אורת רבין" מוצע להשתמש בשיטת השבחה המתבססת על עירבוב כמות קטנה יחסית של אפר שעבר תהליך השבחה עם כמות גדולה יותר של אפר שלא עבר את התהליך. שיטה זו מאפשרת ייצור אפר באיכות גבוהה עם אחוזי פחמן לא שרוף נמוכים ובעלויות סבירות. אפר זה יוצע לשימושים בתעשיות שיפיקו ערך כלכלי גבוה לחח"י. השימושים הקיימים היום מסוג זה הם בתעשיות הצמנט, הבטון והבניה. הניתוח הכלכלי מצביע על שימושים נוספים בעלי פוטנציאל כלכלי גבוה אך יישומן עדיין יקר, בתעשיות הפלסטיק והמתכות.

מערך האחסון והמחזור על כל מרכיביו, אתרי אחסון הביניים ומערכת השבחת האפר, יביאו לעליה בערכו הכלכלי של אפר הפחם ויאפשר ביטול סיבסודו לצרכן ע"י חח"י. מערך האחסון יביא להרחבת השימושים מצד אחד, אולם גם לויסות בין היצע וביקוש לאפר ולשליטה של חח"י בהספקת האפר לפי ראות עיניה, מצד שני. השליטה בהספקה תנטרל לחצי קונים ותאפשר לחח"י לקבוע את מחירי האפר ואת חלוקת כמויות האפר לצרכנים לפי כדאיות כלכלית.

תרומת מערך האחסון והמחזור למשק המדינה הוא בחסכון בעלויות כריית חומרים לבניה ולסלילה ובצמצום השימוש בחומרי גלם מתכלים (חול, טוף). האפר המושבח והממוין יחליף כמויות גדולות יותר של חומרי חציבה בתעשיות הצמנט, הבטון והבניה, בתעשייה ובחקלאות.

מכיוון שכל הגורמים הנוגעים בדבר ובראשם חברת חשמל וכן מנהלת אפר הפחם, המשרד לאיכות הסביבה, משרד התשתיות הלאומיות ומשרד הפנים מכירים בנחיצות המערך המוצע ובתרומתו לחח"י ולמשק המדינה, יישום תכנית האב לאחסון ומחזור אפר פחם עשוי להיות מייד.

1. מבוא

עם תחילת ייצור החשמל באמצעות פחם נוצר הצורך בטיפול בתוצר הלוואי של שריפת הפחם – אפר הפחם. כמות אפר הפחם הולכת וגדלה במקביל לגידול בכושר הייצור של תחנות הכח הפחמיות והיא עומדת כיום על כמיליון טון ורבע בשנה. עם הפעלת תח"כ פחמית חדשה בשנת 2008 צפויה כמות של למעלה ממיליון טון וחצי של אפר מדי שנה. התוויית תכנית לניצול אופטימלי של האפר הסתמנה כתנאי הכרחי להמשך תפעולן התקין של תחנות הכח הקיימות ולהקמת תחנות כח פחמיות חדשות.

ההתמודדות עם אפר הפחם וההכרה באפשרויות הגלומות בו הביאו לשינוי תפיסתי בגישה לטיפול בו. ממוצר לוואי שעודפיו הבלתי מנוצלים נחשבו כפסולת, מטופל האפר משנת 1997 (וביתר שאת מאז שנאסר סילוקו לים בסוף 1998) כמשאב. פיתוח שימושים מסחריים לאפר מלמד שהאפר הוא משאב כלכלי (תחליף תחרותי לחומרי גלם), משאב בר-השבה (ניתן לאחסנה, השבחה ושימוש חוזר) ומשאב אסטרטגי (מחליף חומרי גלם מתכלים).

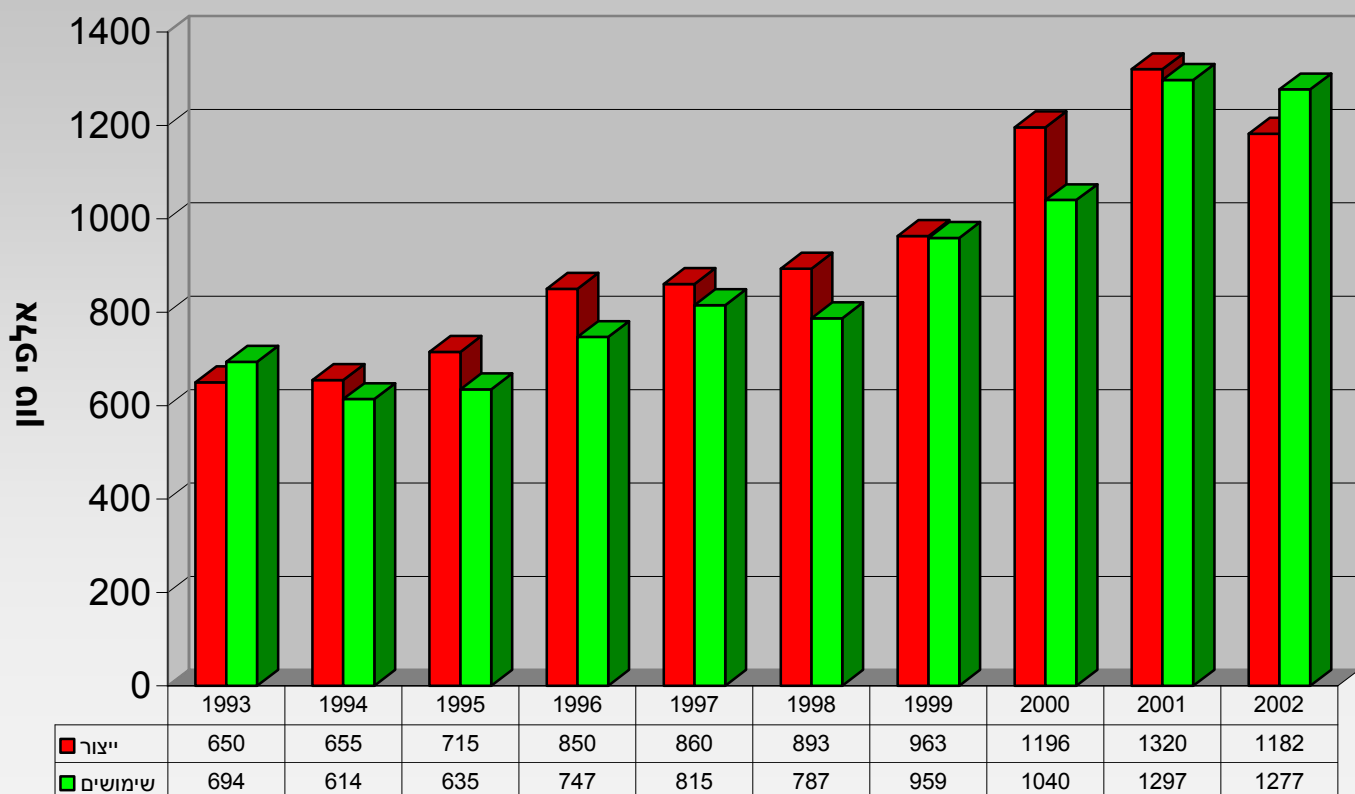
מטרת התכנית המובאת להלן היא לתכנן את המסלולים האופטימלים של אפר הפחם מרגע היווצרותו בתחנות הכח ועד יישומו אצל הצרכן הסופי, הן מנקודת ראות חברת חשמל והן מנקודת מבט משקית ציבורית.

2. התפתחות שימושי אפר פחם

מחקר ופיתוח מתמשך שנעשה ע"י חברת החשמל ומנהלת אפר הפחם לשימושים באפר הפחם הביא את האפר לתודעת הצרכנים ממגזרים שונים. האפר לסוגיו משמש היום כמרכיב בעל יתרונות טכנולוגיים, תפעוליים וכלכליים בעיקר בייצור צמנט, ובתעשיות הבטון והבניה, בסלילת כבישים, בתשתיות ובחקלאות. הרחבה על הני"ל ראה בנספח ב' - הנספח הכלכלי.

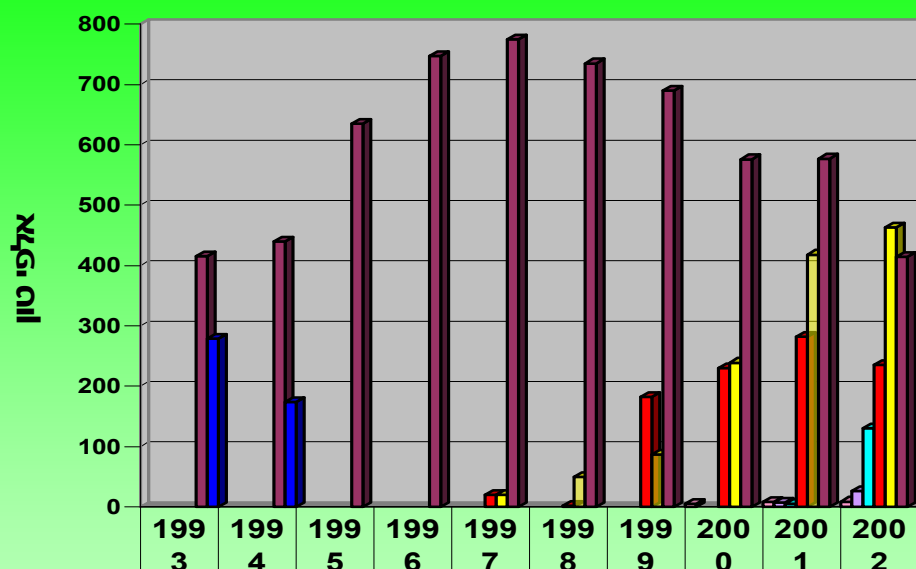
המאמצים למציאת שימושים בתחומים שונים הביאה עם השנים לעליה בביקושים לאפר. למרות הגברת ייצור האפר עם הפעלת יחידות ייצור חשמל פחמיות נוספות נוצלו מרבית כמויות האפר, הן ע"י גידול בכמויות האפר בשימושים וותיקים ויישום ערוצי שימוש חדשים, והן ע"י סילוק האפר למילוי ולשיקום נופי – טבלה 1.

התפלגות השימושים באפר פחם – טבלה 2, מצביעה על מגמה ברורה של מעבר מיישום מרבית כמות האפר בייצור צמנט, לפיזור והתפלגות האפר בשימושים נוספים: ייצור בטון, סלילת כבישים, שיקום סביבתי וכמויות ניסיוניות בתעשייה, בחקלאות ולייצוא. מגמה זו התפתחה על רקע שינויים כלכליים מישקיים-מיתון בענף הבניה שהוריד את ייצור המלט אולם מאידך הגביר



טבלה 1) התפתחות השימושים באפר פחם בשנים 1993-2002

המקור: חברת חשמל



	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
■ בניית סוללה מסביב לאתר "אורות רבין"	279	174								
■ ייצור מלט	415	440	635	747	775	735	690	576	577	414
■ ייצור בטון					20	50	87	239	418	463
■ סלילת כבישים					20	2	182	230	282	235
■ שיקום סביבתי									5	130
■ ייצוא ליוון									7	26
■ ריפוד רפתות								5	8	9

טבלה 2) התפלגות השימושים באפר פחם בשנים 1993-2002

המקור: חברת חשמל

טבלאות 1 ו-2 מצביעות על מגמה כללית חיובית של ניצול רוב האפר לשימושים מסחריים. אולם עדיין יש עודפי אפר ועדיין חלק מהשימושים בעלי ערך כלכלי נמוך, אף כי הם כדאיים יותר מהטמנה והם מותנים בסבסוד חלק מהעלויות ע"י הח"י.

בשנת 2002 התבצע לראשונה ייצוא של אפר פחם ליוון באמצעות אוניות. יש לציין שכדאיות הייצוא הימי תלוייה בעיקר באופטימיזציה בין נפח האוניה, נפח מתקן האחסון, קצב אספקת האפר להטענת האנייה ומרחק ההובלה. כמויות הייצוא עד היום היו קטנות וזניחות.

להלן אומדן התפלגות שימושי אפר פחם בשנת 2003 :

יעוד	כמות – באלפי טון	% מהייצור
צמנט	480	35
בטון ומוצריו	500	37
סלילה ותשתיות	280	20
חקלאות	10	1
סה"כ	1,270	93

ייצור	1,370	100
מלאי	210	15

שתי נקודות עקרוניות עולות מטבלה זו :

1. נראית מגמת עליה בשימושי האפר בענפי הבניה. אלו השימושים עם הערך הכלכלי הגבוה מבין השימושים הישימים היום ולכן יש להפנות את מירב האפר האפשרי לשימושים אלו.
2. עודפי אפר (מלאי) גדולים העלולים לשבש את תפעול תחנה"כ אם לא יוסדר לכך פתרון אחסון כחלק ממערך שימושי האפר.

3. אתרים לאחסון ביניים של אפר פחם

מתחילת השימוש בפחם לייצור חשמל בישראל בשנת 1982 בוצעו פעולות רבות לחיפוש אתרי אחסון והטמנה. בנוסף לאיתור פיזי של אתרים נבדקו התנאים הסביבתיים לשימושים ולהטמנה, נסקרו שימושי אפר פחם בעולם, נערכו מחקרים סביבתיים וטכנולוגיים ליישום שימושים ונערכו נוהלי רישוי ופעולות נוספות ע"י גופים ממשלתיים (חברת החשמל, משרדי ממשלה שונים ומנהלת אפר הפחם), גופים אקדמיים (מכוני מחקר) וגופים פרטיים (משתמשים באפר פחם). עד היום הוגדר אתר אחד בלבד כמשמש את מערך אפר הפחם באורון שהוגדר ע"י המועצה הארצית לתכנון ובניה כאתר סילוק סופי של אפר. אולם למרות דרישת המועצה הארצית טרם אותרו אתרים לאחסון ביניים של אפר לשימוש עתידי, לכשהיצע יגבר על הביקוש.

המועצה הארצית הורתה בישיבתה ביום 6.6.95 על הכנת תכנית מתאר ארצית לאתר סילוק אפר פחם באורון. חח"י הכינה תכנית רעיונית להטמנת 10 מיליון טון אפר במשך 20 שנה באתר באורון. החלטה זו הושעתה בתמיכת הגורמים המקצועיים במשרד לאיכות הסביבה, במינהל התכנון ובדרג המקצועי הארצי, בהכירם בעובדה שאפר פחם הינו בר השבה, ושהטמנה בכלל, והטמנה באורון בפרט, הינה ברירת מחדל בלבד.

העדר הצורך בקידום התכנון של האתר להטמנת אפר עד כה התאפשר בשל הרחבת השימושים באפר מחד גיסא, ומניצול האפר גם למילוי מבני לתשתיות ולשיקום נופי מאידך גיסא (שימושי אפר פחם-ראה נספח ב').

3.1 סקירת החלטות והמלצות להקמת אתרי אחסון ביניים

המאמצים לפיתוח שימושים לאפר והרחבת מעגל צרכניו אפשרו להמשיך להפעיל את תה"כ, הן ע"י פינוי האפר מתה"כ בהסדרים ארוכי טווח (הסכם הספקת אפר ל"נשר") והן ע"י פתרונות מיידיים מאולצים (פינוי לאתרי פסולת). החשש מפגיעה בפעילות תה"כ אם לא ימצאו פתרונות לפינוי האפר הביאה לשורה של פעילויות לאיתור אתרי אחסון ביניים.

הפעילות המנהלית הענפה הניבה החלטות סטטוטוריות מועטות שחלקן מובאות להלן:

3.1.1 החלטת ממשלה מ-23.12.79 – דיון בתכנית מתאר ארצית חלקית ת/מ/א 10, תחנת כח ורשת חשמל "אתר השרון" בחדרה קובעת: "שר האנרגיה והתשתית יגרום לכך שחברת חשמל לישראל בע"מ תגיש תוך חמש שנים לאחר הפעלת יחידת היצור הראשונה, הצעה להסדר של מחזור האפר של תחנת הכח, או של אחסונו מחוץ לאתר, או גם לזה וגם לזה. ההצעה תוגש באמצעות תכנית, לפי חוק התכנון והבניה, או בדרך אחרת, לאישור המועצה הארצית לתכנון ולבניה, או הדרג העליון, הכל לפי הענין."

3.1.2 הועדה המקצועית לאתרי סילוק ואחסון אפר פחם של משרד האנרגיה

והתשתית פרסמה ב-1984 דו"ח ובו המלצות להמשך הטיפול באפר:

- אחסון אפר פחם יתבצע ע"י מערך סילוק ארצי ויתוכנן במסגרת ת/מ/א 10 תוך תיאום עם ת/מ/א 16 (סילוק אשפה) ות/מ/א 14 (כרייה וחציבה).
- הארץ תחולק לשלושה אזורי רגישויות הידרולוגיות שלפיהם יבחנו האתרים המוצאים לאחסון אפר.
- תנוסחנה הנחיות ליזם לתכנון ורישוי אתרים.

3.1.3 החלטת ממשלה מיום 10.11.85 – דיון בת/מ/א 10, תחנת הכח באתר "הדרום" שבאשקלון:

"שר האנרגיה והתשתית יגרום לכך שחברת החשמל לישראל בע"מ תגיש בתוך שנה אחת לאחר הפעלת יחידת היצור הראשונה, הצעה להסדר של מחזור האפר של תחנת הכח, או של אחסונו מחוץ לאתר, או גם לזה וגם לזה..."

3.1.4 המועצה הארצית לתכנון ובניה מורה בישיבתה ביום 2.6.92 לערוך תכנית

להוספת 2 יחידות יצור בת"הכ "רוטנברג" ומציינת: "התכנית תקבע את אופן הספקת הפחם והדלק הנוזלי לאתר ואת דרכי הסילוק של האפר."

3.1.5. ועדת המשנה של המועצה הארצית לנושאים תכנוניים עקרוניים המליצה בדיון על אתרים יבשתיים לסילוק אפר פחם ב- 23.7.96 על הקמת אתר יבשתי לסילוק אפר באתר אורון.

הועדה ראתה חשיבות רבה במציאת פתרון לעודפי אפר פחם שלא באמצעות הטמנה. לפיכך הורתה המועצה לעורכי ת/מ/א 10 בשיתוף עם מנהלת אפר הפחם להשלים בהקדם את בדיקתן ומידת ישומן של דרכי סילוק עבור שימושים בתעשיית הבניה, מילוי קרקע ושיקום נופי, מצעים מנותקים בחקלאות ולשימושים נוספים.

3.1.6. בת/מ/א 10 – "תכנית מתאר ארצית לתחנות כח ורשת החשמל הראשית" שאושרה בשנת 1996 נקבע בין השאר גם הצורך בטיפול באפר הפחם. בתכנית צויין כי: תערך תכנית לאתרים יבשתיים לסילוק אפר פחם, התכנית תקבע את הכמות המירבית של אפר פחם שיסולק, אופן תפעול האתרים והטיפול באפר המובא.

3.1.7. אגף פסולת מוצקה במשרד לאיכות הסביבה קבע בשנת 1998 תנאים לרישיון עסק לאתרים לאחסון ותפעול אפר פחם.

3.1.8. המשרד לאיכות הסביבה הוציא בשנת 1998 הנחיות סביבתיות להסדרת הסילוק והאחסון של האפר וקבע בין השאר: "לא יאושר סילוק אפר כפסולת אלא אם יוכח שלא נימצא לו שימוש או שלא קיימת אפשרות לאחסונו לשימוש עתידי."

3.1.9. המלצות הדרג המקצועי הארצי משנת 1999 בנושא הקמת אתרי אחסון זמניים לאפר פחם לא עוגנו סטטוטורית.

ההצלחות השיווקיות של האפר והצורך במניעת הצטברות כמויות חריגות בתה"כ העלולות לגרום שיבושים בייצור החשמל, הביאו את חברת חשמל והגורמים האחרים להערכה שנחוצה הקמת מערך אתרי אחסון אפר מחוץ לתחנות הכח תוך מתן עדיפות לאתרים בקרבתן המירבית או בקירבה לאזורי הביקוש העתידי במרכז הארץ. נערכו מספר סקרים ובדיקות בהם נבחנו עשרות אתרים, אולם למרות הפעילות הנמרצת של חח"י מאז 1976 ובשנים האחרונות גם של מנהלת אפר הפחם טרם נמצאו אתרים ראויים.

למרות כל ההחלטות, ההמלצות, הנהלים ובעיקר ההכרה בצורך של כל הנוגעים בדבר, לא נערכה עד היום תכנית מתאר ארצית לאתרים לאחסון ו/או לסילוק אפר פחם.

עד שנת 2001 פונה אפר לאתרים שאותרו בחופזה וקיבלו אישורים זמניים ללא תהליך רישוי מוסדר. לאחרונה מוסד נוהל הסילוק לאתרי איסוף פסולת בשעת דחק בעזרת האגף לפסולת מוצקה במשרד לאיכ"ה ובפיקוחו.

3.2. שיקולים לבחירת אתרים לאחסון ביניים של אפר פחם

היצע המחצבות הלא פעילות והנפח הפנוי זמנית באס"פים לפסולת גושית, עשוי לספק את הנפח הפעיל הנדרש לכמויות האפר העודפות. בחינת אתרים אלו נעשית לפי קריטריונים שהוגדרו ע"י חח"י, מנהל התכנון ומנהלת אפר הפחם:

- מרחק מירבי של 50 ק"מ מתה"כ.
 - נפח אחסון של לפחות 100,000 טון.
 - מרחק מינימלי של 500 מ' מאזורי מגורים.
 - אי פגיעה בשימושי קרקע קיימים (כגון: חקלאות, יער, שמורות טבע, מגורים, תעשייה וכו').
 - עמידה בדרישות המשרד לאיכות הסביבה (לפי "מסמך ההנחיות הסביבתיות להסדרת השימוש והטיפול באפר פחם" מיום 31.3.98).
 - עדיפות לאתרים המיועדים לשיקום (מחצבות, אתרי פינוי פסולת, בורות פתוחים).
 - אתרים נגישים.
 - אזורים מופרים.
- בחינת אתרים לפי קריטריונים אלו הביאו לרשימה של כ- 150 אתרים פוטנציאליים.

3.3. שיקולי תכנון סביבתי

המשרד לאיכות הסביבה גיבש תנאי הקמה והנחיות תפעול לאתרי אחסון ביניים. הבדיקות הסביבתיות המקדימות שמטרתן מניעת מפגעים תעשנה בשני מישורים: בדיקות הידרולוגיות למניעת סיכוני זיהום מי תהום ובדיקות למניעת זיהום אוויר. בהתאם לבדיקות אלו נפסלו אתרים שלא עמדו בדרישות, אחרים הומלצו לאחסון אפר תחתית בלבד ואחרים הוגדרו כאפשריים לאחסון אפר מרחף. הנחיות סביבתיות מוגדרות בתנאים לרישיון עסק שנקבעו ע"י המשרד לאיכ"ה.

המיפוי הגיאולוגי של ישראל קבע שלושה אזורי רגישות הידרולוגיים שלפיהם יבחן מיקום אתר אחסון אפר:

- אקויפר- אינו מתאים למיקום אתרי אחסון אפר פחם
- אקויטרד- עשוי להתאים
- אקויקלוד- מתאים

אקוויפר החוף מרחיק מזרחה את האתרים האפשריים כ- 7 ק"מ מתה"כ "אורות רבין" וכ- 15 ק"מ מ"רוטנברג". אולם כל אתר נבחן לגופו מפאת השינויים המתרחשים במשטר מי התהום. אתרים קרובים יותר לתה"כ הנמצאים באזור האקוויפר עשויים להתאים לאחסון אפר תחתית.

הבדיקות ההידרולוגיות של האתרים נעשות על פי הפרמטרים הבאים:

- קירבה לקידוחי מים פעילים
- ייעוד הקידוחים
- כיוון זרימת מי התהום ומהירותם
- סוג המסלע מעל לאקוויפר וכושר החלחול של הקרקע
- נפח האקוויפר המושפע
- איכות מי התהום

3.4. סקירת אתרי אחסון אפר פחם

חלק מאפר הפחם נימכר לצרכני קצה בהתקשרויות ארוכות טווח. לצרכנים אלו מוצא האפר באופן שוטף ישירות מממגורות האפר שבתה"כ. דרך שיווק זו של האפר, המאפשרת הימנעות מאחסון ביניים, תורמת לאופטימיזציה האחסון. אולם, מכיוון שלא כל כמות האפר ניתנת לשיווק ישירות מהממגורות בשל מגבלות נפח, יש לאחסן את עודפי האפר עד לשימוש בו.

אחסון זמני של האפר מתבצע כיום במקום היווצרותו; דהיינו, בתחנות הכח הפחמיות. במצבי דחק, כשקיבולת האפר בתה"כ מסכנת את המשך פעילות התחנה, מסולק האפר לאתרים מזדמנים.

3.4.1. אחסון ביניים בתוך תחנות הכח

אפר שלא מוצא ממגורות תחנות הכח ישירות למשתמשים נערם בשטחי התחנות (טבלה 3). ב"אורות רבין" עולה פוטנציאל האחסון על 300,000 טון (בשטח הפתוח הצפוני). ברישיון ההפעלה של האתר ניתנה הרשאה לאחסון 20,000 טון באחסון מקורה והוא מאפשר צבירת עד 10,000 טון באחסון פתוח. קיימת התנגדות של הרשויות המוניציפליות הסמוכות לאפשר אחסון אפר באחסון פתוח בשל זיהום האוויר העלול להיגרם לישובים הסמוכים. עם הקמת מתקן אחסון סגור לאפר יבש יסכים איגוד ערים לאכה"ס חדרה גם לאחסון פתוח של כמויות אפר גדולות בתנאי עמידה בדרישות הרטבת האפר ומניעת מפגעי אבק.

ב"רוטנברג" קיים פוטנציאל לאחסון כ- 200,000 טון (ב"משולש" הצפון מזרחי) ומתוכם ל- 40,000 טון יש רישוי. שטח נוסף בתחום התחנה, מתחת לקוי המתח, שקיבל את היתר המועצה הארצית לתכנון ובנייה, עשוי להכיל כ- 100,000 טון נוספים (הפוטנציאל ההנדסי גדול פי שניים אולם תנאי בטיחות העבודה מתחת לקווי המתח מגבילים את הגובה למחצית הפוטנציאל).

השטחים בשתי תה"כ מנוצלים היום לאחסון אפר בכמויות העולות על המותר ברישוי ובתנאים החורגים מההיתר (תרשימים 4 ו- 5).

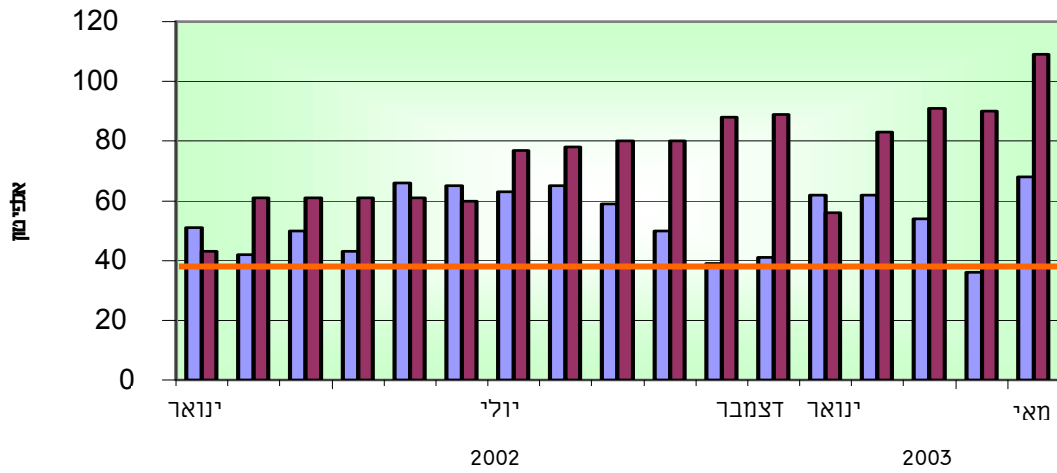
הכמויות העודפות, אלו המצטברות בתה"כ לאחר הוצאת האפר לשימושים השונים, משתנות בהתאם לצרכי השוק שלא ניתן לחיזוי מדוייק. כמויות אלו הגיעו בנקודות זמן אחדות עד לכדי מיצוי כל הקיבולת האפשרית בתחומי תה"כ.

יצור אפר פחם ואחסון אפר בתה"כ מינואר 2002 עד מאי 2003 (טבלה 3)
באלפי טונות, אפר מרחף ותחתי

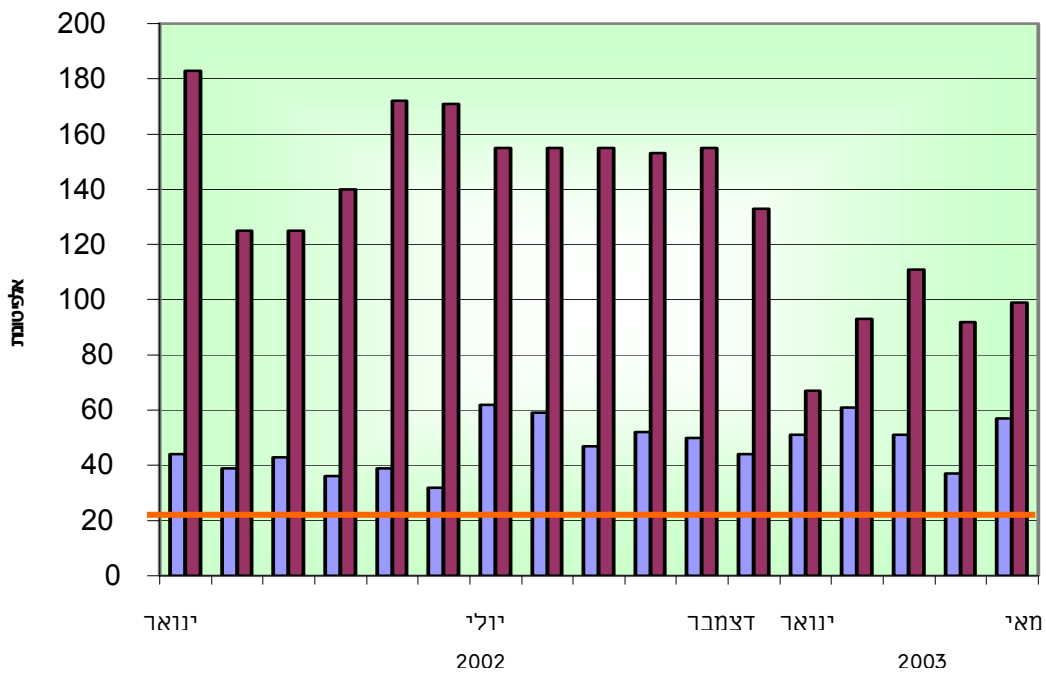
"רומנברג"		"אורות רבין"		חודש	שנה
אחסון	ייצור	אחסון	ייצור		
43	51	183	44	ינואר	2002
61	42	125	39	פברואר	
61	50	125	43	מרץ	
61	43	140	36	אפריל	
61	66	172	39	מאי	
60	65	171	32	יוני	
77	63	155	62	יולי	
78	65	155	59	אוגוסט	
80	59	155	47	ספטמבר	
80	50	153	52	אוקטובר	
88	39	155	50	נובמבר	
89	41	133	44	דצמבר	
56	62	67	51	ינואר	2003
83	62	93	61	פברואר	
91	54	111	51	מרץ	
90	36	92	37	אפריל	
109	68	99	57	מאי	

המקור: חח"י

תרשים 4) "רוטנברג" – יצור לעומת אחסון מורשה של אפר פחם (באלפי טונות)



תרשים 5) "אורות רבין" – יצור לעומת אחסון מורשה של אפר פחם (באלפי טונות)



מקרא

- כמויות יצור אפר ■
- כמויות אחסון אפר ■
- כמות אפר מאושרת לאחסון —

3.4.2. אחסון אפר פחם באתרים מחוץ לתחנות הכח

בשנים האחרונות בוצעו פעולות סילוק אפר והטמנתו באתרים שונים תוך ניסיון לנצלו למטרות סביבתיות. במהלך השנים 1982 - 1996 נבנו סוללות המסתור להפרדה בטיחותית ונופית מכביש החוף סביב לתחנת הכח "אורות רבין" וכן שילובן בפארק נחל חדרה מכ-1.25 מליון טון אפר. ב-2002 בוצע שיקום נופי באתר הפסולת "שושני" שבמחצבות חדרה ע"י הטמנת 135,000 טון אפר מרחף. בשנים 2001 - 2002 הוטמנו כ-140,000 טון אפר מרחף באס"פ נען ששימשו לביצוע סוללת הפרדה בין תאי הטמנה. בזיקים בוצעה סוללה אקוסטית ע"י 15,000 טון אפר והגבהת תוואי קרקע עבור שכונת מגורים עם 40,000 טון אפר. אתרים אלו נבחרו תחת אילוצי זמן כפתרונות מיידיים בשעת דחק כשעודפי האפר עמדו לסתום את תח"כ. בכל אחד מהפרוייקטים הנ"ל ממלא האפר ייעוד פונקציונלי אולם יש להדגיש שהאפר שהוטמן במקרים הנ"ל למעשה סולק סופית ללא תכנון או יכולת להוצאתו לשימוש עתידי. עד כה לא בוצע פינוי אפר מתה"כ לאחסון זמני מתוך כוונה ומטרה למחזור לשימוש יצרני בעתיד.

סקר האתרים האחרון לאחסון אפר פחם שהוזמן ע"י חח"י בוצע בשנת 1998 ע"י חברת "אנוש". בסקר נבחנו 151 אתרים. מתוכם נמצאו מתאימים עפ"י הקריטריונים שנזכרו לעיל 11 אתרי כרייה ו-2 אתרי פסולת גושית. האתרים שהומלצו בסקר הם:

- מחצבות לא פעילות: הר-טוב, הר-טוב מערת אבשלום, הר-טוב שמשון, בת שלמה, מגדל צדק דרום טו', מגדל צדק דרום טז', מדד, חולות גן רווה, חולות נבי רובין, שדות לכיש.
- אס"פים: ריינה, ברקת.

ב-1998 נבדקו אתרי פסולת בנין העשויים להתאים לאחסון ביניים לשלוש שנים עד להקמת אתרים קבועים. האספ"ים שהומלצו: מחצבת רוייכמן, מחצבת שפיה ב', אתר קלנסואה, אתר לגמון. מיסוד אתרים אלו לא בוצע בעיקר מפאת עלויות הקמתם וחוסר עודפי אפר באותו זמן.

במהלך השנתיים האחרונה נבדקו אתרים נוספים: אלונים, מסוף הפחם באשדוד, נחלה, בית קמה, כוכב מערב, כוכב מזרח, איתן, נחל עוז, נען (מחנה צבאי) נען (פתחיה), גבעה 113, ניצנים, מכון טיהור מצפון לאשקלון, זיקים, מתחם קאצ"א. יצויין, שמכל האתרים שנבדקו, התבצע סילוק אפר רק לשני האתרים בנען שבהם הוטמנו כ-200,000 טון.

במהלך 2002 נבחנה הצעה לאחסון ביניים פרטי של אפר בשטחי קיבוץ נען - דהיינו, האפר יירכש מחח"י ע"י גורם פרטי ויאוחסן וישווק ע"י אותו גורם. עד לשלב זה לא קודם מהלך זה לכדי ביצוע.

3.4.2.1. אתרים פוטנציאליים לאחסון ביניים במחצבות

במהלך הכנת דו"ח זה נבחנו שוב ונסקרו האתרים המופיעים בסקר חב' "אנוש" ובסקרים האחרים שנערכו. כמו כן נבחן סקר המחצבות המעודכן שנערך ע"י יחידת המכרות במשרד התשתיות הלאומיות ואתרים נוספים שמופו ע"י מנהלי מחוזות דרום, מרכז וחיפה של המשרד לאכ"הס. כל האתרים נבחנו על פי הקריטריונים לבחינת אתרים (פרקים 3.2, 3.3) תוך שימת דגש יתר על המרחק מתה"כ והרגישות ההידרולוגית.

האתרים סווגו לשני סוגים:

1. אתרים במחצבות נטושות.
2. אתרים במחצבות פעילות.

האתרים הרלוונטיים חולקו לשני אשכולות (טבלה 6):

1. אשכול צפוני בקירבה מירבית לתה"כ "אורות רבין" תוך שמירת מרחק מאקוויפר חבורת יהודה – מפה 8.
2. אשכול דרומי, מזרחית לתחנת "רוטנברג" – מפה 9.

בחינת פוטנציאל המחצבות הראתה שלא ניתן לאתר אתר העומד בקריטריונים דלעיל לאחסון ביניים של אפר פחם. שימושי קרקע, מערכות קיימות ומתוכננות של תשתיות ארציות (קידוחי מים, קווי

מתח

גבוה וכו') רגישות הידרולוגית גבוהה ומרחקי הובלה, מבטלים למעשה את כל אתרי המחצבות כאתרי אחסון ביניים.

טבלה 6) אתרים פוטנציאליים לאחסון ביניים של אפר פחם במחצבות

מס' סידורי	האתר	מיקום		מרחק מתה"כ בק"מ	קיבולת במ"ק	הידרולוגית* רגישות
		רוחב	אורך			
אשכול "אורות רבין"						
1	מתחם תה"כ "אורות רבין"			0	500	ג
2	מחלף חדרה (קיסריה)**	708700	191630	2	600	א
3	שדות ים 2- מטווח קיסריה	709600	191110	2	400	א
4	מחצבת שפיה ב'	148250	223200	22	400	א
5	מחצבת שפיה ג' (פעילה)	147500	223700	22	400	א
אשכול "רוטנברג"						
6	מתחם תה"כ "רוטנברג"			0	200	ג
7	כרמיה	107660	111335	2	200	א
8	גבעה 113	119572	118178	23	300	ב
9	כוכב מיכאל מערב	117300	111580	22	2,000	ב
10	שדות לכיש	115200	116500	23	200	ב
11	משואת יצחק	119799	123623	23	200	א
12	נחלה	130595	195920	40	500	ג
13	כפר מנחם	134760	126400	42	1,000	ב-ג
14	מחצבת נען (פעילה)	142700	139150	55	1,000	ב

* רגישות הידרולוגית: א-גבוהה, ב-בינונית, ג-נמוכה

** באזור זה קיימים מספר אתרים פוטנציאליים בצמידות

3.4.2.2. בחינת אתרי פסולת לאחסון ביניים של אפר

בשל חוסר ההתאמה של המחצבות לאחסון ביניים של אפר פחם, נבדקה האפשרות לאחסון ביניים באתרי פסולת מוצקה (טבלה 7, מפות 9,8).

הנחת העבודה היא שבאס"פים נידרשים פתרונות סביבתיים התואמים לדרישות לאחסון אפר פחם (איטומי קרקע, טיפול בתשטיפים וכו'). אתרים אלו מתוכננים לפעילות ארוכת טווח, הם בעלי קיבולת גבוהה ויכולים להכיל גם כמויות אפר לתקופות זמן מוגבלות.

אתרי הפסולת המתוכננים להרחבה בעתיד הקרוב ואשר היו יכולים להתאים לאתר ארצי לאחסון אפר הם: נען, אלונים צפון ומגדל צדק. שני האחרונים בעייתיים מסיבות סביבתיות.

אתר נען מופעל ע"י יזמים פרטיים כמחצבה שלאחר סיום הכרייה בה תהפוך לאתר לסילוק פסולת. היזמים מתכננים להרחיב את האתר לכ- 800 דונם. תנאי האתר ומיקומו יתאימו גם לצרכי אחסון ביניים של אפר פחם.

קיימת בארץ מצוקה הולכת וגוברת של שטחים לאתרי פסולת. פתרון למצוקת הפסולת בארץ גבוה בעדיפותו מהפתרון לאחסון אפר פחם ולכן יתכן שהאתרים המתוכננים לא יוכלו להכיל גם את כמויות האפר שיש לאחסן.

טבלה 7) רשימת אס"פים שנבחנו כאתרי אחסון ביניים

מס' סידורי	שם אתר	מיקום		מרחק מתה"כ בק"מ	קיבולת במ"ק	רגישות הידרולוגית
		רוחב	אורך			
15	נען	142700	139150	55	+1,000,000	טיפול איטום
16	גבעת אולגה-אלונים צפון	203170	139639	12	+1,000,000	טיפול איטום
17	מגדל צדק ט"ז (ראש העין)	165000	146200	68	+1,000,000	טיפול איטום

3.4.2.3. מאגר אפר פחם

מגבלות חמורות של נציבות המים עלולות להביא לכך שרוב אתרי האחסון הפוטנציאליים (טבלאות 6, 7) לא יוכלו לעמוד בקריטריונים ההידרולוגיים. מצוקה עתידית של נפחי הטמנה באתרי סילוק פסולת עלולה להביא את המשרד לאכ"ס להתנגד להקצאת שטחים לאחסון אפר באתרים אלו. ולכן, למרות ההסתייגות הערכית, נבחנה גם האפשרות של הקמת אתרי אחסון ביניים לאפר בשטחים לא מופרים והעומדים בכל הקריטריונים לבחינת אתרים.

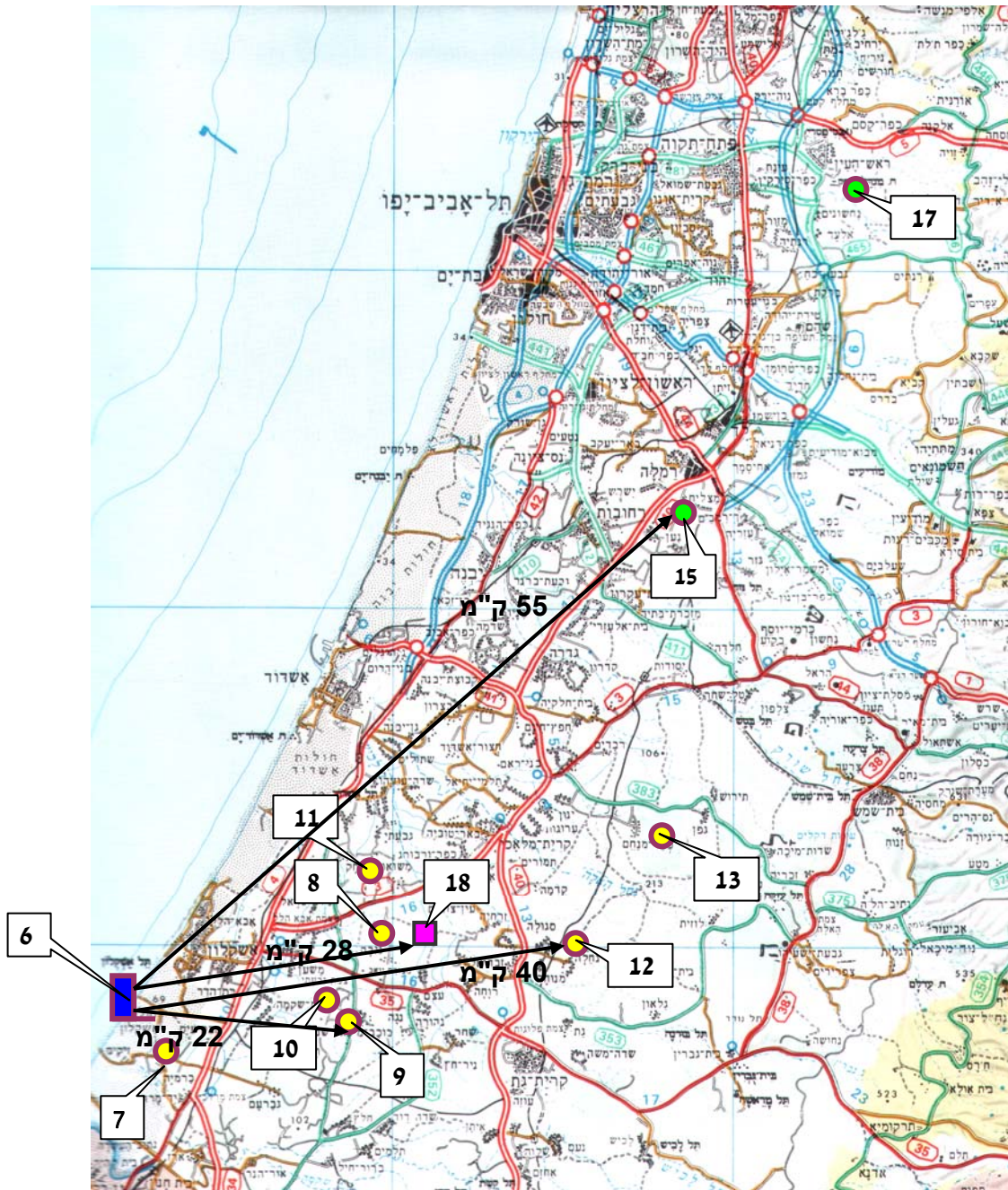
פתרון כזה הוא הקמת מאגר אפר, לא בתוך חפיר מחצבה או בבור של אתר פסולת, אולם תחום ע"י סוללות עפר עיליות (כדוגמת מאגרי מי קולחין). המאגר המוצע כפתרון אחסון לתה"כ הדרומית ממוקם צפון-מזרחית לקיבוץ נגבה בנ.צ. 120000/122500 ומרוחק 30 ק"מ מ"רוטנברג" – מס' 18 במפה 9. מומלץ לבדוק בנפרד רנטביליות הקמת ותפעול אתר זה.

אתרים פוטנציאליים לאחסון אפר פחם – צפון ומרכז (מפה מס' 8)



- מקרא**
- תחנת כח
 - אתר סילוק פסולת מתוכנן
 - מחצבה

מפה מס' 9) אתרים פוטנציאליים לאחסון אפר פחם – דרום ומרכז



- מקרא**
- תחנת כח
 - מחצבה
 - אתר פסולת
 - מאגר אפר פחם

4. שיטות לאחסון אפר פחם

כיום מאוחסן אפר פחם בארץ בערמות פתוחות. עירום אפר מרחף בשטחים פתוחים עלול להוות מפגע סביבתי. בנוסף, הרטבת האפר בכדי לאפשר שינועו ואחסונו בערימות ובכדי למנוע את פיזורו ברוח, מצמצמת את אפשרויות השימושים העתידיים באפר. אפר מרחף מורטב מתאים לתשתיות בלבד ואינו מתאים לשימוש בצמנט, בבטון, בתעשיית הבלוקים ועוד, ובכך מופחת ערכו הכלכלי.

4.1. אחסון במתקנים סגורים

בכדי למצות את מלוא ערכו הכלכלי ובכדי לאפשר שיווקו לכל מיגוון השימושים ובכל זמן נתון, מקובל בעולם אחסון אפר פחם מרחף יבש במיתקנים סגורים. אחסון במתקנים סגורים עולה בקנה אחד גם עם דרישות איכות הסביבה להימנע מפיזור האפר ע"י הרוח ולמנוע חילחול תשטיפי אפר לקרקע.

בכל אחת מתחנות הכח הפחמיות בארץ מותקנות ארבע ממגורות בטון לאחסון אפר מרחף יבש. קיבולת כל ממגורה 1,400 טון. מהממגורה מוצא האפר ישירות למשאיות ומשווק לצרכן הסופי. הכמויות העודפות על הביקוש מורטבות ומועברות לאחסון פתוח בחצר תחנת הכח. מהלך זה מונע כאמור את אפשרויות השימוש באפר בשימושים הכדאיים יותר. בכדי להימנע מהרטבת האפר מיושמות בעולם מספר שיטות לאחסון סגור של אפר מרחף יבש:

- באחת מתה"כ בהולנד ניבנו ארבע ממגורות בטון בנפח של 8,000 טון כ"א.
- בתה"כ אלבורג בדנמרק ניבנה סילו ענק בנפח של 50,000 מ"ק, בגובה 35 מטר ובקוטר 47 מטר. בתחילה הוא שימש לאחסון פחם ומאוחר יותר הוסב לאחסון יבש של אפר מרחף. באחסון כל כך גדול נוצרות בעיות בזרימת האפר והאוויר.
- בעיר לגרדורף שבצפון גרמניה נבנתה בשנת 1996 כיפת בטון עם קיבולת של 40,000 טון לאפר מרחף. קוטר הכיפה 65 מטר וגובהה 35 מטר. כיפה דומה נבנתה בתה"כ דיוק בצפון קרולינה.
- כיפה בנפח של 15,000 טון הושלמה בשנת 1999 בתה"כ ווטרי שבדרום קרולינה (תמונה 10).

אחסון במתקנים מעין אלה מאפשר וויסות ההיצע והביקוש ומאפשר שמירת אפר מרחף לא מורטב לשימושים כלכליים יותר תוך מילוי דרישות איכות הסביבה. ניתן לבקר את

איכות האפר ולספק אפר באיכויות שונות לפי דרישת הלקוח ובמחיר גבוה יותר. האפר היבש משמש גם כמרכיב בהשבחת אפר מרחף (ראה פרק 5- מתקני מיון והשבחה) ובכך מפשט ומוזיל את תהליך ההשבחה ומעלה את ערכו הכלכלי של האפר המושבח.

חח"י חוייבה לאחסון סגור של אפר מרחף יבש בתה"כ "אורות רבין" בכמות של 20,000 טון אך טרם ביצעה את מחויבותה זו.



מגורת **DOME** קיבולת 15000 טון אפר מרחף.
מגורות להעמסות למכיליות (Load-out facilities)
Wateree Powerstation USA
צילום : אהרון בועז

תמונה 10) ממגורת כיפה – ווטרי, דרום קרולינה, ארצות הברית

5. מתקני מיון והשבחה של אפר פחם

שריפת פחם ממקורות שונים גורמת להיווצרות אפר לא הומוגני. חוסר ההומוגניות מתבטא בעיקר בחוסר אחידות באחוז הפחמן הלא שרוף באפר מרחף (בין 2% ל-12%) ובחוסר אחידות בגודל הגרגר באפר תחתי (בין פחות מ-2 מ"מ למעל 10 מ"מ קוטר גרגר). תופעות אלו מהוות מגבלות תפעוליות למשתמשי האפר וגורמות ל:

- הקטנת פוטנציאל השימושים באפר
- הקטנת פוטנציאל הכמויות הנצרכות
- הקטנת הערך הכלכלי של האפר

בגינן של מגבלות אלו מוגבל מימוש הפוטנציאל הכלכלי של האפר.

להגדלת הדרישה המסחרית לאפר פחם וליישום שימושים נוספים יש לשפר את איכות האפר בשני מישורים:

- השבחת אפר מרחף ע"י הקטנת אחוז הפחמן הלא השרוף ושמירת אחידותו.
- מיון אפר תחתי לפי גודל גרגר.

5.1 השבחת אפר מרחף

מטרת השבחת אפר הפחם היא להקטין את תכולת החלקיקים הגדולים ואת שיעור הפחמן הבלתי שרוף שבאפר. אפר מושבח כדאי בעיקר כתחליף לצמנט בתערובות בטון. לדקות האפר ולתכולה נמוכה של פחמן בלתי שרוף יש תרומה חיובית לתכונות הבטון. התמורה הכספית מתעשיות הבטון עבור אפר מושבח ואיכות גבוהה יותר מאשר עבור אפר רגיל שלא עבר תהליכי השבחה.

הקמת מערכת להשבחת אפר פחם תהיה כלכלית בתנאי שבתה"כ מיוצרות כמויות גדולות של אפר פחם באיכות ירודה שאינו מתאים לשימוש בתעשיות הבטון המובא או בתעשיות הצמנט. ניתן לשפר את איכות האפר עוד בשלב שריפת הפחם בדודים. אולם פעולה זו לא מתיישבת עם דרישות אחרות של שריפת הפחם המשפיעות על עלות ויעילות הפעלת תח"כ.

שיטות להשבחת אפר פחם

שיטות השבחת האפר בשימוש מסחרי בתחנות כוח בעולם:

- (1) הפרדה ע"י זרמי אויר.
- (2) הפרדת האפר בנפות.
- (3) מיון סלקטיבי.

שיטות השבחת אפר פחם המבוססות על טכנולוגיות מתקדמות (משנות התשעים):

- (1) שריפת הפחמן הבלתי שרוף (CBO).
- (2) הפרדה אלקטרו-מגנטית (STI).

הכדאיות הכלכלית של השבחת אפר פחם נבחנה במודלים שונים. המודל המוצע כאן נמצא היעיל והכלכלי ביותר. עיקרו הוא עירבוב אפר רגיל באיכות גבוהה עם אפר שעבר תהליך השבחה (ראה נספח א'). האפר המושבח מיוצר מאפר פסול או מאפר שתכולת הפחמן הבלתי שרוף בו גבוהה (8% ומעלה) ושאינו מתאים לתעשיות הבניה.

למרות שעלות ההשבחה גבוהה יחסית (הקמת המערכת בלבד מוערכת בכ- \$10,000,000), ניתן לספק אפר מושבח ואיכותי בשיטת העירבוב במחיר שנע בין \$ 8.00 עד \$9.00 לטון בשער תחנת הכח. נמצא שמחיר זה אטרקטיבי כלכלית ליצרני הצמנט, הבטון ומוצרי הבניה. ההפרש במחיר משתנה בהתאם למערכת ההשבחה שתותקן. ההנחה בתחשיב היא שהמערכת נמצאת בתוך תחנת הכח, בבעלות חברת חשמל ומופעלת על ידי צוות התחנה-ראה טבלה 11.

הוספת מתקן סגור לאחסון אפר יבש כחלק מתהליך ההשבחה המוצע, יאפשר להגיע גם בשוק ממותן כלכלית, למצב שלא תישאר כמעט כמות אפר בתחנת הכח שיהיה צורך לסלקה- סביר להניח שכל כמות האפר תשווק ובמחיר חיובי לחח"י.

טבלה 11) השבחת אפר מרחף - חישובים כלכליים מוקדמים

STI		CBO			
סה"כ מחיר	מחיר לטון	סה"כ מחיר	מחיר לטון		
	\$ 13.46		\$11.27	טון אפר איכותי	עלות התפעול
	\$ 4.04		\$ 3.38	30%	רווח והחזר הון
	\$ 17.50		\$14.65	טון אפר איכותי	סה"כ מחיר
אספקה					
				מתחנת "אורות רבין"	
\$2.362.994	\$17.50	\$1.894.189	\$14.65	טון 135.000	אפר מושבח
\$1.140.000	\$6.00	\$1.140.000	\$6.00	טון 190.000	אפר גולמי
\$3.502.994		\$3.034.189		טון 325.000	
אספקה					
				מתחנת "רוטנברג"	
\$1.170.000		\$1.170.000	\$ 6.00	טון 195.000	אפר גולמי
סה"כ					
\$4.672.994		\$ 4.287.420		טון 520.000	
	\$ 8.99		\$8.25	ממוצע לטון -	מחיר לשיווק

בעולם קיימים מתקנים ליצור אפר איכותי לפי הקריטריונים הנ"ל. מתקנים אלו צמודים בדרך כלל לתה"כ ומופעלים ע"י מפעילים אחרים מאלו המפעילים את תה"כ. חח"י בחנה הקמת מתקן להשבחה של אפר מרחף בתה"כ "אורות רבין". ביצוע מתקן זה מצוי בשלב בדיקת כדאיותו הכלכלית.

5.2. מיון אפר תחתי

אפר תחתי משמש כתחליפי מצעים בחקלאות וכתחליף לאגרגטים טיבעיים בענף הבניה (ראה נספח ב'), אולם יש להתאים את הרכב החלקיקים באפר עבור כל שימוש ושימוש. האפר התחתי מורכב מחלקיקים בגדלים שונים עד לגרגירים בקוטר 10 מ"מ. ברוב השימושים בחקלאות ניתן להשתמש רק בחלקיקים הגדולים יותר. בחלק מהחלקיקים הדקים ניתן להשתמש בענף הבניה. שימוש בכל מקטעי הגרגר של האפר בחקלאות ובבניה הוא תנאי הכרחי למיצוי הפוטנציאל הכלכלי של האפר התחתי. מתקן ניפוי לאפר יאפשר שימוש כזה.

שיטות ניפוי אפר תחתי

- 1) ניפוי רטוב (בזרמי מים) וייבוש.
- 2) ניפוי יבש (לאחר ייבוש בתנור).

שיטת הניפוי היעילה והמקובלת בעולם היא ניפוי רטוב ע"י זרמי מים. בשיטה זו, המתאימה לצורת פינוי האפר התחתי בישראל (פינוי רטוב), מתאפשרת הפרדה טובה יותר של המקטע הגס מהדק. המקטע הדק מנופה עם אחוזי רטיבות גבוהים, עד 70%, אולם ע"י מיצוק וגרעון ניתן לנצל גם אותו לשימושים חקלאיים.

ניפוי האפר יוצר אפר אחיד גרגר בעל תכונות המתאימות להחלפת חול בתעשיות הבניה. האפר מהווה כאן תחליף למשאב יקר ההולך ומתכלה בארץ.

עלות הקמת מתקן ניפוי אפר תחתי בתה"כ חדרה עבור כל הכמות המיוצרת מוערכת ב-\$850,000. מתקן כזה יספק 19,000 טון אפר לשימושים בחקלאות ו-36,000 טון כאגרגט וכתחליף חול בתעשיות הבניה. מחיר המכירה המשוער בשער המתקן הוא \$10 לטון בשימושי חקלאות ו-\$6 לטון עבור שימושים בענף הבניה.

בארץ פועל מתקן אחד למיון אפר תחתי שהוקם ביוזמה פרטית ע"י חברה בחיפה. במתקן זה ממיון אפר תחתי מיון גס בייבוש חלקי לפי גודל גרגרים ומיושם בשימושים חקלאיים שונים (מצע גידול צמחים, מצע רפתות וכו').

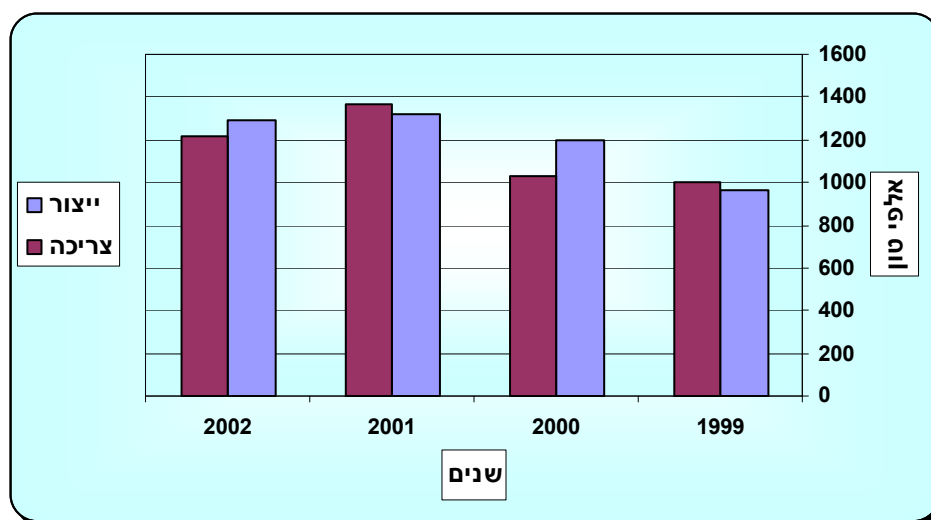
רוב האפר התחתי מיושם היום בתשתיות שלהן ערך כלכלי שלילי לחח"י. מציאת טכנולוגית הניפוי המתאימה תביא לייצור אפר תחתי שיופנה לשימושי חקלאות ובניה שלהם ערך כלכלי חיובי וגבוה ליצרן האפר.

6. היבטים כלכליים של שימושי אפר פחם

יחידות ייצור החשמל המוסקות בפחם, בהספק כולל של 4,850 MW מייצרות כמות אפר פחם שנתית ממוצעת של כ- 1,300,000 טון, מתוכם 90% אפר מרחף וכ- 10% אפר תחתי. כ- 55% מכמות זו נוצרת באתר "אורות רבין" המספק מעל מחצית ייצור החשמל הלאומי, וכ- 45% באתר "רוטנברג".

בגרף הייצור והצריכה של האפר בשנים האחרונות (תרשים 12) נראה חוסר איזון מתמשך בין הייצור לצריכה. ניתן להסיק מתרשים זה שאם כמויות ייצור האפר לא ניתנות לשליטה, הרי גמישות מכוונת ונשלטת של הספקת האפר, עשויה לפתור את התנודתיות בין המחסור לעודפים של האפר. גמישות כזו תתקבל ע"י אחסון זמני של האפר באתר אחסון.

תרשים 12) סך הייצור והצריכה של אפר הפחם בין השנים 1999-2002*



* בשנת 2002 שוקם אתר שושני בחדרה תוך שימוש ב-150 אלף טון אפר פחם. כ"כ נוצלו 120 אלף טון להקמת סוללה באתר הפסולת בנען.

הנספח הכלכלי (נספח ב') מציג את מגוון השימושים של אפר הפחם המיושמים או מפותחים בישראל לפי חלוקה ענפית. כמו כן מוצגים פרמטרים כלכליים וכמותיים הן מנקודת ראות היצרן (חח"י) והן מנקודת ראות המשתמש. הניסיון המצטבר עם איתור פתרונות לסילוק אפר הפחם מורה כי ענף הבניה, בעיקר ייצור צמנט ובטון, הוא ערוץ השיווק העיקרי לאפר המרחף. עם זאת, במצב המשק היום הענף אינו יכול לקלוט את כל הכמות המיוצרת. היקף הצריכה של ענף הבניה הוא פועל יוצא של רמות הפעילות בו. השימוש ע"י הענף נתון לשינויים שיסודם ברמה המאקרו – כלכלית. להערכתנו הפוטנציאל גדול ב-30% לפחות מרמת השימושים בשנת 2002 (כ-460 אלף טון). קיים קושי אובייקטיבי לאיתור פתרונות אולטימטיביים, כלומר כאלה שניתן יהיה להפנות אליהם כמויות אפר בסינכרוניזציה ישירה עם ייצורן ביחידות הכוח של חח"י ותוך מיקסום התועלת הפוטנציאלית לחח"י וללקוחות.

מגבלות כושר האחסון של חח"י ותקנות הנוגעות לשימור איכות הסביבה יוצרות אילוצים לאיתור פתרונות אד – הוק כמו – סילוק עודפי אפר למטמנות. פתרונות אלה יקרים לחח"י והם חסרי תועלת למשק למעט עצם הסילוק.

6.1. אחסון ביניים לעומת הטמנה – השוואה כלכלית

גמישות ושליטה על אחסון כמויות נתונות של אפר פחם עשויות כאמור לאפשר הכוונה של אפר לשימושים עם ערך כלכלי גבוה ולמקסם את ריווחיות מערך תפעול האפר. חלופה מקובלת עד לאחרונה על חח"י לפתור הצטברויות אפר בתה"כ היתה הטמנתו באתרים מזדמנים מחוץ לתחנות. מודל המשווה עלויות הטמנה לעלויות אחסון מראה כי בעשותה כך, מוציאה חח"י כ- 30% יותר להטמנה מאשר לאחסון וזאת, עוד לפני ההכנסות ממכירת האפר לצרכנים - מודל מס' 13.

מודל מס' 13) תמחיר מייצג להשוואת אלטרנטיבות הפינוי להטמנה סופית מול אחסון ביניים

הנחות יסוד :

1. הניתוח מתייחס ל – 1 טון מייצג של אפר פחם.
2. אתר אחסון הביניים ואתר ההטמנה הסופית – במיקום זהה (הנחה כלכלית שמרנית מנקודת מבט של אחסון הביניים).
3. טווח הובלה לאתר האמור בסעיף 2 לעיל, כ – 50 ק"מ.
4. טווח הובלה מאתר אחסון הביניים לצרכן סופי כ – 30 ק"מ.
5. עלות לק"מ הובלה (אפר מורטב בלבד) כ – 0.20 ₪ לטון.
6. עלות הטמנת ביניים חושבה לפי 25% מעלות סילוק סופי.

להלן התחשיב :

הפרש לטון (₪)	אחסון ביניים (₪)	הטמנה (₪)	
	$0.2 \times 50 = 10.0$	$0.2 \times 50 = 10.0$	עלות הובלה לאתר
	5.0 (ביניים)	20.0	עלות ההטמנה
	$0.2 \times 30 = 6.0$	—	עלות הובלה ללקוח סופי
9	21	30	סה"כ עלות לחח"י

בכפוף להנחות היסוד של המודל המוצג לעיל, נראה כי התועלת שעשויה לנבוע לחח"י מהפעלת אתר לאחסון ביניים גבוהה. תועלת זו נעה בסד"ג של כ – 30% מעלות ההטמנה הסופית כאשר במודל הונח כי עלות ההובלה ללקוח הסופי הנה ע"ח חח"י. למעשה, סביר

6.2. אחסון הביניים לעומת הטמנה – התועלת למשק

התועלת למשק נמדדת בדרך של חסכון במשאב (חול), אשר נמצא במחסור במדינת ישראל. לפיכך, השימוש באפר הפחם כגורם ייצור וכמשאב תחליפי מאפשר להשתמש וליישם את המשאב המצוי במחסור ביישומים אלטרנטיביים בעתיד, כנגד החיסכון למשק בהווה.

למשק נחסכות עלויות ישירות ועקיפות נוספות הקשורות למשאב דנן, כגון – חסכון בהוצאות כרייה, בעלויות הובלה, בעלויות סביבתיות וכיוצא"ב. לא ניתן ביטוי כספי לכך בתחשיב דלעיל.

6.3. דירוג היישומים

בהסתמך על החומר בסקירה הכלכלית (נספח ב'), מוצג כאן ניסיון לדרג את היישומים השונים תוך מתן ציון בין 1 ל- 10 לפרמטרים הבאים: צפי כמות שנתית, מחיר לחח"י, תועלת ללקוח, היבטים סביבתיים, חסכון באנרגיה והחלפת יבוא (טבלה 14).

הציונים לכל פרמטר שוקללו, כאשר לצפי הכמות השנתית, שהוא להערכתנו הפרמטר המוביל הן מבחינת התועלת לחח"י והן מבחינת התועלת למשק, ניתן משקל של 40% ואילו לכל אחד מיתר הפרמטרים ניתן משקל של 12%.

הדירוג שניתן לפרמטרים השונים הינו סובייקטיבי וניתן ע"י עורכי סקירה זו. סביר להניח שגורמים אחרים ייתנו דירוגים ומשקלים שונים.

ניתן דירוג רק ליישומים שלגביהם בוצעו כבר מכירות אפר פחם בפועל. לא ניתנו משקלים ליישומים פוטנציאליים הגם שחלקם עשוי לקלוט כמויות ניכרות – לדוגמה תחום הפקת המתכות, אך זאת עוד בבחינת "חזון למועד".

טבלה 14) דירוג יישומי אפר פחם

אפר הפחם-דירוג יישומים									דירוג: בין 1 - 10	ענף
דרוג										
מיקום בדרוג	סה"כ ניקוד משוקלל	החלפת יבוא	חסכון באנרגיה	הבטים סביבתיים	תלות באיחסון (ביניים*)	תועלת ללקוח	מחיר לחח"י	צפי כמות שנתית	יישום	
										בניה ומוצרי בניה
1	8.26	1	10	10	4	10	6	10	צמנט	
2	6.37	1	1	10	4	10	6	7	בטון	
5	5.1	1	1	10	6	10	2	5	אגרגטים ובלוקים	
5	5.1	1	1	10	6	10	2	5	מוצרי בטון	
										תשתיות
3	5.59	1	1	9	2	8	1	8	סלילת כבישים	
								NA	תשתיות חופיות/מיות	
										חקלאות
6	4.61	1	1	8	8	8	6	3	מצעי גידול	
7	3.36	1	1	8	8	6	2	2	רפד בעלי חיים	
								NA	טיוב קרקעות	
										תעשייה
4	5.66	10	1	10	8	10	10	2	מלאן לפלסטיק	
								NA	מלאן לביטומן	
								NA	מוצרים קרמיים	
								NA	הפקת מתכות	
	100%	6%	6%	8%	10%	10%	15%	45%	שקלול	

* תלות גבוהה = ניקוד נמוך.

6.4. מסקנות

המסקנה העיקרית העולה מדירוג היישומים היא שערוצי הצמנט והבטון מובילים במקומות הראשונים (בהתאמה) ואילו המלאן לפלסטיק מקבל את המקום השלישי. יש לזקוף את מיקומו הגבוה של המלאן, בעיקר לזכות התמורה הגבוהה לחח"י והתועלת לצרכן ולהיבטים סביבתיים, בעוד שהכמויות הצפויות הן נמוכות מאוד.

בשיקול התועלת לחח"י ולכמויות הנדרשות ע"י הצרכנים נראה שיש לתת דגש יתר בשיווק אפר פחם ליצרני הצמנט והבטונים. בנוסף להתנהלות הקיימת היום מול יצרנים אלה יש ליצור אפר באיכות גבוהה ובכמויות זמינות. אפר איכותי יותר יהיה בעל ערך כלכלי גבוה יותר הן לייצרן הצמנט ודרכו לחח"י ובהנחה שגמישות ההספקה תישמר בידי חח"י ניתן יהיה למקסם את התקבול עבורו.

אפר איכותי יתקבל ממערך השבחה הכולל גם אחסון סגור. גמישות ההספקה של כמויות קטנות כגדולות, הן למכירה שוטפת, הן למכירה מזדמנת והן למניעת לחצים מצד הצרכנים באי קניית האפר וסתימת תחנות הכח תתקבל משימוש באתר אחסון ביניים לאפר.

למרות מיקומם הגבוה בטבלת הדירוגים ואף שיש להן ערך חברתי, כמויות האפר שהופנו לתשתיות היו בעלות ערך כלכלי שלילי ליצרן האפר (חח"י) וכן לא ניתן היה למחזרן לשימושים אחרים שלהם ערך כלכלי גבוה יותר.

7. סיכום

נחיצות אתרים לאחסון ביניים לכמויות גדולות של אפר פחם שיאפשרו תפעול תקין של מערך פינוי האפר מתה"כ, מקובלת היום על כל הגופים הרלוונטיים. נושא אתרי הביניים נלמד במרוצת השנים על בוריו, הוצאו נהלים, נקבעו קריטריונים ואף בוצעו פעולות רבות לחיפוש אתרים מתאימים.

למרות הוראת המועצה הארצית, המלצת עורכי תכנית ת/מ/א 10, דרישת הדרג המקצועי הארצי והבנת הצורך ע"י חח"י לא ניבחרו ולא הוקמו עד היום אתרים כאלו. גם ההכרה בצורך להקמת מתקני אחסון סגורים ומתקנים למיון ולהשבחה, לא הביאה עדיין להקמתם.

הצורך במציאת פתרונות לאפר ויישום תכנית האב לאחסון ומחזור אפר הפחם מורגש בתפעול השוטף של תחנות הכח מידי יום אולם הוא הוחרף ביתר שאת בשלוש השנים האחרונות כשהתחנות מגיעות למצבי גלישה בעודפי אפר, בעיקר בתקופות החורף, המאיימים להשביטן.

הטיפול באפר, הן בהיבט התפעולי והן בהיבט המסחרי, מבוצע היום אך ורק ע"י חח"י. לעומת זאת המאמצים להרחבת מעגל השימושים והמשתמשים באפר נעשים בעיקר ע"י מנהלת אפר הפחם. רעיונות של שילוב גופים פרטיים במערך התפעולי, גם אם נבדקו, לא הובילו עדיין להתקשרויות בין חח"י לבין מפעילי אתרים פרטיים לאחסון אפר ולמשווקים פרטיים.

עודפי האפר הלא משווקים במסירה ישירה מסתכמים היום בכ- 300,000 טון אפר מרחף ובכ- 130,000 טון אפר תחתי בשנה. במידה ותופעלנה שתי יחידות ייצור נוספות בתה"כ "רוטנברג" המתוכננות לשנת 2008, יתווספו כ- 300,000 טון אפר פחם בשנה (270,000 טון מתוכם אפר מרחף). בהעדר שימושים חדשים או הרחבת הקיימים, מוערכות כמויות האפר העודף בכ- 500,000 טון אפר מרחף ובכ- 160,000 טון אפר תחתי בשנה. מחזוריות הביקוש לאפר בחמש השנים האחרונות בפרוייקטי תשתיות גדולים היא של כשנתיים. לפיכך, אתרי אחסון אפר צריכים לספק קיבולת לעודפי אפר המצטברים במשך שנתיים לפחות. כמויות אלו מוערכות בהנחות השמרניות הנ"ל בלמעלה מ- 1,000,000 טון.

אפר ניצבר מאבד מאיכותו ומערכו באופן ממשי מפאת הצורך בהרטבתו. שמירת איכותו של האפר ואף השבחתו ניתן להשיג ע"י:

- אחסון סגור בנפח המתאים לכמויות האפר העודפות מעבר למשיכה הישירה מהמגורות וביחס לכמויות הנדרשות להשבחתו.
- עירבוב אפר "רגיל" היוצא מדודי השריפה עם אפר שעבר תהליך במתקן השבחה.

טיוב האפר המרחף באמצעים הנ"ל יצור יתרונות כלכליים משמעותיים:

1. שווק לשימושים בצמנט ובבטון שהם היקרים ולפיכך הריווחיים ביותר.
2. מניעת הצטברות אפר כמעט לחלוטין וע"י כך חסכון בעלויות ישירות ועקיפות של אחסון.

עלות השבחת האפר המרחף בכל שיטה שתיבחר גבוהה, אולם ההשבחה יוצרת אפר המתאים לשימושים בעלי החזר כספי גבוה. בדומה לכך, מתקן מיון אפר תחתי יאפשר לשווק לשימושים בעלי ערך כלכלי גבוה.

הפתרון השמרני לאחסון ולמחזור אפר הוא הקמת שני אתרי אחסון בקיבולת של כ-500,000 טון כ"א בסמוך ככל הניתן לכל אחת מתה"כ, בכפוף לקריטריונים לבחינת האתרים ולהנחיות המשרד לאיכות הסביבה. למרות זאת, בהערכה של פיתוח שימושים חדשים והרחבת אלו הקיימים, ניתן להסתפק במעט יותר ממחצית הכמות הזו, כ-300,000 טון בצמוד לכל תחנת כח.

כמויות אפר המצטברות בתה"כ מעבר לקיבולת האחסון האפשרית הניעו את חח"י למצוא מקומות אחסון או הטמנה מחוץ לתחנות. הפתרון ה"טבעי" הזמין והפשוט ביותר הוא הטמנה (להבדיל מאחסון) במחצבות נטושות. לפי נתוני יחידת המכרות במשרד התש"ל קיימות מאות מחצבות נטושות פזורות ברחבי הארץ. בחינת המחצבות הקרובות יחסית לתה"כ, לצורך שימוש בהן למערך אחסון אפר פחם, הראתה שלמרות מספרן הרב, הן אינן עומדות בקריטריונים הנדרשים.

חוסר האיזון בין ייצור לביקוש אפר מצריך נפחי אחסון כאלו הקיימים באס"פים – מאות אלפי טונות. נפחים אלו מאפשרים צבירת כמויות אפר לצרכני תשתיות המאופיינים בדרישת כמויות גדולות, בזמנים קצרים ובהספקה רציפה.

המשרד לאכ"הס מכין כאמור, תכניות ארציות להסדרת מערך הטמנת הפסולת הגושית. האתרים שיאושרו "ימוגנו" בהתאם לדרישות איכות הסביבה ויוסדרו סטטוטורית מול כל הרשויות הנוגעות בדבר. הקריטריונים שאתרים לסילוק פסולת מוצקה מחוייבים לעמוד בהם וכן תנאי הרישוי שלהם מתאימים לאחסון אפר פחם מרחף ותחתי.

מבין האתרים הארציים המתוכננים לסילוק פסולת מוצקה מומלצים לאחסון ביניים של אפר פחם האתרים הבאים:

(א) אס"פ נען (פתחיה)

(ב) אס"פ כוכב מערב

אתר "נען" נמצא במרכז הארץ וקרוב יחסית למוקדי הביקוש לאפר. אתר "כוכב מערב" קרוב יותר ל"ירוטנברג" אולם במקרה הצורך אתר "נען" עשוי לשמש את שתי תחנות הכח.

שילוב מערך אחסון אפר הפחם במערך אתרי הפסולת מחייב תכנון מוקדם ומשותף עם גורמים במשרדי איכות הסביבה והתשתיות הלאומיות. מומלץ להיכנס להליך זה באופן מיידי.

מאחר שהתכנית להסדרת הטמנת פסולת מוצקה עדיין לא הושלמה עלול להיווצר מצב שההמלצה לאחסון ביניים של אפר באסי"פים לא תתאפשר. סעיף זה בהמלצות יבחן מחדש כשתושלם התכנית במשרד לאכ"ה. באם לא ניתן יהיה להבטיח את נפחי האחסון הדרושים באתרי הפסולת מאילוצי מקום ולוח זמנים של ביצוע התכנית לאתרי פסולת, יש להקים מאגר חדש ייעודי עבור אפר פחם בלבד. מאגר כזה ניתן יהיה להקים צפון מזרחית לקיבוץ נגבה.

תנודתיות במשק ובביקושים לאפר מחייבת מתן פתרון גם למצבי דחק שבהם הכמויות המצטברות והבלתי נצרכות של אפר יביאו לקריסת מערך האחסון ואף יסכנו את המשך הפעלת תחנות הכח בפחם. הגיבוי למערך האחסון יהיה ע"י הטמנה במחצבה נטושה והמיועדת לשיקום. שימוש זה באפר הוא בעל ערך חברתי וציבורי גם אם ערכו הכלכלי שלילי.

עפ"י עודפי האפר שמצטברים מידי פעם בעיתות משבר בעיקר בתה"כ "רוטנברג", נפח אתר לשיקום צריך שיהיה כמחצית מסך נפחי אחסון הביניים, דהיינו- 300,000 טון. יש להגיע להתקשרות עסקית עם הבעלים כך שהאתר יעמוד תמיד לרשות חח"י גם אם השימוש בו יהיה נדיר. יש לבחון העמדת אתר כזה מול שימושי קרקע עתידיים של האתר ומול עלות חלופות שיקום נופי באתרים אחרים.

האתרים המומלצים להטמנת אפר הם מערכת מחצבות נחלה / קדמה / כפר מנחם הנמצאת במרחק שבין 40 ל- 50 ק"מ מזרחית לאשקלון, מעבר לאקויפר, מרוחקות מקידוחי מים באזורים בעלי רגישות הידרולוגית נמוכה.

לא ניתן היה לאתר אתר העונה לדרישות כאלו שייתן מענה לתחנת חדרה. אולם, מכיוון שנפח האחסון ב"אורות רבין" גדול יותר מזה ש"ברוטנברג" (בתנאי שיוסדר סטטוטורית ויצויד במתקנים אפקטיביים למניעת פיזור אבק), הסבירות לצבירת אפר שם עד לכדי גלישה, קטנה וממילא הצורך באתר הטמנה קטן ביותר.

בשלב תכנון התכנית המעשית מוצע לבדוק מחצבות בקירבת תה"כ גם באזורי רגישות הידרולוגית ולשקול ניצול מחצבות כאלו גם במחיר ביצוע איטומי קרקע מתאימים.

7.1. רציונל המערך המוצע לאחסון ביניים של אפר פחם

לאחר בחינת כל הנאמר לעיל מוצע להלן רציונל למערך אחסון ולמחזור אפר פחם. על פי רציונל זה יש לערוך את התכנית המעשית ולבנות את מערך האחסון.

הרציונל בנוי ממדרג של פעילויות ואתרים כשכל אחד מהווה ברירת מחדל לקודם לו:

(1) ניצול שוטף של האפר בקצב ייצורו למניעת הצטברותו.

- (2) אחסון אפר בקרבה מיידית למקום ייצורו.
- (3) יצירת תנאים באתרי האחסון להשבחת ערכו הכלכלי של האפר.
- (4) עודפים מעבר לקיבולת המאגרים המיידים ישונעו לאחסון זמני מרוחק יותר לכיוון מוקדי הפעילות המשקית.
- (5) עודפים לא מנוצלים ביישומים מועילים ישמשו לשיקום נופי באתרים ייעודיים.

8. המלצות

על חח"י לשאוף ולהביא את שוק האפר למצב של עודפי ביקוש. עודפי ביקוש לאפר יאפשרו למקסם את ערכו הכלכלי והמסחרי. יצירת עודפי ביקוש תתאפשר באמצעות מערך אתרים שישמשו לאחסון זמני של כמויות אפר גדולות.

במישור המעשי אתרי אחסון ביניים יתנו מענה לשלוש בעיות עיקריות:

- וויסות בין ייצור לביקוש של אפר ומניעת מצבי דחק תפעוליים (הצטברות עודפים מעבר ליכולת קיבול שטחי האחסון בתחנות הכח).
- אפשרות תפעולית להשבחת אפר, איכותית וכלכלית.
- ניטרול לחצים של צרכני האפר להורדת מחיר האפר (ע"י אי קנייה מכוונת וסתימת תחה"כ או דרישה לכמויות גדולות מאוד בזמן קצר).

המערך המוצע כאן לאתרי אחסון, מחזור והשבחת אפר פחם מאזן בין ניצולת מירבית של פוטנציאל השימושים וערכו הכלכלי של האפר לבין התנאים הפיסיים, הסביבתיים והתפעוליים הנתונים.

תנאי יסודי הוא עמידה בדרישות איכות הסביבה.

8.1. מידרג מערך אתרי אחסון ביניים

מערך אחסון ומחזור אפר פחם יתבסס על הרציונל שהוצע בסיכום (סעיף 7.1) ויבנה ממידרג של אתרים ופעילויות כשכל אחד מהווה ברירת מחדל לקודם לו:

- (1) הוצאת האפר ישירות מהממגורות ללקוחות, פינולו המייד ו"ע"י כך מניעת הצורך באחסון.
- (2) אחסון בחצרות תחנות הכח הפחמיות.
- (3) הקמת מערך השבחת אפר באמצעות מתקן אחסון סגור לאפר מרחף ומפעל למיון אפר תחתי.
- (4) אחסון עודפי אפר באתר אחסון ביניים אחד מרכזי. לשם כך מומלץ להכשיר את אתר "נען" או את אתר "כוכב מערב" ולחילופין מאגר האפר "נגבה". האתר המועדף יבחר עפ"י שיקולי זמינות וכלכליות.
- (5) לכשתצטברנה כמויות אפר מעבר לאפשרויות הקיבולת של האתרים התפעוליים יועברו האפר לשיקום מחצבות "נחלה".

8.2. המערך הפיזי

המערך יטפל באחסון אפר בתצורותיו השונות: תחתי, מרחף, יבש, מורטב, גולמי, מלוח, מעובד (אחרי השבחה ומיון) והכל בהתאמה לשימושים השונים.

כדי לתמוך במערך המוצע ולהביאו לידי מימוש מומלץ לבצע את הפעולות הבאות:

8.2.1. אחסון בתחנות הכח

להכשיר פיזית וסטטוטורית את השטחים שיועדו לאחסון אפר בתה"כ. ב"אורת רבין" מומלץ להכשיר שטח שקיבולתו 300,000 טון. ב"רוטנברג" מומלץ להתבסס על מספר אזורים עם קיבולת כוללת דומה.

8.2.2. מתקני אחסון סגורים

להקים מתקן אחסון סגור מסוג "כיפה" בנפח של 15,000 טון לפחות בתה"כ "אורות רבין". נפח זה תואם את מחזוריות הייצור והביקוש לאפר יבש ויימנע את רוב הצטברות האפר בשטחים פתוחים.

8.2.3. מתקני השבחה

להקים בשטח האחסון המוצע בתה"כ "אורות רבין" מתקני מיון והשבחה לאפר פחם. תפעול מתקנים אלו יהיה ע"י חח"י או ע"י גורם פרטי עבור חח"י. אופציית תפעול נוספת היא ע"י גורם פרטי באתר צמוד אך מחוץ לתה"כ. מתקן האחסון הסגור יפעל כחלק ממערכת השבחת האפר.

8.2.4. אחסון ביניים באתר פסולת

לשלב פתרון לאחסון ביניים לאפר פחם באתר "נען" ובאתר "כוכב מערב" בתכניות להטמנת פסולת שמכין המשרד לאכה"ס. שטחי האחסון הגדולים הקיימים ב"אורות רבין" ביחד עם המתקן לאחסון סגור יצמצמו את הצורך באתר אחסון ביניים בסמוך לחדרה.

אתר הפסולת "כוכב מערב" יוכל לענות על צורך אחסון הביניים של "רוטנברג". יש להביא לכך שיוקצה בו נפח של 300,000 טון עבור אפר פחם. אתר "נען" יוכל לשמש גיבוי ראשוני ל"אורות רבין" או אף ל"כוכב מערב".

8.2.5. מאגר אפר פחם

כחלופה לאתרי הפסולת הגושית מומלץ לבדוק בצורה מעמיקה את הקמת מאגר האפר "נגבה". המאגר יוקם ויתופעל ע"י גורם פרטי.

מוצע לחח"י לבצע בדיקות כלכליות מסחריות עם בעלי אתרי "נען" "כוכב מערב" ו"נגבה" ולהתקשר מסחרית ולטווח ארוך עם אחד או שניים מאתרים אלו.

8.2.6. אתרי שיקום נופי

לעבד תכנית עם יחידת המכרות והקרן לשיקום מחצבות במשרד התשתיות הלאומיות שתאפשר שיריון מחצבות המיועדות לשיקום לפינוי אפר במצבי דחק.

כדי למנוע דילוג על מדרגי ביניים אל הפתרון הזמין והקל אך הבזבזני בראייה משקית של סילוק האפר ע"י הטמנתו הסופית, מוצע להתחיל ביישום התכנית ללא דיחוי ולגבות את מערך האחסון והמחזור על כל מרכיביו ע"י: איפיון מדויק של הצרכים, תכניות עסקיות, תכנון פיזי, תקינה, רישוי וביצוע הדרגתי של המוצע בתכנית לשלביה השונים. על משרד הפנים להוציא בהקדם הוראות תכנון לביצוע התכנית על כל מרכיביה.

בנוסף, יש להמשיך את הפעילות האינטנסיבית והמבורכת המתבצעת בשנים האחרונות של מציאת יישומים חדשים לאפר הפחם ושל שיפור ניצול האפר בשימושים הקיימים. השקעה ביצירת עודפי ביקוש לאפר תחסוך למשק ולחח"י הוצאות תפעול ואחסון מיותרות.