

## אפריתון, מס' 10 – דצמבר 2008

1   משולחן העורך  
  
לכל "ידידי האפר" באשר הם.

כחוב של כבוד אנחנו מזדרזים, "בדקה התשעים" של 2008, להשלים את המידע על פעולותינו במהלכה, תרומתנו הצנועה לעשות את הבאות אחריה טובות יותר.

במסגרת מחקר המיועד לקביעת **מקדמי היעילות של האפר בבטון**, אנחנו מבקשים לאשש את ההשערה כי האפר מועיל יותר ככל שהצמנט המוחלף על ידו בתערובות הבטון איכותי יותר.

בהתבסס על הממצא כי **אפר פחם מרחף המשמש מילוי מבני בסלילת כבישים מתאים לקטגוריה "אדיש" (אינרט)** סביבתית בקריטריון האירופי, אנחנו מפתחים כלי מבחן לבקרה שוטפת של התאמת האפר הישראלי לקריטריון זה.

במחויבות הסביבתית שלקחנו על עצמנו אנחנו מקימים **מאגר נתונים גיאוגרפי** לתיעוד הפרויקטים בהם מיושם אפר פחם בתשתיות – למען הזיכרון ההיסטורי בתכנון עתידי.

לתפארת שלמת הבטון, אף שזו נתונה במחלוקת, אנחנו מנסים לפרוס מרבדי גנים **כמצע לגידול צמחים** גם במשקי הר הנגב.

לספריית המנהלת צירפנו לאחרונה דו"ח מסכם של בחינת טכנולוגיית השימוש באפר מרחף כמלאן **בתערובות אספלט**הנפוצה בעולם.

נלהיב אתכם, אנחנו מקווים, בקסם **הגנים השחורים**, בהם הירוק ירוק יותר והלבן עוד יותר יפה אפילו.

**ובקצרה**נשוב ונבשר כי האפר, כחיים עצמם, ממשיך לזרום ולהעמיד בפנינו אתגרים והזדמנויות, חדשות לבקרים.

בברכת "אפר תמיד", גם בשנת 2009 הבאה עלינו, מייחלים ומאחלים, לטובה.  
עמרי לולב

2 הגנים השחורים

חברת **גנים חקלאות נבונה** מכניסה גוון מפתיע לגינון הביתי והציבורי בעזרת **אפר פחם תחתית גס**, המתקבל בניפוי אפר תחתית גולמי ע"י חברת מצעים חקלאיים, **כמצע גידול צמחים**. אפר התחתית משמש קרקע מלאכותית המותאמת באופן מיטבי, בעזרת תוספים אורגניים, לצרכי הצמח ומאפשרת סביבת גידול ידידותית. שחור המצע עם ירוק הצמח ולובן האבן מעצבים מראה עשיר ניגודים – אתגר לאדריכלים המבקשים ליצור סביבה ייחודית.

3 יעילות אפר בבטון

**בדיקת השפעת סוג הצמנט ומקור הפחם על האקטיביות הפוצולנית של האפר בתערובות בטון**

**תקציר תיאור העבודה**במסגרת מחקר מתמשך המתבצע במכון הלאומי לחקר הבניה בטכניון בהנחיית הצוות המקצועי-הנדסי (בניה), נבחנת יעילות אפר פחם כתחליף לצמנט, בכל הקשור לתפקוד, חוזק וקיים (במונחי קרבונציה וחדירות לכלורידים). מטרת המחקר לבסס מקדמי תחלופה שווי ערך של צמנט באפר בתערובות הבטון על פי התקינה העדכנית המתלה את דרישות האיכות (קיים) בתנאי הסביבה ובייעוד הבטון.

ניתוח השוואתי של תוצאות המחקר מראה שבאופן עקבי מקדמי היעילות שהתקבלו בתערובות מחזור בדיקות אחד נמוכים בהרבה מאלה של האחר, למרות שהאפרים שנעשה בהם שימוש במחזור האחד היו באיכות גבוהה יותר מאשר באחר. ככל הנראה הסיבה להפחתה ביעילות האפר היא הפחתה באיכות הצמנט כמשפעל (מניע תהליכי הידרציה), כתוצאה מהקטנת מרכיב הקלינקר בצמנט הנפוץ.

כלקח ממצאי המחקר יזמה המנהלת בחינת ההשערה על השפעת איכות הצמנט על תפקוד האפר (בתלות במקור הפחם) כמתקבל בבדיקות תקניות של תערובות בטון נפוצות.

הבדיקות התקניות על בסיס מפרט שגובש במכון הלאומי לחקר הבנייה מתבצעות באיזוטופ, במקביל לבדיקות אפיון אפרים מדגימת סל 2008 על פי תקן אפר לבטון. אנליזות מינרלוגיות של סל אפרי 2008 הנערכות במכון הגיאולוגי ישלימו את המידע הנדרש לבחינת ההשערה.

[לעיון בדברי הסבר מורחבים ובתוכנית הבדיקות](http://www.coal-ash.co.il/docs/AshCementReplaceEfficiency.pdf)

4 אנחנו במפה

**תיעוד גיאוגרפי של אפר בתשתיות**

מיפוי נתוני הפרויקטים בסלילה ובתשתיות בהם נעשה שימוש באפר פחם אפר פחם משמש כחומר מילוי מבני בתשתיות בנפחים שונים, בהם גדולים עד כדי מאות אלפי טון ובהם קטנים בסדר גודל של מאות אחדות. [יישום האפר בפרויקטים](http://www.coal-ash.co.il/tab_slila.html) אלה מתבצע בהיתרים הניתנים בכפוף [לתנאים הסביבתיים](http://www.coal-ash.co.il/sviva_control.html) שנקבעו ליישומים השונים.

המנהלת נדרשת לנהל מערך תעוד גיאוגרפי של הפרויקטים בהם מיושם אפר פחם כחומר סלילה ומילוי בתשתיות. במיוחד נדרשת המנהלת לתעד את הפרויקטים הקטנים שפריסתם רחבה ולוודא כי היתרים לביצועם ניתנים בהתחשב במגבלות הגיאוגרפיות שנקבעו להם. ציון הפרויקטים ונתוניהם העיקריים ע"ג מפה יהיו זמינים לציבור באתר האינטרנט של המנהלת.

תשתית מאגר הנתונים תתבסס על תוכנת הקוד הפתוח Drupal בעריכת חברת לינווייט המקימה ותומכת מערכות אלה בישראל.

[לעיון בדברי הסבר מורחבים](http://www.coal-ash.co.il/docs/GIS_InfrastructProjects.doc)

5 מבחן סביבתי לאפר בתשתיות

**קריטריון סביבתי לאפר פחם מרחף כמילוי מבני בסלילה ובתשתיות**  
  
קביעת מקדמי מעבר מריכוזי מזהמים המתקבלים בבדיקות תשטיפי אפר מרחף יבש לממצאים המתקבלים בתשטיפי האפר המורטב ומהודק למבנה מונוליתי.

**תקציר תיאור העבודה**מטרת העבודה לקבוע רשימת ערכים מרביים לתשטיפי אפר מרחף שיעודו מילוי מבני בתשתיות על פי מקדמי מעבר מממצאי בדיקות מעבדה של תשטיפי אפר גרנולרי, שהיא שיטה קלה לביצוע באופן שוטף, לממצאי בדיקות של תשטיפי אפר מונוליתי, המייצג את מצבו ההנדסי במבנה התשתית. רשימת הערכים תשמש כלי בקרה ליישומי אפר פחם מרחף בתשתיות.

אפר פחם מרחף המיושם כחומר מילוי מבני מורטב ומהודק בסוללת כביש ובתשתיות מתנהג כמונולית אינרטי לסביבה במונחי הקריטריונים בתקנים האירופיים. לכן הקריטריון הסביבתי לשימושי אפר מרחף בתשתיות צריך להתבסס על ריכוזי מזהמים המתקבלים בתשטיפים בשיטת הבדיקה של מונולית (חומר ממוצק).

העבודה מתבצעת במסגרת שדרוג ההנחיות הסביבתיות של שימושי אפר פחם בסלילה ובתשתיות ([אפריתון 7, סעיף 3 – האתגר הסביבתי](http://www.coal-ash.co.il/afriton/afriton_7.html#30)) בהנחיית הצוות המקצועי-מדעי (מזהמים). גלילים מונוליתיים העשויים מאפרים ממקורות הפחם העיקריים יוכנו במעבדות מכון התקנים הישראלי בהנחיית דר' מריו הופמן ממשרד "יונה" ויבדקו במעבדות המכון הגיאולוגי.

[לעיון בדברי הסבר מורחבים](http://www.coal-ash.co.il/docs/GranularMonolithTrnasCoeff.pdf)

6 טוב לצומח טוב למגדל

**אפר תחתית כמצע גידול צמחים בחקלאות**

גידול צמחים על מצעים מלאכותיים נועד לאיזון מיטבי של אוויר ומים בסביבת בית השורשים, לייעול משטרי ההשקיה והדישון, לשיפור עמידות הצמח למחלות קרקע ולהשאת יבולים גבוהים ואיכותיים יותר מאלה המתקבלים בקרקע הטבעית. המנהלת מקדמת התנסות חקלאים בשימוש במצעית (אפר פחם תחתית גס מעורב בקומפוסט) כמצע לצמחים במסגרת משקי מודל ותצפיות מעקב בגידולים נבחרים. במסגרת הפעולות להרחבת השימוש בטכנולוגיית אפר תחתית כמצע גידול צמחים, מסייעת המנהלת לקידום הפרויקטים הבאים, בליווי מקצועי של פרופ' יונה חן מהפקולטה לחקלאות באוניברסיטה העברית:  
  
**גידול גפן יין בשדה בוקר**בכרם שדה בוקר מגדלים שני סוגי גפנים – מרלו וקברנה. היין מופק ביקבי תשבי וזוכה לביקורות נלהבות בארץ ובעולם, אולם גידול הגפנים סובל מבעיות איכות קרקע הלס, המתבטאות ביבול נמוך ובהוצאה גבוהה על מים. מצע הזנה על בסיס אפר תחתית אמור להשביח את סביבת בית השורשים של הגפן.

[לעיון בתיאור מורחב](http://www.coal-ash.co.il/docs/SdeBokerWineryObservation2008.pdf)

**עגבניות שרי בקדש ברנע**במשק עמית ורד בקדש ברנע, מודגם השימוש במצעית בתעלות הזנה לגידול עגבניות שרי, במסגרת השוואתית למצעי הגידול הנפוצים האחרים (טוף בתעלות ופרלייט בשרוולים) ובהשוואה לחול המקומי. התצפית מתנהלת בסיוע יובל קיי, דוקטורנט מדעי הצמח במכון למדעי החיים באוניברסיטה העברית.

[לעיון בתיאור מורחב](http://www.coal-ash.co.il/docs/CherryObservAmit2008.doc)

7 ממדף הספרים – אפר כמלאן באספלט

לאחרונה התעשרה [ספריית המנהלת](http://coal-ash.co.il/tab_library.html) בדו"ח המסכם את העבודות שנערכו בהנחיית אינג' נתן לבנת לשילוב אפר פחם מרחף כמלאן בתערובות אספלט. העבודה שהחלה לפני שנים אחדות התמקדה בשתי משפחות תערובות – דולומיטית ובזלתית. כתוצאה ממערכת פיתוח מקיפה שכללה בדיקות מעבדה, קטעי ניסוי בכבישים ומעקב איכות מתמשך, הוכר השימוש באפר מרחף כתקני הן [בתקני מכון התקנים הישראלי](http://www.coal-ash.co.il/docs/SII_362_Part1_HAM_March2003.pdf) כמלאן מינרלי ממקור תעשייתי בתערובות אספלט חמות בכלל, והן [במפרטי החברה הלאומית לדרכים מע"צ](http://www.coal-ash.co.il/docs/BazaltFlyAshAsphalt_51_04_NRC_2008.pdf) כמלאן כנ"ל המהווה תנאי הכרחי בתערובות אספלט בזלתיות.

בעוד השימוש באפר מרחף כמלאן בתערובות אספלט דולומיטיות איננו מהווה בד"כ חלופה תחרותית למלאן הגירי בתנאי הארץ (עודפי מלאן במתקני אספלט הממוקמים ברובם במחצבות גיר דולומיט), הרי תרומתו כמעניק הכשר בדיעבד לחול הבזלת, הפסול כשלעצמו לתערובות אספלט בשל ספיגותו הגבוהה למים, מקנה לו יתרון כלכלי במתקני אספלט הממוקמים במחצבות בזלת.

[לעיון בתקציר הדו"ח](http://www.coal-ash.co.il/docs/FlyAshAsphalt_LivnatSummary_Nov2008.pdf)  
המעוניינים מוזמנים לעיין בדו"ח המלא בספריית המנהלת.

8 בקצרה

חברת **מצעים חקלאיים** מספקת אפר תחתית כמעטפת **צנרת בטון תת קרקעית לסניקת ביוב** במסגרת שדרוג מערכות אזוריות לטיפול בשפכים: בבקעת הנדיב (אור עקיבא – חוף הכרמל), בגליל העליון (פסוטה – אבירים), בעמק יזרעאל (סאלם – גבעת עוז) ובנחל עירון (ברטעה – מצר).

מנהלת אפר פחם היא גוף ממשלתי שהוקם בשנת 1993 ע"י משרד האנרגיה והתשתית (לימים המשרד לתשתיות לאומיות) בשיתוף משרדי איכות (הגנת) הסביבה והפנים וחברות החשמל והפחם, במטרה לרכז מאמץ ממלכתי במחזור מועיל וידידותי לסביבה של האפר הנוצר בתחנות הכח הפחמיות.