

## אפר פחם מרחף בתקנות גהות תעסוקתית סקירה ספרותית מעודכנת

פיליפ גולדברג, 2006

### רקע

באוגוסט 2003 ביקשה מנהלת אפר הפחם מהמכון לבריאות תעסוקתית סקר ספרות מקצועית על בטיחות וגהות בעבודה עם אפר פחם וניתוח של החומר המקצועי שנאסף עד אז ע"י המנהלת בסיוע גופים אחרים ובעיקר המוסד לבטיחות ולגיהות.

בחודש אפריל 2004 הוגש למנהלת אפר הפחם סקר וניתוח חומר ספרותי שנערך ע"י המכון לבריאות תעסוקתית. הממצאים העיקריים של הדו"ח לגבי צורן דו חמצני גבישי חופשי (סיליקה חופשית) מפורטים להלן.

- גורמי חשיפה באפר פחם, העלולים להוות סיכון בריאותי פוטנציאלי לעובדים בו נובעים מתכולתם בפחם הטבעי. גורמים אלו כוללים אפר הפחם עצמו וצורן דו-חמצני גבישי.
- גורם הסיכון מעורר הדאגה הגדול ביותר בהקשר לאפר פחם הוא צורן דו-חמצני גבישי חופשי (קוורץ) הן בגלל הפוטנציאל הפיברוגני שלו ויכולת לגרום לסיליקוזיס והן בגלל הכרתו כגורם מסרטן לאדם. סוג הסיליקה הגבישית באפר הוא קוורץ בלבד. תהליך השריפה משנה את מופע הסיליקה בהשוואה למופעה בפחם. באפר המרחף טבוע חציה בפאזה הזכוכית של חלקיקים ולכן חלק זה אינו רלוואנטי כפוטנציאל נזק. רוב החלק שאינו טבוע בפאזה הזכוכית מורכב מחלקיקים גסים שאינם ברי נשימה. מקטע הקוורץ בר נשימה מהווה כ- 0.1% - 0.2% מכלל האפר המרחף, אך רוב החלקיקים נתונים בתוך חלקיקי האפר ולא על שטח פניו. השפעות פיברוטיות של קוורץ מיוחסות לתגובות של פני השטח של החלקיקים, אך הריכוז הנמוך של קוורץ בר-נשימה באפר המרחף יחד עם העובדה שחלקיקיו שקועים בחלקיקי האפר ופני השטח שלהם חבויים מסבירים את העדר הממצאים של סיליקוזיס והשפעות קוורץ אחרות במחקרים אפידמיולוגיים על עובדים חשופים לאפר פחם מרחף. ריכוז הסיליקה החופשית ברת נשימה באפר תחתית הנמצא בשימוש נמוך אף הוא (< 5%) ואינו מהווה מקור לחשיפה גבוהה מרמת הפעולה בתקן הישראלי לחשיפה תעסוקתית.
- המסקנה המתבקשת מהסטטוס הסיכוני של אפר פחם, וביחוד אפר תחתית, היא שניתן להתייחס אליו כאל חומר אינרטי שהאבק הנוצר ממנו הוא אבק מטריד, וכפסולת משריפת פחם הוא יכול להיות מוגדר כפסולת אינרטי שאינה מחייבת תקינה כלשהי. יתירה מזאת, נתוני מחקר והיסטוריה רפואית מצביעים על כך שחשיפה לאפר פחם בתהליכים שונים אינה גורמת למחלות ריאה ולא הובאו ראיות משכנעות של פניאומוקוניוזות או פוטנציאל פיברוגני באדם, למעט פניאומוקוניוזות בעובדי מכרות פחם לשעבר. על אף סיכון לשינויים אפשריים בחומר התורשתי בתא אצל עובדים חשופים לאפר פחם לא נמצאה עליה בתמותה מסרטן ספציפי בקרב עובדים אלה ולא נמצא הבדל בשינויים בחומר התורשתי בתא בין קבוצת ניסוי לקבוצת בקורת. **ואמנם,**

**אפר הפחם אינו מוגדר כחומר מסוכן או פסולת מסוכנת בתקנות של מדינות מובילות  
והוא אושר לשימוש כתוסף בייצור מלט ולכיסוי קרקע.**

הסקירה שנערכה ע"י המכון לבריאות תעסוקתית יחד עם סיכום מחקר מקיף של KEMA בהולנד היוו מנוף להגשת בקשה לוועדה הטכנית לאבק מזיק ולמשרד לאיכות הסביבה להוציא את אפר הפחם מתקנות אבק מזיק, להגדיר אבק מרחף של אפר פחם כאבק מטריד ולהגדיר אפר פחם תחתי כפסולת יבשה על פי הקריטריונים המקובלים בארץ.

בספטמבר 2005 התכנסה הוועדה הטכנית לאבק מזיק והשתכנעה שניתן להמליץ על הוצאת אפר תחתי מתחולת תקנות אבק מזיק. כמו כן קבעה הוועדה שהיא אינה מתנגדת למתן היתר לשימוש ללא הגבלה באפר תחתי בגידולים חקלאיים ובגינות בהיבטים הקשורים בתחומי אחריות הוועדה הטכנית. המלצתה של הוועדה הטכנית הועברה לוועדה הרפואית העליונה לאבק מזיק. מעמדו של אפר פחם מרחף נותר בשלב זה ללא שינוי בעיקר בגלל התלבטות לגבי פוטנציאל החשיפה לסיליקה גבישית חופשית באפר זה.

מנהלת אפר הפחם החליטה לערוך חקירה של ריכוזי סיליקה חופשית גבישית באפר פחם מרחף במגמה לבחון הוצאתו מתחולת תקנות אבק מזיק. הוחלט שתכנית העבודה של חקירה זו תכלול אנליזה מורפולוגית של האפר לפי גודל גרגיר וביצוע סקר **ספרות מקצועית נוסף** שיכלול תימוכין טוקסיקולוגיים ורפואיים קליניים להגדרת אפר פחם (מרחף ותחתי) כאבק מטריד / חלקיקים בלתי מסווגים. הסקר אמור לעדכן חידושים במידע אודות האפר המרחף (אם קיימים) ביחס לסקירה הקודמת ובייחוד מהיבטים של רגולציה תעסוקתית וסביבתית בארץ ובעולם לגבי שימוש באפר, נוהג עבודה, בקרה וסילוק פסולת. ביצוע הסקירה אושר.

כפי שסוכם הסקר בוצע באתרי האינטרנט של ארגונים כגון:

- מכונות מחקר ואוניברסיטות
- מוסדות ציבוריים לאומיים
- ארגוני עובדים (Trades Unions)
- מוסדות של ה - WHO
- מוסדות של ה - EEC
- ארגונים פרטיים (כגון Eurosil)
- תחנות כוח.

כמו כן, נעשה חיפוש תוצאות מסקרים טוקסיקולוגיים ורפואיים הקשורים לחשיפה תעסוקתית וסביבתית לאפר פחם. מצ"ב מכתב שנשלח לאתרים.

להלן דוגמאות של אתרים שנסקרו (כמו כן, בכל האתר נסקרו קישוריות (LINKS) לאתרים רלוואנטיים אחרים.

כתובת	מקום
mailbox@actu.asn.au	Australian Council of Trade Unions (Australia)
info@ascc.gov.au	Australia OSH
J.B.Grainger@bham.ac.uk	Birmingham Institute for Occupational Health
clientservices@ccohs.ca	Canada IOH
ami@ami.dk	Danish Health Institute
eea@eea.eu.int	European Environmental Agency
hesa@etui-rehs.org	European Trade Union Inst- Health, Safety, Research, Education ,Brussels
dgregoire@etui-rehs.org	European Trade Union Inst- Health, Safety, Research, Education, Brussels- Information Officer
ghofmann@etui-rehs.org	European Trade Union Inst- Health, Safety, Research, Education ,Brussels- Information and Publications
tmsu@etui-rehs.org	European Trade Union Inst- Health, Safety, Research, Education ,Brussels- Research Officer
enquiries@e3-ltd.co.uk	Eurosh UK
Harri.Alenius@ttl.fi	Finish Health Institute
	IARC
informs@ilo.org	ILO Library
cis@ilo.org	ILO Standards
Abelpubserv@aol.com	International Occupational Hygiene Association Journal
cis@ilo.org	International Occupational Safety and Health Information Centre (CIS)
	NIOSH
stami@stami.no	Norway Institute for Occupational Health
bm@ios.edu.pl	Poland Environmental Impact Assessment Lab.
webmaster@labour.gov.za	South Africa MOL
registrator@arbetlivsinstitutet.se	Sweden National Institute for Working Life Library
karl.gruen@on-norm.at	Austria OSH
info@meta.fgov.be	Belgian Health Authority
wayneseames@mail.und.nodak.edu	University of North Dakota
secretariat@ima-eu.org	Eurosil
technical.help@castlecement.co.uk	Castle cement
enquiries@UKQAA.org.uk	United Kingdom Quality Ash Association
john.d'angelo@fhwa.dot.gov>	US Department of Transport, Federal Highways Administration

From: Philip Goldberg CChem MRSC

On behalf of the "National Coal-Ash Board of Israel"

Dear Sir/Madam,

Subject: Suspended Fly Ash Health Hazards

We are currently carrying out a literature / internet / Organizational survey regarding the Occupational and Environmental Health Hazards related to the inhalation of suspended fly ash, in particular regarding the hazards of  $\alpha$ -quartz in the various particle size fractions.

Our current regulations classify fly ash as hazardous dust. The purpose of the literature survey is to help us reassess the present classification and examine alternatives.

We are interested in all sources of exposure including from coal fired power stations, Portland cement, land-fill, soil modification / stabilization, agriculture etc.

Any data, papers, reports or references, from the year 2002 onwards, which you could share with us would be appreciated and, would of course, be treated in confidence. In addition we would be interested to learn of the relevant Regulations in your country/organization.

On behalf of the Board I would like to thank you for your time and look forward to hearing from you.

Philip Goldberg  
Occupational Hygienist.  
email: judyphil@gmail.com

## סיכום התגובות שהתקבלו

מתוצאות הסקר נלמד :

- בספרות המקצועית פורסמו מאז 1998 מעט מאמרים חדשים הקשורים לחשיפה תעסוקתית וסביבתית לאפר פחם.
- תוכן מאמרים אלו אינו מוסיף מידע חדש לגבי סיכון הבריאותי מחשיפה לאפר פחם.
- בארה"ב בוצעו מעט מאוד מחקרים בנושא של חשיפה לאפר פחם עקב חסר בתקציבים והעדר פניות לבית משפט לפיצויים מנזק בריאותי מחשיפה לקוורץ שמקורו באפר פחם.
- בארה"ב בוצע סקר ספרותי ע"י:

EPR – Electric Power and Research Institute

שפורסם במאי 2006 בשם :

"השפעות בריאותיות פוטנציאליות של סיליקה גבישית מאפר פחם מרחף"

"Potential Health Effects of Crystalline Silica from Coal Fly Ash: A Literature Survey".

להלן ציטוטים רלבנטיים מהתקציר של הסקר \* :

**מטרה:** סקירה ביקורתית של ספרות הדנה בהשפעות בריאותיות פוטנציאליות מחשיפה לסיליקה גבישית שמקורה באפר פחם מרחף.

**גישה:** סקירה ספרותית נערכה לגבי מחקרים אפידימיולוגיים וטוקסיקולוגיים. מגוון המחקרים האפידימיולוגיים הכיל:

(1) חשיפה פוטנציאלית של עובדים באפר פחם, בד"כ במתקני תחנות כח.

(2) מחקרים על אוכלוסיה החיה בסביבה של תחנות כח מופעלות בפחם.

(3) קשר בין חשיפה לסיליקה גבישית לבין מחלת הסיליקוזיס וסרטן ריאות.

**תוצאות:** הנתונים בסקירה מצביעים על כך שלגבי רוב העובדים בתחנות כח אין סבירות לסבול מהשפעות בריאותיות משמעותיות הקשורות בסיליקה גבישית כתוצאה מחשיפה לאפר פחם מרחף בהעדר חשיפות גבוהות לטווח זמן ארוך.

\* על מנת לעיין בעותק הסקר המלא יש לרכשו תמורת \$25,000 ולכן הוא לא נרכש.

- בשנת 2003 פורסם מאמר ע"י דר. יעקב נתן מהמכון הגיאולוגי בכותרת: "פוטנציאל זיהום ושימוש תועלתי באפר פחם תחתי (לדוגמה, בתשתית דרכים, מילוי בורות, חקלאות)".

"Pollution Potential and Beneficial Uses of Bottom Coal Ash (e.g. road bases, structural fills and agriculture)".

במאמר החוקר מסכם :

"חשוב להדגיש שבאופן מעשי כל הספרות, לרבות זו המצוטטת במאמר, מתייחסת לאפר מרחף כי הוא מוצר הלוואי העיקרי בשריפת פחם. ניתן לראות מהספרות והנתונים במאמר שאפר פחם מרחף הוא פסולת בלתי מזיקה." "אפר פחם תחתי, שהוא נושא המאמר ומסווג כפסולת אינרטי גם ע"י קריטריונים אירופאים מחמירים, אינו מהווה סכנה למי תהום ולגרימת זיהום אטמוספרי בעת שימוש, למעט התמצות של בורון לקרקע ומים." המחבר ממליץ להתייחס לאפר פחם תחתי בישראל כפסולת אינרטי.

- קבלנו תשובה למכתבנו ממר לינדון סייר, דירקטור טכני של ה- UK Quality Ash Association.

הוא כותב:

"בבריטניה, בכל המקומות בהם אפר מרחף הנוצר מתחנות כח הוא צורני, האפר מסווג כאבק מטריד. אינני מודע לאירועים אי פעם של בעיות נשימה או סיליקוזיס הקשורות בחשיפה לאפר פחם צורני מרחף בבריטניה."

- בכנס שנערך בתל אביב בנובמבר 2005, דיווח דוקטור מייג'י (Meij) מ- KEMA : "בתחנות כוח בהולנד, המופעלות בפחם, כ- 50% מהקוורץ הנוצר הופך לפאזה זגוגית. רוב הקוורץ מצוי במקטע האפר שאינו בר נשימה. תכולת הקוורץ בר הנשימה בדוגמאות של אפר פחם אבקתי (טחון) הגיעה לכ- 0.1%. לפי זה, רק כמות קטנה של קוורץ זמינה לפעילות ביולוגית. כל המחקרים שנערכו, לרבות מחקרים אפידמיולוגיים in vivo ו- in vitro, מצביעים על כך שקוורץ באפר אבקתי אינו בעל אותן השפעות בבני אדם וחיות כמו אלו של קוורץ טהור או חומרים מכילי קוורץ טהור, ואינו מהווה גורם סיכון פיברוגני. העדר השפעות המיוחסות בד"כ לקוורץ תומך בעובדה שקוורץ באפר פחם אבקתי הוא בעיקר כלוא בתוך חומרים המהווים פאזה זגוגית. עובדה זו בוססה באמצעות כ- 11,000 חלקיקי אפר פחם שנחצו ונבדקו בשיטת המיקרוסקופיה האלקטרונית. יתרה מזאת, כנראה שקוורץ מאבד את תכונותיו הפיברוגניות לאחר חימום לטמפרטורות גבוהות מ- 1200°C."

### תקנות

לא נמצאו תקנות בארה"ב ואירופה לגבי חשיפה תעסוקתית או סביבתית לאפר פחם.