



# **מדריך היבטים סביבתיים בשימושי אפר פחם-**

## **סליקה גבישית**

**הוכן ע"י  
מנהלת אפר הפחם**

**בסיוע  
דר' אריאל מצגר, חברת החשמל  
דר' ישעיהו בראור, המשרד להגנת הסביבה**

**ספטמבר 2010**

## היבטים סביבתיים בשימושי אפר פחם

### סיליקה גבישית

#### מבוא

אבק המכיל גרגרי סיליקה גבישית חופשית מוגדר כ"אבק מזיק" (hazardous dust), שיש לו פוטנציאל לחדור לריאות ע"י נשימה ולגרום למחלות ריאה כסיליקוזיס והשפעות מסרטנות, בעיקר בקרב עובדים הבאים במגע עם האבק. כדי להימנע מכך נקבעו ערכים מרביים מותרים ל"אבק מזיק" בסביבת העבודה הכללית והאישית (תקן תעסוקתי) המגדירים את הרמה המותרת בחשיפת אדם לפרק זמן כולל של כ- 8 שעות עבודה.

אפר פחם, שמקורו בסלע משקע המכיל אחוז גבוה של סיליקה במצבים שונים, מכיל גם סיליקה גבישית חופשית. מכאן נובע הצורך לבדוק את מידת הסיכון בחשיפה לאבק האפר, והאם תכולת הסיליקה הגבישית החופשית שבו מחייבת להתייחס לאפר כאל "אבק מזיק". על פי תקנות הבטיחות בעבודה הישראליות הנוכחיות אפר פחם מוגדר כ"אבק מזיק". הגדרה זו נקבעה ע"י גורמי הרישוי בתחילת עידן ייצור החשמל מפחם בישראל בהנחה מחמירה, ללא בחינה מחקרית, בגישת "הזהירות המונעת". אולם מחקרים ועבודות שנערכו בנושא זה בארץ ובעולם הראו כי תכולת הסיליקה הגבישית החופשית באפר נמוכה מאוד ואין בה סיכון בריאותי. בהתבסס על ממצאי מחקרים אלה המליצה הועדה הטכנית לאבק מזיק (ועדה סטטוטורית משותפת למשרדים הגנת הסביבה, התעשייה, המסחר והתעסוקה והבריאות, שיחד עם הועדה הרפואית אחראית ליישום דרישות התקנות) להוציא את אפר פחם התחתית מתחולת תקנות אבק מזיק. שינוי הגדרת האפר המרחף בתקנות אבק היה כרוך בעבודה נוספת שהושלמה לא מכבר (2009), ועל בסיס ממצאיה הסכימו רשויות הרישוי שהאפר לא ייכלל בתקנות "אבק מזיק", במסגרת עריכתן המעודכנת.

המדריך שלהלן סוקר בשאלות ותשובות את הידע בסוגיית החשיפה לסיליקה גבישית חופשית ומבהיר מדוע אין החשיפה לאבק אפר פחם מסוכנת מבחינה זו.

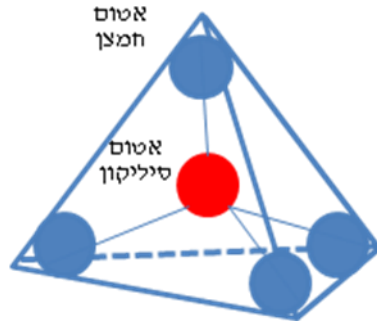
## רשימת השאלות

1. מהי סיליקה?
2. מהם מקורות הסיליקה?
3. האם חשיפה לחומר זה מסוכנת?
4. היכן נחשפים לכמויות משמעותיות של חומר זה?
5. האם אפר פחם מכיל גם הוא סיליקה?
6. מה הם המקורות לאבק מאפר פחם?
7. מהו אחוז האפר המרחף הנפלט לאוויר מארובת תחנת הכוח?
8. האם במקומות שצוינו לעיל קיים סיכון לנשימת אבק מאפר (חלקיקי אפר במשקל וגודל מסוים המרחפים באוויר)?
9. כיצד ניתן לצמצם את החשיפה לאבק במקומות אלו?
10. מהו אחוז הסיליקה הגבישית חופשית מתוך מקטע בר נשימה באפר המרחף?
11. האם קיימות הגבלות לחשיפת עובדים במקומות אלו לאבק מאפר?
12. מדוע תקנות אבק מזיק מחמירות יותר?
13. בתקנות מצוין המונח סיליקה גבישית חופשית. מה פירושו?
14. האם קיים סיכון גם מסיליקה גבישית באפר שאינה חופשית?
15. כיצד עומדות מגבלות החשיפה בתקנות אבק מזיק בישראל ביחס לשאר המדינות?
16. מהי ההתייחסות לאפר פחם בתקנות אבק בעולם?
17. האם אדם מן האוכלוסייה המתגוררת בסמוך לתחנת כוח עלול להיפגע מחשיפה לאבק אפר?
18. האם נתגלתה ביישומי אפר פחם בארץ חריגת סיליקה מהערכים המותרים באוויר?
19. האם ידוע על מקרי תחלואה בקרב עובדים בארץ או בעולם כתוצאה מחשיפה לסיליקה גבישית שמקורה באפר פחם?
20. האם מוצדק להכליל את אפר הפחם בתקנות אבק מזיק בישראל?



## 1. מהי סיליקה?

המרכיב הכימי צורן דו חמצני שנוסחתו היא  $\text{SiO}_2$ , היכול להופיע בצורה גבישית כמינרל קוורץ, או אמורפית. הקוורץ שייך לקבוצת המינרלים הסיליקטיים, המורכבים מיחידת מבנה בסיסית בעלת מבנה גיאומטרי של טטרהדר- אטום חמצן במרכז הקשור לארבעה אטומי סיליקון ( $\text{SiO}_4$ ) (ראה איור). צורת הגביש פריזמה משושה המסתיימת בפירמידה בעלת שש צלעות בכל אחד משני קצותיה.



### לרשימת השאלות

## 2. מהם מקורות הסיליקה?

קוורץ הינו המינרל הנפוץ ביותר על פני כדור הארץ. הוא נוצר מהתגבשות מגמה בפנים כדור הארץ. המינרל עמיד בפני תהליכי בלייה, ונמצא כמעט בכל סביבה גיאולוגית. נפוץ בעיקר בחול (ים, דיונות) כמינרל טהור (סיליקה גבישית חופשית), כמרכיב מינרלי בסלעים מגמתיים וסדימנטריים, וכן בקרקעות.

### לרשימת השאלות

## 3. האם חשיפה לחומר זה מסוכנת?

קוורץ עלול לגרום לגירוי בעיניים ואף למחלות ריאה סרטניות, כגון סיליקוזיס ופנוימוקוניוזיס, כתוצאה מנשימתו. סיליקוזיס מובילה לדלקת בריאות ומתבטאת בלייפת (פיברוזה) של רקמת הריאות. ב- 1997 הגדירה הסוכנות הבינלאומית לחקר הסרטן (IARC) את הסיליקה הגבישית חופשית כגורם מסרטן ודאי לאדם.

### לרשימת השאלות

## 4. היכן נחשפים לכמויות משמעותיות של חומר זה?

העובדים חשופים אליו באתרים בהם אבק המכיל סיליקה גבישית נפלט לאוויר, למשל מפעלי תעשיית הבנייה ומחצבות. עובדים שעוסקים בניקוי חול נחשפים אליו בצורה משמעותית כתוצאה מהתרסקות גרגרי החול הגורמת לחשיפת פני שטח אקטיביים מבחינה ביולוגית.

### לרשימת השאלות

## 5. האם אפר פחם מכיל גם הוא סיליקה?

מקור האפר – הפחם, נוצר מהצטברות חומר אורגני שכוסה בשכבות סחף אדמה וסלעים המכילים גם קוורץ, ולכן באופן טבעי גם האפר מכיל קוורץ. הסיליקה מהווה את המרכיב העיקרי בחומר המינרלי בפחם ובחומר האלומינוסיליקטי באפר הפחם, ותכולתה באפר כ- 50% – 60% משקלית. קוורץ הוא הצורה המינרלוגית היחידה של סיליקה המצויה בפחם ובאפר הפחם.

### לרשימת השאלות

## 6. מהם המקורות לאבק מאפר פחם?

המקור העיקרי לאבק אפר פחם הוא תחנות הכח – כאפר מרחף הנפלט מארובת תחנת כח, כאבק הנוצר במהלך העמסת האפר למשאיות, וכאבק הנוצר מערימות פתוחות בתחום התחנות. מקורות נוספים אך פחות משמעותיים הם אבק נילוה הנוצר בעת שינוע ופיזור האפר באתרי עבודות סלילה ותשתיות ובשדות חקלאיים. יש להדגיש כי הרטבה של האפר מפחיתה משמעותית את פיזור האבק בשימושו.

### לרשימת השאלות

## 7. מהו אחוז האפר המרחף הנפלט לאוויר מארובת תחנת הכח?

99.75% מן האפר המרחף נקלט במשקעים האלקטרוסטטיים (ESP). בתחנות כח בהן עוברים גזי הפליטה דרך מתקן דסולפוריזציה (FGD – Flue Gas Desulphurization) המפחית את פליטת תחמוצות הגופרית SO<sub>x</sub> (לסביבה), נספח חלק ניכר משארית האפר בגבס הנוצר במתקן ומקטין עוד יותר את שיעור הפליטה לאוויר.

### לרשימת השאלות

## 8. האם במקומות שצוינו לעיל, קיים סיכון לנשימת אבק מאפר פחם?

הסיכון קיים מחלקיקים בגודל בר-נשימה (עד 7 מיקרון קוטר אווירודינמי) העלולים לחדור לריאות. באפר המרחף מגיע מקטע גודל זה לכ- 30%, אולם יש לזכור שרובו (כאמור, 99.75%) מסולק ע"י המשקעים האלקטרוסטטיים. מקטע החלקיקים בני נשימה באפר תחתית הוא 0.4% בלבד וחלקם אינו מגיע לריחוף עקב כליאתם בין חלקיקים גסים יותר. כמו כן, מרבית הסיליקה הכלולה באבק אפר בכלל ובחלקיקים בני-נשימה בפרט, מצופה ע"י חומר זכוכיתי אמורפי, ועל כן לא מהווה גורם מחולל מחלות כסיליקוזיס.

### לרשימת השאלות

## 9. כיצד ניתן לצמצם את החשיפה לאבק במקומות אלו?

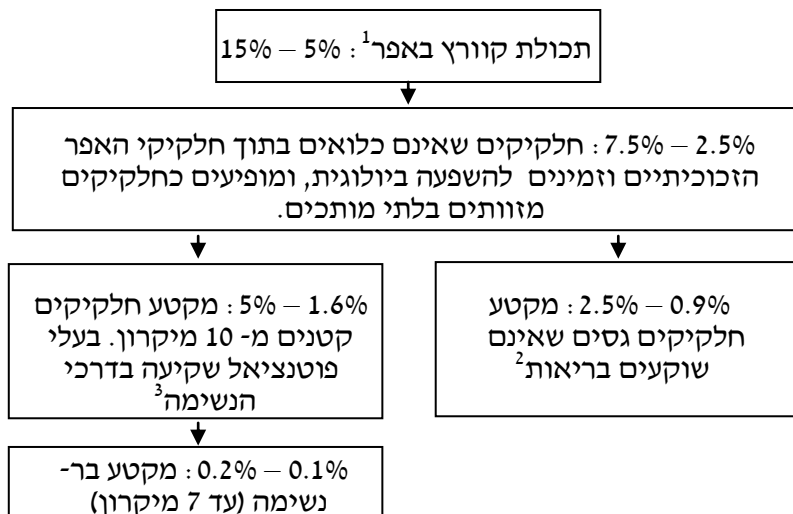
הפחתת הפליטה לאוויר נעשית ע"י הרטבת ערימות האפר ומשטחי העבודה והידוק דרכי הסלילה למניעת ריחוף האפר. מוטלת חובה על העובדים להשתמש במיגון מתאים לדרכי הנשימה ולעיניים. בדיקות ניטור תעסוקתיות וסביבתיות נערכות במטרה למדוד את ריכוזי האבק בסביבה הכללית ובחשיפה האישית של העובד ולהשוותם לתקן. בחריגה מהתקן ננקטים אמצעים להפחתת האבק ו/או החשיפה לאבק.

### לרשימת השאלות

## 10. מהו אחוז הסיליקה הגבישית החופשית במקטע בר הנשימה באפר המרחף?

הסיליקה הגבישית החופשית במקטע בר הנשימה באפר המרחף, מהווה כ- 0.1% – 0.2% מכלל האפר המרחף. אפר פחם מרחף מכיל 5% – 15% קוורץ, מהם כ- 2.5% – 7.5% שאינם כלואים בתוך חלקיקי האפר הזכוכיתיים ופני השטח שלהם חשופים, והם מופיעים כחלקיקים מזוותים בלתי מותכים. כ- 0.9% – 2.5% מתוכם מצויים במקטע החלקיקים הגסים שאינם שוקעים בריאות. 1.6% – 5% מצויים במקטע החלקיקים הקטנים מ- 10 מיקרון הם בעלי הפוטנציאל לשקוע בריאות, כאשר מתוכם המקטע בר הנשימה של קוורץ הכרוך בסיכון בריאותי (מתחת ל- 7 מיקרון) נאמד כאמור בכ- 0.1% – 0.2%, מכלל האפר המרחף (נתוני סקירה ספרותית מהארץ ומהעולם מעודכנת לשנת 2005). על פי ממצאי ניטור אבק בתחנת הכח "אורות רבין" שבוצע בשנים 2007 – 2008 באזורי חשיפה גבוהה יחסית

לאפר פחם, נמצא כי ריכוז הסיליקה הגבישית במקטע הנשאף (מתחת ל- 200 מיקרון קוטר אווירודינמי) הוא 2.3% – 4.3% ובמקטע בר-נשימה (מתחת ל- 10 מיקרון קוטר אווירודינמי) הוא 2.5% – 2.9%. לשם המחשה מוצג התרשים הבא:



(דרי' אשר פרדו, מתוך מצגת כנס מנהלת אפר הפחם 2005, בהתבסס על סקר ספרות מהעולם)

1. 1.5% – 7%, ממצאי ניטור אבק ב"אורות רבין", 2007.
2. 2.3% – 4.3% במקטע בר שאיפה מתחת ל- 200 מיקרון, ממצאי ניטור אבק ב"אורות רבין", 2007.
3. 2.5% – 2.9% במקטע בר נשימה מתחת ל- 10 מיקרון, ממצאי ניטור "אורות רבין", 2007.

### לרשימת השאלות

#### **11. האם קיימות הגבלות לחשיפת עובדים במקומות אלו לאבק מאפר?**

אכן, והן מפורטות בתקנות חשיפה סביבתית ותעסוקתית לאבק מזיק ומטריד, המגדירות רמה מותרת בחשיפת אדם לפרק זמן כולל של כ- 8 שעות עבודה:

#### תקנות לאבק מזיק:

1. ריכוז מרבי מותר לסיליקה גבישית חופשית באבק כללי מרחף – 0.3 מיליגרם/מ"ק. רמת פעולה (רמה שממנה ומעלה יש לערוך ניטור סביבתי- תעסוקתי במקום העבודה) ב- 0.15 מ"ג/מ"ק.
2. ריכוז מרבי מותר לסיליקה גבישית חופשית באבק בר-נשימה (שחלקיקיו קטנים מ- 7 מיקרון) – 0.1 מ"ג/מ"ק. רמת פעולה ב- 0.05 מ"ג/מ"ק.

#### תקנות לאבק (חומר חלקיקי):

1. חומר חלקיקי מרחף – 0.3, 0.2 ו- 0.075 מ"ג/מ"ק, בפרק זמן מדידה של 3 שעות, 24 שעות ושנה אחת, בהתאמה.
2. חומר חלקיקי עדין (מתחת ל- 10 מיקרון) – 0.15 ו- 0.06 מ"ג/מ"ק, בפרק זמן מדידה של 24 שעות ושנה אחת, בהתאמה.

### לרשימת השאלות

#### **12. מדוע תקנות אבק מזיק מחמירות יותר?**

אבק מטריד מוגדר כאבק אשר חשיפה אליו בריכוזים מסוימים אינה גורמת לנזק בריאותי חמור, בדומה להשפעת אבק טבעי, ואשר השפעתו הפיכה. לדוגמא: הגבלת הראות, צריבה בעיניים או בעור וכדומה. לעומת זאת, אבק מזיק מוגדר כאבק שנשימתו וחדירתו לריאות

עלולה לגרום למחלות ריאה כסיליקוזיס ופנוימוקוניוזיס, כתוצאה משקיעת חלקיקי האבק בריאות, בעקבות חוסר יכולת של הגוף ל"רוקן" עצמו מחלקיקים אלו.

### לרשימת השאלות

#### 13. בתקנות מצוין המונח סיליקה גבישית חופשית. מה פירושו?

המונח סיליקה גבישית חופשית מתייחס לסיליקה שאינה קשורה למרכיבים נוספים, למשל אלומינוסיליקטים בפאזה האמורפית באפר פחם, אלא מופיעה כגביש מינרל טהור בצורה האופיינית המזוותת לגביש הקוורץ.

### לרשימת השאלות

#### 14. האם קיים סיכון גם מסיליקה גבישית באפר שאינה חופשית?

לא. השפעות פיברוטיות (פיברוזיס היא מחלת ריאות הנגרמת עקב חדירת סיליקה לריאות ע"י נשימה) מיוחסות לתגובות של פני השטח של החלקיקים – נזק הנגרם מהקצוות המחוספסים של גבישי הסיליקה החופשית. בשל ריאקציות כימיות המתרחשות בטמפי השריפה בדוודים ( $1600^{\circ}\text{C}$ ) מרבית הסיליקה הגבישית באפר מצופה באלומינו-סיליקט כפאזה כלואה בתוך החלקיקים הכדוריים הזכוכיתיים שאינם בעלי קצוות מחוספסים ופני השטח שלה לא גלויים, ולכן ניתן לקבוע שבסיליקה באפר אין פוטנציאל לנזק לריאות.

### לרשימת השאלות

#### 15. כיצד עומדות מגבלות החשיפה בתקנות אבק מזיק בישראל ביחס לשאר המדינות?

בטבלה הבאה מוצגים ערכי חשיפה תעסוקתית מותרת לקוורץ במדינות נבחרות בהשוואה לישראל:

ריכוז (מ"ג/מ"ק אוויר)		מדינה
אבק כללי	אבק בר נשימה	
$30 \text{ mg/m}^3 / (\% \text{ SiO}_2 + 2)$	$10 \text{ mg/m}^3 / (\% \text{ SiO}_2 + 2)$	ארה"ב
	0.1	אנגליה
0.15		גרמניה
	0.075	הולנד
0.1-0.2	0.05-0.2	מדינות ב-EU*
0.3	0.1	ישראל

\* נבחרות באיחוד האירופי: אוסטריה, בלגיה, בולגריה, צ'כיה, דנמרק, פינלנד, צרפת, יוון, הונגריה, פורטוגל, ספרד, שבדיה.

לדוגמא מוצגים ממצאי ניטור בתחנות כח בהולנד, הנחשבת מובילה בעולם במחקר אפר פחם, ומייבאת פחם ממקורות דומים לישראל (Meij, 2007):

הערכים שנמדדו נעו בין  $0.02 - 0.18$  מיליגרם למ"ק אוויר אבק בר נשימה, ובין  $0.00008 - 0.005$  מ"ג למ"ק אוויר קוורץ חופשי באבק זה. ריכוזי האבק בר נשימה והקוורץ באבק זה הם נמוכים מהתקנים התעסוקתיים ההולנדים של  $5$  מ"ג/מ"ק לאבק בר נשימה ו-  $0.075$  מ"ג/מ"ק לקוורץ בר נשימה. התקן לאבק בר נשימה בהולנד גבוה ממקבילו הישראלי -  $0.1$  ו-  $3$  מ"ג/מ"ק בתקנות "אבק מזיק" ו"אבק מטריד", בהתאמה. כמו כן, התקן לקוורץ גבוה מהתקן הישראלי ל"אבק מזיק" שנקבע בארץ לסיליקה גבישית חופשית -  $0.05$  מ"ג/מ"ק. אולם הערכים שהתקבלו במחקר בהולנד נמוכים גם מהתקן הישראלי לאבק מזיק.

### לרשימת השאלות

## 16. מהי ההתייחסות לאפר פחם בתקנות אבק בעולם?

בהולנד מסווג אפר פחם מרחף כ"אבק מטריד", כחומר המכיל פחות מ- 1% סיליקה גבישית חופשית במקטע בר-נשימה של האבק, כנדרש בתקן החשיפה התעסוקתי בהולנד. בתקנות הבריטיות לאבק אין התייחסות פרטנית לריכוז סיליקה באבק אפר.

בתקנות באנגליה לא מצוין במפורש מהו אבק מטריד או אינרטי, כמו גם ריכוזים מותרים לאבק זה. מאידך, במסמך של גוף הקרוי HSE (Health and Safety Executive), גוף ציבורי המוסמך מטעם הממשלה לנושא בטיחות בעבודה ובריאות תעסוקתית, קיימים ערכי סף מוגדרים לאפר פחם מרחף (הקרוי שם Pulverized Fuel Ash) של 10 מ"ג/מ"ק אוויר לאבק כללי ו- 4 מ"ג/מ"ק אוויר לאבק בר נשימה החופפים את ערכי הסף שנקבעו לאבק מכל סוג שהוא (dust of any kind) בתקנות COSHH (The Control of Substances Hazardous to Health Regulations, 2002) של ה- HSE. מכאן שאם לחשיפה לאפר לא מיוחס סיכון מוגדר, כמו גם ליתר החומרים עם אותם ערכי סף, ניתן להסיק כי ה- HSE איננו מגדיר אפר כמסוכן. מסמך של ה- UKQAA (United Kingdom Quality Ash Association) מציין כי אפר פחם מרחף מסווג כאבק מטריד, ובמסמך אחר של ארגון זה מצוין כי בהסתמך על 60 שנות ניסיון בחשיפה לחומר, אין עדות רפואית באשר לסיכון משמעותי לגרימת נזק למערכת הנשימה או לריאות.

בתקני OSHA מטעם הרשות הפדרלית לבטיחות ובריאות בארה"ב (Occupational Safety and Health Administration) אפר פחם לא מוזכר בנפרד ברשימת החומרים המסוכנים שיש הגבלה לריכוזם באוויר. בתקן אחר של OSHA לאבק מינרלי מצוינים ערכי סף לאבק מטריד או אינרטי של 5 מ"ג/מ"ק אוויר ו- 15 מ"ג/מ"ק אוויר לאבק בר נשימה וכללי, בהתאמה. באותו תקן נקבע כי כל חומר שאינו מצוין במפורש ברשימת החומרים המסוכנים עם ערכי סף מוגדרים, כפוף לערכי הסף לאבק מטריד/ אינרטי ונכלל בקבוצת החומרים המוגדרים שם כ- Particulates Not Otherwise Regulated (PNOR) שאין מידע טוקסיקולוגי זמין לגביהם והחשיפה אליהם גורמת להשפעות פיזיות שונות הכוללות גירוי בעיניים ובמערכת הנשימה העליונה, הפרעה לראייה והצטברות חלקיקים בעיניים, באוזניים, באף ובפה, השפעות הכרוכות בחשיפה לכל אבק שהוא, כמוגדר ב- NIOSH – The National Institute for Occupational Safety and Health (Centers for Disease Control and Prevention). אפר פחם אינו נכלל ברשימת החומרים המסוכנים לעיל ומכאן שבארה"ב הוא נחשב אבק מטריד.

בגרמניה אין איזכור של אפר פחם ברשימת הערכים המרביים של חשיפה תעסוקתית לחומרים מסוכנים. הערכים שנקבעו שם לאבק מטריד הם 10 מ"ג/מ"ק אוויר לאבק כללי ו- 3 מ"ג/מ"ק אוויר לאבק בר נשימה. בדומה, גם במדינות האיחוד האירופי לא נקבעו ערכי סף לאבק אפר פחם אך כן לאבק מטריד והם בתחום 10-15 מ"ג/מ"ק אוויר לאבק כללי ו- 3-10



### לרשימת השאלות

**17. האם אדם מן האוכלוסייה המתגוררת בסמוך לתחנת כח עלול להיפגע מחשיפה לאבק אפר?**

לא. מכיוון שכמויות האפר המרחף הנפלטות מארובות תחנת הכח הן מזעריות. דו"ח מצב על ההשפעות הסביבתיות של אפר פחם בהולנד מאת דר' Ruud Meij (KEMA) קובע כי מדובר בחשיפה זניחה ושאינה מלווה בסיכון בריאותי, כדברי המחבר: " People living in the vicinity of a coal-fired power station with an open pulverised fuel ash storage facility, may be exposed to airborne pulverised fuel ash. In absolute terms, the concentrations involved are low and negligible in relation to normal background levels. The amount of pulverised fuel ash deposited near the perimeter of the site could be perceived as a nuisance, but is not sufficient to constitute a health hazard". הסיכון הבריאותי מסיליקה באפר, אם בכלל, יכול להתממש רק בקרב עובדים הבאים במגע ישיר עם האפר, אולם לא קיים מידע על מחלות הנובעות מחשיפה לסיליקה חופשית בעובדי תחנות כח פחמיות בארץ ובעולם.

### לרשימת השאלות

**18. האם נתגלתה ביישומי אפר פחם בארץ חריגה בריכוז האבק מהערכים המותרים באוויר?**

במסגרת עבודות ניטור שנעשו בארץ בוצע ניטור תעסוקתי וסביבתי של אבק אפר פחם תחתית בגידולים חקלאיים בשדה פתוח ובחממות וכן בתשתית לבנייה בסמוך לקיבוץ זיקים, ושל אפר מרחף במהלך עבודות הקמת סוללת אפר בגייסר-א-זרקא. המדידות הצביעו על רמות נמוכות של חלקיקי אפר, בכלל זה חלקיקים במקטע בר-נשימה (מתחת ל- 10 מיקרון קוטר אווירודינמי). בחלקת הניטור בגייסר-א-זרקא ריכוזי אבק האפר השוקע ל- 30 ימים במהלך עבודת הסלילה עם האפר המרחף, נעו בין 6.8 – 14 טון לקמ"ר, והם נמוכים מהריכוז המרבי המותר (20 טון לקמ"ר). בעבודת ניטור אבק בעבודה עם אפר תחתית בסמוך לקיבוץ זיקים, נמדדו ריכוזי אבק באוויר במספר נקודות: הריכוזים הממוצעים המרביים שנמדדו היו 0.06 מ"ג/מ"ק אוויר בחלקיקים בגודל מתחת ל- 10 מיקרון (בהשוואה לתקן הסביבתי המותר של 0.15 מ"ג/מ"ק לפרק זמן מדידה של 24 שעות). בעבודות ניטור אבק אפר תחתית בשדות חקלאיים וחממות, נמדדו ריכוזים מרביים של אבק במקטע בר נשימה מתחת ל- 7 מיקרון, של  $10^{-6}$  מ"ג/מ"ק אוויר בהשוואה לתקן התעסוקתי המותר של 3 מ"ג/מ"ק, וריכוז מרבי שבין 0.024 – 0.193 מ"ג/מ"ק אוויר בהשוואה לתקן הסביבתי המותר לחומר חלקיקי מרחף של 0.3 מ"ג/מ"ק (לפרק זמן מדידה של 3 שעות). רמות אלה נמצאו נמוכות בהשוואה לתקנים סביבתיים ותעסוקתיים של חשיפה מרבית מותרת לאבק בר-נשימה.

### לרשימת השאלות

**19. האם ידוע על מקרי תחלואה בקרב עובדים בארץ או בעולם כתוצאה מחשיפה לסיליקה גבישית שמקורה באפר פחם?**

עד כה לא דווח על מקרים כאלה בארץ. יתרה מכך, החשש שחשיפה כרונית לאבק אפר פחם עלולה לגרום התפתחות גידולים סרטניים, לא הוכח ולא נמצאו מקרים או מחקרים

אפידמיולוגיים שמצביעים על סיכון לסרטן. מחקרים שבוצעו בארה"ב לשם הערכת הסיכון הבריאותי בקרב עובדים בתחנות כוח, כתוצאה מחשיפה לאפר פחם מרחף, העלו את המסקנות שחשיפה לאפר אינה גורמת למחלות ריאה וכי לא קיים סיכון בריאותי מאבק האפר המרחף ומהסיליקה הגבישית שבו, בריכוזים שנמדדו. זאת בשל הריכוז הנמוך של סיליקה גבישית חופשית במקטע בר-נשימה באפר, יחד עם העובדה שפני השטח של הסיליקה בחלקיקי האפר מכוסים ע"י החומר הזכוכיתי.

### לרשימת השאלות

#### **20. האם מוצדק להכליל את אפר הפחם בתקנות אבק מזיק בישראל?**

אפר פחם אינו אבק מזיק במובן המיוחס לו בתקנות בישראל. על סמך ממצאי ניטור האבק שבוצעו בישראל ובהתבסס על מחקרים בעולם (הולנד בעיקר, בראשות דר' Ruud Meij ממכון KEMA), ניתן להתייחס לאפר פחם לסוגיו כאל חומר אינרטי שהאבק הנוצר ממנו הוא אבק מטריד. ואמנם אפר תחתית הוכר כבר ע"י הועדה הטכנית לאבק מזיק (ועדה סטטוטורית הפועלת מתוקף תקנות הבטיחות בעבודה [אבק מזיק]) כחומר אינרטי והומלץ על ידה להוצאה מתחולת תקנות "אבק מזיק". בהתבסס על ממצאי עבודות בארץ של מנהלת אפר הפחם (בשיתוף המכון הגיאולוגי, חברת החשמל ואוניברסיטת תל אביב) ובחוו"ל (דר' Ruud Meij; מכון מחקר KEMA, הולנד) הוחלט לא מכבר ע"י גורמי הרישוי להוציא גם את האפר המרחף מתחולת תקנות אבק מזיק.

### לרשימת השאלות

## מקורות

החלטת הועדה הטכנית לאבק מזיק, ספטמבר 2005. זמין ברשת האינטרנט:

[http://www.coal-ash.co.il/docs/vaada\\_2005.pdf](http://www.coal-ash.co.il/docs/vaada_2005.pdf)

קרטיס בטיחות לחומרים כימיים מס' 0808, מרכז מידע, המוסד לבטיחות ולגיהות. זמין ברשת האינטרנט:

[http://osh.org.il/uploadfiles/sc\\_quartz.pdf](http://osh.org.il/uploadfiles/sc_quartz.pdf)

נתן, י., מצגר, א., פרדו, א. ודברצ'ק, מ., 2009. היבטי בריאות תעסוקתית של קוורץ באפר פחם מרחף הנוצר בישראל. תרגום לעברית של המאמר:

Nathan, Y., Metzger, A., Pardo, A. and Dvorachek, M., 2009. Occupational health aspects of quartz in pulverized coal fly ash in Israel. Submitted to publication in Fuel Processing Technology.

פרדו, א., 2004. אפר פחם: ניתוח סקירה ספרותית והיבטי גיהות ובריאות. המכון הארצי לבריאות תעסוקתית וסביבתית.

תקנות הבטיחות בעבודה (גיהות תעסוקתית ובריאות הציבור והעובדים באבק מזיק), תשמ"ד-1984. זמין ברשת האינטרנט : [http://www.sviva.gov.il/Environment/Static/Binaries/law/HOMRIM45\\_1.pdf](http://www.sviva.gov.il/Environment/Static/Binaries/law/HOMRIM45_1.pdf)

תקנות למניעת מפגעים (איכות אויר), התשנ"ב-1992. זמין ברשת האינטרנט : [http://www.sviva.gov.il/Environment/Static/Binaries/law/AVIR06\\_0.pdf](http://www.sviva.gov.il/Environment/Static/Binaries/law/AVIR06_0.pdf)

סיכום דיון צוות מקצועי-מדעי (גהות) בסדנה בינלאומית על ההיבטים הסביבתיים בשימושי אפר פחם, דצמבר 2009.

Environmental code of practice for the sale and use of Pulverised Fiel Ash (PFA). In: [http://www.ukqaa.org.uk/Environment/Code\\_of\\_Practice\\_January\\_2003.pdf](http://www.ukqaa.org.uk/Environment/Code_of_Practice_January_2003.pdf)

Limits for air contaminants, table Z-1. OSHA Standards – 29 CFR. In: [http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARDS&p\\_id=9992](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992)

Meij, R., 2003. Status report on the health issues associated with pulverized fuel ash and fly dust. KEMA report, 50131022-KPS/MEC 01-6032.

Meij, R., 2007. Quartz and coal-fired power plants- Approach and experiences in the Netherlands. KEMA report 59731033-TOS/MEC 07-draft.

Meij, R., and Te Winkel, H., 2001. Health aspects of coal ash. 2001 international ash utilization symposium, center for applied energy research, university of Kentucky. In: <http://www.flyash.info/2001/keynote/21meij.pdf>

Mineral dusts, table Z-3. OSHA Standards – 29 CFR. In: [http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARDS&p\\_id=9994](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9994)

Safety data sheet: Crystalline silica. European Union. In: <http://www.u-s-silica.com/media/18442/silica%20msds%20european%20union.pdf>

Table 1: List of approved workplace exposure limits (as consolidated with amendments October 2007). EH40/2005 workplace exposure limits. In: <http://www.hse.gov.uk/coshh/table1.pdf>

Table Z-3: Mineral dusts. Standard number 1910.1000. OSHA regulations 29 CFR. In: [http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARDS&p\\_id=9994](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9994)

Te Winkel, H., Meij, R., and Sarabèr, A., 2007. Environmental and health aspects of ashes produced at co- combustion of biomass. Conference of World of Coal Ash (WOCA), May 7-10 2007, Covington, Kentucky, USA. In: <http://www.flyash.info/2007/97tewinkel.pdf>

UKQAA, 2009. Technical datasheet 9.0. COSHH – Safety Data Sheet for PFA/Fly Ash and FBA

(including Cenospheres). In: [http://www.ukqaa.org.uk/index\\_htm\\_files/Datasheet\\_9-0\\_REACH-COSHH\\_Oct\\_2011.pdf](http://www.ukqaa.org.uk/index_htm_files/Datasheet_9-0_REACH-COSHH_Oct_2011.pdf)