

12. חשיפה תעסוקתית לסיליקה חופשית

צורן דו-חמצני גבישי (סיליקה חופשית) SiO_2 , הוא (בלשון התקנות): "לרבות: קוורץ, קריסטובליט, טרידימיט, אבן טריפולי, אדמה דיאטומאית (פעילה)". בתיקון לתקנות מיום 12.7.2000 (ק"ת 6044) נוספו להגדרת צורן דו-חמצני גבישי גם "פחם, אפר פחם ובזלת".

זהו מינרל טבעי המצוי בשפע בקליפת כדור הארץ, בייחוד בצורת סיליקה קשורה (סיליקאטים). אך רק הצורה החופשית של סיליקה, המופיעה בעיקר בצורת קוורץ, גורמת לנזק בריאותי: **סיליקוזיס**, וגם לסרטן הריאה¹.

החשיפה התעסוקתית לסיליקה חופשית נמצאת בארץ בתהליכים ובמקומות העבודה הבאים:

1. חציבה, גריסה, טחינה, ניפוי, מילוי בשקים, שינוע, וכיו"ב, של קרקע המכילה סיליקה חופשית בריכוז שונה, כגון: אבן חול (קרוב ל-100%) וגרניט (כ-40%) המצויים בעיקר בנגב - עבודה במכרות, במחצבות ובמגרסות, בטחינה ובניפוי. **הבזלת** (אבן שחורה שנפלטה בהתפרצויות של הרי געש), כפי שפורסם בספרות הגיאולוגית: "מכילה, צורן דו-חמצני גבישי (קוורץ) באחוז קטן".

2. ניקוי בהתזת חול, של מתכות, צינורות, קונסטרוקציות, מכונות, אבזרי מתכת שונים (כהכנה לצביעה), מבנים מאבן (לניקוי כללי), זכוכית שקופה (כדי להפוך אותה לזכוכית "מט") וכיו"ב. העבודה בניקוי באמצעות התזת חול, ידועה כהליך עבודה המעלה ענן סמיך של אבק חול דקיק המכיל צורן דו-חמצני גבישי, ולכן גם מהווה סיכון פוטנציאלי לעובד לחלות - במוקדם או במאוחר - **במחלת הסיליקוזיס ובסרטן הריאה**.

לכן, המחוקק קבע ב"תקנות אבק מזיק" (ק"ת 4576), בתקנה 29(ג), כי: **"לא יעבוד אדם בצורן דו-חמצני גבישי שתכולתו במשקל עולה על 3%, בתהליך של ניקוי בהתזת חול, אלא אם כן קיבל היתר מיוחד ממפקח עבודה אזורי"**. הוראה זו נועדה לפקח על העובדים בניקוי בהתזת חול, ולמנוע פגיעה בבריאותם. כאשר מנקים בהתזת חול עם חומר המכיל פחות מ-3% סיליקה חופשית - אין צורך בקבלת היתר, אך יש צורך להמשיך בפיקוח ולבצע ניטור סביבתי וניטור ביולוגי. אולם, כאשר עובדים בניקוי בהתזת חול עם חומר שאיננו מכיל בכלל סיליקה חופשית, אין אפילו צורך בפיקוח כלשהו על העובד וסביבתו.

1. ב-IARC החליטו בשנת 2002 לדון מחדש בקשר שבין חשיפה לסיליקה חופשית לבין סרטן הריאה (לפי דיווחו של פרופ' ר. כראל בישיבת הוועדה הרפואית הארצית מיום 4.12.2002).

פרק זה נכתב, בחלקו הרפואי, ע"י פרופ' עמי רובין MD, לשעבר מנהל המכון למחלות ריאה והמעבדה לתפקודי נשימה, וד"ר ליאון נעים MD, MPH, המכון לרפואה תעסוקתית וסביבתית ברמב"ם - הקריה הרפואית לבריאות האדם, חיפה.

חומר המשמש לניקוי כמו בהתזת חול, ושאינו מכיל סיליקה חופשית, יכול להיות: בזלת, אברזיבוס-מנדיולה (סיגים מיוחדים המיוצרים בספרד), גרגרי זכוכית ומתכת, גרגרים מפלסטיק גרוס, גרגרים מגארָט, מאלומיניום סיליקאט וכיו"ב. מכיוון שבעולם הבינו לאחרונה שהסיליקה החופשית הגבישית היא גורם מסרטן ודאי לבני אדם, הוחלט במשרד העבודה והרווחה (דאז) לפרסם תיקון לתוספת של "תקנות הבטיחות בעבודה (איסור עבודה בחומרים מסרטנים מסויימים), התשמ"ה-1984, אשר תכלול גם איסור לעבוד עם "צורן דו-חמצני גבישי, שתכולתו במשקל עולה על 3%, בתהליך של ניקוי בהתזת חול", ללא היתר ממפקח עבודה אזורי.

3. עבודה בבית יציקה - בהכנה ובפירוק תבניות וכן בזמן יציקת המתכת לתוך התבניות, נוצר אבק המכיל סיליקה.

4. ייצור זכוכית, חרסינה, קרמיקה ולבני שמוט - חול המכיל קוורץ נכנס בתהליכי הייצור הראשוניים, כחלק מהתערובת, בייחוד בעבודות השקילה, הניפוי, ההזנה והערבול. המוצרים הסופיים של הזכוכית, החרסינה והקרמיקה מכילים סיליקה "קשורה", אך בזמן ביצוע ניסור לבני שמוט (לדוגמה: לצורך בניית החלק הפנימי של תנורי תעשייה העמידים בפני חום גבוה), נפלט אבק המכיל עדיין סיליקה "חופשית". גם השימוש בסיבי קרמיקה כתחליף לסיבי אסבסט, לצורך בידוד תרמי של צנרת תעשייתית, גורם להיווצרות ריכוז מסוים של אבק מזיק המכיל סיליקה.

5. עבודה עם "אדמה פעילה" (דיאטומאית), המכילה לעיתים אחוז גבוה של קריסטובליט, לצורך סינון, בתהליכי הייצור של שמנים למכונות ושל מוצרים פטרוכימיים.

6. פריקה, טעינה, שינוע ושריפה של פחם (המכיל בדרך כלל כ-4%-5% סיליקה חופשית). עבודה זו מתבצעת בתחנות הכוח המשתמשות בפחם, אך גם בכל מקום עבודה שבו משתמשים באפר הפחם² כתוספת לייצור, לדוגמה: של מלט - כ-10% ושל גומי (במקום הפיח).

7. טחינה דקה, מילוי שקים ושינוע של קוורץ לצורך שימוש בתעשייה כתוספות לייצור (כגון: כחומר מילוי בייצור צבעים, כמרכיב במוצרים המשמשים כתוספות לבנייה וכיו"ב). עבודה כזו בוצעה במספר מפעלים בצפון הארץ.

8. עיבוד אבני חן שמקורן בקרקע המכילה צורן דו-חמצני גבישי, לרבות חיתוך וליטוש האבנים.

9. הוספת סיליקה (חול קוורץ) לצבעים, כחומר מילוי.

2. הכוונה לאפר פחם מרחף (עילי), המכיל סיליקה חופשית, ולא לאפר פחם תחתי - כהגדרת מינהלת הפחם מיוני 2005.

10. שימוש בחומר המכיל קריסטובליט (סיליקה חופשית) בזמן יציקת תכשיטי כסף וזהב (עם חלל פנימי) - במפעלים לייצור תכשיטים.

11. ייצור נייר לטש (נייר זכוכית) ושימוש בו.

12. ייצור ועיבוד של שייש מלאכותי ("אבן קיסר"), המכיל כ-40% קוורץ (20%-90%+) שרפים ורזינים ובבתי מלאכה שונים המנסרים ומלטשים את השייש המלאכותי, וכן עיבוד של שיש טבעי מסוג גרניט (המכיל כ-40% קוורץ), ומסוגים אחרים (אשר יכולים להכיל 0%-60% סיליקה חופשית).

13. ייצור של בלוקים ולבנים לבניין מכל הסוגים, לרבות איטונג, פומיס, בטון וכיו"ב (המכילים כ-30% סיליקה בהרכבם), עיבוד וטיפול בבלוקים ובלבנים לבניין (בייחוד על ידי חשמלאים ושרברבים החוצבים תעלות בקירות בנויים מבלוקים ומלבנים) מעלה אבק המכיל עד 5% סיליקה. המלט עצמו יכול להכיל עד 4% סיליקה.

14. ייצור של גירים לבתי ספר, המכילים בהרכבם גם סיליקה (כ-1%), וסיליקאטים (קאולין ובנטוניט), בנוסף לקאלציום קרבונט (כ-85%).

הערה: בסוף פרק זה מובאים 4 סקרים העוסקים בחשיפה תעסוקתית לסיליקה חופשית של עובדים במחצבות, באתרי בניין ובזמן השימוש בגיר (מורים).

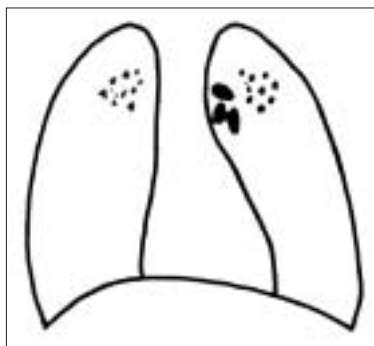
הנזק הבריאותי הנגרם ע"י חשיפה תעסוקתית לצורן דו-חמצני גבישי (סיליקה חופשית)

סיליקוזיס

מחלת הפנויומוקוניוזיס הריאתית הנגרמת עקב חשיפה תעסוקתית לצורן דו-חמצני גבישי (סיליקה חופשית) נקראת **סיליקוזיס (Silicosis)**.

התמונה הקלינית של הסיליקוזיס אינה אחידה והיא משתנה - בצורתה ובחומרתה, בהתאם לרמת החשיפה, למשך החשיפה ולסוג הסיליקה שנשאף. יש להדגיש שלעיתים העובד שואף לא רק אבק של סיליקה אלא תערובת של אבק אנאורגני או אורגני. התמונה הקלינית במקרה כזה שונה. גם **לעישון** יש השפעה על התמונה הקלינית של העובד.

הסיליקוזיס מוגדרת כמחלה כרונית אינטרסטיציאלית, מיקרונודולרית ממושטת של הריאה. האבחנה נעשית כאשר קיימת היסטוריה תעסוקתית של חשיפה לחלקיקי סיליקה ומימצא טיפוסי רנטגני בצילום החזה. בדרך כלל ניתן לאבחן סיליקוזיס ללא ביופסיה של הריאה. החומרה הקלינית והתיפקודית של מחלת הסיליקוזיס איננה נקבעת רק על פי חומרת צילום החזה אלא בהתאם להערכה התיפקודית של תפקודי הנשימה.



המימצא הרנטגני הסכמטי

בהתאם לתמונה הקלינית והפתולוגית ניתן לאבחן 4 צורות של סיליקוזיס:

1. "סיליקוזיס פשוטה" או כרונית (Chronic Simple Silicosis)

המחלה מופיעה לאחר שנים רבות של חשיפה לריכוז נמוך של אבק סיליקה (לדוגמה: 20 שנה ויותר לאבק המכיל פחות מ-30% סיליקה חופשית).

מבחינה פתולוגית זהו הסוג הקלאסי של הופעת נודולים, אשר בדרך כלל מוגבלים לאונות העליונות של הריאה ולעתים גם לבלוטות הלימפה בשערי הריאה (Egg Shell).

מבחינה קלינית - לעתים קרובות אין כל סימני מחלה או מימצאים של הריאה בבדיקה גופנית. העובדים שחלו יכולים להתלונן על שיעול, פליטת כיח או קוצר נשימה, אך התלונות האלה קשורות, לעתים קרובות, למחלה של דרכי הנשימה עקב עישון, או התפתחות ברוניטיס כרונית על רקע החשיפה לאבק הסיליקה.

תיפקודי הנשימה - בדרך כלל תקינים ורק לעתים רחוקות מתפתחת הפרעה איוורורית רסטריקטיבית, כלומר: ירידה בנפחי הריאה. הסיליקוזיס הפשוטה יכולה להתקדם ולהתפתח ל -

2. "סיליקוזיס קשה" – (Progressive Massive Fibrosis - PMF)

מבחינה פתולוגית המחלה מופיעה בצורת הצטמקות (פיברוטית) ריאתית קשה ומתקדמת.

מבחינה קלינית - סימני המחלה הקשורים לירידה בנפחי הריאה, הרס דרכי הנשימה ולעתים בולות אמפיזמותיות. העובד מתלונן על קוצר נשימה גובר, שיעול ופליטת כיח. קוצר הנשימה יכול להתפתח לאי ספיקה נשימתית.

תפקודי נשימה - זוהי הפרעה איוורורית רסטריקטיבית מתקדמת עם ירידה בדיפוזיה לפחמן חד-חמצני, וכן היפוקסמיה - כלומר: ירידה בריווי החמצן בדם. כאשר בנוסף לכך קיימות גם בולות אמפיזמותיות ונוק לסימפונות - לפנינו גם תמונה של הפרעה איוורורית חסימתית.

3. "סיליקוזיס מואצת" (Accelerated Silicosis)

זוהי צורה נוספת של סיליקוזיס, שהיא תוצאה של חשיפה לריכוז גבוה של אבק סיליקה בתקופה קצרה יחסית (כ-5 שנים ואף פחות).

מבחינה פתולוגית - בשלבי התפתחות שונים ישנן קישריות מלוות בפיברוזיס אינטרסטיציאלית.

מבחינה קלינית - התפתחות מהירה יחסית של קוצר נשימה, המגביל מבחינה תפקודית במידה ניכרת, בשלבים המוקדמים, ומתפתחת אי ספיקה נשימתית עם היפוקסמיה. התמונה הזאת מתפתחת בעובדים החשופים לאבק דק של סיליקה כמו בעבודות התזת חול (Sandblasting), בעבודות סיתות אבנים (Stonemasonry) ובייצור "קמח סיליקה" (SilicafLOUR).

המחלה גורמת בדרך כלל למות העובד.

מבחינה רנטגנית - ניתן למצוא הצללות קישריות בעלות גודל שונה או הצללות של רטיקולונודולים ממושטים, אשר אינן מוגבלות בהכרח לאונות העליונות.

תיפקודי נשימה - לפנינו הפרעה איורורית רסטריקטיבית מתקדמת עם ירידה בדיפוזיה לפחמן חד-חמצני והיפוקסמיה.

4. "סיליקוזיס חדה" (Acute Silicosis)

זוהי מחלת סיליקוזיס המופיעה לאחר מספר חודשים של חשיפה לאבק עדין מאד המכיל ריכוז גבוה של סיליקה חופשית, כמו בעובדי חציבה במנהרות (Hard Rock Sandblasting).

מבחינה פתולוגית - קיימת תמונה הדומה ל-Alveolar Proteinosis עם מחלה אינטרסטיציאלית.

מבחינה קלינית - התקדמות מהירה לאי ספיקה נשימתית.

מבחינה רנטגנית - תמונה המתאימה למילוי של הוועיות, ממושטת (Diffuse Alveolar Filling Process).

הסיליקוזיס יכולה להסתבך עם מחלות נוספות כמו:

א. **מחלת השחפת** באזורים אנדמים.

ב. **מחלות אוטואימוניות** כמו סקלרודרמה, או רוימטואיד ארתריטיס (מחלת קפלן).

מכל מקום, הוועדה הרפואית הארצית לאבק מזיק החליטה (ב-2002.12) שלא להכיר בקשר שבין מחלה ריאתית אינטרסטיציאלית (סיליקוזיס), ולכן גם לא סרטן הריאה) לבין החשיפה לאבק של גיר (המכיל כ-1% סיליקה).

סרטן הריאה

הסיליקה הגבישית הוכרה לאחרונה, בעולם ובארץ, כגורם מסרטן ודאי לבני אדם. גם IARC וגם הוועדה הבינמשרדית לחומרים מסרטנים, מוטגניים וטרטוגניים, הכירו רק בסיליקה הגבישית (צורן דו-חמצני גבישי חופשי) כגורם מסרטן ודאי לבני אדם ולא בסיליקה האמורפית. הסיליקה החופשית עלולה לגרום לסרטן הריאה³. מסקירת הספרות התברר שקיים דיון בספרות האם חייבת להיות סיליקוזיס כתנאי מוקדם להופעת סרטן הריאה הקשור לחשיפה לסיליקה הגבישית. בספרות גובשה מסקנה בנושא זה: **יש קשר בין חשיפה לסיליקה גבישית לבין סרטן הריאה. סרטן הריאה, על רקע של חשיפה לסיליקה חופשית, יוכר רק אם קיימת סיליקוזיס.**

בדיונים של הוועדה הרפואית הארצית לאבק מזיק (מ-4.12.2002 ומ-2.12.2004), נקבע שהסיכוי של עובד החשוף לסיליקה לפתח סרטן ריאה, גדול פי 1.5 לעומת זה של אדם שלא היה חשוף לסיליקה (לגבי עובד החשוף לאסבסט - הסיכוי גדול פי 5). **הסיכוי של עובד מעשן שאינו חשוף לסיליקה או לגורם מסרטן אחר - לפתח סרטן ריאה גדול פי 10 בהשוואה לאדם שאינו מעשן.** מאידך, עדיין לא ברורה הפעילות הסינרגטית שבין עישון לבין חשיפה לסיליקה (שלא כמו בחשיפה לאסבסט), אך הגורם הדומיננטי הוא העישון והחשיפה לסיליקה היא רק גורם משני!

לסיכום - הוועדה הרפואית גם החליטה **שיש להכיר בסרטן הריאה, על רקע החשיפה לסיליקה חופשית, רק אם קיימת סיליקוזיס.**

ברונכיטיס תעסוקתית

מחלה נוספת, מלבד **הסיליקוזיס**, אשר יכולה להיגרם מחשיפה לריכוז גבוה של אבק סיליקה היא ה**ברונכיטיס התעסוקתית**.

כדאי להזכיר שמאז העלייה של יהדות רוסיה בשנות ה-90, מתגלים מקרים רבים של סיליקוזיס מתקדמת אצל עולים חדשים שעבדו לפני עלייתם ארצה במכרות הפחם בארצם.

הערה: הפיקוח הרפואי על העובדים החשופים בעבודתם לצורן דו-חמצני גבישי ייעשה במתכונת שצוינה בפרק הדן ב"אבק מזיק".

3. ב-IARC החליטו (ב-2002) לדון מחדש בקשר שבין חשיפה לסיליקה חופשית לבין סרטן הריאה (לפי דיווחו של פרופ' ר. כראל בישיבת הוועדה הרפואית הארצית מיום 4.12.2002)

בדיקות סביבתיות-תעסוקתיות ותקני חשיפה תעסוקתיים

הניטור הסביבתי-תעסוקתי של סיליקה (צורן דו-חמצני גבישי) חייב להתבצע ע"י בודקי מעבדה מוסמכים השייכים למעבדות מוסמכות, אחת ל-6 חודשים לפחות. לפני ביצוע הניטור הסביבתי של צורן דו-חמצני גבישי יש צורך לקחת דגימות של האבק באוויר, כדי לקבוע, באמצעות מעבדה אנליטית, את אחוז הסיליקה הקיים בהרכב האבק - דבר המשפיע על ערכי תקני החשיפה התעסוקתיים לסיליקה, המובאים בטבלה הבאה. הבדיקה הסביבתית-תעסוקתית היא בדיקה גרווימטרית והתוצאות ניתנות ב-מ"ג/מ"ק.

בטבלה שלהלן מוצגים תקני החשיפה התעסוקתיים המקובלים בישראל בשנים 1999-2007 ל-4 הסוגים של "אבק מזיק" המפורטים בתקנות.

ערכים מירביים תעסוקתיים (AL+TWA)

של אסבסט, טלק, צורן דו-חמצני גבישי וסיבים מינרליים

(עם פירוט לגבי ההרכב השונה של צורן דו-חמצני גבישי, לפי שיטת החישוב הישנה)

AL	TLV - TWA	סוג האבק המזיק
0.05 סיב/סמ"ק	0.1 סיב/סמ"ק	אסבסט לסוגיו
1 סיב/סמ"ק 2 סיב/סמ"ק	2 סיב/סמ"ק 4 סיב/סמ"ק	טלק (פתיתי, ללא סיבים) - אבק בר נשימה לריאות - אבק כללי מרחף (סוג האבק הנמדד למעשה)
		צורן דו-חמצני גבישי (סיליקה חופשית) חישוב בשיטה הישנה. - אבק בר נשימה לריאות (קטן מ-7 מיקרון) החישוב נעשה לפי הנוסחה הבאה: 10 מ"ג/מ"ק % של סיליקה חופשית + 2
0.025 מ"ג/מ"ק	0.05 מ"ג/מ"ק	82% ויותר של סיליקה חופשית - אבק כללי מרחף (סוג האבק הנמדד למעשה) החישוב נעשה לפי הנוסחה הבאה: 30 מ"ג/מ"ק % של סיליקה חופשית + 3
0.075 מ"ג/מ"ק	0.15 מ"ג/מ"ק	82% ויותר של סיליקה חופשית (כגון: בעבודות ניקוי בהתזת חול) 64%-82% של סיליקה חופשית (כגון: בעבודות בבית יציקה) 33%-37% של סיליקה חופשית 29%-32% של סיליקה חופשית (כגון: בעבודות ייצור חרסינה וקרמיקה)
0.2 מ"ג/מ"ק	0.4 מ"ג/מ"ק	9% של סיליקה חופשית 4%-5% של סיליקה חופשית (כגון: עבודות עם פחם ופפר פחם)
0.4 מ"ג/מ"ק 0.45 מ"ג/מ"ק	0.8 מ"ג/מ"ק 0.9 מ"ג/מ"ק	3% של סיליקה חופשית 1% של סיליקה חופשית 0% של סיליקה חופשית (זהה לאבק מטריד)
1.25 מ"ג/מ"ק 2 מ"ג/מ"ק	2.5 מ"ג/מ"ק 4 מ"ג/מ"ק	
2.5 מ"ג/מ"ק 3.75 מ"ג/מ"ק 5 מ"ג/מ"ק	5 מ"ג/מ"ק 7.5 מ"ג/מ"ק 10 מ"ג/מ"ק	
0.5 סיב/סמ"ק	1 סיב/סמ"ק	סיבים מינרליים אנאורגניים טבעיים ומלאכותיים (כל הסוגים)

ביצוע בדיקות סביבתיות-תעסוקתיות לאבק מזיק

באוגוסט 1999 קבעו באגף הפיקוח על העבודה הנחיות חדשות לביצוע בדיקות סביבתיות-תעסוקתיות לאבק מזיק, המובאות כאן, כלשונן:

30.8.1999

אל: הבודקים המוסמכים והמעבדות המוסמכות

בהתאם לתקנות ארגון הפיקוח על העבודה (ניטור סביבתי וניטור ביולוגי של עובדים בגורמים מזיקים) - 1990, תקנה 3(ב) - מובאות לידיעת הבודקים המוסמכים והמעבדות המוסמכות החלטות והנחיות משרד העבודה והרווחה בנושאים הבאים:

1. דגימת כלל אבק במקום עבודה;
2. בדיקת צורן דו-חמצני גבישי חפשי;
3. בדיקת אבק פחם.

יש לנהוג לפי הוראות אלה החל מתאריך 01.10.1999.

בכבוד רב

פטר מגנוס

מפקח עבודה ראשי

מרסל לייזר

מנהל המעבדה הארצית לגיהות תעסוקתית

1. דגימת כלל אבק במקום העבודה

דגימת כלל אבק גרגרי תבצע באמצעות מסנן הנתון בבית מסנן סגור. אין להשתמש בבית מסנן פתוח לדגימת אבק גרגרי. דגימת אבק סיבי (אסבסט, סיבים מינרליים) תבצע באמצעות בית מסנן פתוח המיועד למטרה זו.

2. בדיקת צורן דו-חמצני גבישי חפשי

דגימת כלל אבק המכיל צורן דו חמצני גבישי חופשי תבצע באמצעות מסנן הנתון בבית מסנן סגור. לאחר קבלת אחוז הצורן הדו-חמצני גבישי חופשי באבק (באמצעות שיטת XRD) - יש לחלץ את ריכוז הסיליקה הגבישית הטהורה באבק ולדווח על ריכוז זה, בהשוואה לתקנים עבור סיליקה גבישית חופשית טהורה (0.3 מ"ג/מ"ק). הוא הדין לגבי מיקטע בר נשימה של האבק הזה (0.1 מ"ג/מ"ק). אין להשתמש בנוסחה לקביעת TLV של אבק המכיל צורן דו-חמצני.

חישוב:

ריכוז כלל האבק המתקבל: A
אחוז הסיליקה הגבישית החופשית באבק: P%
ריכוז הסיליקה הטהורה באבק: $C = A \times (P\%)$

יש לדווח על ריכוז C בלבד, בהשוואה לרמה המירבית המשוקללת של סיליקה טהורה (0.3 או 0.1 מ"ג/מ"ק).

דוגמה:

(1) ריכוז כלל האבק: 9 מ"ג/מ"ק
אחוז הסיליקה באבק: 10%
ריכוז הסיליקה הטהורה באבק: 0.9 מ"ג/מ"ק = 9×0.10
יש לדווח על 0.9 מ"ג/מ"ק בהשוואה ל-0.3 מ"ג/מ"ק.

(2) ריכוז מיקטע ננשם של אבק: 0.8 מ"ג/מ"ק
אחוז הסיליקה במיקטע הננשם: 20%
ריכוז הסיליקה הטהורה באבק: 0.16 מ"ג/מ"ק = 0.8×0.20
יש לדווח על 0.16 מ"ג/מ"ק בהשוואה ל-0.1 מ"ג/מ"ק.

3. בדיקת אבק פחם (Coal Dust)

הפחם אינו מוזכר בתקנות הישראליות ולכן הרמה המירבית המשוקללת שלו נקבעת עפ"י חוברת התקנים של ה-ACGIH, שבה מסווג הפחם ל-2 סוגים:
(1) ביטומינוס (Bituminous) - 0.9 מ"ג/מ"ק;
(2) אנתרציט (Anthracite) - 0.4 מ"ג/מ"ק.
הרמה המירבית המוצגת בחוברת היא עבור מיקטע בר-נשימה בלבד.

משרד העבודה מנחה את המעבדות המוסמכות לעבור לדגימת מיקטע בר-נשימה של פחם מהסוגים הנ"ל, ולהשתמש ברמה המירבית המשוקללת המתאימה. באותם מצבים שבהם לא ניתן לערוך בדיקה של מיקטע בר-נשימה - יהיו התקנים עבור כלל אבק הפחם כדלקמן:
(1) ביטומינוס - 1.8 מ"ג/מ"ק;
(2) אנתרציט - 0.8 מ"ג/מ"ק.

סקרים שעסקו בחשיפה תעסוקתית לסיליקה חופשית

הסקרים נערכו בקרב עובדים במחצבות, באתרי בניין ובזמן שימוש בגיר (מורים):

סקר מס' 1 – אבק כללי וסיליקה חופשית בעבודה במחצבות⁴

בסקר ארצי לבדיקת חשיפה תעסוקתית לצורן דו-חמצני גבישי (סיליקה חופשית) ולאבק כללי, שנערך בקרב עובדי מחצבות בישראל בין השנים 1994-1995, עי"י אנשי המעבדה הארצית לגיהות תעסוקתית באגף הפיקוח על העבודה (משרד התמי"ת), נאספו מימצאים בנושא החשיפה התעסוקתית לצורן דו-חמצני גבישי (סיליקה חופשית) ולאבק כללי. התוצאות שהתקבלו אז רלוונטיות גם כיום, למרות השנים שעברו, מכיוון שהטכנולוגיה, תהליכי העבודה וחומרי הגלם, כמעט שלא השתנו.

מטרות הסקר

עובדים בענף הכרייה (מחצבות) חשופים לכמויות גדולות של אבק, אשר מכיל לעתים סיליקה חופשית בריכוזים שונים. חשיפה לאבק מזיק המכיל סיליקה חופשית גורמת לנזק בריאותי, אשר עלול להתפתח למחלת ריאות בשם **פנוימוקוניוזיס מסוג סיליקוזיס (צורנית)**. מחלות מסוג זה מתפתחות אצל האדם לאחר מספר שנים של חשיפה, החל משנים בודדות ועד לעשרות שנים. הקשר בין עבודות כרייה למחלות ריאה זוהה, באופן מדעי, כבר במחצית השנייה של המאה ה-19, באנגליה, עי"י רופאים שהזמינו האיגודים המקצועיים של העובדים באתרי כרייה גדולים. למרות הידע רב השנים - באגף הפיקוח על העבודה שבמשרד התמי"ת לא היה קיים מידע מוצק על החשיפה בענף בארץ ועל היקפיה.

על פי התקנות - החשיפה המשוקללת המירבית המותרת ל-8 שעות (TLV-TWA) ל"צורן דו-חמצני גבישי (סיליקה חופשית) - אבק בר נשימה לריאות" היא 0.1 מ"ג/מ"ק, ול"סיליקה חופשית - אבק כללי מרחף" - 0.3 מ"ג/מ"ק. רמת הפעולה לסיליקה החופשית עמדה לפני עשור על רבע (25%) מהחשיפה המשוקללת המירבית המותרת וכיום על מחצית - כמקובל לגבי היחס בין TLV-TWA ל-AL. עבור אבק כללי, אומץ בארץ התקן של ה-ACGIH, שהוא 10 מ"ג/מ"ק, ולא קיימת לגביו רמת פעולה (התקן הזה משמש בארץ רק במקרים שבהם האבק איננו מכיל תרכובות אחרות המסוכנות לבריאות האדם).

רוב השטח הסלעי בארץ (יותר מ-95%) בנוי מסלעי גיר ודולומיט המכילים ריכוז נמוך (1%-5%) של אבן צור, המורכבת בעיקר ממינרלים של קוורץ (סיליקה חופשית - SiO₂) כגון "מיקרו-קוורץ". אך, למרות שריכוז אבן הצור ב"מיסלע" המעובד ברוב המחצבות בארץ לא עולה על 5%, עלולות כמויות גדולות של אבק, הנפלטות בתהליכים

4. הסקר נערך עי"י מרסל לייזר, מנהל המעבדה הארצית לגיהות תעסוקתית (במשרד התמי"ת) וחברות הצוות: זויה ספיטקובסקי ורימה כהן. מימצאי הסקר פורסמו באוקטובר 1996

שונים בתהליכי הכרייה, לגרום לחשיפה תעסוקתית משמעותית. במיוחד לאור העובדה שגודל רוב החלקיקים הנפלטים קטן מ-7 מיקרון (= אבק בר-נשימה לריאות).

התקנות מגדירות עובד "חשוף לאבק מזיק" כמי שנחשף לאבק הנ"ל במשך 200 שעות חשיפה בשנה, כשרמת החשיפה עולה על מחצית "החשיפה המשוקלת המירבית המותרת".

הסקר שערכה המעבדה הארצית לגיהות סביבתית נועד לקבוע האם תקנות "אבק מזיק" הנוגעות לחשיפה לצורן דו-חמצני גבישי, אכן חלות על עובדי מחצבות. ואם כן - באיזה אזורים גיאוגרפיים ובאיזה מחצבות מדובר.

הבדיקות במחצבות

הסקר נערך ב-31 מחצבות שבהן מתקיימות פעילויות גריסה וניפוי של חומר כרייה. נבחרו מחצבות שבהן רוב העובדים נמצאים בשטח פתוח ואינם מוגנים מפני האבק (באמצעות חדרי בקרה או תאי מפעיל מבודדים או ממוזגים). הניטור הסביבתי בוצע באזורי הארץ השונים, בגלל ההבדלים בסוגי הקרקע. מידת החשיפה לסיליקה החופשית תלויה בהרכב הקרקע של המחצבה.

הבדיקות נערכו: ב-4 מחצבות באזור ירושלים; ב-14 מחצבות באזור הדרום; ב-8 מחצבות באזור הצפון וב-5 מחצבות באזור המרכז (אזורי פיקוח של אגף הפיקוח על העבודה של משרד התמי"ת). ברובן, הקרקע היא מסוג גיר ודולומיט; ב-2 מחצבות - מסוג אבן צור; ובאחת - מסוג גרניט (3 המחצבות הללו נמצאות באזור הדרום). בשאר המחצבות הקרקע היא מסוגים אחרים: כורכר, בזלת, חמר, נארי, קירטון, אבן סינון וחומרי ואדי אחרים.

בסה"כ בוצעו 168 דגימות אוויר: 74 דגימות אישיות ו-94 דגימות שטח. נטילת הדגימות בוצעה בתהליכי העבודה השונים: כרייה, העמסה והובלת חומר, גריסה וניפוי. הדגימות מכל המחצבות נשלחו למעבדה, לאנליזה לקביעת אחוז הסיליקה החופשית, ללא קשר לסוג הקרקע.

ניתוח התוצאות

הבדיקות העלו שרק ב-7 מחצבות (באזורי הפיקוח של המחוזות: דרום וירושלים) נמצאה בדגימת האוויר סיליקה חופשית ברמה גבוהה מ-1% (מתוך סה"כ חלקיקים שנאספו בדגימה). הריכוזים הגבוהים ביותר של סיליקה חופשית באבק נמצאו באזור דרום, במחצבות שבהן הקרקע מכילה גרניט ואבן צור.

ב-3 מחצבות מתוך 14 המחצבות שנבדקו בדרום הארץ נמצאו בדגימות האוויר רמות סיליקה חופשית גבוהות מ-10%. ב-2 מחצבות מה-3 הנ"ל כורים חומר המכיל אבן צור. אחוז הסיליקה החופשית בדגימות האוויר שם נע בין 10% ל-11.5%, וריכוז הסיליקה החופשית באוויר הגיע עד לכ-6 מ"ג/מ"ק (פי 20 מהרמה המירבית המותרת). במחצבה השלישית כורים גרניט. רמת הסיליקה החופשית בדגימות האוויר בה הגיעה ל-30%, וריכוז הסיליקה החופשית באוויר - ל-3.75 מ"ג/מ"ק.

ב-3 מתוך 4 המחצבות, שנבדקו באזור הפיקוח של מחוז ירושלים, נמצאה סיליקה חופשית בריכוז נמוך מ-6%. בכל 4 המחצבות כורים דלומיט ואבן גיר. ב-2 מתוך ה-4 נרשם ריכוז גבוה מהרמה המירבית המותרת לסיליקה חופשית באוויר (עד 2.3 מ"ג/מ"ק באוויר).

רמות החשיפה בבדיקות האיטיות ובבדיקות השטח, באותן 7 המחצבות שבהן זוהתה באוויר סיליקה חופשית, היו מעל לרמת הפעולה לסיליקה חופשית (אשר עמדה אז, כאמור, על 25% מרמת החשיפה המשוקללת המירבית המותרת). ב-5 מחצבות מתוכן עברו רמות החשיפה אפילו את רמת החשיפה המשוקללת המירבית המותרת. בשנים הבאות בוצעו דגימות אוויר נוספות ב-3 המחצבות שבאזור ירושלים, שבמהלכן לא התגלתה בהן שוב סיליקה חופשית.

התוצאות לגבי ריכוז אבק כללי בדגימות אוויר מתאפיינות בפיזור גדול מאוד של הנתונים: בדגימות האיטיות נרשמו ריכוזי אבק כללי שהגיעו עד 40 מ"ג/מ"ק. רק ב-13 מחצבות מתוך ה-31 שנבדקו לא נרשמו ריכוזי אבק מעל לרמה המותרת (10 מ"ג/מ"ק). ב-11 מחצבות נרשמו ריכוזי אבק גבוהים מ-20 מ"ג/מ"ק. בכל התהליכים המתבצעים במחצבות ובכל סוגי הקרקע נרשמו ריכוזים גבוהים של אבק כללי.

מסקנות

כיום, פועלות בארץ 85 מחצבות. במחציתן מתנהלים תהליכי גריסה וניפוי. ברוב המקומות אין חשיפה לסיליקה חופשית. מי שחשוף, חד משמעית, לסיליקה חופשית הם העובדים בכרייה של גרניט, אבן צור וחול. לעומתם - רוב עובדי ענף הכרייה, בכל התהליכים בשטח פתוח, חשופים לרמות גבוהות של אבק כללי אשר במרבית המקרים עוברות את רמת התקן. המידע שנאסף במהלך הסקר הופץ באגף הפיקוח ובעקבותיו הוכנה רשימה של המחצבות בהתאם לסוג הקרקע המצוי בהן.

רק 3 מחצבות פועלות בארץ בקרקע מסוג גרניט וב-3 נוספות הקרקע היא מסוג צור וחול. במחצבות האלה נדרש פיקוח קבוע, מכוח התקנות העוסקות באבק מזיק.

סקר מס' 2 –

חשיפה תעסוקתית לצורן דו-חמצני של עובדי בניין באתרי בניין⁵

רקע

בתאריך 4.7.2001 נערכה ישיבה של ועדת הפנים ואיכות הסביבה, שבה דנו בנושא הסכנה מחשיפה לבלוקי איטונג המכילים צורן דו-חמצני גבישי.

ב-7 אתרי בנייה באזורים שונים בארץ נערכו דגימות של כלל האבק שמקורו בחומרי בנייה. הדגימות נלקחו בעת ביצוע התהליכים הבאים בבלוקים מסוגים שונים ובבטון יצוק: חציבת תעלות חשמל במסור דיסק ובמקדח גדול; חיתוך בלוקים במסורים ובגרוזן; תהליכי בנייה אחרים (הנחת בלוקים, גירוד, תיקונים).

5. נערך ע"י מרסל לייזר, מנהל המעבדה הארצית לגיהות תעסוקתית (במשרד התמי"ת) בשנת 2001

- נבדקו הפרמטרים הבאים: ריכוז כלל האבק המרחף באוויר; תכולת הצורן הדו-חמצני באבק המרחף באחוזים; ריכוז הצורן הדו-חמצני גבישי חופשי באבק.
- ערכת הדגימה כללה משאבה יונקת מסוג "דוגם אישי" או "דוגם נפח ספיקה גבוה" וקולט אבק שהכיל ממברנת פילטר (PVC, קוטר: 37 מ"מ, גודל נקבים: 5 מיקרון).
- לא נבדקו לבני סיליקט, חיפויים וריצוף משייש וקרמיקה, אבן ירושלמית.
- משך הדגימה היה כמשך התהליך.
- התוצאה שוקללה לממוצע משוקלל גם על פני הזמן שבו לא היתה חשיפה לחומר.

תוצאות

בסה"כ נערכו 29 דגימות לקביעת ריכוז הצורן הדו-חמצני, 20 דגימות לקביעת אחוז (%) הצורן הדו-חמצני באבק המרחף ו-20 דגימות לקביעת ריכוז כלל האבק.

שכיחות הריכוזים באוויר שמעל לרמה המירבית המותרת היתה בולטת בתהליך החציבה. ב-4 בדיקות מתוך 9, על פני התהליך בלבד, נמצאה רמה גבוהה מהרמה המירבית המותרת ומספר החריגות מהמותר הצטמצם ל-3, כאשר התוצאה שוקללה על פני יום העבודה.

בתהליך החיתוך - מתוך 14 בדיקות, היו 3 תוצאות גבוהות מהרמה המירבית המותרת, במדידה על פני התהליך בלבד. הן היו חריגות מהמותר גם כאשר התוצאה שוקללה על פני יום העבודה.

סוג העיסוק שבו נמצאו הרמות הגבוהות ביותר הוא חציבה בקירות מוכנים, לצורך הנחת כבלי חשמל. בתהליכים אחרים שנבדקו לא היו חריגות מהמותר.

אחוזי הצורן הדו-חמצני הגבישי באבק המרחף נעו בעיקר בין 0% ל-7.3%, אולם ב-2 דגימות בתהליך החציבה נמצאו 25% באבק. התוצאות מובאות בטבלה להלן:

תהליך	מס' הבדיקות	תחום התוצאות לסיליקה* מ"ג/מ"ק	תחום אחוזי סיליקה באבק המרחף	תחום התוצאות לסיליקה** מ"ג/מ"ק	מס' התוצאות מעל TLV*	מס' התוצאות המשוקללות מעל TLV**
תוצאות חשיפה תעסוקתית לצורן דו חמצני גבישי לפי תהליך						
חציבה	9	0 - 3.8	0 - 27	0 - 0.76	4	3
חיתוך	14	0 - 0.55	0 - 4	0 - 0.55	3	3
בנייה ללא חיתוך	4	0.09 - 0.15	0 - 5	0 - 0.03	0	0
תוצאות חשיפה תעסוקתית לצורן דו חמצני גבישי לפי סוג עיסוק						
חשמל	9	0 - 3.8	0 - 2.7	0 - 0.76	5	3
בנייה	16	0 - 0.55	0 - 7.3	0 - 0.55	2	2

* מדידה/תוצאה על פני התהליך בלבד לפני שיקלול
** מדידה/חישוב של ממוצע משוקלל על פני יום העבודה

דיון ומסקנות

1. חציבה של תעלות חשמל היא תהליך שבו עלולים העובדים להיחשף לרמות של צורך דו-חמצני גבישי חופשי, גבוהות מהרמה המירבית המותרת, עקב היווצרות אבק בעת העבודה.
2. חשיפה גבוהה עלולה להתרחש גם בתהליכי חיתוך וקידוח.
3. אחוזי הצורך הדו-חמצני באבק המרחף בתהליכי בנייה נמוכים מאלה הקיימים בתהליכים תעשייתיים שבהם נמצא החומר בשימוש, כגון: התזת חול, ייצור אריחים, עיבוד שיש, בתי יציקה למתכת ועוד.
4. היווצרות האבק תלויה בסוג כלי העבודה שבהם משתמשים ובשיטות העבודה. לעתים משתמשים בכלים לא מתאימים ולא מומלצים היוצרים אבק רב.
5. המסקנות מבוססות על מידגם ראשוני שנערך. הגדלת מספר הבדיקות עשויה לתרום להסקת מסקנות חד-משמעיות יותר. משרד התמי"ת יעודד איסוף של נתונים נוספים בדרכים שונות העומדות לרשותו, כדי להגיע למסקנות סופיות, וידאג להגברת המודעות בקרב עובדים ומעסיקים על אפשרות החשיפה לסיליקה בתהליכים היוצרים אבק באתרי בנייה.

המלצות

1. מומלץ להמשיך את ביצוע הבדיקות באתרי בנייה, בהיקפים שיובילו למסקנות סופיות וחד משמעיות.
2. מומלץ להרחיב את הבדיקות לכל התהליכים שבהם קיימת אפשרות לחשיפה לסיליקה, לרבות שלב היסודות (קידוח בקרקע) ושלבי הגימור והסיום של בניין.
3. מומלץ להתמקד בבדיקות סביבתיות של מיקטע ה"אבק בר-הנשימה".
4. מומלץ להפיץ דף מידע לעובדים, קבלנים ומנהלי עבודה באתרי בנייה, בנוגע לסיכון שבחשיפה והדרכים למניעתו. המסמך יכלול גם רשימה של פעילויות עתירות סיכון (התזת חול, הפעלת פטיש אוויר, הריסת מבנים ובלוקים, קידוח, שבירה, חציבה, חיתוך, ניסור, שיוף, חפירה וכו'), ושל אמצעים להקטנת החשיפה, תוך הדגשת השימוש בכלי עבודה ובשיטות עבודה המפחיתים את כמות האבק.
5. מומלץ שימוש בצידוד מגן אישי להגנת דרכי הנשימה בתהליכים שבהם נוצר אבק רב אשר עלול לגרום לחשיפה מעל למותר.
6. מומלץ להגביר את המודעות בקרב העובדים לגבי הסיכון המוגבר למעשנים בחשיפה לאבק מזיק.

סקר מס' 3 –

ניטור סביבתי תעסוקתי לחשיפה לסיליקה חופשית (בגיר) בקרב מורים⁶

קביעת רמות הסיליקה הגבישית-חופשית במקלות הגיר המשמשים לכתיבה

1. אנליזות של 6 דוגמאות אבקת מקלות גיר (4 דוגמאות של גיר לבן ו-2 דוגמאות של גיר צבעוני) בוצעו במעבדות המכונים למחקר שימושי באוניברסיטת בן-גוריון בבאר שבע.

תוצאות הבדיקות באחוזים הן: 1.0%; 1.1%; 0.8%; 1.2%; 1.1%; 1.0%; 1.0%; ממוצע התכולה הוא 1.03% וסטיית התקן היא 0.14%.

2. אנליזות של 6 דוגמאות אבקת מקל גיר (4 דוגמאות של גיר לבן ו-2 דוגמאות של גיר צבעוני) בוצעו במעבדות המכון הישראלי לקרמיקה וסיליקטים בקרית הטכניון בחיפה.

תוצאות הבדיקות באחוזים הן: 0.4%; 1.9%; 1.7%; 0.8%; 1.3%; 1.4%; ממוצע התכולה הוא 1.25% וסטיית התקן היא 0.56%.

הערה: במכון הנ"ל הבדיקות הן חצי כמותיות, ויש בהן דרגה מסוימת של אי דיוק (דבר שצוין בדוח המכון לקרמיקה וסיליקטים).

3. בדיקה של דוגמה אחת בוצעה במעבדות חברת CERAM באנגליה ותוצאתה היתה 0.5% קוורץ (סיליקה חופשית) כאשר סף הגילוי בשיטתם הוא 0.1%.

בגלל תנודת התכולה בבדיקות השונות אנו מסיקים שאחוז הסיליקה החופשית נע סביב ה-1%. אין להסיק מכך על תכולת הסיליקה החופשית באוויר, אלא במוצרים בלבד. הניסיון מראה שתכולת הסיליקה באבק ממקור מסוים, נמוכה בד"כ מתכולת הסיליקה במקור עצמו.

תכולת הסיליקה החופשית בסוגי גירים חדשים בתהליך ניסיוני של המפעל ליצור גירים

■ מ-3 דוגמאות נפרדות התקבלה תכולת סיליקה חופשית כלהלן: 0.5%; 0.7%; 0.6%.

■ בדוגמה נוספת מאותו סוג גיר ניסיוני, שבוצעה במעבדות חברת CERAM באנגליה, התקבלה התכולה: 0.4%.

■ המפעל נמצא בתהליך רכישת חומר גלם חדש שתכולת הסיליקה החופשית שבו אמורה להיות נמוכה יותר.

קביעת ריכוז הסיליקה בגירים אחרים

הסקר של החשיפה לאבק גיר בבת-ספר נערך כאשר ידוע שהגיר בשימוש היה מתוצרת מפעל 'אומגה'. במהלך היום השני לבדיקות התברר שמשמשים גם בגירים שונים המסופקים ע"י מחסני עיריית ת"א.

6. נערך ע"י מרסל לייזר, מנהל המעבדה הארצית לגיהות תעסוקתית (במשרד התמי"ת) בשנת 2002.

■ **גיר Hi Chalk** (מתאילנד). המרכיבים העיקריים ב-2 הדוגמאות (אבקה) שנשלחו לבדיקה היו: Kaolinite ו- Calcite. תכולת הקוורץ בדוגמאות שנבדקו היתה: 0.3%.

■ **גיר Omya Color Robercolor** (מצרפת). המרכיב העיקרי ב-2 הדוגמאות שנשלחו לבדיקה היה Calcite. תכולת הקוורץ בדוגמאות שנבדקו היתה 0.3% - 0.4%.

חשיפה למתכות

בבדיקות אוויר שנערכו בבתי הספר, לקיום המתכות: קדמיום, ניקל, כרום וזרניך, התקבלו רמות נמוכות מ-0.0001 מ"ג/מ"ק לגבי כרום. לגבי המתכות האחרות התוצאות היו נמוכות מסף הגילוי של השיטה, ובכל מקרה נמוכות מ-0.0001 מ"ג/מ"ק.

בבדיקות במוצרי הגיר נערכו אנליזות במעבדת המשרד ל-7 דוגמאות של אבקות ממקלות גיר המיוצרים ב'אומגה', לגילוי המתכות: קדמיום, ניקל, כרום, וזרניך. קדמיום ניקל וזרניך לא נמצאו כלל; במקלות גיר בצבעים חום וכתום נמצאו שאריות של כרום.

הערות

משיחות עם מורות בבתי הספר מתברר שמשך השימוש בגיר הוא כ-25% מהזמן שנוצל לכתובה על הלוח ע"י הסטודנטים (שהשתתפו בסקר לצורך הדמיית עבודת המורים).

בריכוזים נמוכים של סיליקה חופשית, וגם בכמויות קטנות של אבק בדגימה, יכול להיות אי דיוק או סטיית תקן של התוצאות (יחסית) עד 20%.

תוצאה אחת של בדיקת אוויר (דגימת שטח) בבית ספר, מתוך 5 בדיקות, הראתה תכולת סיליקה של 1.2%. בגלל אי הבהירות לגבי סיבת התוצאה הזאת - נשלחה דגימה חוזרת למכונים למחקר שימושי באוניברסיטת בן-גוריון בבאר-שבע. כמות האבק שהתקבלה בדגימה החוזרת היתה 880 מיקרוגרם. כמות הצורן הדו-חמצני גבישי החופשי באבק הזה היתה נמוכה מ-20 מיקרוגרם (ערך זה הוא סף הגילוי של הסיליקה בשיטת הדיפרקציה של קרני X). במצב זה לא ניתן לקבוע במדויק את כמות הסיליקה הגבישית ואת ריכוזה באבק.

כאשר התוצאה נמוכה מסף הגילוי נוהגים מספר גופים מקצועיים בעולם (AIHA, ACGIH) לבחור את מחצית סף הגילוי כערך מייצג לצורך הצגת התוצאה. לפי זה - הערך הנבחר יהיה 10 מיקרוגרם. בהתאם לכך אחוז (%) הסיליקה באבק היה 1.1%. אולם, כאשר הערך המתקבל מוצהר כנמוך מסף הגילוי - הוא יכול, באותה מידה, לשאוף ל-0 ואז אחוז הסיליקה באבק הוא, כמובן, נמוך מ-1%.

כמו כן, מאיסוף תוצאות של בדיקות במקומות עבודה שבהם עובדים עם סיליקה - אחוז הסיליקה באבק מרחף באוויר נמוך, בד"כ, מאחוז הסיליקה בחומר הגלם.

סקר מס' 4 -

מדידות חשיפה לאבק גיר בעת כתיבה על לוח כיתתי⁷

רקע

בדיון בוועדת החינוך של הכנסת, בתאריך 7.5.2002, הועלתה השאלה: האם קיים קשר בין שימוש במקלות גיר לכתיבה לבין תחלואה בסרטן הריאה בקרב מורים. השאלה הועלתה בעקבות דיווחים של 2 רופאים על 2 מורות הלוקות בסרטן ריאות ברונכוגני. נדונה סוגיית החשיפה הפוטנציאלית של מורים לאבק מזיק המכיל סיליקה - חומר המסווג כמסרטן.

בבדיקת הספרות המקצועית לא נמצאו דיווחים על חשיפה תעסוקתית של מורים לאבק מזיק המכיל סיליקה, ולא אותרו דיווחים על תחלואת סרטן הקשורה לחשיפה לסיליקה בקרב מורים. בנוסף, קיים מידע לא מספק על מידת החשיפה של מורים לאבק גיר. בעקבות זאת הוחלט לערוך ניסוי המאפשר הערכה של החשיפה התעסוקתית לאבק גיר בקרב מורים. הניסוי בוצע על ידי המרכז הלאומי לבקרת מחלות במשרד הבריאות בשיתוף עם האגף לפיקוח על העבודה במשרד העבודה והרווחה (היום - משרד התמי"ת) ועם משרד החינוך.

מסמך זה מציג את הממצאים הראשוניים של הניסוי.

שיטת הביצוע

הניסוי בוצע בתנאי הדמיה לעבודת מורים. לצורך ביצוע המדידות נבחרו 4 בתי ספר באזור המרכז. הניטור הסביבתי של חשיפה נשימתית לאבק בוצע ב-2 בתי ספר (בי"ס שז"ר ובי"ס עירוני ז' ביפו) ב-21.8.02, ובשני בתי ספר נוספים (בי"ס אהבת ציון ובי"ס עירוני ב-ג במרכז ת"א) ב-22.8.2002. עבודת הכתיבה והמחיקה על הלוח נעשתה על ידי 6 סטודנטים. לסטודנטים חולקו דפי מידע המפרטים את מהות המדידה, החשיפות הפוטנציאליות בעבודה עם גיר, אופן הגנתם ושיטת ביצוע העבודה הנדרשת מהם. הסטודנטים התבקשו לחתום על טופס הסכמה.

בכל בית ספר עבדו בכתיבה על הלוח 3 סטודנטים בכיתות שונות. בנוסף, בכל בית ספר נכח אחראי על ביצוע הפרויקט. קטעי עיתונות שהוכנו מבעוד מועד, התאימו באורכם למילוי שטח של לוח בכיתה. משך הזמן לכתיבת כל קטע היה כ-6-8 דקות. כל סטודנט העתיק אל הלוח במהלך שעת עבודה אחת 5 קטעי עיתונות. הקטעים מוספרו ותוכנו כך שכתיתם תימשך כ-5 שעות, עם הפסקות של 5 דקות בכל כ-45 דקות, כמקובל בעבודה השגרתית של מורים. בנוסף, ניתנה לסטודנטים הפסקה אחת ארוכה יותר (כ-20 דקות) כנהוג בבתי הספר. האחראי על ביצוע הפרויקט בכל בי"ס אישר בחתימתו, ע"ג דף מעקב, שהלוח אכן היה מלא לפני מחיקתו של כל קטע. הכתיבה בוצעה ע"י כל סטודנט באמצעות גירים לבנים וצבעוניים שנרכשו ע"י המרכז הלאומי לבקרת מחלות (גירים מתוצרת 'אומגה', ישראל) הזהים לגירים אשר נמצאים בשימוש במשרד החינוך.

7. נערך ע"י פרופ' מנפרד גרין - ראש המרכז הלאומי לבקרת מחלות, משרד הבריאות, מדינת ישראל, וגבי סילביה קוטון - האחראית על יחידת הרישומים, במרכז הלאומי לבקרת מחלות, משרד הבריאות, מדינת ישראל. הסקר נערך ב- 22 אוקטובר 2002

לכל סטודנט כותב הוצמד פילטר לקליטת האבק, שהיה מחובר למשאבה אישית (התקנת הפילטרים לקליטת האבק בוצעה ע"י נציגי אגף הפיקוח על העבודה). כמו כן, לכל סטודנט כותב הוצמדה מסיכה אישית חד-פעמית מסוג P3, שמטרתה למנוע חדירת אבק לדרכי הנשימה. במהלך הכתיבה על הלוח ומחיקתו, הקפידו הסטודנטים לחבוש מסיכה. הכתיבה בוצעה בכיתות עם מזגנים פועלים ודלתות סגורות. כמו כן, הותקנו משאבות עם הספק גבוה לקליטת אבק גיר ליד הלוח בכיתה שבה מבצעים עבודת כתיבה, ולפחות בכיתה אחת בכל בית ספר, שבה לא התבצעה כלל כתיבה על הלוח. המשאבות בכיתות שבהן לא נכתב על הלוח שימשו לבקרה ע"י מדידת האבק ברקע.

הפילטרים מכל המשאבות נאספו ע"י נציגי אגף הפיקוח על העבודה בסופו של היום והועברו למעבדה, לצורך מדידת תכולתם.

מימצאים

- בכל המדידות נמצאו רמות של אבק גיר הנמוכות באופן משמעותי מהתקנים המתייחסים לחשיפה סביבתית-תעסוקתית לאבק גיר.
- בכל המדידות, פרט לאחת, נמצא שתכולת הסיליקה הגבישית החופשית באבק באוויר נמוכה מ-1%. מאחר שסף הגילוי של סיליקה גבישית חופשית במכשיר הוא 1%, משמעות המימצא היא שתכולת הסיליקה באבק היא 0%-1%.
- בבדיקה אחת נמצאו 1.2% סיליקה גבישית חופשית באבק באוויר. על סמך מדידה זו נמצא שכמות הסיליקה הגבישית החופשית, בחישוב, היתה 0.012 מ"ג/מ"ק (התקן לחשיפה תעסוקתית הוא 0.3 מ"ג/מ"ק). באנליזה חוזרת של הדגימה נמצאה סיליקה גבישית חופשית בריכוז קטן מ-1%.
- במדידות האישיות שנעשו לסטודנטים במשך 5 שעות עבודה נמצאה רמת חשיפה לאבק כללי (כלל החלקיקים) הנעה בין 0.36 ל-0.98 מ"ג/מ"ק. התקן לחשיפה נשימתית תעסוקתית לאבק מטריד כללי הוא 10 מ"ג/מ"ק.
- במדידות בכיתות שבהן לא בוצעה כל עבודה עם גירים נמצאה רמת אבק כללי ברקע, הנעה בין 0.05 ל-0.71 מ"ג/מ"ק (התקן לחשיפה תעסוקתית: 10 מ"ג/מ"ק).
- בבדיקות תכולת מתכות (ארסן, קדמיום, ניקל, כרום) באבק הנדגם, נמצאו רמות מתכות נמוכות מ-0.0001 מ"ג/מ"ק. התקן לחשיפה תעסוקתית עבור ארסן וקדמיום הוא 0.01 מ"ג/מ"ק, עבור כרום - 0.5 מ"ג/מ"ק ועבור ניקל - 1.5 מ"ג/מ"ק.

סיכום

בניטור הסביבתי של רמות חשיפה נשימתית לאבק בקרב מורים, בתנאי הדמיה, נמדדו רמות חשיפה הנמוכות בצורה משמעותית מתקני החשיפה המשוקללים (TLV-TWA) ומרמת הפעולה. בכל המדידות של תכולת הסיליקה הגבישית החופשית, פרט לאחת, נמצא ריכוז של סיליקה הנמוך מ-1%. משמעות המימצא היא שאבק הגיר אינו אבק מזיק, ויש להתייחס אליו כאל אבק מטריד - כמוגדר בתקנות העוסקות בבריאות העובד.

מאחר שרמת הרגישות של המכשיר לגילוי סיליקה גבישית חופשית היא 1%, תוצאות הבדיקה של חומר שאינו מכיל כלל סיליקה גבישית חופשית, או של חומר המכיל סיליקה בריכוז של עד 1%, נרשמות כ"נמוך מ-1%". בבדיקה אחת נמדדו 1.2% סיליקה. מאחר וערך זה כלול באחוז הטעות שבבדיקה (עד 20% טעות), החליטו נציגי אנף הפיקוח על העבודה לשלוח את הבדיקה למעבדה לצורך אנליזה נוספת. מימצאי האנליזה החוזרת של הדגימה היו: תכולת סיליקה גבישית חופשית נמוכה מ-1%. תוצאה זו אזהר למימצאי הבדיקות של הפילטרים הנוספים בניסוי.

כמות הכתיבה והמחיקה שביצעו הסטודנטים היתה גדולה מאוד. כדי להעריך את החשיפה הפוטנציאלית בתנאים קשים במיוחד, כלומר: בעומס רב, הוטלה על הסטודנטים עבודה רבה. מורות שנכחו בבתי הספר בזמן הדגימה טענו שכמות העבודה שבוצעה על ידי הסטודנטים היא "פי 4 מהכתיבה השבועית הממוצעת של מורה בכיתה". ברור לנו שעדות זו אינה מהווה מדד מדויק לעומס העבודה של המורים, אך ניתן בהחלט להבין ממנה שהתנאים בעת ביצוע הניסוי הוחמרו.

נקודה נוספת שיש להביא בחשבון היא שבפרויקט הנוכחי השתמשו בגירים שנמכרו בשוק בסוף שנת הלימודים שחלפה. דווח שבמהלך החודשים האחרונים נרכשו על ידי מפעל הגירים 'אומגה' חומרי גלם המכילים ריכוז נמוך מאוד של סיליקה גבישית חופשית. ניתן להניח שעם הפצת הגירים החדשים תקטן גם רמת החשיפה לסיליקה, הנמוכה ממילא, של המורים.

המסקנה, בדוח שהוגש לוועדת החינוך של הכנסת בתאריך 6.6.2002, תחת הכותרת: "הקשר בין חשיפה לאבק גיר ותחלואה בסרטן ריאה בקרב מורים בישראל", בהתבסס על המידע הקיים בספרות המקצועית, היתה: "לא מצאנו עדות לקיומה של סכנה מיידית או סכנה לטווח ארוך לבריאות המורים בישראל, עקב חשיפה תעסוקתית לאבק גיר. עד לקבלת מימצאי אומדן הסיכון, אין לדעתנו מקום להמליץ על שינוי כלשהו בהרגלי השימוש במקלות גיר לכתיבה על לוח". עם קבלת תוצאות סקר החשיפה, ניתן לסכם שהמימצאים תומכים במסקנה הרשומה לעיל. על פי מימצאי הניסוי - תכולת הסיליקה הגבישית החופשית באבק הגיר באוויר היא עד 1%. לא קיימים בספרות המקצועית דיווחים המשייכים השפעות מסרטנות לחומרים בעלי תכולה דומה של סיליקה גבישית חופשית. עובדים המוגדרים כחשופים פוטנציאליים לסיליקה גבישית חופשית, מעורבים בתהליכי עבודה שבהם נעשה שימוש בחומרים בעלי תכולת סיליקה חופשית הנעה בין כ-20% בעבודות ייצור זכוכית, חרסונה, קרמיקה ולבני שמוט, ל-90% ויותר בהתזת חול⁸.

בתהליכי עבודה אלה מתבצע ניטור של רמות החשיפה ומעקב רפואי של העובדים על פי התקנות, וכל עוד רמות החשיפה אינן גבוהות מרמת הפעולה - המוגדרת כמחצית מתקן החשיפה המשוקלל TLV-TWA - אין המלצה לבצע שינויים בתהליכי העבודה. הנחת היסוד בקביעת תקני חשיפה תעסוקתיים היא שאין הכרח להבטיח חשיפה אפסית כדי לשמור על בריאותם התקינה של העובדים. חשיפות הנמוכות מרמת הפעולה אינן מוגדרות כחשיפות אשר עלולות לסכן את בריאותו של העובד. על פי מימצאי הניסוי, ובהתאם לידע הקיים בעולם - החשיפה התעסוקתית הפוטנציאלית לסיליקה גבישית חופשית בקרב מורים נמוכה באופן משמעותי מרמת הפעולה. ניתן לסכם שאין עדויות התומכות בהפסקת השימוש בגיר לכתיבה על לוח.

8. בהתייעצות עם מר מרסל לזר, מנהל המעבדה באגף הפיקוח על העבודה (משרד התמי"ת)