

Prof. Tuvia Schlesinger

Ariel University, Ariel, Israel

Tel: +972-54-7766357, Fax- +972-2-9309478.

E-mail: Schlesinger@ariel.ac.il, tuviasch@inter.net.il,

ד' כסלו, תשע"ז

4 דצמבר, 2016

מר עומרי לולב

מנהל מנהלת אפר פחם

הנדון: חוות דעת בנושא

הערכת סיכוני קרינה והיבטים רגולטוריים של השימוש באפר פחם תחתי מתחנות הכוח לייצור חשמל כמצע לגינות/מדשאות פרטיות או ציבוריות

הנני מתייחס לפנייתך אלי מלפני מספר שבועות בנושא הנ"ל. אני מתנצל על האיחור בתשובתי. הנושא עלה בעקבות פניית אזרחית שרכשה דירת גן בפרייקט בהרצליה. הקבלן הבונה את דירות הגן השתמש באפר פחם תחתי (המקטע הגס לאחר ניפוי) שרכש מחברת החשמל כמצע לגינה שבחצרות דירות הגן. עותק מפנייתך בצירוף עותק מפנייתה של האזרחית ומהתכתבות בנושא עם הממונה על הקרינה במשרד להגנת הסביבה. מצורף כנספח 1 למסמך זה.

האזרחית הביעה דאגה ביחס לנזקי הבריאות שילדיה צפויים לדעתה לסבול מהם עקב חשיפה לקרינה מייננת שמקורה באפר הפחם. במיוחד העלתה האזרחית חשש שילדיה ישחקו בגינה, יכניסו לפיהם אפר שיחדור לגופם ויגיע לדרכי העיכול. כתוצאה מכך עלולים הילדים, לדעתה, לספוג מנת קרינה מזיקה מהחומרים הרדיואקטיביים הטבעיים שבאפר. בהסבר בעל פה פירטת את פנייתך וביקשת עזרתי בחישוב כמותי של מנת הקרינה הצפויה לילד בתרחיש נדיר כזה. בנוסף ביקשת פרטים על הנחיות התקן הבינלאומי להגנה מקרינה משנת 2014 ביחס לבקרה ולהגבלת הרגולטוריות שיש או אין להטיל על השימוש באפר פחם תחתי בגינון, בהתחשב בריכוזי האקטיביות הנמוכים של חומרים רדיואקטיביים ממקור טבעי באפר.

חוות דעתי המוצגת להלן נשענת על ההיגיון הבריא ועל הידע והניסיון שצברתי בהכרת תרחיש חשיפה לקרינה חיצונית וזיהום פנימי בחומרים רדיואקטיביים ממקורות טבעיים ומלאכותיים, ובהערכה כמותית מדוקדקת של מנת הקרינה הצפויה לאדם, המעורב בתרחישים אלה בהתאם לגילו ומינו [1]. ההיבטים הרגולטוריים, החוקיים והמנהליים בחוות הדעת מבוססים על עיון מעמיק ולימוד פרטני של ההמלצות המעודכנות של הוועדה הבינלאומית להגנה רדיולוגית (ה-ICRP) להלן

"הוועדה" כפי שפורסמו בפרסום 103 ו-104 של הוועדה משנת 2008 [2,3] ועל יישום ההמלצות האלה כפי שהוצגו בתקן הבינלאומי להגנה מקרינה בגרסתו המעודכנת משנת 2014 [4] (להלן "התקן הבינלאומי"), בתקן האירופי להגנה מקרינה [5] משנת 2013, במדריך הבטיחות המיוחד של סבא"א בנושא הגנת הציבור מרדון ומקורות טבעיים אחרים של קרינה [6], ובמדריך בטיחות קודם של סבא"א בנושא פטורים ושחרורים [7], חוות הדעת תואמת את המסקנות המעשיות העולות מהמסמכים הבינלאומיים האלה באשר למהות ולהיקף הרצוי והאופטימאלי של הבקרה החוקית המנהלית על חשיפת העובדים ובני אדם מן הציבור הרחב לקרינה מייננת שמקורה בחומרים רדיואקטיביים טבעיים ("רדיונוקלידים ממקור טבעי". לפי המינוח של ה-ICRP ושל מסמכי סבא"א) באפר פחם, בבטון ובמוצרי צריכה אחרים.

חוות הדעת

חוות דעתי מורכבת משני חלקים:

החלק הראשון מיועד לאזרחית המודאגת ולבעלי הגינות האחרות בפרויקט דירות הגן. בחלק זה מוצגת הערכת סיכונים כמותית לתרחיש ההיפותטי של הכנסת כמות אפר לפה בכוונה או במקרה וחדירת החומר לדרכי העיכול.

החלק השני של חוות הדעת מיועד לרשויות ומציג בקצרה את דרישות/ההנחיות התקן הבינלאומי באשר לסוג והיקף הבקרה המנהלית והחוקית שהרגולטור אמור להטיל או אינו אמור להטיל על יישומי חומרי גלם דוגמת אפר פחם מרחף או תחתי המכילים ריכוזים נמוכים של חומרים רדיואקטיביים ממקור טבעי.

א. הסיכון בתרחיש של הכנסת כמות אפר תחתי ממצעי הגינות לפה על ידי ילדים

דאגתה של האזרחית אינה מוצדקת ואין לה בסיס עובדתי ומדעי. היא נובעת כנראה מאי ידיעת העובדות וממידע שגוי. מנת הקרינה הצפויה לתינוקות וילדים (וגם מבוגרים) בתרחיש חשיפה נדיר של הכנסה אקראית לפה של כמות קטנה של אפר פחם תחתי מקרקע הגינה, היא נמוכה מאוד וקרובה לאפס. המנה הצפויה מגיעה לפי חישוב כמותי מדוקדק (ראה בהנמקת חוות הדעת להלן) לערך מרבי של כ- $2 \mu\text{Sv}$ (0.2 מילירם) בתרחיש קיצוני. בתרחיש הסביר והמקובל יותר המנה הצפויה מגיעה רק ל- $0.8 \mu\text{Sv}$ (0.08 מילירם) לאירוע בודד. מנה זו היא מסדר הגודל של המנה הצפויה בתרחיש דומה שיתרחש בגינות הבנויות על מצע טוף (המכיל גם הוא, כמו כל הקרקעות בעולם, חומרים רדיואקטיביים ממקור טבעי בריכוזים נמוכים). המנה הזו קטנה בשלושה סדרי גודל ביחס למנת הקרינה מהרקע הטבעי (קרינה קוסמית, קרינת קרקע וגז רדון) שכל אזרח במדינת ישראל ובעולם (וכמובן גם הילדים של האזרחית המודאגת) נחשפים לה יום ויום ושנה שנה. יצוין כי מנות קרינה שמתחת ל- $10 \mu\text{Sv}$ (1 מילירם) גם כשהן חוזרות ונשנות נחשבות על ידי ה-ICRP והתקנים הבינלאומיים כזניחים (negligible, insignificant) לחישוב מנות קרינה מצטברות בהקשר לתקינה ותחיקה ואינם נלקחים בחשבון לצרכי הערכות סיכונים.

מכל האמור ברור על כן, שמהיבט של בטיחות קרינה, לא צפוי נזק בריאותי הניתן למדידה או להערכה מהשימוש באפר פחם תחתי, כמצע לגינה שבחצרות דירות הגן בהרצליה או בכל מקום אחר.

נעיר כאן שהדשן הכימי המקובל בו מדשנים גינות נוי בישראל מכיל אחוז גבוה של פוספטים המכילים אשלגן 40 ורדיואיזוטופים משרשרות האורניום והתוריום בריכוזי אקטיביות הגבוהים בהרבה מאלה המצויים באפר פחם תחתי. הממונה על הקרינה במשרד להגנת הסביבה, פוטר במפורש את כל תעשיית הפוספטים ומוצריה, כולל דשן כימי, מכל דרישות התקנות העוסקות בהגנת הציבור מקרינה מייננת. יתר על כן גינה של בית מגורים הוא אזור פתוח והקרקה בגינה כזו עלולה להכיל צואת ציפורים, צואת כלבים והפרשות של חיות ורמשים מכל הסוגים. לכן הכנסת עפר מקרקע הגינה לפיהם של ילדים המשתעשעים שם כרוך בסכנות בריאות חמורות במידה רבה מאוד מאלה הכרוכות בהכנסת קומץ אפר פחם תחתי לפה. חזקה על כן שכל אם תדאג שילדיה המשחקים בגן לא יטעמו מעפר קרקע הגינה.

ב. ההיבט הרגולטורי של הבקרה על חשיפת העובדים והציבור לקרינה מייננת מיישומי אפר פחם

תחתי בגינן

בהתחשב בריכוזי האקטיביות הנמוכים מאוד של חומרים רדיואקטיביים ממקור טבעי באפר תחתי, השימוש באפר הזה כמצע לגינות נוי בבתיים פרטיים ובגינות ציבוריות פטור, לפי המלצות ה-ICRP והתקנים הבינלאומיים העדכניים, מכל הגבלה ובקרה מנהלית, מההיבט של בטיחות קרינה. כמפורט בחלק ב של הנמקת חוות הדעת להלן, פטור כזה מתחייב הן אם מתייחסים לאפר התחתי כחומר גלם ומוצר לוואי של תעשיית האנרגיה, והן אם מתייחסים לאפר הזה כמוצר צריכה ובוחנים את מנות הקרינה הזניחות הצפויות לעובדים ולציבור מתרחישי חשיפה פוטנציאליים של ילדים או מבוגרים הכרוכים ביישום הספציפי הזה. מנות נמוכות אלה אינן מצדיקות התערבות הרשויות ונקיטת פעולות מנע/פעולות תיקון (remedial actions) כלשהן.

הנמקת חוות הדעת

הנמקת חוות הדעת לחלק א (הסיכון בתרחיש של הכנסת כמות אפר תחתי ממצעי הגינות לפה על ידי ילדים)

בטרם נעסוק בחישובים הכמותיים של מנות הקרינה הצפויות בתרחיש הנידון נעיר כי בליעת אפר פחם בכמות משמעותית מקרקע גינה שבחצרות בתי מגורים פרטיים על ידי ילדים או על ידי מבוגרים היא תרחיש נדיר ודי ביזארי. רשויות הבריאות והממונים על הגנת הסביבה בישראל כנראה לא מתייחסים כלל לסיכונים הכרוכים בתרחיש דומה לגבי חומרי גלם ומוצרי צריכה אחרים. הם מתירים למשל שימוש חקלאי ללא הגבלות, מההיבט של בטיחות קרינה, בדשנים כימיים המכילים פוספטים שריכוזי האקטיביות של חומרים רדיואקטיביים טבעיים בהם עולים במידה ניכרת

על אלה שבאפר פחם תחתי. הם גם לא מתייחסים לתרחישים של בליעת אדמה מקרקע של גינות שמפזרים עליהם זבל אורגני העלול להכיל שאריות של חומרי ריסוס.

הערכת סיכונים כמותית בתרחיש הנידון

הנתונים וההנחות ששימשו את מחבר חוות הדעת הזו להערכת מנת הקרינה, הצפויה לילדים המשחקים בגינה או על משטח דשא הצומח על מצע אפר פחם תחתי, כתוצאה מבליעת אפר ממצע הגינה, והחישוב הכמותי של הסיכון על בסיס נתונים אלה מוצגים בנספח 2. בנספח זה מוצגים נתונים על :

- ריכוזי האקטיביות של אשלגן 40 ושל איזוטופים משרשרת האורניום והתוריום באפר תחתי, לצורך החישובים, על בסיס נתונים שהתקבלו ממנהלת אפר פחם.
- כמות האפר שעלולה לחדור למערכת העיכול של ילד כתוצאה מתרחיש של הכנסת כמות אפר תחתי ממצע הגינה לפה, בתרחיש סביר ובתרחיש קיצוני של "אכילת" אפר (תרחיש הנחשב להתנהגות פתולוגית). כמות העפר שילד עלול לבלוע בעקבות הכנסה לפה במשך יום מוערכת על ידי ה-CDC בארה"ב במקסימום של - 500 מיליגרם ליום מכל המקורות (כלומר לא מטיוול קצר בגינה) . כמות זו נחשבת לתופעה פתולוגית ובדרך כלל הערכים המרביים בפועל קטנים פי 5-10 לערך. הערך המעשי המוצע על ידי ה-EPA הוא מקסימום של 200 מיליגרם ליום.
- אחוזי המעבר של אשלגן 40 ושל איזוטופים משרשרת האורניום והתוריום ממערכת העיכול לדם. על בסיס הנתונים שהוצגו בתקן הבינלאומי להגנה מקרינה משנת 2014 [4].
- טבלאות עם מקדמי מנת הקרינה האפקטיבית המחויבת (committed effective dos) ליחידת אקטיביות החודרת לגוף בדרכי האכילה, לילדים בני שנה ומעלה (ערכו של המקדם גבוה יותר לבני שנה מאשר לכל גיל גבוה יותר). הטבלאות לקוחות מהתקן הבינלאומי להגנה מקרינה משנת 2014 [4].
- על בסיס נתונים אלה חושבה בטבלה המוצגת בנספח 2 מנת הקרינה האפקטיבית המחויבת המרבית הצפויה בתרחיש פתולוגי של בליעת 500 מיליגרם אפר. המנה הצפויה לתרחיש כזה מגיעה לכ- $2 \mu\text{Sv}$ (0.20 מילירם). בתרחיש הסביר והמקובל יותר של בליעת 200 מיליגרם אפר ביום המנה הצפויה קטנה פי 2.5, והיא מגיעה לכן ל- $0.8 \mu\text{Sv}$ (0.08 מילירם). באופן מעשי תיבוק או ילד קטן לא ישהה בגינה אף פעם במשך יום שלם לכן צריכה של כמות האפר שלעיל תצטבר רק בסדרה של 5-10 שהיות בגינה למספר שעות כל פעם ללא השגחה .
- לסיום נעיר כאן כי מנות קרינה שמתחת ל- $10 \mu\text{Sv}$ (1 מילירם), גם כשהן חוזרות ונשנות, נחשבות על ידי ה-ICRP והתקנים הבינלאומיים כזניחים (negligible, insignificant) לחישוב מנות קרינה מצטברות בהקשר לתקינה ותחיקה ואינם נלקחים בחשבון לצרכי הערכות סיכונים.

הנמקת חוות הדעת לחלק ב (ההיבט הרגולטורי)

שאלת הבקרה החוקית והמנהלית על חשיפת הציבור לקרינה מייננת שמקורה בחומרים רדיואקטיביים ממקור טבעי באפר פחם תחתי, המשמש מצע לגינות נוי, היא חלק בלתי נפרד משאלת הבקרה החוקית והמנהלית על חומרי גלם ומוצרי צריכה (consumer products) המכילים חומרים רדיואקטיביים ממקור טבעי בריכוז זה או אחר. מחבר חוות דעת זו התייחס לשאלה זו בחוות דעת פרטנית וארוכה שהיגישלמנהלת אפר פחם ביולי 2016 במסמך שכותרתו "חוות דעת בנושא "תיעדוף" בחלוקת אפר פחם לתעשיית המלט בהנמקה של חתירה ל"שיויון בנטל". השאלה נידונה בהרחבה גם בדו"ח מקיף שהוגש למנהלת אפר פחם ביולי 2012 שכותרתו "ההנחיות העדכניות של סבא"א להיקף הבקרה המנהלית על חומרים רדיואקטיביים ממקור טבעי – השלכות על הבקרה על אפר פחם ויישומי אפר פחם בישראל ועל ניצול האפר בתעשיית הבטון בפרט, חוות דעת מוגשת למנהלת אפר פחם", יולי 2012. חוות הדעת שלעיל תואמת את המסקנות המעשיות העולות מהמלצות ה-ICRP המעודכנות כפי שהוצגו בפרסום 103 ו-104 של ה-ICRP משנת 2008 [2,3] ובתקן הבינלאומי להגנה מקרינה בגרסתו המעודכנת משנת 2014 [4] וגם בתקן האירופי להגנה מקרינה משנת 2013 [5], באשר למהות ולהיקף הרצוי והאופטימאלי של הבקרה החוקית המנהלית על חשיפת העובדים ובני אדם מן הציבור הרחב לקרינה מייננת שמקורה בחומרים רדיואקטיביים טבעיים ("רדיונוקלידים ממקור טבעי"). לפי המינוח של ה-ICRP ושל מסמכי סבא"א) באפר פחם, בבטון ובמוצרי צריכה אחרים.

מזכיר בקצרה כי הדרישות הנוגעות לבקרה המנהלית והחוקית על חשיפת עובדים ובני אדם מן הציבור הרחב לקרינה מייננת מקורות טבעיים ומלאכותיים מוצגות בכל המסמכים האלה בהקשר לשלושה מצבי חשיפה שהוגדרו בהמלצות ה-ICRP הנ"ל, דהיינו:

1. מצבי חשיפה מתוכננים (planned exposure situations).
 2. מצבי חשיפה בחירום (emergency exposure situations).
 3. מצבי חשיפה קיימים (existing exposure situations).
- דרישות התקן הבינלאומי שונות לשלושת מצבי החשיפה האלה ולשני סוגי החומרים הרדיואקטיביים שהוועדה והתקן הבינלאומי מבדילים ביניהם, דהיינו רדיו-נוקלידים ממקור מלאכותי (radionuclides of artificial origin) ורדיו-נוקלידים ממקור טבעי (radionuclides of natural origin).

את שלושת הדרישות הבסיסיות (basic requirements) של ההגנה מקרינה, דהיינו הצדקה (justification) ואופטימיזציה (optimization) יש ליישם לפי הנחיות ה-ICRP בכל שלושת מצבי החשיפה בהתאם להנחיות פרטניות וספציפיות שהוועדה והתקן מפרטים לכל מצב חשיפה בנפרד.

יישום הדרישה השלישית של "גבולות מנה/ הגבלות מנה" (dose limits/dose limitation) רלוונטי רק למצבי חשיפה מתוכננים. במצבי חשיפה קיימים ומצבי חשיפת חירום תופסים את מקומם של גבולות

המנה "רמות הייחוס" (reference levels). משמעות "רמות הייחוס" ואופן יישומם הוסברו בפרוטרוט בחוות הדעת בנושא ה"תיעדוף" ו"שיויון הנטל" שהוזכרו לעיל. לעניינו כאן נזכיר כי תרחישי החשיפה לקרינה שמקורה ברדיונוקלידים ממקור טבעי, בריכוזי אקטיביות האופייניים לאפר פחם תחתי ומרחף, ועד פי 20-4 מריכוזים אופייניים אלה, מיוחסים בתקן הבינלאומי ומסמכי סבא"א ל"מצבי חשיפה קיימים", עם כל המסקנות המתבקשות מכך באשר לבקרה המנהלית והחוקית על חשיפות אלה (ראה פרטים בסעיף 2.3 בנספח 3 לחוות הדעת בנושא ה"תיעדוף" ו"שיויון הנטל" שהוזכר בחוות דעת זו לעיל).

החשיפה לקרינה מרדיונוקלידים ממקור טבעי במוצרי צריכה, מזון לבני אדם ולבעלי חיים, דשנים לשימוש חקלאי ומוצרי בניה וחומרי בניה (construction material), משויכת ל"מצבי חשיפה קיימים", ללא תלות בריכוזי האקטיביות של הרדיונוקלידים ממקור טבעי במוצרי צריכה אלה (ראה בסעיף 2.3 בנספח 3 לחוות הדעת בנושא ה"תיעדוף" ו"שיויון הנטל" שהוזכר בחוות דעת זו לעיל).

מעצם הגדרת מצבי חשיפה קיימים לא נדרשת בקרה על חשיפת עובדים ובני אדם מן הציבור במצבי חשיפה כאלה אלא אם הרשויות החליטו על נקיטת אמצעי תיקון/אמצעי מנע (remedial actions). החלטה כזו תתקבל לאחר בחינת תרחישי חשיפה אפשריים במצבים כאלה והגעה למסקנה כי החשיפות הצפויות תגרומנה לתוספת משמעותית לחשיפת העובדים או בני אדם מן הציבור מעבר לרמות ייחוס (reference levels) שייקבעו. לפי סעיף 5.22 בפרק 5 של התקן הבינלאומי רמות הייחוס האלה לא תעלינה על 1 mSv לשנה. ממסמכי סבא"א אחרים עולה כי לא סביר לקבוע רמת ייחוס הנמוכה מ- 0.3 mSv לשנה. את רמות הייחוס תקבענה הרשויות בתהליך של הצדקה ואופטימיזציה על בסיס שיקולי עלות תועלת וסיכון תועלת. בהקשר ליישומי אפר פחם בתעשיית הבניה רמת הייחוס שנקבעה ברוב מדינות אירופה והומלצה גם על ידי סבא"א היא אכן תוספת מנה של 1 mSv לשנה. מהערכת מנת הקרינה הצפויה מתרחישי החשיפה בהקשר לשימוש באפר פחם תחתי בגינון עולה כי מנת הקרינה הצפויה בתרחישים אלה זניחה ולא עולה בכל מקרה על 0.03 mSv לשנה. לכן אין כל סיבה לנקוט באמצעי תיקון/אמצעי מנע כלשהם בהקשר ליישום זה.

[1] ט. שלזינגר , פרקים בדוזימטריה של קרינה. מהדורה חמישית מורחבת ומעודכנת , מכון ההדרכה על שם י.פייגה , ממ"ג שורק, 1994.

[2] The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Pub. 103, Annals of the ICRP vol. 37 No. 2-4, Elsevier. 2008.

[3] Scope of Radiological Protection Control Measures, ICRP Pub.104, Annals of the ICRP Vol. 37 No.6, Elsevier 2008.

[4] Radiation Protection and Safety of Radiation Sources, International Basic Safety Standards, Part 3, General Safety Requirements Part 3, IAEA , Vienna, 2014.

[5] Council Directive 2013/59/ Euratom of 5 December 2013, laying down Safety Standards for protection against the dangers arising from exposure to Ionizing Radiation, and repealing Directives 89/618 Euratom, 90/641/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom.

[6] Protection of the Public Against exposure Indoors Due to Radon and Other Natural Sources of Radiation, IAEA Safety Standard Series SSG-32, IAEA, Vienna, 2015.

[7] (IAEA 2004) - Application of the Concepts of Exclusion, Exemption and Clearance, Safety Standard Series No. RS-G-1.7, IAEA, Vienna, 2004.

Prof. Tuvia Schlesinger
Ariel University, Ariel, Israel
Tel: +972-54-7766357, Fax- +972-2-9309478.
E-mail: Schlesinger@ariel.ac.il, tuviasch@inter.net.il,

חשוון תשע"ז
נובמבר 2016

נספחים לחוות דעת דעת בנושא
הערכת סיכוני קרינה משימוש באפר פחם תחתי מתחנות הכוח לייצור חשמל כמצע
לגינות/מדשאות פרטיות או ציבוריות

נספח 1 – התכתבות בעניין שימוש באפר פחם תחתי לגינון

From: Omri Lulav [mailto:lulav@ncsc.co.il]
 Sent: Tuesday, August 30, 2016 5:29 AM
 To: טוביה שלינגר (tuviasch@inter.net.il)
 Subject: FW:אפר פחם קרקע לגינון

טוביה,

אנא התייחסותך בהקדם לטענה שילדים עלולים להיחשף לקרינה פנימית בבליעת כמות קטנה של אפר תחתית.

ההתייחסות נדרשת באופן מיידי.

תודה,

עמרי

From] סטיליאן גלברג [mailto:stelian@sviva.gov.il]
 Sent: Thursday, August 25, 2016 9:30 AM
 To) ברכה חלף (brachah@energy.gov.il
 Cc: orit.dror-kita@iec.co.il; Omri Lulav; Sheifa-Noa Cohen-Orgad; Gitit
 Pincas; שולי נזר; רונן קרוואני; מירב שגיא Sinaia Netanyahu; הדס פיקסלר; סיניה נתניהו
 ; הדס פיקסלר Siegal Sadetzki יהודיין;
 Subject: עפר פחם במקום אדמה בדירת גן פרטית בהרצליה

שלום רב,

אפר פחם תחתי יבש פוזר בגינות, כולל גינות פרטיות של דירות גן, בפרויקט בהרצליה.

תגובת מנכ"ל מנהלת אפר הפחם היא שיש אישור המשרד להגנת הסביבה, אישור שניתן ב-2007.

העובדה שקיים אישור עקרוני לא מסבירה ולא מצדיקה למה היום, לאחר שהידע על האפר ונזקיו התרחב, ובתנאים של מחסור באפר לשימושים בהם האפר כלוא, נדחף האפר לגינות פרטיות תוך סיכון לא רק לזיהום מים ואוויר אלא גם ובעיקר לכך שהילדים ינשמו ואף יכניסו לפה אפר פחם.

ההחלטה מה עושים עם אפר הפחם היא שלך. לך הסמכות אך לך גם האחריות.

מבקש התערבותך המידית להסרת המפגע.

בברכה, סטיליאן

From: Omri Lulav [mailto:lulav@ncsc.co.il]
 Sent: Monday, August 29, 2016 3:08 PM
 To: ליאת גולן :
 Cc: טוביה (uriming@agri.gov.il); אורי מינגלגרין (brachah@energy.gov.il); ברכה חלף (tuviasch@inter.net.il); אשר פרדו (A_Pardo@netvision.net.il)
 Subject: RE: אפר פחם קרקע לגינון

שלום ליאת גולן,

תודה על תגובתך.

כמנהל מנהלת אפר הפחם, גוף ממלכתי שהוקם ע"י השרים לאנרגיה, לאיכות הסביבה והפנים, ואשר המומחים המלווים אותו, בכלל התחומים ובתחומי איכות הסביבה והבריאות בפרט, זה 25 שנה, הם מהחוקרים המובילים בארץ ובעולם בתחומיהם, אני יכול להציג בפניך את העובדות המדעיות.

אם את מעוניינת להיחשף למידע מקצועי אשר נוצר כאמור ע"י מדענים שעיסוקם המקצועי הוא אפר פחם והשפעותיו הסביבתיות – בריאותיות, את מוזמנת לעיין באתר מנהלת אפר הפחם, אשר כתובתו מטה, בעיקר במדור מחקרים. מהמחקרים עולה באופן ברור המסקנה שאין כל סיכון סביבתי או בריאותי בשימוש באפר פחם תחתית כמצע גנני. מסקנה זו תואמת את הידע הבינלאומי ואת ההתייחסות הרגולטורית בעולם כולו לאפר פחם תחתית. יתר על כן, המחקרים מצביעים על דמיון בהיבטים הסביבתיים של השימוש באפר פחם תחתית וטוף כחומרים תחליפיים לגינון. כאמור אשמח לענות לכל שאלה מקצועית שתעלה על ידך.

לידיעתך – על יסוד המחקרים שבוצעו על ההיבטים הסביבתיים – בריאותיים של שימושי אפר פחם, ניתן ע"י משרד הגנת הסביבה היתר לשימוש באפר פחם תחתית כמצע גידול גנני (מצו"ב). כמו כן תוכלי לעיין בעלון מידע המתאר את עיקרי הממצאים עליהם מסתמך היתר (מצו"ב).

בברכה,
 עמרי לולב

העתקים:

דר' ברכה חלף – מדענית ראשית, משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים; יו"ר מנהלת אפר הפחם פרופ' אורי מינגלגרין – המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מרכז וולקני לחקר החקלאות פרופ' טוביה שלזינגר – המחלקה לפיזיקה רפואית, אוניברסיטת אריאל
 דר' אשר פרדו – מנהל מחלקת מחקר, המוסד לבטיחות וגהות

[mailto:liatgolan27@gmail.com] ליאת גולן :
 Sent: Monday, August 29, 2016 1:50 PM
 To: Omri Lulav
 Subject: Re: אפר פחם קרקע לגינון

שלום עומרי,

קיבלתי. דר סטיליאן גלברט ופרופ סיגל סדצקי מתל השומר הם מבחינתי האינסטנציה המקצועית בעניין נזקים בריאותיים אפשריים מאפר פחם בגינתי לבעלי וילדיי: בנינו התינוק, בן 3 ובת 7 שישחקו שעות בגינת עפר הפחם.

אני מציעה לך להיות זהיר מאוד בשימושים שאתה לוקח עליהם אחריות עם עפר פחם בפרט היכן שיש ילדים רכים. גם אסבסט בעבר טענו שהוא בטוח וחומרי הדברה מסוימים ועוד.

עקרונות הזהירות המונעת צריך להדריך אותך והוא בטח מדריך אותי בביתי ועם ילדיי הרכים.
אני מפצירה בך להקשיב לאנשי המקצוע בעניין. מדובר כאן בבריאות שלנו.

בברכה,

ליאת

נספח 2 - חישוב מנת קרינה הצפויה מבליעת אפר פחם תחתית

אוקטובר 2016

קובץ נתונים לחישוב מנת הקרינה הצפויה מבליעת אפר פחם תחתית

ט. שלזינגר

מקדמי מנת קרינה ליחידת אקטיביות בחדירה לגוף של רדיו איזוטופים ממקור טבעי בבליעה (לפי תקן בינלאומי 2014 Tab III2D)												
K-40			סדרת תוריום 232					סדרת אורניום 238				
מנה מבוגרים $\mu\text{SV/Bq}$	מנה ילדים $\mu\text{SV/Bq}$	F1 מעל שנה 1	מנה מבוגרים $\mu\text{SV/Bq}$	מנה ילדים $\mu\text{SV/Bq}$	f1 מעל שנה	מחצית חיים	רדיו איזוטופ	מנה מבוגרים $\mu\text{SV/Bq}$	מנה ילדים $\mu\text{SV/Bq}$	f1 מעל שנה	מחצית חיים	רדיו איזוטופ
0.0062	0.042	1.00	0.230	0.045	0.0005	14.1 שנה מליארד	Th-232	0.045	0.120	0.020	4.5 שנה מליארד	U-238
			0.690	5.700	0.200	6.7 שנה	Ra-228	0.049	0.130	0.020	250,000 שנה	U-234
			0.072	0.370	0.0005	1.91 שנה	Th-228	0.210	0.410	0.0005	80,000 שנה	Th-230
								0.280	0.960	0.200	1,620 שנה	Ra-226
								0.690	3.600	0.200	22 שנה	Pb-210
								1.200	8.800	0.500	138.4 יום	Po-210
0.0062	0.042	סה"כ מנה ל-K-40	0.992	6.150	סה"כ מנה לשרשרת בשיווי משקל עם תוריום 232			2.474	9.503	סה"כ מנה לשרשרת בשיווי משקל עם אורניום 238		

ריכוזי אקטיביות של חומרים ר"א ממקור טבעי באפר פחם תחתית (לפי נתוני מנהלת אפר פחם משנת 2016)

.K-40 – 519 Bq/kg ,Ra226 - 237 Bq/kg . Th-232 – 212 Bq/kg

לצרכי חישוב המנה מניחים שכל האיזוטופים בשרשרות האורניום והתוריום הם בשיווי משקל סקולרי עם ראש השרשרת. בחישוב המנה נלקחים בחשבון הרדיו איזוטופים בשרשרת שהם ארוכי חיים יחסית (עם מחצית חיים $T_{1/2}$ מעל 100 ימים. (התרומה למנת הקרינה נקבעת לפי מספר ההתפרקות המצטבר השווה ל- $1.44 \times A_0 \times T_{1/2}$ כאשר A_0 היא האקטיביות ההתחלתית)

כמות העפר שילד עלול לבלוע בעקבות הכנסה לפה במשך יום מוערכת על ידי ה-EPA במקסימום של 500 מיליגרם ליום מכל המקורות (כלומר לא מטיול קצר בגינה). כמות זו נחשבת לתופעה פתולוגית ובדרך כלל הערכים המרביים בפועל

הערכת מנת הקרינה מחדירת 500 מיליגרם של אפר פחם תחתית לגוף בדרכי האכילה לילדים בני 1-2 שנים, לפי טבלה III2D של התקן הבי"ל מ-2014												
סה"כ	אשלגן 40				איזוטופים בשרשרת התוריום בשיווי משקל עם Th-232				איזוטופים בשרשרת האורניום בשיווי משקל עם U-238			
	מנה μSV	מנה μSV	מקדם מנה $\mu\text{SV/Bq}$ גיל 1-2 שנה	אקטיביות ב-500 מיליגרם Bq	ריכוז אקטיביות Bq/kg	מנה μSV	מקדם מנה $\mu\text{SV/Bq}$ גיל 1-2 שנה	אקטיביות ב-500 מיליגרם Bq	ריכוז אקטיביות Bq/kg	מנה μSV	מקדם מנה $\mu\text{SV/Bq}$ גיל 1-2 שנה	אקטיביות ב-500 מיליגרם Bq
1.92	0.001	0.042	0.26	520	0.77	6.15	0.11	210	1.14	9.5	0.12	240

קטנים פי 5-10 לערך

המנה מחדירה חד פעמית של 500 מיליגרם אפר לדרכי העיכול מגיעה על כן לפחות מ- $2 \mu\text{SV}$ או 0.2 מילירם. דהיינו כ-0.8 פרומיל מהחשיפה לקרינה מייננת מהרקע הטבעי בשנה שנאמת על ידי ה-UNSCEAR, ב- μSV 2,500 לשנה.

לשם השוואה נציג את ריכוזי האקטיביות של חומרים רדיואקטיביים ממקור טבעי במזון תינוקות בני תשעה חודשים כפי שנמדדה בשנת 2016 בגרמניה.

נספח 2 (המשך) - חומרים רדיואקטיביים ממקור טבעי במצרי מזון לתינוקות (baby food)

BSF- Bundesamt für Strahlenschutz

http://www.bfs.de/EN/topics/ion/environment/foodstuffs/radioactivity-food/radioactivity-food_node.htm

Natural radioactivity in food

Among the Federal Office for Radiation Protection's (BfS) tasks are investigations into natural radiation exposure. Besides external radiation exposure caused by cosmic radiation and natural radionuclides in soil and rocks and radiation exposure due to radon and its short-lived decay products, the type of radiation exposure is of interest that is caused by the ingestion of natural radionuclides with food.

SPECIFIC ACTIVITY OF NATURAL RADIONUCLIDES IN A MIXED DIET (SAMPLES: MIXED DIET FROM COMMUNITY INSTITUTIONS IN BECQUERELS PER KILOGRAM [BQ/KG]

Baby food (for nine-month-old babies)

Mean Value (Bq/kg)

Uranium 238 0,007

Thorium-230 0,003

Radium-226 0,022

Lead- 210 0,034

Radium-228 *0,020

Thorium-228 *0,008**

*Values on the day of sampling

**Single value

אלה הם ערכים ממוצעים כאשר הטווח, ביחס לרדיום 226 למשל, מגיע עד 0,032 Bq/kg, כלומר עד פי 1.5 מהערך הממוצע.

כמות המזון שתינוק בגיל 1-2 שנים צורך בשנה נאמד ב-100-200 ק"ג לכן לפי הטבלה תינוק צורך 2-4 בקרל של רדיו איזוטופים משרשרת האורניום .

יש מזונות שהם עתירים במיוחד ברדיואקטיביות טבעית.

ראה למשל הטבלה הבאה הלקוחה מאתר האינטרנט של Idaho State University

Natural Radioactivity in some Foods

	40 K	226Ra
	p Ci/kg	pCi/kg
Banana	3,520	1
Brazil Nuts	5,600	1,000-7,000
Carrot	3,400	0.6-2
White Potatoes	3,400	1-2.5
Beer	390	---
Red Meat	3,000	0.5

Ref: Handbook of Radiation Measurement and Protection, Brodsky, A. CRC Press 1978 and Environmental Radioactivity from Natural, Industrial and Military Sources, Eisenbud, M and Gesell T. Academic Press, Inc.

.1997

נספח 2 (המשך)

הנתונים לעיל לקוחים מטבלה B2III ו-III2D בתקן הבינלאומי משנת 2014 המוצגים להלן. ערכי מקדמי המעבר מהמעיים לדם f_1 וערכי מנת קרינה אפקטיבית מחויבת (committed effective dose) ליחידת אקטיביות $e(g)$ שחדרה לגוף בדרכי האכילה (Dose per unit intake via ingestion) לפי קבוצות גיל של בני אדם מן הציבור. $e(g)$ היא מנת הקרינה האפקטיבית EL הצפויה עד סוף החיים ליחידת אקטיביות שחדרה לגוף האדם ערכי $e(g)$ נתונים ביחידות Sv/Bq. הכפלת ערכי $e(g)$ ב- 10^6 נותנת את ערכי EL ביחידות $\mu\text{Sv/Bq}$. הכפלת ערכי $e(g)$ ב- 10^3 נותנת את ערכי EL ביחידות mSv/Bq. הכפלת ערכי $e(g)$ ב- 10^5 נותנת את המנה ביחידות mrem / Bq.

TABLE III.2B. COMPOUNDS AND VALUES OF GUT TRANSFER FACTOR f_1 USED TO CALCULATE COMMITTED EFFECTIVE DOSE PER UNIT INTAKE VIA INGESTION FOR WORKERS (cont.)

Element	Gut transfer factor f_1	Compounds
Mercury	1.000	Methyl mercury
	0.400	All unspecified organic compounds
Thallium	1.000	All compounds
Lead	0.200	All compounds
Bismuth	0.050	All compounds
Polonium	0.100	All compounds
Astatine	1.000	All compounds
Francium	1.000	All compounds
Radium	0.200	All compounds
Actinium	5.0×10^{-4}	All compounds
Thorium	5.0×10^{-4}	All unspecified compounds
	2.0×10^{-4}	Oxides and hydroxides
Protactinium	5.0×10^{-4}	All compounds
Uranium	0.020	All unspecified compounds
	0.002	Most tetravalent compounds, e.g. UO_2 , U_2O_8 , UF_4
Chlorine	1.000	All compounds
Potassium	1.000	All compounds

TABLE III.2D. MEMBERS OF THE PUBLIC: COMMITTED EFFECTIVE DOSE PER UNIT INTAKE $e(g)$ VIA INGESTION (Sv/Bq)

Radionuclide ^a	Physical half-life	Age ≤ 1 a		f_1 for $g > 1$ a	Age 1-2 a		2-7 a		7-12 a		12-17 a		> 17 a	
		f_1	$e(g)$		$e(g)$	$e(g)$	$e(g)$	$e(g)$	$e(g)$	$e(g)$	$e(g)$	$e(g)$		
Hydrogen														
Tritiated water	12.3 a	1.000	6.4×10^{-11}	1.000	4.8×10^{-11}	3.1×10^{-11}	3.1×10^{-11}	2.3×10^{-11}	1.8×10^{-11}	1.8×10^{-11}	1.8×10^{-11}	1.8×10^{-11}	1.8×10^{-11}	1.8×10^{-11}
Organically bound tritium	12.3 a	1.000	1.2×10^{-10}	1.000	1.2×10^{-10}	7.3×10^{-11}	5.7×10^{-11}	4.2×10^{-11}	4.2×10^{-11}	4.2×10^{-11}	4.2×10^{-11}	4.2×10^{-11}	4.2×10^{-11}	4.2×10^{-11}
Beryllium														
Be-7	53.3 d	0.020	1.8×10^{-10}	0.005	1.3×10^{-10}	7.7×10^{-11}	5.3×10^{-11}	3.5×10^{-11}	2.8×10^{-11}	2.8×10^{-11}	2.8×10^{-11}	2.8×10^{-11}	2.8×10^{-11}	2.8×10^{-11}
Be-10	1.60×10^6 a	0.020	1.4×10^{-8}	0.005	8.0×10^{-9}	4.1×10^{-9}	2.4×10^{-9}	1.4×10^{-9}	1.1×10^{-9}	1.1×10^{-9}	1.1×10^{-9}	1.1×10^{-9}	1.1×10^{-9}	1.1×10^{-9}
Carbon														
C-11	0.340 h	1.000	2.6×10^{-10}	1.000	1.5×10^{-10}	7.3×10^{-11}	4.3×10^{-11}	3.0×10^{-11}	2.4×10^{-11}	2.4×10^{-11}	2.4×10^{-11}	2.4×10^{-11}	2.4×10^{-11}	2.4×10^{-11}
C-14	5.73×10^3 a	1.000	1.4×10^{-9}	1.000	1.6×10^{-9}	9.9×10^{-10}	8.0×10^{-10}	5.7×10^{-10}	5.8×10^{-10}	5.8×10^{-10}	5.8×10^{-10}	5.8×10^{-10}	5.8×10^{-10}	5.8×10^{-10}
Fluorine														
F-18	1.83 h	1.000	5.2×10^{-10}	1.000	3.0×10^{-10}	1.5×10^{-10}	9.1×10^{-11}	6.2×10^{-11}	4.9×10^{-11}	4.9×10^{-11}	4.9×10^{-11}	4.9×10^{-11}	4.9×10^{-11}	4.9×10^{-11}
Sodium														
Na-22	2.60 a	1.000	2.1×10^{-8}	1.000	1.5×10^{-8}	8.4×10^{-9}	5.5×10^{-9}	3.7×10^{-9}	3.2×10^{-9}	3.2×10^{-9}	3.2×10^{-9}	3.2×10^{-9}	3.2×10^{-9}	3.2×10^{-9}
Na-24	15.0 h	1.000	3.5×10^{-9}	1.000	2.3×10^{-9}	1.2×10^{-9}	7.7×10^{-10}	5.2×10^{-10}	4.3×10^{-10}	4.3×10^{-10}	4.3×10^{-10}	4.3×10^{-10}	4.3×10^{-10}	4.3×10^{-10}

TABLE III.2D. MEMBERS OF THE PUBLIC: COMMITTED EFFECTIVE DOSE PER UNIT INTAKE $e(g)$ VIA INGESTION (Sv/Bq) (cont.)

Radionuclide ^a	Physical half-life	Age ≤ 1 a		f_1 for $g > 1$ a	Age 1-2 a		2-7 a		7-12 a		12-17 a		> 17 a	
		f_1	$e(g)$		$e(g)$	$e(g)$	$e(g)$	$e(g)$	$e(g)$	$e(g)$	$e(g)$	$e(g)$		
Polonium														
Po-203	0.612 h	1.000	2.9×10^{-10}	0.500	2.4×10^{10}	1.3×10^{-10}	8.5×10^{-11}	1.3×10^{-10}	8.5×10^{-11}	5.8×10^{-11}	5.8×10^{-11}	4.6×10^{-11}	4.6×10^{-11}	4.6×10^{-11}
Po-205	1.80 h	1.000	3.5×10^{-10}	0.500	2.8×10^{10}	1.6×10^{-10}	1.1×10^{-10}	1.6×10^{-10}	1.1×10^{-10}	7.2×10^{-11}	7.2×10^{-11}	5.8×10^{-11}	5.8×10^{-11}	5.8×10^{-11}
Po-207	5.83 h	1.000	4.4×10^{-10}	0.500	5.7×10^{10}	3.2×10^{-10}	2.1×10^{-10}	3.2×10^{-10}	2.1×10^{-10}	1.4×10^{-10}	1.4×10^{-10}	1.1×10^{-10}	1.1×10^{-10}	1.1×10^{-10}
Po-210	138 d	1.000	2.6×10^{-5}	0.500	8.8×10^6	4.4×10^{-6}	2.6×10^{-6}	4.4×10^{-6}	2.6×10^{-6}	1.6×10^{-6}	1.6×10^{-6}	1.2×10^{-6}	1.2×10^{-6}	1.2×10^{-6}
Astatine														
At-207	1.80 h	1.000	2.5×10^{-9}	1.000	1.6×10^9	8.0×10^{-10}	4.8×10^{-10}	8.0×10^{-10}	4.8×10^{-10}	2.9×10^{-10}	2.9×10^{-10}	2.4×10^{-10}	2.4×10^{-10}	2.4×10^{-10}
At-211	7.21 h	1.000	1.2×10^{-7}	1.000	7.8×10^8	3.8×10^{-8}	2.3×10^{-8}	3.8×10^{-8}	2.3×10^{-8}	1.3×10^{-8}	1.3×10^{-8}	1.1×10^{-8}	1.1×10^{-8}	1.1×10^{-8}
Francium														
Fr-222	0.240 h	1.000	6.2×10^{-9}	1.000	3.9×10^9	2.0×10^{-9}	1.3×10^{-9}	2.0×10^{-9}	1.3×10^{-9}	8.5×10^{-10}	8.5×10^{-10}	7.2×10^{-10}	7.2×10^{-10}	7.2×10^{-10}
Fr-223	0.363 h	1.000	2.6×10^{-8}	1.000	1.7×10^8	8.3×10^{-9}	5.0×10^{-9}	8.3×10^{-9}	5.0×10^{-9}	2.9×10^{-9}	2.9×10^{-9}	2.4×10^{-9}	2.4×10^{-9}	2.4×10^{-9}
Radium^b														
Ra-223	11.4 d	0.600	5.3×10^{-6}	0.200	1.1×10^6	5.7×10^{-7}	4.5×10^{-7}	5.7×10^{-7}	4.5×10^{-7}	3.7×10^{-7}	3.7×10^{-7}	1.0×10^{-7}	1.0×10^{-7}	1.0×10^{-7}
Ra-224	3.66 d	0.600	2.7×10^{-6}	0.200	6.6×10^7	3.5×10^{-7}	2.6×10^{-7}	3.5×10^{-7}	2.6×10^{-7}	2.0×10^{-7}	2.0×10^{-7}	6.5×10^{-8}	6.5×10^{-8}	6.5×10^{-8}
Ra-225	14.8 d	0.600	7.1×10^{-6}	0.200	1.2×10^6	6.1×10^{-7}	5.0×10^{-7}	6.1×10^{-7}	5.0×10^{-7}	4.4×10^{-7}	4.4×10^{-7}	9.9×10^{-8}	9.9×10^{-8}	9.9×10^{-8}
Ra-226	1.60×10^3 a	0.600	4.7×10^{-6}	0.200	9.6×10^7	6.2×10^{-7}	8.0×10^{-7}	6.2×10^{-7}	8.0×10^{-7}	1.5×10^{-6}	1.5×10^{-6}	2.8×10^{-7}	2.8×10^{-7}	2.8×10^{-7}
Ra-227	0.703 h	0.600	1.1×10^{-9}	0.200	4.3×10^{10}	2.5×10^{-10}	1.7×10^{-10}	2.5×10^{-10}	1.7×10^{-10}	1.3×10^{-10}	1.3×10^{-10}	8.1×10^{-11}	8.1×10^{-11}	8.1×10^{-11}
Ra-228	5.75 a	0.600	3.0×10^{-5}	0.200	5.7×10^6	3.4×10^{-6}	3.9×10^{-6}	3.4×10^{-6}	3.9×10^{-6}	5.3×10^{-6}	5.3×10^{-6}	6.9×10^{-7}	6.9×10^{-7}	6.9×10^{-7}

TABLE III.2D. MEMBERS OF THE PUBLIC: COMMITTED EFFECTIVE DOSE PER UNIT INTAKE $e(g)$ VIA INGESTION (Sv/Bq) (cont.)

Radionuclide ^a	Physical half-life	Age ≤ 1 a		f_1 for $g > 1$ a	Age 1-2 a		2-7 a		7-12 a		12-17 a		> 17 a	
		f_1	$e(g)$		$e(g)$	$e(g)$	$e(g)$	$e(g)$	$e(g)$	$e(g)$	$e(g)$	$e(g)$		
Actinium														
Ac-224	2.90 h	0.005	1.0×10^{-3}	5.0×10^{-4}	5.2×10^{-9}	2.6×10^{-9}	1.5×10^{-9}	8.8×10^{-10}	7.0×10^{-10}					
Ac-225	10.0 d	0.005	4.6×10^{-7}	5.0×10^{-4}	1.8×10^{-7}	9.1×10^{-8}	5.4×10^{-8}	3.0×10^{-8}	2.4×10^{-8}					
Ac-226	1.21 d	0.005	1.4×10^{-7}	5.0×10^{-4}	7.6×10^{-8}	3.8×10^{-8}	2.3×10^{-8}	1.3×10^{-8}	1.0×10^{-8}					
Ac-227	21.8 a	0.005	3.3×10^{-5}	5.0×10^{-4}	3.1×10^{-6}	2.2×10^{-6}	1.5×10^{-6}	1.2×10^{-6}	1.1×10^{-6}					
Ac-228	6.13 h	0.005	7.4×10^{-9}	5.0×10^{-4}	2.8×10^{-9}	1.4×10^{-9}	8.7×10^{-10}	5.3×10^{-10}	4.3×10^{-10}					
Thorium														
Th-226	0.515 h	0.005	4.4×10^{-9}	5.0×10^{-4}	2.4×10^{-9}	1.2×10^{-9}	6.7×10^{-10}	4.5×10^{-10}	3.5×10^{-10}					
Th-227	18.7 d	0.005	3.0×10^{-7}	5.0×10^{-4}	7.0×10^{-8}	3.6×10^{-8}	2.3×10^{-8}	1.5×10^{-8}	8.8×10^{-9}					
Th-228	1.91 a	0.005	3.7×10^{-6}	5.0×10^{-4}	3.7×10^{-7}	2.2×10^{-7}	1.5×10^{-7}	9.4×10^{-8}	7.2×10^{-8}					
Th-229	7.34×10^3 a	0.005	1.1×10^{-5}	5.0×10^{-4}	1.0×10^{-6}	7.8×10^{-7}	6.2×10^{-7}	5.3×10^{-7}	4.9×10^{-7}					
Th-230	7.70×10^4 a	0.005	4.1×10^{-6}	5.0×10^{-4}	4.1×10^{-7}	3.1×10^{-7}	2.4×10^{-7}	2.2×10^{-7}	2.1×10^{-7}					
Th-231	1.06 d	0.005	3.9×10^{-9}	5.0×10^{-4}	2.5×10^{-9}	1.2×10^{-9}	7.4×10^{-10}	4.2×10^{-10}	3.4×10^{-10}					
Th-232	1.40×10^{10} a	0.005	4.6×10^{-6}	5.0×10^{-4}	4.5×10^{-7}	3.5×10^{-7}	2.9×10^{-7}	2.5×10^{-7}	2.3×10^{-7}					
Th-234	24.1 d	0.005	4.0×10^{-8}	5.0×10^{-4}	2.5×10^{-8}	1.3×10^{-8}	7.4×10^{-9}	4.2×10^{-9}	3.4×10^{-9}					
Protactinium														
Pu-227	0.638 h	0.005	5.8×10^{-9}	5.0×10^{-4}	3.2×10^{-9}	1.5×10^{-9}	8.7×10^{-10}	5.8×10^{-10}	4.5×10^{-10}					
Pu-228	22.0 h	0.005	1.2×10^{-8}	5.0×10^{-4}	4.8×10^{-9}	2.6×10^{-9}	1.6×10^{-9}	9.7×10^{-10}	7.8×10^{-10}					
Pu-230	17.4 d	0.005	2.6×10^{-8}	5.0×10^{-4}	5.7×10^{-9}	3.1×10^{-9}	1.9×10^{-9}	1.1×10^{-9}	9.2×10^{-10}					

TABLE III.2D. MEMBERS OF THE PUBLIC: COMMITTED EFFECTIVE DOSE PER UNIT INTAKE $e(g)$ VIA INGESTION (Sv/Bq) (cont.)

Radionuclide ^a	Physical half-life	Age ≤ 1 a		f_1 for $g > 1$ a	Age 1-2 a		2-7 a		7-12 a		12-17 a		> 17 a	
		f_1	$e(g)$		$e(g)$	$e(g)$	$e(g)$	$e(g)$	$e(g)$	$e(g)$	$e(g)$	$e(g)$		
Pb-211	3.27×10^4 a	0.005	1.3×10^{-5}	5.0×10^{-4}	1.3×10^{-6}	1.1×10^{-6}	1.1×10^{-6}	9.2×10^{-7}	9.2×10^{-7}	8.0×10^{-7}	8.0×10^{-7}	7.1×10^{-7}	7.1×10^{-7}	7.1×10^{-7}
Pb-212	1.31 d	0.005	6.3×10^{-9}	5.0×10^{-4}	4.2×10^{-9}	2.2×10^{-9}	2.2×10^{-9}	1.4×10^{-9}	1.4×10^{-9}	8.9×10^{-10}	8.9×10^{-10}	8.9×10^{-10}	8.9×10^{-10}	7.2×10^{-10}
Pb-213	27.0 d	0.005	9.7×10^{-9}	5.0×10^{-4}	6.2×10^{-9}	3.2×10^{-9}	3.2×10^{-9}	1.9×10^{-9}	1.9×10^{-9}	1.1×10^{-9}	1.1×10^{-9}	8.7×10^{-10}	8.7×10^{-10}	8.7×10^{-10}
Pb-214	6.70 h	0.005	5.0×10^{-9}	5.0×10^{-4}	3.2×10^{-9}	1.7×10^{-9}	1.7×10^{-9}	1.0×10^{-9}	1.0×10^{-9}	6.4×10^{-10}	6.4×10^{-10}	5.1×10^{-10}	5.1×10^{-10}	5.1×10^{-10}
Uranium														
U-230	20.8 d	0.040	7.9×10^{-7}	0.020	3.0×10^{-7}	1.5×10^{-7}	1.5×10^{-7}	1.0×10^{-7}	1.0×10^{-7}	6.6×10^{-8}	6.6×10^{-8}	5.6×10^{-8}	5.6×10^{-8}	5.6×10^{-8}
U-231	4.20 d	0.040	3.1×10^{-9}	0.020	2.0×10^{-9}	1.0×10^{-9}	1.0×10^{-9}	6.1×10^{-10}	6.1×10^{-10}	3.5×10^{-10}	3.5×10^{-10}	2.8×10^{-10}	2.8×10^{-10}	2.8×10^{-10}
U-232	72.0 a	0.040	2.5×10^{-6}	0.020	8.2×10^{-7}	5.8×10^{-7}	5.8×10^{-7}	5.7×10^{-7}	5.7×10^{-7}	6.4×10^{-7}	6.4×10^{-7}	3.3×10^{-7}	3.3×10^{-7}	3.3×10^{-7}
U-233	1.58×10^5 a	0.040	3.8×10^{-7}	0.020	1.4×10^{-7}	9.2×10^{-8}	9.2×10^{-8}	7.8×10^{-8}	7.8×10^{-8}	7.8×10^{-8}	7.8×10^{-8}	5.1×10^{-8}	5.1×10^{-8}	5.1×10^{-8}
U-234	2.44×10^5 a	0.040	3.7×10^{-7}	0.020	1.3×10^{-7}	8.8×10^{-8}	8.8×10^{-8}	7.4×10^{-8}	7.4×10^{-8}	7.4×10^{-8}	7.4×10^{-8}	4.9×10^{-8}	4.9×10^{-8}	4.9×10^{-8}
U-235	7.04×10^8 a	0.040	3.5×10^{-7}	0.020	1.3×10^{-7}	8.5×10^{-8}	8.5×10^{-8}	7.1×10^{-8}	7.1×10^{-8}	7.0×10^{-8}	7.0×10^{-8}	4.7×10^{-8}	4.7×10^{-8}	4.7×10^{-8}
U-236	2.34×10^7 a	0.040	3.5×10^{-7}	0.020	1.3×10^{-7}	8.4×10^{-8}	8.4×10^{-8}	7.0×10^{-8}	7.0×10^{-8}	7.0×10^{-8}	7.0×10^{-8}	4.7×10^{-8}	4.7×10^{-8}	4.7×10^{-8}
U-237	6.75 d	0.040	8.3×10^{-9}	0.020	5.4×10^{-9}	2.8×10^{-9}	2.8×10^{-9}	1.6×10^{-9}	1.6×10^{-9}	9.5×10^{-10}	9.5×10^{-10}	7.6×10^{-10}	7.6×10^{-10}	7.6×10^{-10}
U-238	4.47×10^9 a	0.040	3.4×10^{-7}	0.020	1.2×10^{-7}	8.0×10^{-8}	8.0×10^{-8}	6.8×10^{-8}	6.8×10^{-8}	6.7×10^{-8}	6.7×10^{-8}	4.5×10^{-8}	4.5×10^{-8}	4.5×10^{-8}
U-239	0.392 h	0.040	3.4×10^{-10}	0.020	1.9×10^{-10}	9.3×10^{-11}	9.3×10^{-11}	5.4×10^{-11}	5.4×10^{-11}	3.5×10^{-11}	3.5×10^{-11}	2.7×10^{-11}	2.7×10^{-11}	2.7×10^{-11}
U-240	14.1 h	0.040	1.3×10^{-8}	0.020	8.1×10^{-9}	4.1×10^{-9}	4.1×10^{-9}	2.4×10^{-9}	2.4×10^{-9}	1.4×10^{-9}	1.4×10^{-9}	1.1×10^{-9}	1.1×10^{-9}	1.1×10^{-9}
Neptunium														
Np-232	0.245 h	0.005	8.7×10^{-11}	5.0×10^{-4}	5.1×10^{-11}	2.7×10^{-11}	2.7×10^{-11}	1.7×10^{-11}	1.7×10^{-11}	1.2×10^{-11}	1.2×10^{-11}	9.7×10^{-12}	9.7×10^{-12}	9.7×10^{-12}
Np-233	0.603 h	0.005	2.1×10^{-11}	5.0×10^{-4}	1.3×10^{-11}	6.6×10^{-12}	6.6×10^{-12}	4.0×10^{-12}	4.0×10^{-12}	2.8×10^{-12}	2.8×10^{-12}	2.2×10^{-12}	2.2×10^{-12}	2.2×10^{-12}
Np-234	4.40 d	0.005	6.2×10^{-9}	5.0×10^{-4}	4.4×10^{-9}	2.4×10^{-9}	2.4×10^{-9}	1.6×10^{-9}	1.6×10^{-9}	1.0×10^{-9}	1.0×10^{-9}	8.1×10^{-10}	8.1×10^{-10}	8.1×10^{-10}

- ^a m and m' denote metastable states of the radionuclide. The metastable state m' is of higher energy than the metastable state m .
- ^b The f_1 value for calcium for 1–15 year olds is 0.4.
- ^c The f_1 value for iron for 1–15 year olds is 0.2.
- ^d The f_1 value for cobalt for 1–15 year olds is 0.3.
- ^e The f_1 value for strontium for 1–15 year olds is 0.4.
- ^f The f_1 value for barium for 1–15 year olds is 0.3.
- ^g The f_1 value for lead for 1–15 year olds is 0.4.
- ^h The f_1 value for radium for 1–15 year olds is 0.3.
- Note:** f_1 : gut transfer factor; $e(g)$: effective dose per unit intake by age group.
-

נתונים על בליעת אדמה באופן פתלוגי לפי הערכות ה- CDC וה-EPA (מידע שהתקבל ממנהלת אפר פחם)

From] מיכאל דנון :mailto:michaeld@energy.gov.il
 ,September 04, 2016 12:01 PM
 To: Omri Lulav , Cc , ברכה חלף,
 , Subject: RE בליעת אפר תחתית ע"י ילדים :

עמרי שלום,

כן, לדעתי טוב להשתמש בנתון של = 500 CDC מ"ג ליממה. זאת מהסיבה הפשוטה ש CDC הוא גוף אובייקטיבי מקצועי כך שלטוקסיקולוגים/ רופאים יהיה נוח להסתמך עליהם. אפשר להשתמש בערכים אחרים המופיעים במסמך הערכות חשיפה של- EPA , ראה מצורף. יש שם כל מיני ערכים, אם רוצים להחמיר ולהשתמש בערך כפול= 1 ג' ליממה. אפשר גם להקל, 100, 200 או 400.

<http://health.oregonstate.edu/sites/default/files/research/pdf/tribal-grant/Soil-APPENDIX.pdf>

EPA Guidance EPA has reviewed the studies relevant to suburban populations and has published summaries in its Exposure Factors Handbook (1989, 1991, and 1997). In the current iteration of the Exposure Factors Handbook2 , EPA reviewed the available scientific literature for children and identified seven key studies that were used to prepare recommended guidelines for evaluating the amount of soil exposure. The mean daily values in these studies ranged from 39 mg/day to 271 mg/day with an average of 146 mg/day for soil ingestion and 191 mg/day for soil and dust ingestion. Based on these studies, EPA originally recommended a value of 200 mg/day. EPA now recommends 100 mg/d as a mean value for children in suburban settings, 200 mg/day as a conservative estimate of the mean, and a value of 400 mg/day as an "upper bound" value (exact percentile not specified). Most state and federal guidance uses 200 mg/d for children .

תודה מיכאל,

אעביר את הקישור לטוביה. אני מבין שמדובר בציטוט הבא:

Pathological consumption of soil, "soil pica," is associated with several psychological abnormalities. But all ingestion of soil is not soil pica. How much soil a person has to eat to be considered ill is not known. One report described soil pica in a developmentally disabled person who regularly consumed more than 50 g of soil per day (3). Most of us would consider that level of geophagy at least potentially pathological, although I am not sure why.

In June 2000, the U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry appointed a committee to review soil pica. The committee settled on pathological levels as consumption of more than 500 mg of soil per day but conceded that the amount selected was arbitrary (3). Soil consumption is defined as pathological according to the amount eaten (no normal person could possibly eat that much dirt)

and the severity of health consequences (lead poisoning, parasites levels as consumption of more than 500 mg of soil per day but conceded that the amount selected was arbitrary (3). Soil consumption is defined as pathological according to the amount eaten (no normal person could possibly eat that much dirt) and the severity of health consequences (lead poisoning, parasites.)

המשך נספח 2

ריכוזי חומרים רא ממקור טבעי באפר פחם תחתי לצורכי הערכת המנה בבליעה

לפי מכתב ממנהלת אפר פחם

From: Omri Lulav [mailto:lulav@ncsc.co.il]
 Sent: Sunday, October 16, 2016 10:56 AM
 To: tuvvia
 Subject: RE: חוות דעת חשיפה לקרינה מאפר תחתי בגינון

טוביה,

אני מציע שבהערכה שלך לאפר תחתי ולטוף תתייחס לערכים המרביים המופיעים במקורות המידע השונים.

המקור לאפר תחתי הוא כמובן באתר המנהלת בכתובת -

http://www.coal-ash.co.il/tab_kurt_radio.html

Ra226 - 237 Bq/kg

Th232 – 212 Bq/kg

K40 – 519 Bq/kg

לטוף, לפי מסמך דן (מצורף):

Ra226 - 67 Bq/kg

Th232 – 59 Bq/kg

K40 – 509 Bq/kg

אחוז אפר הפחם התחתי במצע הגנני משתנה בהתאם לצורך הגנני. צריך להניח לחומרה 100%.

תודה וחג שמח כמובן,

עמרי

ריכוזי יסודות רדיואקטיביים בטופ (Bq/kg)					
מקורות	מקור	סוג חומר	40k	232Th	226Ra
מסמך שטיינר	מרום גולן (ערך 40K כנראה שגוי במקור)	אגרגאט	41	59	33
	מרום גולן	אגרגאט	419	29	38
	מרום גולן	אגרגאט	486	42	33
	מרום גולן, בלוקל רביד	אגרגאט	459	17	15
	מרום גולן, בלוקל רביד	אגרגאט	443	17	15
	מרום גולן, בלוקל רביד	אגרגאט	509	41	36
	מרום גולן, בלוקל רביד	אגרגאט	509	42	39
דוח קובלר					48 (37 - 67)
Roca et al	tuff brick		55	4	26
	התפרצויות שונות	סלע טבעי	453 - 2031	17 - 121	12 - 107
אמנציה					
דוח קובלר	1.4% (0.5 - 2.4)				
Roca et al.	0.08 - 0.73				
			40k	232Th	226Ra
			419 - 509	17 - 59	15 - 67
					תחום

נספח 2 (המשך) - ריכוזי חומרים ר"א ממקור טבעי באפר פחם מרחף ואפר פחם תחתי המיצר בתינות הכוח בישראל כפי שנמדדו במשך מספר שנים. נתונים שהוצגו בסדנה של מנהלת אפר פחם ב-2012

Radiological characteristics of coal ash produced in Israel (2011)

Radioactivity concentrations (Bq/kg):

Fly ash - ^{40}K : 117-513 (wt. av) av-321	^{238}U : 58-216 av-141	^{232}Th : 46-207 av-114
1.2 mgK / kg ash	11 mgU / kg ash	28 mgTh / kg ash
Bot. ash - ^{40}K : 97-375 (wt. av) av-211	^{238}U : 46-188 av-110	^{232}Th : 33-167 av-87
0.8 mgK / kg ash	9 mgU / kg ash	21 mgTh / kg ash

^{238}U and ^{232}Th in the ash are in equilibrium with all their daughters

Exclusion and exemption level (RS-G-1.7, IAEA 2004): 1.000 Bq/kg Of ^{40}K and ^{232}Th , ^{238}U , in equilibrium with their decay products.