

4 מאי 2010
מנ - 37543

הערכת החשיפה למתכות ולקרינה מהאפר בבמס"א

נספח לפרטיכל דיון צוותים מקצועיים-מדעיים אפר פחם (מתכות, קרינה), 24.3.10 בהשתתפות משרד הבריאות והגנת הסביבה

הערות מבוא

1. הנספח מסכם את הערכים שנסקרו בדיון ובחומר הרקע (מחקרים וחוות דעת מקצועיות) עליו התבסס הדיון.
2. ההערכה מתייחסת למסלולי החשיפה של אדם מן הציבור לסביבה העשויה להיות מושפעת מיישום הבמס"א בשדות חקלאיים – מי תהום, תוצרת חקלאית ואבק.
3. במסלול בו נערכה בחינה ישירה של השפעת הבמס"א נגזרת תרומת האפר מהשוואת תוצאות הבמס"א לתוצאות בוצת ביקורת ללא אפר. במסלולים אחרים נגזרת השפעת האפר ממדידות שנערכו בו עצמו בהנחות מחמירות על התנהגותו בבמס"א ובקרקע לאורך זמן ועל חשיפה מתמדת (להלן בסעיפים 6 – 8).
4. לקירוב ריאלי של תרומת האפר במסלולים המתבססים על בחינה עקיפה, הופחתו הערכים המצוינים, בהנחות המחמירות כאמור, בהתאם לריכוזו בתערובת הקרקע-במס"א (כ- 1.2% בשכבה בעומק 20 ס"מ). לאורך זמן, בהנחת משטר הוספת במס"א וחריש עמוק (לעומק כ- 0.5 מטר) במחזורים של 3 – 5 שנים, אמור חלקו של האפר בתערובת הקרקע בכל הוספה לרדת לכ- 0.5% ובהתאם גם תרומתו.
5. בהוספות חוזרות לאורך זמן לא יחול שינוי משמעותי בערכים המדודים והמחושבים להלן, משום שריכוזי יסודות הקורט והיסודות הרדיואקטיביים בבמס"א אינם חורגים מהתחומים המאפיינים קרקעות חקלאיות.
6. תהליכים פוצלניים המתרחשים בשטח הפנים של גרגרי האפר בנוכחות מים, פחמן דו חמצני וסיד (שמקורו הן באפר והן בסיד המוסף לבמס"א) מלכדים בין הגרגרים לבין עצמם ובינם לקרקע וגורמים לשינויים בפני השטח שלהם. כתוצאה מכך מסיסות המתכות פוחתת וכך גם האפשרות להיווצרות אבק שמקורו באפר.
7. תהליכי ספיחה וקיבוע בקרקע מקטינים את מעבר מרבית היסודות הנשטפים מהאפר. גם בהערכה מחמירה של הגעת היסודות למי התהום ריכוזיהם מדוללים באקוויפר כתוצאה ממיהול וזרימה.
8. תנאים המאפשרים חשיפת הסביבה לאבק מן השדה מתקיימים לכל היותר חודשיים בשנה בתקופת המעבר בקיץ בין עונות הגידול.

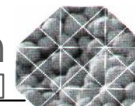


טבלה 1- ריכוזי מתכות ורדיונוקלידים בתשטיפים ובחומר בבוצה (גולמית ובמס"א) והשוואתם לתקנים קיימים

ריכוז בחומר (מ"ג/ק"ג)				תקן מי שתייה (מ"ג/ליטר)	ריכוז בתשטיפים (מ"ג/ליטר)								גורם
תקנות הבוצה	תרומת האפר ⁷	ביקורת ⁸	במס"א ⁹		מיצוי מאפר פחם מרחף				מיצוי מתערובת בוצה עם קרקע				
					ריכוז מחושב ⁴		נתוני יסוד ⁵		תרומת האפר ²	נתוני יסוד ¹		תערובת במס"א ⁶	
				ערך מירבי	ערך מזערי	ערך מירבי	ערך מזערי						
20	-0.34	0.62	0.28	0.005	0.0000912	0.0000024	0.0076	0.0002		BDL	BDL	Cd	מתכות (המוגדרות בתקנים ובתקנות הבוצה)
400		34	54	0.05	0.00684	0.000576	0.57	0.048		BDL	BDL	Cr	
5		NV	¹⁰ 0.6	0.001	0.00108	<0.00024	<0.09	0.02		NV	NV	Hg	
90	7	26	33	0.05	0.00126	<0.00012	0.105	<0.01		BDL	BDL	Ni	
200	-222	315	93	0.01	0.000036	0.0000012	≤0.003	0.0001		BDL	BDL	Pb	
600	-114	190	76	1.4	0.00012	<0.0000012	0.01	<0.0001	לא מובהקת	0.17	0.22	Cu	
2500	-682	947	265	5	0.00162	0.00012	0.135	0.01	לא מובהקת	0.16	0.31	Zn	
				0.05	≤0.00168	0.000006	≤0.14	0.0005		BDL	BDL	As	
				0.01	0.0105	0.00006	0.875	0.005		BDL	BDL	Se	
				0.01	0.000012	<0.0000024	0.001	<0.0002		BDL	BDL	Ag	
				בקרל/ליטר								קרינה (NORM)	
				7.3	<0.00003-0.00015		¹¹ <0.0025-0.0125		U238 + U234				
				0.1	<0.0000048-<0.0000096		<0.0004-<0.0008		Th232				

BDL - מתחת לסף הגילוי (10 מיקרוגרם/ליטר). NV - לא נבדק. ערך מסומן באדום : ביקורת < במס"א.

¹ מיצוי התערובות- בתמיסה 0.01 M NaCl ביחס 1:10.
² ריכוז היסוד בתשטיפי התערובת במס"א עם הקרקע לעומת הריכוז בתשטיפי התערובת בוצה גולמית עם הקרקע.
³ מיצוי במים מזוקקים ביחס 1:10 לפי שיטת שטיפה EN 12457-2. נתוני המכון הגיאולוגי לשנים 2007-2009.
⁴ ריכוזי מתכות בתשטיפי מן האפר בתערובת קרקע-במס"א לדונם (1.2% מריכוז המתכות בנתוני היסוד לאפר; ראה הערת מבוא 4).
⁵ במס"א ממט"ש בית שמש בהרכב הבא: 100 גרם בוצה לחה, 50 גרם אפר פחם, 8 גרם סיד חי.
⁶ בוצה גולמית ממט"ש בית שמש.
⁷ ריכוז היסוד במס"א פחות הריכוז בביקורת.
⁸ תערובת בוצה גולמית (מט"ש בית שמש) עם קרקע חול דיונה; עומס יישום בקרקע ביחס למנה המותרת: 41 אחוז.
⁹ תערובת במס"א עם קרקע חול דיונה; עומס יישום בקרקע ביחס למנה המותרת: 211 אחוז.
¹⁰ הערכה לפי הריכוז במרכיבים ויחסי הכמויות ביניהם במס"א שפד"ן.
¹¹ ריכוזי אורניום ותוריום ביחידות בקרל/ליטר (לאחר המרה מיחידות ppb, כבממצאי המכון הגיאולוגי, בהתבסס על חישובי גוסטבו חקין, ממ"ג שורק).



טבלה 2- ריכוזי מתכות ורדיונוקלידים בגידולי במס"א ואפר תחתית והשוואתם לתקנים קיימים

תקנים (מ"ג/ק"ג)		קליטה בצמחים (מ"ג/ק"ג)						גורם				
טיב מספוא	חיטה למאכל אדם	גרגרי חיטה ¹		נוף חיטה ²		נוף תירס ³		מתכות (המוגדרות בתקנים ובתקנות הבוצה)	קרינה (NORM)			
		תרומת האפר ³	נתוני יסוד		תרומת האפר ³	נתוני יסוד				תרומת האפר ³	נתוני יסוד	
			במס"א	ביקורת		במס"א	ביקורת				במס"א	ביקורת
0.05	0.2	אינה מובהקת	0.012±0.006	0.007±0.003	אינה מובהקת	0.084±0.06	0.066±0.066	אינה מובהקת	0.0023	0.043	Cd	
0.01	0.03		NV	NV		NV	NV		NV	NV	Hg	
1	0.2		0.019±0.037	BDL		0.267±0.059	0.237±0.06		0.14	0.156	Pb	
2	1		0.02±0.055	0.004±0.055		0.029±0.096	0.07±0.036		BDL	BDL	As	
β+γ 250 (בקר/ק"ג)	α- 10 β- 100 γ- 1000 (בקר/ק"ג)	אפר תחתית ⁴ (בקר/ק"ג)										
		<0.09-2.7±0.09						U238 + U234				
		<0.1-0.9±1.8						Th232				

NV - לא נבדק. BDL - מתחת לסף הגילוי.

¹ ניסוי גידול תירס בעציצים בתערובת ביקורת עם קרקע חול (ראה הערה 8, טבלה 1), ותערובת במס"א עם קרקע חול (ראה הערה 9, טבלה 1).
² ניסוי שדה ברבדים. עומסי יישום: 5 מ"ק במס"א/דונם, 5 מ"ק בוצה ללא אפר/דונם. עומס של 5 מ"ק/דונם אקויוולנטי לעומס המרבי המותר.
³ ריכוז המתכת בגידול על במס"א לעומת ריכוזה בגידול על בוצת ביקורת ללא אפר. הערכים שנמדדו הינם על גבול אמינות המדידה או מתחתיו.
⁴ ריכוזים בירקות, תבלינים ופירות על מצע המכיל 75% אפר תחתית. ריכוזי רדיונוקלידים באפר תחתית נמוכים בד"כ בכ- 20% מהריכוזים באפר מרחף.



טבלה 3- ריכוזי מתכות והערכת קרינה מאבק אפר פחם מרחף

קריטריון ICRP (מיליסיוורט/שנה)			קרינה (מיליסיוורט/שנה)		מתכות (מיקרוגרם/מ"ק)				גורם			
					ריכוזים באפר מרחף ¹		ריכוז מחושב ²				נתוני יסוד	
							ערכי מרב	ערכי מזערי			ערכי מרב	ערכי מזערי
מכלל המקורות מעשה ידי אדם	לעיסוק	טריוויאלי	דייר ליד השדה ⁵	עובד בשדה ⁴	0.006	0.006	0.0000084	0.0000012	0.0007	0.0001	Cd	מתכות
					10	1.2	0.0006876	0.000198	0.0573	0.0165	Cr	
					1.8	0.3	0.0000012	0.000000084	0.0001	0.000007	Hg	
					0.025	0.025	0.00033	0.000132	0.0275	0.011	Ni	
					2	0.09	0.000198	0.0000372	0.0165	0.0031	Pb	
					50	2.4	0.0003828	0.0001452	0.0319	0.0121	Cu	
					0.002	0.002	0.0001716	0.000018	0.0143	0.0015	As	
					10	1.2	0.0132	0.0015324	1.1	0.1277	Ba	
					0.0042	0.0042	0.0000636	0.0000084	0.0053	0.0007	Be	
					3	3	0.0000108	<0.0000026	0.0009	<0.00022	Ag	
		0.00044		חיצונית				קרינה (NORM)				
		0.061 ⁶		פנימית								
1	0.3	0.01	0.012	0.06144	כוללת							

¹ ריכוזי המתכות חושבו מנתוני המכון הגיאולוגי (2004 – 2009) בהנחת ריכוז מרבי של אבק אפר מרחף בר נשימה באוויר שנמדד בניטור במבנה ממגורות האפר באורות רבין, 2007, כמקרה קיצוני של מוקד אבק.
² המלצות דו"ח ועדת אלמוג לקביעת ערכי ייחוס סביבתיים למהמים כימיים באוויר, מרץ 2006. ערכים זהים לשתי סוגי החשיפות מייצגים חשיפה שנתית.
³ ריכוזי מתכות באבק בר נשימה של אפר מרחף בתערובת קרקע-במס"א לדונם (1.2% מריכוז המתכות בנתוני היסוד; ראה הערת מבוא 4).
⁴ הערכת דרי' ז'אן קוד (ממ"ג שורק) לחשיפת עובד השדה לקרינה שמקורה באפר בבמס"א המוצנע בקרקע, במשך 400 שעות בשנה.
⁵ הערכה פשטנית ושמרנית של דרי' ז'אן קוד (ממ"ג שורק) לחשיפת הדייר לקרינה שמקורה באפר באבק המגיע מן השדה בו מיושמת במס"א, בהנחת שהות של 20 שעות ביממה במשך כל השנה.
⁶ חלקיקים בעלי קוטר אירודינמי קטן מ-10 מיקרומטר.



סיכום

מהתוצאות עולות המסקנות הבאות על תרומת הוספת אפר פחם מרחף לבוצה:

א. בתחום המתכות

- 1) ריכוזי מתכות בבמס"א – עומדים בתקנות הבוצה
- 2) שטיפה למי תהום – סיכון זניח.
- 3) קליטה בצמחים – קליטת המתכות בצמחים שגודלו על במס"א היא אפסית.

ב. בתחום החשיפה לקרינה

- 1) שטיפה למי תהום – השטיפה מהאפר נמוכה בשיעור ניכר מתחת לתקן מי שתייה.
- 2) קליטה בצמחים (אפר תחתית בשיעור 75% במצע) – אין מעבר של רדיונוקלידים מהמצע לתוצרת החקלאית. הערכים נמוכים בסדר גודל מהמגבלה (בקרל לק"ג מזון) שנקבעה במסמך משרד הבריאות.
- 3) חשיפה חיצונית ופנימית – תוספת מרבית טריויאלית בסדר גודל של עשרות מיקרוסיוורט לשנה מעל הרקע הטבעי.

ג. בתחום החשיפה לאבק

אבק אפר נבדק בארץ כבכל העולם רק בהקשר לנוכחות קוורץ. הסיכון נמצא זניח.

אסמכתאות

תקנים:

תקנות המים (מניעת זיהום מים) שימוש בבוצה וסילוקה, התשס"ד 2004. http://www.sviva.gov.il/Enviroment/Static/Binaries/law/maim15_1.pdf
תקנות בריאות העם (איכותם התברואתית של מי שתייה), תשל"ד 1974 (נוסח משולב- התש"ס 2000). <http://www.health.gov.il/Download/pages/E49.pdf>
חיטה למאכל אדם- דרישות לאיכות ובטיחות, מיום 22 למרץ 2006. http://www.health.gov.il/Download/pages/wheat_quality_safety.pdf
עדכון קווים מנחים לכמות מרבית של מתכות כבדות במזון, מיום 13/1/2009. <http://www.health.gov.il/Download/pages/matachut0109.pdf>
קווים מנחים לרמות מקובלות של רדיונוקלידים במזון במצב רגיעה לטווח ארוך, 24/2/2005. <http://www.health.gov.il/Download/pages/radic.pdf>
המחלקה לביקורת טיב מספוא- צו הפיקוח על מצרכים ושרותים (ייצור מספוא והסחר בו), תשל"א 1971. <http://www.ppis.moag.gov.il/NR/rdonlyres/29B0BC81-C4F8-4338-8392-EBC54B98FFD4/0/FodderLaw1.doc>
ד"ן וחשבון הועדה לקביעת ערכי ייחוס סביבתיים למהמים כימיים באוויר, מרץ 2006. http://www.sviva.gov.il/Enviroment/Static/Binaries/index_pirsumim/p0396_1.pdf
Annals of the ICRP, Publication 103. The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection.

מתכות בבוצה ובגידולים:

פיין, פ., מינגלרין, א., בוסק, א. וקילמן, י., 2009. היבטים סביבתיים (איכות קרקע וצמח) בשימוש באפר ובמס"א בחקלאות. המכון למדעי הקרקע, המים והסביבה, מרכז וולקני.