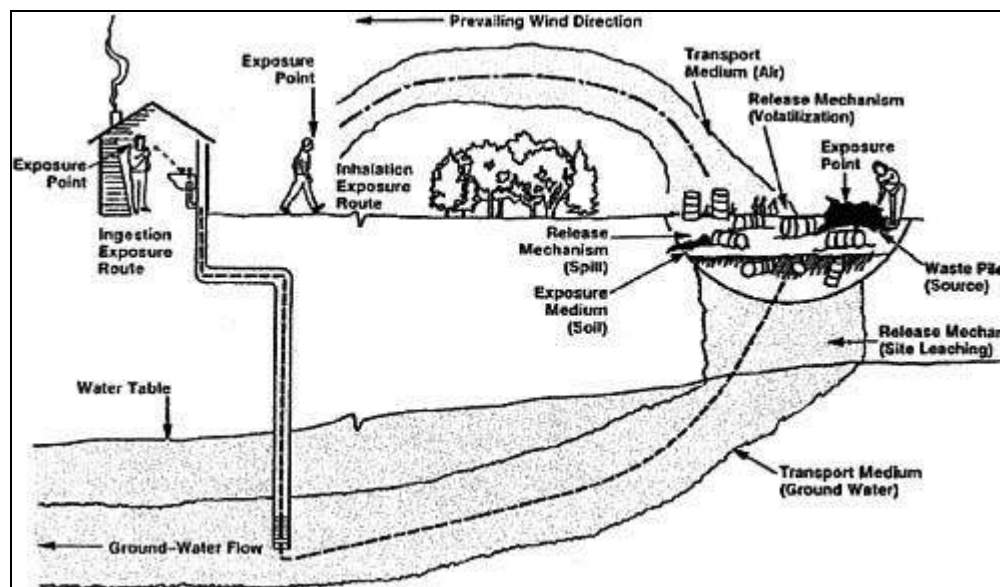


גרסא ישנה לא בתוקף

ISRAEL RISK-BASED CORRECTIVE ACTION

מסמך הנחיות IRBCA



August 2014

(גרסה 1: פרסום לציבור)

Developed by:
IRBCA Workgroup

- מסמך זה הינו תרגום חופשי לנוחיות הציבור, ואינו מחליף את מסמך המקור הכתוב בשפה האנגלית (August 2014 Version 1: For publication)

עמוד

i	תוכן העניינים
v	רשימת טבלאות
v	רשימת איורים
v	רשימת נספחים
vii	קיצורים
ix	תודות

1.0 **רקע ויעדים** **1-1**

1-1	מבוא	1.1
1-1	יכולת יישום	1.2
1-3	אחריות לטווח ארוך	1.3

2.0 **סקירה כללית של תהליך IRBCA** **2-1**

2-1	מבוא	2.1
2-2	תהליך סקר סיכונים בישראל	2.2
2-2	2.2.1 גילוי אתרים	
2-2	2.2.2 קביעה והפחתה של איומים מדיים	
2-2	2.2.3 אפיון האתר והשוואה עם רמות מחמירות מאוד המוגדרות כברירת מחדל	
2-3	2.2.4 סקר סיכונים אקולוגיים	
2-4	2.2.5 פיתוח וולידציה של מודל אתר קונספטואלי (CSM)	
2-5	2.2.6 סקר סיכונים בשלב 1	
2-6	2.2.7 סקר סיכונים בשלב 2	
2-7	2.2.8 סקר סיכונים בשלב 3	
2-7	2.2.9 פיתוח ואישור של תכנית ניהול סיכונים (RMP)	
2-7	2.2.10 הטמעה והשלמה של תכנית ניהול סיכונים	
2-8	2.2.11 קבלת אחריות לטווח ארוך	
2-9	2.3 רמות יעד בתוך תהליך IRBCA	
2-10	2.4 רציונל ומאפיינים של גישת השלבים	
2-11	2.5 מסמכים של תהליך IRBCA	

3.0 **התהליך של גילוי אתרים** **3-1**

4.0 **ניהול איום מידי** **4-1**

4-1	4.1 זיהוי האיום המידי
4-1	4.2 התראה על האיום המידי
4-2	4.3 פעולות של תגובת חירום
4-2	4.3.1 פעולות למזעור איומים מדיים
4-2	4.3.2 פעולות למניעת התדרדרות נוספת
4-2	4.3.3 פעולות למניעת השפעה לטווח ארוך

4-2	תיעוד של פעילויות התגובה	4.4
5-1	אפיון ראשוני של האתר והשוואה עם רמות מחמירות מאוד	5.0
5-1	יעדים של אפיון אתר ראשוני	5.1
5-1	תיאור האתר	5.2
5-1	איסוף נתונים	5.3
5-2	סקר סיכונים אקולוגיים	5.4
5-2	השוואה עם רמות מחמירות מאוד וקריטריונים לאיכות מים	5.5
5-3	הערכת מסלול הפעולה הבא	5.6
5-3	5.6.1 התחשבות בריכוזים המדווחים מתחת למגבלות הדיווח	
5-4	דוח אפיון ראשוני של האתר	5.7
6-1	פיתוח וולידציה של מודל אתר קונספטואלי (CSM)	6.0
6-1	מבוא	6.1
6-1	הרכיבים של מודל אתר קונספטואלי (CSM)	6.2
6-3	מידע על האתר	6.3
6-4	6.3.1 מפת מיקום האתר	
6-4	6.3.2 מפת האתר	
6-4	6.3.3 תנאי שטח הקרקע	
6-5	6.3.4 מיקום שירותים ציבוריים באתר עצמו ובקרבתו	
6-6	6.3.5 גופי מים בשטח	
6-6	6.3.6 שימוש במי תיהום באתר ובקרבתו	
6-6	6.3.7 מאפיינים מקומיים של הידרולוגיה ואקוויפרים	
6-7	6.3.8 מי ים	
6-7	6.4 תיאור וסדר הגודל של דליפה או נזילה	
6-8	6.4.1 היסטוריית הפעילויות באתר	
6-8	6.4.2 מיקום ותאריך של הנזילה או הדליפה	
6-9	6.4.3 הכמות של הנזילה או הדליפה	
6-10	6.4.4 התחשבות במוצרי נפט	
6-10	6.4.4.1 רמות מחמירות מאוד	
6-10	6.4.4.2 כימיקלים מדאיגים	
6-11	6.4.4.3 רמות יעד בשלב 1: מגורים, אזורים מסחריים והגנה על מי תהום	
6-12	6.4.4.4 רמות יעד בשלב 2: מגורים, אזורים מסחריים והגנה על מי תהום	
6-12	6.4.4.5 תנאים מטרידים	
6-13	6.5 שימוש בקרקע סמוכה, הגבלות של פעילויות ושימוש ומידע מקולטנים	
6-13	6.5.1 שימוש נוכחי בקרקע	
6-14	6.5.2 שימוש עתידי בקרקע	
6-14	6.5.3 שימוש במי תיהום מחוץ לאתר	
6-14	6.5.4 סקר קולטים אקולוגיים	
6-15	6.6 ניתוח השימוש במי תהום כעת ובעתיד	
6-15	6.6.1 שימוש נוכחי במי תהום	

6-16	מאפייני קרקע באזור ביניים (VADOSE)	6.7
6-17	6.7.1 צפיפות נפח יבש	
6-17	6.7.2 נקבוביות כוללת	
6-18	6.7.3 תכולת מים נפחית ותכולת לחות	
6-19	6.7.4 תכולת חלקיקים אורגניים בקרקע	
6-19	6.7.5 עובי אזור הביניים (Vadose) ועומקו ביחס למי התהום	
6-20	6.7.6 עובי האזור הקפילרי	
6-21	מאפייני האזור הרווי	6.8
6-22	6.8.1 מוליכות הידראולית	
6-22	6.8.2 גרדיאנטים הידראוליים אופקיים ואנכיים	
6-23	6.8.3 מאפייני הקרקע באזור הרווי	
6-23	6.8.4 אינדיקציות לפירוק ביולוגי במי תהום	
6-23	6.8.5 התרחשות וקצב של הפחתה/פירוק ביולוגיים	
6-26	מאפייני גוף מים עיליים	6.9
6-26	תיחום הזיהום	6.10
6-26	6.10.1 תיחום הזיהום בקרקע ובמי תהום	
6-28	6.10.2 תיחום הזיהום באמצעים אחרים	
6-29	סקר סיכונים אקולוגיים	6.11
6-29	6.11.1 סקר סיכון אקולוגי ברמה 1	
6-30	6.11.2 סקר סיכון אקולוגי ברמה 2	
6-31	6.11.3 סקר סיכון אקולוגי ברמה 3	
6-32	כימיקלים מדאיגים בקרקע	6.12
6-33	6.12.1 נתוני מקור של קרקע	
6-34	6.12.2 תיעוד של קידוחי קרקע	
6-34	6.12.3 דגימת שכבת הקרקע העליונה	
6-35	6.12.4 דגימת תת הקרקע (הלא רוויה)	
6-37	כימיקלים מדאיגים בקרקע	6.13
6-37	6.13.1 תיחום הזיהום במי התהום	
6-37	6.13.2 קביעת יציבות פלומת הזיהום	
6-38	6.13.3 דגימת מי תהום	
6-38	כימיקלים מדאיגים בקרקע	6.14
6-39	כימיקלים מדאיגים בסדימנטים, מים עיליים כולל מי ים	6.15
6-39	6.15.1 הערכת ריכוזים בנקודות הדיגום	
6-40	6.15.2 סדימנטים	
6-40	6.15.3 פאזות נזליות לא מימיות (NAPL)	
6-41	איסוף וניתוח של דגימות סביבתיות	6.16
6-41	מקורות מידע לאיסוף נתונים	6.17

7.0 סקר סיכונים - שלב 1

7-1	צעד 1: איסוף נתונים וזיהוי פערים בנתונים	7.1
7-2	צעד 2: פיתוח מודל חשיפה	7.2
7-3	צעד 3: איסוף נתונים למילוי פערי נתונים, לפי הצורך	7.3
7-3	צעד 4: חישוב ריכוזים מייצגים	7.4
7-4	צעד 5: בחירת רמות מטרה מבוססות-סיכון והשוואה עם ריכוזים מייצגים	7.5

7-6	צעד 6: קביעת מסלול הפעולה הבא ותיעוד של הערכת שלב 1 והמלצות	7.6
8-1	סקר סיכונים - שלב 2	8.0
8-1	צעד 1: פיתוח תכנית עבודה	8.1
8-2	צעד 2: חישוב הסיכונים בשלב 2	8.2
8-3	8.2.1 הערכת ההגנה על משאבי מי תהום	
8-3	8.2.2 הערכת מי שטח	
8-3	צעד 3: חישוב הסיכונים בשלב 2 עם רמות סיכון מקובלות	8.3
8-5	צעד 4: המלצה על מסלול הפעולה הבא	8.4
8-8	צעד 5: תיעוד סקר הסיכונים בשלב 2 והמלצות	8.5
9-1	סקר סיכונים - שלב 3	9.0
9-1	צעד 1: פיתוח תכנית עבודה בשלב 3	9.1
9-3	צעד 2: איסוף מידע נוסף, לפי הצורך	9.2
9-3	צעד 3: חישוב הסיכונים בשלב 3	9.3
9-3	צעד 4: השוואת הסיכון המחושב עם רמות סיכון מקובלות ובמידת הצורך, פיתוח רמות ניקוי	9.4
9-4	צעד 5: קביעת מסלול הפעולה הבא	9.5
9-6	9.5.1 הערכת מי שטח	
9-6	9.5.2 הערכת נתיבים אחרים	
9-7	צעד 6: תיעוד הערכת הסיכונים בשלב 3 והמלצות	9.6
10-1	תכנית ניהול סיכונים	10.0
10-1	10.1 הצורך בתכנית ניהול סיכונים	
10-2	10.2 התכנים של תכנית ניהול סיכונים	
10-4	10.3 השלמת הפעילויות של ניהול סיכונים	
10-4	10.4 מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת'	
11-1	אחריות לטווח ארוך לאתרי סקר סיכונים	11.0
11-1	11.1 רקע	
11-2	11.2 העקרונות של אחריות לטווח ארוך	
11-4	11.3 מגבלות על פעילויות ושימוש	
11-4	11.3.1 בקורות הנדסה	
11-5	11.3.2 מיקום הבאר ומגבלות בנייה	
11-5	11.4 מכתבי שחרור מפעולה באתר (NFA): הנפקה וביטול	
11-7	11.5 מידע ומעקב	
12-1	חומרי עזר	12.0

רשימת טבלאות

השוואת הערכות בשלבים שונים	טבלה 2-1
רמות מחמירות מאוד (VSL) לקרקע	טבלה 5-1 (א)
רמות מחמירות מאוד (VSL) למי שטח ומי ים	טבלה 5-1 (ב)
מרכיבים כימיים במספר מוצרי נפט	טבלה 6-1
כימיקלים מדאיגים במוצרי נפט	טבלה 6-2
רשימת ביקורת א' לסינון סקר סיכונים אקולוגיים	טבלה 6-3 (א)
רשימת ביקורת ב' לסינון סקר סיכונים אקולוגיים	טבלה 6-3 (ב)
רמות אקולוגיות מחמירות מאוד (Eco-VSL) לקרקע	טבלה 6-4 (א)
רמות אקולוגיות מחמירות מאוד (Eco-VSL) לסדימנטים	טבלה 6-4 (ב)
טבלה לדוגמה לתיעוד מודל חשיפה למגורים	טבלה 7-1 (א)
טבלה לדוגמה לתיעוד מודל חשיפה לעובד שאינו גר באתר	טבלה 7-1 (ב)
טבלה לדוגמה לתיעוד מודל חשיפה לעובד בניין	טבלה 7-1 (ב)
רמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1 לשימוש קרקע למגורים	טבלה 7-2 (א)
רמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1 לשימוש קרקע למסחר/תעשייה	טבלה 7-2 (ב)
רמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1 לעובד בניין	טבלה 7-2 (ג)
רמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1 להגנה על מי תהום בקרקע ומי תהום ללא פירוק ביולוגי	טבלה 7-2 (ד)
מקדם הפחתת דילול בשלב 1 למי תהום בתווך הרווי	טבלה 7-2 (ה)
רמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1 להגנה על מי שתייה בקרקע ומי תהום ללא פירוק ביולוגי	טבלה 7-2 (ו)

רשימת איורים

פעילויות עיקריות הנערכות בתהליך IRBCA	איור 2-1
תרשים זרימה של סקר סיכונים בישראל	איור 2-2
משטרים הידרוגיאולוגיים	איור 6-1
דוגמה למפת שימושי קרקע	איור 6-2

רשימת נספחים

בחירה בכימיקלים חשודים להערכת IRBCA	נספח א'
	נספח ב'
פרמטרים לשינוי בסקר סיכונים בשלב 2	נספח ג'
ריכוזים מייצגים	נספח ד'
פיתוח רמות יעד מבוססות-סיכון	נספח ה'
הגדרות	נספח ו'

קיצורים

Adult Lead Methodology - מתודולוגיית עופרת במבוגרים	ALM
Aquatic Life - חיים ימיים	AQL
American Society for Testing and Materials - האגודה האמריקאית לבדיקות וחומרים	ASTM
Agency for Toxic Substances and Disease Registry - הסוכנות לרישום חומרים רעילים ומחלות	ATSDR
Activity and Use Limitation - מגבלות על פעילויות ושימוש	AUL
Ambient Water Quality Criteria - קריטריוני איכות מים סביבתיים	AWQC
Best Available Technology - הטכנולוגיה הטובה ביותר הזמינה	BAT
Bioconcentration Factor - פקטור ריכוז ביולוגי	BCF
Below Ground Surface - מתחת לפני הקרקע	bgs
California Environmental Protection Agency - הסוכנות לשמירת איכות הסביבה בקליפורניה	CalEPA
California Human Health Screening Level - רמת סיכון לבריאות האדם בקליפורניה	CHHSL
Cool Water Fishery - דגי מים קרים	CLF
Chemicals of Concern - כימיקלים מדאיגים	COCs
Conceptual Site Model - מודל אתר קונספטואלי	CSM
Cleanup Target Levels - רמות יעד לניקוי	CTL
Dilution Attenuation Factor - פקטור הפחתת דילול	DAF
cis-1,2-Dichloroethene - ציס-1,2-דיכלורואתן	DCE
Dense Non-Aqueous Phase Liquid - פאזת נוזליות לא מימיות צפופות	DNAPL
Department of Energy - משרד האנרגיה	DOE
Drinking Water Supply - אספקת מי שתייה	DWS
Exposure Model - מודל חשיפה	EM
Ecological Risk Assessment - סקר סיכונים אקולוגיים	ERA
Environmental Site Assessment - הערכת אתר סביבתית	ESA
Environmental Screening Levels - רמות סינון סביבתי	ESL
Ecotox Thresholds - ספי אקוטוקס	ET
Exposure Unit - יחידת חשיפה	EU
High Density Polyethylene - פוליאיתילן בצפיפות גבוהה	HDPE
Health Effects Assessment Summary Tables - טבלאות סיכום להערכת השפעות בריאותיות	HEAST
Human Health - בריאות האדם	HH
Human Health Risk Assessment - סקר סיכונים לבריאות האדם	HHRA
Hazard Index - אינדקס סכנות	HI
Hazard Quotient - מנת סכנות	HQ
Israeli Drinking Water Standard - תקן מי השתייה הישראלי	IDWS
Individual Excess Lifetime Cancer Risk - סיכון נוסף אישי לסרטן במהלך החיים	IELCR
Integrated Exposure uptake Biokinetic - צריכת חשיפה משולבת ביו-קינטית	IEUBK
Industrial - תעשייתי	IND

Israel Risk-Based Corrective Action - סקר סיכונים בישראל	IRBCA
Integrated Risk Information System - מערכת מידע משולבת לסיכונים	IRIS
Irrigation - השקייה	IRR
Initial Site Characterization - אפיון אתר ראשוני	ISC
Interstate Technology & Regulatory Council - המועצה הבין-ארצית לטכנולוגיה ורגולציה	ITRC
Israel Water Authority - רשות המים הישראלית	IWA
Light Non-Aqueous Phase Liquid - פאזות נוזליות לא מימיות קלות	DNAPL
Long-Term Stewardship - אחריות לטווח ארוך	LTS
Livestock & Wildlife Watering - מים לחיות משק וחיות בר	LWW
Meters - מטרים	m
Missouri Department of Natural Resources - המשרד למשאבים טבעיים של מיזורי	MDNR
Membrane Interface Probe - גשש גבול ממברנה	MIP
Monitored Natural Attenuation - הפחתה טבעית מנוטרת	MNA
Ministry of Environmental Protection - המשרד להגנת הסביבה	MoEP
Missouri Risk-Based Corrective Action - סקר סיכונים במיזורי	MRBCA
Minimal Risk Level - רמת סיכון מינימלית	MRL
Non-Aqueous Phase Liquid - פאזות נוזליות לא מימיות	NAPL
National Center for Environmental Assessment - המרכז הלאומי להערכת הסביבה	NCEA
No Further Action - אין צורך בפעולה נוספת	NFA
National Oceanic and Atmospheric Administration - המנהל הימי והאטמוספרי הלאומי	NOAA
Oak Ridge National Laboratory - המעבדה הלאומית של אוק רידג'	ORNL
Polychlorinated Biphenyls - ביפנילים עתירי כלור	PCB
Tetrachloroethylene - טטרכלורואתילן	PCE
Photoionization Detector - גלאי פוטו-יינון	PID
Point of Demonstration - נקודת הדיגום	POD
Point of Exposure - נקודת חשיפה	POE
Poly Vinyl Chloride - פוליוויניל כלוריד	PVC
Quality Assurance Project Plan - תכנית פרויקט להבטחת איכות	QAPP
Quality Assurance/Quality Control - הבטחת איכות/בקרת איכות	QA/QC
Risk Assessment - סקר סיכונים	RA
Risk Assessment Guidance for Superfund - הדרכה לסקר סיכונים לקרן-על	RAGS
Risk Based Corrective Action - סקר סיכונים	RBCA
Risk-Based Target Level - רמת יעד מבוססת-סיכון	RBTL
Representative Concentration - ריכוז מייצג	RC
Resource Conservation and Recovery Act - החוק לשימור ושחזור משאבים	RCRA
Risk Management - ניהול סיכונים	RM
Risk Management Plan - תכנית ניהול סיכונים	RMP
Responsible Party - הצד הנושא באחריות	RP
Site Characterization - אפיון אתר	SC
Slope Factor - פקטור מדרון	SF

Standard Operating Procedure - נוהל הפעלה סטנדרטי	SOP
Soil Screening Levels - רמות סינון קרקע	SSL
Site-Specific Target Level - רמת יעד ספציפית לאתר	SSTL
Surface Water Cleanup Target Level - רמת יעד לניקוי מי שטח	SWCTL
Trichloroethylene - טריכלורואתילן	TCE
Tentatively Identified Compound - תרכובות שזוהו טנטטיבית	TIC
Upper Confidence Limit - מגבלת ביטחון עליונה	UCL
United States Environmental Protection Agency - הסוכנות להגנת הסביבה בארה"ב	USEPA
Volatile Organic Compound - תרכובת אורגנית נדיפה	VOC
Very Strict Level - רמה מחמירה מאוד	VSL
Whole Body Recreation - יצירת גוף שלם מחדש	WBR
IRBCA Workgroup - ועדת ההיגוי של ה-IRBCA	Workgroup
Water Quality Criteria - קריטריוני איכות מים	WQC
X-Ray Fluorescence - פלורסצנטיות רנטגן	XRF

תודות

מסמך זה משקף את העבודה של ועדת ההיגוי של ה-IRBCA שבה השתתפו נציגים מהארגונים הבאים:

- המכון הישראלי לאנרגיה ולסביבה
- המשרד להגנה על הסביבה
- רשות המים הישראלית
- משרד הבריאות
- חברת החשמל לישראל
- התאחדות התעשיינים בישראל
- אדם טבע ודין - אגודה ישראלית להגנת הסביבה

טבלה 1 המצורפת מפרטת את החברים בוועדת ההיגוי של ה-IRBCA. הפעילויות שהובילו לחיבור מסמך זה מומנו ואורגנו על ידי המכון הישראלי לאנרגיה ולסביבה.

החברים בוועדת ההיגוי של ה-IRBCA מודים לקבוצת RAM מ-Gannett Fleming, Inc. ובמיוחד לדר' אטול מ. סאלהוטרה על הנחיה מיומנת של פעילויות הוועדה ולימוד והכשרה יקרי ערך.

טבלה 1
רשימת החברים בוועדת ההיגוי של ה-IRBCA

שם	מוסד	תפקיד	דוא"ל	משרד	סולרי
דר' אטול מ' סאלהוטרה	קבוצת Gannett Fleming, RAM	סגן נשיא - יועץ לוועדת ההיגוי	asalhotra@RAMGP.com	01-713-784 5151	832-498-1717
פרופסור אורי מינגלרין	המוסד למדעי הקרקע, המים והסביבה, המרכז הוולקני, ארגון למחקר חקלאי	יושב ראש ועדת ההיגוי	uriming@agri.gov.il	03-9683641	050-6220641
יוסי אריה	המכון הישראלי לאנרגיה ולסביבה	מנהל כללי	yosi@energy.org.il	03-6414271	050-5324000
רגינה פינקס	המכון הישראלי לאנרגיה ולסביבה	המתאמת של ועדת ההיגוי	regina@energy.org.il	03-6414271	050-7788905
דר' אהרון דותן	אדם טבע ודין	אקולוג	vdotan@attglobal.net	03-5348973	054-5322921
אמיר אשד	המשרד להגנה על הסביבה	סגן מנהל, מחוז תל אביב	amire@sviva.gov.il	03-7634407	050-6233216
דר' אריה פיטסטר	המשרד להגנה על הסביבה	אחראי למניעת זיהום הקרקע והמים מדלקים	aripe@sviva.gov.il	04-8632277	050-6233347
איתן גברון	משרד הבריאות	מהנדס הפלרה לאומי	etan.gavron@MOH.HEALTH.GOV.IL	02-6228849	050-6242112
אלה קוטלר	חברת החשמל לישראל	היחידה לרישוי והגנת הסביבה	ella_k@iec.co.il	04-8183652	052-3997019
גיא רשף	רשות המים הישראלית	אחראי לאיכות וניטור המים	guyr20@water.gov.il	03-6369623	050-6221293
דר' הילה אבו	רשות המים הישראלית	סקר סיכונים וכלי מידול	Hilaa@water.gov.il	03-6369628	
דר' יוספה בן אשר	המכון הישראלי לאנרגיה ולסביבה	ראש המעבדות	josefa@lab-energy.org.il	03-6424075	
קובי בר-לב	התאחדות התעשיינים בישראל	עורך דין	kobi@nllaw.co.il	03-5100838	054-5733223
ניר קנטור	התאחדות התעשיינים בישראל	מנהל האגודה לכימיה, תרופות והסביבה	nirk@industry.org.il	03-5198858	050-7478805
עומר לוונברג	התאחדות התעשיינים בישראל	מתאם סביבתי	omer@industry.org.il	03-5198868	050-7478868
שרה אלחנני	רשות המים הישראלית	מנהלת המחלקה לאיכות המים	sarael10@water.gov.il	03-6369621	050-6221202
תמר במן	משרד הבריאות	טוקסיקולוגית ראשית של בריאות הסביבה	tamar.berman@moh.health.gov.il	02 - 6228840	050-6243273
אורי שילהב	המשרד להגנה על הסביבה	מתאם קרקעות מזוהמות	uris@sviva.gov.il	03-7634550	050-6233235
דר' יעל מייסון	המשרד להגנה על הסביבה	מנהלת החטיבה למי שפכים תעשייתיים, דלקים וקרקעות מזוהמות	YaelMA@sviva.gov.il	03-7634545/6	050-6233150

1.1 מבוא

הרעיון מאחורי פיתוח תהליך סקר הסיכונים בישראל (IRBCA) הוא לספק מסגרת עבודה מוסברת מבחינה טכנית, עקבית ואובייקטיבית לקבלת החלטות עבור צוותים המנהלים פעולות שיקום באתרים מזוהמים. יישום נכון של תהליך זה יבטיח הגנה על בריאות האדם והסביבה בעת השימוש בקרקע כעת ובעתיד.

מסגרת עבודה זו יכולה להקל על התהליך של ניקוי וסגירת אתרים ולספק (i) תהליך עקבי ובר-הגנה לקבלת החלטות הקשורות לאפיון האתר, סקר סיכונים וניהול סיכונים, הנחוצים לניקוי האתר, וכן (ii) תהליך אמין לבעלי נכסים ומפתחים וישויות אחרות המעורבות בהערכה ובניהול של אתרים מזוהמים. אף שמסגרת העבודה מקדמת פעילויות חסכוניות לניהול האתר, היא אינה מאפשרת התחשבות בעלויות במידה ועלולה להיפגע בריאות האדם או הסביבה.

מסמך הנחיות טכניות זה מתאר את האלמנטים והמתודולוגיות העיקריים בתהליך ה-IRBCA. המסמך מבוסס על תקנים של סקר סיכונים (RBCA) שפותחו על ידי האגודה האמריקאית לבדיקות וחומרים - (ASTM) תקן (1995a) E1739-95 ותקן (2000a) E2081-00. עם זאת, הוא שונה כדי להתחשב בתנאים הספציפיים למדינת ישראל. המסמך מתחשב גם בהדרכה שסופקה על ידי הסוכנות להגנת הסביבה של ארצות הברית (USEPA) לפיתוח רמות סיכון אזוריות ומספר מסמכים מדינתיים הכוללים, בין היתר, את מסצ'וסטס, קליפורניה והוואי.

מסמך זה פותח על ידי ועדת היגוי אשר כללה בעלי עניין מתאימים ומגוונים (הרכב ועדת ההיגוי מפורט בסעיף התודות). האנשים בועדת ההיגוי מייצגים את הגופים ממשלתיים, הרשויות, ותעשיות וארגונים חוץ-ממשלתיים (NGO). ועדת ההיגוי זכתה לתמיכתו של ד"ר אטול סלהוטרה ועמיתיו בחברת RAM Group of Gannett Fleming בע"מ, מיוסטון, טקסס, ארה"ב.

מסמך זה הינו תרגום חופשי לנוחיות הציבור, ואינו מחליף את מסמך המקור הכתוב בשפה האנגלית (August 2014 Version 1: For publication).

1.2 יכולת יישום

מדריך זה מיועד עבור אתרים מזוהמים או אתרים אשר עלולים להיות מזוהמים. הוא מספק מסגרת עבודה לעריכת אפיון ספציפי לאתר, לחישוב רמות יעד מבוססות-סיכון המגנות על בריאות האדם והסביבה ולהטמעת פעילויות מתאימות של שיקום וניהול סיכונים. המדריך אמור להקל על שיקום אתרים מזוהמים (ואתרים החשודים כמזוהמים) על מנת לאפשר שימוש חוזר בטוח לרצפטורים באתר כעת ובעתיד. אין לפרש את הריכוזים השונים הספציפיים למדינות השונות המתוארים במסמך זה כ"רישיון לזהם את הסביבה עד לרמות אלה". יש לערוך פעילויות עסקיות מתמשכות באופן שימזער את פליטת הכימיקלים לסביבה וניקוי אתרים מזוהמים, שיבטיח פיתוח בר-קיימא ושיגן על בריאות האדם ועל הסביבה בתנאים כיום ובעתיד הסביר.

IRBCA חל על כל המדינות ועל האתר המזוהם בכללותו. היישום על המדיה הנבחרת (למשל, קרקע או מי תהום בלבד) אינו מאושר אלא אם ניתן להוכיח לרשויות שהמדיה אינה תלויה כלל במדינות אחרות.

המדריך הטכני נכתב לאנשי מקצוע בתחום איכות הסביבה עם רקע באפיון אתרים, סקר סיכונים וניהול סיכונים (כולל פעולות מתקנות). מכיוון ששיטות עבודה אלה והתהליך בכללותו חדשים יחסית בישראל, הם מתוארים בפירוט במסמך זה. לפני הניסוי או ההדרכה הכרחי שכל מעריך סיכון יטמיע כהלכה את תהליך ה-IRBCA ועל ידי כך, יבטיח ניהול אתר יעיל ובטוח.

להלן הדרישות מהצוות המבצע הערכות IRBCA. למעריך סיכונים אחד לפחות בצוות הערכת הסיכונים חייב להיות לפחות תואר ראשון במדעי הטבע, הנדסה אזרחית או הנדסה סביבתית, עם התמחות בהידרולוגיה, הידרולוגיה, גיאולוגיה, מדעי הקרקע והמים, כימיה סביבתית, גיאוכימיה וסטטיסטיקה. לחברי הצוות צריכה להיות מומחיות או ניסיון בעבודת שטח הנוגעת למתודולוגיות דיגום קרקע, גז קרקע ומים. באתרים מסוימים חובה לכלול טוקסיקולוג בצוות. ביצוע סקר סיכונים יאושר רק עבור מי שעבר בהצלחה קורס בנושא סקר סיכונים המבוסס על מתודולוגיית ה-RBCA או פרוטוקול ה-IRBCA (גרסת אוגוסט 2014) ואושר ע"י המשרד להגנת הסביבה ורשות המים הישראלית. סקר סיכונים אקולוגיים ייערך על ידי אקולוג מנוסה או גורם מקצועי אחר באישור המשרד להגנת הסביבה. כאשר הערכת הסיכונים כרוכה בהערכת מי תהום מזוהמים או הערכות בשלב 2 ו/או 3, לפחות לאחד מחברי הצוות צריך להיות ניסיון מוכח ביישום מודלי הסעה באזור שאינו רווי ובאזור הרווי.

בנוסף להסמכות האקדמיות שהוזכרו לעיל, הצוות המבצע סקר סיכונים חייב להציג ניסיון בביצוע סקר סיכונים לבריאות האדם וסקר סיכונים אקולוגי. הצוות חייב להשלים סקרי סיכונים קודמים לפחות ב-3 אתרים, בהם נעשה שימוש במתודולוגיית ה-IRBCA ובתוכנה המצורפת אליה ולהציג שיתוף פעולה עם חברה בינלאומית אשר אושרה ע"י המשרד להגנת הסביבה ורשות המים, ובעלת ניסיון של למעלה מ-5 שנים בביצוע סקרי סיכונים תוך שימוש במתודולוגיית ה-RBCA. סקר סיכונים זה חייב לכסות טווח רחב של כימיקלים חשודים, מדיות מושפעות, מסלולי חשיפה, שימושי קרקע, גודל האתר, ושלב החקירה ולכלול סקר סיכונים לבריאות האדם וסקר סיכונים אקולוגי. בנוסף לפחות אחד מהאתרים אשר נחקרו ע"י הצוות חייב להיות דומה באופיו ולכלול מסלולי חשיפה דומים לאתר בו נדרש לבצע סקר סיכונים. אם מתבקש, חברי צוות יידרשו לשלוח לרשויות רשימת אתרים, לקוחות ופרטי אתרים. המשרד להגנת הסביבה ורשות המים שומרים על זכותם לדרוש, בכל עת, לצרף לצוות המבצע את סקר הסיכונים מומחה עם ניסיון בינלאומי מתאים.

יש להתחשב בגורמים הנוספים להלן:

1. הצד האחראי חייב להחליט אם ברצונו לערוך סקר סיכונים בשלב מוקדם כדי שהוא יוכל לתכן את תכניות הדגימה בהתאם למתודולוגיית IRBCA והוראות אפיון האתר המותאמות לסיכון של הרשויות.
2. הצד האחראי חייב להודיע לרשויות על החלטתו לערוך סקר סיכונים במקום ניקוי לרמות מחמירות מאוד/תקני מי השתייה בישראל
3. לאחר שהרשויות מאשרות שהן קיבלו הודעה זו, הצד האחראי ישלח תכנית עבודה מפורטת ומקיפה שתכלול, לכל הפחות, את (i) המודל הקונספטואלי המקדמי של האתר, (ii) הערכה של הנתונים הקיימים, (iii) ניתוח פערי נתונים, (iv) הצעה לשיטה שתשמש למילוי פערי הנתונים (למשל אפיון אתר נוסף), (v) מודלים ופרמטרים שישמשו לביצוע סקר הסיכונים.

4. הצד האחראי ישלח תכנית עבודה מתוקנת שתטפל בכל ההערות שהתקבלו מהרשויות. עם אישורה של תכנית העבודה על ידי הרשויות, יש לערוך פעילויות למילוי פערי הנתונים. הצד האחראי ישלח דוח אפיון אתר מכוון-סיכונים למילוי פערי הנתונים ויבקש את אישור הרשויות הרלוונטיות.

5. לאחר השלמת אפיון האתר מכוון-הסיכונים, הצד האחראי ישלח לרשויות הרלוונטיות תכנית פעולה מתוקנת של סקר סיכונים שתכלול, לכל הפחות, (i) מודל קונספטואלי מעודכן/מתוקן של האתר, (ii) אוסף והערכה של כל הנתונים והצגת הריכוזים המייצגים והרציונל, (iii) מודלים ופרמטרים מעודכנים והנחות שימשו לביצוע סקר הסיכונים. לאחר אישור הרשויות, הצד האחראי ימשיך בביצוע סקר הסיכונים.

עם השלמת סקר הסיכונים בהתאם לתכנית העבודה המאושרת, טיוטת דו"ח הערכת הסיכונים תישלח לצורך קבלת הערות ואישור של הרשויות הרלוונטיות. דו"ח הערכת הסיכונים הסופי יישלח כדי לטפל בהערות של הרשויות ויכלול מסקנות והמלצות. ההמלצות חייבות לקבל אישור מהרשויות הרלוונטיות לפני שניתן יהיה להחשיב אותן לסופיות.

ועדת ההיגוי צופה שמסמך זה יתאים גם לחוק הישראלי, הדורש שאתרים מזוהמים ישוקמו, או לכל הפחות ינוהלו באופן שיגן על בריאות האדם, משאבי המים והסביבה כיום ובעתיד. בנוסף לכך, החוק בישראל דורש שעסקים יבצעו פעילויות מתמשכות באופן שיגן על בריאות האדם, משאבי המים והסביבה. האחריות הכוללת של ניהול אתרים מזוהמים נופלת על המשרד להגנה על הסביבה ורשות המים.

ועדת ההיגוי מצפה שתהליך ה-IRBCA יתפתח כאשר מקצוענים בתחום איכות הסביבה (מפקחים, יועצים, צדדים אחראיים ואחרים) והציבור ילמדו להכיר את התהליך. לפיכך, מסמך זה יעודכן מעת לעת.

1.3 אחריות לטווח ארוך

כחלק מתכנית המבוססת על סיכונים, חובה להבטיח ידע והקפדה על שימושים בטוחים באתר כלשהו כל עוד באתר יש זיהום שיורי כלשהו מעבר לרמות השימוש הלא מוגבלות, כלומר רמות יעד לדיור. לפיכך, כדי להגן לחלוטין על בריאות האדם והסביבה, תהליך IRBCA דורש שמערכת בקורות מתאימה - הנקראת "אחריות לטווח ארוך" - תהווה חלק אינטגרלי מתכנית ניהול הסיכונים. המשרד להגנת הסביבה יאשר מצב שבו "אין צורך בפעולה נוספת, רק אם האחריות לטווח ארוך קיימת כחלק מתיק הבניין או מוטבעת במסמך אחר המחייב מבחינה משפטית.

תהליך ה- IRBCA מתחיל כאשר מזוהה אתר מזוהם או כאשר נמצא אתר מזוהם חדש. התהליך כולל את כל הפעילויות שיידרשו על מנת להבטיח שהאתר לא מהווה סכנה בלתי מקובלת לבריאות האדם, למשאבי מים ולסביבה בתנאים הקיימים כיום ובעתיד. התהליך כולל גם דרישות הנחוצות לבקרה לטווח הארוך במידה ונותרים כימיקליים שזורים באתר.

כפי שניתן לראות באיור 2-1, תהליך ה- IRBCA מורכב משלושת השלבים הבאים:

- **אפיון אתר (SC)** – כולל תיאור ההשפעות על הקרקע, מי תהום, מים עיליים, סדימנטים, גז קרקע, אוויר פנים ואוויר חוץ, עד למידה הנחוצה תוך הסתמכות על שיקולים ספציפיים לאתר. המידע על אפיון האתר משמש לפיתוח מודל אתר קונספטואלי (CSM), שכולל את הפיתוח של מודל חשיפה (exposure model, EM).

- **סקר סיכונים (RA)** נערך בשלב 1, בשלב 2 או בשלב 3 וסקר סיכונים אקולוגיים נערך ברמה 1, 2 או 3. סקר סיכונים לבריאות האדם משמש להערכת הסיכון לבני אדם במסלולי החשיפה המלאים ובמסלולי חשיפה העשויים להיות מלאים, כפי שזוהו על ידי מודל החשיפה וכימיקלים חשודים בתנאים הקיימים כיום ובעתיד הסביר. סקר סיכונים אקולוגי משמש להערכה איכותנית וכמותית של הסיכון לרצפטורים אקולוגיים ולסביבות מגורים. סקר סיכונים לבריאות האדם וסקר סיכונים אקולוגי, הנקראים יחד סקר סיכונים, משמשים גם לפיתוח רמות יעד מבוססות-סיכונים ולקביעת האופי וההיקף של הפעילויות הנדרשות לניהול סיכונים ספציפי לאתר.

סקר סיכונים דורש קביעה של מסלולי החשיפה ושל מסלולי החשיפה של הרצפטורים (וסביבות מגורים אקולוגיות). מסלול החשיפה הוא המסלול שעובר כימיקל חשוד ממקור כלשהו אל הרצפטור. מסלול החשיפה הוא האופן שבו הכימיקלים החשודים חוזרים אל הרצפטור. רצפטור הינו אורגניזם עליו יש להגן וכן שנחשף או עשוי להיחשף לכימיקל חשוד אחד או יותר כתוצאה מפליטה;

- **ניהול סיכונים** נדרש במידה והסיכון המוערך אינו מקובל וכולל פעילויות הנדרשות להגנה על בריאות האדם והסביבה בתנאים הקיימים כיום ובעתיד הסביר. פעילויות לניהול סיכונים כוללות פעילויות שיקום נחוצות שונות ופעילויות לטווח הארוך הנדרשות כדי להבטיח שכל עוד יש כימיקלים שזורים באתר מעל לרמות הבלתי מוגבלות של שימושי הקרקע, יהיה מידע בנוגע לתנאים ולהגבלות הגורמים לכך שהסיכון יהיה מקובל וכן ציות לאותם תנאים והגבלות.

הפעילויות לעיל הינן טכניות ביסודן ומסתמכות על מגוון דיסציפלינות מדעיות (כגון גיאולוגיה, הידרולוגיה, הנדסה, כימיה, טוקסיקולוגיה, תכנון שימוש באדמה וכדומה). תהליך ה- IRBCA כולל גם הנחות ובחירות מדיניות בהתאם לחוקים, תקנות, דעת הקהל ותנאי סוציו-אקונומיים - גורמים שמבחינים בין תכניות IRBCA במדינות שונות בארה"ב ובארצות שונות.

2.2 תהליך סקר סיכונים בישראל

תהליך קבלת ההחלטות, באתר בו יש חשד לזיהום או שהתגלה בו זיהום, מתואר באיור 2-2 ונידון להלן.

2.2.1 גילוי אתרים

ניתן לגלות אתר מזוהם תוך הסתמכות על:

- תלונות של אזרחים,
- חקירות הנערכות כחלק מעסקאות נדל"ן,
- חקירות הנערכות כחלק מבדיקה של האתר כדי לבדוק ציות לדרישות משפטיות שונות כגון רישיונות, תנאי רישיון עסק או הסרה או הענקה של רישיונות עסקיים,
- חקירות הנערכות מתוך ציפייה לפיתוח קרקעות,
- השפעות סביבתיות הנראות בקרקע ובגופי מים,
- מטרדים סביבתיים הקשורים לאתר,
- כישלון בבדיקות דליפות של תשתיות,
- דרישות הודעה בהתאם למחויבויות החוקים והתקנות,
- הודעה על תאונות ושפיכות,
- כל דרך אחרת.

התהליך של גילוי אתר והודעה נידון בהרחבה בסעיף 3.0.

2.2.2 קביעה והפחתה של איומים מידיים

כאשר מגלים שאתר עשוי להכיל זיהום אפשרי, יש להעריך את כל המידע הזמין והרלוונטי בכדי לקבוע אם האתר מהווה איום מידי כלשהו על בריאות האדם, על בטיחותו או על הסביבה. אם מתגלה איום מידי, חובה להודיע מיד לרשויות המקומיות (מכבי האש וכו') ולמשרד להגנה על איכות הסביבה. עם גילוי של איום מידי, הצד הנושא באחריות ינקוט צעדים מידיים להפחית את האיום המידי.

האדם בעל השליטה בנכס ובחומר המסוכן הוא האחראי ליישם פעולות מידיות הנדרשות לסיום מקרה חירום של חומר מסוכן ולהודיע לרשויות המקומיות ולמשרד להגנה על איכות הסביבה.

עם השלמתן של פעילויות מסוג זה, יש להגיש דוח כתוב לרשויות, המתעד את הפעילויות ומאשר שכל האיומים המידיים הופחתו. הצד הנושא באחריות חייב לציין גם אם יש צורך בעבודה נוספת לצורך הגנה מתמשכת על בריאות האדם ועל הסביבה. חובה להפחית איומים מידיים לפני התחלת ביצוע סקר הסיכונים הרב-שלבי.

קביעה והפחתה של איומים מידיים נידונים בהרחבה בסעיף 4.0

2.2.3. אפיון האתר והשוואה עם רמות מחמירות מאוד המוגדרות כברירת מחדל

לאחר השלמת פעולות התגובה בשעת חירום וכן פעולות ניקוי שונות שהן קריטיות מבחינת זמן, או במקרים בהם אין צורך בפעולת חירום לאחר גילוי האתר, הצד הנושא באחריות חייב לבצע אפיון אתר ראשוני. מטרת אפיון האתר הראשוני הינה לזהות בביטחון סביר את הריכוזים המרביים של כימיקלים חשודים בכל אמצעי סביבתי אשר עלול להיות מושפע ולהשוות ריכוזים אלה עם ריכוזי סינון שמרניים (נמוכים). בשלב זה הם כוללים ערכי סף מחמירים לקרקע, תקן מי שתייה ישראלי למי תהום וקריטריונים רלוונטיים של איכות המים למים עיליים. אם על פי סקר סיכונים אקולוגי ברמה 1 ישנם אזורי מחייה ורצפטורים אקולוגיים, יש להתחשב גם ברמות סינון אקולוגי לאזורי מחייה אקולוגיים שונים. הרמות האנושיות והאקולוגיות המתוארות לעיל, הנקראות יחדיו רמות סינון, נחוצות כדי להגן על בריאות האדם ועל הסביבה מפני כל מסלולי החשיפה המלאים והאפשריים, ומאפשרות שימוש בלתי מוגבל בכל האמצעים (אדמה, אוויר ומים). עיין בנספח א' לגבי בחירת כימיקלים חשודים.

באתרים בהם ישנה סבירות גבוהה כי יהיה צורך באפיון נוסף או בשיקום, ייתכן ויהיה זה יעיל יותר מבחינה כלכלית לתחם את אופי ואת היקף ההשפעות מאשר לזהות את הריכוזים הגבוהים בלבד. יש לצרף לתכנית העבודה לאפיון האתר הצעה לאפיונים נוספים לשם קבלת אישור הרשויות.

אפיון האתר ידרוש עבודת שטח (כגון קדיחת בארות, איסוף דגימות של קרקע, גז קרקע או מי תהום, דגימות של מים עיליים וכדומה) בכדי לזהות את הריכוזים המרביים של הכימיקלים החשודים במדיה המושפעת. רמת המאמץ (מספר נקודות הדגימה וכדומה) הנדרשת לאפיון מספק תלויה בתנאים הספציפיים לאתר. אפיון האתר חייב להתבצע בהתאם להנחיות המשרד להגנת הסביבה לחקירת אתרים ולהנחיות רשות המים לחקירת מי תהום. יש להגיש תכנית עבודה הכוללת את תיאור הזיהום למשרד להגנת הסביבה ולרשות המים לצורך אישור. ההשפעות ייקבעו לפי ערכי הסף המחמירים או ערכים אחרים הדרושים לשם הגנה על הרצפטורים מפני מסלולי חשיפה מלאים. לדוגמה, באתר אשר אינו מיועד למגורים עם הגבלת פעילות מתאימה ומגבלת שימוש בקרקע, קריטריוני התיחום יתייחסו לערכי הסף המחמירים שאינם למגורים. במידה וקיים איום אקולוגי, קריטריוני התיחום יהיו הרמות המגנות על הרצפטורים האקולוגיים.

אפיון האתר צריך להסתכם בזיהוי האמצעי הסביבתי המושפע באתר, הנקודה או נקודות הפליטה, הכימיקלים החשודים, המיקום והריכוזים המרביים של הכימיקלים החשודים בכל אמצעי ותיחום הזיהום בכל שלושת הממדים. יש להשוות את הריכוזים המרביים של הכימיקלים החשודים לערכי הסף המחמירים, לתקן מי השתייה הישראלי ולקריטריוני איכות המים. במידה וקיים איום אקולוגי יש להשתמש ברמות היעד האקולוגיות של הקרקע. אם, במהלך החקירה, גבול הדיווח האנליטי של כימיקל חשוד כלשהו גבוהה יותר באופן משמעותי מאשר ערכי הסף המחמירים המתאימים, קריטריוני איכות המים ו/או רמות היעד האקולוגיות של הקרקע, ייתכן שיהיה צורך בהערכה נוספת. יש לכלול הצעה לאפיון נוסף בתכנית העבודה של אפיון האתר אשר תוגש למשרד להגנת הסביבה לצורך קבלת אישור. במקרה כזה, יש לבצע ניתוח באמצעות שיטה אנליטית אשר תאפשר גבולות דיווח אנליטי רגישים יותר, אם קיימת שיטה כזו.

ריכוזי הכימיקלים החשודים המרביים עוברים לאחר מכן השוואה לרמות הסינון האנושיות והאקולוגיות. אם פליטה מהאתר מובילה לנדידת גורמים מזהמים לגוף מים, חובה לשקול גם קריטריוני איכות למים. במקרה שהכימיקלים החשודים אינם נכללים בקריטריוני איכות המים

הישראליים, יש להשתמש בקריטריון איכות מים חלופי לאחר קבלת אישור המשרד להגנת הסביבה. אם הריכוזים המרביים בקרקע, מי התהום והמים העיליים אינם חורגים מערכי הסף המחמירים, תקן מי השתייה הישראלי או קריטריוני איכות המים ורמות סינון הקרקע האקולוגיות, האחראי לזיהום, הצד האחראי יכול לבקש מהרשויות מכתב המורה כי 'אין צורך בפעולה נוספת'. בתנאים כאלה, הרשויות ינפיקו את המכתב ולא יידרשו מגבלות על פעילויות ושימוש כל עוד אין שינוי בשימוש באדמה כרגע או בעתיד. יש לבצע את ההשוואה לערכי הסף המחמירים בהתאם לשימוש הרלוונטי בקרקע, כלומר אם ריכוזי הכימיקלים החשודים יושוו לערכי הסף המחמירים של שימוש מסחרי/תעשייתי בקרקע. אם הריכוזים באתר לא חורגים מערכי סף מחמירים אלה, מכתב ה'אין צורך בפעולה נוספת' יצהיר שניתן להשתמש בקרקע לכל שימוש מסחרי/תעשייתי אך לא לשימושים אחרים בקרקע כגון מגורים או חקלאות. המכתב יצהיר שכימיקלים חשודים באתר זה לא יכולים לחרוג מערכי הסף המחמירים המגנים על מי תהום.

אם הריכוזים המרביים בקרקע או במי תהום חורגים מערכי הסף המחמירים, תקן מי השתייה הישראלי, קריטריוני איכות המים ו/או רמות סינון הקרקע האקולוגיות, האחראי המזהם רשאי (i) לאמץ את ערכי סף מחמירים, תקן מי השתייה הישראלי או קריטריוני איכות המים ו/או רמות סינון קרקע אקולוגיות כמות ניקוי ולפתח תכנית לניהול סיכונים בכדי להגיע לרמות אלה, או (ii) לבצע סקר סיכונים רב-שלבי.

מכיוון שהרשויות יקבלו את החלטתן הסופית תוך הסתמכות על השוואה עם ערכי סף מחמירים המוגדרים כברירת מחדל, הנתונים הזמינים להשוואה חייבים לייצג במדויק את ריכוזי הכימיקלים החשודים המרביים הספציפיים למדיה המתאימה. המונח "ריכוז מרבי" מתייחס לריכוז המרבי הנוכחי של כימיקל חשוד. באתרים בהם התרחשו פליטות נוספות, נדידה משמעותית של חומרים או פעולת שיקום מאז שהדוגמאות נאספו בפעם האחרונה, ייתכן שיהיה צורך לאסוף נתונים המייצגים את התנאים הנוכחיים.

ייתכן שריכוזים של כל הכימיקלים החשודים לא יגיעו לריכוזים המרביים במדיה מסוימת (בדרך כלל מי תהום או גז קרקע) בגלל זמן ההסעה. במקרים כאלה, ייתכן שיהיה צורך בניטור בעתיד כדי להבטיח שלא תהיה חריגה מערכי הסף המחמירים, תקן מי השתייה הישראלי או קריטריוני איכות המים ו/או רמות סינון הקרקע האקולוגיות, ולכן יהיה צורך בפעולות נוספות.

אפיון האתר והשוואה עם ערכי סף מחמירים נידון בהרחבה בסעיף 5.0.

2.2.4. סקר סיכונים אקולוגיים

יש לערוך את סקר הסיכונים האקולוגי, המהווה חלק אינטגרלי מתהליך ה-IRBCA, בנוסף להערכה בשלבים המבוססת על בריאות האדם. לדוגמה, ניתן לבצע סקר סיכונים לבריאות האדם של שלב 1 עם סקר סיכונים אקולוגי של רמה 3. מצד שני, ניתן להשלים סקר סיכונים לבריאות האדם של שלב 3 בשילוב עם סקר סיכונים אקולוגי של רמה 1.

סקר סיכונים אקולוגי של רמה 1 מתייחס להערכת רמת הסיכון שמשתמשת ברשימות הביקורת א' ו-ב' (עין בסעיף 6.11.1 לקבלת פרטים). המטרה של הערכה זו היא לקבוע אם ישנם רצפטורים אקולוגיים כלשהם ו/או אזורי מחייה כלשהם ואם קיימים מסלולי חשיפה מלאים או אפשריים.

יש לבצע סקר סיכונים אקולוגי של רמה 2 במקרים בהם יש לפחות תשובה חיובית אחת לשאלות ברשימת הביקורת א' ו- ב' בסקר הסיכונים האקולוגי של רמה 1. הסקר יציג את הנוכחות של רצפטורים אקולוגיים ו/או אזורי מחייה העשויים להיות חשופים לכימיקלים חשודים באתר בעקבות מסלול חשיפה מלא מסלול חשיפה בעל פוטנציאל להיות מלא. סקר סיכונים אקולוגי ברמה 2 דורש השוואה של ריכוזים באתר ומחוצה לו עם ערכי סינון רלוונטיים המגנים על רצפטורים אקולוגיים ומערכי סף ישראליים - ראה טבלה 1-5(ב), טבלה 6.4(א) או טבלה 6.4(ב).

סקר סיכונים אקולוגי ברמה 3 יידרש כאשר סקר הסיכונים האקולוגי ברמה 2 מצביע על ריכוזים באתר החורגים מריכוזי סינון רלוונטיים המגנים על רצפטורים אקולוגיים ומערכי סף ישראליים. הצד הנושא באחריות חייב לפתח תכנית עבודה כדי לערוך סקר סיכונים אקולוגי ולהגיש אותה למשרד להגנת הסביבה כדי לקבל אישור לפני יישום התכנית. סקר סיכונים אקולוגי ברמה 3 יכול את הפיתוח של ערכים חלופיים ספציפיים לאתר המגנים על רצפטורים אקולוגיים ו/או אזורי מגורים.

2.2.5. פיתוח ולידציה של מודל אתר קונספטואלי

אם הריכוזים המרביים של כימיקלים חשודים חורגים מרמות מחמירות מאוד, מתקן מי השתייה הישראלי או מקריטריוני איכות מים ו/או מרמות אקולוגיות מחמירות מאוד ורמות אלה לא נבחרו כרמות שיקום, הצד הנושא באחריות לזיהום יפתח מודל אתר קונספטואלי ויבצע בו ולידציה. מודל אתר קונספטואלי מתאר את כל הגורמים הרלוונטיים הספציפיים לאתר שמשפיעים על הסיכון לבריאות האדם ולסביבה.

מודל האתר הקונספטואלי עובר ולידציה על ידי איסוף נתונים מספיק מבחינה כמותית ומבחינה איכותית ויש לתעד אותו באמצעות תיאור מילולי, דיאגרמות ותרשימי זרימה, בהתאם לצורך. המודל עשוי לכלול מסמכים מצורפים כגון יומני בארות, יומני קידוח, חתכי רוחב גיאולוגיים, פרטי ניטור של בניית בארות ודוחות מעבדה. במידת הצורך, יש לתקן את מודל האתר הקונספטואלי עם איסופו של מידע חדש הספציפי לאתר. מודל האתר הקונספטואלי הוא בעצם תיאור של תנאי האתר.

המרכיבים העיקריים של מודל האתר הקונספטואלי:

- תרחיש השחרור הכימי, מקור(ות) וכימיקלים חשודים,
- תפוצה במרחב ובזמן של כימיקלים חשודים במדיות המושפעות השונות,
- שימוש בקרקע כעת ובעתיד הסביר,
- שימוש במי תהום כעת ובעתיד, כולל מיקום של בארות מים,
- תיאור הסטרטיגרפיה של האתר, קביעת סוג הקרקע בתווך הבלתי רווי, הידרוגיאולוגיה, מטאורולוגיה והמיקום של גופי מים עיליים שיש להם פוטנציאל להיות מושפעים מכימיקלים חשודים באתר,
- תיאור של כל שימוש קיים או מוצע בקרקע,
- פעילויות שיקום שנערכו עד לאותו זמן,
- מודל חשיפה המזהה את הרצפטורים, כולל רצפטורים אקולוגיים ואזורי מגורים, מסלולי חשיפה ומסלולי חשיפה בתנאי השימוש באדמה כיום ובעתיד.

מרכיב חיוני ב-מודל האתר הקונספטואלי הוא לקבוע אם שימוש ביתי במי תהום הינו מסלול מלא בתנאים הקיימים כיום או בתנאים עתידיים. שימוש ביתי במי תהום כולל עיכול, מגע עם העור

ושאיפת אדים הנוצרים על ידי שימוש במים בתוך מבנה, כגון מקלחת ורחצה.

היקף איסוף הנתונים הספציפיים לאתר וניתוחם ייקבעו על ידי הפיזור בפועל של הזיהום ומסלולי החשיפה המלאים, ולא על ידי גבולות הנכס שבו אירעה השפיכה.

איסוף הנתונים והצבת יעדים לאיכות הנתונים חייבים לעמוד בפיתוח ושיפור של מודל האתר הקונספטואלי ומודלי חשיפה. יש להגיש את כל תכניות העבודה לאפיון האתר ואת מודל האתר הקונספטואלי לאישור הרשויות.

נתונים הנדרשים לפיתוח מודל האתר הקונספטואלי נידונים בהרחבה בסעיף 6.0

2.2.6. הערכת סיכונים בשלב 1

אם הריכוזים המרביים בקרקע או במי תהום חורגים מהרמות המחמירות ו/או מקריטריוני איכות המים ו/או מרמות אקולוגיות מחמירות, האחראי לזיהום רשאי לבחור להשלים סקר סיכונים בשלב 1 במקום ניקוי לרמות המחמירות, לתקן מי השתייה הישראלי וקריטריוני איכות המים ו/או לרמות האקולוגיות המחמירות. הצד הנושא באחריות חייב להגיש תכנית עבודה לאישורן של הרשויות לפני ביצוע סקר הסיכונים ולפני עריכת אפיון אתר נוסף. שלב 1 מספק רמות יעד מבוססות סיכונים המבוססות על הרצפטור, שימוש בקרקע, סוג הקרקע ומסלול חשיפה. סיכון אקולוגי מטופל כפי שמוסבר בסעיף 6.11.

הסיכון המקובל המשמש לפיתוח רמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1 הוא:

- לגבי סיכון מסרטן, סיכון חריג לסרטן של אדם לאורך חייו של 1×10^{-6} ;
- לגבי סיכון שאינו מסרטן, מנת סכנה של 1.0.

סקר סיכונים בשלב 1 כולל:

1. קביעת כימיקלים חשודים באתר,
 2. בחירה ברמות יעד מבוססות סיכונים הרלוונטיות בשלב 1 מטבלאות חיפוש גנריות המוצגות בסעיף 7.0,
 3. השוואה של רמות יעד מבוססות סיכונים רלוונטיות עם ריכוזי כימיקלים חשודים ייצוגיים.
- רמות יעד מבוססות סיכונים בשלב 1 ייבחרו עבור כל כימיקל חשוד, כל מסלול חשיפה מלא וכל אמצעי אשר יש חשש לגביו, שזוהה במודל החשיפה. רמות היעד מבוססות הסיכונים בשלב 1 נידונות בסעיף 7.0.

על סמך ההשוואה בין ריכוזים מייצגים ובין רמות יעד מבוססות סיכונים בשלב 1, האחראי לזיהום יכול לקבל אחת משלוש ההחלטות הבאות:

1. במקרים בהם ריכוזי הכימיקלים החשודים הששירים מגנים על בריאות האדם ועל הסביבה ולכן הוא יבקש מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת' מהרשויות, שיתייחס לשימוש בקרקע ולהגנה על מי תהום כעת ובעתיד;
2. אימוץ רמות יעד מבוססות סיכונים בשלב 1 בתור רמות שיקום והכנת תכנית ניהול סיכונים כדי לנהל את הסיכון;
3. ביצוע סקר סיכונים בשלב 2.

הצד הנושא באחריות חייב לספק דו"ח סקר סיכונים בשלב 1 לרשויות. אם הצד הנושא באחריות בוחר לבצע מיד סקר סיכונים בשלב 2, ניתן לשלב את סקרי הסיכונים בשלב 1 ובשלב 2 לדו"ח אחד.

הערה: בקשה למכתב 'אין צורך בפעולה נוספת' עשויה לדרוש תכנית אחריות לטווח ארוך אלא אם הריכוזים השיוריים עומדים ברמות שימוש בלתי מוגבלות. אם הריכוזים השיוריים של כימיקלים חשודים חורגים מרמות יעד מבוססות-סיכון למגורים, ייתכן שהמשרד להגנת הסביבה ידרוש שמכתב ה'אין צורך בפעולה נוספת' יהווה חלק מתיק הבניין.

סקר הסיכונים בשלב 1 נידון בהרחבה בסעיף 7.0.

2.2.7. סקר סיכונים בשלב 2

סקר סיכונים בשלב 2 מאפשר את השימוש במשתני הסעה בכדי לחשב סיכון ספציפי לאתר, ובמידת הצורך, רמות יעד ספציפיות לאתר.

בהכנה לסקר סיכונים בשלב 2, ייתכן שיהיה צורך בנתונים נוספים ובמודל אתר קונסטרוואלי מתוקן. הצד הנושא באחריות חייב להגיש תכנית עבודה לאישורן של הרשויות לפני ביצוע סקר הסיכונים ולפני עריכת אפיון אתר נוסף. הסיכונים מחושבים על סמך נתונים ספציפיים לאתר כגון שימוש בקרקע, מאפייני קרקע ומי תהום ומאפיינים פיזיים של האתר.

הסיכונים בשלב 2 מושווים לרמות סיכון מותרות באתר. על פי תוצאות ההשוואה, הצד הנושא באחריות יכול לקבל אחת משלוש ההחלטות הבאות:

1. ריכוזי הכימיקלים השיוריים מגנים על בריאות האדם ועל הסביבה ולכן הוא יבקש מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת' לתנאי השימוש בקרקע שאותם מניחים בסקר הסיכונים;
2. חישוב רמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 2 לשימוש כרמות שיקום ו/או פיתוח תכנית לניהול סיכונים;
3. הכנת תכנית עבודה לסקר סיכונים בשלב 3.

עם השלמת סקר הסיכונים בשלב 2, הצד הנושא באחריות חייב לספק לרשויות דו"ח סקר סיכונים בשלב 2.

תהליך הערכת סיכונים בשלב 2 נידון בהרחבה בסעיף 8.0.

2.2.8. סקר סיכונים בשלב 3

סקר סיכונים בשלב 3 מאפשר גמישות ניכרת בניהול סיכון באתר מזוהם. הרשויות דורשות שתכנית עבודה תוגש ותאושר לפני ביצוע סקר סיכונים בשלב 3 ולפני עריכת אפיון אתר נוסף.

היישום של תכנית העבודה ידרוש השוואה של (i) סיכונים בשלב 3 עם סיכונים מקובלים ו/או (ii) רמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 3 עם ריכוזי כימיקלים חשודים ייצוגיים. בהתאם להשוואה, הצד הנושא באחריות יכול לקבל אחת משתי ההחלטות הבאות:

1. ריכוזי הכימיקלים החשודים השוריים מגנים על בריאות האדם ועל הסביבה ולכן הוא יבקש מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת' אשר יתייחס לשימוש בקרקע ולהגנה על מי תהום כעת ובעתיד;

2. אימוץ רמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 3 כרמות ניקוי וכן פיתוח והטמעה של תכנית לניהול סיכונים.

עם השלמת סקר הסיכונים בשלב 3, הצד הנושא באחריות חייב לספק דו"ח הערכת סיכונים בשלב 3 לרשויות.

תהליך הערכת סיכונים בשלב 3 נידון בהרחבה בסעיף 9.0.
--

2.2.9. פיתוח ואישור של תכנית ניהול סיכונים

מטרת התכנית לניהול סיכונים הינה הגנה על בריאות האדם והסביבה בתנאים הקיימים כיום ובעתיד הסביר. תכנית ניהול הסיכונים תפותח לרוב לאחר שהרשויות יאשרו רמות שיקום ספציפיות למדיה בכל אחד מהשלבים (רמות מחמירות בשלב 1, שלב 2 או שלב 3). תכנית ניהול הסיכונים עשויה לכלול שילוב של אפשרויות שיקום אקטיביות ופאסיביות, תיאור של כל פעילויות השיקום ולוח הזמנים שלהן, מגבלות על פעילויות ושימוש ודו"חות רלוונטיים אחרים. התכנית עשויה לכלול את הפרמטרים הבאים, במטרה להגן על בריאות האדם ועל הסביבה:

1. טכנולוגיות שיקום;
2. תכנית אחריות לטווח ארוך, כולל מגבלות על פעילויות ושימוש שהוצעו והצדקה לשימוש בהם;
3. הערכה של הזמן הדרוש ליישום תכנית ניהול הסיכונים;
4. תכנית ניטור לאימות היעילות של תכנית ניהול הסיכונים;
5. האופן בו יחושבו נתוני הניטור;
6. ניטור רמות פעולה שיידרשו הערכה מחדש של יעילות תכנית ניהול הסיכונים;
7. שלבים בהם יש לנקוט במידה ותכנית ניהול הסיכונים אינה יעילה.

2.2.10. הטמעה והשלמה של תכנית ניהול סיכונים

יש להטמיע את תכנית ניהול הסיכונים כפי שנכתב ואושר על ידי הרשויות. במהלך ההטמעה יש לאסוף ולנתח מספיק נתונים בכדי להעריך את ביצועי התכנית, ובמקרה הצורך ליישם שינויים. את הנתונים וההערכה יש להגיש לרשויות. אם התכנית לניהול הסיכונים אינה מתקדמת כמתוכנן ויש צורך בשינויים, יש להגיש הצעה לשינוי התכנית לרשויות בכדי לקבל את אישורן. לא ניתן ליישם שינויים ללא אישור מראש מהרשויות.

תכנית לניהול סיכונים חייבת להמשיך עד שהרשויות קובעות, על סמך נתונים ספציפיים לאתר, שיעדי השיקום (רמות מחמירות, קריטריוני איכות מים, תקן מי שתייה ישראלי ורמות סיכון קרקע אקולוגיות, אם רלוונטי, רמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1, רמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 2 או רמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 3) מולאו, שהמגבלות על פעילויות ושימוש שצוינו נמצאות במקומן וניתנות לאכיפה במהלך התקופה הנדרשת ושינויים נהלו כראוי. התכנית לניהול

הסיכונים חייבת לכלול התחייבות לשמור על המגבלות על פעילויות ושימוש למשך הזמן הדרוש בכדי להבטיח הגנה על בריאות האדם ועל הסביבה - כלומר, כל עוד הריכוזים השיוריים אינם חורגים מרמות השימוש הבלתי מוגבל. הרשויות ינפיקו מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת' על סמך (1) מידע הזמין לרשויות באותו זמן, (2) הערכת ה-IRBCA וכן (3) הנחות הטבועות בסקר הסיכונים של ה-IRBCA, תנאי האתר מגנים על בריאות האדם ועל הסביבה. הרשויות עשויות לדרוש שמכתב ה'אין צורך בפעולה נוספת' יהיה חלק מתיק הבניין.

אם בעתיד יתגלה מידע נוסף שמראה כי (1) האתר מהווה סיכון בלתי מקובל לבריאות האדם ולסביבה או (2) תנאי האתר השתנו כך שהם לא תואמים עוד לתכנית ניהול הסיכונים, הרשויות עשויות לבטל את מכתב ה'אין צורך בפעולה נוספת' ולדרוש פעולות נוספות באתר.

תכנית ניהול הסיכונים והאחריות לטווח ארוך נידונים בהרחבה בסעיף 10.0.

2.2.11. אחריות לטווח ארוך

האחריות לטווח ארוך הינה מערכת של בקורות מוסדיות ומידע ציבורי הנדרשים כדי להבטיח הגנה על בריאות האדם ועל הסביבה באתרים שבהם כימיקליים שיוריים נשארו ברמות שימוש בלתי מוגבלות.

דוגמאות לכלי של אחריות לטווח ארוך:

- בקורות הנדסה או בקורות פיזיות;
- איסור על חפירות בקרקע או הערמת קרקע;
- הגבלות בנייה (ללא מרתף);
- אמצעים למזעור נידוף מזהמים בקרקע;
- איסור על השימוש באדמה למטרות מגורים;
- איסור על שימוש במי נגר עילי למילוי מאגרי מים;
- הגבלות להגנה על משאבים אקולוגיים באזור;
- בקורות ממשלתיות כגון יישום מגבלות אזוריות ומגבלות על קידוח בארות;
- אמצעים אינפורמטיביים כגון שטרי הודעות ומאגרי נתונים.

יש לתכנן את המגבלות על הפעילויות ועל השימוש לעיל ומגבלות אחרות בכדי להבטיח שמסלולי חשיפה מסוימים יישארו חלקיים כל עוד הכימיקלים החשודים מהווים סיכון בלתי מקובל לבריאות האדם או לסביבה דרך מסלולים אלה. כדי להשיג יעד זה, המגבלות על הפעילויות ועל השימוש חייבות להיות יציבות, אמינות, ניתנות לאכיפה בכפוף לחוק הישראלי ומתואמות לסיכון הנגרם על ידי הכימיקלים החשודים. מבלי לפגוע בתפקוד המגן שלהם, המגבלות על הפעילויות ועל השימוש מיועדות גם להקלה על עסקאות נכסים, פיתוח מחודש ושימוש חוזר ורווחי של קרקעות לא מנוצלות (brownfields, קרקעות לא מנוצלות החשודות בזיהום) ונכסים מזהמים אחרים. לפרטים נוספים על מגבלות על פעילויות ושימוש, עיין ב-ASTM E2081-00, ASTM, (2000b).

אם נותרים בנכס ריכוזי כימיקלים חשודים אשר חורגים מרמות יעד מבוססות-סיכון למגורים, ייתכן שהמשרד להגנת הסביבה ידרוש שמכתב ה'אין צורך בפעולה נוספת' יהיה חלק מתיק הבניין. יש להדגיש שכל אמצעי בקרה מוסדי, לרבות פעולות אדמיניסטרטיביות כגון הוספת הודעת אזהרה לשטר, יצטרך לציית לחוקים ולתקנות של מדינת ישראל, לרבות חוק המים, חוק חדש שיכנס לגבי קרקעות מזהמות (ברגע שהוא יכנס לתוקף), חוק החומרים המסוכנים וחוק שמירת הניקיון.

ניתן להסיר מגבלות על פעילויות ושימוש אם ריכוזי הכימיקלים החשודים לא חורגים עוד מהרמות שגרמו להטמעת המגבלות.

2.3 רמות יעד בתוך תהליך IRBCA

בתהליך ה-IRBCA, הנושא באחריות יכול לבחור בכל אחת מארבע רמות היעד הבאות כרמות ניקוי:

1. רמות מחמירות, תקן מי שתיה ישראלי וקריטריוני איכות מים ו/או רמות מחמירות אקולוגיות. אלו הם הריכוזים השמרניים ביותר המאפשרים שימוש בלתי מוגבל בנכס. מכיוון שהרמות המחמירות הינן הערכים השמרניים ביותר, ייתכן שהיישום שלהן לא יצריך הערכה של מסלולי חשיפה ספציפיים לאתר, פיתוח של מודל אתר קונספטואלי, מגבלות כלשהן על פעילויות ושימוש או קביעת השימוש במי תהום.

2. רמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1 מחושבות באמצעות פרמטרים שמרניים המוגדרים כברירת מחדל לשימושים שונים בקרקע ולמסלולי חשיפה שונים. אלה מופיעים בפרק 7 וחושבו באמצעות התוכנה של ה-IRBCA. המשתמש לא צריך לחשב מחדש ריכוזים אלה. כאשר תנאי האתר סוטים במידה משמעותית מההנחות האינהרנטיות לחישובי שלב 1, יש לערוך סקר סיכונים בשלב 2.

3. רמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 2 מחושבות באמצעות נתונים ספציפיים לאתר ושונות מרמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1 בכך שרמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 2 מבוססות על פרמטרי הסעה ספציפיים לאתר, ואילו רמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1 משתמשות כברירת המחדל של משתני הסעה. לגבי כל רצפטור, חובה להתחשב בתוספת הסיכון (של כל כימיקל ולכל מסלול חשיפה) והסיכון המצטבר באתר כולו (לכל הכימיקלים ולכל מסלולי החשיפה). בדרך כלל, אך לא תמיד, רמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 2 יהיו גבוהות יותר מרמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1 ועשויות לכלול הגבלות על פעילויות ושימוש.

4. רמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 3 מחושבות באמצעות נתונים שנאספו באתר ושונים מרמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 2 בכך שניתן לפתח רמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 3 באמצעות מודלי הסעה ותרחישי חשיפה השונים מאלה המשמשים לביצוע ההערכה בשלב 2. יש להתחשב בתוספת הסיכון ובסיכון המצטבר באתר כולו. היישום של רמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 3 עשוי גם הוא לכלול הגבלות על פעילויות ושימוש.

טבלה 2-1 משווה בין השלבים השונים בתוך מסגרת העבודה של ה-IRBCA. עם זאת, כאשר ההערכה משתנה מערכים מחמירים בין השלבים השונים, את רמות היעד של השיקום הופכות לנמוכות יותר, לצד הנושא באחריות אין אפשרות להשתמש ברמות גבוהות יותר מאלה של השלב הקודם. רמות היעד הגבוהות יותר בשלבים מבוססות על מידע ספציפי לאתר ולכן צפוי שהן יהיו מדויקות יותר בייצוג הסיכונים הפוטנציאליים באתר. ייתכן שחלקים שונים של האתר ינוהלו באמצעות רמות יעד שונות ומגבלות שונות על פעילויות ושימוש.

2.4 רציונל ומאפיינים של גישת השלבים

למרות ההבדלים בין שלושת השלבים, ישנו קו דמיון אחד משמעותי ביותר: כל שלב יסתכם ברמה מקובלת של הגנה לבריאות האדם ולסביבה. לפיכך, התהליך מספק גמישות ניכרות ומגוון אפשרויות לניהול סיכונים ספציפיים לאתר. ולכן הצד הנושא באחריות העובד עם הרשויות יכול לבחור את האסטרטגיה המיטבית.

כאשר הערכת האתר עוברת את התהליך הרב-שלבי ייתכנו התופעות הבאות:

- שלבים גבוהים יותר ידרשו איסוף נתונים הספציפיים יותר לאתר, מה שיגדיל את העלות של איסוף נתונים וניתוחם.
- באופן כללי, רמות היעד הספציפיות לאתר המחושבות בשלב 2 יהיו גבוהות יותר מרמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1 ורמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 3 יהיו גבוהות יותר מרמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 2. הסיבה לכך היא שרמות יעד בשלבים הנמוכים מחושבות באמצעות הנחות שמרניות יותר מאלה המשמשות ברמות יעד בשלבים הגבוהים. לפיכך, העלות של פעילויות לניהול סיכונים בשלבים הגבוהים תהיה לרוב נמוכה יותר.
- מידת חוסר הביטחון והשמרנות תפחת משלב 1 לשלב 3 עקב זמינותם של נתונים ספציפיים יותר לאתר.

2.5 מסמכים של תהליך IRBCA

תהליך ה-IRBCA דורש איסוף וניתוח של כמות משמעותית של נתונים. בנוסף לכך, מגוון בעלי עניין - לדוגמה רשויות ממשלתיות, בעלי קרקעות, מפתחים, סוכנויות להלוואות, ממשלות מקומיות וקבוצות לשמירה על איכות הסביבה - עשויים להתעניין בתוצאת תהליך ה-IRBCA. לפיכך, התהליך בו נתונים נאספים ומנותחים ושכאמצעותו מתקבלות החלטות חייב להיות שקוף ככל הניתן באמצעות מסמכים מתאימים וברורים.

דו"ח ה-IRBCA חייב להיות חד משמעי בכדי שבעלי העניין יוכלו להבין בקלות את המרכיבים הבאים:

- הנתונים שנאספו כדי לכמת ולנתח את הבעיה;
- האופי וההיקף של הבעיה באתר;
- התהליך המשמש לפיתוח תכנית פעולה לטיפול בבעיה;
- רצף הפעולות שנקטו כדי לטפל בבעיה;
- תוצאות הפעולות שבוצעו;
- הבסיס למסקנה שהפעולות שנקטו מגנות על בריאות האדם ועל הסביבה בהתאם לתנאי השימוש כיום ולתנאי השימוש הצפויים בעתיד הסביר.

באופן טיפוסי, המסמכים הבאים יוגשו לרשויות כחלק מתהליך ה-IRBCA:

- דו"ח על הפחתת איומים מידיים (במידת האפשר);
- תכנית עבודה לאפיון האתר ואיסוף נתונים;
- דו"ח אפיון אתר;

- תכנית עבודה כולל מודל אתר קונספטואלי;
- סקר סיכונים בשלב 1 ו/או בשלב 2 (במידת האפשר);
- תכנית עבודה לסקר סיכונים בשלב 3 (במידת האפשר);
- דו"ח סקר סיכונים בשלב 3 (במידת האפשר);
- תכנית ניהול סיכונים;
- השלמת תכנית ניהול סיכונים ודו"ח ניטורים, כולל דיגום מוודא במידת האפשר.

בהתאם לתנאי האתר, ייתכן שחלק מהמסכים לעיל לא יהיו נחוצים באתר או שישולבו עם אישור הרשויות.

ניתן לזהות אתרים מזוהמים במספר דרכים:

- תלונות של אזרחים;
- חקירות הנערכות כחלק מעסקאות נדל"ן;
- חקירות הנערכות כחלק מהסרה או הענקה של רישיונות עסקיים. בבדיקה של האתר כדי לבדוק ציות לדרישות משפטיות שונות כגון היתרים, תנאי רישיונות עסקיים;
- חקירות הנערכות מתוך ציפייה לפיתוח קרקעות;
- השפעות סביבתיות הנראות בקרקע ובגופי מים;
- מטרדים סביבתיים הקשורים לאתר;
- כישלון בבדיקות דליפות של תשתיות;
- דרישות הודעה בהתאם למחויבויות החוקים והתקנות;
- הודעה על תאונות ושפיכות;
- כל דרך אחרת.

חובה להודיע מיד לרשויות הרלוונטיות לגבי אתרים החשודים כמזוהמים או שאושרו כמזוהמים. ברגע שיש חשד שאתר מזוהם או חשוד כמזוהם, הצד הנושא באחריות ינהג בהתאם להנחיות ולהוראות של המשרד להגנת הסביבה בכתובת <http://www.sviva.gov.il> ובהתאם להנחיות רשות המים הישראלית ויגיש דו"ח שלב 1 (Phase I) ותכנית עבודה של דגימה לבדיקה ואישור. לתשומת הלב, הנחיות אלה מתעדכנות באופן תקופתי ובאחריות של הצד הנושא באחריות לבקר מדי פעם באתר ולהתעדכן לגבי ההנחיות.

הרשויות יבדקו את המסמכים המוגשים, כולל דו"חות ותכניות עבודה, ויגיבו תוך פרק זמן סביר.

כל הפעילויות בחסות ה- IRBCA ייערכו בהתאם ללשון החוק. הכוונה היא לחוק המים ותקנותיו, חוק הקרקעות המזוהמות החדש, חוק החומרים המסוכנים ותקנותיו, חוק רישוי עסקים ותקנותיו, תקני איכות פליטה וחוק הניקיון וחוקים ותקנות רלוונטיים אחרים והנחיות והוראות של הרשויות.

4.1 זיהוי איום מידי

בכל פעם שמתרחשת פליטה או שיש חשד לפליטת חומרים מזהמים, השלב הראשון הוא לקבוע אם קיימים איומים מידיים או סכנות מידייות. דוגמאות לאיומים מידיים כוללות, בין היתר, השפעות על בארות לאספקת מים, ריכוז אדי קרקע ברמות לא מקובלות, אדים מזהמים בתוך או ליד אזורים מיושבים וסגורים ברמות העלולות להוביל לפיצוץ, טיפות/ברק שמן או פאזה נוזלית לא מימית קלה (LNAPL) הנראית במי שטח, ריחות מזהמים בבניינים או קרקע מזהמת עם חשיפה גבוהה. במקרים מסוימים ניתן לזהות איומים מידיים לפני גילוי המקור לפליטת הזיהום, למשל אם רואים דגים מתים.

בכל המקרים חובה להודיע מיד לרשויות הרלוונטיות לגבי אתרים החשודים כמזהמים או שאושרו כמזהמים כנידון להלן.

4.2 הודעה על איום מידי

יש להודיע מיד למספר הטלפון של מרכז המידע של המשרד להגנת הסביבה -6911* או 08-9253321 או 1222-6911 מיד עם גילוי פליטת כל חומר מסוכן או זיהום של קרקע ומים העלול להוות איום מידי. מרכז המידע חייב להודיע לרשויות הרלוונטיות, בהתאם לאופי המקרה ולחוקים ולתקנות הקיימים ולתנאי רישיון העסק. הרשויות הרלוונטיות הן: המשרד להגנת הסביבה, רשות המים, משרד הבריאות ו/או כל רשות אחרת והרשויות המקומיות.

לאחר דיווח על פליטה, המשרד להגנת הסביבה יעריך את כל המידע הזמין ויקבע אם קיים איום מידי. אם נקבע שקיים איום כזה, המשרד להגנת הסביבה עשוי לדרוש את ביצוען של פעולות סבירות על מנת לסיים את מקרה החירום של החומר המסוכן. יש להעריך את הגורמים הבאים:

- איומים על אספקת מי שתייה (מי תהום או מי שטח), מי ים המשמשים להתפלה ואיומים על מערכות אקולוגיות ימיות;
- איום של שריפה או פיצוץ;
- איום ממשי או אפשרי של פליטה לגוף מים עיליים (מי שטח למטרות פנאי, מערכות אקולוגיות);
- רמות גבוהות של כימיקלים וקרקעות עיליות העלולות לנוע באדים, בחלקיקים, בצורה מומסת או בפאזה לא מימית;
- חשיפה ממשית או פוטנציאלית לאוכלוסיות אנושיות סמוכות, לבעלי חיים או לשרשרת המזון;
- תנאי מזג האוויר ו/או תנאי האתר שעלולים לגרום לפליטת חומרים מזהמים מסוכנים או להעברתם לסביבה ברמות שעלולות להוביל למצב חירום.

המשרד להגנת הסביבה עשוי לדרוש גם נקיטת פעולות שימנעו הישנות של מקרה חירום של חומרים מסוכנים.

ייתכן שהצד האחראי ידרש לבצע אפיון אתר ראשוני כחלק מפעולת תגובה בשעת חירום. אם הפליטה היא מקרה חירום של חומר מסוכן, הצד האחראי נדרש לבצע פעולות תגובה למקרה חירום בכדי למזער ולבטל את מקרה החירום. אם קיים מקרה חירום של חומר מסוכן או שסביר

שיקרה מקרה חירום, המשרד להגנת הסביבה לא יאשר סקר סיכונים או תכנית לניהול סיכונים אלא אם איומים מידיים יופחתו.

4.3 פעולות של תגובת חירום

4.3.1 פעולות למזעור איומים מידיים

פעולות מזעור ספציפיות תלויות באופיו של האיום המידי. לדוגמה, אם נפגעת באר של מי שתייה, הפעולות יכללו הודעה מידית למשתמשים במים ומתן אספקת מים חלופית. זיהוי של אדי קרקע במבנה עשוי לדרוש פינוי מידי של הדיירים, הגברת אורור המבנה והגבלות על הכניסה עד להפחתה של האיום.

4.3.2 פעולות למניעת התדרדרות נוספת

לאחר הפחתה של איומים מידיים, יש לנקוט פעולות כדי למנוע התדרדרות נוספת של המצב. דוגמאות:

- זיהוי המוצר או הכימיקלים שנפלט ומקור הפליטה;
- טיפול זהיר בחומרים שנחפרו או מדיות מזוהמות אחרות בכדי למנוע מגע עם בני אדם ולמנוע התפשטות הזיהום בהתאם לחוק החומרים המסוכנים ותקנותיו והנחיות המשרד להגנת הסביבה;
- יש להסיר כל פאזה נפרדת לא-מימית הצפה על מי התהום או על מים עיליים או שנאספה בחפירות בהקדם האפשרי;
- הסרת פאזה נפרדת לא-מימית;
- מניעת התפשטות נוספת של החומר המזהם.

4.3.3 פעולות למניעת השפעות לטווח ארוך

לאחר הפחתה של איומים מידיים, הבעלים/מפעיל נדרש להתחיל בפעילויות למניעת השפעות שליליות לטווח ארוך. דוגמאות לפעילויות כאלה כוללות בין היתר:

- הקצאה מתמשכת של אספקת מים חלופית;
- בדיקה תקופתית של אספקת המים וניטור בארות;
- בדיקה תקופתית של אדים במבנים שנפגעו;
- הסרה מתמשכת של פאזה נפרדת לא-מימית;
- תחזוקת מערכות טיפול בנקודות שימוש.

4.4 תיעוד התגובה

עם השלמתן של פעילות תגובה להפחתה/במקרה חירום, חובה לבצע תיעוד של התקרית ויש להגיש דו"ח בכתב למשרד להגנת הסביבה ולרשויות רלוונטיות אחרות, המאשר שכל האיומים המידיים הופחתו. הדו"ח על הפחתת איומים מידיים חייב לכלול לכל הפחות את הפרטים הבאים:

- אופיו של מקרה החירום שזוהה;
- פרטים על הפעילויות שבוצעו;

- לוח הזמנים שלפיו נערכו הפעילויות;
- פרטים על פעילויות תקופתיות שונות הנדרשות למעקב (לדוגמה, החלפה תקופתית של מסנני פחם במידה ונפגעו בארות לאספקת מים);
- פעולות מומלצות לפעילויות נוספות לצורך הגנה על בריאות האדם ועל הסביבה.

הדו"ח צריך לכלול טקסט, איורים וטבלאות לפי הצורך.

5.1 היעד של אפיון אתר ראשוני

המטרה של אפיון אתר ראשוני הינה לאסוף מספיק נתונים כדי לקבוע את:

- הפעילויות הקודמות באתר כדי לאתר את המקורות ואת הכימיקלים הפוטנציאליים החשודים;
- קביעת הריכוז המרבי של כל הכימיקלים החשודים ברמה גבוהה של ביטחון;
- הערכת הצורך בסקר סיכונים אקולוגי בהתאם למתודולוגיה המוסברת במסמך IRBCA, סעיף 5.4 וסעיף 6.11;
- השוואה בין הריכוז המרבי של כימיקלים חשודים ובין רמות מחמירות;
- קביעת המסלול להמשך, כלומר אחת מהפעולות הבאות:
 - בקשה מהרשויות למכתב 'אין צורך בפעולה נוספת';
 - תיקון לרמות המחמירות, המהווה אלטרנטיבה מועדפת של המשרד להגנת הסביבה
 - מעבר לסקר סיכונים רב-שלבי;

תיאור קצר של תהליך אפיון האתר הראשוני מוצג להלן.

5.2 תיאור האתר

הצד האחראי צריך לערוך סקירה מעמיקה של האתר ובדיקה היסטוריה של השימוש באתר ופעולות באתר כדי לזהות מקורות זיהום פוטנציאליים בעבר, בהווה ובעתיד, וכן סקר היסטורי להערכת אתר (Phase I – Environmental Site Assessment). תיאור האתר יתבסס על המידע הזמין, כגון:

- נתונים על פליטות ידועות או מתועדות ומדווחות;
- מיקום בהווה ובעבר של כל האזורים האתר המייצגים מקורות זיהום אפשריים (לדוגמה, קווי צינורות, אזורי עיבוד, משאבות או שנאים);
- תצלומי אוויר היסטוריים;
- ראיונות עם בעלים ומפעילים כיום ובעבר;
- היתרים שהונפקו לפעילויות שונות, לרבות תנאי רישיון עסק והיתרים לחומרים רעילים;
- ביקורים באתר.

על סמך מידע זה, הצד האחראי צריך להכין רשימה של כימיקלים חשודים פוטנציאליים והמיקום הסביר של מקורות הכימיקלים החשודים כדי לפתח את תכנית העבודה של אפיון האתר הראשוני שתוגש לרשויות לצורך בדיקה ואישור. ייתכן שיהיה כדאי לפתח מודל אתר קונספטואלי ראשוני בכדי לייעל את תכנון הדגימה במטרה לפתח את תכנית העבודה לאפיון. באתרים מסוימים הדבר ימנע את הצורך בהגעה שניה לאתר לשם איסוף נתונים נוספים.

5.3 איסוף נתונים

על הצד האחראי להגיש את תכנית העבודה לאיסוף נתונים (קרקע, מים גם אם הם לא משמשים כמי שתייה, מים עיליים, גז קרקע וכדומה) למשרד להגנת הסביבה לשם בדיקה ואישור. באתרים בהם ישנם מי תהום מזוהמים תוגש תכנית עבודה לדגימת מי תהום לרשות המים. תכנית העבודה חייבת להתאים לדרישות המינימליות של הבטחת איכות הנתונים/בקרת הנתונים של תכנית ניהול האיכות של הרשויות, כפי שמתפרסם באתרים של הרשויות (ראה גם סעיף 6.0). לאחר האישור, הצד האחראי יטמיע את תכנית העבודה ויאסוף דגימות בכל האמצעים באזורים הצפויים לכלול את הריכוזים המרביים. באתרים עם מקורות מרובים נפרדים יאספו נתונים עבור כל אחד מהמקורות. המספר המדויק של הדגימות, השיטות האנליטיות, טכניקות לדגימה בשטח ודגימות של הבטחת איכות/בקרת איכות לאיסוף ישתנו מאתר לאתר.

אחת המטרות החשובות של אפיון האתר הראשוני הינה לזהות בביטחון סביר את הריכוז המרבי של הכימיקלים החשודים בכל מקור ובכל אמצעי סביבתי. עם זאת, באתרים שעשויים להתקדם להערכה בשלב 2 או בשלב 3 או באתרים שללא ספק יצטרכו שיקום, ייתכן שיהיה עדיף מבחינה כלכלית לתאר את אופי והיקף הזיהום במקום לזהות את הריכוזים הגבוהים ביותר בלבד. באתרים כאלה, ייתכן שיהיה צורך להעריך את הגבול העליון של 95% ולכן יהיה שימושי לאסוף נתונים נוספים. ההערכה המהימנה של הגבול העליון של 95% דורשת לכל הפחות 10 נקודות דגימה נפרדות. דגימות כלשהן המדווחות מתחת למגבלת הדיווח וממוקמות בשולי האזור שנפגע אינן יכולות לשמש בחישוב הגבול העליון של 95%. באתרים אשר זוהמו על ידי כימיקלים שאינם אורגניים, למשל מתכות או כימיקלים אחרים המופיעים באופן טבעי, תכנית העבודה עשויה לכלול סעיף שיעריך את הריכוז הטבעי ברקע הספציפי לאתר. ייתכן שהרשויות לא ידרשו מהצד האחראי לשקם את האתר מתחת לריכוזים הטבעיים ברקע.

באתרים בהם נאספו כבר נתונים אלה, הצד האחראי חייב להדגים כי הנתונים הזמינים עומדים בדרישות הבטחת האיכות/בקרת האיכות המתאימות (ראה סעיף 6.0).

5.4 סקר סיכונים אקולוגיים

בכל האתרים יש לשקול גם סקר סיכונים לבריאות האדם וגם סקר סיכונים אקולוגיים (ERA). אם סיכון לבריאות האדם אינו מהווה חשש, למשל עקב היעדרות מסלול חשיפה מלא, יש לבצע סקר סיכונים אקולוגי ברמה 1, רמה 2 או רמה 3. לפיכך בכל אתר יש לבצע סקר סיכונים רב-שלבי לבריאות האדם וסקר סיכונים אקולוגי. לפרטים נוספים על סקרי סיכונים אקולוגיים, עיין בסעיף 6.11.

בשלב זה בתהליך ה-IRBCA ניתן לבצע סקר סיכונים אקולוגי ברמה 1 או ברמה 2. המסקנה של סקר הסיכונים האקולוגי ברמה 1, שהוא סקר איכותני, תהיה שאין צורך בהערכה אקולוגית נוספת בעקבות היעדר רצפטורים אקולוגיים או מסלולים או שיש צורך בסקר סיכונים אקולוגי ברמה 2. סקר סיכונים אקולוגי ברמה 2 ידרוש השוואה בין ריכוזים מרביים באתר ובין רמות סיכון אקולוגיות הנידונות בהרחבה בסעיף 6.11.

5.5 השוואה עם ערכים מחמירים מאוד ועם תקן מי השתייה הישראלי

השלב הבא לאחר מדידת הריכוזים המרביים במדידות השונות דורש שהריכוזים שנמדדו יושו

לערכים מחמירים מאוד ולרמות הסיכון הסביבתיות הרלוונטיות (קרקע, סדימנטים, מים עיליים, מי תהום, מי ים). בהתאם למשרד להגנת הסביבה, טבלאות 5-1 (א), 5-1 (ב), 6-4 (א), ו-6-4 (ב) מציגות את הערכים המחמירים מאוד ואת רמות הסיכון הסביבתיות הרלוונטיות הנוכחיות.

5.6 הערכת מסלול הפעולה הבא

על סמך ההשוואה לעיל, האלטרנטיבות הבאות אפשריות:

אלטרנטיבה 1: אם הריכוזים המרביים במדיה (קרקע, מי תהום, גז קרקע וכו') לא חורגים מהערכים המחמירים ומרמות סיכון סביבתי כלשהן, אין צורך לערוך סקר סיכונים נוסף או פעילויות ניהול סיכונים נוספות. לפיכך, הצד הנושא באחריות רשאי לבקש מהרשויות מכתב 'אין צורך בפעולות נוספות'.

אלטרנטיבה 2: אם הריכוזים המרביים בקרקע ובמי התהום חורגים מהערכים המחמירים (ולא זוהה סיכון אקולוגי), לצד האחראי יש שתי אפשרויות:

- לערוך סקר סיכונים לבריאות האדם ברמה 1, ברמה 2 או ברמה 3
- לבחור את הערכים המחמירים כרמות שיקום. במקרה זה הצד האחראי חייב לפתח תכנית לניהול סיכונים כנידון בסעיף 10.0.

אלטרנטיבה 3: אם הריכוזים המרביים בקרקע ובמי התהום חורגים מהערכים המחמירים וחורגים מרמות הסיכון הסביבתי הרלוונטיות, לצד האחראי יש שתי אפשרויות:

- לערוך סקר סיכונים רב-שלבי לבריאות האדם וסקר סיכונים אקולוגי;
- לבחור את הערכים המחמירים ואת רמות הסיכון הסביבתי הרלוונטיות הנמוכים יותר כרמות ניקוי. במקרה זה הצד האחראי חייב לפתח תכנית לניהול סיכונים כנידון בסעיף 10.0.

אלטרנטיבה 4: אם הריכוזים המרביים בקרקע ובמי תהום לא חורגים מהערכים המחמירים אך חורגים מרמות הסיכון הסביבתי הרלוונטיות, יש להשלים סקר סיכונים אקולוגי כמתואר בסעיף 6.11.

5.6.1 התחשבות בריכוזים המדווחים מתחת למגבלות הדיווח

במהלך החקירה, מגבלת הדיווח האנליטי של כימיקלים חשודים מסוימים במדיה הסביבתית עשויה להיות גבוהה יותר (לפעמים ברמה של סדר גודל) לעומת הערכים המחמירים המתאימים או קריטריוני איכות המים של כימיקל זה. מצב זה קורה מפני שהריכוזים של כימיקלים שניתן לאתר באופן ודאי במדיה הסביבתית (קרקע, מי תהום, סדימנטים במים עיליים ואוויר) מוגבלים על ידי היכולות של השיטה האנליטית שבשימוש ועל ידי הפרעות עקב נוכחות של כימיקלים מרובים במדיה הנבדקת. להלן מספר הצעות להתמודדות עם מקרים כאלה:

1. בדוק את הנתונים כדי לאשר שמגבלות הדיווח הסטנדרטיות אכן גבוהות יותר מהערכים המחמירים או מרמות יעד מבוססות-סיכון ושלא בוצעו שגיאות (לדוגמה, ספרות שהתחלפו, מיקום שגוי של נקודה עשרונית או המרה שגויה של יחידות).

2. השתמש בשיטות אנליטיות חלופיות רגישות יותר שמשוגות גבולות זיהוי נמוכות יותר מרמות היעד.

3. שלח דגימות למעבדה מוסמכת ומורשית המאושרת על ידי הרשות הלאומית להסמכת מעבדות אשר משתמשת בטכנולוגיות מתקדמות המשיגות את גבולות הזיהוי הרצויות באמצעות השיטה האנליטית הנדרשת על ידי המשרד להגנת הסביבה.

4. השתמש בכימיקלים חשודים דומים בתור תחליפים כדי לקבוע את היקף הזיהום. בבחירת התחליף, אשר שהניידות הסביבתית של הכימיקלים הבעייתיים שווה לניידות התחליף או נמוכה ממנה. כאשר מתאפשרים מספר תחליפים, בחר את האחד עם הניידות שהכי מייצגת את הכימיקל הבעייתי. השימוש בתחליפים חייב להיות באישור הרשויות.

5. אם אפשרויות 3, 2 או 4 אינן אפשריות, השתמש בנתונים שנמצאים מעל מגבלות הדיווח האנליטיות עבור כימיקלים חשודים עם ערכים מחמירים נמוכים כדי לפתח מגמות חומרים מזהמים, שלאחר מכן ניתן להשתמש מהן כדי לשער את היקף הזיהום בערכים מחמירים מאוד.

6. אם אפשרויות 3, 2 או 4 אינן אפשריות, השתמש בנתונים שנמצאים מעל גבולות הדיווח האנליטיות באופן משמעותי במודל ההסעה כדי לשער את היקף הזיהום.

הנאמר לעיל אינו מהווה רשימה ממצה של גישות אפשריות. גישות אלה וגישות סבירות אחרות יישקלו על ידי הרשויות והן ניתנות לאישור לפי כל מקרה לגופו.

5.7 דו"ח אפיון אתר ראשוני

הצד האחראי צריך לתעד את תוצאות אפיון האתר הראשוני ואת ההשוואה עם הערכים המחמירים בדו"ח שיש להגיש לרשויות. הנושאים שהדו"ח ידון בהם:

- היסטוריית האתר;
- תיאור האתר;
- שימוש נוכחי באתר ושימוש פוטנציאלי בעתיד באתר;
- מקורות וכימיקלים חשודים שזוהו באתר;
- שיטות ששימשו לאיסוף וניתוח נתונים;
- מיקומים וריכוזים של כל הדגימות (מזוהים במפת האתר), לרבות עומקי דגימה באתר ומחוצה לו;
- מיקום, בנייה וליתולוגיה של כל הקידוחים, הבארות או הפיאזומטרים;
- תוצאות מעבדה של ניתוח נתונים כימיקליים;
- מידע על הבטחת איכות/בקרת איכות;
- קביעה אם סוגיות אקולוגיות הן מדאגות וכן פעילויות שונות של סקר סיכונים אקולוגיים;
- תוצאות ההשוואה עם רמות סיכון אנושיות ואקולוגיות לכל האמצעים הנידונים הרלוונטיים (קרקע, מי תהום, מים עיליים וכדומה);
- המלצה על מסלול הפעולה הבאה (הרחבת הדגימה, בקשת מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת', שיקום או סקר סיכונים רב-שלבי).

יש להדגיש שכל תכנית עבודה של חקירת אתר לניטור קרקע, גז קרקע, מים עיליים, מי ים, סדימנטים חייבת להיות מוגשת למשרד להגנת הסביבה. בנוסף לכך, אם יש חשד שזיהום מסכן מי תהום, תכניות העבודה יוגשו לרשות המים.

6.1 מבוא

סעיף זה דן בתהליך תכנון שיטתי של פעילויות לאיסוף נתונים באפיון אתר עבור סקר סיכונים בשלבים 1, 2 ו- 3. נתונים סביבתיים המשמשים בתהליך סקר הסיכונים הישראלי (IRBCA) חייבים להיות תקפים מבחינה מדעית, ברי הגנה, בעלי איכות ידועה ומתועדים היטב. ניתן להשיג זאת על ידי שימוש בפרוצדורות הולמות של הבטחת איכות/בקרת איכות משלב תכנון המחקר הראשוני ועד לשימוש בנתונים. סעיף זה דן בקצרה בטכניקות המשמשות לאיסוף הנתונים. מוזכרים חומרי עזר שמספקים מידע מפורט יותר על מתודולוגיות לאיסוף נתונים.

הנתונים משמשים בתהליך ה-IRBCA למטרות הבאות:

- פיתוח וולידציה של מודל אתר קונספטואלי;
- תיחום היקף הזיהום בכל אמצעי הדרוש לכימות הסיכון לרצפטורים;
- זיהוי הריכוזים המרביים באתר הספציפיים למדיה המתאימה;
- זיהוי יחידות החשיפה (האזור או הנפח שבו הרצפטור חשוף או עשוי להיות חשוף לאמצעי המזוהם, כלומר קרקע עילית, תת קרקע עילית, מי תהום וכדומה) יש לקבוע את יחידות החשיפה לתרחיש באתר ולכל נכס מחוץ לאתר המושפע או שעשוי להיות מושפע. יחידות חשיפה שונות, רצפטורים שונים, מסלולי חשיפה שונים ומסלולי חשיפה שונים עשויים להתקיים בתרחישים כעת ובעתיד;
- הערכת הריכוז המייצג של כל שילוב רצפטורים במסלול החשיפה;
- פיתוח תכנית ברת-ביצוע לניהול סיכונים במידת הצורך;
- אישור יעילות החלופות לניהול הסיכון.

חשוב ביותר להקדיש תשומת לב מיוחד להכנה וליישום של תכנית העבודה לאפיון האתר כדי להבטיח שאופי והיקף הזיהום מאופיין כראוי ושכמות ואיכות נתונים הולמת נאספת כדי לקבל החלטות המבוססות על הסיכון שניתן להגן עליהן.

6.2 הרכיבים של מודל האתר הקונספטואלי

בדרך כלל, ניתן לאסוף נתונים באתר לאורך פרק זמן במהלך פגישות מרובות. לפיכך, חשוב לאסוף ולתעד את הנתונים הרלוונטיים בפורמט שיהיה קל להבין אותו ולהשתמש בו. מודל האתר הקונספטואלי מהווה פורמט נוח להצגת ההבנה הכוללת של האתר. ניתן לפתח מודל אתר קונספטואלי בתחילת פרויקט ולשפר ולעדכן אותו במהלך חיי הפעילויות באתר. מודל אתר קונספטואלי מלא ומפורט הינו חיוני בכדי לקבל החלטות מקצועיות שקולות הקשורות לאיכות ולכמות נתונים שיש לאסוף. המודל יכול לעזור בזיהוי היתרונות והחסרונות של פעילויות שיקום שונות ובמידת הצורך להציב מגבלות על פעילויות ושימוש. לסיום, זהו כלי תקשורת חשוב למפקחים, לצד האחראי ובעלי עניין.

מסמכי הדרכה כגון Guidance for the Data Quality Objectives Process (הדרכה לתהליך מטרות של איכות נתונים), QA/G-4 (USEPA, 2000a) ו-Data Quality Objectives Process for Hazardous Waste Site Investigations (תהליך מטרות לאיכות נתונים עבור חקירות אתרים של פסולת מסוכנות), QA/G-4HW (USEPA, 2000b) ומסמכים דומים אחרים יכולים לעזור בפיתוח מודל אתר קונספטואלי יציב.

המרכיבים העיקריים של מודל האתר הקונספטואלי:

1. תרחיש הפליטה הכימית, מיקום המקורות וכימיקלים חשודים;
2. תפוצה במרחב ובזמן של כימיקלים חשודים באמצעים המושפעים השונים באתר ומחוצה לו, כלומר תיחום מלא של הזיהום בשלושת הממדים;
3. שימוש נוכחי ועתידי בקרקע ובמי תהום;
4. תיאור של כל מגבלת שימוש בקרקע או במים, נוכחי או מוצע;
5. תיאור הסטריגרפיה של האתר, קביעת סוג הקרקע השולט באזור הביניים (vadose), הידרוגיאולוגיה, מטאורולוגיה והמיקום של גופי מים עיליים שיש להם פוטנציאל להיות מושפעים מהכימיקלים החשודים באתר;
6. פעילויות שיקום כלשהן שנערכו עד לאותו זמן;
7. מודל חשיפה שמזהה את הרצפטורים, המקורות ומיקום הזיהום ומסלולי חשיפה בתנאי השימוש באדמה כיום ובעתיד.

קטגוריות הנתונים הבאות נדרשות לשם אפיון אתר כראוי במטרה לקבוע סיכונים:

- פרטי האתר (סעיף 6.3);
- תיאור וגודל של השפיכה או הפליטה (סעיף 6.4);
- שימוש בקרקע סמוכה, מגבלות על פעילויות ושימוש ומידע על רצפטורים (סעיף 6.5);
- ניתוח השימוש במי תהום כעת ובעתיד (סעיף 6.6);
- מאפייני קרקע בתווך הבלתי רווי (סעיף 6.7);
- מאפיינים של אזורים רוויים (סעיף 6.8);
- מאפייני גוף מים עיליים (סעיף 6.9);
- תיחום הזיהום (סעיף 6.10);
- סקר סיכונים אקולוגיים (סעיף 6.11);
- חלוקת כימיקלים חשודים בקרקע (סעיף 6.12);
- חלוקת כימיקלים חשודים במי תהום (סעיף 6.13);
- חלוקת כימיקלים חשודים באדי קרקע (סעיף 6.14);
- חלוקת כימיקלים חשודים בסדימנטים ובגופי מים עיליים (סעיף 6.15).

נתונים על מי גשמים וסדימנטים אחרים או אמצעי הרטבה אחרים של הקרקע כגון השקיה, וקצב החדירה רלוונטיים גם הם. כחלק מהערכת IRBCA, הצד הנושא באחריות חייב לבדוק בקפידה את כל הנתונים הזמינים ולזהות פערי נתונים כלשהם. לפיתוח תכנית עבודה שתאפשר על ידי הרשויות דורש תהליך תכנון שיטתי. תכנית העבודה לאפיון האתר ואיסוף נתונים חייבת לכלול תכנית לדגימה וניתוח כדי למלא את פערי הנתונים ולהבטיח שהנתונים הנאספים הם בכמות ובאיכות מהימנות. תכנית העבודה צריכה להיות בהתאם לתכנית פרויקט להבטחת איכות (quality assurance project plan, QAPP) שאושרה על ידי הרשויות. הדוגמאות כוללות את ההנחיות של ה-USEPA כגון דרישת ה-EPA לתכנית פרויקט להבטחת איכות (EPA Requirement for Quality Assurance Project Plans, EPA QA/R-5, 2001) והנחיות ה-EPA לתכנית פרויקט להבטחת איכות (EPA Guidance for Quality Assurance Project Plan, EPA QA-G5, 2002) (תכנית פרויקטים להבטחת איכות יכולות להיות ספציפיות לאתר או ספציפיות לפעילות) ובהתאם להבטחת האיכות/בקרת האיכות הנדרשות בהנחיות הרשויות. עם זאת, הרשויות יכולות להחליט לגבי תכנית פרויקט של הבטחת איכות/בקרת איכות כרצון.

האיכות והכמות של הנתונים שיש לאסוף חייבות להבטיח כי:

- השימוש הייעודי בנתונים מוגדר ומובן לחלוטין כדי להבטיח שהנתונים שנאספו יהיו באיכות ובכמות מספקות;
- כל הנתונים הסביבתיים המשמשים לביצוע סקר הסיכונים וקבלת החלטות של ניהול סיכונים תקפים מבחינה מדעית, ברי הגנה ובעלי איכות ידועה;
- המיקומים הספציפיים שבהם הדגימות ייאספו, הדרישות לטיפול בדגימות ושיטות הניתוח מתוארים בבירור בכדי למנוע בלבול או דו-משמעות לאחר שהעבודה בשטח מתחילה.

הצד האחראי יכול לחשב ריכוזים מייצגים, להכין סקר סיכונים רב-שלבי, לפתח רמות יעד מבוססות-סיכונים ולהכין תכנית ניהול סיכונים לאחר שכל הנתונים הנחוצים נאספו.

6.3 פרטי האתר

המונח "אתר" מתייחס להיקף האווירי של הזיהום שבו התרחשה השפיכה או הפליטה. אזורים מעבר לאתר שעשויים להיות מושפעים מהכימיקלים באתר עקב זרימה בשטח או תנועת אדי קרקע או מי תהום נקראים אזורים "מחוץ לאתר".

פרטי האתר הבאים נחוצים כדי להשלים מודל אתר קונספטואלי על פי ה-IRBCA:

- מפת מיקום אתר (סעיף 6.3.1);
- מפת אתר (סעיף 6.3.2);
- תנאי שטח הקרקע (סעיף 6.3.3);
- מיקום שירותים ציבוריים באתר עצמו ובקרבתו (סעיף 6.3.4);
- גופי מים בשטח (סעיף 6.3.5);
- שימוש במי תהום באתר ובקרבתו (סעיף 6.3.6);
- שימושי בקרקע באתר ובקרבתו כעת ובעתיד;
- מאפיינים מקומיים של הידרולוגיה ואקוויפרים (סעיף 6.3.7);
- מי ים (סעיף 6.3.8);
- היסטוריית האתר - הערכה סביבתית של האתר שתעזור ליצור תמונה שלמה של הפעילויות באתר ולזהות כימיקלים חשודים וצרכים של איסוף נתונים;
- כל הנתונים שהושגו מחקירת האתר כגון דגימות וניטור של קרקע, אדי קרקע, מי תהום, גופי מים עיליים וסדימנטים.

תיאור קצר של הפריטים המופיעים לעיל מוצג להלן. דו"ח הערכת האתר הראשון חייב לכלול כרונולוגיה מקיפה של אירועים היסטוריים הקשורים לשימוש בכימיקלים כלשהם והשפעות ידועות, שתעזור ליצור תמונה שלמה של הפעילויות באתר ולזהות כימיקלים חשודים וצרכים של איסוף נתונים.

ניתן להשיג מידע רלוונטי על האתר באמצעים שונים, הכוללים:

- ביקורים באתר;
- חיפוש שטרות מכר;
- רשומות היסטוריות ותצלומים אוויריים;
- ראיונות עם עובדים באתר בעבר;

- עיון בשרטוטי הנדסה המציגים את פריסת האתר;
- עיון במידע על שימוש אזורי בקרקע ושימוש במי תהום;
- עיון בתיקיות של הרשויות הקשורות לאתר או לאתרים סמוכים;
- יצירת קשר עם העירייה, הרשות המקומית או רשויות אחרות כדי לזהות דרישות קיימות של שימוש בקרקע כגון חלוקה לאזורים
- איסוף נתונים קודמים וקיימים של דגימה וניטור של קרקע, אדי קרקע, מי תהום, גופי מים עיליים וסדימנטים.

6.3.1 מפת מיקום האתר

יש להכין מפת מיקום אתר. מיקום האתר צריך להיות ממורכז במפה הטופוגרפית, כשהאתר מסומן בבירור. קווי המתאר במפה הטופוגרפית צריכים להיראות היטב.

6.3.2 מפת האתר

לפי הצורך, מפות מפורטות של האתר צריכות להראות:

- גבולות של נכסים;
- פריסה של תכונות באתר בעבר ובהווה כגון מערכות בלימה או אחסון, אזורי עיבוד, מערכות הובלה ותפוצה, אזורים לטיפול בפסולת ולאחסון לרבות רכיבים משויכים וצנרת, בורות קיבול, אזורים מרוצפים ולא מרוצפים ובניינים;
- מיקום של אזורי פליטה;
- מיקום של בארות ניטור באתר (כולל אלה שנזנחו, זוהו בדרכן כלשהו אך שמידע מדויק חסר לגביהן או כאלה שנהרסו);
- מיקומים של בארות לשימוש במים (ציבוריות ופרטיות);
- מיקום של גופי מים עיליים;
- מיקומים של הים וחופים;
- מאפיינים אקולוגיים רגישים;
- מיקומים של קידוחים בקרקע, בארות להוצאת אדי קרקע ואזורים לחפירה בקרקע.

ייתכן שיהיה צורך במפות מרובות כדי להראות מאפיינים אלה. יש לשרטט את מפות האתר לפי קנה מידה, כולל סרגל של קנה מידה, וחץ לציון הצפון. בנוסף למפות האתר, נדרשת גם מפה של השימוש בקרקע (עיין בסעיף 6.5.1).

6.3.3 תנאי שטח הקרקע

יש לכלול את הפרטים הבאים:

- זיהוי חלקים מרוצפים, אינם מרוצפים או מהווים חלק מגינה באתר;
- תיעוד הסוג, ההיקף, תאריך ההרכבה, תנאים כלליים של הריצוף וסוג חומר האיטום וההתאמה של חומרי האיטום לכימיקלים החשודים הנמצאים באתר;
- תיאור של האזורים שאינם מרוצפים (לדוגמה, צמחייה, חצץ או קרקע חשופה);

- קביעת כיוון השיפוע של פני השטח וציון מאפיינים טופוגרפיים רלוונטיים (למשל עמקים, ניקוז או בריכות השהיה).

6.3.4 מיקום מתקנים ציבוריים באתר עצמו ובקרבתו

מי תהום ואדים מזהמים עלולים לזרום בעיקר לתוך ודרך קווים ומוליכים של מתקנים ציבוריים תת-קרקעיים ולהגביר את הסבירות שעובדי מתקנים ציבוריים או רצפטורים אחרים ייחשפו. לפיכך חובה לבצע הערכה מעמיקה של העברה פוטנציאלית וממשית והשפעות של כימיקלים חשודים על מתקנים ציבוריים תת-קרקעיים. מתקנים ציבוריים כוללים קווי כבלים, חשמל וטלפון, ביוב סניטרי קווי ניקוז וצינורות מים וגז טבעי. יש להשתמש בשילוב של תצפיות באתר, ידע על קווי מתקנים ציבוריים קבורים ודיונים עם נציגי המתקנים הציבוריים ועם בעל האתר כדי לקבוע את המיקום של מתקנים ציבוריים באתר. לכל הפחות, יש לבצע את הפעולות הבאות:

- אם נתקלים בתנאים נפיצים, יש להודיע מיד לרשויות המקומיות ולמרכז המידע של המרכז להגנת הסביבה בטלפון 6911* או 08-9253321 או 1222-6911;
- איתור כל הצינורות והמוליכים של מתקנים ציבוריים בתוך האזור של השפעה ידועה או חשודה על קרקע ומי תהום, הן באתר והן מחוצה לו, שבו הפליטה עשויה הייתה לעבור או תעבור בעתיד.

אם המתקנים הציבוריים ממוקמים באזור הזיהום, המידע הבא עשוי להיות שימושי:

- כיוון זרימת המים בצינורות המתקן הציבורי (מי שתייה, ניקוז וביוב);
- המיקום של צינורות ומוליכים של מתקנים ציבוריים על גבי מפה בסיסית אשר מראה את ההיקף והעובי של פאזה הנוזלית לא מימית (NAPL), אם יש, וזיהום של קרקע ומי תהום;
- העומק של צינורות ומוליכים של מתקנים ציבוריים ביחס לעומק מי התהום. יש להעריך בקפידה תנודות עונתיות במפלסי מי תהום (יחסית לעומק של מתקנים ציבוריים). מומלץ להשתמש בדיאגרמה של חתך הקרקע המעריכה את העומק עד למי תהום, המיקום והעומק של צינורות מתקנים ציבוריים;
- סוגי החומרים המשמשים לצינורות ומוליכים של מתקנים ציבוריים - לדוגמה, פוליוויניל כלוריד (PVC), קרמיקה, בטון או פלדה - וסוג המילוי מסביב למתקנים הציבוריים;
- עבודות היסטוריות שונות שהושלמו במתקנים הציבוריים ואם סוגיות הקשורות לזיהום זוהו כאשר העבודה בוצעה.

6.3.5 גופי מים עיליים

יש לאסוף את המידע שלהלן לגבי גופי מים עיליים, אם הם מושפעים, כדי לפתח את מודל האתר הקונספטואלי:

- המרחק והכיוון לגוף המים העיליים;
- המיקום הסביר שבו כימיקלים חשודים מהאתר ייפלטו אל גוף מים עיליים;
- כיוון הזרימה והעומק התפשטות הזיהום במי התהום ביחס לגוף המים;
- השטח של האגם או הימה או קצב הזרימה בנחל;
- אזורי מגורים אקולוגיים;

- קריטריוני איכות מים רלוונטיים לנחלים.

6.3.6 שימוש במי תיהום באתר ובקרבתו

יש לראיין בעלים ומפעילים של האתר כיום ובעבר כדי לקבוע אם בארות מים כלשהן ממקומות באתר או היו בו בעבר. יש לזהות את כל הבאות על סמך חיפוש ברשומות ובמאגרי הנתונים של הרשויות, ביקורים או סקרים מדלת לדלת, בהתאם למקרה. רמת המאמץ הנדרשת תהיה קריטית במיוחד לרשויות כדי לקבוע אם השימוש הביתי במסלול מי התהום הינו מלא או חלקי.

הצד האחראי חייב לחפש ולספק פרטים על הקמת בארות לגבי כל הבאות שזוהו עד למידה בה המידע זמין. פרטי בנייה רלוונטיים כוללים את העומק הכולל של הבאר, עומק המעטפת, מרווח מסונן או פתוח, רמה סטטית ו/או שאיבה והשימוש במים מהבאר. יש לספק גם קצבי שאיבה מהבאר ופרטי שפילת המים במידת האפשר.

אם באר שזוהתה אינה נמצאת כרגע בשימוש או שלא סביר שתהיה בשימוש בעתיד, יש לסגור אותה, או שהיא עשויה לתפקד כמוליך פוטנציאלי לכימיקלים חשודים שיגיעו למי תהום.

6.3.7 מאפיינים מקומיים של הידרוגיאולוגיה ואקוויפרים

יש להעריך מאפיינים מקומיים של הידרוגיאולוגיה, סוגי קרקע ואקוויפרים כדי לקבוע את הסוג והעומק של אקוויפרים באזור ואם הם מוגבלים, מוגבלים למחצה או לא מוגבלים. ניתן למצוא מידע זה בספרות המתפרסמת או בדו"חות של חקירות שנערכו באתרים סמוכים או בקרבת מקום. מאפיינים כלליים של אקוויפרים כגון תפוקה וכמות כוללת של מוצקים מומסים יעזרו לקבוע אם מסלול החשיפה של צריכה ביתית מהווה חשש. הצד האחראי צריך להשתמש במידע אזורי כדי להבין טוב יותר תנאים ספציפיים לאתר של הקרקע ומי התהום.

הבדיקה שנידונה לעיל צריכה לזהות גם גופי מים עיליים (אגמים, נהרות, נחלים וביצות), אדמות בוך, מערות, בולענים ומעיינות הנמצאים במרחק שמושפע מהפליטה באתר או עלול להיות מושפע ממנה. יש לזהות גופי מים במפת האזור הנידונה בסעיף 6.5.1.

6.3.8 מים

יש לאסוף את המידע שלהלן לגבי מי ים, אם הם מושפעים, כדי לפתח את מודל האתר הקונספטואלי:

- המרחק והכיוון לחוף ולמי הים;
- המיקום הסביר שבו כימיקלים חשודים מהאתר ייפלטו או ישוחררו אל מי הים או החופים;
- כיוון הזרימה והעומק של התפשטות זיהום במי תהום ו/או גופי מים עיליים סמוכים הזורמים לים;
- שימוש בחופים ובמי ים (רחצה, פנאי, תיירות, שמורת טבע וכדומה);
- מיקום הנחלים, ואדיות, תעלות, צינורות ביוב ביחס למי הים;
- ים פתוח או מפרץ סגור;

- קצבי הזרימה בהתאם למקרה;
- אזורי מחייה אקולוגיים;
- קריטריוני איכות מי ים.

6.4 תיאור וסדר הגודל של דליפה או נזילה

נתונים על האופי, המיקום והגודל של הפליטות הכרחיים לזיהוי הגורמים הבאים:

- קרקע ומקורות מי תהום באתר;
- כימיקלים חשודים;
- שיטות שישמשו לאיסוף וניתוח הדגימות;
- ההיקף האופקי והאנכי של זיהום הקרקע ומי התהום;

הצד האחראי צריך לאסוף מידע זמין רב ככל האפשר לגבי כל פליטה שאירעה באתר:

- היסטוריה של פעילויות באתר הקשורות לפליטה;
- מיקומים ותאריכים של הנזילות או הדליפות;
- כמות הפליטה;
- המוצרים או הכימיקלים שנפלטו;
- פעולות שיקום כלשהן ופעולת תגובת ביניים שננקטו ביחס לכל פליטה.

ניתן להשיג מידע הקשור לפליטה ממגוון מקורות, לרבות:

- סקירה תצלומי אוויר היסטוריים;
- סקירת רשומות מלאי של מוצרים או פסולת;
- ראיונות עם עובדים באתר בעבר ובהווה;
- סקירת דו"חות תקרית פליטה היסטוריים שתויקו אצל הרשויות.

6.4.1 היסטוריית הפעילויות באתר

באתר מזהמים רבים ייתכן שנערכה חקירת אתר אחת או יותר, אירועי ניטור, פעילויות להסרת ציוד או תשתית (כגון מכלים, צנרת או ברכות קטנות) או פעילויות שיקום במהלך פרק זמן ממושך.

לפיכך, שלב עיקרי בתהליך סקר הסיכונים הישראלי (IRBCA) הוא לפתח כרונולוגיה מקיפה של אירועים היסטוריים הקשורים להשפעות כימיקליות כלשהן. כרונולוגיה תעזור ליצור תמונה שלמה של הפעילויות באתר ולזהות כימיקלים חשודים וצרכים של איסוף נתונים. הכרונולוגיה צריכה לכלול מידע כגון תאריכים, תיאורים ותוצאות הפעולות הבאות:

- התקנה, הסרה או שדרוג של מערכות איסוף, תהליכים כימיקליים מערכות אספקה או מערכות פסולת;
- פעילויות שיקום כגון חפירה והשלכה של קרקע מזהמת;
- קידוח, דגימה ומדידה של בארות ניטור;

• איסוף דגימות מהמדיות השונות.

ייתכן שפעולות שיקום או תגובת ביניים הסירו חלק מהכימיקלים החשודים ששחררו באתר או את כל הכימיקלים החשודים. נתוני קרקע ומי תהום שנאספו לפני השלמת פעילויות אלה לא ייחשבו נתונים מייצגים של התנאים הנוכחיים ואין להשתמש בהם לחישוב החשיפה והסיכון הנוכחיים. באתרים כאלה, הצד האחראי צריך לאסוף נתונים נוספים של קרקע, אדי קרקע (רלוונטיים אם הכימיקלים החשודים נדיפים) וריכוזי מי תהום המייצגים את התנאים הנוכחיים. עם זאת, ניתן להשתמש בנתונים שנאספו לפני השלמת פעולות הביניים כהדרכה לקבלת החלטות לגבי איסוף נתונים נוסף.

הכוונה בפיתוח היסטוריית אתר היא להבין בבירור פעילויות באתר כדי לפתח מודל אתר קונספטואלי שאפשר יהיה להשתמש בו כדי להעריך במדויק סיכונים משויכים כלשהם כעת ובעתיד.

6.4.2 מיקום ותאריך של הנזילה או הדליפה

המיקום של הפליטה עוזר להגדיר את אזורי המקור. מיקומי פליטה בסירים באתרים מזהמים:

- רכיבים חלודים או פגומים במערכת הכלה או מערכת עיבוד;
- צנרת, במיוחד בעיקולי צינורות ומפרקים ובניקוזים ברצפה;
- מערכות חלוקה והפצה;
- הרבדה ליד ערמות עשן או נקודות של פליטת אוויר;
- פליטות מקריות באזורים של קבלה, מסירה או טיפול בכימיקלים ופסולת;
- מפרצים של מי שפכים ואגני מים ניגרים;
- אזורים לאחסון והשלכה של פסולת;
- צינורות ביוב;
- אזורים לאחסון חומרים של מוצרים מסוכנים.

פליטה עלולה להתרחש בתוך שכבת הקרקע העליונה. שכבת הקרקע העליונה היא האזור שרצפטור יכול לבוא במגע ישיר עם כימיקלים חשודים ולהיחשף להם בקרקע באמצעות עיכול, מגע בעור או שאיפת אדים וחלקיקים. בסקר סיכון בשלב 1, שכבת הקרקע העליונה מוגדרת מ-0 עד 1 מטר מתחת לפני השטח (מטרים מתחת לפני הקרקע) עבור רצפטורים באזורי מגורים ורצפטורים שאינם באזורי מגורים. בסקר סיכון בשלב 2, ניתן להשתמש בעומק שכבת הקרקע העליונה מתחת ל-1 מ' עם הצדקה הולמת ועם אישור מראש של המשרד להגנת הסביבה. עם זאת, במקרה של סקר סיכונים בשלב 2, עומק שכבת הקרקע העליונה לא יהיה קטן מ-30 ס"מ מתחת לפני הקרקע. בסקר סיכונים בשלב 3, עומק שכבת הקרקע העליונה יהיה ספציפי לאתר ללא הגבלות. תת הקרקע (הלא רוויה) היא קרקע הנמצאת מתחת ל שכבת הקרקע העליונה ועד לעומק הממוצע של מפלס מי התהום. העומק הממוצע למפלס מי התהום יסביר את התנודות העונתיות בעומק המים.

במהלך איסוף דגימות של שכבת הקרקע העליונה שבה מתכות מהוות חשש פוטנציאלי, חשוב לאסוף נתונים מהעומק הרדוד ביותר שניתן לדגום באופן מעשי, במקום לבחור מרווח דגימה אקראי באזור של 0-1 מ' או לאחד דגימות מהאזור כולו. שימוש אקראי בנתונים ממרווח של 0-1 מ' עלול לדלל ולהסתיר את החלוקה בפועל של ריכוזי הכימיקלים החשודים אם הזיהום אינו הומוגני בכל פרופיל הקרקע. יש לטפל בחששות מסוגים אלה בתכנית העבודה של איסוף

תוך התבססות על כרונולוגיית האתר וההיסטוריה התפעולית, הצד האחראי יוכל לקבוע את המיקום והתאריך של הפליטות. עם זאת, לעתים קרובות לא ניתן לדעת את המיקום והתאריך המדויקים של הפליטות. במקרים כאלה, יש להשתמש בסינוני שטח, כגון שימוש בגלאי פוטו-יינון (PID), ספקטרופוטומטר של פלורסצנטיות רנטגן (X-ray fluorescence, XRF), גשש גבול ממברנה (membrane interface probe, MIP), מבדק ביולוגי בשטח ו/או איסוף דגימות לניתוח במעבדה כדי לזהות את המיקום הסביר ואת ההיקף (אנכי ואופקי) של כימיקלים חשודים בקרקע ובמי תהום. כל דגימות הקרקע ייאספו על ידי אדם או ארגון שהוסמכו על ידי הרשות הלאומית להסמכת מעבדות ומוכרים על ידי המשרד להגנת הסביבה. כל הדגימות חייבות להתבצע בהתאם להנחיות העדכניות המתפרסמות באתר של המשרד להגנת הסביבה ותכנית העבודה חייבת לקבל את אישורן של הרשויות. כל ניתוחי הקרקע יבוצעו על ידי מעבדה שהוסמכה לביצוע הבדיקות הנדרשות על ידי הרשות הלאומית להסמכת מעבדות.

החלטות בנוגע לשימוש וליישום של טכנולוגיות לסינון בשטח ואיסוף דגימות חייבות להתבסס על תנאים וכימיקלים ספציפיים לאתר. לדוגמה, ייתכן שמכשירי PID לא יהיו מדויקים לקרקע שתוכן הלחות בהן גבוה מרמה מסוימת, וה-PID לא יכול לאתר את כל סוגי הכימיקלים. ניתן להשתמש בתצפיות כדי לזהות את המיקומים של דגימות הקרקע. מידע זה הוא חלק מתכנית דגימה וניתוח.

6.4.3 כמות הנזילה או הדליפה

תהליך ה-IRCBA אינו מחייב ידע בנוגע לכמות המדויקת של הכימיקלים או חומרי השפכים שנפלטו. לעתים קרובות מידע זה אינו ידוע. עם זאת, מושג כללי לגבי הכמות שנפלט יכול לסייע בהערכת ההיקף והחומרה הפוטנציאליים של השפעת כימיקל. אולם יש לציין שהמשרד להגנת הסביבה דורש דיווח לגבי הכמות המדויקת שנשפכה. יש מספר סיבות אשר בגללן נדרש מידע זה, אך הוא נדרש גם כדי להעריך את היעילות של האמצעי לאיתור דליפות הנדרש על פי חוק, כמות הזיהום שנותרה בסביבה שיש לטפל בה, והוא נדרש לחישובי איזון המסה הנדרשים על ידי המשרד להגנת הסביבה.

6.4.4 התחשבות במוצרי נפט

6.4.4.1 רמות מחמירות מאוד

אם הריכוזים באתר שנפגע מנפט או אתרים עם שמנים מינרליים, שייקראו מעתה ואילך "אתרים המושפעים מנפט", חורגים מרמות מחמירות מאוד, יש לערוך סקר סיכונים או לשקם את האתר לרמות אלה. הרמות המחמירות הן כדלהלן:

מגורים	אזורים מסחריים	אזורים חקלאיים	אזורים הידרולוגיים א, ב, ג	אזורים הידרולוגיים ב, ג	
קרקע (מ"ג/ק"ג)	100 מ"ג/ק"ג	500 מ"ג/ק"ג	100 מ"ג/ק"ג	500 מ"ג/ק"ג	
מי תהום (מ"ג/ל)	תקן מי השתייה הישראלי	תקן מי השתייה הישראלי	תקן מי השתייה הישראלי	תקן מי השתייה הישראלי	

איור 6-1 מציג את האזורים ההידרו-גיאולוגיים המוזכרים לעיל.

הרמות המאוד מחמירות שלעיל ישמשו גם לתיחום, לפני ביצוע סקר סיכונים. עיין בסעיף 6.4.4.2 לפרטים על השיטות האנליטיות.

6.4.4.2 כימיקלים חשודים

אם ריכוזי ה-TPH חורגים מהרמות המאוד מחמירות, והסוג של תערובת פחמימיני הדלק (כלומר סוג הדלק/שמן/מוצר) ידוע, כלומר ברמת ביטחון של 95% ועם הוכחות במסמכים מ-10 השנים הקודמות, הכימיקלים החשודים הפוטנציאליים באתר יהיו הכימיקלים שזוהו בטבלה 6-1, בהתאם לתוצר הדלק. אם רמת הביטחון הנדרשת, כפי שהוגדרה לעיל, לסוג המדויק של תערובת פחמימיני הדלק שנשפכה/נפלטת לא מתקיימת, כל הכימיקלים הרשומים בטבלה 6-1 ומשויכים לכל הסוגים האפשריים של תערובות פחמימיני דלק שאולי נפלטו באתר ינותחו, ידווחו ויחושבו ככימיקלים חשודים.

המשרד להגנת הסביבה דורש שהדיווח על כל הכימיקלים המנותחים באמצעות שיטות USEPA מספר 8260 (חומרים אורגניים נדיפים, VOC, volatile organic compounds) ומספר 8270 (חומרים אורגניים נדיפים חלקית, SVOC, semi-volatile organic compounds) יהיה באמצעות טבלה, לרבות הפרוצדורה האנליטית שהייתה בשימוש. יש לבקש מהמעבדות לדווח על הריכוזים בתבנית גיליונות עבודה של Excel וכן לספק את הדוחות של תוצאות המעבדה.

באתרים בהם נפלטו מספר מוצרים, יש לנתח את הכימיקלים החשודים של המוצרים הרלוונטיים, בהתאם למפורט בטבלה 6-1, ולדווח עליהם. לדוגמה, אם נפלטו דלק וסולר, יש להתחשב בכימיקלים החשודים גם בדלק וגם בסולר.

טבלה 6-2 היא רשימה כל של הכימיקלים, בהתאם למוצרי הדלק, שעבורם ניתן לחשב רמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1 על סמך הזמיות של מאפיינים רעילים ופיזיים-כימיים. לא ניתן לחשב רמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1 לכימיקלים אחרים הנמצאים בטבלה 6-1 עקב המחסור בנתוני רעילות עיקריים. ייתכן שיהיו באתר כימיקלים חשודים רלוונטיים אחרים שמקורם אינו בדלק, אם מוצרים שאינם עשויים מדלק, למשל חומרים ממסים, נפלטו. יש לקבוע כימיקלים חשודים נוספים כאלו על סמך התנאים הספציפיים לאתר.

6.4.4.3 רמות יעד בשלב 1: מגורים, אזורים מסחריים והגנה על מי תהום

באתרים המושפעים מדלק שבהם יש לערוך סקר סיכונים, ניתן להשתמש בדגימות קרקע לסינון TPH באמצעות סך כל ריכוזי TPH שהושגו באמצעות USEPA שיטה 418.1 או שיטות אחרות אשר אושרו על ידי המשרד להגנת הסביבה. אם הזיהום הוא דלק, סך כל ריכוזי ה-TPH ייקבע על ידי הוספת ריכוזי ה-TPH שהושג באמצעות USEPA שיטה 418.1 ו-TPH-GRO הנקבע על ידי USEPA שיטה 8015B. לחלופין, הצד האחראי יכול להשתמש בסכום של TPH-GRO ו-TPH-DRO כסך כל ה-TPH (בתנאי שהאתר אינו מזוהם גם בנפט גולמי או בדלקים מזוקקים כבדים יותר, כמו שמני סיכה). השיטה האנליטית המותרת ל-TPH-DRO, TPH-GRO ו-TPH-ORO הוא SW-846 שיטה 8015B.

עבור שלב 1, רמות היעד מבוססות-הסיכון ל-TPH לשימושי קרקע למטרת מגורים כוללות (i) 450 מ"ג/ק"ג בנזין וכן (ii) 850 מ"ג/ק"ג סולר. ריכוזים אלה פותחו באמצעות תוכנת ה-IRBCA. הריכוז של 450 מ"ג/ק"ג מחושב למקטע C5-C8 אליפטי שהוא הייצוגי ביותר של בנזין. הערך של 850 מ"ג/ק"ג הוא ממוצע הריכוזים שחושבו לשני המקטעים העיקריים (i) C9-C18 אליפטי ו-(ii) ארומטי C9-C16. מקטעים אלה מייצגים את הסולר. עבור תערובת של בנזין וסולר, ייעשה שימוש מסורתי בריכוז לדלק.

רמות יעד מבוססות-סיכון של קרקע בשלב 1 מגנות על מי תהום בהנחה כי (i) פקטור הפחתת הדילול של 2 באזור שאינו רווי (שמתאים לעומק מי תהום מתחת למקור בעומק בין 6 מ' עד 16 מטרים) (ii) נקודת החשיפה ממוקמת מתחת למקור המזוהם, כלומר המרחק לנקודת החשיפה הוא 0 מטרים ופקטור הפחתת הדילול המתאים של האזור הרווי הוא 1 וכן (iii) השיטה המתוארת בסעיף ה.7) הם 34 מ"ג/ק"ג לבנזין ו-802 מ"ג/ק"ג לסולר.

בנוגע לריכוזי מי תהום ומים עיליים בנקודת החשיפה, רמת היעד לבנזין המייצגת את רמות היעד המחושבות על סמך סיכונים עבור המקטע האליפטי C5-C8 היא 0.46 מ"ג/ליטר. בסולר, רמת היעד המתאימה המייצגת את סכום רמות היעד למקטעים C9-C18 האליפטי ו-C9-C16 הארומטי היא 0.633 מ"ג/ליטר.

6.4.4.4 רמות יעד בשלב 2: מגורים, אזורים מסחריים והגנה על מי תהום

כדי לבצע הערכה בשלב 2, יש לנתח דגימות קרקע ומי תהום למקטעי פחמן ארומטי ואליפטי נפרדים המפורטים להלן. את הניתוח תבצע מעבדה בישראל או בחו"ל, באישור המשרד להגנת הסביבה. בינתיים, הצד האחראי יכול לנתח את הדגימות באמצעות USEPA שיטה 1815B שתניב ריכוזים של TPH-GRO, TPH-DRO ו-TPH-ORO. למטרות מסמך זה, TPH-GRO כולל מקטעי פחמן אליפטי וארומטי C4 עד C12, TPH-DRO כולל מקטעי פחמן ארומטי ואליפטי C13 עד C24 ו-TPH-ORO כולל מקטעים אליפטיים וארומטיים C25 עד C32. הרעילות והמאפיינים הכימיים הפיזיים המשמשים לחישוב רמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 2 ל-TPH DRO, TPH GRO ו-TPH ORO כלולים בטבלאות הרלוונטיות בנספח ה'. יש לציין שגישת שלב 2 המועדפת היא להשתמש במקטעי פחמן ולא ב-TPH-GRO ו-TPH-DRO.

יש להשלים את מקטעי ה-TPH באמצעות המסמך "מדריך ביניים להערכת סיכונים לבריאות האדם מפחמיני דלק כוללות (TPH) (Cal DTSC 2009). מתודולוגיית המקטע CALEPA TPH דורשת את קביעת המקטעים הבאים, כאילו הם מייצגים כימיקל יחיד:

אליפטיים >C5-C8: >C9-C18; >C19-C32;
ארומטיים >C6-C8: >C9-C16; >C17-C32; .;

לפיכך, בתוך תהליך ה-IRBCA, ריכוז ה-TPH לכשעצמו עשוי שלא להספיק כדי לספק מידע מדויק להערכת הסיכון. לכן בנוסף לכך, יש לנתח דגימות קרקע ומי תהום לכדי להגיע לאינדיקציות של כימיקלים.

6.4.4.5 מטרדים

בנוסף לסקר סיכונים לבריאות האדם ולסקר סיכונים אקולוגי, אסור שריכוזי כימיקלים חשודים בסביבה יובילו או יגרמו למטרדים כגון ריחות או השפעות ויזואליות שליליות, כגון ברק על גוף מים עיליים. יש להתחשב בקיומם של מטרדים כאלו, ובהתאם למקרה, לנקוט צעדים לניהול סיכונים כדי לבטל מצבים כאלה. בהקשר של אתרים המושפעים מדלק, להלן דוגמאות למטרדים:

- ברק על גוף מים;
- שינוי חמור בצבע וכתמים על פני הקרקע;
- ריחות שניתן להריח האוויר מסביב או בתוך בניין, שניתן להבחין בהם ושנשארים למשך מספר ימים;
- יצירת גזים העלולים להיות נפיצים עקב שפיכת מוצרי דלק או במהלך התפרקות פחמימיני דלק;
- שינוי צבע של מים הנפלטים למעיין או גוף מים עיליים;
- מצבי מצוקה במערכות אקולוגיות (תמותה לא מוסברת ומעל לממוצע של דגים או חיות אחרות, הימנעות מאזורי מחייה אפשריים וכדומה).

בדרך כלל יבוטלו מטרדים במהלך פעילויות השיקום הנדרשות כדי להשיג תקנים מבוססי סיכון לאדם ולסביבה. עם זאת, באתרים בהם יש צורך להקל על מטרדים באופן מיידי, או אם המטרדים ממשיכים לאחר שבוצעו פעילויות לניהול סיכונים או אם לא נדרשות פעילויות לניהול סיכונים עקב שיקולי בריאות, הרשויות עשויות לדרוש פעילויות נוספות כדי לבטל את המטרדים. מצב זה עשוי לדרוש ציות לריכוז תקרה ל-TPH כללי.

6.5 שימוש בקרקע סמוכה, הגבלות של פעילויות ושימוש ומידע על רצפטורים

המידע על השימוש בקרקע משמש כדי לזהות את (i) מיקום וסוג הרצפטורים הפוטנציאליים, (ii) מסלולי חשיפה אשר באמצעותם רצפטורים פוטנציאליים עלולים להיחשף לכימיקלים חשודים וכן (iii) נוכחות של מגבלות כלשהן על פעילויות ושימוש העלולה להשפיע על שלמות מסלולי החשיפה. מידע זה קריטי לפיתוח מודל החשיפה של האתר. באופן ספציפי, יש לאסוף את המידע הבא:

- שימוש נוכחי בקרקע וחלוקה לאזורים;

- שימוש עתידי פוטנציאלי בקרקע וחלוקה לאזורים;
- תקנות מקומיות, הקלות והגבלות שמשפיעות על השימוש בקרקע או מי תהום;
- איכות וזמינות של אספקת מי שתייה;
- שימוש במי תהום מחוץ לאתר;
- נוכחות רצפטורים אקולוגיים, אזורי מחייה ומסלולים;
- קרקע המשמשת לחיות משק ו/או לגידולים ומזונות חקלאיים.

לכל הפחות, הרשויות ידרשו סקר על שימוש בקרקע ועל הרצפטורים, אשר יכסה את כל האזור המושפע ואת האזור העשוי להיות מושפע.

6.5.1 שימוש נוכחי בקרקע

נתונים על שימושים באתר ובנכסים בקרבתו נחוצים כדי להגדיר רצפטורים באתר ומחוצה לו העלולים להיחשף לכימיקלים חשודים. יש לערוך סקירה ויזואלית של השימוש באתר בתוך האזור המושפע כדי למנוע בלבול לגבי השימושים באתר. הסקירה חייבת לזהות בבירור את הבאים: בתי ספר, בתי חולים ומתקנים רפואיים אחרים, מגורים (דירות, בתים משותפים, קוטג'ים, בתים פרטיים), מבנים עם מרתפים, גני ילדים ובתי כנסת, בתי פולחן אחרים, בתי אבות ועסקים מסוגים שונים. הסקירה צריכה לזהות גם גופי מים עיליים, ים וחופים, פארקים, שמורות טבע, אזורי פנאי, מקלטים לחיות בר, ביצות ואזורים חקלאיים. הסקירה צריכה לציין אם הקרקע המושפעת משמשת לחיות משק ו/או לגידולים ומזונות חקלאיים. יש לתעד את תוצאות הסקירה במדויק במפת השימוש באתר. איור 2-6 הוא דוגמה למפת שימוש באתר.

אין צורך לשרטט את מפת השימוש באתר לפי קנה מידה מדויק. קנה מידה משוער יספיק. עם זאת, חובה להוסיף חץ צפון במפה.

6.5.2 שימוש עתידי בקרקע

יש לקבוע את השימוש והרצפטורים העתידיים בקרקע, דבר אשר קשה יותר לקבוע לעומת השימוש והרצפטורים הנוכחיים באדמה. אם לא יודעים מהו השימוש העתידי בקרקע ולא ניתן לתעד אותו (לדוגמה, באמצעות תכניות פיתוח או היתרי בנייה), יש להציג צפי לשימוש צפוי בעתיד הסביר, המבוססות על חוקי אזוריים מקומיים ודפוסי השימוש בקרקע מסביב לאזור זה. בהתאם לצורך, מפות אזוריים, תצלומי אוויר, משרדי תכנון מקומיים, תכניות-על קהילתיות, דפוסים משתנים של שימוש בקרקע וראיונות עם בעלי נכסים נוכחיים יכולים לספק מידע שבאמצעותו ניתן יהיה לחזות את השימוש העתידי בקרקע. יש להתחשב גם בקרבה לביצות, לאזורי מחייה רגישים ולאזורים רגישים אחרים מבחינה אקולוגית בעת צפי של שימושים עתידיים בקרקע. יש להעריך שימוש עתידי לחיות משק ו/או לגידולים ומזונות חקלאיים בקרקע במסגרת העבודה על סקר סיכונים בשלב 3.

6.5.3 שימוש במי תיהום מחוץ לאתר

סקר בארות מים ייערך כדי לאתר את כל בארות המים הציבוריות שנמצאות ברדיוס של ק"מ אחד מהאתר וכל בארות המים הפרטיות שנמצאות ברדיוס של חצי ק"מ מהאתר (מרחקי הרדיוסים המצוינים לעיל מהווים דרישות מינימום. הדרישות של הרשויות הרלוונטיות או הבדלים בניידות של כימיקלים חשודים ו/או הידרוגיאולוגיה באתר הספציפי עשויות להצריך סקרי בארות

בהיקף אווירי נרחב יותר). ייתכן שכמה מבארות אלה יהיו ידועות לפני סקר בארות המים. אחרות יזוהו במהלך הסקר.

רמת המאמץ הנדרשת לסקר בארות תלויה בשיקולים הספציפיים לאתר ולהיקף ההתפשטות ו/או תיחום ה-LNAPL. המאמץ שיושקע במשימה זו הינו קריטי במיוחד אם הרשויות רוצות לזהות מסלולי צריכה ביתית במהלך תהליך סקר הסיכונים או אם מעורבת בעניין פליטת מי התהום לנחלים או לים.

כמו בסעיף 6.3.6 הנוגע לבארות באתר, הצד האחראי חייב לחפש ולספק פרטים על מבנה בארות לגבי כל הבארות שזוהו עד למידה שבה מידע כזה הוא זמין. פרטי בנייה רלוונטיים כוללים את העומק הכולל של הבאר, עומק המעטפת, מרווח מסונן או פתוח, רמה סטטית ו/או שאיבה והשימוש במים מהבאר.

6.5.4 סקר רצפטורים אקולוגיים

רצפטורים אקולוגיים כוללים הן זנים ספציפיים והן אוכלוסיות כלליות של הצומח והחי, אורגניזמים יבשתיים ואורגניזמים מימיים ואזורי המחיה שלהם, לרבות ביצות, גופי מים עיליים, מי-ים, סדימנטים ואזורי מחיה רגישים. זנים מוגנים, מאוימים ונכחדים השוכנים באתר ובקרבתו עשויים לחייב התחשבות מיוחדת. הגנה על רצפטורים אקולוגיים כאלה מהווה חלק עיקרי מתהליך ה-IRBCA.

סקר הסיכונים האקולוגי ברמה 1, רשימות הביקורת א' ו-ב' (עין בטבלאות 6-3(א) ו-6-3(ב)), הן כלי סינון שחובה להשלימו עבור כל סקר סיכונים בשלב 1, שלב 2 או שלב 3. מידע מדויק לרשימות הביקורת שהוזכרו מחייב שהאזור מסביב לאתר יעבור בדיקה ויזואלית וסקירה נוספת למציאת רצפטורים אקולוגיים ספציפיים וקריטריונים של אזורי מחיה על ידי אקולוג.

עין בסעיף 6.11 לקבלת מידע נוסף בנוגע לסקר סיכונים אקולוגי.

6.6 ניתוח השימוש במי תהום כעת ובעתיד

השפעות על מי תהום וחשיפה אפשרית דרך שימוש ביתי במי תהום מהוות חשש משמעותי בישראל כיוון שחלק גדול מהאוכלוסייה מקבל את מי השתייה ממקורות של מי תהום. ניתן להיעזר בתהליך ה-IRBCA במקרים בהם מי התהום הזדהמו או שסביר להניח שהם הזדהמו מפליטה ספציפית לאתר. אלו הם היעדים הספציפיים של התהליך:

- להגן על כל השימושים במי תהום כיום ובעתיד הצפוי והסביר;
- להגן על כל המערכות האקולוגיות כיום ובעתיד הצפוי והסביר;
- להגן מפני חדירת אדים בתנאים כיום ובעתיד הצפוי והסביר;
- לספק בסיס רציונלי לשילוב מאפיינים ספציפיים לאתר בקביעת רמות היעד של מי תהום;
- להקל על פיתוח נכסים על סמך ציפיות סבירות לניקוי מי תהום.

קביעה עיקרית בפיתוח רמות יעד מבוססות-סיכונים למי תהום היא אם מסלול השימוש הביתי במי תהום הינו מלא בתנאים הקיימים כיום או בעתיד. הניתוח של שימוש ביתי במי תהום כיום ובעתיד חייב לכלול את כל אזורי מי התהום מתחת לאתר או בקרבתו העלולים (i) להיות

מושפעים מכימיקלים חשודים ספציפיים לאתר או (ii) ממוקדים בעתיד לשם התקנת בארות מים. למטרות ניתוח זה, יש להעריך אזורים עם מי תהום בהקשר תלת-ממדי.

כחלק משלב זה, יש לזהות ולתעד גם שימושים אחרים במי תהום (לדוגמה מי קירור, השקיה, השקיית חיות משק ומים לעיבוד תעשייתי) ויש להעריך את הסיכון.

6.6.1 שימוש במי תהום

מסלול הצריכה הביתית של מי תהום נחשב כמלא כברירת מחדל בתהליך ה-IRBCA. אם הצד האחראי טוען שמסלול מי התהום אינו מלא לשימוש במי שתייה, למשל שמי התהום במסלול זה לא יושפעו, או אם המים מלוחים מטבעם ולא ניתן להשתמש בהם לשתיה. יש לספק הצדקה לקביעה זו בדו"ח סקר הסיכונים הרב-שלבי. הצדקה זו צריכה לקבל אישור מרשות המים לפני הגשת דו"ח סקר הסיכונים. יש להעריך מסלולי חשיפה אחרים של מי תהום כגון פליטה למים עיליים, לרבות מי ים והשקיה חקלאית בסקר סיכונים בשלב 2/3 בהתאם לנדרש על ידי רשות המים והמשרד להגנת הסביבה. מסלולי חשיפה רלוונטיים אחרים לסקר סיכונים אקולוגי יוערכו ברמות 1-3.

מידת ההשפעה על הבאר תלויה בגורמים כגון:

- המאפיינים של הקרקע ותצורות הסלע;
- כיוון הזרימה של מי תהום;
- מוליכות הידראולית;
- המרחק לבאר;
- האזור בו הבאר מחורצת;
- עומק מעטפת הבאר;
- אזורי השפעה ולכידה שנוצרו על ידי פליטת הבאר;
- פירוק ביולוגי ומאפיינים פיזיים וכימיים אחרים של כימיקלים חשודים.

6.7 מאפייני קרקע בתווך הבלתי רווי

התווך הבלתי רווי הוא השכבה העליונה של הקרקע והוא מבטא מערכת תלת-שלבית המורכבת ממוצקים, נוזלים ואדים. קרקע בתווך הבלתי רווי הינה מדיה דרכה כימיקלים חשודים יכולים לעבור למי תהום ודרכה אדים יכולים להתפשט בכל הכיוונים לאוויר בתוך מבנים ומחוצה להם. הפרמטרים הבאים של התווך הבלתי רווי והשונות שלהם באזור המזוהם משפיעים על תנועת הכימיקלים:

- צפיפות נפח יבש;
- נקבוביות כללית;
- תכולת מים נפחית;
- תכולת חלקיקים אורגניים בקרקע;
- עובי התווך הבלתי רווי ועומקו ביחס למי התהום;
- עובי האזור הקפילרי.

ארבעת הפרמטרים הראשונים - צפיפות נפח יבש, נקבוביות, תכולת מים ותכולת חלקיקים

אורגניים בקרקע - נקראים לרוב יחדיו כפרמטרים גיאופיזיים או גיאוטכניים של הקרקע. יש להתחשב במסלולים מועדפים. לדוגמה, סדקי ייבוש עשויים להוות מסלול מועדף באתרים בהם סוג הקרקע העיקרי הוא טיט.

בסקר סיכונים בשלב 1, הרשויות הקצו ערכי ברירת מחדל שמרניים לפרמטרים אלה לסוג קרקע גנרי בתווך הבלתי רווי המייצג קרקעות באקוויפר החוף בישראל. לגבי סקרי סיכונים בשלב 2 ובשלב 3, יש להשתמש בערכים ספציפיים לאתר המבוססים על נתונים שנאספו מהאתר או פרמטרים המוגדרים כברירת מחדל שהם מוצדקים.

אם הנסיבות באתר הן כאלה שלא מאפשרות לקבוע מאפיינים גיאופיזיים בגלל מגבלות דיגום, הצד האחראי חייב להשתמש בערכים שמרניים ומוצדקים מהספרות המקצועית או ערכים מדגימות שנאספו בשטח באתרים סמוכים בעלי מאפיינים ליתולוגיים וגיאולוגיים דומים. אם לא ניתן למצוא ערכים או שהם לא קיימים, הצד האחראי צריך לפנות לרשויות לקבל הנחיות נוספות.

באופן כללי, איסוף דגימות גיאופיזיות של הקרקע ידרוש יותר מקידוח אחד או גוש אחד, בהתאם לתנאים באתר ונפחי התאוששות. בסופו של דבר, מספר הקידוחים או הגששים הנדרשים להשגת ערכים מייצגים של פרמטרים אלה ייקבע באמצעות החלטה ספציפית לאתר של היועץ הסביבתי, שתתבסס על ניסיון ושיקול דעת מקצועיים. המטרה היא לאסוף מספיק דגימות כך שהתוצאות ייצגו את התנאים הספציפיים לאתר. באתרים עם מאפיינים הומוגניים יחסית של התווך הבלתי רווי יהיה צורך בפחות דגימות ואילו באתרים עם תנאים הטרוגניים, יהיה צורך במספר גדול יותר של דגימות.

במצבים בהם לא ניתן לאסוף דגימות ללא הפרעה לצורך מדידת צפיפות הנפח היבש, ניתן להשתמש בערכים מוצדקים מהספרות המקצועית. עם זאת, חובה לאסוף ולנתח דגימות לחלקיקים אורגניים בקרקע, תוכן כובד המים וצפיפות חלקיקים.

6.7.1 צפיפות נפח יבש

צפיפות נפח יבש היא המשקל היבש של דגימת קרקע חלקי הנפח שלה בשטח. מדידה מדויקת של צפיפות נפח יבש מצריכה קביעה של המשקל היבש והנפח של דגימת קרקע שלא הופרעה. ניתן לאסוף דגימה של ליבת קרקע שלא הופרעה באמצעות צינור ShelbyTM, מכשיר דיגום בעל דפנות דקות, או שיטה דומה. אין להפריע לדגימה לפני הניתוח במעבדה.

צפיפות נפח יבש מוערכת באמצעות שיטה D2937.94 של ה-ASTM, “שיטת בדיקה סטנדרטית לצפיפות קרקע במקום שיטת הנעת צילינדר.” באתרים בהם ישנם סוגי קרקע רבים ושונים מאוד זה מזה בתווך הבלתי רווי, יש לאסוף דגימה מכל סוג קרקע בולט ונפרד. באתרים כאלה יש להתחשב באחוז של כל סוג קרקע יחסית לנפח הכולל של התווך הבלתי רווי בעת איסוף הדגימות וחישוב צפיפות הנפח. כאשר הקרקע באתר הומוגנית או כמעט הומוגנית, ייתכן שדגימה אחת לניתוח צפיפות הנפח תספיק.

6.7.2 נקבוביות כוללת

הנקבוביות הכוללת היא יחס הנפח של חללים לנפח של דגימת הקרקע. מעבדות רבות משתמשות בצפיפות נפח יבש וכבידה ספציפית של חלקיקי קרקע כדי לחשב את הנקבוביות

הכוללת באמצעות הנוסחה הבאה:

$$n = 1 - \rho_b / \rho_s \quad (6-1)$$

כאשר,

$$\begin{aligned} n &= \text{נקבוביות (cc/cc)}, \\ \rho_b &= \text{צפיפות נפח יבש (g/cc)}, \\ \rho_s &= \text{כבידה ספציפית או צפיפות חלקיקים (g/cc)} \end{aligned}$$

לפיכך, כבידה ספציפית וצפיפות נפח יבש נדרשות לקביעת הנקבוביות הכללית.

ניתן להשתמש ב"שיטת הבדיקה הסטנדרטית לכבידה ספציפית של מוצקים בקרקע באמצעות פיקנומטר מים" שיטה D854 של ה-ASTM, כדי לקבוע כבידה ספציפית. אם כבידה ספציפית או צפיפות חלקיקים אינן זמינות, ניתן להניח שקיים ערך של 2.65 g/cc לרוב הקרקעות המינרליות. עם זאת, חובה להצדיק את השימוש בערך זה.

אם לא ניתן לקבוע את הערך של נקבוביות כללית הספציפי לאתר, אפשר להשתמש בערכים מהספרות המקצועית המתאימים לליתולוגיה של האתר, בתנאי שמקורות הערכים מצוטטים ומוצדקים. נקבוביות אפקטיבית היא הכמות של חלל ריק הזמין לזרימת נוזלים. מחקרים שונים זיהו שאפילו בקרקע חרסית דקה ביותר, כגון סדימנטים באגמים, הנקבוביות האפקטיבית כמעט זהה לנקבוביות הכללית (Fetter, 2001). כאשר הנקבוביות הכללית והנקבוביות האפקטיבית שונות במידה משמעותית, ייתכן שהרשויות ידרשו ניתוח רגישות.

6.7.3 תכולת מים נפחית/תוכן לחות

תכולת מים נפחית היא היחס של נפח המים לנפח של הקרקע בשטח או קרקע שלא הופרעה. שיטה D2216-98 של ה-ASTM, "שיטת בדיקה סטנדרטית לקביעה במעבדה של תוכן מים (לחות) בקרקעות וסלעים לפי משקל" יכולה לשמש לחישוב יחס זה. עם זאת, זוהי שיטה לקביעת כובד המים, המשתמשת במשקל של הדגימה ולא בנפח, כדי לקבוע את יחס המים לקרקע. לפיכך, כדי להשיג את תכולת המים הנפחית, יש להשתמש בהמרה הבאה:

$$\theta_{wv} = \theta_{wg} \times \frac{\rho_b}{\rho_l} \quad (6-2)$$

כאשר,

$$\begin{aligned} \rho_{wv} &= \text{תכולת מים נפחית (סמ"ק מים/סמ"ק קרקע)}, \\ \rho_{wg} &= \text{תכולת משקל מים, מדווחת בדרך כלל על ידי המעבדה (ג' מים/ג' קרקע)}, \\ \rho_b &= \text{צפיפות נפח יבש (ג' קרקע יבשה/סמ"ק קרקע)}, \\ \rho_l &= \text{צפיפות המים (ג'/סמ"ק)}. \end{aligned}$$

עיין בסעיף 1.4 של שיטה זו לקבלת הוראות מיוחדות לגבי חומר המכיל כמויות משמעותיות של מים רוויים (מובנים), כגון חרסית. אם תוכן המים הכבדים הוערך יתר על המידה, צפיפות נפח

יבש אשר נמדדה באמצעות שיטה D2937 תהיה קטנה מדי. עיין בסעיף 8 של שיטה 2937. בנוסף לכך, אם הנקבוביות מחושבת באמצעות משוואה 1-6, ייתכן שתהיה הערכת יתר. במילים אחרות, אם תוכן המים הכבדים שגוי, צפיפות הנפח היבש והנקבוביות יהיו שגויים גם הם.

יש לנתח דגימות רבות מהאתר כולו בעומקים שונים מבחינת תכולת המים כדי להעריך את תכולת המים הייצוגית של התווך הבלתי רווי. כל דגימת קרקע המנותחת עבור כימיקל חשוד רלוונטי אחד או יותר תנותח גם מבחינת תכולת מים (באתר שבהם דגימות רבות מעומקים רבים מנותחות מבחינת כימיקלים חשודים על בסיס משקל יבש, ייתכן שלא יהיה צורך בדגימות נוספות אך ורק לניתוח תכולת המים). בנוסף לכך, יש לקבוע את ערכי תכולת המים בדגימות מייצגות מכל אחת מהיחידות הליתולוגיות המרכיבות את התווך הבלתי רווי. מכיוון שיש לדווח על כל הנתונים של ריכוזי כימיקלים חשודים בקרקע על בסיס משקל יבש, יש לקבוע את תכולת המים של כל דגימת קרקע, לדווח עליה ולהשתמש בה לפי הצורך בעת חישוב רמות יעד.

6.7.4 תכולת חלקיקים אורגניים בקרקע

תכולת חלקיקים אורגניים בקרקע היא המשקל של פחמן אורגני בקרקע חלקי משקל הקרקע, ומתבטאת כיחס או כאחוז. משתנה זה משמש לביצוע חישובים להמרת שיווי משקל, כלומר להערכת ריכוז מי הנקבוביות וריכוז אוויר הנקבוביות על סמך ריכוז הקרקע הכללי.

יש לקבוע את תכולת הפחמן האורגני באמצעות דגימות קרקע שלא הושפעו מדלק או כימיקלים אנתרופוגניים אחרים. לפיכך, קרקע הנישאת מהאזור המזוהם אך שייכת לסוג קרקע הזזה או דומה לזה הנמצא באתר מצריכה קידוחים כדי לקבוע את תכולת החלקיקים האורגניים בקרקע. ברמת סינון, שיטה אחת לקבוע אם כימיקלים אנתרופוגניים מסוימים השפיעו על הדגימה היא לבצע קריאת PID.

יש לאסוף דגימות המייצגות את התווך הבלתי רווי כדי לבצע ניתוח תכולת חלקיקים אורגניים בקרקע. באתרים בהם התווך הבלתי רווי מורכב ממספר סוגי קרקע שונים, יש לדגום כל סוג קרקע עיקרי. ניתן להוסיף דגימות קרקע שלמות מאותה יחידה ליתולוגית באופן אנכי מאותו קידוח ובאופן אנכי מקידוחים שונים ולאחד אותם בשטח בכדי ליצור דגימה יחידה. במהלך יצירת דגימה מאוחדת, יש לשים לב שלא לשלב דגימות שנאספו מיחידת ליתולוגיות שונות. בשכבת הקרקע העליונה יש בדרך כלל את תכולת הפחמן האורגני הגבוהה ביותר, וצריך לשים לב שהדבר לא יגרום להטיה בדגימות על ידי איסוף שכבת קרקע עליונה רבה מדי.

באתרים בהם סוגי הקרקע מתחת לפני הקרקע שונים במידה משמעותית, יש לאסוף דגימות קרקע מהתווך הבלתי רווי ומהתווך הרווי בשני קידוחים או יותר או בשתי נקודות גישוש או יותר, אשר ייצגו את סוגי הקרקע השונים. בהתאם למקרה, ניתן לאחר מכן לחשב את תכולת חלקיקי הפחמן האורגני כממוצע בכדי ליצור ערך מייצג של תכולת החלקיקים האורגניים בקרקע לכל מדיה. אם הערכים השונים מייצגים את נפחי הקרקע השונים זה מזה באופן משמעותי, עדיף להשתמש בממוצע משוקלל על פני ממוצע חשבוני.

ניתן להעריך את תכולת חלקיקים אורגניים בקרקע באמצעות שיטת Walkley Black (Page et al., 1982 Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, pp 570-571, Second Edition), שיטה של חמצון כימי (חמצון דיכרומטי מהיר) המשמשת לקביעת תכולת חלקיקים אורגניים בקרקע. התוצאות מדווחות בדרך כלל כאחוזי תכולת פחמן אורגני. ניתן להמיר את הערך המדווח לשבר על ידי חלוקה ב-100. עם

זאת, ייתכן שמעבדות מסוימות לא יכירו שיטה זו. שיטה חליפית ועקבית יותר היא ASTM שיטה D2974 (שיטת בדיקה סטנדרטית ללחות, אפר וחומר אורגני של כבול וקרקעות אורגניות אחרות). שיטה זו מודדת את תכולת החומר האורגני בדגימה. בעת שימוש בשיטה D2974, יש לחלק את התוצאה ב- 1.724 כדי לקבל תכולת פחמן אורגני חלקיקי. אם תוצאות המעבדה מדווחות כאחוז, ניתן לקבל תכולת חלקיקים אורגניים בקרקע על ידי חלוקת התוצאות ב-100.

6.7.5 עובי התווך הבלתי רווי ועומקו ביחס למי התהום

את העובי של התווך הבלתי רווי ניתן לקבוע תוך התבססות על מידע המוצג ביומני קידוח ו/או ממדידות שנלקחו מבארות ניטור או מפיאזומטרים. העובי מייצג את המרחק מפני הקרקע לעומק שבו נתקלים במפלס מי התהום. בתהליך ה-IRBCA, עובי האזור הקפילרי לא נחשב לחלק מהתווך הבלתי רווי. לפיכך, העובי של התווך הבלתי רווי נקבע על ידי חיסור העובי של האזור הקפילרי מהעומק של מי התהום. העומק של מי התהום משמש בסקר סיכונים בשלב 2 ו-3 כדי להעריך פליטות אדים ממי תהום וכדי לקבוע את גורם ההפחתה בתווך הבלתי רווי.

באזורים בהם זוהו מאפייני נקבוביות משניים משמעותיים (למשל היווצרות קארסט) או במדיה סדוקה, החישוב של פקטור הפחתת דילול לא יתבסס על ההנחה של מדיה מגורענת. יש להציע שיטות חלופיות להערכת פקטור הפחתת דילול וצרכי נתונים חלופיים למשרד להגנת הסביבה. באתרים בהם לא ניתן להעריך במדויק את פקטור הפחתת הדילול, הצד המשקם יכול להציע שיטות חלופיות להערכת מסלול השאיפה בתוך המבנה לאישורו של המשרד להגנת הסביבה.

באתרים בהם יש תנודות ניכרות במפלס מי התהום, יש להעריך את הנתונים הזמינים כדי לקבוע אם התנודות הן עונתיות או מייצגות מגמה אזורית עקבית מעלה או מטה. באתרים בהם יש תנודות עונתיות משמעותיות, העומק הממוצע של מי התהום והעובי הממוצע של התווך הבלתי רווי ישמשו לפיתוח מודל האתר הקונספטואלי הכללי ומאמצי מידול רלוונטיים שונים. ניתן לחשב ממוצעים באמצעות מדידות תקופתיות של מפלס מי התהום. עם זאת, אין להשתמש בממוצעים אלה בעת פיתוח מפות פוטנציומטריות ספציפיות לאתר, תכניות להתקנת בארות או כל פעילות אחרת שתדרוש ידע ספציפי של תנודות בכיווני הזרימה של מי התהום. באתרים עם מגמות מעלה או מטה במפלס המים שהן עקביות ולטווח ארוך (יותר משנה אחת) שלא נראה שהן מייצגות תנודות עונתיות, יש להשתמש בנתונים העדכניים ביותר כדי להעריך את עומק מי התהום ואת העובי של התווך הבלתי רווי.

באתרים בהם החלטת השיקום תלויה באופן קריטי בעובי התווך הבלתי רווי ו/או בעומק מי התהום, וידוע שהעומק של מי התהום משתנה באופן משמעותי, ייתכן שהרשויות יבקשו ניתוח רגישות. יש לבצע את הניתוח תוך שימוש בעומקים שונים של מי התהום ובעוביים שונים של אזורי הביניים כדי להעריך את המידה שבה פרמטרים אלה עשויים להשפיע על החלטת השיקום.

6.7.6 עובי האזור הקפילרי

האזור הקפילרי הוא האזור שצמוד מעל לאזור הרווי ושבּוּ משיכה קפילרית גורמת לתנועה מעלה של מולקולות המים מהאזור הרווי לקרקע שמעליו. אזור זה ייחודי בכך שיש לו מאפיינים גם של התווך הבלתי רווי וגם של האזור הרווי. בסקר סיכונים בשלב 2, ניתן למדוד את העובי או הגובה של האזור הקפילרי או להשתמש בערך עם הצדקה מתאימה. מכיוון שמדידה מדויקת בשטח של

עובי האזור הקפילרי יכולה להיות קשה, ניתן להשתמש בערכים מהספרות המקצועית המבוססים על סוג הקרקע שצמוד למפלס מי התהום כדי להקצות ערך ספציפי לאתר לעובי האזור הקפילרי.

העובי של האזור הקפילרי משפיע על חישוב הסיכון ועל רמות היעד המשויות של מי תהום המגנים על שאיפה בתוך מבנים. מכיוון שאזור זה לא נמדד בדרך כלל, ייתכן שהמשרד להגנת הסביבה ידרוש שהצד האחראי יבצע ניתוח רגישות. רוב המודלים המשמשים לביצוע חישוב זה יוצאים מתוך הנחה שהאזור הקפילרי אינו מזוהם, וייתכן שהנחה זו אינה מדויקת.

6.8 מאפייני התווך הרווי

כימיקלים חשודים עלולים להגיע למפלס מי התהום על ידי הסעה באופן אנכי דרך התווך הבלתי רווי. ניתן לצפות להעברה אנכית באזור הרווי בתנאים הבאים:

- כאשר נקבוביות החומר של המדיה הנידונה מתחת לפני הקרקע מובילה להעברה אנכית;
- כאשר קיים שיפוע טבעי או מלאכותי מטה בין אזורים רוויים רדודים ועמוקים;
- כאשר יש תכונות נקבוביות משניות בכיוון אנכי;
- כאשר יש NAPLs בדרך כלל, ההעברה האנכית של LNAPLs תיעצר בשולחן המים, ואילו NAPLs צפופים (DNAPLs) ימשיכו לנוע באופן אנכי למטה, דרך האזור הרווי.

מאפייני האזור הרווי שקובעים את הקצב, הגודל והכיוון של העברת כימיקלים חשודים במי תהום:

- מוליכות הידראולית אופקית ואנכית;
- גרדיאנטים הידראוליים (גודל בכיוון האופקי והאנכי גם יחד);
- מסה שיוטית באזור הקפילרי;
- מאפיינים גיאופיזיים של הקרקע באזור הרווי (תכולת חלקיקים אורגניים בקרקע, נקבוביות כללית ואפקטיבית וצפיפות נפח);
- פרמטרים של מי תהום;
- קצב חדירה;
- התרחשות וקצב פירוק ביולוגי;
- התדרדרות בעקבות גורמים אחרים, כגון ספיחה עקב תכולת תחמוצת מינרלית בקרקע;
- פוטנציאל pH וחימצון, במיוחד באתרים שבהם הכימיקלים החשודים כוללים מתכות.

מבין המאפיינים שהוזכרו לעיל, המאפיינים שבדרך כלל יש להם את ההשפעה הגדולה ביותר על העברת כימיקלים חשודים הם מוליכות הידראולית וגרדיאנטים הידראוליים. בתחילת תהליך ה-IRBCA, יש לזהות אזורים שונים של מי תהום ואת החיבורים ההידראוליים ביניהם. ייתכן שיהיה צורך בהבנה איכותנית וכמותית של הגורמים לעיל לגבי כל אחד מהאזורים.

במידת הצורך, יש להשתמש בערכים של מוליכות הידראולית, גרדיאנטים הידראוליים, נקבוביות אפקטיביות ותכולת חלקיקים אורגניים כדי להעריך את תנועת ההסעה של כימיקלים חשודים במי תהום. יש להשוות בין קצב ההעברה המחושב וההיקף של פלומת זיהום מי התהום ובין הנתונים בפועל כדי לאמת עוד יותר את מודל האתר הקונספטואלי.

6.8.1 מוליכות הידראולית

מוליכות הידראולית הינה פליטת המים לכל אזור יחידה בכל גרדיאנט הידראולי בהיווצרות מתחת לפני הקרקע. ניתן לקבל הערכות אמינות של מוליכות הידראולית ספציפית לאתר באמצעות בדיקות בשטח כגון מבחני שאיבה או מבחני החדרה. עם זאת, ניתן גם להעריך מוליכות הידראולית על סמך חלוקת גודל הגרגר של היווצרות נקבובית אם מבחן שאיבה או מבחן החדרה אינם אפשריים.

בהיעדר הצדקה למבחנים אלה ורק לאחר אישורן של הרשויות, ניתן להשתמש בערכים מהספרות המקצועית המתאימים לסוג הקרקע בתווך הרווי. כאשר משתמשים בערך מהספרות המקצועית, יש לספק חומרי עזר מתאימים והצדקה לערך, על סמך התחשבות בכל סוגי הקרקע העיקריים המרכיבים את התווך הרווי. כמו כן, ניתן גם להעריך מוליכות הידראולית על סמך חלוקת גודל הגרגר של היווצרות נקבובית.

המוליכות ההידראולית יכולה להשתנות במידה משמעותית בכיוונים אופקיים ואנכיים. כאשר מתייחסים למוליכות הידראולית, יש לציין תמיד אם ההתייחסות היא לכיוון אופקי או אנכי. יש להשתמש במוליכות הידראולית אופקית וגרדיאנט אופקי כדי לחשב את מהירות המים האופקית ואת המוליכות ההידראולית האנכית, ויש להשתמש בגרדיאנט האנכי בכדי להעריך את המהירות האנכית של המים.

6.8.2 גרדיאנטים הידראוליים אופקיים ואנכיים

הגודל והכיוון של הגרדיאנט ההידראולי מוערכים על ידי השוואת מפלסי המים הנמדדים בבארות ניטור באתר. יש להכין מפות מתאר של מפלסי המים על סמך הנתונים שנמדדו באמצעות תכנית מחשב או מודד מקצועי. כל הנתונים חייבים להתייחס לנתון משותף, כגון גובה הים הממוצע. ניתן להשתמש במפות המתאר כדי להעריך גם את הכיוון וגם את הגודל של הגרדיאנט ההידראולי האופקי. בעת שרטוט מפות המתאר, יש לשים לב ולוודא שהמדידות מבארות הניטור מייצגות את היחידות ההידרולוגיות שבשימוש. באתרים בהם ישנן בארות המיצגות מספר אזורים, יש להציג מפת מתאר לכל אזור (אין לשלב נתונים מבארות המייצגות אזורים שונים כדי לשרטט מפת מתאר אחת). באתרים בהם יש שונות עונתית בגרדיאנט ההידראולי או בכיוון הזרימה הראשי, ניתן להשתמש בעת בניית מודלים באומדנים של הגרדיאנט ההידראולי הממוצע של כל עונה ולכל כיוון זרימה.

עם זאת, יש להשתמש בזיהרות באומדנים אלה בעת הכנת מפות פוטנצינוריות או פעילויות אחרות בהן יש צורך בידע ספציפי לגבי טווח התנודות בכיוון זרימת מי התהום (לדוגמה, איתור והתקנה של בארות לאיתור גרדיאנט). באזורים בהם האקוויפר הרדוד הושפע ואקוויפר עמוק משמש למי שתייה, יש לקבוע את הגרדיאנט האופקי. יש לשים לב כדי למנוע מעבר של זיהום בעת קידוח והתקנה של בארות עמוקות.

באתרים בהם יש מספר אזורים של מי תהום, יש לקבוע גם גרדיאנטים אנכיים באמצעות השוואת מפלסי המים בבארות המייצגות עומקים שונים. הרשויות עשויות לשקול חריגים לדרישה זו על בסיס ספציפי לאתר.

6.8.3 מאפייני הקרקע בתווך הרווי

בנוסף למוליכות הידראולית, מאפייני הקרקע באזור הרווי כוללים תכולת חלקיקים אורגניים בקרקע, נקבוביות וצפיפות נפח יבש. פרמטרים אלה נדרשים כדי לכמת את תנועת הכימיקלים בתוך התווך הרווי וכדי להעריך את היקף הזיהום, לרבות פקטור ההתדרדרות ש"מאט" את תנועת הכימיקלים בתוך התווך הרווי. פרמטרים אלה הכרחיים גם להערכת ריכוזים בעתיד או לביצוע חישובי לאיזון מסת הכלה באמצעות מודלים הכוללים מקור מוגבל או מתחשבים בפירוק ביולוגי. סעיף 6.7 דן בשיטות למדידת פרמטרים אלה.

פרמטרים של מי תהום וקצב חדירה נידונים בנספח ג'.

6.8.4 אינדיקציות לפירוק ביולוגי במי תהום

ניתן למדוד אינדיקציות מהותיות לאיכות מי תהום (ריכוזים כימיים, אינדיקציות גיאוכימיות, מקבלי אלקטרונים, מיקרואורגניזמים וכדומה) באתר כדי לתעד את ההתרחשות של פירוק ביולוגי. ניתן להעריך נתונים הנאספים באופן איכותני או כמותי כדי להדגים את התרחשותו של פירוק ביולוגי. אינדיקציות לפירוק ביולוגי:

- ירידה בריכוזי מזהמים בבריכות ניטור באתר. יש להציג את הריכוזים בפני הרשויות במיליגרמים לליטר (מ"ג/ל")
- מדדים של פרמטרים גיאוכימיים הכוללים בין היתר (i) חמצן מומס, (ii) ניטראטים מומסים, (iii) מנגן, (iv) ברזל, (v) סולפאט, (vi) מתאן. אינדיקציות גיאוכימיות אחרות, כגון פחמן דו-חמצני, פוטנציאל להפחתת התחמצנות או גזים מומסים, יכולות להועיל בהתאם לכימיקלים חשודים. יש למדוד פרמטרים אלה של איכות המים בשלוש בארות לפחות הממוקמות לאורך קו האמצע של פלומת הזיהום. המיקומים של בארות אלה צריכים לכלול (i) באר רקע או גרדיאנט עולה, (ii) באר הממוקמת בתוך ההתפזרות ליד המקור, (iii) באר הממוקמת בתוך הגרדיאנט היורד של ההתפזרות מהמקור
- תוצאות של מחקרים מיקרוביולוגיים כגון זיהוי מיקרואורגניזמים (למשל *Dehalococcoides methanogens*) הנמצאים בהיווצרות;
- יחס איזוטופי של פחמן.

6.8.5 התרחשות וקצב של הפחתה/פירוק ביולוגיים

המונח "הפחתה טבעית מנוטרת" מתייחס לתלות בתהליכי הפחתה טבעיים (בתוך ההקשר של גישת שיקום אתר בבקרה וניטור מוקפדים) כדי להשיג יעדי שיקום ספציפיים לאתר בתוך מסגרת זמן סבירה בהשוואה לזאת המוצעת על ידי שיטות פעילות יותר. הפחתה טבעית כוללת את כל התהליכים הפיזיים, הכימיים או הביולוגיים שבתנאים מועדפים, פועלים ללא התערבות אנושית כדי להפחית את המסה, הרעילות, הניידות, הנפח או הריכוז של חומרים מזהמים בקרקע או במי תהום.

יש להשתמש בהפחתה טבעית מנוטרת במי תהום בזירות בגלל חוסר הביטחון לגבי היעילות הפוטנציאלית של ההפחתה הטבעית המנוטרת לעמוד ביעדי שיקום. בתוך ההקשר של שיקום, יש להתחשב רק תהליכים שמפרקים את הכימיקלים לכימיקלים פחות רעילים. לפיכך, בקרת מקור וניטור ביצועים לטווח ארוך חייבים להוות מרכיבים יסודיים בכל הפחתה טבעית מנוטרת

של שיקום מי תהום.

האפשרות להשתמש בהפחתה טבעית מנוטרת חייבת לקבל תמיכה מעמיקה ומספקת של נתוני אפיון וניתוח ספציפיים לאתר וכן ראיות לגבי התרחשות של תהליכי הפחתה טבעיים.

אפיון אתר להפחתה טבעית דורש הבנה כמותית של מסת המקור, זרימת מי תהום (כולל מסלולים מועדפים), אפיון התפזרות הכלה נמסה בהפרדה גבוהה, תפוצת חומרי הזיהום ויצירת מחיצה בין הקרקע, מי התהום וגז הקרקע, קבצים של שינויים ביולוגיים ושינויים שאינם ביולוגיים והבנה כל הגורמים האלה יכולים להשתנות לאורך זמן.

הדגמת היעילות האפשרית של ההפחתה הטבעית המנוטרת לשיקום מי תהום דורשת הדמיה אנליטית או מספרית של תהליכי הפחתה מורכבים ודורשת מודל אתר קונספטואלי מפורט כנקודת התחלה. בעת בחירת מודלים של הסעה, יש להתחשב במנגנונים נפוצים להסעת חומרים מזהמים כגון הסעה-פיזור, שבאמצעותם חומרים מזהמים הנמסים במי תהום מתרחקים מאזור המקור והעברת NAPL מתחת לפני הקרקע דרך מסלולים מועדפים שעשויים לתפקד כמקור לטווח ארוך.

יש לבחון היטב את הגיאולוגיה מבחינת אקוויפרים סלעיים הטרוגניים, קראסטיים, מובנים ו/או סדוקים שבהם מי תהום נעים בכיוון עדיף וייתכן שיהיה קשה לעקוב אחריהם.

השימוש בהפחתה טבעית מנוטרת כאפשרות שיקום יחייב ראיות של (i) הסרת המקור (ii) ניטור ביצועים לטווח ארוך של אינדיקציות לפרמטרים כגון ריכוזי כימיקלים, אינדיקציות גיאוכימיות, מקבלי אלקטרונים, מיקרואורגניזמים ותחמוצת פחמן. ניתן לסווג אינדיקציות להפחתה טבעית לשלוש קבוצות כלליות: ראיות ראשוניות, שניוניות ושלישוניות. ניתן להעריך נתונים הנאספים באופן איכותי או כמותי כדי להדגים את התרחשותה של הפחתה טבעית ופירוק ביולוגי.

הראיות הראשוניות הינן הפחתה של ריכוזי כימיקלים חשודים במי תהום כתוצאה מהפחתה או השמדה של ריכוזי כימיקלים או מסה של כימיקלים באתר. הראיות הראשוניות נקבעות בצורה הטובה ביותר באמצעות:

- שרטוט ריכוזי הכימיקלים החשודים כפונקציה של המרחק לאורך קו האמצע של פלומת הזיהום;
- שרטוט ריכוזי הכימיקלים החשודים כהפחתה או פירוט של תוצרים בכל באר כפונקציה של זמן;
- השוואת מפות מתאר של ריכוזי כימיקלים חשודים ותוצרי הפירוק בזמנים שונים;
- ביצוע השוואה של חישובי איזון מסות של חומרים מזהמים תוך התחשבות במאפיינים של תוצרי פירוק (רעילות, ממיסות, קינטיקה);
- בהתאם למקרה, יצירת תיאורים תלת-ממדיים ברזולוציה גבוהה של פלומות הזיהום וההסעה שלהן לאורך זמן.

בעת ביצוע הניתוח לעיל, יש להתחשב בגורמים אחרים שיכולים להשפיע על הנתונים, כגון שינויים במפלס המים או כיוון הזרימה.

ראיות שניוניות נחוצות כאשר הראיות הראשיות אינן מספיקות, או כאשר מידע כזה הוא נחוץ לתכנון מערכת שיקום (לדוגמה, התוספת של חמצן או סולפאטים). הראיות המשניות כוללות מדידת אינדיקציות גיאוכימיות כגון חמצן מומס, ניטראטים מומסים, מנגן, ברזל, סולפאט

ומתאן. יש למדוד אינדיקציות אלה של בשלוש בארות לפחות לאורך קו האמצע של פלומת הזיהום או קו הזרימה. הבארות צריכות להיות ממוקמות כדי לייצג תנאים במקומים הבאים:

- מיקום רקע או גרדיאנט עולה;
- אזור בפלומת הזיהום ליד המקור;
- אזור בפלומת הזיהום של הגרדיאנט היורד ליד המקור.

בתוך הראיות השניוניות, מדידת ההתדרדרות או תוצרי הפירוק של הכימיקלים החשודים יכולה לשמש גם להדגמת ההתרחשות של פירוק ביולוגי. לדוגמה, פירוק טבעי משנה טרכלורואתילן (PCE) לטרכלורואתילן (TCE), ציס-1,2-דיכלורואתילן (DCE) ופוליוויניל כלוריד. בכימיקלים מסוימים, תוצרי פירוק עלולים להיות יותר רעילים מהתרכובת המקורית. אם כך, יש להעריך גם את הסיכון מתוצרי פירוק כחלק מכל הצעת הפחתה טבעית מנוטרת.

פיתוח ראיות שלישוניות כרוך בביצוע מחקרים מיקרוביולוגיים כדי לזהות ולכמת מיקרואורגניזמים בתוך ההתפזרות ולידה. ראיות שלישיות משמשות רק במקרים נדירים ביותר. הפיתוח של ראיות שניוניות ושלישוניות נחוץ רק לעתים נדירות וברוב המקרים ראיות ראשוניות יספיקו.

אין לשקול הפחתה טבעית מנוטרת לזיהום באזור הביניים פרט לסקר סיכונים בשלב 3. ההפחתה תצריך אפיון אתר מפורט ביותר וראיות חזקות לתמיכה בהתרחשות הפחתה טבעית מנוטרת כתוצאה מהפחתה או השמדה של חומרים מזהמים. יש להגיש ראיות אלה למשרד להגנת הסביבה בצירוף בקרת מקור וניטור ביצועים לטווח ארוך, בהתאם לנדרש. מספר חומרי עזר חשובים להפחתה הטבעית המנוטרת:

USEPA, 1998, Technical Protocol for Evaluating Natural Attenuation of Chlorinated Solvents in Ground Water. EPA/600/R-98/128.

<http://www.epa.gov/superfund/health/conmedia/gwdocs/protocol.htm>

USEPA, 1999. Use of Monitored Natural Attenuation Superfund, RCRA Corrective Action, and Underground Storage Tank Sites. Final OSWER Directive 9200.4-17P.

<http://www.epa.gov/swerust1/directiv/d9200417.pdf>

USEPA, 2007a. Monitored Natural Attenuation of Inorganic Contaminants in Ground Water, Volume 1: Technical Basis for Assessment. EPA/600/R-07/139.

<http://nepis.epa.gov/EPA/html/DLwait.htm?url=/Exe/ZyPDF.cgi?Dockey=60000N4K.PDF>

USEPA, 2011. An Approach for Evaluating the Progress of Natural Attenuation in Groundwater. EPA/600/R-11/204.

<http://nepis.epa.gov/EPA/html/DLwait.htm?url=/Exe/ZyPDF.cgi?Dockey=P100DPOE.PDF>

6.9 מאפייני גופי מים עיליים

בכדי לפתח רמות יעד לקרקע ומי תהום אשר יגנו על שימושים מועילים במים עיליים, יש צורך בתקני מים עיליים. עיין בסעיף 6.3.5.

6.10 תיחום הזיהום

תהליך ה- IRBCA דורש איסוף של מספיק נתונים כדי לתחם את ההשפעות הסביבתיות במדיות השונות, כפי שנידון להלן.

6.10.1 תיחום הזיהום בקרקע ובמי תהום

לפני ביצוע סקר סיכונים, הצד האחראי חייב לבדוק את הנתונים הזמינים ולקבוע האם הנתונים הקיימים הינם באיכות ובכמות מספקת לתיחום היקף הזיהום הקיים בקרקע ובמי התהום. יש צורך במגוון נתונים, כגון שימוש בקרקע, שימוש במים, מגבלות שונות על פעילויות ושימושים, גיאולוגיית האתר וההידרוגיאולוגיה שלו ונתונים אנליטיים לכל מדיה מזוהמת. יש לתחם את ההיקף האופקי והאנכי של זיהום הקרקע ומי התהום באתר ומחוץ לו עד למידה הנחוצה בכדי להעריך חשיפות אפשריות לרצפטורים והשפעות על גופי מים עיליים, סדימנטים והים.

סוגיה עיקרית הקשורה לתיחום הזיהום הינה רמות הריכוזים לפיהן מוגדר הזיהום. קיימות מספר אלטרנטיבות. הדוגמאות הן בין היתר: רמות רקע, תקן מי השתייה הישראלי, רמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1, רמות יעד ספציפיות לאתר או רמות שלא זוהו ממצאים. הנחיית ה- IRBCA לא מפרטת במפורש ריכוזים אחידים לתיחום למדיות השונות. במקום זה היא משתמשת בקריטריוני תיחום "המבוססים על ביצועים", כמוסבר להלן.

יש לתאר השפעות רוחביות ואנכיות בקרקע ובמי תהום עד למידה הנדרשת כדי לקבוע:

- מסלולי חשיפה העשויים להיות מלאים לרצפטורים אנושיים ואקולוגיים (כולל אזורי מחייה) בתנאי שימוש כיום ובעתיד הסביר;
- היקף ההשפעות מעל לרמות היעד עבור מסלולי החשיפה הפוטנציאליים.

לדוגמה,

- באזורים שאינם מיועדים למגורים התיחום עשוי להיות לרמה של מתקנים שאינם מיועדים למגורים, אך אם פלומת הזיהום מתרחבת מעבר לאתר והקרקע מסביב משמשת למגורים, אזי התיחום יהיה לרמות של מגורים;
- בהתאם למסלולי החשיפה המלאים, תיחום הזיהום בקרקע אל מתחת לריכוזים המגנים על שאיפה בתוך מבנים או רמות יעד של שימוש ביתי במי תהום;
- תיחום לרמות יעד של חדירת אדים אם יש תרכובות נפיצות מתחת או בסמוך למבנים קיימים או מתוכננים לעתיד שימוקמו מעל לאזורים מזוהמים.

השימוש לעיל של קריטריוני ביצועים מייצג דילמה במובן שיש לתחם את המדיה המזוהמת בצורה מספיק טובה כדי להעריך את הסיכון באתר. עם זאת, לא ניתן להעריך סיכונים במדויק עד שהזיהום באתר תוחם. אם משתמשים במגבלות על פעילויות ושימושים או בבקורות הנדסה כמרכיב בשיקום הסופי, מאמצי התיחום יצטרכו להגדיר אזורים שבהם יהיה צורך למקם בקורות

אלה.

הצד האחראי רשאי להחליט לשקם את האתר לערכי הרקע, לרמות המחמירות ביותר, לקריטריוני איכות המים הרלוונטיים או לערכים מתחת לסף הגילוי של המעבדה. במידה ולא משקמים לרמות שיקום אלה, יש להשתמש בגישה החוזרת ונשנית הבאה. באתרים שבהם ברור שיש צורך בשיקום פעיל, הצד האחראי יכול להמשיך באמצעי שיקום זמניים ובסופו של דבר להשתמש בדגימות מאשרות כדי לתחם את ההיקף של הזיהום השיורי. לפיכך, סוגיות הקשורות לתיחום הזיהום לא ידחו את היישום של פעילויות שיקום.

1. לפני ביצוע עבודות באתר יש לפתח מודל אתר קונספטואלי מקדים, כולל מודל חשיפה. מודל החשיפה צריך להתחשב ברצפטורים באתר ובנכסים סמוכים שעלולים להיחשף לזיהום. אלה ידרשו קביעה אם השימוש הביתי במי תהום מהווה מסלול מלא או עשוי להיות מסלול מלא בעתיד.

2. על סמך מסלולי החשיפה המלאים של קרקע ומי תהום, יש לזהות את רמות היעד מבוססות-הסיכון הרלוונטיות בשלב 1 מטבלאות 7-2(א) עד 7-2(ו). באתרים בהם ברור שיהיה צורך בסקר סיכונים בשלב 2 ויש מספיק מידע על האתר, סביר לצפות בשלב זה מהצד האחראי שהוא יפתח רמות יעד ראשוניות ספציפיות לאתר בשלב 2.

3. לאחר שנקבעה רמת התיחום לכל כימיקל חשוד, יש לבצע בשטח את הפעילויות הבאות:

- ניתן להשתמש בנתוני מי תהום מחקירה בדחיקה ישירה בכדי להציג את היקף ההשפעה לפני התקנת בארות ניטור קבועות. המספר והמיקום של נקודות הדיגום בדחיקה ישירה ובארות הניטור הם החלטה מקצועית שהיא ספציפית מאוד לאתר. התיחום ידרוש תזוזות מרובות בשטח. באתרים בהם נתונים על מי תהום מבארות ניטור מצביעים על הצטמקות פלומת הזיהום, ניתן להשתמש בנתונים מבדיקה בדחיקה ישירה כדי לתאר את היקף הגרדיאנט היוצר של פלומת הזיהום. יש להמשיך בבדיקות בדחיקה ישירה בגרדיאנט יורד של המקור באתר/אזור הפליטה עד לתיחום הזיהום.

- באתרים בהם הנתונים הקיימים מצביעים על כך שפלומת הזיהום נעה, הצד האחראי צריך לערוך מספיק חקירות כדי לקבוע את היקף וקצב התנועה. ייתכן שיהיה משתלם יותר לערוך בדיקה בדחיקה ישירה ולאחריה התקנה של בארות ניטור קבועות לתיחום. יש לנטר את הבארות בתדירות ובפרק זמן שיספיקו כדי להדגים בבירור את מגמות התנועה (התרחבות, יציבות או התכווצות) ולהדגים שריכוזי הכימיקלים החשודים בבארות הגרדיאנט היוצר הן מתחת לרמות התיחום.

- עם ההשלמה הראשונית של אפיון האתר, יש לבצע בדיקה כדי לאשר שההנחות ששימשו במודל האתר הקונספטואלי הראשוני היו מדויקות וכי רמות התיחום מתאימות.

- לגבי תיחום הזיהום בקרקע, יש לבצע קידוחים ולדגום קרקעות במרחקים אופקים ואנכיים הולכים וגדלים מאזור המקור עד להגעה לרמות התיחום.

ניתן להשתמש במודלים של הסעת כימיקלים בהתאם למקרה בכדי לסייע במיקום בארות ניטור.

יש להתחשב בתוצרי פירוק.

6.10.2 תיחום הזיהום במדיות אחרות

בנוסף לתיחום הזיהום בקרקע ובמי תהום, יש להעריך את הזיהום במדיות אחרות (לדוגמה מים עיליים, מי ים, סדימנטים ואוויר). מספר הדגימות, מיקומי הדגימות, תיאור ומתודולוגיות הדיגום יתבססו על שיקולים ספציפיים לאתר. מכאן שהצד האחראי צריך לקבל את אישור המשרד להגנת הסביבה לתכנית העבודה לפני ביצוע העבודה בשטח. בדיגום מים עיליים וסדימנטים, תכנית העבודה צריכה לכלול אסטרטגיה לקביעת רמות רקע, מיקומים וריכוזים של פליטות הקשורות לאתר במים עיליים ו/או לים, היקף השפעות הכימיקלים החשודים והשפעת תוצרי הפירוק שלהם. אם צריך למדוד ריכוזי גז קרקע, תכנית העבודה צריכה לכלול אסטרטגיה לקביעת רמות הרקע הסביבתיות של הכימיקלים החשודים.

מכיוון שתהליך התיחום עשוי לחזור על עצמו מספר פעמים כחלק מתכנית העבודה, הרשויות ידרשו מסמכים הנתמכים על ידי נתונים ספציפיים לאתר כדי לאשר שהזיהום תוחם לרמות היעד הסופיות המבוססות על סיכונים בכל המדיות.

6.11 סקר סיכונים אקולוגי

תהליך ה-IRBCA דורש הגנה הן על בריאות האדם והן על מערכות אקולוגיות. הגנה אקולוגית כוללת גם את כל האורגניזמים שאינם אנושיים ואזורי המחיה שלהם (רצפטורים אקולוגיים). לפיכך יש להתחשב בחשיפה לרצפטורים אקולוגיים (כולל אזורי המחיה שלהם) ולהעריך אותם. לדיון מפורט יותר על סקר סיכונים אקולוגי ראה סקר סיכונים אקולוגי לקרן-על (ERAGS): תהליך לתכנון ועריכת סקרי סיכונים אקולוגיים (USEPA, 1997a).

סקר סיכונים אקולוגי נדרש כחלק מכל ההערכות של ה-IRBCA גם כאשר מתבצע שיקום לרמות מחמירות מאוד ולתקן מי השתייה הישראלי. לסקר הסיכונים האקולוגי יש שלוש רמות במסגרת תהליך ה-IRBCA:

- רמה 1 הינה הערכת סיכון איכותנית המורכבת מרשימות הביקורת א' ו-ב';
 - רמה 2 דורשת השוואה של ריכוזים ספציפיים לאתר עם ערכי סיכון רלוונטיים שמתפרסמים, המגנים על רצפטורים אקולוגיים וערכי סף ישראליים של רצפטורים אקולוגיים. אם התוצאות של רמה 1 דורשות זאת, הצד האחראי חייב לפתח תכנית עבודה כדי לערוך סקר סיכונים אקולוגי ולהגיש אותו למשרד להגנה על הסביבה כדי לקבל אישור לפני יישומו;
 - סקר סיכונים אקולוגי ברמה 3 מאפשר הערכה ספציפית לאתר.
- סקר סיכונים אקולוגי ברמה 2 ו/או ברמה 3 נחוץ רק אם נותרים חששות אקולוגיים מעבר לסקר סיכונים אקולוגי ברמה 1 והם יבוצעו על ידי אקולוג ו/או אקו-טוקסיקולוג.

6.11.1 סקר סיכונים אקולוגי ברמה 1

יש לבצע סקר סיכונים אקולוגי ברמה 1 בכל אתר כדי לזהות אם קיימים רצפטורים אקולוגיים כלשהם או אזורי מחייה באתר שנפגע, בסמוך אליו או בקרבתו. ההערכה מתחילה ברשימת הביקורת א', כוללת את טבלה 3-6(א) ומורכבת משבע שאלות. רשימת ביקורת זו הינה הערכה איכותנית שמקצוען סביבה מנוסה, שהוא אקולוג מוסמך, יכול להשלים אותה. רשימת הביקורת תוכננה כך שאם התשובה לכל השאלות היא שלילית, אין צורך בהערכה אקולוגית נוספת.

השלמת רשימת ביקורת זו דורשת הגדרה של אזורי רגישים מבחינה סביבתית. לאזורים אלה יש משמעות מיוחדת בזכות החי והצומח שבהם, האופי הרגיש של התכונות הטבעיות שלהם, שיקולים היסטוריים או סיבות אחרות הקשורות לסביבה. דוגמאות לאזורים רגישים מבחינה סביבתית כוללות בין היתר:

- פארקים לאומיים;
- אזורי בר ואזורים טבעיים ייעודיים ומוצעים, אזורי מחייה של חיות בסכנת הכחדה, נדירות ומאוימות כפי שנקבע על ידי המשרד להגנת הסביבה;
- אנדרטאות לאומיות;
- אתרים היסטוריים לאומיים;
- אזורים של גדות נהר, נהרות ואזורי פנאי לאומיים;
- נהרות ונחלים בטבע המיועדים לטיולי נופ;
- אזורי מחייה של זנים שהוגדרו או שהוצעו כזנים בסכנת הכחדה, נדירים או מאוימים, וזנים בבדיקה לגבי מעמדם כזנים בסכנת הכחדה, נדירים או מאוימים;
- שמורות ויערות לאומיים;
- שמורות לחיות בר;
- אזורי הרצת דגים קריטיים;
- מסלולי נדידה קריטיים ואזורי האכלה לזני דגים בתוך נהרות/נחלים או אזורים באגמים בהם זנים כאלה נמצאים במשך פרקי זמן ארוכים;
- אזורים יבשתיים המשמשים לרבייה של זני חיות בצפיפות גדולה;
- אדמות מדינה שהוקצו על ידי ישראל לחיות בר וציד;
- ביצות בהתאם להגדרת המשרד להגנת הסביבה.

תשובה חיובית לכל אחת מהשאלות ברשימת הביקורת א' מרמזת שקיים רצפטור או אזור מחייה באתר או בקרבתו ויש צורך בהערכה נוספת. לפיכך, יש להשלים רשימת ביקורת שנייה עם שבע שאלות, רשימת ביקורת ב' הכלולה בטבלה 3-6(ב). רשימת הביקורת השנייה קובעת אם מסלולים כלשהם הם מלאים או יש להם פוטנציאל סביר להפוך למלאים עבור כל אחד מהרצפטורים שזוהו ברשימת הביקורת א'. אם התשובה לכל השאלות היא שלילית, המסקנה היא שעל אף שקיים רצפטור באתר או בקרבתו, לא קיים מסלול מלא לרצפטור ולכן אין חששות אקולוגיים באתר ובקרבתו. אם התשובה לשאלה אחת או יותר משבע השאלות היא חיובית, יש צורך בסקר סיכונים אקולוגי ברמה 2 כדי לקבוע אם זיהום באתר מהווה סיכון בלתי מקובל לרצפטורים אקולוגיים. יש צורך במקצוען מיומן שהוא אקולוג כדי לקבוע קביעות אלה.

6.11.2 סקר סיכונים אקולוגי ברמה 2

בסקר סיכונים אקולוגי ברמה 2, ריכוזי כימיקלים חשודים ספציפיים לאתר שעלולים להגיע לרצפטורים סביבתיים מושווים לרמות הסיכון הסביבתי הרלוונטיים בטבלה 4-6(א) ובטבלה 4-6(ב). אם כימיקל אינו נכלל בטבלה 4-6(א) ובטבלה 4-6(ב), יש להשיג רמות סיכון סביבתי

מהספרות המקצועית. דוגמאות למקורות לרמות סיכון קרקע אקולוגיות:

- Guidance for Developing Ecological Soil Screening Levels (Eco-SSL). OSWER directive 9285.7-55, November 2003, Revised February 2005;
- Environmental screening levels (ESLs): Screening for Environmental Concerns at Sites with Contaminated Soil and Groundwater, prepared by California Regional Water Quality Control Board, San Francisco Bay Region- Interim Final- November 2007 (Revised May 2008);
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) criteria: Screening Quick Reference Table (SQiRTS) (NOAA, 2008). Region 5 RCRA Corrective Action Branch;
- Ontario sediment criteria;
- USEPA online databases (examples include ECOTOX, AQUIRE);
- Ecotox Thresholds (ETs) update of ECO: Office of Solid Waste and Emergency Response. Publication 9354.0-12FSI, EPA 540/F-95/038, PB95-963324, January 1996a. Office of Emergency and Remedial Response Intermittent Bulletin Volume 3, Number 2;
- Oak Ridge National Laboratory (ORNL) benchmarks: ORNL Values as presented in Toxicological Benchmarks for Screening Potential Contaminants of Concern for Effects on Aquatic Biota: 1996 Revision ES/T/Tm-96/R2. Sutter II and C.L. Tsao, (DOE 1996);
- TOXNET (National Institute of Health); and
- Ecological Screening Values for Surface Waters, Sediment and Soil. Friday G.P. Contract No. WSRC-TR-98-00110.

מכיוון שהמסמכים הרשומים לעיל מתעדכנים באופן תקופתי, חשוב להשתמש בערכים העדכניים ביותר. אם ההשוואה של ריכוזי הקרקע הייצוגיים והספציפיים לקרקע מצביעים על חריגה מריכוזי סיכון רלוונטיים המוצגים בטבלה 4-6(א) ובטבלה 4-6(ב), הצד האחראי צריך לבצע סקר סיכונים אקולוגי ברמה 3 או לבחור ריכוזים אלה כתקני שיקום.

היחס של ריכוזי מייצג באתר לריכוז רמות סיכון הקרקע האקולוגיות נקרא מנת הסיכון. לפיכך מנת סיכון הגדולה מ-1 מרמזת שהריכוז באתר חורג מהריכוז המקובל. במצב זה, אם הוחלט לשקם את האתר כדי לעמוד ברמות סיכון הקרקע האקולוגיות, אלמנט אחד לפחות מתכנית ניהול הסיכונים חייב לטפל בניהול של הסיכון האקולוגי.

6.11.3 סקר סיכונים אקולוגי ברמה 3

סקר סיכונים אקולוגי רמה 3 יכלול הערכה מפורטת ספציפית לאתר. להלן מספר מסמכים שמהווים הדרכה לביצוע הערכה ספציפית לאתר:

- Ecological Risk Assessment Guidance for Superfund: Process for Designing and Conducting Ecological Risk Assessments Interim Final EPA 540-R-97-006 June 1997 (USEPA, 1997a);
- Guidelines for Ecological Risk Assessment. USEPA/630/R-95/002F. April 1998

- (USEPA, 1998);
- Guidance for Ecological Risk Assessment at Hazardous Waste Sites and Permitted Facilities- State of California- DTSC July 4 1996 (CalEPA, 1996); and
- R.S. Wentsel, Tri-Service Procedural Guidelines for Ecological Risk Assessment. U.S. Army Edgewood Research, Development and Engineering Center (ERDEC), Aberdeen Proving Ground, MD, ADA29796, May 1996.

סקר סיכונים אקולוגי ברמה 3 יצריך פיתוח של תכנית פעולה מפורטת וספציפית לאתר ואישור מהמשרד להגנת הסביבה לפני יישומו. כמוזכר לעיל, אם ניתוח ספציפי לאתר קובע שהסיכון לזנים אקולוגיים עדיין אינו מקובל, אלמנט אחד לפחות מהתכנית לניהול הסיכונים חייב לטפל בניהול הסיכון האקולוגי כדי להגן על זני היעד או אזורי המחיה.

6.12 כימיקלים מדאיגים בקרקע

המטרות של אפיון קרקע הן (i) לקבוע את ההיקף האנכי והאופקי של הכימיקלים החשודים הקשורים לאתר כדי לזהות את יחידות החשיפה של כל שילוב של רצפטור-מסלול-מסלול חשיפה מלא, וכן (ii) להעריך ריכוזים מרביים ומייצגים של כל יחידת חשיפה.

נתונים הנאספים באזורים נקיים (מפני שהדגימות שנאספו הן מעבר להיקף ההשפעה או שפעילויות שיקום ביטלו את הכימיקלים החשודים) אינם מתאימים לשימוש בחישוב הריכוזים המייצגים. שימוש בנתונים כאלה עלול לגרום בשוגג להערכה מוטעית של הריכוזים המייצגים. עקב חשיבותה של הערכה מדויקת של הריכוזים המייצגים בכל יחידת חשיפה בהחלטות ניהול הסיכונים הכלליות, מושג זה נידון בהרחבה בנספח ד'.

כפי שצוין בסעיף 6.4.2, תהליך ה- IRBCA מבחין בין שכבת הקרקע העליונה ותת הקרקע (הלא רוויה) תת הקרקע (הלא רוויה). הבדל עיקרי בין שכבת הקרקע העליונה ותת הקרקע (הלא רוויה) תת הקרקע (הלא רוויה) הינו שבשכבת הקרקע העליונה, מסלולי המגע הישיר (עיכול, מגע בעור ושאיפה מחוץ למבנים של אדים וחלקיקים) נחשבים למלאים הן לרצפטורים במגורים ולרצפטורים שאינם במגורים.

יש צורך בנתונים מספיקים על ריכוזי קרקע כדי להגדיר אם מידות מקור הקרקע וכדי לפתח ריכוזים מייצגים לכל מסלול מלא. הריכוזים המייצגים משמשים לאחר מכן כדי לקבוע אם הסיכון המצטבר בכל יחידת חשיפה הוא מקובל. יש לאסוף מספיק נתונים כדי להגדיר את ההיקף האופקי והאנכי של ההשפעות עד לרמות מחמירות מאוד ולחשוב 95% מהגבול העליון של כל כימיקל חשוד בכל יחידת חשיפה (ראה גם נספח ד').

אם מתברר במהלך חקירת האתר שהאתר יעמוד ברמות מחמירות מאוד, אין צורך במידע נוסף באתר. עם זאת, אם הריכוזים חורגים מהרמות המחמירות באתר או מחוצה לו, יש לבצע חקירה באתר כך שכל הנתונים הנחוצים לביצוע סקר סיכונים בשלב 1, בשלב 2 או בשלב 3 וסקר סיכונים אקולוגי ברמה 2, 1 או 3 מושגים במהירות האפשרית.

החקירה בשטח לאיסוף נתונים מהקרקע צריכה להתבצע תוך ציות לגרסה העדכנית ביותר של הנחיות המשרד להגנת הסביבה. חקירת הקרקע צריכות להתמקד באיסוף הנתונים הבאים:

- זיהוי האזור שנפגע מכימיקלים חשודים בהתאם לסוג המוצר שנפלט;

- זיהוי ההיקף האופקי והאנכי של הפגיעות בקרקע. היקף הפגיעה יוגדר באמצעות רמות מחמירות מאוד, אלא אם קיימת הנחיה אחרת של המשרד להגנה על הסביבה;
- כל תכנית הדיגום חייבות לקבל אישור מראש מהרשויות.

הערכת ה-IRBCA דורשת לבצע הערכה מעמיקה של אזורי המקור כדי להבטיח שניתן יהיה להעריך ריכוזים מייצגים של כימיקלים בתוך כל יחידת חשיפה (ראה נספח ד'). עד למידה האפשרית, יש לאסוף מספיק דגימות כדי להעריך באופן מהימן 95% מהגבול העליון. יש להמשיך ולאסוף נתוני קרקע ולנתח אותם עד שניתן יהיה להדגים שדגימות הקרקע בגבול האתר מכילות ריכוזים מתחת לרמות מחמירות מאוד. יש להרחיב מטה את הקידוחים בקרקע ולאסוף דגימות מאזורי שכבת הקרקע העליונה ותת הקרקע (הלא רוויה) כמוגדר בסעיפים 6.12.3 ו-6.12.4 כדי לקבוע את ההיקף האנכי של הזיהום. בהתאם למאפיינים של הכימיקל החשוד שנפלט, בהיקף האנכי ובנוכחות של גרדיאנטים אנכיים, ייתכן שיהיה צורך בדגימות קרקע מתחת למפלס מי התהום בתווכים רוויים מרובים.

בתת הקרקע (הלא רוויה), המסלולים דלעיל נחשבים לחלקיים פרט לעובד בניין שעלול להיות מעורב בפעולות חפירה מתחת לאזור השטח וכך לבוא במגע ישיר עם תת הקרקע (הלא רוויה). לפיכך, עבור עובד הבניין, לא קיימת הבחנה בין שכבת הקרקע העליונה תת הקרקע (הלא רוויה). ניתן לשנות את העומק של שכבת הקרקע העליונה בהתאם לסקר סיכונים בשלב 3 ועל סמך תנאי חשיפה ספציפיים לאתר.

עקב ההבדלים במסלולי החשיפה בשכבת הקרקע העליונה ותת הקרקע (הלא רוויה), יש לאסוף מספר הולם של דגימות קרקע מכל אזור כדי לעמוד ביעדי אפיון הקרקע. שכבת הקרקע העליונה (וגם תת הקרקע (הלא רוויה)) עשויה לכלול חומרי מילוי - ההבחנה בין שכבת הקרקע העליונה ובין תת הקרקע (הלא רוויה) היא מבחינת העומק ולא דווקא מבחינת ההרכב.

כפי שצוין בסעיף 6.4.2, חשוב ביותר להקדיש תשומת לב מיוחדת לתכנית העבודה לאיסוף נתונים כדי להבטיח שהאופי וההיקף של הזיהום מאופיין כראוי ונלקחות מספיק דגימות נפרדות מבחינה סטטיסטית ממקורות הפליטה ומהאזורים החשודים.

כפי שנידון בסעיף 6.10.1, יש לתחם את הזיהום בשכבת הקרקע העליונה ובתת הקרקע (הלא רוויה) עד למידה הנחוצה כדי לאפשר הערכה של הסיכונים. קריטריוני תיחום אינם מספר אחד ויציב, אלא תלויים במספר גורמים שהם ספציפיים לאתר. בדרך כלל, קריטריוני התיחום השמרניים ביותר יהיו הרמות הנמוכות ביותר המגנות על שימוש באדמה למגורים או רמות רקע.

המספר והמיקומים של קידוחי קרקע הנחוצים לתיחום הולם ישתנה מאתר לאתר בהתאם לגורמים השונים: גודל האתר, תפוצת הכימיקלים החשודים, ההידרולוגיה באתר והסטרטיגרפיה שלו, מודל החשיפה וכדומה. את תכנית הדיגום יש להגיש מראש לאישור המשרד להגנת הסביבה.

6.12.1 נתוני מקור של קרקע

הנתונים האנליטיים של הקרקע, יחד עם השימוש ההיסטורי באתר, יעזרו לזהות את אזור המקור של הקרקע. יש לקחת מספיק דגימות נפרדות מבחינה סטטיסטית ממקורות הפליטה ומאזורים חשודים. אם זוהה יותר מאזור מקור אחד באתר, יש להעריך כל אזור מקור בנפרד. יש לאסוף מספר מייצג של דגימות קרקע נפרדות בתוך כל אזור מקור. המידות של מקור הקרקע

מוערכות על סמך מידע על אזורי מקור ונתונים שנאספו. מידות אלה משמשות גם להערכת רמות יעד המגנות מפני חלחול למי תהום.

6.12.2 תיעוד של קידוחי קרקע

התיעוד של קידוחי קרקע יתבצע בהתאם להנחיות המעודכנות כפי שהתפרסמו על ידי הרשויות. כל קידוח בקרקע יתועד על ידי עובד המוכר ומוסמך על ידי המשרד להגנת הסביבה. תיעודים של קידוחי קרקע צריכים לציין עומקים יחד עם שינויים בליטולוגיה, מדידות של אדי קרקע, התרחשויות של מי תהום, עומק כולל, תצפיות ויזואליות, בדיקות הרחה וכל נתון רלוונטי אחר. בעת התקנת באר ניטור, יש להגיש דיאגרמות המתארות את בניית הבאר כולל עומק מי התהום עבור כל באר. יש לפתח פרופיל קרקע מתמשך מכל קידוח קרקע עם תיאורים ליתולוגיים מפורטים. יש לשים דגש מיוחד על מאפיינים ששולטים בהסעה ותפוצה כימיקלית, כגון אזורי עם חדירות גבוהה יותר או פחות, שינויים בליטולוגיה, הקורלציה בין ריכוזי אדי קרקע ואזורי ליתולוגיים שונים, אזורי שבהם ניתן לראות בבירור שינויי צבע בקרקע, תכולה אורגנית, סקרים ומאפיינים ליתולוגיים אחרים.

6.12.3 דגימת שכבת הקרקע העליונה

בתוך תכנית ה- IRBCA יש הבחנה בין שכבת הקרקע העליונה ותת הקרקע (הלא רוויה). שכבת הקרקע העליונה מתוארת בסעיף 6.4.2. נתוני שכבת הקרקע העליונה נחוצים כאשר יש שפיכה על פני השטח או מילוי יתר, או כאשר יש סבירות ששכבת הקרקע העליונה נפגעה. מסלולי החשיפה המשיכים לשכבת הקרקע העליונה הם:

- מגע ישיר עם העור;
- עיכול של חלקיקי קרקע;
- שאיפת אדים בחוץ;
- שאיפת חלקיקי קרקע בחוץ;
- חלחול למי תהום;
- פליטה למים עיליים ולים.

היעדרותו של מסלול שאיפה משכבת הקרקע העליונה בתוך מבנים נובע מכך שבדרך כלל שכבת הקרקע העליונה מוסרת בגלל שיקולים מבניים וגיאו-טכניים במהלך בניית מבנים. באתרים שזהו אינו המקרה והקרקע או גז הקרקע מתחת לבניין נפגעו, יש להעריך את מסלול האוויר בתוך המבנה מבחינת הקרקע שמתחת למבנה. באתרים כאלה המצריכים הערכה בשלב 1, רמות יעד תת הקרקע (הלא רוויה) המגנות מפני שאיפה בתוך מבנים ישמשו גם לשכבת הקרקע העליונה.

הערכה של מסלולי שכבת הקרקע העליונה דורשת ריכוזים מייצגים בשכבת הקרקע העליונה ומספר קידוחים מספיק מבחינה סטטיסטית (נקודות דגימה) אשר יאפשר איסוף של דגימות נפרדות מכל אזור מקור. לפיכך, יש לאסוף מספיק דגימות נפרדות של שכבת הקרקע העליונה וגז קרקע ולנתח אותן למציאת כימיקלים חשודים בהתאם להנחיות המעודכנות שפרסם המשרד להגנת הסביבה. יש לאסוף לכל הפחות 3 דגימות קרקע נפרדות מכל נקודת דגימה: לניתוח מעבדה בעומק של 5 ס"מ, 50 ס"מ ו- 100 ס"מ מתחת לכיסוי האטום (בטון או אספלט). יש לשים לב ולתכנן את אפיון האתר כך שהוא יכלול נקודות דיגום (קידוחים) שיהיו מייצגות

ומספיקות בכדי לאפשר ניתוח סטטיסטי של גבול עליון של 95%, ולכן יש לאסוף דגימות המייצגות את תנאי האתר. כדי להעריך את מסלולי השאיפה בתוך מבנים ובחוץ, יש לאסוף דגימות גז קרקע בהתאם להנחיות גז הקרקע של המשרד להגנת הסביבה.

6.12.4 דגימת תת הקרקע (הלא רוויה)

תת הקרקע (הלא רוויה) מוגדרת כקרקע הקיימת בין החלק התחתון של שכבת הקרקע העליונה לשכבת הסלע או למפלס מי התהום. יש לאסוף דגימות של תת הקרקע (הלא רוויה) ודגימות קרקע מהעומקים הבאים עד לתיחום הזיהום:

- החלק העליון של אזור תת הקרקע (הלא רוויה);
- מעומק 1 מטר;
- במרווח של כל חצי מטר עד לעומק של 3 מטרים;
- במרווח של כל מטר אחד בין העומקים של 3 עד 6 מטרים (אלא אם רואים שינוי ליתולוגי או נתקלים בסלע, ובמקרה זה המרווח יהיה כל חצי מטר);
- במרווח של כל 2 מטרים מתחת לעומק של 6 מטרים ובכל שינוי בליטולוגיה.

אם המידע על סינון בשטח מראה מגמה ברורה בריכוזי הקרקע האנכיים, ניתן לאסוף דגימות רק במיקום של הריכוז המרבי ובחלק התחתון של היקף הפגיעה. מדידות בשטח עם ציוד כגון PID לקביעת חומרים אורגניים נדיפים, MIP, XRF למתכות וכדומה יכולות לשמש לבחירת דגימות קרקע שיישלחו למעבדה מוסמכת ולתיחום הזיהום בקידוח. לגבי פחמימנים מימניים כגון פחמימנים הלוגניים, ה-PID המשמש לניתוח Headspace בשטח חייב להתבצע באמצעות PID המצויד במנורת ינן. 11.7 eV.

ריכוזים מייצגים לתת הקרקע (הלא רוויה) תלויים במסלול וביחידת החשיפה של הרצפטור. יש לאסוף דוגמאות (קידוחים) מספיקות מבחינה סטטיסטית (לחישוב גבול עליון של 95%). בכל נקודת דיגום יש לאסוף מספיק דגימות נפרדות מכל אזור מקור. מסלולי החשיפה המשויכים לתת הקרקע (הלא רוויה) הם:

- עיכול חלקיקי קרקע;
- שאיפת אדים בתוך מבנים ובחוץ;
- שאיפת אדים בחוץ;
- חלחול למי תהום;
- מגע ישיר עם העור;
- פליטה למים עיליים וליים.

עובד הבניין עלול להיחשף באופן ישיר לתת הקרקע (הלא רוויה) כשהוא עובד בעבודות חפירה. העובד המסחרי עלול להיחשף באופן עקיף דרך שאיפת אדים בתוך מבנים ובחוץ. ריכוזים מייצגים בתת הקרקע (הלא רוויה) תלויים במסלול וביחידת החשיפה של הרצפטור. כדי להעריך מסלולים אלה כראוי, יש לאסוף דוגמאות (קידוחים) שיהיו מספיקות מבחינה סטטיסטית ומבחינת הצפיפות. עבור כל נקודת דיגום יש לאסוף מספיק דגימות קרקע באזורים שנפגעו כדי לחשב גבול עליון של 95%. לפיכך, תכנית הדיגום של תת הקרקע (הלא רוויה) הינה ספציפית למסלול כמתואר להלן:

- נדרשים ריכוזים מייצגים של כימיקלים חשודים בכל יחידת חשיפה כדי להעריך את

פליטות האדים לשאיפה מתת הקרקע (הלא רוויה) בתוך מבנים ובחוץ.

- לגבי מסלול האדים הנוכחי לשאיפה בתוך מבנים מתת הקרקע (הלא רוויה), יש לדגום כמות מספקת מבחינה סטטיסטית של קרקע וגזי קרקע בנקודות הדיגום (קידוחים). יש לאסוף דגימות נפרדות של קרקע וגזי קרקע מכל קידוח בסמוך למבנים קיימים או מתחת להם כדי לחשב גבול עליון של 95%. למטרות של תרחישים עתידיים, יש לאסוף דגימות גזי קרקע וקרקע נפרדות מספיקות מבחינה סטטיסטית בתוך שטח המבנה הידוע של המבנה המתוכנן או מהקידוחים המזהמים ביותר, כלומר באזור מקור הקרקע כדי לחשב גבול עליון של 95%.
- לגבי חשיפה של עובד בניין, עובד מסחרי או תושב במהלך עבודות חפירה, יש צורך בריכוזים מייצגים במסגרת יחידת חשיפה תלת-ממדית אשר יכלול את שכבת הקרקע העליונה והתת הקרקע (הלא רוויה).
- מספר פרמטרים קריטיים נדרשים כדי להעריך את החלחול של כימיקלים חשודים מהקרקע למי תהום. פרמטרים אלה כוללים את (i) העובי של אזור הקרקע המזהמת, (ii) המרחק מתחת האזור המזהם לשולחן המים, אם בכלל, (iii) הריכוז המייצג של כימיקלים חשודים באזור המזהם.
- יש להשלים את כל דגימות הקרקע בהתאם להנחיות ולפרוצדורות המתוארות בגרסה העדכנית ביותר של הנחיות המשרד להגנת הסביבה.

יש לתעד כל קידוח קרקע כדי לציין עומקים בקורלציה עם שינויים בליטולוגיה, התרחשות של מי תהום, עומק כולל, תצפיות ויזואליות ובדיקות הרחה וכל נתון רלוונטי אחר כגון קריאות סינון של אדי קרקע. יש לאסוף דגימות קרקע וגזי קרקע וניטור שלהם בהתאם לתכנית העבודה המאושרת. בעת התקנת באר ניטור, יש להגיש תרשימים המתארים את בניית הבאר עם עומק מי התהום עבור כל באר. יש לפתח פרופיל קרקע מתמשך מקידוחי קרקע עם תיאורים ליתולוגיים מפורטים. יש לשים דגש מיוחד על מאפיינים ששולטים בהסעה ותפוצה כימיקלית, כגון אזורים עם חדירות גבוהה יותר או פחות, שינויים בליטולוגיה, הקורלציה בין ריכוזי אדי קרקע ואזורי ליתולוגיים שונים, אזורים בהם ניתן לראות בבירור שינויי צבע בקרקע, תכולה אורגנית, סקרים ומאפיינים ליתולוגיים אחרים. יש לבצע את כל הקידוחים בהתאם להנחיות המעודכנות של המשרד להגנת הסביבה.

6.13 כימיקלים חשודים בקרקע

יש לאסוף מספר מספק של דגימות מי תהום כדי:

1. לתאר את ההיקף האופקי והאנכי של פלומות זיהום ו- NAPLs מומסים במי תהום, וכדי לזהות את יחידת החשיפה של כל רצפטור, מסלול ושילוב של מסלולי חשיפה;
2. לאפשר חישוב של ריכוזי כימיקלים חשודים ייצוגיים לכל יחידת חשיפה;
3. לקבוע את מצב פלומת הזיהום (מתגברת, יציבה או מתכווצת), לקבוע גבולות של פלומת הזיהום באמצעות חתך רוחב של פלומת הזיהום, אפיון פלומת זיהום של חומרים מזהמים ממסים על ידי איסוף דגימות מי תהום מנקודות דגימה בפיזור מרחבי (לפחות

בשני ממדים) וניטור מי תהום ברמות מרובות (כגון בארות קבועות או צבר בארות).

6.13.1 תיחום הזיהום במי התהום

קריטריוני התיחום של מי התהום תלויים בשימוש הנוכחי ובשימוש אפשרי בעתיד (או רצפטורים אקולוגיים במקרה המתאים) יהיה כרוך במסלול מלא או חלקי.

כאשר השימוש הביתי במסלול מי תהום מלא, קריטריוני התיחום יהיו הנמוכים מבין הקריטריונים הבאים:

1. תקן מי השתייה;
2. ריכוזים התלויים בשימוש בקרקע המגנים מפני שאיפה בתוך מבנים;
3. ריכוזים להגנה על רצפטורים אקולוגיים (אם יש);
4. שימושים לא ביתיים במי תהום, אם יש כאלה.

כאשר נקבע שמסלול מי התהום לשימוש ביתי הינו חלקי, קריטריוני התיחום יתבססו על מסלולים אחרים העשויים להיות מלאים. הדוגמאות הן: הגנה על אוויר בתוך מבנים עקב התנדפות חומרים מזהמים ממי תהום, חשיפות של עובדי בניין לתת הקרקע (הלא רוויה) או פליטת מי תהום מזהמים למים עיליים או לים.

6.13.2 קביעת יציבות פלומת הזיהום

בכדי להעריך את יציבות פלומת הזיהום, יש לנטר את מי התהום למשך פרק זמן שיספיק כדי להראות מגמה עקבית יחסית בריכוזים. יש לבצע דיגום וניתוח של הפרמטרים במי תהום בתדירות שמתאימה לתנאים הייחודיים לאתר ושמשפיקים כדי לאפשר הערכה של מגמות זיהום, קצבי הפחתה טבעיים ושינויים עונתיים או זמניים באיכות מי התהום. לאחר השגת רמות השיקום, יש להמשיך בניטור מי התהום במשך פרק זמן שיספיק כדי להבטיח שזיהום שיורי בתת הקרקע (הלא רוויה) לא יגרום לזיהום מחדש של מי התהום מעל לרמות החלות המגנות על כל המסלולים הרלוונטיים, כגון הסעה למים עיליים או לים או שאיפה בתוך מבנים.

ניטור מי תהום לצורך הערכת יציבות פלומת הזיהום חייב להתבצע בכפוף לתכנית עבודה אשר אושרה על ידי הרשויות. בהתאם לנתונים הספציפיים לאתר, ניתן להשתמש בטכניקות סטטיסטיות, גרפיות ואחרות כדי להדגים את יציבות פלומת הזיהום.

6.13.3 דיגום מי תהום

אם מי תהום הזדהו מכימיקלים חשודים, ניתן להשתמש בשיטות דיגום בדחיקה ישירה או נקודות דיגום זמניות כדי לסנן ריכוזי מי תהום וכדי לסייע בקביעת המיקום המיטבי לבארות ניטור. יש להתקין בארות ניטור בהתאם לתקנות ולהנחיות בישראל. ובמיוחד:

- יש להתקין מספיק בארות ניטור כדי לתאר כראוי את ההיקף האופקי והאנכי של התפזרות הממסים וה-NAPL וכיוון הזרימה של מי התהום;

- יש להתקין מספיק בארות ניטור כדי להגדיר את פלומת הזיהום של מי התהום לרמות שיגנו מפני מסלולי החשיפה החלים לרבות פליטה למים עיליים ו/או לים;
- בעת קביעת המיקום והתכנון של הבארות יש להתחשב בריכוז הכימיקלים באזור המקור, בהתרחשות האפשרית של NAPL צפוף וקל, בנוכחות של אזורי קידוח מים מרובים ובכיוון הזרימה של מי התהום;
- חומרי המילוי ומקטע הסינון של הבארות חייבים להתאים לכימיקלים החשודים שינטרו;
- יש לפתח כראוי את הבארות ולמדוד את מפלס המים לאחר ההתקנה;
- מודד צריך לערוך סקר קרקע באתר כדי לקבוע את הגובה של החלק העליון של הבאר שיכול לשמש לחישוב הגובה של מי תהום. הדיוק במדידות אלה חייב להיות דיוק של 0.5 ס"מ. על סמך הגבהים של מי התהום, יש לקבוע את כיוון הזרימה של מי התהום ואת הגרדיאנט ולשרטט על מפת האתר;
- יש לזהות ולתעד נקודות ציון גיאוגרפיות מתאימות.

יש לאסוף דגימות של מי תהום בהתאם לתכנית עבודה מאושרת לאפיון האתר ואיסוף נתונים.

6.14 כימיקלים חשודים בקרקע

באתרים בהם קיימים כימיקלים נדיפים חשודים ופוטנציאל להעברת אדים בתוך מבנים ובחוץ, יש צורך למדוד ריכוזים של אדי קרקע. למטרות סקר סיכונים, יש צורך לאסוף דגימות מייצגות של גזי קרקע בהתאם להנחיות לדגימת גזי קרקע של המשרד להגנת הסביבה ולנתח אותן במעבדה מוסמכת למציאת כימיקלים נדיפים חשודים באמצעות שיטת TO-15 עם רגישות מרבית של 1 ppbv או פחות. דגימה נאספת בדרך כלל במכל מסוג Summa ומנותחת במעבדה. מאתגר מאוד לאסוף דגימה מייצגת של גז קרקע מכיוון שאוויר אטמוספרי יכול לדלוף בקלות לתוך מערכת הדיגום ולפגוע בה. כדי לקבוע את שלמות הדגימה, יש צורך להשתמש בטכניקה לאיתור דליפות. טכניקות כאלה נידונו בהרחבה בספרות המקצועית, כולל ITRC (2007), NJDEP (2005) והנחיות לדגימת גזי קרקע של המשרד להגנת הסביבה.

6.15 כימיקלים חשודים בסדימנטים, מים עיליים כולל מי ים

כאשר נתוני חקירה או מודלים באתר מראים או מציעים שכימיקלים חשודים ו/או תוצרי הפירוק שלהם הועברו (נפלטו/טפטפו/זלגו מפני השטח) לגוף מים עיליים או מי ים ו/או לסדימנטים, יש לאסוף דגימות מייצגות של מים עיליים או מי ים (וסדימנטים). אם יש חשד שניקוז מפני השטח או מסלולי זליגה הושפעו מחומרים מזהמים באתר, יש לדגום גם מים עיליים/מי ים. בעת הדיגום יש להתחשב בייצוגיות של הדגימות ביחס לתנאי הזרימה. ייתכן שיהיה צורך לאסוף דגימות מים גם במעלה הזרם וגם במורד הזרם בכל אזור בו יש חשד לפליטת חומרים מזהמים למי תהום. יש צורך בדגימה של מים עיליים לקביעת קשיות המים אם ערך היעד של המים העיליים לכימיקלים חשודים תלוי בקשיות המים או ב-pH.

יש לקבוע גם את הריכוזים הכוללים וגם את הריכוזים המומסים של הכימיקלים החשודים, אף שקריטריונים לחומרים מזהמים רעילים החלים על מים עיליים מבוססים על ריכוזים מומסים במים עיליים.

יש לערוך את הדיגום בהתאם לגרסה העדכנית ביותר של הנחיות המשרד להגנת הסביבה ועל סמך תכנית העבודה המאושרת. בהתאם לממצאים מגוף המים העיליים, ייתכן שיהיה צורך בסקר סיכונים אקולוגי ברמה 2 או בסקר סיכונים אקולוגי ברמה 3 ובסקר סיכונים בשלבים 2 ו-1.

3. לתקני איכות מים סביבתיים בים עיליים, עיין בטבלה 5-1(ב). סטנדרטים של פרמטרים חסרים יילקחו מהספרות הבינלאומית באישור המשרד להגנת הסביבה.

6.15.1 הערכת הריכוזים בנקודות הדיגום

בהערכת ה-IRBCA, הכרחי להקצות נקודת דיגום באתר ו/או מחוץ לאתר כדי לאשר שהריכוזים בנקודות החשיפה לא חורגים מרמות היעד במי התהום או במים עיליים או בים, בהתאם למקרה. חובה לבצע ניטור של נקודות הדיגום ויש להשתמש בנתונים המתקבלים מהניטור כריכוזים מייצגים לסקר הסיכונים. ניטור נקודות דיגום יידרש עד שהריכוזים בנקודות הדיגום יתייצבו מתחת לרמות המחושבות. ריכוזי היעד בנקודות הדיגום יהיו תמיד גבוהים יותר מריכוזי היעד בנקודות החשיפה (אלא אם נקודת החשיפה היא נקודת הדיגום) וניתן להעריך אותם באמצעות המודלים בנספח ה'.

באתרים בהם הריכוזים במי תהום הנפליטים/מחלחלים למים העיליים או לנחלים לא ניתנים למדידה, יש להשתמש בקונספט של פקטור הפחתת דילול כדי לחשב לאחר את הריכוזים הבאים (המשוואות בנספח ה'):

- i. C_{soil} = ריכוזים מותרים במקור הקרקע;
- ii. C_{gws} = ריכוזים מותרים במי תהום במקור;
- iii. C_{POD} = ריכוזי נקודות דיגום מותרים במי תהום במרחקים שונים בין המים העיליים והמקור.

אם הנחות ההסעה בשלב 1 אינן מייצגות את האתר כולו, ומקור הקרקע הנמדד או ריכוזי נקודות הדיגום חורגים מריכוזי היעד המתאימים, יש לבצע הערכת השפעות בזרם בשלב 2/רמה 2.

אסור שיהיה אזור ערבוב לפליטה של מי תהום מזהמים לזרם. ניתן להשתמש בפירוק ביולוגי של כימיקלים כאשר הם עוברים מהמקור לזרם בסקר סיכונים בשלב 2/3 או סקר סיכונים אקולוגי ברמה 2/3 אם ניתן לספק הצדקה מתאימה.

אם ריכוזי כימיקלים חשודים מייצגים במי תהום במקור או בזליגה או בנקודות הדיגום חורגים מרמות היעד של שלב 1/רמה 2 בזרם, יש צורך בפעולות שיקום.

אם יש חשד שניקוז מפני השטח או מסלולי זליגה הושפעו מחומרי מזהמים באתר, יש לדגום גם סדימנטים. ניתוח הסדימנטים צריך לכלול ניתוח של מי נקבוביות סדימנטים כדי לאפיין כראוי השפעות באזור ההיפוראי. בעת הדיגום יש להתחשב בייצוגיות של הדגימות ביחס לתנאי הזרימה.

6.15.2 סדימנטים

הצד האחראי צריך להשוות בין הנתונים של דגימות סדימנטים ובין סטנדרטים של סדימנטים אשר מגנים על בריאות האדם ועל רצפטורים אקולוגיים ואזורי מחייה שניתן להשיג מטבלה 4-6 (ב) או לפתח רמות שיהיו ייחודיות לאתר בהתאם להיררכיה הבאה: יש להתחשב בפינוח סטנדרטים ספציפיים לאתר של סדימנטים בסקר סיכונים אקולוגי ברמה 3 והוא יצריך תכנית עבודה מאושרת מראש.

סטנדרטים טיפוסיים של סדימנטים זמינים למספר מוגבל של כימיקלים. בכימיקלים אשר להם סטנדרטים למים עיליים/מי ים, סטנדרטים של סדימנטים יושגו מההנחה של שיווי משקל בין דגימות סדימנטים ומים, כלומר,

$$C_s = K_d C_w$$

כאשר,

$$\begin{aligned} C_s &= \text{סטנדרט סדימנט (מ"ג/ק"ג)}; \\ K_d &= \text{מקדם חלוקת סדימנטים/מים (מ"ג/ק"ג)/(מ"ג/ל)}; \\ C_w &= \text{סטנדרט מים עיליים; סטנדרט מי ים (מ"ג/ל)}. \end{aligned}$$

6.15.3 פאזות נזליות לא מימיות (NAPL)

הנוכחות של NAPL צפוף או קל עשויה לתפקד כמקור ארוך טווח של חומרים מזהמים שימשיכו לעבור לקרקעות, מי תהום, מים עיליים וים מסביב. לפיכך, הרשויות יכולות לדרוש שכל ה-NAPL יוסרו עד למידה המרבית האפשרית מבחינה מעשית.

6.16 איסוף וניתוח של דגימות סביבתיות

לפני איסוף הנתונים בשטח, יש לאסוף את כל הנתונים הזמינים על האתר כדי לזהות פערי נתונים. יש לפתח תכנית עבודה שתזהה בבירור את השיטות הספציפיות לאיסוף נתונים. אין לבצע הערכת IRBCA עד שכל הנתונים הנחוצים ייאספו. יש להטמיע שינויים בתכנית בהתאם לבקשת המשרד להגנת הסביבה בעת ביצוע עבודות בשטח. לאחר איסוף נתוני אתר נוספים, יש להגיש את כל המידע למשרד להגנת הסביבה כחלק מתכנית העבודה של IRBCA כדי לתמוך במסקנות ההערכה. המשתמש צריך לפנות למשרד להגנת הסביבה כדי לקבוע אם יש צורך בדגימות נוספות. הצד האחראי צריך לנקוט משנה זהירות בעת איסוף כל הדגימות הסביבתיות. הנחייה זו מתמקדת בנתונים שהם הכרחיים לתהליך ה-IRBCA. היא לא מזהה טכניקות ספציפיות לדגימה בשטח ושיטות לניתוחי מעבדה שבהן יש להשתמש. הצד האחראי צריך להיוועץ בגרסה העדכנית ביותר של הנחיות המשרד להגנת הסביבה כדי להבטיח איסוף הולם של נתונים באתר וכדי לקבל את אישור המשרד לתכניות עבודה לדגימות קרקע/גזי קרקע ולתכניות עבודה לדגימות סביבתיות אחרות.

הצד האחראי חייב לאסוף את כל הדגימות הסביבתיות באמצעות שיטות הולמות בהתאם להנחיות המעודכנות המצורפות. כל דגימות הקרקע ייאספו ויונתחו על ידי מעבדה שהוסמכה על ידי הרשות הלאומית להסמכת מעבדות ומוכרת על ידי המשרד להגנת הסביבה לביצוע הניתוחים הנדרשים.

הצד האחראי חייב לתעד את פרטי האיסוף והניתוח של הדגימות בתכנית העבודה ולקבל את אישורו של המשרד להגנת הסביבה לפני איסוף הנתונים. אם לא יעשה כן, איסוף הנתונים לא יתקבל לתהליך ה-IRBCA וייתכן שיהיה צורך בדגימות נוספות.

6.17 מקורות מידע לאיסוף נתונים

הסעיפים לעיל מציגים סקירה כללית של הנתונים הנדרשים לפיתוח מודל האתר הקונספטואלי, ולתיחום פליטות כהכנה לסקר סיכונים. אמנם קל יחסית לקבוע את קטגוריות הנתונים הנדרשות, אך דרושים שיקול דעת, ידע וניסיון רבים כדי לקבוע את המיקום והמספר של הדגימות שיש לאסוף ולנתח וכדי לדעת באלו מתודולוגיות דגימה ומתודולוגיות אנליטיות יש להשתמש. חומרי העזר הנבחרים הבאים יכולים לסייע למשתמש בפיתוח תכנית עבודה מקיפה, המזהה פערי נתונים ולתכנן וליישם עבודות בשטח:

- הנחיות המשרד להגנת הסביבה לאיסוף נתונים ראשוני בקרקע החשודות כמזהמות (Phase I), נובמבר 2003.
- Standard Guide for Developing CSMs for Contaminated Sites: E 1689-95 (ASTM, 1995b).
- Groundwater Monitoring Technical Enforcement Guidance Document Draft. OSWER-9950.1, Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, D.C. (USEPA, 1986).
- Guidance for Conducting Remedial Investigations and Feasibility Studies under CERCLA, OSWER-9335.3-01, Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, D.C. (USEPA, 1988)
- Guidance for Data Usability in RA, Part A, Office of Solid Waste and Emergency Response, 92857-09A, Office of Emergency and Remedial Response, Washington, D.C. (USEPA, 1992).
- Data Quality Objectives Process for Superfund, Interim Final Guidance. EPA/540-R-93-071. Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, D.C. (USEPA, 1993).
- Guidance for the Data Quality Objectives Process, EPA QA/GW (USEPA, 1994).
- Expedited Site Assessment Tools for Underground Storage Tank Sites, EPA/510B-97-001, Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, D.C. (USEPA, 1997b)
- OSWER Directive 9200.4-17P: Use of Monitored Natural Attenuation as Superfund, RCRA Corrective Action, and Underground Storage Tank Sites. April 1999 (USEPA, 1999a).
- Guidance for the Data Quality Objectives Process, EPA QA/G-4, Office of Research and Development, EPA/600/R-96/055, Washington, D.C. (USEPA, 2000a).
- Data Quality Objectives Process for Hazardous Waste Site Investigations,

QA/G-4HW (USEPA, 2000b).

EPA Requirements for QAPPs for Environmental Data Operations. EPA •
QA/R-5, USEPA, Quality Assurance Division, Washington, D.C. (USEPA,
2001).

Guidance for Data Quality Assessment: Practical Methods for Data •
Analysis, EPA QA/G-9 and QA97 update, Office of Research and
Development, EPA/600/R-96/084, Washington, D.C. (USEPA, 2000c).

אם כל אחד מהריכוזים המרביים בקרקע או במי תהום חורגים מהערכים המחמירים או מקריטריוני איכות המים, הצד האחראי רשאי לבחור ניקוי של האתר בהתאם לערכים המחמירים, או ביצוע סקר סיכונים בשלב 1.

סקר סיכונים בשלב 1 עושה שימוש ברמות יעד שמרניות שאינן ייחודיות לאתר (גנריות) לכל מסלול חשיפה אנושי מלא וכזה שעשוי להיות מלא. רמות יעד אלה מבוססות על הנחות שמרניות, המייצגות את התנאים בישראל בהתאם לכוח המשימה של ה-IRBCA, המייצג גורמי חשיפה, פרמטרים של הסעה ומודלים אנליטיים של הסעה. אם התנאים הרלוונטיים באתר שונים באופן משמעותי מהגורמים הספציפיים לאתר, או כוללים מסלולי חשיפה מלאים שעבורם לא פותחו רמות יעד בשלב 1, המשרד להגנת הסביבה עשוי לדרוש סקר סיכונים בשלב 2.

סקר סיכונים בשלב 1 מצריך את השלבים הבאים:

1. איסוף הנתונים הזמינים וזיהוי פערי נתונים, אם יש;
2. פיתוח של מודל חשיפה;
3. איסוף הנתונים ימלא פערי נתונים. תכנון הדגימות שיטות אנליטיות שיתאימו לכימיקלים חשודים, לדוגמה פרקציות של TPH ומרכיבים נפרדים (כולל זיהוי מקורות);
4. חישוב ריכוזים מייצגים של כימיקלים חשודים ספציפיים למדידות ולמסלולים;
5. בחירת רמות יעד מבוססות-סיכון רלוונטיות בשלב 1 מטבלאות חיפוש והשוואה עם ריכוזים מייצגים;
6. קביעת מסלול הפעולה הבא ותיעוד של סקר סיכונים בשלב 1 כולל המלצות.

פרטים על כל שלב מפורטים להלן.

7.1 צעד 1: איסוף נתונים וזיהוי פערי נתונים

המטרה של צעד זה הינה לאסוף ולהעריך את כל הנתונים הרלוונטיים ולזהות פערי נתונים כלשהם. הנתונים הנדרשים זהו באופן ספציפי בסעיף 6. יש להשלים את צעדים 1 עד 3 דנים הנידונים בסעיף זה באופן סימולטני מפני שהפיתוח של מודל החשיפה יכול לסייע בזיהוי פערי נתונים.

הדרישות של נתונים בשלב 1 הן לכל הפחות:

- מפת שימוש נוכחי והיסטורי באדמה;
- מפת שימוש בקרקע של האזורים הסמוכים;
- מפת אתר נוכחית המראה את המבנים, אזורים מרוצפים ולא מרוצפים, אזורי ייצור ותכונות רלוונטיות אחרות באתר;
- מפת אתר היסטורית אחת או יותר המראה מיקומים של מקורות זיהום פוטנציאליים;
- תכניות לפיתוח עתידי של האתר ותכנית צפויות סבירות לאזורים סמוכים;
- תיאור הסטרטיגרפיה של האתר המבוססת על יומני קידוח;
- הידרו-גיאולוגיה של האתר המציינת את העומק למי תהום, כיוון הזרימה, גרדיאנט הידראולי ומוליכות הידראולית - כל אלה בהתאם לנתונים הזמינים;

- מיקומים של בארות מים הקרובות ביותר המשתמשות במי תהום;
 - המרחק והכיוון לגוף המים העיליים הקרוב ביותר, כולל תעלות ניקוז, ואדיות ו/או הים;
 - מידע בנוגע לתשתיות תת-קרקעיות;
 - מקורות זיהום;
 - קרקע, גז קרקע וזיהוי של מסלולי זרימה עדיפים להעברת ריכוזי גז קרקע ומי תהום. בנוסף לכך, ואם הדבר רלוונטי, ריכוזי כימיקלים חשודים במים עיליים, מי ים וסדימנטים המייצגים את התנאים הנוכחיים;
 - אישור שהקרקע, מי התהום והריכוזים במדיות רלוונטיות אחרות מתארים את הזיהום באתר ובאזורים סמוכים;
 - נתונים אחרים הרלוונטיים להערכת ההשפעות על הסביבה ועל הבריאות.
- כדי להבטיח שכל פערי הנתונים זוהו, הצד האחראי צריך לעיין בסעיף 6.0 ובחומרי העזר הכלולים בסעיף זה.

7.2 צעד 2: פיתוח מודל חשיפה

צעד זה הינו הכרחי לזיהוי מסלולי חשיפה מלאים בתנאי השימוש בקרקע הקיימים ותנאים העתידיים הסבירים. הימצאותם של מסלולי חשיפה ורצפטורים תלויה בשימוש באתר ובאזורים הסמוכים כיום ובשימוש הצפוי בהם במידה סבירה בעתיד. אם קיים פוטנציאל שכימיקלים חשודים ינועו אל מחוץ לאתר, יש להתחשב בכל הנכסים אשר ייפגעו בעת פיתוח מודל החשיפה.

מודל החשיפה מורכב, לכל הפחות, מהגורמים הבאים:

1. מסלולי חשיפה מלאים וכאלה העשויים להיות מלאים בשימוש באתר כיום ובעתיד הסביר בתוך האתר ומחוצה לו;
2. תחום החשיפה ויחידות החשיפה של כל מסלול חשיפה מלא. תחום חשיפה מתייחס לנפח או לאזור שתורם לחשיפה באמצעות מסלול חשיפה מלא, ולכן קיים סיכון למסלול חשיפה ספציפי זה;
3. נקודת החשיפה של כל מסלול חשיפה מלא וכל מסלול חשיפה העשוי להיות מלא;
4. הנתונים בתוך תחום החשיפה ויחידת החשיפה בהם ניתן להשתמש לפיתוח ריכוז מייצג של כל מסלול חשיפה.

בכל מסלול חשיפה מלא או מסלול חשיפה העשוי להיות מלא, יש צורך לזהות את תחום החשיפה מפני שהנתונים אשר נאספו בתוך תחום החשיפה בלבד משמשים להערכת הריכוז המייצג. כחלק משלב זה יש לתעד בבירור את מודל החשיפה.

באופן ספציפי, הצד האחראי צריך לבצע את הפעולות הבאות:

1. לתעד את המסלולים המלאים בתנאים כיום ובעתיד הצפוי והסביר;
2. להסביר את ההיגיון המוביל להחלטות בנוגע למסלולים, הן המלאים והן החלקיים;
3. לזהות את מיקומי הדגימות בתוך תחומי החשיפה ויחידות החשיפה אשר ישמשו להערכת ריכוזים מייצגים של כל מסלול.

טבלה 7-1(א), טבלה 7-1(ב) וטבלה 7-1(ג) הן דוגמאות לטבלאות שניתן למלא כדי לתעד את מודל החשיפה.

הצד האחראי צריך להגיש עם תכנית העבודה את שמו ואת ההסמכות המקצועיות של מערכי הסיכונים שיבצעו את סקר הסיכונים. הסמכות אלה כוללת תעודות אקדמיות ומקצועיות ספציפיות (גיאולוג, טוקסיקולוג, בונה מודלים, מהנדס וכו') ופרטים על הניסיון שלהם בביצוע סקר סיכונים.

7.3 צעד 3: איסוף נתונים למילוי פערי נתונים, לפי הצורך

צעד 3 נחוץ רק אם נמצאו פערי נתונים בצעד 1 ובצעד 2. אם יש צורך במדידות או בבדיקות סביבתיות נוספות, הצד האחראי יצטרך לפתח תכנית נוספת לדיגום וניתוח, ואם זהו המצב, המשרד להגנת הסביבה יצטרך לאשר את תכנית הדיגום.

כל דגימות הקרקע וגזי הקרקע, כמו גם כל ניתוחי הקרקע וגזי הקרקע יבוצעו על ידי מעבדה אשר הוסמכה על ידי הרשות הלאומית להסמכת מעבדות לבצע את הניתוחים הנחוצים.

7.4 צעד 4: חישוב ריכוזים מייצגים

באמצעות המידע שהושג בצעדים 1 עד 3, הצד האחראי צריך לחשב ריכוזי כימיקלים מייצגים לכל מסלול חשיפה מלא באמצעות נתונים מתחום החשיפה. בהתאם למסלולי החשיפה, יתכן שיהיה צורך לחשב ריכוזים מייצגים מרובים (אחד לכל יחידת חשיפה). כדוגמה, ייתכן שהריכוזים המייצגים הבאים יידרשו בעת הפעלת אתר של תחנת דלק:

1. ריכוז מייצג של גז קרקע בתת הקרקע (הלא רוויה) למסלול חשיפה בשאיפה בתוך מבנה לעובד באתר שאינו גר באתר;
2. ריכוז מייצג של שכבת הקרקע העליונה למסלול במגע ישיר לעובד באתר שאינו גר באתר;
3. ריכוז מייצג במי תהום שמגן מפני שאיפה בתוך מבנים על ידי תושב מחוץ לאתר.

החישוב של כל ריכוז מייצג נידון בהרחבה בנספח ד'.

ייתכן שיהיה צורך במספר ריכוזים מייצגים באותה מדיה באתרים מסוימים. לדוגמה, אם פלומת זיהום במי תהום נעה מתחת לבניין שאינו מיועד למגורים ומתחת לבניין מגורים, הריכוזים המייצגים במי התהום עבור הרצפטורים של בניין המגורים והבניין שאינו מיועד למגורים יהיו שונים.

ייתכן שאפשר יהיה להימנע מהצורך בחישוב ריכוזים מייצגים אם משתמשים בתחילה בריכוזים מרביים באתר כולו במדיה שבה מתעניינים לגבי כל מסלול כריכוז מייצג. אם רמות היעד מבוססות הסיכון בשלב 1 גבוהות יותר מהריכוזים המרביים, חישוב הריכוזים המייצגים אינו נחוץ.

7.5 צעד 5: בחירת רמות יעד מבוססות-סיכון רלוונטיות בשלב 1 והשוואה עם ריכוזים מייצגים

בצעד 5 יש לבחור רמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1 עבור כל כימיקל, כל רצפטור וכל מסלול חשיפה מטבלה 7-2(א) עד טבלה 7-2(ו). אם מסלול האוויר של תת הקרקע (הלא רוויה) בתוך מבנה או מחוץ לבנה מלא, יש להשתמש בריכוזי האדים בתת הקרקע (הלא רוויה) וריכוזי הקרקע שבטבלה 7-2(א) וטבלה 7-2(ב). אם גם ריכוז הקרקע וגם ריכוז גז הקרקע זמינים, יש להשתמש בריכוזי גז הקרקע. אם המסלול מקרקע למי תהום או מקרקע למים עיליים מלא, יש להשתמש בריכוזי הקרקע המופיעים בטבלה 7-2(ד) ובטבלה 7-2(ו) לריכוזי שכבת הקרקע העליונה ותת הקרקע (הלא רוויה). אם בתחום חשיפה ובמדיה יש מספר מסלולים מלאים, יש להשתמש בריכוז המינימלי של כל המסלולים המלאים. אם מסלול האוויר בתוך מבנה, מסלול האוויר מחוץ למבנה, מסלולי חלחול הקרקע למי תהום מסלולי חלחול הקרקע למים עיליים אינם מלאים, ריכוזי שכבת הקרקע העליונה של המסלול המשולב (עיכול בשוגג, מגע עם העור ושאיפה בחוץ) ישמשו לתת הקרקע (הלא רוויה).

באתרים שבהם אין מסלולי חשיפה אנושית מלאים, יש להשתמש ברמות יעד המגנות על מי תהום. כמו כן יש להשתמש באזורים כאלה ברמות יעד של קרקע המגנות על רצפטורים אקולוגיים המוצגות בטבלה 6-4(א). אם יש שפיכה אשר עלולה לפגוע ישירות במעיין או בגוף מים עיליים, יש להשתמש ברמות היעד האקולוגיות של קרקעות וסדימנטים (טבלה 5-1(ב) וטבלה 6-4(ב)) הן בעבור שכבת הקרקע העליונה והן בעבור תת הקרקע (הלא רוויה).

רמות היעד מבוססות-הסיכון בשלב 1 פותחו באמצעות מספר הנחות שמרניות. כהתייחסות לטבלה 7-2(ד), רמות היעד מבוססות-הסיכון של מקור מי תהום ומקור הקרקע יוכפלו במרחק הרלוונטי בהתאם למקדם הפחתת הדילול (dilution attenuation factor, DAF) בתוך הרווי המוצג בטבלה 7-2(ה) כמו כן, רמות היעד מבוססות-הסיכון בטבלה 7-2(ד) יוצאות מתוך הנחה של מקדם להפחתת דילול של 1.0 באזור הלא רווי. בנוסף, אם מקדם להפחתת דילול בתווך הבלתי רווי גדול יותר מ-1.0, יש להכפיל את רמות היעד מבוססות-הסיכון בטבלה 7-2(ד), במקדם להפחתת הדילול של האזור הלא רווי. יש לשים לב שהמקדם להפחתת הדילול בתווך הבלתי רווי תלוי במרחק האנכי בין מקור הקרקע ומי התהום. לפרטים עיין בנספח ה'.

ריכוזי ה-TPH בקרקע הבאים נקבעו לתנאים מגורים עבור שלב 1:

1. 350 מ"ג/ק"ג לבנזין.

2. 600 מ"ג/ק"ג לסולר.

לגבי בנזין, רמות יעד אלה מבוססות על הטמעת התוכנה של ה-IRBCA עם פרמטרים שהוגדרו כברירת מחדל למסלול המשולב של מגע בעור, עיכול בשוגג ושאיפה בחוץ של אדים וחלקיקים. רמות היעד שחושבו למקטע C5-C8 אליפטי, שמהווה את רוב החומרים האורגניים בטווח של ה-TPH בבנזין, היו 303 מ"ג/ק"ג ועוגלו ל-350 מ"ג/ק"ג.

עבור חומרים אורגניים בטווח סולר, תוכנת ה-IRBCA נתנה תוצאות של ריכוזים של 396 מ"ג/ק"ג ו-181 מ"ג/ק"ג למקטעי C9-C8 אליפטיים ו-C6-C16 ארומטיים, בהתאמה. הסכום של מקטעים אלה הוא 577 מ"ג/ק"ג. סכום זה עוגל מעלה לריכוז TPH של 600 מ"ג/ק"ג.

בנוסף לריכוזי TPH, האתר צריך לעמוד ברמות יעד של פרמטרי האינדיקציות הרלוונטיים, המופיעים בטבלה 6-1, והגנה על מסלול מי תהום במידה והוא מלא.

באתרים בהם נגרם זיהום עקב ערבוב של בנזין וסולר, יש להתייחס לריכוז הנמוך יותר מבין אלה המופיעים לעיל.

לשימוש מסחרי בקרקע, הריכוז הרלוונטי המחושב למקטע C5-C8 (חומרים אורגניים בטווח בנזין) הוא 1,280 מ"ג/ק"ג. בשני המקטעים לחומרים אורגניים בטווח סולר הריכוזים הם 1620 ו-758, והסכום הכולל הוא 2,378 מ"ג/ק"ג. כמו במקרה של תרחיש לאזור מגורים, יש למלא את רמות היעד לכל המסלולים המלאים ולהגנה על מי תהום אם המסלול למי תהום מלא.

הריכוזים של אדי קרקע בשלב 1 מגנים מפני שאיפה בחוץ חושבות באמצעות פקטור הפחתה של 0.01. לפיכך, ריכוזי אדי הקרקע חושבו כריכוזי אוויר בתוך מבנה לחלק ל-0.01. ריכוזים אלה של אדי קרקע משמשים להערכת ריכוזי קרקע מבוססי-סיכון באמצעות המרות שיווי משקל של ה-USEPA. יש לשים לב שהריכוזים של אדי תת-קרקע אינם דומים לריכוזי אדים תת-רצפתיים. עבור ריכוזי אדים תת-רצפתיים יש להשתמש בפקטור הפחתה של 0.1. מקדמי הפחתה אלה מבוסס על הערכה מתוך מסד הנתונים של ה-USEPA, ומייצגים הערכה שמרנית.

בכדי לחשב ריכוזי מי תהום מבוססי-סיכון המגנים מפני שאיפה בתוך מבנה, הערכים הישראליים לטווח ארוך לחומרים מזדהמים באוויר, המכונים "ערכי אלמוג", הוכפלו בפקטור הפחתה של 0.001 תוך התבססות על הנחיות ה-USEPA ולאחר מכן חושבו ריכוזי מי תהום באמצעות שימור שיווי המשקל של ה-USEPA.

רמות היעד מבוססות-הסיכון בשלב 1 מושוות לריכוזים המייצגים המחושבים כמתואר בשלב 4. על סמך ההשוואה נקבע מסלול הפעולה הבא (צעד 6 להלן).

7.6 צעד 6: קביעת מסלול הפעולה הבא ותיעוד של הערכת שלב 1 והמלצות

בהתאם לתוצאות ההשוואה, האלטרנטיבות הבאות אפשריות:

אלטרנטיבה 1: כל הריכוזים המייצגים הינם מתחת לרמות היעד מבוססות-הסיכון בשלב 1. במקרה זה, הצד האחראי יכול לבקש מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת מהרשויות המפקחות בהנחה ומולאו כל התנאים הבאים:

תנאי 1: ההתפזרות במי תהום, במידה וקיימת, הינה יציבה או מתכווצת (עיין בסעיף 6.12.3 לגבי דיון על יציבות ההתפזרות). אם תנאי זה לא מתמלא, הצד האחראי צריך להמשיך בניטור מי התהום עד שאפשר להדגים את יציבות ההתפזרות. פעולות שיקום ננקטו להאצת יציבות ההתפזרות. הערכה של יציבות ההתפזרות צריכה לכלול תכנית דיגום עם פירוט:

- הבאות מהן יילקחו דגימות;
- תדירות הדגימות;
- שיטות לניתוח במעבדה;

- שיטה לשימוש להדגמה שההתפזרות יציבה או מתכווצת;
- הדרישות לפורמט ולתדירות הדיווח.

תנאי 2: הריכוז המרבי של כל הכימיקלים החשודים הוא פחות מפי עשר מהריכוז המייצג של הכימיקלים החשודים בכל מסלול חשיפה. יש לשים לב שהריכוז המרבי כאן מתייחס לריכוז המרבי של כימיקל בתחום החשיפה, לא לריכוז המרבי באתר כולו. ניתן למלא תנאי זה אם ניתן להצדיק חריגה בפקטור של 10 על ידי כל אחת מהפעולות הבאות והמתאימות שננקטו:

- הריכוז המרבי הוא חריגה;
- הריכוז הממוצע חושב באופן שגוי;
- האתר לא אופיין כראוי;
- ייתכן שמוקד זיהום לא אופיין כראוי;
- הסבר אחר משביע רצון לרשויות.

יש לתעד כל חריגה מתנאי זה והרציונל, אם יש, יוגש לרשויות. הרשויות יקבעו אילו פעולות, אם בכלל, יהיו נחוצות כדי לטפל במצב. לדוגמה, אם אתר אינו מאופיין כראוי, יהיה צורך בדגימות ובניתוחים נוספים.

תנאי 3: לפני הנפקת מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת', יש לספק הבטחה מספקת שפעולות שיקום, אם נדרשו, הושלמו בהתאם לתכנית השיקום שאושרה מראש על ידי הרשויות, ושההנחות לגבי השימוש בקרקע המשמשות בהערכת ה-IRBCA לא הופרו לגבי התנאים כיום ובעתיד. ייתכן שתנאי זה יצריך מגבלת פעילות ושימוש (activity and use limitation, AUL) אחת או יותר באתר, שיהיו מחייבות מבחינת החוק וניתן יהיה לאכוף אותן. בנוסף לכך, יש לאמץ תכניות לשמירה ואכיפה על מגבלות פעילות ושימוש מחייבות מבחינת החוק כל עוד הדבר דרוש להגנה על בריאות האדם ועל הסביבה. נדרשים דיגומים מוודאים לאחר סיום פעולות השיקום. תכנית העבודה של הדגימות צריכה לקבל אישור מראש מהרשויות.

תנאי 4: אין כל חששות אקולוגיים באתר ומחוצה לו, כפי שנקבע על ידי אישור שהריכוזים המייצגים הם מתחת לרמות המגנות על רצפטורים אקולוגיים על ידי השלמת סקר הסיכונים האקולוגי. אם תנאי זה לא מתמלא, הצד האחראי חייב לספק המלצות למשרד להגנת הסביבה כדי לנהל את הסיכון האקולוגי. אם המשרד להגנת הסביבה מאשר את ההמלצות, יש ליישם אותן ולהדגים שהן יעילות.

תנאי 5: הצד האחראי לא נדרש על ידי הרשויות לבצע סקר סיכונים בשלב גבוה יותר.

תנאי 6: לא קיימים מטרדים באתר.

תנאי 7: כל ה- NAPL הוסרו עד לרמה המרבית האפשרית מבחינה מעשית.

אלטרנטיבה 2: ריכוז מייצג אחד או יותר חורגים מרמות היעד מבוססות-סיכון בשלב 1.

במקרה זה, הצד האחראי צריך לבחור אחת משלוש האפשרויות הבאות:

אפשרות 1: לשקם את האתר לרמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1, רמות מקובלות

לרצפטורים אקולוגיים ואזורי מחייה, ולבקש מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת' עם השלמת השיקום. רמות הניקוי אשר ייבחרו יהיו הריכוזים הנמוכים יותר שמגנים על בריאות האדם ועל רצפטורים אקולוגיים. בחירה באפשרות זו תצריך פיתוח של תכנית ניהול סיכונים ואישור של הרשויות הרלוונטיות לתכנית השיקום ובהתאם לשלבים הבאים:

- במהלך השיקום, נדרשת תכנית ניטור בכדי לאשר את ההתרחשות, היעילות וההשפעה של טכנולוגיית השיקום ויש להגיש דו"ח תקופתי לרשויות.
- במקרה שריכוזים מייצגים באתר חורגים באופן מינימלי מרמות הסיכון המקובלות או כאשר משתמשים בטכנולוגיות זמניות, הצד האחראי חייב לערוך תכנית ציוד/ניטור לטווח ארוך כדי לאשר שהחששות באתר לא גוברים.
- לאחר השלמת פעולות השיקום באמצעות טכנולוגיות קבועות (כגון חפירות וסילוק), נדרש לבצע דיגום מוודא לאחר שתכנית הדיגום המוודא קיבלה אישור מהרשויות הרלוונטיות, בכדי להבטיח שרמות הסיכון בכל תחום חשיפה ויחידת חשיפה עומדים ברמות המקובלות. במקרה שבחורים בטכנולוגיות שיקום זמניות (כגון: כיסוי, מיצוק/ייצוב), יש צורך בתכנית ניטור לטווח ארוך בתוך האתר ומחוצה לו, אותה יש לפתח ולאשר.
- לאחר השלמת השיקום לרמות היעד, ייתכן שיידרש יישום של מגבלות על פעילויות ושימוש ואכיפה של פעילויות לנטילת אחריות לטווח ארוך. כמו כן, ייתכן שיהיה צורך בתכנית ניטור שאותה יפתח הצד האחראי ושאותה יאשרו הרשויות.

אפשרות 2: ביצוע הפעולות הנחוצות לביטול המסלול שבו ריכוזים מייצגים חורגים מרמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1 ובקשת מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת'.

אפשרות 3: החלטה לבצע סקר סיכונים בשלב 2, כפי שנדון בפרק 8.0.

יש לשים לב שההחלטה לבחור באפשרות 1 או באפשרות 3 תלויה לחלוטין בצד האחראי, מפני שכל החלטה מובילה לפתרון מקובל מבחינה סביבתית. בכל המקרים, בחירה באפשרות 2 דורשת את הרשאת הרשויות.

ניתן לערוך סקר סיכונים בשלב 2 בכפוף לכל אחד מהתנאים הבאים:

- הריכוזים המייצגים חורגים מהרמות המחמירות מאוד או מרמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1 והצד האחראי מחליט לבצע סקר סיכונים בשלב 2 במקום לבצע ניקוי לרמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1.
- אין אפשרות או שלא משתלם כלכלית לעמוד ברמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1.
- ההנחות בשלב 1 שונות במידה משמעותית מהתנאים הספציפיים לאתר, כך שייתכן שרמות היעד מבוססות-הסיכון בשלב 1 לא יגנו על תנאים ספציפיים באתר ולכן לא יהיו מקובלות. הדוגמאות כוללות תוכן מים נפחי בקרקע בתווך הבלתי רווי הנמוך במידה משמעותית מערך ברירת המחדל ומסלול שאיפת האדם בתוך מבנים מלא, תוכן מקטע החומרים האורגניים בפחמן נמוך במידה משמעותית מערך ברירת המחדל או שהאתר אופיין על ידי קרסט או קרקע שהם שונים מאוד מקרקע ברירת המחדל ששימשה לחישובי רמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1.
- הכימיקלים החשודים לא רשומים בטבלת רמות היעד מבוססות-הסיכון או בטבלת הרמות המחמירות מאוד.

עקב ההבדל הטבוע בין סקר סיכונים בשלב 1 ובין סקר סיכונים בשלב 2, תכנית העבודה בשלב 2 תשתנה מבחינת כמות הפרטים. באופן ספציפי, מידע הנוגע לכל הפרמטרים הנדרשים הייחודיים לאתר נידון בתכנית העבודה בשלב 2. יש להגיש תכנית עבודה מפורטת לרשויות, כדי לקבל אישור. אישור כזה הכרחי כדי להמשיך בסקר סיכונים בשלב 2.

הגמישות המתאפשרת בסקר סיכונים שלב 2 מוזכרת בטבלה 2-1. שלא כמו סקר סיכונים בשלב 1, סקר סיכונים בשלב 2 עושה שימוש בפרמטרי הסעה ייחודיים לאתר או ערכים מתאימים מהספרות המקצועית, אם ניתן להצדיק אותם. סקר סיכונים בשלב 2 כולל את השלבים הבאים:

1. פיתוח תכנית עבודה;
2. חישוב הסיכונים הסרטניים והסיכונים שאינם סרטניים בשלב 2;
3. השוואת הסיכונים המחושבים עם סיכונים מקובלים ובמידת הצורך, פיתוח רמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 2;
4. המלצה על מסלול הפעולה הבא;
5. תיעוד של סקר סיכונים בשלב 2 כולל ההנחות העיקריות.

פרטים על כל אחד משלבי העבודה מפורט להלן. הרשויות חייבות לאשר את תכנית העבודה בשלב 2.

8.1 צעד 1: פיתוח תכנית עבודה

תכנית עבודה בשלב 2 המוגשת לרשויות כדי לקבל את אישורן צריכה לכלול לוח זמנים של הפרויקט כולו, ציוני דרך וחומרים כלשהם למסירה. עם קבלת האישור של תכנית העבודה, הצד האחראי צריך ליישם את תכנית העבודה בהתאם ללוח הזמנים שנקבעה. יישום זה עשוי לכלול איסוף נתונים נוספים שנחוצים לו ואיסוף פרמטרים ספציפיים לאתר של הסעה ובנייה. במקרה של עיכובים, על הצד האחראי להודיע לרשויות על העיכוב ולהגיש לוחות זמנים מתוקנים.

עם השלמת העבודה, הצד האחראי צריך לתעד את התוצאות ולהגיש אותן לרשויות. הדו"ח צריך לכלול המלצות למסלול פעולה עתידי כנידון להלן.

סקר סיכונים בשלב 2 מאפשר יישום של משתני הסעה ספציפיים לאתר המבוססים על:

- משתנים ספציפיים לאתר שנמדדו כראוי במיקומים המתאימים באמצעות שיטות מאושרות;
- ערכים מהספרות המקצועית שניתן להציג כערכים המייצגים את תנאי האתר.

לכל הפחות, חובה להשתמש בערכים נמדדים ספציפיים לאתר (ראה נספח ג') כולל מידות מקור הקרקע, עומק למקורות תת הקרקע (הלא רוויה), עובי התווך הבלתי רווי, עומק למי תהום, גרדיאנט הידראולי, מוליכות הידראולית והמרחקים לנקודת החשיפה ולבארות נקודת דיגום הממוקמות בין אזור המקור של הכימיקלים החשודים ונקודות החשיפה. כאשר ערכים ספציפיים לאתר אינם זמינים לפרמטרים, יש להשתמש בשיקול דעת מקצועי, עם אישורן של הרשויות, כדי לקבוע אם לבצע הערכה נוספת או אם להשתמש בערכים מתאימים מהספרות המקצועית. אם יש צורך בנתונים נוספים, יש לפתח תכנית עבודה להשגת נתונים שתקבל את אישור הרשויות לפני ביצוע סקר סיכונים בשלב 2.

הרשויות יתירו את השימוש בקצבי פירוק ביולוגיים ספציפיים לכימיקלים במודלים של הסעה, המבוססים על הערכה ספציפית לאתר של קידוחים היסטוריים בקרקע, גז קרקע נתוני בארות ניטור או לחלופין, ערכים מוצדקים מהספרות המקצועית. יש לשים לב שחובה להצדיק את השימוש בקצבי פירוק בסקר סיכונים בשלב 2 תוך התבססות על מידע שהוא ייחודי לאתר, הכולל בין היתר:

- ירידה עקבית במגמות כימיקלים חשודים בבארות ניטור;
- מדידת פרמטרים פנימיים המספקים ראיות להפחתה טבעית על סמך תהליכי השמדה ופירוק בלבד.

תכנית העבודה צריכה לתאר את השיטה המשמשת להערכת פרמטרים פנימיים.

8.2 צעד 2: חישוב הסיכונים בשלב 2

צעד 2 מעריך את הסיכונים הקרצינוגניים והסיכונים שאינם קרצינוגניים לכל הכימיקלים החשודים, הרצפטורים, ומסלולי חשיפה המשמשים את תוכנת ה-IRBCA. בסקר סיכונים בשלב 2, סיכונים קרצינוגניים ולא-קרצינוגניים יחושבו עבור כל כימיקל חשוד וכל מסלול חשיפה מלא וכזה העשוי להיות מלא בהתאם למודל החשיפה. לאחר מכן יש לחשב את הסיכון הכולל של כל כימיקל חשוד והסיכון המצטבר באתר כולו.

בעת חישוב סיכונים בשלב 2, המודל, המאפיינים הפיזיים-כימיים, המאפיינים הטוקסיקולוגיים ומקדם החשיפה יהיו זהים לאלה המשמשים בחישובי רמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1 שמופיעות בנספח ה'. לגבי כימיקלים שאין להם ערכי רעילות אך הם כימיקלים חשודים באתר, ייתכן שיהיה צורך לפתח את ערכי הרעילות הנדרשים על סמך עיון בספרות המקצועית, הדרכה זמינה מה-USEPA, ה-WHO או ה-EPA של קליפורניה או להשתמש בכימיקל חליפי. ערכים אלה אושרו על ידי המשרד להגנת הסביבה ומשרד הבריאות. בעבר, ה-USEPA השתמש

בשילוב בין הגישות ויש להתחשב גם בגישה זו.

כפי שנידון בסעיף 6.0 בנוגע לסקר סיכונים אקולוגי, הצד האחראי צריך גם לזהות רמות מתאימות המגנות על רצפטורים אקולוגיים ואזורי מחייה במידת הצורך. הריכוזים המייצגים של קרקע ומי תהום (ורכוזים אחרים במדיות רלוונטיות אחרות) מחושבים באופן זהה כמו בסקר סיכונים בשלב 1 וכפי שנידון בנספח ד'. ריכוזים מייצגים אלה משמשים להערכת הסיכונים באתר. אם הסיכון באתר חורג מרמת הסיכון המקובלת, יש לפתח תכנית לניהול סיכונים שתכלול פיתוח של רמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 2. תכנית העבודה צריכה לכלול דיון לגבי חישוב הריכוזים המייצגים.

8.2.1 הערכת ההגנה על משאבי מי תהום

יש להעריך את המסלולים הבאים במי תהום מזהמים:

- שימוש במי תהום כאספקת מי שתייה כיום ובעתיד;
- פוטנציאל לנידוף ממי תהום שעלול לגרום לחדירת אדים;
- שחרור מי תהום למים עיליים ו/או לים.

יש לקבוע מהן רמות הזיהום המותרות בקרקע ובמי תהום כאשר יש בארות לאספקת מים באתר או מחוצה לו. באתרים שבהן אין בארות לאספקת מים, רמות הניקוי של קרקע ומי תהום נדרשות להגן על מסלולים אחרים המפורטים לעיל.

בסקר סיכונים בשלב 2, רמות יעד יפותחו ויושוו לריכוזים מייצגים של קרקע ומי תהום במקור. נקודת החשיפה לשימוש ביתי נמצא במרחק שהוא פחות מגבול הנכס ו- 100 מ' ממקור הכימיקלים החשודים או במרחק שהוגדר על ידי רשות המים.

8.2.2 הערכת מים עיליים

באתרים שבהם זיהום אתר עלול לפגוע בגופי מים עיליים, יש צורך בסקר סיכונים בשלב 2 או בשלב 2.

8.3 צעד 3: השוואת סיכונים בשלב 2 עם רמות סיכון מקובלות

הסיכונים בשלב 2 יושוו לקריטריונים הבאים של סיכונים מקובלים:

- הסכום של הסיכונים לחלות בסרטן לכל כימיקל חשוד ולכל מסלולי החשיפה חייב להיות שווה ל- 1×10^{-5} או קטן ממנו.
- הסכום של הסיכונים לחלות בסרטן לכל מסלול חשיפה ולכל הכימיקלים החשודים חייב להיות שווה ל- 1×10^{-5} או קטן ממנו.
- הסיכון המצטבר לחלות בסרטן במהלך החיים באתר כולו, כלומר סכום הסיכון של כל הכימיקלים החשודים וכל מסלולי החשיפה לא יכול להיות גדול יותר מ- 1×10^{-4} . עם

זאת, אם רק מסלול חשיפה אחד מוערך כיוון שהוא הסיבה והגורם לעריכת סקר הסיכונים, הסיכון המצטבר "באתר כולו" חייב להיות פחות מ- $10^{-5} \times 1$. לדוגמה, אם נדרשת על ידי המשרד להגנת הסביבה הקלה כדי למנוע חדירת אדים למבנים, ונערך סקר סיכונים לצורך הערכה של חדירת אדים וקיימים מסלולי חשיפה אחרים, העשויים להיות לא מלאים אך אינם רלוונטיים לסקר סיכונים שמעריך שאיפת פליטות אדים מחוץ למבנים, אזי הסיכון המצטבר באתר כולו של כל הכימיקלים החשודים חייב להיות שווה ל- $10^{-5} \times 1$ או קטן ממנו. בנוסף לכך, הקריטריונים שאומרים שסיכון מצטבר לחלות בסרטן באתר כולו לא יכול לעלות על $10^{-4} \times 1$, חלים על אתרים המזוהמים בכימיקלים חשודים מרביתם, המהווים 10 חומרים מזהמים לפחות שזוהו, או יותר.

- אינדקס הסיכונים של כל כימיקל, שהוא סכום מנת הסכנות של כל מסלולי החשיפה המלאים לכל כימיקל (הסיכון הכולל), לא יכול לעלות על 1.0.
- אינדקס הסיכונים של כל מסלול חשיפה, שהוא סכום מנת הסכנות של כל הכימיקלים החשודים של כל מסלול חשיפה (הסיכון הכולל), לא יכול לעלות על 1.0.
- אינדקס הסיכונים המצטבר באתר כולו (הסכום של מנות הסכנות של כל הכימיקלים לכל מסלולי החשיפה) חייב להיות שווה ל-1.0 או קטן ממנו. אינדקס החשיפה חייב להיות שווה ל-1.0 או קטן ממנו גם אם רק מסלול אחד מוערך או אם הוא הסיבה לביצוע סקר הסיכונים.

ההשוואה לעיל תוביל לאפשרויות הבאות:

- סכום הסיכונים לחלות בסרטן במהלך החיים לכל מסלולי החשיפה עבור כל כימיקל חשוד קטן מ- $10^{-5} \times 1$ והסיכון המצטבר באתר כולו לחלות בסרטן במהלך החיים קטן מ- $10^{-4} \times 1$, אלא אם מוערך רק אחד ממספר מסלולים מלאים, ואז הסיכון המצטבר "באתר כולו" חייב להיות קטן מ- $10^{-5} \times 1$. במקרה זה, לא יהיה צורך לפתח רמות יעד ספציפיות לאתר להשפעות קרצינוגניות בשלב 2.
- הסיכון לחלות בסרטן במהלך החיים של כימיקל חשוד אחד או יותר או הסיכון לחלות בסרטן במהלך החיים של מסלול חשיפה אחד או יותר גבוה מ- $10^{-5} \times 1$ או הסיכון המצטבר באתר כולו לחלות בסרטן במהלך החיים גבוה מ- $10^{-4} \times 1$, אלא אם רק אחד מהמסלולים המלאים נבדק, ואז הסיכון המצטבר "באתר כולו" חייב להיות פחות מ- $10^{-5} \times 1$. במקרה זה, יש לפתח רמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 2. כפי שמוסבר בנספח ה', יש גמישות רבה בחישוב של רמות יעד ספציפיות לאתר. לפיכך, הצד האחראי צריך להסביר היטב את השיטה וההנחות המשמשות לחישוב רמות היעד הספציפיות לאתר.
- אינדקס הסיכונים המחושבות לכל כימיקל חשוד ולכל מסלול חשיפה ואינדקס הסיכונים המצטברות לאתר כולו קטנים מ-1.0. במקרה זה, לא יהיה צורך לפתח רמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 2 להשפעות שאינן סרטניות.
- אינדקס הסיכונים של כימיקל חשוד אחד או יותר או אינדקס הסכנות של מסלול חשיפה אחד או יותר ו/או אינדקס החשיפה המצטבר באתר כולו גדול יותר מ-1.0. במקרה זה, יש לפתח רמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 2.
- אינדקס הסיכונים של כל כימיקל חשוד וכל מסלולי החשיפה מקובל (פחות מהאיחוד),

אך אינדקס הסיכונים המצטבר באתר כולו אינו מקובל (גדול מהאיחוד) במקרה זה, ייתכן שיהיה עדיף לפתח אינדקס סיכונים ספציפי להשפעות שליליות על הבריאות. הדבר יצריך הפרדה של הכימיקלים החשודים לפי איבר היעד, מערכת היעד או מצב הפעולה ולהסיק אינדקס סיכונים לכל השפעה שלילית עם אישור מראש של הטוקסיקולוג ממשד הבריאות – המחלקה לבריאות סביבתית. כדוגמה, אם יש עשרה כימיקלים חשודים באתר, ארבעה מהם משפיעים על הכליות בלבד, שלושה משפיעים על מערכת העצבים המרכזיים בלבד ושלושה משפיעים על הכבד בלבד. במקרה זה, ניתן לקבץ את הכימיקלים החשודים לשלוש קטגוריות: אלה שמשפיעות על (i) הכליות, (ii) מערכת העצבים המרכזית, (iii) הכבד. ניתן לפתח אינדקס סיכונים מצטבר לכל אחד משלושת האיברים. אם כל אחד מאינדקסי הסיכונים המצטברים אלה קטן מאחד, לא יהיה צורך לפתח רמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 2 עבור כימיקלים חשודים אלה להשפעות שאינן קרצינוגניות. אם הדבר אינו מקובל, יהיה צורך לפתח את רמות היעד לכימיקלים חשודים בקבוצה שחורגת מאינדקס הסיכונים של האיחוד. בנוסף לסקר הסיכונים של בריאות האדם לעיל, יש גם להשוות את הריכוזים המייצגים לרמות הסיכון האקולוגיות, במידת הצורך, ולזהותן בצעד 2.

עופרת אינה נכללת להערכת סיכונים מצטברים באתר כולו, כלומר בהערכה של אינדקס הסיכונים או בסיכון לחלות בסרטן במהלך החיים. רמות היעד לעופרת נקבעו ל- 80 מ"ג/ק"ג למגורים (CalEPA, 2005) ו- 320 מ"ג/ק"ג למסחר/תעשייה (Cal EPA, 2005) יש לעיין בנספח ה' לקבלת פרטים נוספים.

8.4 צעד 4: המלצה על מסלול הפעולה הבא

בהתאם לתוצאות ההשוואה לעיל, האלטרנטיבות הבאות אפשריות:

אלטרנטיבה 1: הצד האחראי רשאי לבקש מהרשות המפקחת מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת' אם מתקיימים התנאים הבאים:

1. הסיכון הכולל של כל כימיקל (כל מסלולי החשיפה) של כל הרצפטורים מקובל;
2. הסיכון הכולל של כל מסלול חשיפה (כל הכימיקלים) של כל הרצפטורים מקובל;
3. הסיכון המצטבר באתר כולו (כל הכימיקלים וכל המסלולים המלאים) של כל הרצפטורים מקובל;
4. לחלופין, הריכוזים המייצגים של כל הכימיקלים החשודים וכל מסלולי החשיפה הם מתחת לרמת היעד הספציפיות לאתר בשלב 2.

בנוסף לכך, התנאים הבאים צריכים להתקיים.

תנאי 1: פלומת הזיהום, אם קיימת, הינה יציבה או מתכווצת (עיין בסעיף 6.12.3 לגבי דיון על יציבות פלומת הזיהום). אם תנאי זה לא מתמלא, הצד האחראי צריך להמשיך בניטור מי התהום עד שאפשר להדגים את יציבות פלומת הזיהום. ניתן לנקוט פעולות שיקום כדי להאיץ את התייצבות פלומת הזיהום. המלצה זו חייבת לכלול תכנית דיגום עם פירוט, כגון:

- הבאות מהן יינטלו דגימות;
- תדירות הדיגום;

- שיטה לניתוח במעבדה;
- שיטה להדגמה שפלומת הזיהום יציבה או מתכווצת;
- הדרישות לפורמט ולתדירות הדיווח.

תנאי 2: לפני הנפקת מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת', יש לספק הבטחה מספקת שפעולות שיקום בוצעו בהתאם לתכנית השיקום שאושרה מראש על ידי הרשויות הרלוונטיות והושלמו, ושההנחות לגבי השימוש באדמה המשמשות בהערכת ה-IRBCA לא הופרו לגבי התנאים כיום ובעתיד. ייתכן שתנאי זה יצריך מגבלת פעילות ושימוש אחת או יותר באתר, שיהיו מחייבות מבחינת החוק וניתן יהיה לאכוף אותן. כמו כן, צריכות להיות תכניות לשמירה ואכיפה של אחריות לטווח ארוך כל עוד הדבר נחוץ כדי להגן על בריאות האדם ועל הסביבה.

לאחר סיום פעולות השיקום נדרש דיגום מוודא. תכנית העבודה של הדיגום צריכה לקבל אישור מראש מהרשויות.

תנאי 3: אין כל חששות אקולוגיים באתר ומחוצה לו, כפי שנקבע על ידי אישור שהריכוזים המייצגים נמוכים מהרמות המגנות על רצפטורים אקולוגיים על ידי השלמת סקר הסיכונים האקולוגי. אם תנאי זה לא מתמלא, הצד האחראי חייב לספק המלצות למשרד להגנת הסביבה כדי לנהל את הסיכון האקולוגי. אם המשרד להגנת הסביבה מאשר את ההמלצות, יש ליישם אותן ולהדגים שהן יעילות.

תנאי 4: הצד האחראי לא נדרש על ידי הרשויות לבצע סקר סיכונים בשלב גבוה יותר.

תנאי 5: לא קיימים מטרדים באתר.

תנאי 6: ה- NAPL הוסר עד למידה המרבית האפשרית מבחינה מעשית.

תנאי 7: הריכוז המרבי של כל כימיקל חשוד הוא פחות מפי עשר מהריכוז המייצג של הכימיקל החשוד בכל מסלול חשיפה. יש לשים לב שהריכוז המרבי כאן מתייחס לריכוז המרבי של כימיקל בתחום החשיפה, לא לריכוז המרבי באתר כולו. ניתן למלא תנאי זה אם ניתן להצדיק חריגה על ידי כל אחת מהפעולות הבאות והמתאימות שנקטו:

- הריכוז המרבי הוא חריגה;
- הריכוז הממוצע חושב באופן שגוי;
- האתר לא אופיין כראוי;
- ייתכן שאזור חם לא אופיין כראוי;
- כל הסבר אחר משביע רצון לרשויות.

יש לתעד כל חריגה מתנאי זה והרציונל, אם יש, יוגש לרשויות. הרשויות יקבעו אילו פעולות, אם בכלל, יהיו נחוצות כדי לטפל במצב. לדוגמה, אם אתר אינו מאופיין כראוי, יהיה צורך בדיגומים ובניתוחים נוספים.

אלטרנטיבה 2: הסיכונים המחושבים חורגים מרמות הסיכון המקובלות:

1. הסיכון הכולל של כל כימיקל (כל מסלולי החשיפה) של כל רצפטור אנושי או אקולוגי ו/או אזורי מחייה חורג מהרמות המקובלות;

2. הסיכון הכולל של כל מסלול חשיפה (כל הכימיקלים החשודים) של כל רצפטור אנושי או אקולוגי ו/או אזורי מחייה חורג מהרמות המקובלות;

3. הסיכונים המצטברים באתר כולו (כל הכימיקלים וכל המסלולים המלאים) חורגים מהרמות המקובלות;

4. הריכוזים המייצגים חורגים מרמות היעד המחושבות הספציפיות לאתר בשלב 2.

על סמך החלטה זו, הצד האחראי צריך להמליץ על אחד מהבאים:

1. המלצה על רמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 2 (אם הצד האחראי מחליט לשקם את האתר לרמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 2, רמות הניקוי יהיו הריכוזים הנמוכים המגנים על בריאות האדם, הן סרטניים והן לא סרטניים, ועל רצפטורים אקולוגיים ו/או אזורי מחייה). בחירה באפשרות זו תצריך פיתוח של תכנית ניהול סיכונים ואישור של הרשויות הרלוונטיות בהתאם לשלבים הבאים:

- במהלך השיקום, נדרשת תכנית ניטור כדי לאשר את ההתרחשות, היעילות וההשפעה של טכנולוגיית השיקום ויש להגיש דו"ח תקופתי לרשויות.

- במקרה שריכוזים מייצגים באתר חורגים באופן מינימלי מרמות הסיכון המקובלות, כאשר בוחרים בהפחתה טבעית או כאשר משתמשים בטכנולוגיות זמניות, הצד האחראי חייב לערוך תכנית התאמה/ניטור לטווח ארוך כדי לאשר שהחששות באתר לא גוברים ו/או כדי לאשר את ההתרחשות, את היעילות ואת ההשפעה של ההפחתה הטבעית.

- לאחר השלמת פעולות השיקום, כגון חפירות וסילוק, נדרש דיגום מוודא כדי להבטיח שרמות הסיכון בכל תחום חשיפה ויחידת חשיפה עומדים ברמות המקובלות. תכנית הדיגום המוודא תוגש לרשויות הרלוונטיות כדי לקבל את אישורן. במקרה שבחרים בטכנולוגיות שיקום זמניות (כגון כיסוי או מיצוק/ייצוב), יש צורך בתכנית ניטור לטווח ארוך בתוך האתר ומחוצה לו, שאותה יש לפתח ולאשר.

- לאחר השלמת השיקום לרמות היעד, ייתכן שיידרש יישום של מגבלות על פעילויות ושימוש או אחריות לטווח ארוך ויהיה צורך בתכנית ניטור. תכנית כזאת תצטרך לקבל את אישור הרשויות לפני יישומה.

2. ביצועים של סקר סיכונים בשלב 3. אם הסיכונים חורגים מרמות הסיכון המקובלות, הצד האחראי יכול להחליט לבצע סקר סיכונים בשלב 3 לרצפטורים שעבורם הייתה חריגה בסיכון בשלב 2. יש לשים לב שכל הכימיקלים החשודים צריכים להיכלל בהערכה בשלב 3.

מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת' המוענק עם הגבלות (למשל עם מגבלות על פעילויות ושימוש, אחריות לטווח ארוך, ניטור לטווח ארוך) תקף רק כל עוד ההגבלות נשמרות.

8.5 שלב 5: תיעוד הערכת סיכונים בשלב 2 והמלצות

כדי להקל עד סקירת סקר הסיכונים בשלב 2 על ידי הרשויות וצדדים מעוניינים אחרים, יש לתעד בבירור את סקר הסיכונים. אם נערך גם סקר סיכונים בשלב 1, יש להגיש את שתי ההערכות בדו"ח יחיד. לכל הפחות, הדו"ח של סקר סיכונים בשלב 2 צריך לכלול את הפרטים הבאים:

- רקע האתר וכרונולוגיה של האירועים;
- שימוש באדמה באתר בעבר, כעת ובעתיד;
- סטרטיגרפיה והידרו-גיאולוגיה של האתר;
- נתונים ששימשו לביצוע ההערכה;
- הנחות ששימשו לביצוע ההערכה;
- מסמכים של מודל החשיפה וההנחות שלו;
- מסמכים והצדקות של כל הפרמטרים של הסעה;
- סיכון משוער של כל כימיקל חשוד, כל מסלול חשיפה, כל רצפטור והסיכון המצטבר באתר כולו לכל רצפטור ומדיה;
- המלצות המבוססות על סקר הסיכונים בשלב 2.

בנוסף לכך, הדו"ח צריך לכלול את הנקודות הבאות:

- כל קובצי הקלט (כמו גם תדפיסי מסך אם מבקשים אותם), חישובי ביניים וקובצי פלט מהתוכנה ומהמודלים ששימשו לביצוע החישובים של שלושה כימיקלים חשודים לפחות עבור כל מסלול;
- יש לפרט את המקור המדויק של כל הפרמטרים, המודלים והמשוואות בהתאם להנחות של ה-IRBCA ידונו בבירור ככאלה. המשרד להגנת הסביבה עשוי לבקש עותקים של חומרי עזר מסוג זה.
- הצד האחראי חייב להגיש מראש את השם של מערכי הסיכונים שיבצעו את סקר הסיכונים וחישובי המודלים ואת ההסמכות הספציפיות האקדמיות ומקצועיות כלשהם (גיאולוג, טוקסיקולוג, בונה מודלים, מהנדס וכו') ופרטים על הניסיון שלהם בביצוע סקר סיכונים.

אם הוגשה בקשה למכתב 'אין צורך בפעולה נוספת', יש להגיש מסמכים המראים שכל התנאים בסעיף 8.4, אלטרנטיבה 1, מולאו.

9.0 סקר סיכונים בשלב 3

סקר סיכונים בשלב 3 הוא הערכה מפורטת וייחודית של אתר שהצד האחראי יכול לבחור לערוך. אף שבדרך כלל סקר סיכונים בשלב 3 אינו דרישה מחייבת, כדאי לבצע אותו לאחר השלמת סקר סיכונים בשלב 1 ו/או שלב 2.

כפי שניתן לראות בטבלה 1-2, בהשוואה לסקר סיכונים בשלב 2, סקר סיכונים בשלב 3 יכול להשתמש בפקטורים העדכניים ביותר של רעילות, מאפיינים פיזיים וכימיים, פקטורי חשיפה ייחודיים לאתר ומודלים חלופיים של הסעה. לפיכך, סקר סיכונים בשלב 3 מספק את הגמישות הרבה ביותר לצד האחראי. סקר סיכונים בשלב 3 יכול לכלול סקר סיכונים אקולוגיים ברמה 1, רמה 2 או רמה 2 כמתואר בסעיף 6.11.

סקר סיכונים בשלב 3 מצריך את השלבים הבאים:

1. פיתוח תכנית עבודה בשלב 3 באישור הרשויות;
2. איסוף מידע נוסף, לפי הצורך;
3. חישוב הסיכונים בשלב 3;
4. השוואת הסיכונים המחושבים עם רמות סיכון מקובלות ופיתוח רמות ניקוי במידת הצורך;
5. המלצה על מסלול הפעולה הבא;
6. השלמת דו"ח על סקר סיכונים בשלב 3.

כל צעד נידון להלן.

9.1 צעד 1: פיתוח תכנית עבודה בשלב 3

סקר סיכונים בשלב 3 מספק גמישות רבה לצד האחראי. דוגמאות לגמישות כזו כוללות בין היתר:

- הערכת רצפטורים נוספים ייחודיים לאתר (פרט לרצפטורים של מגורים ושל אזורים שאינם למגורים המטופלים בסקרי סיכונים בשלב 1 ובשלב 2), כגון משתמשים לצרכי פנאי ומסיגי גבול;
- שימוש בגורמי חשיפה ספציפיים לאתר;
- שימוש בערכי רעילות השונים מהערכים ששימשו בסקרי הסיכונים בשלב 1 ובשלב 2, ושעשויים לכלול שימוש בערכי רעילות תת-כרוניים להשפעות שאינן סרטניות כאשר משך החשיפה הוא פחות משבע שנים (שים לב שערכי רעילות תת-כרוניים אינם נפוצים כמו ערכים כרוניים. הסוכנות לרישום חומרים רעילים ומחלות (ATSDR) מפרסמת רמות סיכון מינימליות אשר יכולות להתאים לשימוש כערכי רעילות תת-כרוניים);
- שימוש במודלים חליפיים של הסעה;
- הגדרה חליפית של שכבת הקרקע העליונה המבוססת על שיקולים ייחודיים לאתר;
- ניתן להשתמש במודל החשיפה הבי-קינטי המשולב המעודכן לפיתוח רמות יעד ספציפיות לאתר לעופרת.

בכל מקרה יש להצדיק את הבחירה הספציפית באופן טכני. בזכות גמישות זאת והאופי הספציפי

מאוד לאתר של סקר סיכונים בשלב 3, הרשויות חייבות לאשר את תכנית העבודה בשלב 3 לפני יישומה.

בסקר סיכונים בשלב 3, הרצפטורים היחידים שיש להתחשב בהם הם רצפטורים שעבורם הסיכון בסקר הסיכונים בשלב 3 חורג מהרמות המקובלות ורצפטורים נוספים אחרים שלא נחשבים בהערכה בשלב 2. אין צורך להעריך רצפטורים שעבורם הסיכון בשלב 2 אינו חורג. עם זאת, לא ניתן לבטל אף אחד מהכימיקלים החשודים הנשקלים בסקר סיכונים בשלב 2 ובסקר סיכונים בשלב 3. לפיכך, הכימיקלים החשודים הנשקלים בסקר סיכונים בשלב 2 ובשלב 3 יהיו זהים, אלא אם נתונים חדשים שנאספו בסקר הסיכונים בשלב 2 יצביעו על משהו אחר.

תכנית העבודה חייבת לכלול לכל הפחות את הנקודות הבאות:

- זיהוי הרצפטורים אותם יש להעריך בשלב 3.
- זיהוי הכימיקלים החשודים עבורם יחושב סיכון בשלב 3. באופן טיפוסי, כימיקלים חשודים אלה יהיו זהים לאלה שבסקר סיכונים בשלב 2.
- מסלולי חשיפה מלאים ומסלולי חשיפה העשויים להיות מלאים, עבורם יחושב סיכון בשלב 3. באופן טיפוסי, כימיקלים חשודים אלה יהיו זהים לכימיקלים החשודים שבסקר סיכונים בשלב 2.
- הסבר למודלי ההסעה שיהיו בשימוש בחישוב הסיכון למסלולי חשיפה מלאים ולמסלולי חשיפה העשויים להיות מלאים. סקר הסיכונים יכול להציע שימוש במודלים השונים מאלה המשמשים בסקר סיכונים בשלב 1 או בשלב 2. לכל הפחות, המודלים בהם משתמשים צריכים:
 - לעבור ביקורת עמיתים;
 - להיות זמינים לציבור או לספק עותק לרשויות ללא עלות;
 - עדיף שתהיה להם היסטוריית שימוש בפרויקטים דומים;
 - להיות ברי הגנה מבחינה טכנית.
- יש להציג את פרמטרי הקלט בטבלה כדי לחשב את הסיכון בשלב 3. סקר הסיכונים יצטרך להצדיק את השימוש בערכים ובמתודולוגיה שנבחרו לגבי כל אחד מהפרמטרים האלה.
- דוגמאות לפרמטרי קלט שיהיו ייחודיים לסקר סיכונים בשלב 3:
 - מאפיינים פיזיים ספציפיים לכימיקל;
 - מאפייני רעילות ספציפיים לכימיקל;
 - גורמי חשיפה ספציפיים לאתר או גורמים חלופיים אחרים;
 - גורמים ייחודיים למדיה ולאתר הנדרשים למודלים הנבחרים של הסעה.
- דיון על הנתונים והמתודולוגיה שישמשו לחישוב הריכוזים המייצגים (ראה נספח ד' לקבלת מידע נוסף).
- הסבר על פערי נתונים הדורשים עבודה נוספת בשטח. היקף העבודה לאיסוף נתונים אלה חייב להיכלל בתכנית העבודה של סקר הסיכונים בשלב 3.
- דיון על השונות וחוסר הוודאות של גורמי הקלט והאופן שבו תוערך ההשפעה של שונות זו על הסיכון הסופי. טכניקות לניתוח אי-הוודאות נעות מניתוח רגישות ועד להדמיות מונטה קרלו מפורטות.
- הערכה של סיכון אקולוגי. סקרי סיכונים אקולוגיים אשר הושלמו בעבר בשלב כלשהו יתקבלו גם בסקר סיכונים בשלב 3 ואין צורך לבצע אותם שוב.

לאחר קבלת האישור לתכנית העבודה בשלב 3, הצד האחראי רשאי לבצע סקר סיכונים בשלב 3. כל שינוי במתודולוגיה, בלוח הזמנים או בפרמטרי הקלט במהלך העבודה בשלב 3 חייבים

לקבל אישור גם מהרשויות והצד האחראי חייב לתעד אותם.

9.2 שלב 2: איסוף נתונים נוספים, בהתאם לצורך

עם קבלת האישור לתכנית העבודה בשלב 3, הצד האחראי חייב לבצע את עבודת השטח הנחוצה בכדי לאסוף את הנתונים. יש לדון על כל סטייה מתכנית העבודה בגלל תנאי השטח או לוגיסטיקה של העבודה בשטח עם הרשויות לפני השלמת העבודות בשטח. בהתאם לאופי ולסוג של העבודה בשטח ופערי הנתונים, ייתכן שלא יהיה צורך להגיש דו"ח נתונים נפרד לרשויות. במקום זאת הוא יכלול כחלק מסקר הסיכונים בשלב 3. ניתן לכלול מסמכים על העבודות לאיסוף הנתונים כנספח לדו"ח סקר הסיכונים בשלב 3.

9.3 צעד 3: חישוב הסיכונים בשלב 3

צעד 3 מעריך את הסיכונים הקרצינוגניים והסיכונים שאינם קרצינוגניים לכל הכימיקלים החשודים ומסלולי חשיפה מלאים המשמשים את המודלים והנתונים בהתאם לתכנית העבודה המאושרת. בסקר סיכונים בשלב 3 יש לחשב את הסיכון לכל כימיקל חשוד (סכום הסיכונים לכל מסלולי החשיפה המלאים של כימיקל) ואת הסיכון המצטבר באתר כולו לכל רצפטור (סכום הסיכונים לכל הכימיקלים החשודים ולכל מסלולי החשיפה המלאים). במידת הצורך, ניתן לשקול גם סיכון אקולוגי בהתאם לתכנית העבודה.

9.4 צעד 4: השוואת הסיכונים המחושבים עם רמות סיכון מקובלות פיתוח רמות ניקוי ובמידת הצורך

- בצעד 4 משווים את סך כל הסיכונים עבור כל כימיקל חשוד וכן את הסיכון המצטבר באתר כולו לכל רצפטור עם רמות הסיכונים המקובלות שלהם. הסיכון המקובל הכולל לחלות בסרטן במהלך החיים לכל כימיקל חשוד הוא 1×10^{-5} וכל מסלול חשיפה הוא 1×10^{-5} . הסיכון המקובל המצטבר באתר כולו לחלות בסרטן במהלך החיים, כלומר סכום הסיכון של כל הכימיקלים החשודים וכל מסלולי החשיפה לא יכול להיות גדול יותר מ- 1×10^{-4} . עם זאת, אם רק מסלול חשיפה אחד מוערך כיוון שהוא הסיבה והגורם לעריכת סקר הסיכונים, הסיכון המצטבר "באתר כולו" חייב להיות קטן מ- 1×10^{-5} . לדוגמה, אם נדרשת על ידי המשרד להגנת הסביבה הקלה בכדי להפחית חדירת אדים למבנים ונערך סקר סיכונים לצורך הערכה של חדירת אדים וקיימים מסלולי חשיפה אחרים, העשויים להיות לא מלאים אך אינם רלוונטיים לסקר סיכונים המערך שאיפת פליטות אדים מחוץ למבנים, אזי הסיכון המצטבר באתר כולו של כל הכימיקלים החשודים חייב להיות שווה ל- 1×10^{-5} או קטן ממנו. בנוסף, הקריטריונים האומרים שהסיכון המצטבר באתר כולו לחלות בסרטן במהלך החיים לא יכול לעלות על 1×10^{-4} חלים על אתרים המזהמים בכימיקלים חשודים מרובים, הכוללים לפחות 10 חומרים מזהמים שאותרו באתרים אלו.
- אינדקס הסיכונים המקובל של כל הכימיקלים החשודים ושל כל מסלולי החשיפה ואינדקס הסיכונים המצטבר באתר כולו הוא 1.0, כלומר הם זהים לאינדקסי הסיכונים המשמשים בסקר סיכונים בשלב 2.

ההשוואה תוביל לאפשרויות הבאות:

- הסיכון הכולל המחושב לכל כימיקל חשוד לחלות בסרטן במהלך החיים, הסיכון הכולל של כל מסלול חשיפה לחלות בסרטן במהלך החיים והסיכון המצטבר באתר כולו לחלות בסרטן במהלך החיים נמוכים מרמות הסיכון המקובלות. במקרה זה, לא יהיה צורך לפתח לכימיקלים חשודים קרצינוגניים רמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 3.
 - הסיכון הכולל של כל הכימיקלים החשודים לחלות בסרטן במהלך החיים הסיכון הכולל של כל מסלול חשיפה לחלות בסרטן במהלך החיים והסיכון המצטבר באתר כולו לחלות בסרטן במהלך החיים חורג מרמות הסיכון המקובלות. במקרה זה, יש לפתח רמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 3. כפי שמוסבר בנספח ה', מתאפשרת גמישות רבה בחישוב של רמות יעד ספציפיות לאתר. לפיכך, הצד האחראי צריך להסביר היטב את השיטה וההנחות המשמשות לחישוב רמות היעד.
 - אינדקס הסיכונים המצטבר המחושב באתר כולו (הסכום של מנות הסכנות של כל הכימיקלים לכל מסלולי החשיפה) מקובל (פחות מ-1.0). במקרה זה, הסיכון שאינו קרצינוגני נחשב למקובל ולא יהיה צורך לפתח רמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 3 להשפעות שאינן קרצינוגניות.
 - אינדקס הסיכונים של כל כימיקל חשוד מקובל (פחות מ-1.0), אך אינדקס הסיכונים המצטבר באתר כולו אינו מקובל (גדול מ-1.0) ויהיה צורך לפתח את רמות היעד של הכימיקלים החשודים.
 - אינדקס הסיכונים של כל מסלול חשיפה הוא מקובל (פחות מ-1.0), אך אינדקס הסיכונים המצטבר באתר כולו אינו מקובל (גדול מ-1.0) ויהיה צורך לפתח את רמות היעד של הכימיקלים החשודים.
- בנוסף לסקר סיכונים של בריאות האדם, יש להתחשב בסיכונים אקולוגיים או ברמות אקולוגיות המגנות על רצפטורים אקולוגיים ואזורי מחיה.

9.5 צעד 5: קביעת מסלול הפעולה הבא

לאחר השלמת סקר הסיכונים בשלב 3 ישנן שתי האלטרנטיבות:

אלטרנטיבה 1: הצד האחראי רשאי לבקש מהרשות המפקחת מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת' אם התנאים הבאים מתמלאים:

5. הסיכון הכולל של כל כימיקל (כל מסלולי החשיפה) של כל הרצפטורים הוא מקובל;
6. הסיכון הכולל של כל מסלול חשיפה (כל הכימיקלים) של כל הרצפטורים הוא מקובל;
7. הסיכון המצטבר באתר כולו (כל הכימיקלים וכל המסלולים המלאים) של כל הרצפטורים מקובל;
8. לחלופין, הריכוזים המייצגים של כל הכימיקלים החשודים וכל מסלולי החשיפה נמוכים מרמות היעד הספציפיות לאתר בשלב 3.

בנוסף לכך, התנאים הבאים צריכים להתקיים:

תנאי 1: פלומת הזיהום, במידה וקיימת, הינה יציבה או מתכווצת. אם תנאי זה לא מתמלא, הצד האחראי צריך להמשיך בניטור מי התהום עד שאפשר להדגים את יציבות פלומת הזיהום. ניתן לנקוט פעולות שיקום כדי להאיץ את התייצבות פלומת הזיהום. המלצה זו חייבת לכלול תכנית דיגום הכוללת פירוט, כגון:

- הבאות מהן יילקחו דגימות;
- תדירות הדיגום;
- שיטה לניתוח במעבדה;
- הצעה לשיטה להדגמה שפלומת הזיהום יציבה או מתכווצת;
- הדרישות לפורמט ולתדירות הדיווח.

תנאי 2: לפני הנפקת מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת', יש לספק הבטחה מספקת שההנחות לגבי השימוש בקרקע המשמשות בהערכת ה-IRBCA לא הופרו לגבי שימוש כיום ושימוש בעתיד הצפוי והסביר. ייתכן שתנאי זה יצריך מגבלת פעילות ושימוש אחת או יותר באתר אותן ניתן יהיה לאכוף כדי לשמור ולאכוף אחריות לטווח ארוך כל עוד הדבר נחוץ כדי להגן על בריאות האדם ועל הסביבה. כמו כן ייתכן שהתנאי יצריך שהאחריות לטווח הארוך תחייב מבחינה משפטית.

תנאי 3: אין כל חששות אקולוגיים באתר, כפי שנקבע על ידי אישור שהריכוזים המרביים או המייצגים הם מתחת לרמות המגנות על רצפטורים אקולוגיים על ידי השלמת סקר הסיכונים האקולוגי. במידה ותנאי זה לא מתמלא, הצד האחראי חייב לספק המלצות למשרד להגנת הסביבה כדי לנהל את הסיכון האקולוגי. אם המשרד להגנת הסביבה מאשר את ההמלצות, אופן יישומן ויעילותן, תנאי זה יתמלא.

תנאי 4: הריכוז המרבי של כל כימיקל חשוד הינו קטן מפי עשר מהריכוז המייצג של כימיקל חשוד זה בכל מסלול חשיפה מלא. יש לשים לב שהריכוז המרבי כאן מתייחס לריכוז המרבי של כימיקל בתחום החשיפה/יחידת החשיפה, לא לריכוז המרבי באתר כולו. ניתן למלא תנאי זה אם ניתן להצדיק חריגה על ידי כל אחת מהפעולות הבאות:

- הריכוז המרבי הוא חריגה;
- הריכוז הממוצע חושב באופן שגוי;
- האתר לא אופיין כראוי;
- ייתכן שמוקד זיהום לא אופיין כראוי;
- הסבר אחר משביע רצון לרשויות.

יש לתעד כל חריגה מתנאי זה והסיבה לחריגה, במידה ויש, תוגש לרשויות. הרשויות יקבעו אילו פעולות, אם בכלל, יהיו נחוצות כדי לטפל במצב. ראה גם נספח ד' בנוגע לחריגות.

אלטרנטיבה 2: אם יש חריגה מהסיכונים המחושבים, הצד האחראי חייב לפתח רמות יעד ספציפיות לאתר ולהציע פעולות שיקום כדי להשיג רמות אלה אם בניתוח מתגלה כי:

1. הסיכון הכולל של כל כימיקל חשוד (כל המסלולים) אינו מקובל לכל רצפטור אנושי או אקולוגי ו/או אזורי מחייה;

2. הסיכון הכולל של כל מסלול חשיפה (כל הכימיקלים החשודים) אינו מקובל לכל רצפטור

אנושי או אקולוגי ו/או אזורי מחייה;

3. הסיכון המצטבר באתר כולו (כל הכימיקלים החשודים וכל המסלולים המלאים, הסיכון המצטבר לאתר כולו לחלות בסרטן במהלך החיים ואינדקס הסיכונים המצטבר) אינו מקובל לכל רצפטור אנושי או אקולוגי ו/או אזורי מחייה.

יש לכלול את רמות היעד הספציפיות לאתר והמתודולוגיות ששימשו להשגת רמות אלה בתכנית לניהול סיכונים.

9.5.1 הערכת מים עיליים

ייתכן שיהיה צורך בדיגום כימיקלים חשודים בגופי מים עיליים ו/או במי ים כאשר ידוע על הסעת כימיקלים חשודים או כאשר קיים חשד שהכימיקלים החשודים פוגעים בגוף מים עיליים ו/או במי מים. רמות היעד מייצגות את הערכים הקריטריונים המוצעים הנמוכים לאיכות מים עיליים (ו/או מי ים) המשמשים עבור (i) חשיפה חמורה של מים מתוקים (ו/או מי ים), (ii) חשיפה כרונית של מים מתוקים (ו/או מי ים), (iii) צריכה אנושית של דגים ומים, (iv) מים לשעות הפנאי (כגון מגע בשחייה). ריכוזי קרקע ומי תהום המגנים על נחל מחושבים באותו תהליך כמו זה של חישוב הריכוזים המגנים על עיכול מי תהום.

יש צורך בדיגום מים עיליים לשם קביעת קשיות המים או ה- pH אם ערך היעד של ריכוז המים העיליים לכימיקלים החשודים תלוי בקשיות המים או ב- pH שלהם.

בעת טיפול בהשפעות אקולוגיות, רמות היעד צריכות להיות בהתאם לדיון בסעיף 6.11.

אין לחרוג מהערכים הנקבעים במי תהום הנפליטים/מחלחלים לנחל. בהערכות בכל השלבים, יש לעמוד ברמות היעד בנקודת הפליטה מכיוון שההתערבות בתוך הנחל אינה מותרת באף אחד מהשלבים בהערכה (פקטור הפחתת הדילול שווה ל- 1).

באתרים מזהמים בהם יש זליגה מפני השטח למים עיליים, הזליגה צריכה לעמוד בתקנים של מים מתוקים בנקודת הפליטה לנהר. בנוסף לכך, שכבת הקרקע העליונה והתת הקרקע (הלא רוויה) צריכות לעמוד ברמות יעד הקרקע המגנות על רצפטורים אקולוגיים. אם יש שפיכה או זליגה בפני השטח העלולה לפגוע ישירות במעיין או בגוף מים עיליים, רמות היעד של קרקעות וסדימנטים צריכות לעמוד ברמות היעד לקרקעות המגנות על רצפטורים אקולוגיים ורצפטורים אנושיים.

9.5.2 הערכת מסלולים אחרים

מסלולי חשיפה מלאים אחרים כגון עיכול מזון מיבולים לצריכה אנושית שגודלו במדיות שנפגעו, עיכול דגים או שימוש במי תהום למטרות השקיה צריכים לעבור הערכה בסקר הסיכונים בשלב 3. עיין ב-Risk Assessment Guidance for Superfund, Volume I (USEPA, 1989) להדרכה לגבי הערכת הסיכונים בעקבות צריכת מזון.

9.6 צעד 6: תיעוד סקר סיכונים בשלב 3 והמלצות

מכיוון שסקר סיכונים בשלב 3 הינו ייחודי לאתר, הצד האחראי חייב להגיש דו"ח המתאר בבירור את הנתונים שהיו בשימוש, המתודולוגיה והנחות היסוד, התוצאות וההמלצות בנוגע למסלול קדימה.

כל סטייה מהיקף העבודה המאושר, הרציונל לסטייה והתאריך שבה הסטייה אושרה על ידי הרשויות צריכים להיות מתועדים בבירור בדו"ח. לכל הפחות, הדו"ח צריך לכלול את הפרטים הבאים:

- רקע האתר וכרונולוגיה של האירועים;
- נתונים אשר שימשו לביצוע ההערכה;
- מסמכים של מודל החשיפה וההנחות שלו;
- מסמכים והצדקות של כל גורמי הקלט שהיו בשימוש;
- סיכון משוער של כל כימיקל חשוד, כל מסלול חשיפה, כל רצפטור והסיכון באתר כולו לכל רצפטור ומדיה;
- המלצות המבוססות על סקר סיכונים בשלב 3;
- אם הוגשה בקשה למכתב 'אין צורך בפעולה נוספת', יש להגיש מסמכים המראים כי כל התנאים בסעיף 9.6, אלטרנטיבה 1, מולאו.

בנוסף לכך, הדו"ח צריך לכלול את הנקודות הבאות:

- כל נתוני הקלט, חישובי ביניים ונתוני הפלט מהתוכנה ומהמודלים ששימשו לביצוע החישובים של שלושה כימיקלים חשודים לפחות.
- המקור המדויק לכל הגורמים, המודלים, המשוואות שאינן בהתאם להנחיות IRBCA - המשרד להגנת הסביבה עשוי לבקש עותקים של חומרי עזר מסוג זה.
- הצד האחראי חייב להגיש את שמו של מעריך הסיכונים שיבצע את החישובים ואת ההסמכות הספציפיות האקדמיות ומקצועיות שלו (גיאולוג, טוקסיקולוג, בונה מודלים, מהנדס וכו') לביצוע סקר סיכונים.

ניתן להקל במידה משמעותית על המאמץ הנדרש להכנת הדו"ח הסופי על ידי הכנת תכנית עבודה מפורטת לפני תחילת העבודה.

תכנית ניהול סיכונים כוללת את כל הפעילויות הנדרשות לניהול הסיכון לבריאות האדם ולסביבה באתר, כך שהוא לא יחרוג מרמות הסיכון המקובלות בכפוף לתנאי השימוש באדמה כיום או בעתיד הצפוי והסביר. תכנית ניהול הסיכונים עשויה לכלול גם ניטור כדי להדגים יציבות של פלומת הזיהום. התכנית עשויה לכלול גם, בין היתר, (i) תכניות פעולת שיקום לניקוי אשר יכללו גם מגבלות פעילות ושימוש, ו- (ii) (AULs) ניטור כדי לאשר שההנחות שהונחו בסקר הסיכונים הן נכונות.

10.1 הצורך בתכנית ניהול סיכונים

תכנית ניהול סיכונים ספציפית לאתר נדרשת אם מתקיים אחד מהתנאים הבאים:

- ריכוזי כימיקלים חשודים מייצגים של מסלול חשיפה מלא אחד לפחות חורגים מרמות היעד הספציפיות לשלב;
- ריכוזי כימיקלים חשודים מייצגים לא חורגים מרמות היעד הספציפיות באף מסלול חשיפה מלא לרמה, אך סקר הסיכונים התבסס על הנחות ספציפיות לאתר שיש לשמר באמצעות מגבלות על פעילויות ושימוש;
- סיכון סרטני של אחד מהכימיקלים החשודים חורג מ- 1×10^{-6} (סקר סיכונים בשלב 1);
- הסיכון הסרטני הכולל (הסכום של כל מסלולי החשיפה) של כימיקל חשוד כלשהו חורג מ- 1×10^{-5} (בסקר סיכונים בשלב 2 או בשלב 3);
- מנת הסיכונים של כימיקל חשוד כלשהו חורגת מ-1.0 (סקר סיכונים ברמה 1);
- אינדקס הסיכונים (סכום כל מסלולי החשיפה) של כימיקל חשוד כלשהו חורגת מ-1.0 (בסקר סיכונים בשלב 2 או בשלב 3);
- הסיכון הסרטני המצטבר באתר כולו (סכום כל הכימיקלים החשודים וכל מסלולי החשיפה) חורג מ- 1×10^{-4} (בסקר סיכונים בשלב 2 או 3). אם סקר הסיכונים נערך כדי להעריך מסלול אחד בלבד מבין מספר מסלולי חשיפה מלאים, הסיכון הסרטני המצטבר באתר כולו (סכום כל הכימיקלים החשודים וכל מסלולי החשיפה) חורג מ- 1×10^{-5} (בסקר סיכונים בשלב 2 או 3). הסיכון הנוסף האישי המצטבר לחלות בסרטן במהלך החיים באתר כולו, כלומר, סכום הסיכונים של כל הכימיקלים החשודים וכל מסלולי החשיפה לא יכול לחרוג מ- 1×10^{-4} . עם זאת, אם רק מסלול חשיפה אחד מוערך כיוון שהוא הסיבה והגורם לעריכת סקר הסיכונים, הסיכון המצטבר "באתר כולו" חייב להיות פחות מ- 1×10^{-5} . לדוגמה, אם נדרש מזעור כדי להפחית חדירת אדים למבנים על ידי המשרד להגנת הסביבה, ונערך סקר סיכונים לצורך הערכה של חדירת אדים וקיימים מסלולי חשיפה אחרים, העשויים להיות לא מלאים, אך אינם רלוונטיים לסקר סיכונים שמערך שאיפת פליטות אדים מחוץ למבנים, אזי הסיכון המצטבר באתר כולו של כל הכימיקלים החשודים חייב להיות שווה ל- 1×10^{-5} או פחות ממנו. בנוסף לכך, הקריטריונים שאומרים שהסיכון הנוסף האישי המצטבר באתר כולו לחלות בסרטן במהלך החיים לא יכול לעלות על 1×10^{-4} , חלים על אתרים המזהמים בכימיקלים חשודים מרבית המהווים 10 חומרים מזהמים לפחות שזוהו, או יותר.
- אינדקס הסיכונים המצטבר לאתר כולו של השפעות שליליות אינדיבידואליות על הבריאות חורג מ-1.0;
- אף שהסיכון הסרטני או שהסיכון שאינו סרטני לכימיקל חשוד כלשהו והסיכון המצטבר באתר כולו לא חורגים מהרמות המקובלות, סקר הסיכונים התבסס על הנחות ייחודיות

- לאתר הדורשות מגבלות על פעילויות ושימוש;
- אף שהסיכון הסרטני או שהסיכון שאינו סרטני לכימיקל חשוד כלשהו והסיכון המצטבר באתר כולו חורגים מהרמות המקובלות, פלומת הזיהום במי תהום מתרחבת;
- סיכון אקולוגי לא עומד בקריטריונים המקובלים.

היעד הכולל של תכנית ניהול הסיכונים הינו להבטיח כי:

- התנאים באתר מגנים על בריאות האדם ועל הסביבה (כלומר רצפטורים אקולוגיים ואזורי המחיה שלהם) בתנאים כיום ובעתיד הצפוי והסביר, תוך התבססות על השגת רמות סיכון מקובלות בכל אחד משלושת השלבים הנדונים בסעיפים 7.0 עד 9.0.
- הגנה אקולוגית מקובלת מתבססת על התהליך שזוהה בסקר הסיכונים האקולוגי (סעיף 6.11).
- הנחות שהונחו בהערכה של סיכון ופיתוחי רמות שיקום לא יופרו בעתיד.
- יש לאסוף מספיק נתונים כדי לאשר שפלומת הזיהום במי תהום יציבה.
- פאזות מימיות לא נזליות (LNAPL) ופאזות מימיות לא נזליות צפופות (DNAPL) הנמצאות בקרקע ו/או במי תהום הוסרו עד כמה שאפשר באמצעות הטכנולוגיה הטובה ביותר הזמינה. בנוסף לכך, LNAPLs הניתנים לשיקום הנמצאים בקרקע או במי תהום בנפחים שיובילו לאחד מהתנאים הבאים: (i) התרחבות ההתפזרות של LNAPL בקרקע או במי תהום, (ii) התפזרות מומסת מתרחבת, (iii) סכנת פיצוץ או שריפה (iv) מטרד (ריח, מטרד ויזואלי), (v) רצפטורים אקולוגיים בסכנה ואזורי המחיה שלהם.
- LNAPLs הניתנים לשיקום שלא נמצאים בקרקע או במי תהום בנפחים שיובילו להתרחבות התפזרות של DNAPL, או (ii) התפזרות מומסת מתרחבת, (iii) מטרד (ריח, מטרד ויזואלי), (iv) רצפטורים אקולוגיים בסכנה ואזורי המחיה שלהם.
- אין באתר מטרדים, כגון ריחות או פסולת (אסתטיקה) או רעש (הנובע מפעולות לניהול סיכונים) וכו'.

יישום מוצלח של תכנית לניהול סיכונים יוביל להנפקת מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת' על ידי הרשויות, לפי בקשה. הסעיפים הבאים מספקים מידע כללי על הכנת תכנית ניהול הסיכונים.

10.2 התכנים של תכנית ניהול סיכונים

לאחר שנקבע שיש צורך בתכנית לניהול סיכונים לאתר, הצד האחראי צריך להכין ולהגיש לרשויות תכנית ניהול סיכונים אשר תכלול לכל הפחות את:

- הסיבה להכנת התכנית לניהול הסיכונים והיעדים הספציפיים של התכנית. כפי שהוזכר לעיל, סיבות להכנת תכנית כוללות:
 - חריגות מגבולות יעד. התכנית לניהול הסיכונים צריכה לציין בבירור רב את המסלול, הכימיקל החשוד והמדיה שחורגת מרמת היעד.
 - תיאור כללי של תכנית השיקום.
 - הצורך במגבלות על פעילויות ושימוש. התכנית לניהול הסיכונים צריכה לזהות בבירור רב את הסיבות הספציפיות מדוע המגבלות על פעילויות ושימוש נחוצות והאזור שעליו הן חלות.
 - הנוכחות של NAPL ניתן לשיקום. תכנית ניהול הסיכונים צריכה לציין בבירור רב את הבאות שבהן תנאי זה מתקיים וההיקף של ה-LNAPL או ה-DNAPL.

- פעולות שיקום הינה פעילות להפחתת המסה והריכוזים של כימיקלים חשודים כדי לעמוד ברמות יעד ישימות של בריאות האדם ורמות יעד אקולוגיות. הדוגמאות כוללות בין היתר חפירות בקרקע וטיפול או השלכה מחוץ לאתר, שאיבת מי תהום וטיפול בהם, הוצאת אדים מהקרקע או ממי תהום והפחתה טבעית מנוטרת משופרת במי תהום. תכנית לניהול סיכונים חייבת לכלול שיקום כדי להפחית בצורה פעילה את המסה והריכוזים של הכימיקלים החשודים כדי לעמוד ברמות יעד ישימות ו/או שילוב של ניקוי ומגבלות מסוימות על פעילויות ושימוש כדי לבטל מסלולי חשיפה מסוימים. תיאור של הפעילויות הספציפיות שייערכו כחלק מתכנית ניהול הסיכונים. חשוב לציין שבפעולות שיקום פעילות יש להכין תכנית פעולה משקמת להגשה לרשויות כדי לקבל את אישורן. הדוגמאות כוללות הוצאת אדי קרקע עד שריכוזי הקרקע המייצגים משיגים ערך מספרי ספציפי, או ניטור חצי-שנתי של בארות ספציפיות עד שהריכוזים מראים מגמת ירידה ברורה. לגבי האפשרות האחרונה, התכנית לניהול הסיכונים תציין את השיטה בה משתמשים כדי לאשר את יציבות פלומת הזיהום (שרטוטים, מפות מתאר או הערכה סטטיסטית של הנתונים).

- השימוש בבקורות מוסדיות או במגבלות על פעילויות ושימוש חייב להיות בהתאם לחוקים ולתקנות. המגבלות על פעילויות ושימוש צריכות לקבל אישור רק אם נרשמה הערת אזהרה ברשם המקרקעין, לדוגמה, אם המגבלות על פעילויות ושימוש מהוות חלק מתכנית ניהול הסיכונים, יש לספק מספיק מסמכים כדי להדגים את הקיום, הביצוע ויכולת הקיום לטווח ארוך של המגבלות על הפעילויות והשימוש. יש לציין שתכנית עבודה נדרשת כאשר מגבלות על פעילויות ושימוש מוצעות לטיפול בסיכון ספציפי או בסיכונים ספציפיים. דוגמאות למגבלות על פעילויות ושימוש:

- (i) הגבלות על שימוש בקרקע לבניית מבנים תת-קרקעיים, כגון מרתפים;
- (ii) התקנה ותחזוקה של גדר להגבלת הגישה לנכס.

בהתאם לתנאים הייחודיים לאתר, בקורות מוסדיות הן חלק בלתי נפרד מהפעילויות לניהול הסיכונים באתר ועשויות לערב מספר רשויות שונות. בהשוואת שיקום לעומת השימוש בבקורות מוסדיות לניהול סיכון, ההעדפה של הרשויות היא לבטל או להסיר את הזיהום בניגוד להצבת בקורות מוסדיות.

- הסבר על הנתונים שייאספו והאופן שבו הם ינותחו במהלך היישום של התכנית לניהול הסיכונים. דוגמה לנתונים שעשויים להיאסף היא נתוני דיגום מוודא של קרקע או מי תהום כדי להדגים את היעילות של אמצעים משקמים.
- פרטים כיצד ומתי הנתונים יוערכו ויוצגו לרשויות. הדוגמאות כוללות מפות של מגמות, מתארי ריכוזים, שרטוטי ריכוזים לעומת מרחקים, חישובים הקשורים לקצבי הסרת מסה ויישום של טכניקות סטטיסטיות ספציפיות.
- במידת הצורך, ניטור להדגמת יציבות פלומת הזיהום או היעילות של הפחתת ריכוזי כימיקלים חשודים במהלך הפחתה טבעית משופרת במי תהום.
- לוח זמנים להטמעת התכנית. אם משך הזמן של הפעילויות המתוכננות ארוך יותר ממספר חודשים, יש לפתח ציר זמן מפורט של הפרויקט. עליו לכלול את כל ציוני הדרך העיקריים ואת כל החומרים שיימסרו לרשויות.

- התכנית לניהול הסיכונים תכלול קריטריונים ספציפיים אשר ישמשו כדי להדגים שהפעילויות לניהול הסיכונים הושלמו בהצלחה. באופן כללי, הדגמה זו תצריך איסוף דגימות מהמדיה או מהמדיות שלגביהן קיים חשש. יש לציין שתכנית ניהול הסיכונים חייבת לכלול תכנית לניטור ביצועים.

- בהתאם למקרה, תכנית ניהול הסיכונים תכלול גם תכניות לשעת חירום שיוטמעו במקרה שהשיקום הנבחר לא יצליח למלא את היעדים הכלליים של התכנית לניהול הסיכונים בזמן ובאופן סביר או שהשיקום לא היה יעיל כפי שציפו.

- לוח זמנים להטמעת התכנית. כאשר משך הזמן של הפעילויות המוצעות צפוי להיות ארוך יותר ממספר חודשים, יש לפתח ציר זמן מפורט של הפרויקט. הוא צריך לכלול את כל ציוני הדרך העיקריים ואת החומרים למסירה.

לפני הטמעת התכנית לניהול הסיכונים, הצד האחראי צריך להגיש תכנית לניהול סיכונים המותאמת לתנאים הייחודיים באתר לאישור. התכנית לניהול הסיכונים עשויה להיות מוצג לציבור למטרות עיון, הערות ותגובות. הרשויות יבחנו את כל ההערות ויאשרו את התכנית כפי שהוגשה, יאשרו את התכנית עם הערות, ידחו את התכנית או ידחו את התכנית עם הערות. לאחר מכן ובמידת הצורך, מכין התכנית יתקן התכנית לניהול הסיכונים ויגיש אותה שנית לשם קבלת אישור. עם קבלת האישור, הצד האחראי צריך להתחיל ביישום התכנית בהתאם ללוח הזמנים המאושר.

10.3 השלמת הפעילויות של ניהול סיכונים

עם השלמה מוצלחת של תכנית ניהול הסיכונים המאושרת, הצד האחראי ישלח דו"ח על השלמת התכנית לניהול הסיכונים וניטור ביצועים שכלול (i) מסמך על השלמת כל פעילויות ניהול הסיכונים ואישור שכל האלמנטים בתכנית לניהול הסיכונים הושלמו בהצלחה, (ii) בקשה למכתב 'אין צורך בפעולה נוספת', (iii) בקשה לחיבור ונטישה של בארות ניטור הקשורות לפעילויות הסביבתיות באתר.

עם העיון בדו"ח הסופי, הרשויות ינפיקו מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת' לאתר או יספקו הערות לצד האחראי המסבירות מדוע לא ניתן להנפיק מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת' ואילו פעילויות נוספות נחוצות. יש להמשיך בפעילויות של התכנית לניהול הסיכונים עד שהרשויות ינפיקו מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת' או יעניקו הסמכה בכתב לסיים את פעילויות התכנית לניהול הסיכונים. עם זאת, הרשויות עשויות לדרוש דו"חות ביניים או דו"חות נוספים לאחר שהשיקום הסופי פעיל אך לפני שעמידה בתקנים של ביצועי שיקום.

10.4 מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת'

לאחר שבוצע תהליך IRBCA, ההערכה אושרה והתכנית המאושרת לניהול הסיכונים הוטמעה בהצלחה, הצד האחראי רשאי להגיש בקשה להנפקת מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת'. בקשת מכתב ה'אין צורך בפעולה נוספת' צריכה להיות חלק מדו"ח השלמת התכנית לניהול הסיכונים וניטור הביצועים. מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת' הכולל מגבלות על פעילויות ושימושים צריך להישלח גם כ"הערת אזהרה" לרשם המקרקעין. יש לעדכן את "הערת האזהרה" בהתאם למצב

התכנית לניהול הסיכונים באתר.

בדרך כלל, הדו"ח של השלמת התכנית לניהול סיכונים וניטור הביצועים, כולל בקשת מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת', יהיה הדו"ח האחרון שיוגש לרשויות לפני קבלת מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת'. הרשויות יבדוק את הדו"ח וינפיקו מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת' אם כל הדרישות הישימות מולאו. סעיף 11.0 כולל הנחיות מפורטות בנוגע למכתב 'אין צורך בפעולה נוספת'.

11.1 רקע

המטרה של ניהול ארוך טווח הינה להבטיח את השימוש הפרודוקטיבי והבטוח בנכסים במידה ונותרים שאריות מזהמים באתר בערכים גבוהים מערכי הסף לכל שימוש. ניהול ארוך טווח מצריך אישור מראש ובכתב של המשרד להגנת הסביבה.

המשרד להגנת הסביבה ישקול הטמעה של ניהול ארוך טווח רק ברשויות מקומיות אשר מאמצות חקירת אתרים, שיקום אתרים ואת ההנחיות הרלוונטיות של המשרד להגנת הסביבה. זאת ועוד, רשויות מקומיות אלו צריכות ליישם חלוקה לאזורים ומיפוי של אזורים החשודים כמזהמים כחלק מהתהליכים והפרוצדורות שלהן לתכנון, וכן לאפשר רישום הערת הסכמה בנוגע לנכס הספציפי כחלק מתהליך התכנון בהתאם לחוק התכנון והבנייה, 1965. הרשויות והעיריות המקומיות צריכות להוכיח למשרד להגנת הסביבה שכל המידע הקשור למזהמים שנותרו באתר מתועד כראוי ב"תיק הבניין" של האתר במחלקת ההנדסה העירונית.

הרשות המקומית צריכה לספק למשרד להגנת הסביבה ראיות לפיהן מידע זה יכלול במסד נתונים ממוחשב וזמין למשרד להגנת הסביבה ולציבור, בהתאם לחוק חופש המידע ולכל חוק אחר. ניהול ארוך טווח יילקח בחשבון רק אם הרשות המקומית ביססה מתודולוגיה מוכחת לשם ניטור, שליטה ותיעוד נוכחות שאריות מזהמים וניהול ארוך טווח, ורק אם רצפטורים ובתי גידול אקולוגיים לא יושפעו. בנוסף, המשרד להגנת הסביבה יכול לדרוש רישום הודעת אזהרה ברשם המקרקעין או, במקרה של תכנית חדשה, תירשם הערת הסכמה כחלק מתהליך התכנון לאתר זה בהתאם לחוק התכנון והבנייה, 1965.

מושגים שונים שימשו להתייחסות לבקורות שימושי קרקע, לרבות בקורות מוסדיות, הגבלות פעילות ושימוש וניהול ארוך טווח. פעולות שיקום מבוססות סיכון עשויות לעתים להסתמך על כלים אלה, בתנאי שפעולות שיקום אקטיבי רלוונטיות יושמו והותירו שאריות מזהמים שהשיקום וההסרה שלהם הוכח כבלתי אפשרי ו/או מקובל על המשרד להגנת הסביבה. בכפוף לנסיבות לעיל, ניהול ארוך טווח עשוי להיכלל כאמצעי נוסף כדי להבטיח שאנשים לא יפגעו מהזיהום הנותר, לא יבואו איתו במגע, או שאמצעי בקרה הנדסיים או אחרים יפרו את ההנחות ששימשו בפיתוח תוכנית ניהול סיכונים ספציפית לאתר.

דוגמאות לכלים לניהול ארוך טווח כוללות:

- בקורות הנדסיות או פיזיות;
- איסור חפירת ועירום הקרקע;
- הגבלות בנייה (ללא מרתף/ללא שימוש במרתף);
- אמצעים להפחתת נידוף גזים בקרקע (שליטה פאסיבית ואקטיבית);
- היתר שימוש מסחרי/תעשייתי בלבד (במקום מגורים);
- איסור החדרת מי נגר עילי;

- הגבלות לשם הגנה על משאבים אקולוגיים באזור הסובב;
- בקורות ממשלתיות כגון יישום מגבלות אזוריות ומגבלות על קידוח בארות;
- אמצעי מידע כגון הודעה בשטר המכר של האתר ומאגרי נתונים;
- מגבלות על פעילויות ושימוש;
- תכנית לניטור ארוך טווח (מים/גז קרקע) במטרה לנקוט פעולה במידה ותנאי הזיהום משתנים.

בתהליך ה-IRBCA, ניתן למנוע חשיפות לא מקובלות למזהמים על ידי הסרת הזיהום לחלוטין, במידה ולא ניתן להסירו לחלוטין, ניתן לשלוט בנתיבי החשיפה מהזיהום לרצפטור (כגון אדם או הסביבה הטבעית). ייתכן ויהיה צורך במגבלות על פעילויות ושימוש במקרים מסוימים כדי להבטיח פיתוח ושימוש חוזר בנכסים שהיו מזהמים בעבר או אם נותרו מזהמים בריכוזים גבוהים מערכי הסף לכל שימוש.

סעיף זה מספק הנחיה לקביעת מגבלות על פעילויות ושימוש הנחוצות כדי להבטיח הגנה בת-קיימא לשיקום המבוסס על סיכונים. הנחיה זו מספקת את הרמה המינימלית של מגבלות נחוצות על פעילויות ושימוש. חובה למלא דרישות כלשהן של הרשות המפקחת על השיקום לגבי בקורות ספציפיות.

המשרד להגנת הסביבה עשוי לאשר תכנית לניהול סיכונים הכוללת הצעות לבקורות ומגבלות בהתאם להנחיה זו וכל בקורות או מגבלות אחרות הנדרשות על ידי הרשות המשפטית הספציפית המפקחת על השיקום.

11.2 עקרונות ניהול ארוך טווח

העקרונות הבאים מציעים גישה רחבה והכוונה לתפקודים ופעילויות הניהול ארוך הטווח בפעולה מתקנת מבוססת-סיכונים. ניהול ארוך טווח הינו מערכת פעילויות שמטרתה להגן על בריאות האדם והסביבה מפני סכנות הנותרות לאחר השלמת השיקום ובתנאי שהמשרד להגנת הסביבה אישר את תכנית השיקום ואת יעדיה, והסכים לכלול זיהום שאריתי בלתי ניתן לטיפול.

הגנתיות. כלי הניהול חייבים להבטיח הגנה מתמשכת על בריאות האדם והסביבה באתר בו נותר זיהום בריכוזים גבוהים מערכי הסף לכל שימוש ובמקרים בהם השיקום אינו אפשרי ואושר על ידי המשרד להגנת הסביבה. במקרים כאלה, ניהול ארוך טווח ייכלל במכתב 'אין צורך בפעולה נוספת'. הכלים חייבים להקל על ניטור, תחזוקה ובמידת הצורך החלפת בקורות הנדסיות כאשר הן נכשלות. בקורות מוסדיות לא יכולות להיות השיקום היחיד אם חשיפה למזהם כלשהו מהווה סיכון בלתי מקובל.

ניהול ארוך טווח יכול לשמש רק אם ניתן לשלבו במערכות קיימות עם הישגים מוכחים בעמידות, תפקוד וקבלה בקרב לקוחות אפשריים. יש לרשום את הניהול ארוך הטווח כמכתב כולל מפות ב"תיק הבניין" של האתר במערכת התיוק של מחלקת ההנדסה ברשות המקומית ובמסד הנתונים שלה יחד עם מכתב מהמשרד להגנת הסביבה שמספק פרטים לגבי האופי וההיקף של המזהמים השיוריים ורישום הערת אזהרה אצל רשם המקרקעין בהתאם לדרישת המשרד

להגנת הסביבה או שהערת הסכמה תיכתב כחלק מתהליך התכנון של אתר זה בהתאם לחוק התכנון והבנייה, 1965. אם הרשות המקומית הרלוונטית לא יכולה להוכיח למשרד להגנת הסביבה את היכולת שלה לרשום ניהול ארוך טווח, לנטר, לבקר ולהודיע לציבור הרלוונטי (רוכשים, שכנים וכדומה), ניהול ארוך טווח לא ייחשב כאפשרות.

כלי ניהול ארוך טווח אמורים:

1. להקל שימוש בטוח מחדש באתרים. היישום ההולם של ניהול ארוך טווח יכול וצריך להקל על השימוש החוזר המועיל ופיתוח מחדש של נכס באתרים בהם יש תשתית קיימת וכוח עבודה זמין.

2. אמינים. כל כלי ניהול ארוך טווח צריך לעבור בדיקה לא-ודאיונית, ולכלול תכניות לטיפול בכשלים אפשריים.

3. שקופים. מידע על אתרים צריך להיות זמין ונגיש לציבור כל עוד הדבר מותר מבחינה משפטית.

4. עמידים. יעילות הכלים לניהול ארוך טווח צריכה להימשך מעבר לאורך החיים של סיכון הזיהום. בהתחשב במשך הזמן הפוטנציאלי של סיכונים נותרים מסוימים, ההנחות הקיימות עשויות להצריך הערכות חוזרות תקופתיות לפי לוח זמנים ספציפי והתאמות לפי הצורך.

5. סיום. בקורות ניהול יכולות וצריכות להשתנות כאשר רמות הסיכון משתנות ולהסתיים כאשר הבקורות לא נחוצות עוד כדי להגן על בריאות האדם והסביבה. יש להודיע על כל שינוי כזה למשרד להגנת הסביבה ולרשות המקומית. הרשות המקומית צריכה להוכיח למשרד להגנת הסביבה שקיים מנגנון עדכון שכזה.

6. תפקידים ותחומי אחריות. תחומי האחריות והניהול צריכים להיות ברורים ומקובלים על כל הצדדים המתאימים ומתועדים באמצעים משפטיים ואחרים. תחומי אחריות בנוגע לקביעה ולהקצאה של פעילויות ניהול בין המשרד להגנת הסביבה, הרשות המקומית וישויות פרטיות (כולל בעל האתר) צריכים להיות מוגדרים בתחילת התהליך. הצדדים האחראים לאכיפת דרישות הניהול צריכים להיות מזוהים בבירור ולהיות בעלי יכולת לנקוט פעולות מתאימות.

7. מימון. יש להעריך את עלויות מחזור החיים של ניהול ארוך טווח ולשלבן בתהליך קבלת ההחלטות לגבי השיקום לפני ההחלטות הסופיות על פעולת השיקום. הערכת עלויות מדויקת היא קריטית לזיהוי המשאבים הכספיים הנדרשים להבטחת הגנה ארוכת טווח על בריאות האדם והסביבה. כל כלי לביטחון כלכלי הנעשה בו שימוש חייב להבטיח שקיים מימון הולם כדי לתמוך בפעילויות שבתכנית ניהול הסיכונים. באתרים בהם יש עלויות מצטברות דומות לשיקום אתר לרמות שימוש ללא הגבלה ולשיקום אתר לרמה נמוכה יותר בנוסף לעלויות

לכל החיים של ניהול ארוך טווח, העדיפות היא לאפשרות הראשונה.

8. תיעוד. כל מסמך הנוגע לשיקום האתר כולל ניהול ארוך טווח חייב להיות מתויק ומאוחסן אצל הרשויות המקומיות והמשרד להגנת הסביבה למשך 60 שנה מגילוי הזיהום באתר.

9. יישום מדע וטכנולוגיה חדשים. הצדדים האחראים יידרשו לכלול בתכניות לניהול סיכונים מנגנון לבחינה בעתיד ולהערכה מחדש של טכנולוגיות חדשות לשיקום וניטור שעשויות להתפתח עם הזמן. המטרה של הערכה מחודשת זו תהיה לקבוע אם היישום של מדע או טכנולוגיה חדשים יספק את האמצעי המשתלם ביותר להבטחה או לשיפור ההגנה על בריאות האדם או הסביבה בפעולות שיקום מתמשכות או עתידיות לעומת האמצעים שאומצו בתכנית לניהול סיכונים. המשרד להגנת הסביבה ידרוש ביקורת כל 3 שנים שתתועד ב"תיק הבניין" ברשות המקומית ובמסדי הנתונים של המשרד להגנת הסביבה. כל ביקורות ספציפיות יצוינו בתכנית ניהול הסיכונים.

11.3 הגבלות פעילויות ושימוש

במידת הצורך, יש לפתח מגבלות מלאות על פעילויות ושימוש ולהציע אותן כחלק מהתכנית לניהול הסיכונים, והן ייכללו במכתב ה'אין צורך בפעולה נוספת'. דיון מעמיק על הגבלות פעילויות ושימוש ניתן למצוא במסמכי ה-EPA (USEPA, ספטמבר 2000 ו-USEPA, דצמבר 2002). תכנית ניהול הסיכונים יכולה להשתמש בהגבלות פעילויות ושימוש הבאות או בשילוב שלהן:

1. בקורות הנדסיות;

2. מיקום הבאר והגבלות בנייה;

3. שימוש בקרקע ו/או מנגנונים לבקרה מוסדית במתקנים ממשלתיים (כגון הצבא, התעשיות הצבאיות, חברות אנרגיה, חברות ממשלתיות): הסכמים סביבתיים, מכתבי השלמה ותיעוד הדרישות של המשרד להגנת הסביבה שבעקבותיהן השיקום המבוצע יחול על הנכס ויש להעבירו עם הנכס (כלומר, מלווה את הקרקע).

11.3.1 בקורות הנדסה

לא ניתן להשתמש בבקורות הנדסה כהגבלות על פעילויות ושימוש כדי למנוע מגע אנושי ישיר או חשיפה סביבתית ישירה לחומרים מזדהמים אלא אם שיקום מלא אינו אפשרי ולאחר הצדקה מתאימה. יש לספק הבטחת ניטור ותחזוקה לטווח ארוך למשרד להגנת הסביבה (30 שנה לפחות).

בקרת הנדסה היא מחסום שתוכנן או אומת באמצעות שיטות הנדסה שמגבילות חשיפה למזהמים או שולטות בניידות המזהמים. ניתן להחשיב בקורות גישה כבקורות הנדסה. הפחתה

טבעית וטיפול בנקודת השימוש אינן בקורות הנדסה. אספלט ומשטחי בטון לא מטופל לא נחשבים כמחסום. יש להתקין כראוי ציפוי של פוליאטילן בצפיפות גבוהה (HDPE) (שכבה כפולה עם מערכת ניקוז, איסוף וטיפול בנוזלים וכאשר ה-HDPE או מחסומים אחרים משמשים כאמצעי מזעור נגד חדירת גזים - יש להתקין אותם בהתאם להנחיות המשרד להגנת הסביבה). יש לנטר ציפוי HDPE ולבדוק שאין קרעים או דליפות כל 3 שנים ולתקן או להחליף לפי הצורך. ייתכן ויידרש ניטור אוויר בתוך המבנים במקרה של סיכון חדירת גזים.

נדרשות בדיקה ותחזוקה אפקטיביות של הבקרה ההנדסית. במקרה בו בדיקה ותחזוקה אפקטיביות אינן אפשריות, לדוגמה כתוצאה ממחסור בכוח עבודה מספיק או מיומן בעירייה, או חוסר שיתוף פעולה מצד הרשות המקומית שהוא חיוני לבקרה ואכיפה לטווח ארוך, לא ניתן ליישם ניהול ארוך טווח.

תנאים אלו לבדיקה ותחזוקה חייבים להתקיים לפני שהרשויות ינפיקו מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת' לאתר הנידון. הדרישות לבדיקה, תחזוקה ואישור השלמות יכללו בתכנית לניהול סיכונים. התכנית לניהול הסיכונים צריכה לכלול תכניות לשעת חירום לטיפול בהפרות זמניות של בקורות הנדסיות. בהיעדר תנאים כאלה, חובה לתקן הפרות זמניות של הבקורות, לרבות אלה הנגרמות על ידי כוח עליון, במהירות האפשרית.

11.3.2 מיקום בארות והגבלות בנייה

החוק הישראלי קובע דרישות ספציפיות לבניית בארות. ניתן להשתמש באלה כמגבלות על פעילויות ושימוש מהבחינה שהם מגבילים את הגישה למי תהום מסוימים וכך מגבילים את נתיבי ההסעה למזהמים. חוקים המתארים אזורים מיוחדים ומגדירים דרישות לבארות באזורים אלה, מוגבלים באזור המגן של הבארות.

11.4 מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת': הנפקה וביטול

הנפקה: מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת' מונפק בהתאם להנחיות המשרד להגנת הסביבה על ידי הרשויות לאחר השלמה משביעת רצון של התכנית לניהול סיכונים ולאחר שכל ההגבלות על פעילויות ושימוש נמצאות במקומן וקיומן תועד במסמכים. הנפקה של המכתב תהיה תלויה ביישום המתמשך של בקורות לניהול פעילויות. המכתב מעיד על השלמה מוצלחת של תכנית ניהול הסיכונים ומציין את הפעילויות המתמשכות (ניטור, הגבלת שימוש בנכס וכו') שיש לתחזק.

- יש לתעד מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת' ב"תיק הבניין" והמהנדס של הרשות המקומית צריך לספק למשרד להגנת הסביבה מכתב אישור שהמכתב נכלל.

- הגבלות במכתב 'אין צורך בפעולה נוספת' הקובעות את הצורך ביישום טכנולוגיות מסוימות ניתנות לשינוי או לביטול על ידי המשרד להגנת הסביבה בהתאם לבקשת הצד האחראי אם התנאים באתר השתנו וסקר סיכונים חדש בוצע כפי שאושר על ידי המשרד להגנת הסביבה או שהתגלו טכנולוגיות מוכחות חדשות לשיקום, שאפשרו לצד האחראי להסיר זיהום שיורי שלא היה ניתן להסיר כאשר תנאי ה'אין צורך בפעולה נוספת' ניתנו.

המכתב יכול לכלול גם או להיות כפוף לדיווח מנהלתי, השתתפות ציבורית ודרישות לסקירת האתר לתקנות ספציפיות באופן ארוך טווח בהתאם לרשות שבכפוף לה הושלמה תכנית לניהול סיכונים. המשרד להגנת הסביבה עשוי לכלול את כל הבאים במכתב 'אין צורך בפעולה נוספת':

1. הכרה שהדרישות של התכנית לניהול סיכונים מולאו, כולל הפנייה לרשומה מנהלתית התומכת בהשלמת העבודה באתר.

2. רמת השימוש של יעדי השיקום (שימוש למגורים או לא למגורים) המציין מגבלות פעילויות ושימוש כלשהן שהוטלו כחלק ממאמצי השיקום, אם היחידה הסביבתית של הרשות המקומית אימצה פקודה הולמת וחתמה על תזכיר הסכמה עם המשרד להגנת הסביבה.

3. הצהרה שהנפקת מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת' על ידי המשרד להגנת הסביבה מציינת שחרור מתחומי אחריות נוספים בכפוף לחוקים ולתקנות החלים ביישום התכנית לניהול סיכונים מאושרת ושהאתר לא מהווה עוד סיכון בלתי מקובל לבריאות האדם ולסביבה על סמך המידע הידוע כיום. אם האתר המשוקם הינו חלק מחבילת נכס גדולה יותר או אם הצד המשקם החליט להגביל את השיקום לתנאים סביבתיים ספציפיים ומזהמים הקשורים אליהם, או שניהם, מכתב ה'אין צורך בפעולה נוספת' צריך לכלול מידע זה.

4. איסור נגד שימוש בכל אתר שיקום באופן שאינו תואם להגבלת השימוש בקרקע שהוטלה כתוצאה ממאמצי השיקום ללא פעולות שיקום מתאימות נוספות.

5. תיאור של כל בקורות המניעה ההנדסיות או מוסדיות או ניטור, לרבות ניטור בארות ארוך טווח, הנדרש בתכנית ניהול הסיכונים המאושרת או הפנייה המציינת היכן ניתן למצוא מידע זה בתכנית ניהול הסיכונים.

6. המחויבות לרשום את מכתב ה'אין צורך בפעולה נוספת' ברשימת הבעלים של האתר.

7. הודעה שניתן להשיג מידע נוסף הנוגע לשיקום האתר מהמשרד להגנת הסביבה.

8. פסקת שימור זכויות סטנדרטית לתנאים שלא היו ידועים באתר או תנאים משתנים באתר. ניסוח זה ישתנה בהתאם לרשות המפקחת על השיקום.

9. הודעה שמכתב ה'אין צורך בפעולה נוספת' יכול להיות מבוטל בנסיבות מיוחדות.

10. תיאור של אתר השיקום באמצעות תיאור משפטי, באמצעות הפניה לתכנית המראה את הגבולות, או על ידי אמצעי אחר המספיק כדי לזהות את מיקום האתר. התיאור שייבחר יצורף למכתב.

11. יש להודיע למשרד להגנת הסביבה ולרשות המקומית הרלוונטית על כל שינוי בתנאי האתר שעשוי להשפיע על הזיהום השוטף או התנאים הכלולים במכתב ה'אין צורך בפעולה נוספת'.

אם רק חלק מהאתר או רק חומרים מזהמים נבחרים באתר שוקמו, מכתב ה'אין צורך בפעולה נוספת' יכול לכלול כל תנאים אחרים שעליהם הסכימו המשרד להגנת הסביבה והצד האחראי, כגון הגבלת המכתב לאזור הספציפי או לחומרים המזהמים הספציפיים.

ביטול: המשרד להגנת הסביבה יכול לשלול את מכתב השלמת הפעולות אם פעילויות השיקום באתר לא מנוהלות בהתאם לתכנית ניהול הסיכונים המאושרת אשר עליה היה מבוסס. תכנית ניהול הסיכונים חייבת לכלול גם את הפרטים הספציפיים של כל דרישה בניהול ארוך הטווח עליהם נסמכים כדי להגיע למסקנות. פעולות ספציפיות או פליטות ספציפיות שעלולות להוביל לביטול מכתב ה'אין צורך בפעולה נוספת' כוללות:

1. כישלון בציות לכל בקורות מוסדיות ישימות אחרות, הגבלות שימוש בקרקע או הגבלות אחרות על פעילויות ושימוש;

2. כישלון מצד הבעלים, המפעיל, המשקם או כל גורם אחר שהנכס הועבר אליו לאחר מכן להפעיל ולתחזק בקורות מניעתיות או הנדסיות, לציית לתכנית ניהול כלשהי או להפריע בדרך כלשהי לאתר בניגוד להגבלות על פעילויות ושימוש שנקבעו.

3. הפרעה או הסרה של זיהום שהושאר במקומו שלא בהתאם לתכנית ניהול הסיכונים. הפרעה לזיהום בקרקע עשויה להיות מותרת אם, במהלך ולאחר פעילות כלשהי, בריאות האדם והסביבה מוגנות באופן עקבי בהתאם לתכנית לניהול הסיכונים או דרישות אחרות של גדות ובטיחות.

4. כישלון בציות לדרישות התייעוד או אי השלמתן בלוח זמנים מקובל.

5. השגת מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת' בהונאה או בייצוג מסולף.

6. גילוי בהמשך של חומרים מזהמים, פליטות או תנאים אחרים ייחודיים לאתר שלא זוהו כחלק מפעילויות החקירה או השיקום ושההווים איום על בריאות האדם, רווחת הציבור או הסביבה.

7. אם המשרד להגנת הסביבה מחליט לשלול מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת', עליו להודיע לבעל התפקיד הבכיר הנוכחי באתר המשוקם ולצד האחראי בכתובת הידועה האחרונה שלו, ולציין את הסיבה לשלילה ואת העובדות התומכות בסיבה זו.

המשרד להגנת הסביבה יכול לתת לצד האחראי פרק זמן מוגדר כדי לציית לתנאי המכתב. הצד האחראי או בעל התפקיד הבכיר באתר רשאים לערער או לפנות לפתירת מחלוקת לגבי ההחלטה הסופית של המשרד להגנת הסביבה לאחר קבלת ההודעה על השלילה.

אם המשרד להגנת הסביבה שולל מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת', הוא יכול לפרסם הודעה על כך לרשימת בעלי האתר, לנקוט פעולות אכיפה, להכריז על מקרה חירום סביבתי או לנקוט פעולות אחרות כדי להגן על בריאות האדם או הסביבה, כנדרש.

11.5 מידע ומעקב

אחסון ואחזור מידע על האתר באופן יעיל ומידי חיוניים לפיתוח מחדש של נכסים וניהול שימושים באתר. המידע על מכתבי 'אין צורך בפעולה נוספת' ודרישות התיעוד של הרשות שבכפוף לה השיקום מבוצע יתועדו במסדי הנתונים של המשרד להגנת הסביבה.

ייתכן שהמשרד להגנת הסביבה לא יאשר יישום ניהול ארוך טווח אם לא קיימים מסדי נתונים הולמים או שאינם מספקים במחלקת התכנון ברשות המקומית ובמחלקה לרישיונות עסק או אם הערת אזהרה או הערת הסכמה לא נרשמו.

- ASTM Method D2937.94, Standard Test Method for Density of Soil in Place by the Drive-Cylinder Method.
- ASTM Method D854, Standard Test Method for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer.
- ASTM Method D2216-98, "Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soils and Rock by Mass,"
- ASTM Method D2974, Standard Test Method for Moisture, Ash, and Organic Matter of Peat and Other Organic Soils.
- ASTM Method E741-11, Standard Test Method for Determining Air Change in a Single Zone by Means of a Tracer Gas Dilution.
- ASTM, 1995a. Standard Guide for Risk-Based Corrective Action (RBCA) at Petroleum Release Sites. E 1739-95.
- ASTM, 1995b. Standard Guide for Developing Conceptual Site Models for Contaminated Sites. E 1689-95.
- ASTM, 2000a. Risk Based Corrective Action Standard Guide Designation: E 2081-00. November 2000, published as PS 104-98.
- CalEPA, 1996. Guidance for Ecological Risk Assessment at Hazardous Waste Sites and Permitted Facilities – State of California – DTSC July 4, 1996.
- CA RWQCB, 2008. Screening for Environmental Concerns at Sites with Contaminated Soil and Groundwater. California Regional Water Quality Control Board, May 2008.
- DOE, 1996. Oak Ridge National Laboratory (ORNL) benchmarks: ORNL Values as presented in Toxicological Benchmarks for Screening Potential Contaminants of Concern for Effects on Aquatic Biota: 1996 Revision ES/T/Tm-96/R2. Suter II and C.L. Tsao, Department of Energy, June 1996.
- Domenico, P.A., and Schwartz, F.W., 1990. Physical and Chemical Hydrogeology. John Wiley and Sons, NY.
- Fetter, C.W., 2001. Applied Hydrogeology, Fourth Edition.
- Florida Department of Environmental Protection, 2005. Technical Report: Development of Cleanup Target Levels (CTLs0 for Chapter 62-777, F.A.C.

Prepared by Center of Environment & Human Toxicology, University of Florida,
Gainesville , Florida.

Flynn, G.L., 1990. Physicochemical Determinates of Skin Absorption. In T.R. Gerrity and C.J. Henry, Eds. Principles of Route-to-Route Extrapolation for Risk Assessment, Elsevier, New York. p. 93 – 127.

Friday.G.P., Ecological Screening Values for Surface Waters, Sediment and Soil.
Contract No. WSRC-TR-98-00110.

ITRC, 2007. Vapor Intrusion Pathway: A Practical Guidance. January 2007.

Johnson, et al., 1991. Heuristic Model for Predicting the Intrusion Rate of Contaminant Vapors Into Buildings. Environmental Science Technology, 1991, 25, 1445-1452.

MADEP, 1994. Background Documentation for the Development of the MCP Numerical Standards. April 1994.

MADEP, 2002. Characterizing Risks Posed by Petroleum Contaminated Site: Implementation of the MADEP VPH/EPH Approach. Final Policy October 31, 2002. Policy #WSC-02-411.

MADEP. MCP Numerical Standards available at
<http://www.mass.gov/dep/cleanup/laws/standard.htm>.

MDNR, 2006. Missouri Risk Based Corrective Action, Technical Guidance Document, Missouri Department of Natural Resources, April 2006.

MoEP Guidelines as published on the internet: www.sviva.gov.il.

NJDEP, 2005. Vapor Intrusion Guidance. New Jersey Department of Environmental Protection, October 2005.

NOAA, 2008. Screening Quick Reference Tables (SQuiRTs). National Oceanic and Atmospheric Administration, February 2008.

USEPA, 1986. RCRA Groundwater Monitoring Technical Enforcement Guidance Document Draft. OSWER-9950.1, Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, D.C.

USEPA, 1988. Guidance for Conducting Remedial Investigations and Feasibility Studies under CERCLA, OSWER-9335.3-01, Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, D.C.

USEPA, 1989. Risk Assessment Guidance for Superfund, Volume 1: Human Health Evaluation Manual, Part A Interim Final. December 1989, EPA/540/1-89/002.

USEPA, 1992. Guidance for Data Usability in RA, Part A, Office of Solid Waste and Emergency Response. 92857-09A, Office of Emergency and Remedial Response, Washington, D.C.

USEPA, 1993. Data Quality Objectives Process for Superfund, Interim Final Guidance. EPA/540-R-93-071, Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, D.C.

USEPA, 1994. Guidance for the Data Quality Objectives Process, EPA QA/G-4, Office of Research and Development, EPA/600/R-96/055, Washington, D.C.

update of ECO. Office of Solid Waste USEPA, 1996a. Ecotox Thresholds (ETs) and Emergency Response. Publication 9354.0-12FSI, EPA 540/F-95/038, PB95-963324, January 1996. Office of Emergency and Remedial Response Intermittent Bulletin Volume 3, Number 2.

USEPA, 1996b. Soil Screening Guidance: Technical Background Document. May 1996, EPA540/R95/128.

USEPA, 1996c. Recommendations of the Technical Review Workgroup for Lead for an Interim Approach to Assessing Risks Associated with Adult Exposures to Lead in Soil. U.S. Environmental Protection Agency Technical Review Workgroup for Lead. December 1996.

USEPA, 1997a. Ecological Risk Assessment Guidance for Superfund: Process for Designing and Conducting Ecological Risk Assessments Interim Final. EPA 540-R-97-006. June 1997.

USEPA, 1997b. Expedited Site Assessment Tools for Underground Storage Tank Sites, EPA/510B-97-001, Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, D.C.

USEPA, 1997c. Exposure Factors Handbook Volume 1 – General Factors.

USEPA, 1998a. Guidelines for Ecological Risk Assessment. US EPA/630/R-95/002F, April 1998.

USEPA, 1998b. Technical Protocol for Evaluating Natural Attenuation of Chlorinated Solvents in Ground Water. EPA/600/R-98/128, September 1998.

USEPA, 1999a. OSWER Directive 9200.4-17P: Use of Monitored Natural Attenuation as Superfund, RCRA Corrective Action, and Underground Storage

Tank Sites. April 1999.

USEPA, 1999b. Overview of the IEUBK Model for Lead in Children. OSWER 92857-31. Office of Emergency and Remedial Response. EPA 540-R-99-015. PB99-963508. August 1999.

USEPA, 1999c. Use of Monitored Natural Attenuation Superfund, RCRA Corrective Action, and Underground Storage Tank Sites. Final OSWER Directive 9200.4-17P, April 1999.

USEPA, 2000a. Guidance for the Data Quality Objectives Process (EPA QA/G-4), August 2000, EPA/600/R-96/055.

USEPA, 2000b. Data Quality Objectives Process for Hazardous Waste Site Investigations (EPA QA/G-4HW), January 2000, EPA/600/R-00/007.

USEPA, 2000c. Guidance for Data Quality Assessment: Practical Methods for Data Analysis, EPA QA/G-9, QA97 update, Office of Research and Development, EPA/600/R-96/084, Washington, D.C.

USEPA, 2001. EPA Requirement for Quality Assurance Project Plan (EPA QA/R-5), March 2011. EPA/240/B-01/003.

USEPA, 2002a. Guidance for Quality Assurance Project Plans (EPA QA/G-5), December 2002, EPA/240/R-02/009.

USEPA, 2002b. OSWER Draft Guidance for Evaluating the Vapor Intrusion to Indoor Air Pathway from Groundwater and Soil (Subsurface Vapor Intrusion Guidance). November 2002. EPA530-D-02-004.

USEPA, 2002c. Supplemental Guidance for Developing Soil Screening Levels for Superfund Sites. December 2002, OSWER 9355.4-24.

USEPA, 2002d. Calculating Upper Confidence Limits for Exposure Point Concentrations as Hazardous Waste sites. OSWER 9285.6-10, December 2002.

USEPA, 2003. Human Health Toxicity Values in Superfund Risk Assessments. OSWER directive 9285.7-53, December 5, 2003.

USEPA, 2004a. Risk Assessment Guidance for Superfund, Volume 1: Human Health Evaluation Manual, Part E Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment. July 2004, EPA/540/R/99/005.

USEPA, 2004b. User's Guide for Evaluating Subsurface Vapor Intrusion into Buildings. February 22, 2004.

USEPA, 2004c. Performance Monitoring of MNA Remedies for VOCs in Ground Water. EPA/600/R-04/027, April 2004.

USEPA, 2005. Guidance for Developing Ecological Soil Screening Levels. OSWER Directive 9285.7-55, February 2005.

USEPA, 2007a. Monitored Natural Attenuation of Inorganic Contaminants in Ground Water, Volume 1: Technical Basis for Assessment. EPA/600/R-07/139, October 2007.

USEPA, 2007b. Monitored Natural Attenuation of Inorganic Contaminants in Ground Water, Volume 2: Assessment for Non-Radionuclides, Including Arsenic, Cadmium, Chromium, Copper, Lead, Nickel, Nitrate, Perchlorate, and Selenium. EPA/600/R-07/140, October 2007.

USEPA, 2010. Monitored Natural Attenuation of Inorganic Contaminants in Ground Water, Volume 3: Assessment for Radionuclides Including Tritium, Radon, Strontium, Technetium, Uranium, Iodine, Radium, Thorium, Cesium, and Plutonium-Americium. EPA/600/R-10/093, September 2010.

USEPA, 2011. An Approach for Evaluating the Progress of Natural Attenuation in Groundwater. EPA/600/R-11/204, December 2011.

USEPA, 2012a. Regional Screening Level (RSL) Summary Table November 2012.

USEPA, 2012b. Regional Screening Level (RSL) Chemical-specific Parameters Supporting Table November 2012.

Wenstel, R.S., 1996. Tri-Service Procedural Guidelines for Ecological Risk Assessment. U.S. Army Edgewood Research Development and Engineering Center (ERDEC), Aberdeen Proving Ground, MD, ADA29796, May 1996.

טבלה 2-1
השוואה בין השלבים השונים

מקדם	שלב 1	שלב 2	שלב 3
מקדמי חשיפה	ברירת מחדל	ברירת מחדל	ספציפיים לאתר
ערכי רעילות	ברירת מחדל	ברירת מחדל	עדכניים ביותר
מאפיינים פיזיקליים וכימיים	ברירת מחדל	ברירת מחדל	עדכניים ביותר
מקדמי גורל והסעה	ברירת מחדל	ספציפיים לאתר	ספציפיים לאתר
הפחתה בתווך הבלתי רווי	תלוי בעומק (הפנייה לנספח ה')	תלוי בעומק (הפנייה לנספח ה')	ספציפי לאתר
מודלים של גורל והסעה	ברירת מחדל	ברירת מחדל	אלטרנטיבי*
ריכוזים מייצגים	ר' נספח ד'		
סיכונים מקובלים עבור כל כימיקל חשוד וכל מסלול חשיפה	סיכון לחלות בסרטן במהלל החיים 1×10^{-6} מנת הסיכונים = 1.0	אין	אין
סיכון כולל מקובל לכל כימיקל חשוד (כל מסלולי החשיפה)	אין	סיכון לחלות בסרטן במהלל החיים 1×10^{-5} מנת הסיכונים = 1.0	סיכון לחלות בסרטן במהלל החיים 1×10^{-5} מנת הסיכונים = 1.0
סיכון כולל מקובל לכל מסלול חשיפה וכל הכימיקלים החשודים	אין	סיכון לחלות בסרטן במהלל החיים 1×10^{-5} מנת הסיכונים = 1.0	סיכון לחלות בסרטן במהלל החיים 1×10^{-5} מנת הסיכונים = 1.0
סיכון סרטני מצטבר באתר כולו	אין	1×10^{-4}	1×10^{-4}
סיכון לא-סרטני מצטבר באתר כולו	אין	אינדקס הסיכונים = 1.0	אינדקס הסיכונים = 1.0
מסלול עיכול מי תהום	תקן מי השתייה הישראלי או ערך מחושב		
נקודת חשיפה	מקור	ספציפי לאתר	ספציפי לאתר
סיכון אקולוגי	רמות 1, 2 או 3		
תוצאת ההערכה	מכתב 'אין צורך בפעילות נוספת', שלב 2, תכנית לניהול סיכונים	מכתב 'אין צורך בפעילות נוספת', שלב 3, תכנית לניהול סיכונים	מכתב 'אין צורך בפעילות נוספת', תכנית לניהול סיכונים
הגבלה בשימוש בקרקע/ מגבלות על פעילויות ושימוש	ספציפי לאתר		

*: מבוסס על אישור הרשויות.

טבלה 5-1 (א)
רמות מחמירות מאוד לקרקע
Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	CAS No.	Soil Concentration Protective of Other Pathways (mg/kg)			Soil Concentration Protective of Groundwater (mg/kg)		
					Depth to Groundwater (m)		
		Residential	Commerical/ Industrial	Agriculture	0 - 12	12 - 46	> 46
VOCs and SVOCs							
1,1,1-Trichloroethane	71-55-6	5	50	0.1	1	10	50
1,1-Biphenyl	92-52-4	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1,1-Dichloroethylene	75-35-4	0.12	0.12	0.1	0.1	1	15
1,2,3-Trimethylbenzene	526-73-8	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1,2,4-Trimethylbenzene	95-63-6	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1,2-Dibromo-3-chloropropane	96-12-8	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1,3,5-Trimethylbenzene	108-67-8	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1,3-Butadiene	106-99-0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1,3-Dimethylnaphthalene	575-41-7	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1,4-Dichlorobenzene	106-46-7	3	10	4	1	5	10
1-Methyl-2-ethylbenzene	611-14-3	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1-Methyl-4-ethylbenzene	622-96-8	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1-Methyl-4-isopropylbenzene	99-87-6	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1-Methylnaphthalene	90-12-0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2,3-Dimethylbutane	79-29-8	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2,4,6-Trinitrotoluene (TNT)	118-96-7	8	8	100	NA	NA	NA
2-Methyl-1-butene	563-46-2	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2-Methylchrysene	3351-32-4	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2-Methylnaphthalene	91-57-6	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2-Methylpentane	107-83-5	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3-Methylpentane	96-14-0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6-Methylchrysene	1705-85-7	NA	NA	NA	NA	NA	NA
7,12-Dimethylbenz(a)anthracene	57-97-6	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Acenaphthene	83-32-9	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Acenaphthylene	208-96-8	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Anthracene	120-12-7	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Benz(a)anthracene	56-55-3	0.38	3.6	3.6	NA	NA	NA
Benzene	71-43-2	0.5	4	0.5	0.02	0.2	2
Benzo(a)pyrene	50-32-8	0.038	0.36	0.36	0.038	0.07	0.7
Benzo(b)fluoranthene	205-99-2	0.38	3.6	3.6	NA	NA	NA
Benzo(e)pyrene	192-97-2	NA	NA	NA	NA	NA	NA

טבלה 5-1 (א)
רמות מחמירות מאוד לקרקע
Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	CAS No.	Soil Concentration Protective of Other Pathways (mg/kg)			Soil Concentration Protective of Groundwater (mg/kg)		
		Residential	Commerical/ Industrial	Agriculture	Depth to Groundwater (m)		
					0 - 12	12 - 46	> 46
Benzo(g,h,i)perylene	191-24-2	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Benzo(k)fluoranthene	207-08-9	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Bromoform	75-25-2	5	50	0	NA	NA	NA
Carbon tetrachloride	56-23-5	5	50	0	0.05	0.5	5
Chloroform	67-66-3	1	1	0	1	10	50
Chrysene	218-01-9	NA	NA	NA	NA	NA	NA
cis-1,2-Dichloroethylene	156-59-2	3	50	0	NA	NA	NA
cis-2-Butene	590-18-1	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Coronene	191-07-1	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cyclohexane	110-82-7	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Dibenzo(a,h)anthracene	53-70-3	0.03	0.3	0.3	NA	NA	NA
Dibenzothiophene	132-65-0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ethylbenzene	100-41-4	5	50	2	NA	NA	NA
Ethylene dibromide (EDB)	106-93-4	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ethylene dichloride (EDC)	107-06-2	2	4	0.1	0.05	0.5	5
Fluoranthene	206-44-0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Fluorene	86-73-7	NA	NA	NA	NA	NA	NA
HMX(1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7- tetrazoc	2691-41-0	7000	30000	30000	NA	NA	NA
Indene	95-13-6	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	193-39-5	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Isopropylbenzene	98-82-8	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Methyl tertiary butyl ether (MTBE)	1634-04-4	62	160	160	0.028	0.028	0.028
Methylcyclohexane	108-87-2	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Methylcyclopentane	96-37-7	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Naphthalene	91-20-3	7	40	40	1.5	1.5	15
n-Butylbenzene	104-51-8	NA	NA	NA	NA	NA	NA
n-Heptane	142-82-5	NA	NA	NA	NA	NA	NA
n-Hexane	110-54-3	NA	NA	NA	NA	NA	NA
n-Pentane	109-66-0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
n-Propylbenzene	103-65-1	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Perylene	198-55-0	NA	NA	NA	NA	NA	NA

טבלה 5-1 (א)
רמות מחמירות מאוד לקרקע
Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	CAS No.	Soil Concentration Protective of Other Pathways (mg/kg)			Soil Concentration Protective of Groundwater (mg/kg)		
		Residential	Commerical/ Industrial	Agriculture	Depth to Groundwater (m)		
					0 - 12	12 - 46	> 46
Phenanthrene	85-01-8	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Pyrene	129-00-0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
RDX	121-82-4	15	40	40	NA	NA	NA
sec-Butylbenzene	135-98-8	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Styrene	100-42-5	2	100	0.5	2	50	100
tert-Butylbenzene	98-06-6	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Tetrachloroethylene	127-18-4	1	25	0.1	0.1	1	15
Toluene	108-88-3	10	30	5	7	70	200
trans-1,2-Dichloroethylene	156-60-5	NA	NA	NA	NA	NA	NA
trans-2-Butene	624-64-6	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Trichloroethylene	79-01-6	3	60	0	0	2	20
Vinyl chloride	75-01-4	1	20	0	0	0	2
Xylene (m)	108-38-3	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Xylene (o)	95-47-6	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Xylene (p)	106-42-3	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Xylenes (total)	1330-20-7	10	50	5	70	300	700
Total Petroleum Hydrocarbons (TPH)							
Aliphatics - > C5-C8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Aliphatics - > C9-C18	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Aliphatics - >C19-C32	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Aromatics - >C6-C8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Aromatics - >C9-C16	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Aromatics - >C17-C32	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Pesticides							
Alachlor	15972-60-8	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Atrazine	1912-24-9	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Chlordane	12789-03-6	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Endrin	72-20-8	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Heptachlor	76-44-8	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Lindane (γ-hexachlorocyclohexane)	58-89-9	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Methoxychlor	72-43-5	NA	NA	NA	NA	NA	NA

טבלה 5-1 (א)
רמות מחמירות מאוד לקרקע
Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	CAS No.	Soil Concentration Protective of Other Pathways (mg/kg)			Soil Concentration Protective of Groundwater (mg/kg)		
					Depth to Groundwater (m)		
		Residential	Commerical/ Industrial	Agriculture	0 - 12	12 - 46	> 46
Metals							
Arsenic	7440-38-2	17	17	20	15	45	70
Cadmium	7440-43-9	10	30	2	6	15	30
Chromium (III)	16065-83-1	150	400	100	100	250	400
Chromium (VI)	18540-29-9	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Copper	7440-50-8	150	190	100	14	140	1400
Lead	7439-92-1	250	1000	100	40	500	1000
Manganese	7439-96-5	2000	6000	2000	1000	3500	6000
Mercury (Elemental)	7439-97-6	5	8	10	3	20	20
Nickel (Refinery dust)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Nickel (Soluble Salts)	7440-02-0	130	500	100	100	300	500
Selenium	7782-49-2	5	100	10	3	100	100
Silver	7440-22-4	20	200	20	10	100	200
Zinc	7440-66-6	300	2500	250	300	1000	2500
Inorganics							
Cyanide	57-12-5	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Others							
Asbestos	1332-21-4	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3,5-Dinitro-4-chlorobenzotrifluride	393-75-9	1600	4000	4000	NA	NA	NA
2,4/2,6-Dinitrotoluene (DNT) mixture	25321-14-6	2	5	5	NA	NA	NA
Additional Chemicals							
(S)	NA	NA	NA	NA	1,000	4,000	8,000
1,2-Dichloroethylene	540-59-0	3	50	0.1	1	10	50
1,3-Nitrotoluene (m-nitrotoluene)	99-08-1	600	5,000	5,000	NA	NA	NA
1,4-Nitrotoluene (p-nitrotoluene)	99-99-0	600	5,000	5,000	NA	NA	NA
2,4-dinitrophenol	51-28-5	100	800	800	NA	NA	NA
3-nitrobenzoic acid	121-92-6	500	1,400	1,400	NA	NA	NA
Any single PAH	NA	7	40	40	NA	NA	NA
Barium	7440-39-3	500	625	500	200	750	1,500
Benzoic acid	65-85-0	500	5,000	5,000	NA	NA	NA
Boron	7440-42-8	NA	NA	20	40	150	400
Bromodichloromethane	75-27-4	2.4	2.4	0.1	NA	NA	NA
Butyl benzyl pthalate	85-68-7	2,500	4,000	4,000	NA	NA	NA

טבלה 5-1 (א)
רמות מחמירות מאוד לקרקע
Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	CAS No.	Soil Concentration Protective of Other Pathways (mg/kg)			Soil Concentration Protective of Groundwater (mg/kg)		
		Residential	Commerical/ Industrial	Agriculture	Depth to Groundwater (m)		
					0 - 12	12 - 46	> 46
Cyanate (CN F)	NA	2	10	2	NA	NA	NA
Cyanate (CN T)	NA	5	50	1	5	25	50
Di-(2-ethylhexyl) phthalate	117-81-7	50	400	400	11	200	400
Di-(n-octyl)phthalate	117-84-0	2,000	4,000	4,000	NA	NA	NA
Dibromochloromethane	124-48-1	5	50	0.1	NA	NA	NA
Di-n-butyl phthalate	84-74-2	6,000	50,000	50,000	NA	NA	NA
Ethyl Centralite (Carbamite)	85-98-3	160	400	160	NA	NA	NA
Ethylene Glycol Dinitrate (EGDN)	628-96-6	800	800	800	NA	NA	NA
Extractable Organic bound halogens (EOX)	NA	1	5	1	NA	NA	NA
Guanidine nitrate	506-93-4	27,000	72,000	72,000	NA	NA	NA
HNS 1,1'-(1,2-Ethenediyl)bis (2,4,6-trinitrobenzene)	20062-22-0	4,000	4,000	4,000	NA	NA	NA
Individual Aliphatic Chlorhydrates	NA	4	25	0.5	NA	NA	NA
Ketones	NA	220	6,200	220	NA	NA	NA
Methyl ethyl ketone (2-Butanone)	78-93-3	25	40	40	NA	NA	NA
Nitrate (as N)	14797-55-8	100,000	100,000	100,000	7,000	70,000	100,000
Nitrite (as N)	14797-65-0	7,000	25,000	25,000	7,000	70,000	100,000
Nitrobenzene	98-95-3	40	200	250	NA	NA	NA
Nitrocellulose	9004-70-0	10,000	100,000	100,000	NA	NA	NA
Nitroglycerine	55-63-0	4	8	8	NA	NA	NA
Nitroguanidine (Pricrite)	556-88-7	7,000	50,000	50,000	NA	NA	NA
N-Nitroso diphenylamine	86-30-6	120	400	400	NA	NA	NA
PAH	NA	7	40	40	NA	NA	NA
PCB's Total	NA	1.5	25	0.5	NA	NA	NA
Pentaerythritol tetranitrate (PETN)	78-11-5	10,000	10,000	10,000	NA	NA	NA
Phenol	108-95-2	4	10	4	30	60	90
Picric acid (2,4,6-Trinitrophenol)	88-89-1	800	800	800	NA	NA	NA
Sodium Azide	26628-22-8	260	2,700	2,700	NA	NA	NA
Sulphate (as S)	18785-72-3	1,500	6,000	6,000	5,000	20,000	40,000
Sulphide (as S)	NA	15	70	70	1,000	4,000	8,000
TEM Toluene Extractable Matter	NA	5,000	10,000	5,000	NA	NA	NA

טבלה 5-1 (א)
רמות מחמירות מאוד לקרקע
Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	CAS No.	Soil Concentration Protective of Other Pathways (mg/kg)			Soil Concentration Protective of Groundwater (mg/kg)		
		Residential	Commerical/ Industrial	Agriculture	Depth to Groundwater (m)		
					0 - 12	12 - 46	> 46
Tetryl (2,4,6-Trinitrophenyl methylnitramine)	479-45-8	650	9,000	9,000	NA	NA	NA
Thiocyanates (Sulfur CN)	463-56-9	2	10	2	NA	NA	NA
THM's Total	NA	5	50	0.1	1	10	50
Total Petroleum Hydrocarbons (TPH)	NA	100	500	500	100	500	NA

Notes:

NA: Not available.

טבלה 5-1 (ב)
רמות מחמירות מאוד למים עיליים ומי ים
Israel Risk Based Corrective Action

CHEMICALS	CAS #	COC	Freshwater	Estuary	Marine
			[µg/L]		
VOCs and S-VOCs					
2-Butanone	78-93-3		14000		
4-Chloroaniline (<i>p</i> -)	106-47-8		2.5	5	2.5
2-Chlorophenol	95-57-8		440	440	265
3-Chlorophenol	108-43-0		170		170
4-Chlorophenol	106-48-9		220		180
4-Isopropyltoluene (Cymene)	99-87-6		85		
1,4-Dibromobenzene	106-37-6		240		240
1,2-Dibromo-3-chloropropane (or 1,2-DBCP)	96-12-8		0.2	0.2	0.2
1,2-Dibromoethane (or Ethylene dibromide or EDB)	106-93-4		13		13
2,2-Dibromo-3-nitropropionamide	10222-01-2		20		
2,4-Dichloroaniline	554-00-7		7		
3,4-Dichloroaniline	89059-40-5		3		
1,2-Dichlorobenzene	95-50-1		14	14	42
1,3-Dichlorobenzene	541-73-1		71	65	28.5
1,4-Dichlorobenzene	106-46-7		3		3
3,3'-Dichlorobenzidine	91-94-1		0.03		0.03
1,1-Dichloroethane	75-34-3		47	47	47
1,2-Dichloroethane (or Ethylene dichloride or EDC)	107-06-2		37		37
1,1-Dichloroethene (or 1,1-dichloroethylene or Vinylidene Chloride)	75-35-4		25	25	2240
1,2-Dichloroethene (or Dichloroethylene, 1,2-)	540-59-0		590		680
2,3-Dichlorophenol	576-24-9		56		56
2,4-Dichlorophenol	120-83-2		11	37	37
1,2-Dichloropropane	78-87-5		14		14
1,3-Dichloropropene (or Dichloropropylene, 1,3-)	542-75-6		12	24	7.9
7,12-Dimethylbenz(a)anthracene	57-97-6		0.02		
2,4-Dimethyl phenol	105-67-9		160	110	110
2,4-Dinitrophenol	51-28-5		45	15	15
2,4-Dinitrotoluene	121-14-2		44	120	190
2,6-Dinitrotoluene	606-20-2		0.7		0.7
1,4-Dioxane	123-91-1		120		120
2-Hexanone (or Methyl Butyl Ketone)	591-78-6		99		
4-Isopropyltoluene (Cymene)	99-87-6		85		
1-Methylnaphthalene	90-12-0		2.1		95
2-Methylnaphthalene	91-57-6		4.7		4.2
1-Methyl-3-nitrobenzene (or Nitrotoluene, 3- or Nitrotoluene, m-)	99-08-1		750		380
1-Methyl-4-nitrobenzene (or 4-Nitrotoluene or Nitrotoluene, <i>p</i> -)	99-99-0		1900		550
4-Methylphenol (or Cresol, m-)	106-44-5		70		70
4-Methyl-2-Pentanone	108-10-1		170		123000
2-Nitrophenol	88-75-5		1920		2940
4-Nitrophenol	100-02-7		60		71.7
4-Nitrotoluene (Nitrotoluene, <i>p</i>)	99-99-0		550		550
2-Octanone	111-13-7		8		
3-Octanone	106-68-3		3571		
1-Pentanol	71-41-0		110		
2-Propanol	67-63-0		8		
1,1,1,2-Tetrachloroethane	630-20-6		930	930	930
1,1,2,2-Tetrachloroethane	79-34-5		420	240	90.2
1,2,3,4-Tetrachlorobenzene	634-66-2		1.8		
1,2,4,5-Tetrachlorobenzene	95-94-3		1.6		129
2,3,4,6-Tetrachlorophenol	58-90-2		1.2		4.5
2,3,7,8-TCDD-Dioxine	1746-01-6	*	3.1E-09		
1,2,3-Trichlorobenzene	87-61-6		8		85
1,2,4-Trichlorobenzene	120-82-1		25	25	5.4
1,1,1-Trichloroethane (or methyl chloroform)	71-55-6		62	62	312
1,1,2-Trichloroethane	79-00-5		4.70E+03	940	550
2,4,5-Trichlorophenol	95-95-4		63	11	12
2,4,6-Trichlorophenol	88-06-2		490	97	61
2,4,5-T (or 2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid)	93-76-5		686		
1,2,4-Trimethylbenzene	95-63-6		33		220
1,3,5-Trimethylbenzene	108-67-8		71		220
2,4,6-Trinitrotoluene (TNT)			100		100
Acenaphthene	83-32-9	*	23	23	40
Acenaphthylene	208-96-8	*	30	30	30
Acetone	67-64-1	*	1500	1500	1500
Acetonitrile	75-05-8	*	12000		20000

טבלה 5-1 (ב)
רמות מחמירות מאוד למים עיליים ומו ים
Israel Risk Based Corrective Action

CHEMICALS	CAS #	COC	Freshwater	Estuary	Marine
			[µg/L]		
Acetophenone	98-86-2	*	7800		7800
Acridine	260-94-6		4		
Acrolein	107-02-8	*	0.4		0.4
Acrylamide	79-06-1	*	0.3		0.3
Acrylonitrile	107-13-1		0.2		0.2
Alcohol ethoxylated sulfate (AES)	68585-34-2		650		
Alcohol ethoxylated surfactants (AE)			140		
Allyl Alcohol	107-18-6	*	5		5
2-Amino-4,6-dinitrotoluene	35572-78-2		1480		
Aniline	62-53-3		2.2		4
Anthracene	120-12-7		0.73	0.73	0.18
Azobenzene	103-33-3	*	3.6		3.6
Benzaldehyde	100-52-7	*	54		54
Benzene	71-43-2	*	70	46	170
Sum BTEX	NOCAS		200		
Benzidine	92-87-5	*	0.0002		0.0002
Benzo(a)anthracene	56-55-3	*	0.027	0.027	0.027
Benzo(a)pyrene	50-32-8	*	0.014	0.014	0.014
Benzo(b)fluoranthene	205-99-2	*	0.029	0.029	0.029
Benzo(k)fluoranthene	207-08-9	*	3.7	3.7	3.7
Benzo(g,h,i)perylene	191-24-2	*	0.1	0.1	0.1
Benzoic acid	65-85-0	*	42		9000
Benzotrichloride	98-07-7	*	0.002		0.002
Benzyl alcohol	100-51-6	*	8.6		500
Benzyl chloride	100-44-7	*	2		2
Biphenyl, 1,1 - (or diphenyl)	92-52-4		14	14	14
Bis(2-chloroethyl)ether	111-44-4	*	0.5		0.5
Bis(2-chloroisopropyl)ether [or Bis(2-chloro-1-methyl)ether]	39638-32-9	*	23	12	12
Bis(2-ethylhexyl)adipate	103-23-1	*	33		33
Bis(2-ethylhexyl)phthalate (or DEHP)	117-81-7	*	2.2		2.2
Bisphenol A	80-05-7	*	55		55
Bromodichloromethane	75-27-4	*	1100	1100	3200
Bromoform (tribromomethane)	75-25-2	*	320		640
Bromomethane (or Methyl bromide)	74-83-9	*	160	160	120
Brominated diphenylether	32534-81-9		0.0005		
4-Bromophenyl phenyl ether	101-55-3		1.5		
Butanol, n-	71-36-3	*	25000		25000
Butyl acetate, n-	123-86-4	*	1000		1000
Butyl alcohol, tert - (or Butanol, tert)	75-65-0		18000	18000	18000
Butyl benzyl phthalate	85-68-7	*	19		29.4
Butyl carbamate (or 3-iodo-2-propynyl)	5540-65-360		1.9		
Butylate	2008-41-5	*	11		11
Carbazole	86-74-8	*	47		47
Carbofuran	1563-66-2	*	1.8		0.1
Carbon disulfide	75-15-0	*	0.92		110
Carbon tetrachloride	56-23-5	*	9.8	9.8	1500
C10-C13 Chloroalkanes	7440-43-9		1.4		
Chloroacetic acid	79-11-8	*	2500		2500
Chlorobenzene	108-90-7	*	1.3	25	25
Chloro-m-cresol, p- (or Chloro-3-methylphenol, 4-)	59-50-7		100		100
Chloroethane (or Ethyl chloride)	75-00-3		12	12	12
Chloromethane (or Methyl chloride)	74-87-3		5500		2700
Chloroform	67-66-3	*	620	620	815
Chloronaphthalene, b-	91-58-7	*	1600		1600
Chloronitrobenzene, p-	100-100-5	*	110		110
Chlorotoluene, o -	95-49-8	*	390		390
Chrysene	218-01-9	*	0.35	0.35	0.35
Coronene	191-07-1	*	0.02		
Cresol, o- (or methylphenol, 2-)	95-48-7		13		1020
Cresol, m- (or methyl phenol, 3-)	108-39-4		450		450
Cresol, p- (or methylphenol, 4-)	106-44-5		70		70
Cumene (or isopropyl benzene)	98-82-8	*	2.6		260
Cyclohexylamine	108-91-8	*	4000		4000
Cyclohexanone	108-94-1	*	26000		26000
Decane	124-18-5		49		
Dibenzo(a,h)anthracene	53-70-3	*	7.5	7.5	7.5
Dibenzofuran	132-64-9		3.7		67
Dibromoacetonitrile	3252-43-5		20		

טבלה 5-1 (ב)
רמות מחמירות מאוד למים עיליים ומו ים
Israel Risk Based Corrective Action

CHEMICALS	CAS #	COC	Freshwater	Estuary	Marine
			[µg/L]		
Dibromochloromethane	124-48-1	*	1100	1100	3200
Dibutyl phthalate	84-74-2	*	23		23
Dichloroacetic acid	79-43-6	*	1200		1200
Dichlorobenzene (mixed isomers)	26321-22-6	*	5		
Dichloroethene, cis-1,2-	156-59-2	*	590	590	22000
Dichloroethene, trans-1,2- (or 1,2-trans dichloroethylene)	156-60-5	*	590	590	22000
Dichloromethane	75-09-2		98.1		2560
Dichlorophenols, total	SEQ-NO-35-8		0.2		
Diethyl phthalate	84-66-2		1.5	1.5	75.9
Di(2-ethylhexyl) phthalate	11-78-17		16		
Di-n-butyl phthalate	84-74-2		19		3.4
Di-n-octyl phthalate	11-78-40		22		
Diisopropanolamine (or DIPA)	11-09-74		1600		
Dimethyl phthalate	131-11-3		1.5	1.5	1.7
Dioxine (or 2,3,7,8- TCDD equivalents)	1746-01-6	*	5.00E-06	1.0E-06	5.E-09
Ethylbenzene	100-41-4	*	290	43	20
Ethylene dichloride (or Dichloroethane, 1,2-)	107-06-2	*	100		1130
Ethylene glycol	107-21-1		16000		16000
Ethanol			1400		
Fluoranthene	206-44-0	*	1	8	8
Fluorene	86-73-7	*	3.9	3.9	2.5
Formaldehyde	50-00-0		110		110
Heptachlor	76-44-8		0.0038	0.004	0.004
Heptachlor epoxide	1024-57-3		0.0019	0.004	0.00004
Hexachlorobenzene	118-74-1		0.0003	3.700	0.0003
Hexachloro- 1,3-butadiene (or HCBd)	87-68-3		4.7	0.930	0.3
Hexachlorocyclohexanes (HCH, BHC)	608-73-1		0.01		
Hexachlorocyclopentadiene	77-47-4		0.07		0.07
Hexachloroethane	67-72-1		12	12	3.3
n-Hexane	110-54-3		0.58		3400
Hexahydro-1,3,5-trinitro- 1,3,5-triazine (or RDX or Cyclonite)	121-82-4		180		180
HMX (or Octogen)	2691-41-0	*	150		
Hydrazine (hardness <50)	302-01-2		5		
Hydrazine (hardness =>50)	302-01-2		10		
Hydroquinone	123-31-9		2.2		4.5
Isodecyl diphenyl phosphate	29761-21-5		1.7		
Isopropylbenzene (or Cumene)	98-82-8		2.6		
Isothiazolones, total			1.0		260
Indeno(1,2,3-c,d) pyrene	193-39-5	*	0.048	0.048	0.048
Linear alkybenzene sulfonates (LAS)	NA		40		
Methylene chloride (or Dichloromethane)	75-09-2		2200	2200	2560
Methyl Butyl Keton (or Hexanone, 2-)	591-78-6		99		
Methyl Ethyl Ketone (or 2-Butanone)	78-93-3		14000	14000	14000
Methyl hexyl ketone (2-Octanone)	111-13-7		8.3		
Methyl isobutyl ketone (MIBK)	108-10-1		170	170	170
Methyl methacrylate	80-62-6		2800		
Methyl tertiary butyl ether (MTBE)*	1634-04-4	*	11070	8000	8000
Monochlorobenzene(or Chlorobenzene)	108-90-7		1.3		25
Monochlorophenols			7		
n-Butylphthalate (or Di-n-butylphthalate)	84-74-2		19		3.4
Naphthalene	91-20-3	*	1.1	24	1.4
Nonylphenol (or 4- Nonylphenol)	104-40-5		2		
Nitrilotriacetic acid	139-13-9		5000		
Nitrobenzene	98-95-3		550		66.8
Nitroglycerine	55-63-0		138		
N-Nitrosodiethylamine	55-18-5		0.008		0.008
N-Nitrosodimethylamine	62-75-9		3		3
N-Nitrosodiphenylamine	86-30-6		6		6
N-Nitrosodi-n-propylamine	621-64-7		0.5		0.5
octylphenol (or 4-(1,1',3,3'-tetramethylbutyl)-phenol)	140-66-9		0.1		
PCBs (total) Polychlorinated biphenyls (PCBs or Aroclor mixture)	1336-36-3		0.014	0.014	0.01
PAHs (Total)					5
Pentachloroaniline	527-20-8		0.1		
Pentachlorobenzene	608-93-5		1.7		1.7
Pentachloroethane	76-01-7		56.4		
Pentachlorophenol (or PCP)	87-86-5		15		7.9
Phenanthrene	85-01-8	*	0.4	4.6	1.5
Phenol	108-95-2		50	260	21

טבלה 5-1 (ב)
רמות מחמירות מאוד למים עיליים ומו ים
Israel Risk Based Corrective Action

CHEMICALS	CAS #	COC	Freshwater	Estuary	Marine
			[µg/L]		
Phenoxy herbicides (or 2,4 D ; 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid)	94- 75-7		280		
Phenylethylene	100-42-5		72		910
Poly(acrylonitrile-co-butadiene-co-styrene)	9003-56-9		530		
Propyl benzene	103-65-1		128		
Propylene Glycol	5-75-56		36000		36000
Pyrene	129-00-0	*	2		0.24
Pyridine	110-86-1		2380		1300
Styrene	14808-79-8	*	100	100	100
Tetrachloroanilines (ind)			3		
Tetrachloroethylene (or perchloroethylene or PCE)	127-18-4	*	120	120	45
Tetrachlorophenols			1		
Toluene	108-88-3	*	130	130	200
Tribromomethane (or bromoform)	75-25-2		320		
Trichlorobenzene (mixed isomers)	12002-48-1		5		5
Trichloroethylene (or TCE or Trichloroethene)	79-01-6		360	360	1940
Trichlorophenols, total	25167-82-2		18		
Triphenyl phosphate	115-86-6		4		
Vinyl acetate	108-05-4		16		
Vinyl benzene (or Phenylethylene)	100-42-5		72		
Vinyl chloride	75-01-4	*	780	780	2.4
Xylene, o-		*			
Xylene, m-	108-38-3	*	1.8		
Xylene, p-		*			
Xylenes, total	1330-20-7	*	100		19
Total Petroleum Hydrocarbons (TPH)					
Total TPH 418.1	NOCAS	*	1000	1000	100
TPH Aliphatic EC fraction >5-6		*	15		
TPH Aliphatic EC fraction >6-8		*	6		
TPH Aliphatic EC fraction >8-10		*	3.3		
TPH Aliphatic EC fraction >10-12		*	5.6		
TPH Aliphatic EC fraction >12-16		*	59		
TPH Aliphatic EC fraction >16-21		*			
TPH Aromatic EC fraction >5-7		*	89		
TPH Aromatic EC fraction >7-8		*	64		
TPH Aromatic EC fraction >8-10		*	47		
TPH Aromatic EC fraction >10-12		*	33		
TPH Aromatic EC fraction >12-16		*	23		
TPH Aromatic EC fraction >16-21		*	21		
TPH Aromatic EC fraction >21-35		*	42		
Total TPH (S fractions)		*	408		
TPH-gasoline	NOCAS		210	210	
TPH-middle distillates	NOCAS		210	210	
TPH- residual fuels	NOCAS		210	210	
Pesticides					
Acephate	30560-19-1		190		190
Acifluorfen, sodium (Blazer)	62476-59-9	*	190		190
Alachlor	15972-60-8		0.5		0.5
Aldicarb (or Temik)	116-06-3	*	0.9		0.9
Aldicarb sulfone	1646-88-4	*	46		46
Aldicarb Sulfoxide	1646-87-3	*	4.2		4.2
Aldrin	309-00-2	*	0.3	0.13	0.13
Ametryn	834-12-8		6.2		6.2
Aramite	140-57-8	*	3.09		3
Atrazine	1912-24-9	*	1.8		1.9
Azinphos methyl (or Guthion)	86-50-0		0.01		0.01
Baygon (or Propoxur)	114-26-1	*	0.4		0.4
Bayleton	43121-43-3	*	500		500
Benomyl	17804-35-2	*	0.3		0.3
BHC, a (or hexachlorocyclohexane, alpha- or HCH-a)	319-84-6		2.2		0.005
BHC, b (or hexachlorocyclohexane, beta- or HCH b-)	319-85-7		2.2		0.046
BHC, g (or Lindane (g-hexachlorocyclohexane, g-HCH)	58-89-9		0.08	0.016	0.016
BHC, d (or hexachlorocyclohexane, delta-)	319-86-8		141		0.063
Bromacil	314-40-9	*	97		97
Bromoxymil	1689-84-5		5		
Captafol	2425-06-1	*	0.9		0.9
Captan	133-06-2	*	1.3		1.9
Carbaryl (or Sevin)	63-25-2	*	0.2		0.32
Carbophenothion (or Trithion)	786-19-6	*	0.1		0.1
Carboxin	5234-68-4	*	60		60

טבלה 5-1 (ב)
רמות מחמירות מאוד למים עיליים ומו ים
Israel Risk Based Corrective Action

CHEMICALS	CAS #	COC	Freshwater	Estuary	Marine
			[µg/L]		
Chlorobenzilate	510-15-6	*	0.02		0.02
Chlordane (total)	12789-03-6	*	0.0043	0.004	0.004
Chloropham	101-21-3	*	190		190
Chloropyrifos	2921-88-2	*	0.0035		0.002
Chlorpyrifos	2921-88-2	*	0.002		0.0056
Chlorpyrifos, methyl	5598-13-0	*	0.003		0.04
Chlorothalonil (or Bravo)	1897-45-6	*	0.8		0.8
Chlorsulfuron	64902-72-3	*	16		16
Coumaphos	56-72-4	*	0.004		0.004
Cyanazine	21725-46-2	*	5.5		5.5
Cyclodiene pesticides: sum of: Aldrin, Dieldrin, Endrin, Isodrin			0.01		
Cycloate	1134-23-2	*	130		130
Cyhalothrin (or Karate)	68085-85-8	*	18		18
Cypermethrin	52315-07-8	*	0.001		0.001
Dacthal (or DCPA)	1861-32-1	*	310		310
Dalapon	75-99-0	*	5000		5000
Dichlorodiphenyldichloroethane, p,p' (or DDD, 4,4')	72-54-8		0.001	0.001	0.025
Dichlorodiphenyldichloroethene, p,p' (or DDE, 4,4')	72-55-9		0.001	0.001	0.14
Dichlorodiphenyltrichloroethane, p,p' (or DDT, 4,4')	50-29-3		0.001	0.001	0.0065
DDT/DDE/DDD (total)	NA		0.025 (AA)		
Demeton	8065-48-3	*	0.1		0.1
Diazinon	333-41-5	*	0.043		0.002
Dicamba	1918-00-9	*	200		200
Diclofop-methyl	5133-82-73		6.1		
Didecyl dimethyl ammonium chloride (or DDAC)	717-35-15		1.5		
Dieldrin	60-57-1	*	0.056	0.002	0.11
Diquat (or 1,1'-ethylene-2,2'-bipyridylum)	2764-72-9		1.4		1.5
Dimethoate	60-51-5		6.2		0.1
Dinoseb	88-8-57		5.9		5.9
Endosulfan I	19595-59-6		0.051		
Endosulfan II	33213-65-9		0.051		
Endosulfan (alpha+beta+sulfate)	115-29-7		0.056	0.002	0.001
Endrin	72-20-8	*	0.036	0.002	0.01
Esfenvalerate	66230-04-4		0.001		
Fenitrothion	122-14-5		0.2		
Glyphosate	107-18-36		120		120
Guthion	86-50-0		0.01		0.01
Imidacloprid	1382-64-13		0.23		
Isophorone	78-59-1		1170		129
Isoproturon	34123-59-6		1		
Lindane (or BHC- g, or g-hexachlorocyclohexane or g-HCH)	58-89-9	*	0.08	0.016	0.016
Linuron	4120-52-14		45		45
Malathion	121-75-5		0.097		0.1
Maneb	12427-38-2		5.5		5.5
Methoprene	4059-66-98		0.53		
Metalochlor	51218-45-2		1.1		1.1
Methomyl (or Lannate)	16752-77-5		3.5		1
Methoxychlor	72-43-5	*	0.019	0.003	0.03
Methylchlorophenoxyacetic acid (or 4-chloro-2-methyl phenoxy acetic acid; 2-Methyl-4-chloro phenoxy acetic acid or MCPA)	94-74-6		72		72
Methylene bithiocyanate	6317-18-6		1		
Methyl parathion and parathion			0.008		
Metribuzin	2108-76-49		64		64
Mirex	2385-85-5		0.001		0.001
Molinate (or S-ethyl azepane-1-carbothioate)	2212-67-1		3.4		
Parathion	56-38-2		0.013		0.178
Parathion and methyl parathion			0.008		
Perylene	198-55-0		0.02		
PETN (or Pentaerythrite-tetranitrate)	78-11-5		85000		
Permethrine	5264-55-31		0.001		0.001
Phorate	298-02-2		3.62		0.005
Picloram	191-80-21		70		70
Simazine	12-23-49		3.2		7.3
Sulfolane (or Bondelane)	12-63-30		50000		
Tebuthiuron	3401-41-81		1.6		
Thiobencarb (or BOLERO)	28249-77-6		2.8		
Thiram	93198-73-7		0.2		
Toxaphene	8001-35-2		0.0002	0.0002	0.21
Triallate	230-31-75		0.24		
Trifluralin	158-20-98		0.2		

טבלה 5-1 (ב)
רמות מחמירות מאוד למים עיליים ומו ים
Israel Risk Based Corrective Action

CHEMICALS	CAS #	COC	Freshwater	Estuary	Marine
			[µg/L]		
Metals and Metalloids					
Aluminum	7429-90-5	*	55		1500
Aluminum Phosphide	20859-73-8		6.5		6.5
Antimony	7440-36-0	*	30	30	500
Arsenic	NOCAS	*	100	36	36
Arsenic III	7784-42-1		55		
Arsenic V	7784-42-1		3.1		
Barium	7440-39-3		4	1000	1000
Beryllium	7440-41-7	*	2.7	0.53	0.53
Boron	7440-42-8		1.6	1.6	1.6
Cadmium	7440-43-9	*	5	0.25	0.5
Chromium (total)	NOCAS	*	50	180	10
Chromium (III)	16065-83-1	*	50	180	
Chromium (IV)	18540-29-9	*	11	11	5
Cobalt	7440-48-4		3	3	3
Copper	7440-50-8	*	20	3.10	5
Lead	7439-92-1	*	8	5.6	5
Lithium	7439-93-2		14		
Mercury (Elemental)	7439-97-6	*	0.5	0.025	0.16
Methyl mercury	22967-92-6		0.003	0.003	0.003
Molibdenum	7439-98-7		240	240	240
Nickel	7440-02-0	*	50	52	10
Selenium (total)	7782-49-2	*	5	5	60
Silver	7440-22-4		0.34	0.19	3
Thalium	7440-28-0		20	4	21.3
Tin	7440-31-5		73		2
Tributyltin (or TBT)	688-73-3		0.008		0.002
Tributyltin oxide	56-35-9		0.026		0.05
Triphenyltin	892-20-6		0.022		
Uranium, soluble salts	7440-61-1		2.6 (hardness=100)		
Vanadium	7440-62-2		19	19	50
Vanadium pentoxide	1314-62-1		15		
Zinc chloride	7646-85-7		1.5		1.5
Zinc	7440-66-6	*	200		40
Zirconium	7440-67-7		17		
Inorganics					
Chlorine cyanide (or cyanogen chloride)	506-77-4		1.4		1.4
Cyanide, (Total, free)	57-12-5	*	5	1	5 as CN
Fluoride (hardness=100)	16984-48-8		2119.4		5000
Fluorine	7782-41-4		1080		
Hydrogen Cyanide (as Cyanide)	74-90-8		3.5		3.5
Hydrogen sulfide	7783-06-4		0.1		0.1
Perchlorate	7601-90-3		600	600	600

Hierararchy:

Israeli EQS: Israel Kishon river Environmental quality Standards, February 2000

Israeli Effluent Discharge Levels to Rivers(maximal monthly average), Annex I, 2010

MoEP- Marine and Coastal Environment Division: EQS for the Mediterranean Sea in Israel, August 2002

California SF Bay RWQCB - ESL Interim Final - November 2007 - Table F-4a

US EPA Mid -Atlantic RSL Regional Screening Levels Marine Ecological Screening Benchmarks

US EPA Mid -Atlantic RSL Regional Screening Levels Freshwater Ecological Screening Benchmarks

Florida Department of Environmental Protection Technical Report: Development of Cleanup Target Levels (CTLs) for Chapter 62-777, F.A.C, February, 2005- Table 1

Australia- ANZECC 2000 freshwater 95%

Australian Dept. of Environment and Conservation: Assessment Levels for Soil, sediment and water, February 2010, Version 4, Revision 1

EQS European Directive 2008/105/EC Inland surface waters MAC or AA

The Netherland-Water Quality Objectives - MAC-Maximum Permissible Levels 2002 and Dutch RIVM report 601501021 for TPH fractions

Canadian Environmental Quality Quidelines CCME for freshwater

טבלה 6-1
רשימת כימיקלים של מוספר תוצרי דלק
Israel Risk Based Corrective Action

Chemical	CAS No.	Crude Oil	Gasoline	Diesel	Kerosine	Lubricating and Motor Oils	No. 2 Fuel Oil	No. 6 Fuel Oil	Jet-4	Jet Fuels- (5,7,8)
Aliphatics										
Isobutane	75-28-5		X						X	
n-Butane	106-97-8		X						X	
1,3-Butadiene	106-99-0		X							
cis-2-Butene	590-18-1		X							
trans-2-Butene	624-64-6		X							
2-Methylbutane (Isopentane)	78-78-4								X	
2-Methyl-1-butene	563-46-2		X							
2-Methyl-2-butene	513-35-9		X							
n-Pentane	109-66-0		X						X	
cis-2-Pentene	627-20-3		X							
trans-2-pentene	646-04-8		X							
Isopentene	563-45-1		X							
Cyclopentane	287-92-3		X							
Methyl-tert-butyl-ether (MTBE)	1634-04-4		X							
2,2-Dimethylbutane	75-83-2	X	X						X	
2,3-Dimethylbutane	79-29-8	X	X							
2-Methylpentane	107-83-5	X	X						X	
3-Methylpentane	96-14-0	X	X						X	
Cyclohexane	110-82-7	X	X						X	
Methylcyclopentane	96-37-7	X	X						X	
n-Hexane	110-54-3	X	X						X	
2,2-Dimethylpentane	590-35-2								X	
2,3-Dimethylpentane	565-59-3	X							X	
2,4-Dimethylpentane	108-08-7	X	X							
2-Methylhexane	591-76-4	X	X						X	
3,3-Dimethylpentane	562-49-2								X	
3-Ethylpentane	617-78-7	X							X	
3-Methylhexane	589-34-4	X	X						X	
1,1-Dimethylcyclopentane	1638-26-2	X								
cis-1,2-Dimethylcyclopentane	1192-18-3								X	
cis-1,3-Dimethylcyclopentane	2532-58-3	X							X	
Ethylcyclopentane	1640-89-7	X							X	
Methylcyclohexane	108-87-2		X						X	
n-Heptane	142-82-5	X	X		X				X	X
trans-1,2-Dimethylcyclopentane	822-50-4	X							X	
trans-1,3-Dimethylcyclopentane	1759-58-6	X							X	
trans-2,3-Dimethylcyclopentane	NA								X	
1,1,2-Trimethylcyclopentane	4259-00-1	X								
1,1,3-Trimethylcyclopentane	4516-69-2	X								
trans-1,2-cis-4-Trimethylcyclopentane	NA	X								
trans-1,2-Dimethylcyclohexane	6876-23-9	X								
1,2,3-Trimethylcyclopentane	15890-40-1								X	
1,2-Diethylbenzene	135-01-3									X
1,2,4-Trimethylcyclopentane	4850-28-6								X	
2,2,3-Trimethylpentane	564-02-3	X								
2,2,4-Trimethylpentane	540-84-1		X							
2,3,3-Trimethylpentane	560-21-4	X	X							
2,2,3,3-Tetramethylbutane	594-82-1								X	
2,3,4-Trimethylpentane	565-75-3	X	X							
2,2-Dimethylhexane	590-73-8	X							X	

טבלה 6-1
רשימת כימיקלים של מספר תוצרי דלק
Israel Risk Based Corrective Action

Chemical	CAS No.	Crude Oil	Gasoline	Diesel	Kerosine	Lubricating and Motor Oils	No. 2 Fuel Oil	No. 6 Fuel Oil	Jet-4	Jet Fuels- (5,7,8)
2,3-Dimethylhexane	584-94-1	X	X							
2,4-Dimethylhexane	589-43-5	X	X						X	
2,5-Dimethylhexane	592-13-2	X							X	
2-Methylheptane	592-27-8								X	
2-Methyl-3-Heptane	563-16-6	X								
3,3-Dimethylhexane	563-16-6	X							X	
3-Methylheptane	589-81-1		X						X	
4-Methylheptane	589-53-7								X	
Ethylcyclohexane	1678-91-7	X								
cis-1,3-Dimethylcyclohexane	638-04-0								X	
Dimethylcyclohexane	589-90-2								X	
Total Benzothiophenes	NA									
n-Octane	111-65-9	X		X	X		X		X	X
1,1,3-Trimethylcyclohexane	3073-66-3								X	X
1,3,5-Trimethylcyclohexane	1839-63-0								X	X
1-Methyl-2-ethylcyclohexane	3728-54-9								X	
1-Methyl-3-ethylcyclohexane	3728-55-0								X	
1-Methyl-4-ethylcyclohexane	NA								X	X
2,5-Dimethylheptane	2216-30-0								X	
2-Methyloctane	3221-61-2								X	
3,4-Dimethylheptane	922-28-1								X	
3-Ethylheptane	15869-80-4								X	
3-Methyloctane	2216-33-3								X	
4-Ethylheptane	2216-32-2								X	
4-Methyloctane	2216-34-4								X	
n-Nonane	111-84-2	X		X	X		X	X	X	X
Propylcyclohexane	1678-92-8									X
2,3-Dimethylheptane	3074-71-3	X								
2,6-Dimethylheptane	1072-05-5	X								
2-Methyloctane	3221-61-2	X								
3-Methyloctane	2216-33-3	X								X
4-Methyloctane	2216-34-4	X								
trans-1,2,4-Trimethylcyclohexane	7667-59-6	X								
2,4,6-Trimethylheptane	2613-61-8									X
3-Methyloctane	2216-33-3									X
n-Butylcyclohexane	1678-93-9								X	X
n-Decane	124-18-5	X		X	X		X	X	X	X
Isodecane	34464-38-5				X					
2-Methyldecane	6975-98-0									X
4-Methyldecane	2847-72-5									X
Isoundecane	34464-43-2				X					
n-Undecane	1120-21-4	X		X	X		X	X	X	X
2,6-Dimethyldecane	13150-81-7									X
2-Methylundecane	97659-99-9								X	X
3-Methylundecane	1002-43-3			X						
Hexylcyclohexane	4292-75-5									X
n-Dodecane	112-40-3	X		X	X	X	X	X	X	X
Isododecane	7045-71-8				X					
Phenylcyclohexane	827-52-1									X

טבלה 6-1
רשימת כימיקלים של מוספר תוצרי דלק
Israel Risk Based Corrective Action

Chemical	CAS No.	Crude Oil	Gasoline	Diesel	Kerosine	Lubricating and Motor Oils	No. 2 Fuel Oil	No. 6 Fuel Oil	Jet-4	Jet Fuels- (5,7,8)
2,6-Dimethylundecane	17301-23-4								X	X
2-Methyldodecane	1560-97-0			X						
Heptylcyclohexane	5617-41-4									X
n-Tridecane	629-50-5	X		X	X	X	X	X	X	X
Tridecene	2437-56-1									X
Isotridecane	67923-86-8				X					
3-Methyltridecane	6418-41-3			X						
n-Hexadecane	629-73-2									
n-Tetradecane	629-59-4	X		X	X	X	X	X	X	X
Isotetradecane	NA				X					
2-Methyltetradecane	1560-95-8			X						
Nonylcyclohexane	2883-02-5					X				
n-Pentadecane	629-62-9	X		X	X	X	X	X	X	X
n-Hexadecane	629-73-2	X		X	X	X	X	X	X	X
Octylcyclohexane	1795-15-9					X				
n-Heptadecane	629-78-7	X		X	X	X	X	X		X
n-Octadecane	593-45-3	X		X	X	X	X	X		X
n-Nonadecane	629-92-5	X		X	X	X	X	X		
Pristane	1921-70-6	X		X		X		X		
n-Eicosane	112-95-8	X		X	X	X	X	X		
Phytane	638-36-8	X		X		X		X		
n-Heneicosane	629-94-7	X		X	X		X	X		
n-Docosane	629-97-0	X		X			X	X		
n-Tetracosane	646-31-1	X		X				X		
n-Tricosane	638-67-5	X						X		
n-Pentacosane	629-99-2	X						X		
n-Hexacosane	630-01-3	X						X		
n-Heptacosane	593-49-7							X		
n-Octacosane	630-02-4							X		
n-Nonacosane	630-03-5							X		
n-Triacontane	638-68-6							X		
n-Hentricontane	NA							X		
n-Dotriacontane	544-85-4							X		
n-Tritriacontane	630-05-7							X		
n-Tetatriacontane	14167-59-0							X		
n-Pentatriacontane	630-07-9							X		
n-Hexatriacontane	630-06-8							X		
n-Heptatriacontane	7194-84-5							X		
n-Octatriacontane	7194-85-6							X		
n-Nonatriacontane	NA							X		
n-Tetracontane	NA							X		
Aromatics										
Benzene	71-43-2	X	X	X		X			X	
Toluene	108-88-3	X	X	X		X	X		X	
1,2-Diethylbenzene	7194-86-7	X								
Ethylbenzene	100-41-4	X	X	X			X		X	
m-Xylene	108-38-3	X	X	X					X	X
o-Xylene	95-47-6	X	X	X					X	X
p-Xylene	106-42-3	X	X	X					X	
Xylenes (total)	1330-20-7			X		X	X			

טבלה 6-1
רשימת כימיקלים של מוספר תוצרי דלק
Israel Risk Based Corrective Action

Chemical	CAS No.	Crude Oil	Gasoline	Diesel	Kerosine	Lubricating and Motor Oils	No. 2 Fuel Oil	No. 6 Fuel Oil	Jet-4	Jet Fuels- (5,7,8)
1,2,3-Trimethylbenzene	526-73-8	X								
1,2,4-Trimethylbenzene	95-63-6	X	X						X	
1,3,5-Trimethylbenzene	108-67-8	X	X	X					X	
1-Ethyl-3-methylbenzene	620-14-4								X	
1-Methyl-2-ethylbenzene	611-14-3	X	X						X	
1-Methyl-3-ethylbenzene	620-14-4	X	X						X	
1-Methyl-4-ethylbenzene	622-96-8	X	X						X	
Indene	95-13-6				X		X			
Isopropylbenzene	98-82-8	X							X	
n-Propylbenzene	103-65-1	X		X					X	
1,2,3,4-Tetramethylbenzene	488-23-3				X				X	X
1,2,3,5-Tetramethylbenzene	527-53-7	X								
1,2,4,5-Tetramethylbenzene	95-93-2	X								
1,2-Dimethyl-3-ethylbenzene	933-98-2								X	X
1,2-Dimethyl-4-ethylbenzene	934-80-5	X								X
1,3-Diethylbenzene	141-93-5								X	X
1,3-Dimethyl-2-ethylbenzene	04/04/2870									X
1,3-Dimethyl-4-ethylbenzene	874-41-9									X
1,3-Dimethyl-5-ethylbenzene	934-74-7	X							X	X
1,4-Diethylbenzene	105-05-5									X
1,4-Dimethyl-2-ethylbenzene	1758-88-9								X	X
1-Methyl-2-isopropylbenzene	527-84-4									X
1-Methyl-2-propylbenzene	1074-17-5								X	X
1-Methyl-3-propylbenzene	1074-43-7									X
1-Methyl-iso4-propylbenzene	1074-55-1	X		X						X
1-Methyl-4-propylbenzene	1074-55-1								X	X
Ethylhexyl nitrate	27247-96-7			X						
Indane	496-11-7	X								
trans-Decaline	493-02-7					X				
Tetralin	119-64-2	X			X	X				
sec-Butylbenzene	135-98-8	X								
tert-Butylbenzene	98-06-6	X								
Naphthalene	91-20-3	X	X	X	X	X	X	X	X	X
n-Butylbenzene	104-51-8			X						X
1-Methylnaphthalene	90-12-0	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2-Methylbutylbenzene	3968-85-2		X				X			X
2-Methylnaphthalene	91-57-6	X		X	X		X		X	X
1-Methyltetralin	NA				X					
2-Methyltetralin	NA				X					
5-Methyltetralin	2809-64-5	X								
6-Methyltetralin	1680-51-9	X								
Pentylbenzene	538-68-1									X
1,2,4-Triethylbenzene	877-44-1									X
1,3,5-Triethylbenzene	102-25-0									X
1,2-Dimethylnaphthalene	573-98-8	X								
1,3-Dimethylnaphthalene	575-41-7	X		X						
1,4-Dimethylnaphthalene	571-58-4	X		X	X		X			
1,5-Dimethylnaphthalene	571-61-9	X		X		X				
1,6-Dimethylnaphthalene	575-43-9	X								
1,7-Dimethylnaphthalene	575-37-1	X								
Dibenzothiophene	132-65-0			X		X	X			
Acenaphthene	83-32-9	X			X		X			
Acenaphthylene	208-96-8	X			X		X			

טבלה 6-1
רשימת כימיקלים של מוספר תוצרי דלק
Israel Risk Based Corrective Action

Chemical	CAS No.	Crude Oil	Gasoline	Diesel	Kerosine	Lubricating and Motor Oils	No. 2 Fuel Oil	No. 6 Fuel Oil	Jet-4	Jet Fuels- (5,7,8)
Biphenyl	92-52-4	X		X		X	X			X
1,5-Dimethylnaphthalene	571-61-9									
1-Ethyl-naphthalene	1127-76-0	X								X
2-Ethyl-naphthalene	939-27-5	X				X				
1-tert-Butyl-3,5-dimethylbenzene	98-19-1									X
2,3-Dimethylnaphthalene	581-40-8	X								X
2,6-Dimethylnaphthalene	581-42-0	X							X	X
2,7-Dimethylnaphthalene	582-16-1	X								
1-tert-Butyl-3,5-dimethylbenzene	98-19-1									
1-tert-Butyl-3,4,5-trimethylbenzene	98-23-7									X
Fluorene	86-73-7	X		X	X	X	X			
4-Phenyltoluene	644-08-6					X				
1,2,4-Trimethylnaphthalene	2717-42-2	X								
1,2,5-Trimethylnaphthalene	641-91-8	X								
1,2,6-Trimethylnaphthalene	08/05/3031	X								
1,2,7-Trimethylnaphthalene	NA	X								
1,3,5-Trimethylnaphthalene	NA	X				X				
1,3,6-Trimethylnaphthalene	NA	X								
1,3,7-Trimethylnaphthalene	2131-38-6	X								
1,4,6-Trimethylnaphthalene	2131-42-2	X								
1,6,7-Trimethylnaphthalene	2245-38-7	X								
2,3,6-Trimethylnaphthalene	829-26-5	X								
1-Methylcarbazole	NA			X						
2-Methylcarbazole	3652-91-3			X						
3-Methylcarbazole	4630-20-0			X						
4-Methylcarbazole	NA			X						
n-Heptylbenzene	1078-71-3									X
2-Aminoanthracene	613-13-8			X						
2-Aminophenanthrene	947-73-9			X						
3-Aminophenanthrene	NA			X						
4-Aminophenanthrene	17423-48-2			X						
Anthracene	120-12-7	X		X	X	X	X	X		
n-Octylbenzene	2189-60-8									X
Phenanthrene	85-01-8	X		X	X	X	X	X		
1,2-Dimethylcarbazole	NA			X						
1,3-Dimethylcarbazole	NA			X						
1,4-Dimethylcarbazole	NA			X						
1,6-Dimethyldibenzothiophene	NA			X						
2,6-Dimethyldibenzothiophene	89816-75-1			X						
2-Ethyl-dibenzothiophene	NA			X						
2-Methylfluorene	1430-97-3	X								
2-Phenylindole	948-65-2			X						
1-Ethylpropylbenzene	1196-58-3									X
Methylanthracene	NA						X			
1-Methylphenanthrene	832-69-9	X		X			X	X		
2-Methylanthracene	613-12-7	X			X		X	X		
2-Methylphenanthrene	2531-84-2									
4-Methylphenanthrene	NA			X						
9-Methylphenanthrene	883-20-5	X		X						
3-Methylphenanthrene	832-71-3	X		X						
9-Cyanoanthracene	1210-12-4			X						
9-Cyanophenanthrene	2510-55-6			X						

טבלה 6-1
רשימת כימיקלים של מוספר תוצרי דלק
Israel Risk Based Corrective Action

Chemical	CAS No.	Crude Oil	Gasoline	Diesel	Kerosine	Lubricating and Motor Oils	No. 2 Fuel Oil	No. 6 Fuel Oil	Jet-4	Jet Fuels- (5,7,8)
6-Phenylquinoline	612-95-3			X						
1-Ethylpropylbenzene	1196-58-3									
Fluoranthene	206-44-0	X		X	X	X	X	X		
Pyrene	129-00-0	X		X	X	X	X	X		
Benzo(def)carbazole	203-65-6			X						
Benzo(b)naphtho(2,1-d)thiophene	205-43-6					X				
Benzonaphthothiphenene	NA					X				
Benzonaphthofuran	243-42-5									
Phenaphthalene	NA									
1,6-Dimethylphenanthrene	20291-74-1	X								
1,7-Dimethylphenanthrene	483-87-4	X								
1,8-Dimethylphenanthrene	7372-87-4	X								
1,9-Dimethylphenanthrene	20291-73-0	X								
2,3-Dimethylphenanthrene	3674-65-5	X								
2,6-Dimethylphenanthrene	NA	X								
2,7-Dimethylphenanthrene	1576-69-8	X								
2,9-Dimethylphenanthrene	NA	X								
3,6-Dimethylphenanthrene	1576-67-6	X								
9-Ethylphenanthrene	3674-75-7	X								
9,10-Dimethylanthracene	781-73-1				X		X			
Phenanthro(4,4a,4b,5-bcd)thione	NA					X				
1-Methylpyrene	2381-21-7	X		X		X				
2-Methylpyrene	3442-78-2			X						
4-Methylpyrene	3353-12-6	X				X				
2,3-Benzofluorene	243-17-4				X					
Benzo(a)fluorene	238-84-6			X	X	X				
Benzo(b)fluorene	243-17-4					X				
Benzo(c)fluorene	205-12-9					X				
1-Methyl-7-isopropylphenanthrene	483-65-8			X						
Benz(a)anthracene	56-55-3	X		X		X	X	X		
Benzo(c)phenanthrene	195-19-7					X				
Benzo(g,h,i)fluoranthene	203-12-3	X		X						
Chrysene	218-01-9	X		X		X	X	X		
9-Phenylcarbazole	1150-62-5			X						
Triphenylene	217-59-4	X		X		X		X		
2-Methylchrysene	3351-32-4	X								
3-Methylchrysene	3351-31-3	X								
4-Methylchrysene	3351-30-2	X								
6-Methylchrysene	1705-85-7	X								
Benzo(a)pyrene	50-32-8	X		X		X	X	X		
Benzo(b)fluoranthene	205-99-2	X				X				
Benzo(k)fluoranthene	NA			X		X		X		
Benzo(k)fluoranthene	207-08-9	X				X				
Benzo(e)pyrene	192-97-2	X		X		X	X	X		
Benzo(g,h,i)perylene	191-24-2	X					X			
Ethylbenz(a)anthracene	NA					X				
Perylene	198-55-0	X				X		X		
7,12-Dimethylbenz(a)anthracene	57-97-6				X					
Cyclopenta(cd)pyrene	27208-37-3			X		X				
Methylbenzo(mno)fluoranthene	NA					X				
2-Methylcholanthrene	NA	X								

טבלה 6-1
רשימת כימיקלים של מספר תוצרי דלק
Israel Risk Based Corrective Action

Chemical	CAS No.	Crude Oil	Gasoline	Diesel	Kerosine	Lubricating and Motor Oils	No. 2 Fuel Oil	No. 6 Fuel Oil	Jet-4	Jet Fuels- (5,7,8)
Benzo(g,h,i)perylene	191-24-2	X		X		X	X			
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	193-39-5	X		X		X		X		
Dibenz(a,c)anthracene	215-58-7					X				
Picene	213-46-7			X						
Coronene	191-07-1	X				X				

Notes:

X: Chemical of concern.

NA: Not available.

טבלה 6-2
כימיקלים חשודים בתוצרי דלק
Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	CAS No.	Crude Oil	Gasoline	Diesel	Kerosene	Lubricating and Motor Oils	No. 2 Fuel Oil	No. 6 Fuel Oil	Jet Fuel-4	Jet Fuels-(5,7,8)
Aliphatics										
1,3-Butadiene	106-99-0		X							
cis-2-Butene	590-18-1		X							
trans-2-Butene	624-64-6		X							
2-Methyl-1-butene	563-46-2		X							
n-Pentane	109-66-0		X						X	
Methyl tertiary butyl ether (MTBE)	1634-04-4		X							
2,3-Dimethylbutane	79-29-8	X	X							
2-Methylpentane	107-83-5	X	X						X	
3-Methylpentane	96-14-0	X	X						X	
Cyclohexane	110-82-7	X	X						X	
Methylcyclopentane	96-37-7	X	X						X	
n-Hexane	110-54-3	X	X						X	
Methylcyclohexane	108-87-2		X						X	
n-Heptane	142-82-5	X	X		X				X	X
Aromatics										
1,1-Biphenyl	92-52-4	X		X		X	X			X
1,2,3-Trimethylbenzene	526-73-8	X								X
1,2,4-Trimethylbenzene	95-63-6	X	X						X	
1,3,5-Trimethylbenzene	108-67-8	X	X	X					X	
1,3-Dimethylnaphthalene	575-41-7	X		X						
1-Methyl-2-ethylbenzene	611-14-3	X	X						X	
1-Methyl-4-ethylbenzene	622-96-8	X	X						X	
1-Methyl-4-isopropylbenzene	99-87-6	X		X						X
1-Methylnaphthalene	90-12-0	X	X	X	X	X	X		X	X
2-Methylchrysene	3351-32-4	X								
2-Methylnaphthalene	91-57-6	X		X	X		X		X	X
6-Methylchrysene	1705-85-7	X								
7,12-Dimethylbenz(a)anthracene	57-97-6				X					
Acenaphthene	83-32-9	X			X		X			
Acenaphthylene	208-96-8	X			X		X			
Anthracene	120-12-7	X		X	X	X	X	X		
Benz(a)anthracene	56-55-3	X		X		X	X	X		
Benzene	71-43-2	X	X	X		X			X	
Benzo(a)pyrene	50-32-8	X		X		X	X	X		
Benzo(b)fluoranthene	205-99-2	X				X				
Benzo(e)pyrene	192-97-2	X		X		X	X	X		
Benzo(g,h,i)perylene	191-24-2	X		X			X			
Benzo(k)fluoranthene	207-08-9	X				X				

טבלה 6-2
כימיקלים חשודים בתוצרי דלק
Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	CAS No.	Crude Oil	Gasoline	Diesel	Kerosene	Lubricating and Motor Oils	No. 2 Fuel Oil	No. 6 Fuel Oil	Jet Fuel-4	Jet Fuels- (5,7,8)
Chrysene	218-01-9	X		X		X	X	X		
Coronene	191-07-1	X				X				
Dibenzothiophene	132-65-0			X		X	X			
Ethylbenzene	100-41-4	X	X	X			X		X	
Fluoranthene	206-44-0	X		X	X	X	X	X		
Fluorene	86-73-7	X		X	X	X	X			
Indene	95-13-6				X		X			
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	193-39-5	X		X		X		X		
Isopropylbenzene	98-82-8	X							X	
Naphthalene	91-20-3	X	X	X	X	X	X	X	X	X
n-Butylbenzene	104-51-8			X						X
n-Propylbenzene	103-65-1	X		X					X	
Perylene	198-55-0	X				X		X		
Phenanthrene	85-01-8	X		X	X	X	X	X		
Pyrene	129-00-0	X		X	X	X	X	X		
sec-Butylbenzene	135-98-8	X								
tert-Butylbenzene	98-06-6	X								
Toluene	108-88-3	X	X	X		X	X		X	
Xylene (m)	108-38-3	X	X	X		X	X		X	X
Xylene (o)	95-47-6	X	X	X		X	X		X	X
Xylene (p)	106-42-3	X	X	X		X	X		X	
Xylenes (total)	1330-20-7	X	X	X		X	X		X	

Notes:

X: chemical of concern.

טבלה 6-3 (א)
סקר סיכונים אקולוגי
רשימת ביקורת לסינון רצפטורים ואזורי מחייה אפשריים

רמה 1, רשימת ביקורת א'

רשימת ביקורת א' מורכבת מהשאלות הבאות:

1. האם הגבול של האזור המזוהם נמצא במרחק של פחות מ- 1 ק"מ (או יותר, בהתאם לתנאים המקומיים ובקשת הרשויות) מגוף מים עיליים (נחל, נהרות, בריכת דגים, אגם, תעלות ניקוז וכו')?
 2. האם יש אדמות ביצה (כגון בריכת חורף גדולה) באתר או בסמוך לו?
 3. האם התגלו קרקעות מזוהמות או שהן נגישות בדרך אחרת לרצפטורים ואלמנטים אקולוגיים?
 4. האם יש מאפיינים קראסטיים בגבול או במרחק 1 ק"מ מהגבול של האזור המזוהם? הערה: הקריטריון של 1 ק"מ אינו מיושם במצבים בהם קיים חיבור הידרולוגי בין המאפיינים הקראסטיים באתר וגוף מים.
 5. האם יש זנים נדירים, מאוימים או בסכנת הכחדה באתר או במרחק 1 ק"מ מהגבול של האזור המזוהם? האם יש זנים "אדומים"?
 6. האם יש אזורי רגשים מבחינה סביבתית במרחק 1 ק"מ (או יותר, בהתאם לתנאים מקומיים ולבקשת הרשויות) מהאזור המזוהם?
 7. האם יש זנים חשובים מבחינת מסחר או פנאי (חיות או צמחים) באתר או במרחק 1 ק"מ (או יותר, בהתאם לתנאים מקומיים ולבקשת הרשויות) מהאזור המזוהם?
- אם התשובה היא "כן" לכל אחת מהשאלות לעיל, יש להשלים את רשימת הביקורת ב' של סקר הסיכונים האקולוגיים.

טבלה 6-3 (ב)
סקר סיכונים אקולוגי
רשימת ביקורת לסיכון רצפטורים ואזורי מחייה פוטנציאליים
רמה 1, רשימת ביקורת ב'

שאלה 1: האם חומרים מזוהמים הקשורים לאתר יכולים להגיע לרצפטורים אקולוגיים ו/או לאזורי מחייה דרך מי תהום?

1א) האם חומרים מזוהמים הקשורים לאתר יכולים להישטף, להינמס או לעבור בדרך אחרת למי תהום?

1ב) האם חומרים מזוהמים הקשורים לאתר ניידים במי התהום?

1ב) האם מי תהום מהאתר נפלטים לאזור מחייה של רצפטור אקולוגי?

שאלה 2: האם חומרים מזוהמים מהאתר יכולים להגיע לרצפטורים אקולוגיים ו/או לאזורי מחייה דרך העברה שלפאזה נוזלית לא מימית או תוצר חופשי?

2א) האם פאזה נוזלית לא מימית נמצאת באתר?

2ב) האם יש העברה של פאזה נוזלית לא מימית?

2ג) האם פליטת פאזה נוזלית לא מימית יכולת להתרחש במקום שבו נמצאים רצפטורים אקולוגיים ו/או אזורי מחייה?

שאלה 3: האם כימיקלים חשודים מהאתר מגיעים לרצפטורים אקולוגיים ע"י בלייה של קרקעות מושפעות, דרך זליגה או דרך סדימנטים הנסחפים במהלך זרימת שיטפונות?

3א) האם יש כימיקלים חשודים בשכבת הקרקע העליונה (0-1 מטרים) או בפני השטח של הקרקע?

3ב) האם כימיקלים חשודים יכולים להישטף או לעבור באמצעות שחיקה של קרקעות פני השטח?

שאלה 4: האם כימיקלים חשודים הקשורים לאתר יכולים להגיע לרצפטורים אקולוגיים ו/או לאזורי מחייה באמצעות מגע ישיר?

4א) האם יש כימיקלים חשודים בשכבת הקרקע העליונה או בפני השטח של הקרקע?

4ב) האם יש רצפטורים אקולוגיים ו/או אזורי מחייה פוטנציאליים באתר?

שאלה 5: האם כימיקלים חשודים יכולים להגיע לרצפטורים אקולוגיים דרך שאיפה של כימיקלים נדיפים חשודים או כימיקלים חשודים הנצמדים לאבק באוויר במערות תת-קרקעיות?

5א) האם יש כימיקלים נדיפים חשודים נפצים באתר?

5ב) האם כימיקלים חשודים באתר יכולים לעבור באוויר כאבק או כחומר חלקיקי?

שאלה 6: האם כימיקלים חשודים אשר נוצרו באתר יכולים להגיע לרצפטורים אקולוגיים ו/או אזורי מחייה דרך עיכול ישיר של קרקע, צמחים, חיות או חומרים מזוהמים?

6א) האם יש כימיקלים חשודים בפני השטח או בקרקעות הרדודות, בתת הקרקע (הלא רוויה) או על פני האדמה?

6ב) האם נמצאו כימיקלים חשודים בקרקע באתר שנלקחה או נספגה על ידי צמחים הצומחים באתר?

6ג) האם יש רצפטורים אקולוגיים אפשריים באתר או בקרבתו הניזונים מצמחים (כגון, עשבים, שיחים, עצים וכו') באתר?

6ד) האם נמצאו כימיקלים חשודים בעלי נטייה להצטברות ביולוגית באתר?

שאלה 7: האם כימיקלים חשודים שמקורם באתר יכולים להגיע לרצפטורים אקולוגיים ו/או לאזורי מחייה באמצעות מעבר דרך מערכת קראסט?

אם התשובה לשאלה אחת או יותר מהשאלות לעיל היא "כן", משרד האנרגיה צריך לדרוש הערכה נוספת לקבוע אם האתר מהווה סיכון בלתי מקובל לרצפטורים אקולוגיים.

טבלה 6-4 (8)
רמות אקולוגיות מחמירות מאוד לקרקע
Israel Risk Based Corrective Action

Chemical	CAS #	IRBCA COC	Ecological Screening Level
			[mg/kg]
VOC's and SVOC's			
1,2-Dibromo-3-chloropropane (or 1,2-DBCP)	96-12-8	*	3.52E-02
1,2,3,4-Tetrachlorobenzene	634-66-2		5.00E-02
1,2,3,5-Tetrachlorobenzene	634-90-2		5.00E-02
1,2,4,5-Tetrachlorobenzene	95-94-3		5.00E-02
1,1,1-Trichloroethane (or Methyl chloroform or chloroethene or Genklene)	71-55-6		1.00E-01
1,1,2- Trichloroethane (or 1,1,2-TCA or viny; trichloride or b-trichloroethane)	79-00-5		1.00E-01
2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid	93-76-5		5.96E-01
Acenaphthene	83-32-9	*	2.15E+01
Acenaphthylene	208-96-8	*	3.20E+02
Acetone	67-64-1		2.50E+00
Acetonitrile	75-05-8		1.37E+00
Acetophenone	98-86-2		3.00E+02
Acetylaminofluorene, 2-	53-96-3		5.96E-01
Acrolein	107-02-8		5.27E+00
Acrylonitrile	107-13-1		2.39E-02
Aliphatic non-chlorinated (each)			3.00E-01
Allyl chloride	107-05-1		1.34E-02
Aminobiphenyl, 4-	92-67-1		3.05E-03
Aniline	62-53-3		5.68E-02
Anthracene	120-12-7	*	1.00E+01
Azobenzene (p- dimethylamino)	60-11-7		4.00E-02
Benzene	71-43-2	*	2.55E-01
Benz(a)anthracene	56-55-3	*	6.20E+00
Benzo(a)pyrene	50-32-8	*	1.00E+00
Benzo(b)fluoranthene (or 3,4-Benzofluoranthene)	205-99-2	*	6.20E+00
Benzo(k)fluoranthene	207-08-9		6.20E+00
Benzo(g,h,i)perylene	191-24-2	*	1.19E+02
Biphenyl, 1,1 - (or diphenyl)	92-52-4		6.00E+01
Bis(2-chloroethoxy)methane	111-91-1		3.02E+02
Bis(2-chloroethyl)ether	111-44-4		2.37E+01
Bis(2-chloroisopropyl)ether [or Bis(2-chloro-1-methyl)ether]	108-60-1		1.99E+01
Bis(2-ethylhexyl)phthalate (or DEHP)	117-81-7		9.25E-01
Bromodichloromethane (or Dichlorobromomethane)	75-27-4		5.40E-01
Bromoform (or Tribromomethane)	75-25-2	*	1.59E+01
Butyl benzyl phthalate	85-68-7		2.39E-01
Carbon disulfide	75-15-0		9.41E-02
Carbon tetrachloride (or Tetrachloromethane)	56-23-5	*	1.00E-01
Catechol (or Dihydroxybenzene, o-)	7295-85-4		5.00E-02
Chloroacetamide	79-07-2		5.00E-03
4-Chloro, 3-methyl phenol	59-50-7		7.95E+00
2-(4- chloro-2-methylphenoxy) acetic acid (or MCPA)	94-74-6		5.00E-05
Chloranilines	271-34-265		5.00E-03
3-Chloroaniline	108-42-9		2.00E+01
4- Chloroaniline, p-	106-47-8		1.10E+00
Cholorobenzilate	510-15-6		5.05E+00
Cholorobenzenes (total)	108-90-7		1.31E+01
Chloroform (or Trichloromethane)	67-66-3	*	1.19E+00
Chloronaphthalene, b- (or 2- Chloronaphthalene)	91-58-7		1.22E-02
Chloronaphthalene (sum)			2.30E+01
Chlorophenol, 2-	95-57-8		2.43E-01
Chlorophenol, 3-	108-43-0		7.00E+00
Chlorophenol, 4-	106-48-9		1.00E-02
Chlorophenols (total)	na		2.43E-01
Chlorprene	126-99-8		2.90E-03

טבלה 6-4 (8)
רמות אקולוגיות מחמירות מאוד לקרקע
Israel Risk Based Corrective Action

Chemical	CAS #	IRBCA COC	Ecological Screening Level
			[mg/kg]
Chloropyrifos	2921-88-2		
Chrysene	218-01-9	*	6.20E+00
Cresol [4,6-dinitro- <i>o</i> -]	534-52-1		1.44E-01
Cresol, <i>m</i> - (or 3- Methyl phenol)	108-39-4		3.49E+00
Cresol, <i>o</i> - (or 2- Methyl phenol)	95-48-7		4.04E+01
Cresol (or <i>p</i> -chloro- <i>m</i> -, Chloro-3-methylphenol, 4-)	59-50-7		1.63E+02
Cresols (total)	1319-77-3		1.30E+01
Cyclohexane	110-82-7	*	1.00E-01
Cyclohexanone	108-94-1		1.50E+02
Dibenzo(a,h)anthracene	53-70-3	*	1.00E-01
Dibromochloromethane	124-48-1		2.05E+00
Dibromoethane, 1,2- (or Ethylene dibromide or EDB)	106-93-4		1.23E+00
Dibutyl Phthalate	84-74-2		3.60E+01
Dichloroaniline, 2,4-	554-00-7		1.00E+02
Dichloroaniline, 3,4-	95-76-1		2.00E+01
Dichlorobenzene, 1,2- (or Dichlorobenzene, <i>o</i> -)	95-50-1		1.00E-01
Dichlorobenzene, 1,3- (or Dichlorobenzene, <i>m</i> -)	541-73-1		1.00E-01
Dichlorobenzene, 1,4-	106-46-7		5.46E-01
Dichlorobenzenes (sum)	25321-22-6		1.90E+01
Dichlorobenzidine, 3,3'-	91-94-1		6.46E-01
Dichlorodifluoromethane	75-71-8		3.95E+01
Dichloroethane, 1,1-	75-34-3		1.00E-01
Dichloroethane, 1,2- (or Ethylene dichloride or EDC)	107-06-02		1.00E-01
Dichloroethene, 1,1- (or Vinylidene chloride)	75-35-4		1.00E-01
Dichloroethene, 1,2- (sum: <i>cis</i> + <i>trans</i>)	540-59-0		1.00E-01
Dichloroethene, <i>trans</i> -1,2- (or 1,2- <i>trans</i> -Dichloroethylene)	156-60-5		7.84E-01
Dichlorophenol, 2,4-	120-83-2		5.00E-02
Dichlorophenol, 3,4-	95-77-2		2.00E+01
Dichlorophenol, 2,6-	87-65-0		1.17E+00
Dichlorophenols (sum)			2.20E+01
Dichloropropane, 1,2-	78-87-5		1.00E-01
Dichloropropane (sum)			2.00E+00
Dichloropropene, 1,2- (<i>cis</i> and <i>trans</i>)			1.00E-01
Dichloropropene, 1,3- <i>trans</i>)	10061-02-6		3.98E-01
Dichloropropene, 1,3- (<i>cis</i>)	10061-01-5		3.98E-01
Diethyl phthalate	84-66-2		2.48E+01
Di-isobutyl phthalate (or DIBP)	84-69-5		1.00E-01
Diisopropanolamine (or DIPA)	110-97-4		1.80E+02
Dihexyl phthalate	84-75-3		2.20E+02
Dimethyl aminoazobenzene, <i>p</i> -	60-11-7		4.00E-02
Dimethylbenz(a)anthracene, 7,12-	57-97-6		1.63E+01
Dimethylbenzidine (3,3'-)	119-93-7		1.04E-01
Dimethyl phenethylamine, <i>a,a</i> -	122-09-8		3.00E-01
Dimethyl phthalate	131-11-3		8.20E+01
Dimethyl phenol, 2,4-	105-67-9		1.00E-02
Di-n-butyl Phthalate (or n-Butylphthalate)	84-74-2		1.50E-01
Dinitrobenzene, 1,3- (<i>m</i> -)	99-65-0		6.55E-01
Dinitrophenol, 2,4-	51-28-5		6.09E-02
Dinitrotoluene, 2,4-	121-14-2		1.28E+00
Dinitrotoluene, 2,6-	606-20-2		3.28E-02
Di-n-octyl phthalate	117-84-0		7.09E+02
Diphenylamine	122-39-4		1.01E+00
Ethylbenzene	100-41-4	*	5.16E+00
Ethyl methacrilate	97-63-2		3.00E+01
Fluoranthene	206-44-0	*	1.54E+01
Fluorene	86-73-7	*	2.50E-01
Formaldehyde	50-00-0		1.60E-01

טבלה 6-4 (8)
רמות אקולוגיות מחמירות מאוד לקרקע
Israel Risk Based Corrective Action

Chemical	CAS #	IRBCA COC	Ecological Screening Level
			[mg/kg]
Furan	110-00-9		6.00E+02
Hexachlorobenzene	118-74-1		5.00E-02
Hexachloro- 1,3-butadiene (or HCBd)	87-68-3		3.98E-02
Hexachloroethane	67-72-1		5.96E-01
Hexachlorocyclopentadiene	77-47-4		7.55E-01
Hexachlorophene	70-30-4		1.99E-01
n-Hexane	110-54-3		4.90E-01
Hexanone (2-)	591-78-2		1.26E+01
Hydroquinone (or dihydroxybenzene- p)	123-31-9		5.00E-02
Indeno(1,2,3-c,d) pyrene	193-39-5	*	1.00E-01
Isophorone	78-59-1		1.39E+02
Isosafrole	120-58-1		9.94E+00
Methacrylonitrile	126-98-7		5.70E-02
Methacrylonitrile	91-80-5		2.78E+00
2-(2-methoxyethoxy)ethanol (or DEGME or methoxydiglycol)	11-77-3		3.00E-01
Methyl bromide	74-83-9		2.35E-01
Methyl Chloride	74-87-3		1.04E+01
Methyl cholanthrene, 3-	56-49-5		7.79E-02
Methyl, 2- 4,6-dinitrophenol	534-52-1		1.44E+00
Methyl Ethyl Ketone (or MEK or 2-Butanone)	78-93-3		8.96E+01
Methyl Iodide	74-88-4		1.23E+00
Methyl methacrylate	80-6-26		9.84E+02
Methylnaphthalene, 2-	91-57-6		3.24E+00
Methyl, 4-2-pentanone	108-10-1		4.43E+02
Methylene chloride (or Dichloromethane or DCM)	75-09-2		1.00E-01
Methylene bromide (or dibromomethane)	74-95-3		6.50E+01
Monochloroanilines (sum of 3 isomers)	na		5.00E-03
Monochlorobenzenes	108-90-7		1.00E-01
Monochloronaphthalenes			1.20E-01
Monochlorophenols (total)			5.00E-02
Naphthalene	91-20-3	*	5.00E+00
Naphthoquinone, 1,4-	1300-15-4		1.67E+00
Naphthylamine, 1-	134-32-7		9.34E+00
Naphthylamine, 2-	91-59-8		3.03E+00
Nitroaniline, m-	99-9-2		3.16E+00
Nitroaniline, o-	88-74-4		7.41E+01
Nitroaniline, p-	100-1-6		2.19E+01
Nitrobenzene	98-95-3		1.31E+00
Nitro-o-toluidine, 5-	99-55-8		8.73E+00
Nitrophenol, 2- (o-)	88-75-5		1.60E+00
Nitrophenol, 4- (or Nitrophenol, p-)	100-02-7		5.12E+00
Nitroquinoline, 4-1-oxide	56-57-5		1.22E-01
Nitrosodiethylamine, N-	55-18-5		6.93E-02
Nitrosodimethylamine, N-	62-75-9		3.21E-05
Nitroso-di-n-butylamine, N-	924-16-3		2.67E-01
Nitrosodiphenylamine, N-	86-30-6		5.44E-01
Nitroso-di-n-propylamine, N-	621-64-7		5.45E-01
Nitrosomethylethylamine, N-	10595-95-6		1.66E-03
Nitrosopiperidine, N-	1007-75-4		6.65E-03
Nitrosopyrrolidine, N-	930-55-2		1.26E-02
PCOC (or p-chloro-o-cresol or 4-chloro-2-methylphenol)	1570-64-5		1.20E+00
PCMC (or -chloro-m-cresol or 4-chloro-3-methylphenol)	59-50-7		6.20E-01
Pentachloroaniline	527-20-8		1.00E+02
Pentachlorobenzene	608-93-5		5.00E-02
Pentachloroethane	76-01-7		1.07E+01
Pentachlorophenol (or PCP)	87-86-5		2.10E+00
Pentachloronitrobenzene	82-68-8		7.09E+00
Phenacetine	62-44-2		1.17E+01

טבלה 6-4 (8)
רמות אקולוגיות מחמירות מאוד לקרקע
Israel Risk Based Corrective Action

Chemical	CAS #	IRBCA COC	Ecological Screening Level
			[mg/kg]
Phenanthrene	85-01-8	*	1.00E-01
Phenol	108-95-2		1.40E+01
Phenolic compounds, non chlorinated			1.00E+00
Phenols (mono- & dihydric)	108-95-2		3.80E+00
Phenylethylene (or Vinyl benzene)	100-42-5		1.00E-01
Phenylenediamine, p-	106-50-3		6.16E+00
Phthalic acid esters (each)			3.00E+01
Picoline, 2-	109-06-8		9.90E+00
Polychlorinated biphenyls (Total PCBs or Aroclor mixture)	1336-36-3		5.00E-01
Polychlorinated dibenzo-p-dioxins/dibenzo furans PCDDs, PCDFs	PCDD-s		4 ng TEQ/kg
Polychlorinated dibenzofurans	51207-31-9		3.86E-05
Propanol, 2-	67-63-0		2.00E+01
Propionitrile	107-1-20		4.98E-02
o,o-diethyl o-2-pyrazinylphosphorothiate	297-97-2		7.99E+02
Pyrene	129-00-0	*	1.00E-01
Pyridine	110-86-1		1.00E-01
Resorcinol	108-46-3		5.00E-02
Quinoline			1.00E-01
Safrole	94-59-7		4.04E-01
Styrene (or Phenylethylene)	100-42-5	*	1.00E-01
Tetrachloroaniline, 2,3,5,6-	3481-20-7		2.00E+00
Tetrachlorobenzenes (sum)			2.20E+00
Tetrachlorodibenzo-p-dioxin 2,3,7,8-	1746-1-6		1.99E-07
Tetrachloroethane, 1,1,1,2-	630-20-6		2.25E+02
Tetrachloroethane, 1,1,2,2-	79-34-5		1.00E-01
Tetrachloroethylene (or PCE or 1,1,2,2-Tetrachloroethylene)	127-18-4	*	1.00E-01
Tetrachloromethane (or Carbon tetrachloride)	56-23-5		1.00E-01
Tetrachlorophenol, 2,3,4,5-	4901-51-3		2.00E+01
Tetrachlorophenol, 2,3,4,6-	58-90-2		1.99E-01
Tetrachlorophenols (total)	2516-78-33		1.99E-01
Tetraethyldithiopyrophosphate	3689-24-5		5.96E-01
Tetrahydrofuran	109-99-9		7.00E+00
Tetrahydrothiophene	110-01-0		8.80E+00
Toluene	108-88-3	*	5.45E+00
Toluidine, o -	95-53-4		2.97E+00
Tribromomethane (or Bromoform)	75-25-2		1.59E+01
Trichloroaniline, 2,4,5-	636-30-6		2.00E+01
Trichlorobenzene, 1,2,3-	87-61-6		5.00E-02
Trichlorobenzene, 1,2,4-	120-82-1		5.00E-02
Trichlorobenzene, 1,3,5-	108-70-3		5.00E-02
Trichlorobenzene (sum)	12002-48-1		1.10E+01
Trichlorofluoromethane	75-69-4		1.64E+01
Trichloromethane (or Chloroform)	67-66-3		1.19E+00
Trichloroethylene (or TCE or Trichloroethene, 1,1,2-)	79-01-6		1.00E-01
Trichlorophenol, 2,4,5-	95-95-4		1.41E+01
Trichlorophenol, 2,4,6-	88-06-2		5.00E-02
Trichlorophenols (sum)			5.00E-02
Trichloropropane, 1,2,3-	96-18-4		3.36E+00
triethylphosphorothioate, o,o,o-	126-68-1		8.18E-01
Trinitrobenzene,1,3,5- [Sym-]	99-35-4		3.76E-01
Vinyl acetate	108-5-4		1.27E+01
Vinyl chloride	75-01-4	*	6.46E-01
Xylenes, total	1330-20-7	*	3.00E+00
Total Petroleum Hydrocarbons (TPH)			
Mineral Oil			5.00E+01
Low Molecular Weight PAHs	na		2.90E+01
High Molecular Weight PAHs	na		1.10E+00
PAHs (Total)	SEQ NO-27-3		3.01E+01

טבלה 6-4 (8)
רמות אקולוגיות מחמירות מאוד לקרקע
Israel Risk Based Corrective Action

Chemical	CAS #	IRBCA COC	Ecological Screening Level
			[mg/kg]
Total TPH (mineral oil)	NOCAS		5.00E+01
TPH Aliphatic EC fraction >5-6		*	5.50E-01
TPH Aliphatic EC fraction >6-8		*	5.40E-01
TPH Aliphatic EC fraction >8-10		*	4.90E-01
TPH Aliphatic EC fraction >10-12		*	9.10E-01
TPH Aliphatic EC fraction >12-16		*	9.90E+00
TPH Aliphatic EC fraction >16-21		*	
TPH Aromatic EC fraction >5-7		*	1.30E+00
TPH Aromatic EC fraction >7-8		*	1.50E+00
TPH Aromatic EC fraction >8-10		*	1.70E+00
TPH Aromatic EC fraction >10-12		*	2.00E+00
TPH Aromatic EC fraction >12-16		*	2.40E+00
TPH Aromatic EC fraction >16-21		*	3.10E+00
TPH Aromatic EC fraction >21-35		*	7.00E+00
Total TPH (S fractions)			3.14E+01
Pesticides			
Aldrin	309-00-2		3.32E-03
Aramite	140-57-8		1.66E+02
Atrazine	1912-24-9	*	7.10E-01
BHC alpha (or hexachlorocyclohexane, alpha- or HCH, alpha or Benzohexachloride)	319-84-6		9.94E-02
BHC, beta (or hexachlorocyclohexane, beta- or HCH b-)	319-85-7		3.98E-03
BHC, delta (or hexachlorocyclohexane, HCH d-)	319-86-8		9.94E+00
BHC, gamma - Lindane (or hexachlorocyclohexane, HCH g-)	58-89-9		1.00E-02
Captan	133-06-2		2.39E+02
Carbaryl (or Sevin)	63-25-2		4.50E-01
Carbofuran	1563-66-2		1.70E-02
Chlordane (total)	57-74-9	*	2.24E-01
Diallate	2303-16-4		4.52E-01
Dichlorodiphenyldichloroethane, p,p'- (or DDD, 4,4'- or sum DDD	72-54-8		7.58E-01
Dichlorodiphenyldichloroethene, p,p' (or DDE, 4,4'- or sum DDE)	72-55-9		5.96E-01
Dichlorodiphenyltrichloroethane, p,p' (or DDT, 4,4'-)	50-29-3		3.50E-03
DDT (total) or sum DDT			2.10E-02
DDT/DDE/DDD (total) or Total DDTs			2.10E-02
Dieldrin	60-57-1		4.90E-03
Dimethoate	60-51-5		2.18E-01
Dinoseb	88-85-7		2.18E-02
Dioxane, 1,4	123-91-1		2.05E+00
Dioxin (or 2,3,7,8- TCDD equivalents, sum I-TEQ)	1746-01-6		1.99E-07
Disulfoton	298-04-4		1.99E-02
D (2,4-)	94-75-7		2.72E-02
Endosulfan (alpha + beta + sulfate) -mixed isomers	115-29-7		1.19E-01
Endosulfan, alpha	959-98-8		1.19E-01
Endosulfan, beta	33213-65-9		1.19E-01
Endosulfane sulfate	1031-07-8		3.58E-02
Endrin	72-20-8	*	1.01E-02
Endrin aldehyde	7421-93-4		1.05E-02
Famphur	52-85-7		4.97E-02
Guthion (or azinphos-methyl)	865-00-0		5.00E-06
Heptachlor	76-44-8	*	5.98E-03
Heptachlor epoxide	1024-57-3		1.52E-01
Maneb	12427-38-2		2.00E-03
Methoxychlor	72-43-5	*	1.99E-02
Methyl parathion	298-00-0		2.92E-04
Parathion	56-38-2		3.40E-04
Phorate	298-02-2		4.96E-04
Pronamide	23950-58-5		1.36E-02

טבלה 6-4 (8)
רמות אקולוגיות מחמירות מאוד לקרקע
Israel Risk Based Corrective Action

Chemical	CAS #	IRBCA COC	Ecological Screening Level
			[mg/kg]
2,4,5-TP (or Silvex)	93-72-1		1.09E-01
Sulfolane (or Bondelane)	126-33-0		8.00E-01
Thiophene	108-88-3		1.00E-01
Toxaphene	8001-35-2		1.19E-01
Metals			
Antimony	7440-36-0		2.00E+01
Arsenic	7440-38-2	*	1.80E+01
Arsenic V	7784-42-1		1.80E+01
Barium	7440-39-3		5.00E+02
Beryllium	7440-41-7		2.10E+01
Cadmium	7440-43-9	*	3.60E-01
Chromium (III)	16065-83-1	*	3.40E+01
Chromium (IV)	18540-29-9		7.80E+01
Chromium (total)	7440-47-3		1.30E+02
Cobalt	7440-48-4		4.00E+01
Copper	7440-50-8	*	7.00E+01
Lead	7439-92-1	*	5.60E+01
Mercury (total)	7439-97-6	*	1.00E+00
Molibdenum	7439-98-7		2.00E+00
Nickel	7440-02-0	*	1.30E+02
Organo-tin compounds (sum)			2.50E+00
Selenium	7782-49-2	*	1.00E+00
Silver	7440-22-4	*	4.20E+00
Thallium	7440-28-0		1.00E+00
Tin (total)	7440-31-5		5.00E+00
Tributyltin oxide	56-35-9		1.00E-03
Uranium, inorganic	7440-61-1		2.30E+01
Vanadium	7440-62-2		1.30E+02
Zinc	7440-66-6	*	1.20E+02
Inorganics			
Cyanide, free (total)	57-12-5	*	1.00E+00
Cyanide (total complex)			5.00E+00
Thiocyanates (total)			1.00E+00
Others			
Methyl mercury	22967-92-6		1.58E-03

Notes:

Soil concentrations are presented on a dry weight basis.

Concentrations were obtained from the following sources:

US EPA RCRA Region V ESL

US EPA Eco-SSL (Background levels of metals taken into consideration)

Canadian Environmental Quality Guidelines CCME -Agricultural or soil and Food Ingestion

Dutch Target value 2009

Australian Dept. of Environment and Conservation: Assessment Levels for Soil, sediment and water, February 2010, Version 4, Revision 1

NOAA SQiRTs

טבלה 6-4 (ב)
רמות אקולוגיות מחמירות מאוד לסדימנטים
Israel Risk Based Corrective Action

Chemical	CAS #	IRBCA COC	Bioaccumulative	Lowest Effects Level / Threshold Effect Level Maximum Permissible Levels- MAC (mg/kg)
VOC's and SVOC's				
1,1-Biphenyl - (or diphenyl)	92-52-4	*		1.22E+00
4- Chloroaniline, <i>p</i> -	106-47-8			1.46E-01
2-Chlorophenol	95-57-8			3.12E-02
1,2-Dichlorobenzene (or Dichlorobenzene, <i>o</i> -)	95-50-1		B	1.65E-02
1,3-Dichlorobenzene (or Dichlorobenzene, <i>m</i> -)	541-73-1		B	4.43E+00
1,4- Dichlorobenzene	106-46-7		B	3.18E-01
3,3'-Dichlorobenzidine	91-94-1			1.27E-01
1,1-Dichloroethane	75-34-3			5.75E-04
1,2-Dichloroethane (or Ethylene dichloride or EDC)	107-06-2	*		2.60E-01
1,1-Dichloroethene (or Vinylidene chloride)	75-35-4			3.10E-02
cis-1,2-Dichloroethene	156-59-2		B	1.94E-02
trans-1,2- Dichloroethene (or 1,2-trans-Dichloroethylene)	156-60-5			1.05E+00
2,4-Dichlorophenol	120-83-2			1.17E-01
1,2-Dichloropropane	78-87-5			3.33E-01
1,3-Dichloropropene (or 1,3-Dichloropropylene)	542-75-6			5.09E-05
7,12-Dimethylbenz(a)anthracene	57-97-6			6.64E+01
2,4-Dimethyl phenol	105-67-9			2.90E-02
2,4-Dinitrophenol	51-28-5			6.21E-03
2,4-Dinitrotoluene	121-14-2			4.16E-02
2,6-Dinitrotoluene	606-20-2			3.98E-02
1,4-Dioxane	123-91-1			1.19E-01
1,2,3,4-Tetrachlorobenzene	634-66-2		B	7.02E-01
1,2,4,5-Tetrachlorobenzene	95-94-3		B	1.09E+00
1,1,2,2-Tetrachloroethane	79-34-5	*		1.36E+00
2,3,4,6-Tetrachlorophenol	58-90-2			2.84E-01
1,2,3-Trichlorobenzene	87-61-6			8.58E-01
1,2,4-Trichlorobenzene	120-82-1		B	2.10E+00
1,1,1-Trichloroethane (or methyl chloroform)	71-55-6			3.02E-02
2,4,6-Trichlorophenol	88-06-2			2.13E-01
2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid	93-76-5			1.23E+01
2,4,6- Trinitrotoluene (or TNT)	118-96-7	*		9.20E-02
Acenaphthene	83-32-9		B	6.71E-03
Acenaphthylene	208-96-8		B	5.87E-03
Acetone	67-64-1			9.90E-03
Acetonitrile	75-05-8			5.60E-02
Acetylaminofluorene, 2-	53-96-3			1.53E-02
Acrolein	107-02-8			1.52E-05
Acrylonitrile	107-13-1			1.20E-03
Aniline	62-53-3			3.10E-04
Anthracene	120-12-7	*	B	5.72E-02
Azobenzene [p-(dimethylamino)]	103-33-3			3.18E-01
Benzene	71-43-2	*		1.42E-01
Benz(a)anthracene	56-55-3	*	B	1.08E-01
Benzo(a)pyrene	50-32-8	*	B	1.50E-01
Benzo(b)fluoranthene (or 3,4-Benzofluoranthene)	205-99-2	*	B	2.72E-02
Benzo(k)fluoranthene	207-08-9		B	2.40E-01
Benzo(g,h,i)perylene	191-24-2	*	B	1.70E-01
Benzoic acid	65-85-0			6.50E-01
Benzyl alcohol	100-51-6			1.04E-03
Hexachlorocyclohexanes (HCH, BHC)	608-73-1		B	3.00E-03
Bis(2-chloroethyl)ether	111-44-4			3.52E+00
Bis(2-ethylhexyl)phthalate (or DEHP)	117-81-7			1.80E-01
Bromoform (tribromomethane)	75-25-2	*		6.54E-01
Bromophenyl-4- phenyl ether	101-55-3		B	1.23E+00
Butyl benzyl phthalate	85-68-7			1.09E+01
Carbofuran	1563-66-2			3.44E-03
Carbon disulfide	75-15-0			8.51E-04
Carbon tetrachloride (or Tetrachloromethane)	56-23-5	*		6.42E-02
Chlorobenzilate	510-15-6			1.45E+00
Chlorobenzenes (total)	108-90-7			8.42E-03
Chloroform (or trichloromethane)	67-66-3	*		1.21E-01
Chloronaphthalene, b- (or 2- Chloronaphthalene)	91-58-7			4.17E-01

טבלה 6-4 (ב)
רמות אקולוגיות מחמירות מאוד לסדימנטים
Israel Risk Based Corrective Action

Chemical	CAS #	IRBCA COC	Bioaccumulative	Lowest Effects Level / Threshold Effect Level Maximum Permissible Levels- MAC (mg/kg)
Chrysene	218-01-9	*	B	1.66E-01
Cresol [4,6-dinitro-o-]	534-52-1			1.04E-01
Cresol, m- (or 3- Methyl phenol)	108-39-4			5.24E-02
Cresol, o- (or 2- Methyl phenol)	95-48-7			5.54E-02
Cresol, p- (or 4- Methyl phenol)	106-44-5			6.70E-01
Cresols (total)	1319-77-3			5.00E-02
Cumene (or Isopropyl benzene)	98-82-8			8.60E-02
Dibenzo(a,h)anthracene	53-70-3	*	B	3.30E-02
Dibenzofuran	132-64-9			4.15E-01
Di-n-butyl Phthalate (or n-Butylphthalate)	84-74-2			6.47E+00
Diethyl phthalate	84-66-2			6.03E-01
Dinitrobenzene, m	99-65-0			8.61E-03
Dioxine (or 2,3,7,8- TCDD equivalents)	1746-01-6		B	8.50E-07
Diphenylamine	122-39-4			3.46E-02
Ethylbenzene	100-41-4	*		1.10E+00
Fluoranthene	206-44-0	*	B	4.23E-01
Fluorene	86-73-7	*	B	7.74E-02
Formaldehyde	50-00-0			1.60E-01
Heptachlor	76-44-8		B	6.80E-02
Heptachlor epoxide	1024-57-3		B	2.47E-03
Hexachlorobenzene	118-74-1		B	2.00E-02
Hexachloro- 1,3-butadiene	87-68-3		B	2.65E-02
Hexachlorocyclopentadiene	77-47-4		B	9.01E-01
Hexachloroethane	67-72-1		B	1.03E+00
Hexachlorophene	70-30-4			2.31E+02
Methyl Butyl Ketone (or Hexanone, 2-)	591-78-6			5.82E-02
n-Hexane	110-54-3	*		3.96E-02
Indeno(1,2,3-c,d) pyrene	193-39-5	*	B	1.70E-02
Methyl bromide	74-83-9			1.37E-03
Methylene chloride (or Dichloromethane)	75-09-2			1.59E-01
Methyl Butyl Ketone (or Hexanone, 2-)	591-78-6			5.82E-02
Methyl Ethyl Ketone (or MEK or 2-Butanone)	78-93-3			4.24E-02
Methyl isobutyl ketone (MIBK)	108-10-1			
Methyl methacrylate	80-62-6			1.68E-01
Methylnaphthalene, 2-	91-57-6			2.02E-02
Naphthalene	91-20-3	*		1.76E-01
Nitrobenzene	98-95-3			1.45E-01
Nitrophenol, p-	100-2-7			1.33E-02
N-Nitrosodiethylamine	55-18-5			2.28E-02
N-Nitrosodiphenylamine	86-30-6			2.68E+00
Low Molecular Weight PAHs				7.60E-02
High Molecular Weight PAHs				1.90E-01
PAHs (Total)	SEQ NO-27-3			1.61E+03
PCOC (or p-chloro-o-cresol or 4-chloro-2-methylphenol)	1570-64-5			1.20E+00
PCMC (or -chloro-m-cresol or 4-chloro-3-methylphenol)	59-50-7			6.20E-01
Pentachlorobenzene	608-93-5		B	8.89E+00
Pentachloroethane	76-01-7			8.26E-01
Pentachlorophenol (or PCP)	87-86-5		B	5.04E-01
Phenanthrene	85-01-8	*	B	2.04E-01
Phenol	108-95-2		B	4.20E-01
Phenylethylene (or Vinyl benzene)	100-42-5			5.59E-01
Phthalate [bis(2-ethylhexyl)]	117-81-7			1.82E-01
PCB (Aroclor 1221)	11104-28-2		B	2.16E-02
PCB (Aroclor 1254)	11097-69-1		B	6.00E-02
Polychlorinated biphenyls (Total PCBs or Aroclor mixture)	1336-36-3		B	5.98E-02
Propanol, 2-	67-63-0			2.00E+01
Pyrene	129-00-0	*	B	1.95E-01
Pyridine	110-86-1			1.06E-01
RDX (or Cyclonite)	121-82-4	*		1.30E-02
Styrene (or Phenylethylene)	100-42-5	*		5.59E-01
Tetrachloroethylene (or PCE or 1,1,2,2-Tetrachloroethylene)	127-18-4	*		4.68E-01
Toluene	108-88-3	*		1.22E+00
Tribromomethane (or Bromoform)	75-25-2			6.54E-01

טבלה 6-4 (ב)
רמות אקולוגיות מחמירות מאוד לסדימנטים
Israel Risk Based Corrective Action

Chemical	CAS #	IRBCA COC	Bioaccumulative	Lowest Effects Level / Threshold Effect Level Maximum Permissible Levels- MAC (mg/kg)
Trichloroethane (or 1,1,2-Trichloroethane)	79-00-5			1.24E+00
Trichloroethylene (or TCE or Trichloroethene)	79-01-6	*		9.69E-02
Vinyl acetate	108-5-4			1.30E-01
Vinyl chloride	75-01-4	*		2.02E-01
Xylene, m-	108-38-3	*		2.52E-02
Xylenes, total	1330-20-7	*		4.33E-01
Total Petroleum Hydrocarbons (TPH)				
Total TPH (mineral oil)	NOCAS			5.00E+01
TPH Aliphatic EC fraction >5-6				5.50E-01
TPH Aliphatic EC fraction >6-8				5.40E-01
TPH Aliphatic EC fraction >8-10				4.90E-01
TPH Aliphatic EC fraction >10-12				9.10E-01
TPH Aliphatic EC fraction >12-16				9.90E+00
TPH Aliphatic EC fraction >16-21				
TPH Aromatic EC fraction >5-7				1.30E+00
TPH Aromatic EC fraction >7-8				1.50E+00
TPH Aromatic EC fraction >8-10				1.70E+00
TPH Aromatic EC fraction >10-12				2.00E+00
TPH Aromatic EC fraction >12-16				2.40E+00
TPH Aromatic EC fraction >16-21				3.10E+00
TPH Aromatic EC fraction >21-35				7.00E+00
Total TPH (S fractions)				3.14E+01
Pesticides				
Aldrin	309-00-2		B	2.00E-03
Aramite	140-57-8			1.11E-06
Atrazine	1912-24-9	*		6.62E-03
Azinphos-ethyl	2642-71-9			1.80E-05
Azinphos-methyl (or Guthion)	86-50-0			6.20E-05
BHC alpha (or hexachlorocyclohexane, alpha- or HCH, alpha)	319-84-6		B	6.00E-03
BHC, beta (or hexachlorocyclohexane, beta- or HCH b-)	319-85-7		B	5.00E-03
BHC, delta (or hexachlorocyclohexane, HCH d-)	319-86-8		B	6.40E+00
BHC, gamma -Lindane (or hexachlorocyclohexane, HCH g-)	58-89-9		B	2.37E-03
Carbaryl (or Sevin)	63-25-2			4.18E-04
Chlordane (total)	57-74-9	*	B	3.24E-03
Chlorpyrifos	2921-88-2		B	5.19E-03
Diazinon	333-41-5		B	2.39E-03
Dichlorodiphenyldichloroethane, p,p' (or DDD, 4,4' or sum DD)	72-54-8		B	4.88E-03
Dichlorodiphenyldichloroethene, p,p' (or DDE, 4,4' or sum DD)	72-55-9		B	3.16E-03
Dichlorodiphenyltrichloroethane, p,p' (or DDT, 4,4')	50-29-3		B	4.16E-03
DDT (total) or sum DDT			B	4.16E-03
DDT/DDE/DDD (total) or Total DDTs			B	5.28E-03
Dieldrin	60-57-1		B	1.90E-03
Dinoseb	88-85-7			6.11E-04
Disulfoton	298-04-4		B	3.24E-01
D, 2,4-	94-75-7			1.27E+00
Endosulfan (alpha+beta+sulfate) mixed isomers	115-29-7		B	2.14E-03
Endosulfan, a	959-98-8		B	2.90E-03
Endosulfan, b	33213-65-9		B	1.40E-02
Endosulfane sulfate	1031-07-8			5.40E-03
Endrin	72-20-8	*	B	2.22E-03
Endrin aldehyde	7421-93-4			4.80E-01
Isodrin	465-73-6			5.52E-02
Isophorone	78-59-1			4.32E-01
Kepone	143-50-0			3.31E-03
Mirex	2385-85-5		B	7.00E-03
Parathion	56-38-2			7.57E-04
Phorate	298-02-2			2.01E-01
Phoxim	14816-18-3			6.00E-05
Pyrazophos	13457-18-6			1.50E-05
2,4,5-TP (or Silvex)	93-72-1			6.75E-01
Toxaphene	8001-35-2		B	1.00E-04
Trifluralin	1582-09-8			3.55E-01
Metals				

טבלה 6-4 (ב)
רמות אקולוגיות מחמירות מאוד לסדימנטים
Israel Risk Based Corrective Action

Chemical	CAS #	IRBCA COC	Bioaccumulative	Lowest Effects Level / Threshold Effect Level Maximum Permissible Levels- MAC (mg/kg)
Antimony	7440-36-0			2.00E+00
Arsenic	7440-38-2	*		9.80E+00
Barium	7440-39-3			2.00E+01
Cadmium	7440-43-9	*	B	9.90E-01
Chromium (total)	7440-47-3	*		4.34E+01
Cobalt	7440-48-4			5.00E+01
Copper	7440-50-8	*	B	3.16E+01
Lead	7439-92-1	*	B	3.58E+01
Mercury	7439-97-6	*		1.80E-01
Molibdenum	7439-98-7			3.00E+00
Nickel	7440-02-0	*	B	2.27E+01
Selenium	7782-49-2	*	B	2.00E+00
Silver	7440-22-4	*	B	1.00E+00
Tributyltin	688-73-3		B	5.00E-03
Zinc	7440-66-6	*	B	1.21E+02
Inorganics				
Cyanide, free (total)	57-12-5	*		1.00E-01
Methyl mercury	22967-92-6		B	1.00E-05

Notes:

Concentrations are presented on a dry weight basis.

COC: Chemical of Concern

טבלה 7-1(א)
טבלה לדוגמה לתיעוד מודל חשיפה למגורים
Israel Risk-Based Corrective Action

Exposure Pathway	Current Conditions			Future Conditions		
	Pathway C/NC	Justification for Pathway C/NC	Boring(s)/Well(s) for Calc. Rep. Conc.	Pathway C/NC	Justification for Pathway C/NC	Monitoring Points ¹
Surficial Soil						
Combined Pathway: Outdoor inhalation of vapor emissions and particulates, accidental ingestion, and dermal contact	☒ C ☐ NC			☒ C ☐ NC		
Subsurface Soil						
Indoor inhalation of vapor emissions	☒ C ☐ NC			☐ C ☒ NC		
Groundwater (First Encounter Zone)						
Indoor inhalation of vapor emissions	☒ C ☐ NC			☒ C ☐ NC		
Incidental dermal contact	☒ C ☐ NC			☒ C ☐ NC		
Domestic water use	☒ C ☐ NC			☒ C ☐ NC		

Notes:

C: Pathway is complete

NC: Pathway is not complete

1: Data collected from these points used to estimate representative concentration

טבלה 7-1(ב)
טבלה לדוגמה לתיעוד מודל חשיפה לעובד שאינו גר באתר
Israel Risk-Based Corrective Action

Exposure Pathway	Current Conditions			Future Conditions		
	Pathway C/NC	Justification for Pathway C/NC	Boring(s)/Well(s) for Calc. Rep. Conc.	Pathway C/NC	Justification for Pathway C/NC	Monitoring Points ¹
Surficial Soil						
Combined Pathway: Outdoor inhalation of vapor emissions and particulates, accidental ingestion, and dermal contact	☒ C ☐ NC			☒ C ☐ NC		
Subsurface Soil						
Indoor inhalation of vapor emissions	☒ C ☐ NC			☒ C ☐ NC		
Groundwater (First Encounter Zone)						
Indoor inhalation of vapor emissions	☒ C ☐ NC			☒ C ☐ NC		
Incidental dermal contact	☒ C ☐ NC			☒ C ☐ NC		

Notes:

C: Pathway is complete

NC: Pathway is not complete

1: Data collected from these points used to estimate representative concentration

טבלה 7-1 (ג)
טבלה לדוגמה לתיעוד מודל חשיפה לעובד בניין
Israel Risk-Based Corrective Action

Exposure Pathway	Pathway C/NC	Justification for Pathway C/NC	Monitoring Points ¹
Soil Upto Depth of Construction			
Combined Pathway: Outdoor inhalation of vapor emissions and particulates, accidental ingestion, and dermal contact	☒ C ☐ NC		
Groundwater (First Encounter Zone)			
Outdoor inhalation of vapor emissions	☒ C ☐ NC		
Incidental dermal contact	☐ C ☒ NC		

Notes:

C: Pathway is complete

NC: Pathway is not complete

1: Data collected from these points used to estimate representative concentration

טבלה 7-2 (א)
רמות יעד מבוססות-סיכון לשלב 1 – שימוש חריקע למגורים
Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	AIR	SURFICIAL SOIL					SUBSURFACE SOIL		SOIL VAPOR	GROUNDWATER				
	Indoor	Dermal Contact	Ingestion	Outdoor Inhalation	Ingestion, Inhalation (Vapor Emissions and Particulates), and Dermal Contact	Outdoor Inhalation of Vapor Emissions	Indoor Inhalation of Vapor Emissions	Indoor Inhalation of Vapor Emissions (α = 0.01)	Outdoor Inhalation of Vapor Emissions	Indoor Inhalation of Vapor Emissions (α = 0.001)	Dermal Contact	Domestic Use		
	[mg/m ³ -air]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/m ³ -air]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]		
VOCs and SVOCs														
1,1,1-Trichloroethane	6.76E+00	NA	1.52E+05 *	3.35E+03 *	3.28E+03 *	1.82E+03 *	2.24E-01	6.76E+02	1.33E+05 #	1.42E+00 **	3.91E+02	2.00E-01	I	
1,1-Biphenyl	5.41E-04	NA	7.76E+01 *	1.11E+01	1.11E+01	2.49E+02 *	2.23E-02	5.41E-02	1.20E+02 #	4.29E-02	1.84E-02	1.08E-03		
1,1-Dichloroethylene	2.70E-01	NA	3.80E+03 *	1.05E+02	1.02E+02	4.45E+01	7.30E-03	2.70E+01	2.91E+03 #	1.87E-04 **	1.30E+01	3.00E-02	I	
1,2,3-Trimethylbenzene	6.76E-03	NA	NA	1.28E+01	1.28E+01	2.67E+01	3.44E-03	6.76E-01	4.21E+02 #	2.19E+00 **	NA	1.35E-02		
1,2,4-Trimethylbenzene	9.46E-03	NA	NA	1.43E+01	1.43E+01	2.35E+01	2.71E-03	9.46E-01	4.24E+02 #	3.76E-02	NA	3.00E-03	I	
1,2-Dibromo-3-chloropropane	5.26E-07	NA	7.76E-01	7.82E-03	7.74E-03	2.55E-02	1.56E-06	5.26E-05	2.53E-01	8.75E-05	1.67E-03	3.00E-04	I	
1,3,5-Trimethylbenzene	NA	NA	7.60E+02 *	NA	7.60E+02 *	NA	NA	NA	NA	NA	3.00E-01	9.02E-02		
1,3-Butadiene	1.05E-04	NA	1.83E-01	7.57E-02	5.35E-02	1.19E-02	2.27E-06	1.05E-02	3.85E-01	1.20E-05 **	3.04E-04	1.63E-05		
1,3-Dimethylnaphthalene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
1,4-Dichlorobenzene	2.87E-04	NA	1.15E+02 *	1.29E+00	1.27E+00	1.26E+00	1.32E-04	2.87E-02	2.08E+01	2.91E-03	4.37E-02	7.50E-02	I	
1-Methyl-2-ethylbenzene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
1-Methyl-4-ethylbenzene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
1-Methyl-4-isopropylbenzene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
1-Methylnaphthalene	NA	5.22E+01	2.14E+01	NA	1.52E+01	NA	NA	NA	NA	NA	5.01E-03	1.35E-03		
2,3-Dimethylbutane	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
2,4,6-Trinitrotoluene (TNT)	NA	2.05E+02	2.07E+01	NA	1.88E+01	NA	NA	NA	NA	NA	1.16E-01	2.12E-03		
2-Methyl-1-butene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
2-Methylchrysene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
2-Methylnaphthalene	NA	8.36E+02 *	3.04E+02 *	NA	2.23E+02 *	NA	NA	NA	NA	NA	1.38E-01	3.80E-02		
2-Methylpentane	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
3-Methylpentane	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
6-Methylchrysene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
7,12-Dimethylbenz(a)anthracene	4.44E-08	6.05E-03	2.48E-03	8.16E+01 *	1.76E-03	1.56E+02 *	1.43E-02	4.44E-06	4.73E-01 #	2.89E-04	1.31E-08	8.49E-09		
Acenaphthene	NA	1.25E+04 *	4.56E+03 *	NA	3.34E+03 *	NA	NA	NA	NA	NA	1.32E+00	4.70E-01		
Acenaphthylene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
Anthracene	NA	6.27E+04 *	2.28E+04 *	NA	1.67E+04 *	NA	NA	NA	NA	NA	3.09E+00 #	1.52E+00 #	#	
Benz(a)anthracene	2.87E-05	2.07E+00 *	8.51E-01	3.73E+01 *	5.94E-01	1.06E+04 *	1.03E+00	2.87E-03 +	9.21E+01 #	2.24E-02 **	1.69E-05	8.55E-06		
Benzene	4.04E-04	NA	1.13E+01	6.93E-01	6.53E-01	2.60E-01	4.43E-05	4.04E-02	1.37E+01	5.73E-03 **	1.80E-02	5.00E-03	I	
Benzo(a)pyrene	2.87E-06	2.07E-01	8.51E-02	5.27E+03 *	6.03E-02	8.58E+04 *	9.01E+00 *	2.87E-04 +	2.16E+02 #	5.88E-03 **	9.94E-07	5.00E-04	I	
Benzo(b)fluoranthene	2.87E-05	2.07E+00 *	8.51E-01	5.27E+04 *	6.03E-01	6.36E+05 *	6.39E+01 *	2.87E-03 +	1.57E+03 #	1.07E+00 #	9.79E-06	6.09E-06		
Benzo(e)pyrene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
Benzo(g,h,i)perylene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
Benzo(k)fluoranthene	2.87E-05	2.07E+01 *	8.51E+00 *	5.27E+04 *	6.03E+00 *	6.92E+05 *	7.05E+01 *	2.87E-03 +	1.74E+03 #	1.20E+00 #	1.01E-04	6.28E-05		
Bromoform	2.87E-03	2.49E+02	7.86E+01	1.56E+01	1.24E+01	1.87E+01	1.27E-03	2.87E-01	4.73E+02	4.11E-01 **	2.88E-01	3.33E-03		
Carbon tetrachloride	5.26E-04	NA	8.87E+00	5.66E-01	5.32E-01	1.34E-01	1.45E-05	5.26E-02	7.80E+00	5.94E-04 **	8.46E-03	4.00E-03	I	
Chloroform	1.37E-04	NA	2.00E+01	2.17E-01	2.15E-01	7.52E-02	1.10E-05	1.37E-02	6.22E+00	2.87E-03 **	5.62E-02	8.00E-02	I	
Chrysene	2.87E-04	2.07E+02 *	8.51E+01 *	5.27E+05 *	6.03E+01 *	4.73E+05 *	2.42E+01 *	2.87E-02 +	3.90E+03 #	1.34E+00	1.69E-03	1.01E-03		
cis-1,2-Dichloroethylene	NA	NA	1.52E+02	NA	1.52E+02	NA	NA	NA	NA	NA	8.20E-01	5.00E-02	I	
cis-2-Butene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA		

טבלה 2-8)
 רמות יעד מבוססות-סיכון לשלב 1 – שימוש קרקע למגורים
 Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	AIR	SURFICIAL SOIL					SUBSURFACE SOIL		SOIL VAPOR	GROUNDWATER			
	Indoor	Dermal Contact	Ingestion	Outdoor Inhalation	Ingestion, Inhalation (Vapor Emissions and Particulates), and Dermal Contact	Outdoor Inhalation of Vapor Emissions	Indoor Inhalation of Vapor Emissions	Indoor Inhalation of Vapor Emissions (α = 0.01)	Outdoor Inhalation of Vapor Emissions	Indoor Inhalation of Vapor Emissions (α = 0.001)	Dermal Contact	Domestic Use	
	[mg/m ³ -air]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/m ³ -air]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	
Coronene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Cyclohexane	8.11E+00	NA	NA	2.93E+03 *	2.93E+03 *	1.16E+03 *	1.76E-01	8.11E+02	1.86E+04 #	1.32E+00	NA	1.62E+01	
Dibenz(o,a,h)anthracene	2.63E-06	2.07E-01	8.51E-02	4.83E+03 *	6.03E-02	6.76E+05 *	8.72E+01 *	2.63E-04 +	5.22E+02 #	4.56E-01 #	6.42E-07	4.09E-07	
Dibenzothiophene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Ethylbenzene	1.26E-03	NA	5.65E+01	3.13E+00	2.97E+00	1.70E+00	2.22E-04	1.26E-01	4.36E+01	3.10E+00 **	2.38E-02	3.00E-01 I	
Ethylene dibromide (EDB)	5.26E-06	NA	3.11E-01	2.47E-02	2.29E-02	2.55E-02	2.09E-06	5.26E-04	6.95E-01	1.69E-03 **	1.37E-03	5.00E-05 I	
Ethylene dichloride (EDC)	1.21E-04	NA	6.82E+00	3.06E-01	2.93E-01	1.69E-01	2.75E-05	1.21E-02	8.61E+00	7.88E-03 **	3.43E-02	1.80E-04	
Fluoranthene	NA	8.36E+03 *	3.04E+03 *	NA	2.23E+03 *	NA	NA	NA	NA	NA	2.92E-01 #	1.59E-01	
Fluorene	NA	8.36E+03 *	3.04E+03 *	NA	2.23E+03 *	NA	NA	NA	NA	NA	6.10E-01	2.59E-01	
HMX (1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7- tetrazocane)	NA	2.26E+05 *	3.80E+03 *	NA	3.74E+03 *	NA	NA	NA	NA	NA	9.91E+03 #	7.60E-01	
Indene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	2.87E-05	2.07E+00 *	8.51E-01 *	5.27E+04 *	6.03E-01 *	3.82E+06 *	3.94E+02 *	2.87E-03 +	2.89E+03 #	2.02E+00 #	9.81E-06	6.11E-06	
Isopropylbenzene	5.41E-01	NA	7.60E+03 *	6.47E+02 *	5.96E+02 *	8.48E+02 *	9.72E-02	5.41E+01	1.60E+04 #	1.15E+00	4.39E+00	5.29E-01	
Methyl teriary butyl ether (MTBE)	1.21E-02	NA	3.45E+02	3.88E+01	3.49E+01	2.72E+01	3.89E-03	1.21E+00	1.41E+03	5.06E-01	2.29E+00	4.00E-02 I	
Methylcyclohexane	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Methylcyclopentane	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Naphthalene	9.28E-05	4.18E+03 *	1.52E+03 *	1.75E+00	1.75E+00	7.21E+00	8.29E-04	9.28E-03	1.39E+01	1.67E-01 **	1.13E+00	1.86E-04	
n-Butylbenzene	NA	NA	3.80E+03 *	NA	3.80E+03 *	NA	NA	NA	NA	NA	6.52E-01	2.95E-01	
n-Heptane	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
n-Hexane	9.46E-01	NA	4.56E+03 *	3.30E+02 *	3.08E+02 *	1.26E+02	1.76E-02	9.46E+01	2.03E+02 #	1.29E-02	2.65E+00	4.70E-01	
n-Pentane	1.35E+00	NA	NA	4.45E+02 *	4.45E+02 *	1.61E+02	2.51E-02	1.35E+02	3.72E+02 #	2.65E-02	NA	2.70E+00	
n-Propylbenzene	1.35E+00	2.72E+04 *	7.60E+03 *	1.80E+03 *	1.38E+03 *	2.62E+03 *	3.00E-01	1.35E+02	4.29E+04 #	3.15E+00	2.87E+00	6.67E-01	
Perylene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Phenanthrene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Pyrene	NA	6.27E+03 *	2.28E+03 *	NA	1.67E+03 *	NA	NA	NA	NA	NA	1.59E-01 #	9.35E-02	
RDX	NA	1.19E+02 *	5.65E+00	NA	5.39E+00	NA	NA	NA	NA	NA	1.22E-01	5.90E-04	
sec-Butylbenzene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Styrene	1.35E+00	NA	1.52E+04 *	2.41E+03 *	2.08E+03 *	4.70E+03 *	6.34E-01	1.35E+02	8.19E+04 #	8.89E-01 **	1.62E+01	5.00E-02 I	
tert-Butylbenzene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Tetrachloroethylene	1.21E-02	NA	2.96E+02 *	1.67E+01	1.58E+01	5.04E+00	4.83E-04	1.21E+00	2.84E+02 #	2.90E-02 **	1.27E-01	1.00E-02 I	
Toluene	6.76E+00	NA	6.08E+03 *	5.98E+03 *	3.02E+03 *	5.80E+03 *	8.58E-01	6.76E+02	2.33E+05 #	1.11E+00 **	8.34E+00	7.00E-01 I	
trans-1,2-Dichloroethylene	8.11E-02	NA	1.52E+03 *	5.32E+01	5.14E+01	3.83E+01	6.37E-03	8.11E+00	3.21E+03	4.86E-01	5.97E+00	5.00E-02 I	
trans-2-Butene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Trichloroethylene	7.69E-04	NA	1.35E+01	1.00E+00	9.33E-01	2.86E-01	3.73E-05	7.69E-02	2.15E+01	1.91E-02 **	1.98E-02	3.00E-02 I	
Vinyl chloride	1.73E-04	NA	9.29E-02	1.19E-01	5.23E-02	1.98E-02	4.41E-06	1.73E-02	1.32E+00	2.02E-03 **	7.34E-04	5.00E-04 I	
Xylene (m)	1.35E-01	NA	1.52E+04 *	1.46E+02 *	1.45E+02 *	1.74E+02 *	2.26E-02	1.35E+01	4.98E+03 #	1.48E+00 **	1.14E+01	1.00E+00 I	
Xylene (o)	1.35E-01	NA	1.52E+04 *	1.70E+02 *	1.68E+02 *	2.35E+02 *	3.08E-02	1.35E+01	6.04E+03 #	6.38E-01	1.95E+01	1.00E+00 I	
Xylene (p)	1.35E-01	NA	1.52E+04 *	1.49E+02 *	1.48E+02 *	1.80E+02 *	2.34E-02	1.35E+01	5.12E+03 #	4.79E-01	1.21E+01	2.42E-01	
Xylenes (total)	1.35E-01	NA	1.52E+04 *	1.54E+02 *	1.52E+02 *	1.91E+02 *	3.08E-02	1.35E+01	5.03E+03 #	6.38E-01	2.07E+01	5.00E-01 I	

טבלה 7-2(א)
 רמות יעד מבוססות-סיכון לשלב 1 – שימוש קרקע למגורים
 Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	AIR	SURFICIAL SOIL				SUBSURFACE SOIL		SOIL VAPOR	GROUNDWATER			
	Indoor [mg/m ³ -air]	Dermal Contact [mg/kg]	Ingestion [mg/kg]	Outdoor Inhalation [mg/kg]	Ingestion, Inhalation (Vapor Emissions and Particulates), and Dermal Contact [mg/kg]	Outdoor Inhalation of Vapor Emissions [mg/kg]	Indoor Inhalation of Vapor Emissions [mg/kg]	Indoor Inhalation of Vapor Emissions (α = 0.01) [mg/m ³ -air]	Outdoor Inhalation of Vapor Emissions [mg/L]	Indoor Inhalation of Vapor Emissions (α = 0.001) [mg/L]	Dermal Contact [mg/L]	Domestic Use [mg/L]
Pesticides												
Alachlor	NA	3.51E+01	1.11E+01	NA	8.43E+00	NA	NA	NA	NA	NA	1.07E-02	4.00E-03 I
Atrazine	NA	8.55E+00	2.70E+00	NA	2.05E+00	NA	NA	NA	NA	NA	4.12E-03	2.00E-03 I
Chlordane	3.15E-05	1.41E+01 *	1.77E+00	1.09E+01 *	1.38E+00	8.20E+02 *	5.37E-02	3.15E-03	4.13E+01 #	1.59E-02	1.95E-04	1.00E-02 I
Endrin	NA	8.15E+01 *	2.28E+01 *	NA	1.78E+01 *	NA	NA	NA	NA	NA	1.61E-02	2.00E-03 I
Heptachlor	2.43E-06	4.37E-01	1.38E-01	4.66E-01	8.56E-02	1.96E+01 *	8.34E-04	2.43E-04	9.97E-01 #	2.02E-04	7.41E-05	4.00E-04 I
Lindane	1.02E-05	4.47E+00	5.65E-01	1.87E+04 *	5.01E-01	1.67E+02 **	1.39E-02	1.02E-03	8.71E+01 #	4.84E-02	3.65E-04	1.00E-03 I
Methoxychlor	NA	1.36E+03 *	3.80E+02 *	NA	2.97E+02 *	NA	NA	NA	NA	NA	3.94E-02	2.10E-02
Metals												
Arsenic	7.34E-07	4.37E+00	4.14E-01	1.35E+03	3.78E-01	NA	NA	7.34E-05	NA	NA	1.54E-02	1.00E-02 I
Cadmium	1.75E-06	6.79E+02	7.60E+01	3.22E+03	6.83E+01	NA	NA	1.75E-04	NA	NA	1.36E-01	5.00E-03 I
Chromium (III)	NA	NA	1.14E+05	NA	1.14E+05	NA	NA	NA	NA	NA	1.06E+02	5.00E-02 I
Chromium (VI)	3.76E-08	NA	4.97E+01	6.90E+01	2.89E+01	NA	NA	3.76E-06	NA	NA	5.77E-04	5.00E-02 I
Copper	NA	NA	3.04E+03	NA	3.04E+03	NA	NA	NA	NA	NA	2.17E+02	1.40E+00 I
Lead	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1.00E-02 I
Manganese	6.76E-05	NA	1.83E+03	1.24E+05	1.80E+03	NA	NA	6.76E-03	NA	NA	5.21E+00	2.00E-01 I
Mercury (Elemental)	4.06E-04	NA	NA	5.36E+00 *	5.36E+00 *	7.76E+01 *	4.53E-03	4.06E-02	2.06E+01 #	6.42E-04 **	NA	1.00E-03 I
Nickel (Refinery dust)	1.31E-05	NA	3.80E+03	2.41E+04	3.69E+03	NA	NA	1.31E-03	NA	NA	5.43E+01	2.00E-02 I
Nickel (Soluble Salts)	1.21E-05	NA	1.52E+03	2.23E+04	1.51E+03	NA	NA	1.21E-03	NA	NA	2.17E+01	2.00E-02 I
Selenium	2.70E-02	NA	3.80E+02	4.96E+07	3.80E+02	NA	NA	2.70E+00	NA	NA	2.72E+01	1.00E-02 I
Silver	NA	NA	3.80E+02	NA	3.80E+02	NA	NA	NA	NA	NA	1.81E+00	1.00E-01 I
Zinc	NA	NA	2.28E+04	NA	2.28E+04	NA	NA	NA	NA	NA	2.72E+03	5.00E+00 I
Inorganics												
Cyanide	1.08E-03	NA	4.56E+01	2.21E+01	1.49E+01	4.94E+02	1.98E-01	1.08E-01	1.04E+02	3.68E+00 **	3.26E+00	5.00E-02 I
Others												
Asbestos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3,5-Dinitro-4-chlorobenzotrifluoride	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2,4/2,6-Dinitrotoluene (DNT) mixture	NA	2.89E+00	9.13E-01	NA	6.94E-01	NA	NA	NA	NA	NA	1.17E-03	8.56E-05

Notes:

*: Calculated Target Level exceeded saturated soil concentration. Calculated value is shown.

#: Calculated Target Level exceeded solubility. Calculated value is shown.

+: Calculated Target Level exceeded saturated vapor concentration. Calculated value is shown.

**: Calculated using Almgov value for indoor air and an attenuation factor of 0.001

Soil concentrations are presented on a dry weight basis.

If the groundwater concentration protective of indoor air is < IDWS, use IDWS or the equivalent calculated value.

For Tier 1 RBTLs for lead refer to Section E.10.

I: Israeli Drinking Water Standard (IDWS).

NA: Not available

Subsurface soil vapor to indoor air Tier 1 RBTLs are based on an attenuation factor of 0.01.

Groundwater to indoor air Tier 1 RBTLs are based on an attenuation factor of 0.001.

For TPH Tier 1 RBTLs refer Section 6.4.4.

Note:

If the soil leaching to groundwater and soil leaching to surface water pathways are complete, use the soil concentrations presented in Tables 7-2(d) and 7-2(f), respectively. If none of these pathways (i.e., soil leaching to groundwater, soil leaching to surface water, or indoor inhalation) are complete, the soil concentration for surficial soil combined pathway (accidental ingestion of, dermal contact with, and outdoor inhalation of vapors and particulates from soil) will be used.

Chemical	AIR	SURFICIAL SOIL					SUBSURFACE SOIL		SOIL VAPOR	GROUNDWATER		
	Indoor	Dermal Contact	Ingestion	Outdoor Inhalation	Ingestion, Inhalation (Vapor Emissions and Particulates), and Dermal Contact	Outdoor Inhalation of Vapor Emissions	Indoor Inhalation of Vapor Emissions	Indoor Inhalation of Vapor Emissions (α = 0.01)	Outdoor Inhalation of Vapor Emissions	Dermal contact	Indoor Inhalation of Vapor Emissions (α = 0.001)	
	[mg/m ³ -air]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/m ³ -air]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	
VOCs and SVOCs												
1,1,1-Trichloroethane	9.73E+00	NA	2.04E+06 *	1.31E+04 *	1.31E+04 *	3.50E+03 *	3.23E-01	9.73E+02	2.55E+05 #	2.23E+03 #	1.42E+00 **	
1,1-Biphenyl	7.79E-04	NA	3.58E+02 *	4.35E+01 *	4.34E+01 *	4.79E+02 *	3.21E-02	7.79E-02	2.30E+02 #	6.91E-02	6.18E-02	
1,1-Dichloroethylene	3.89E-01	NA	5.11E+04 *	4.11E+02	4.07E+02	8.54E+01	1.05E-02	3.89E+01	5.59E+03 #	7.44E+01	1.87E-04 **	
1,2,3-Trimethylbenzene	9.73E-03	NA	NA	5.03E+01	5.03E+01	5.13E+01 *	4.95E-03	9.73E-01	8.08E+02 #	NA	2.19E+00 **	
1,2,4-Trimethylbenzene	1.36E-02	NA	NA	5.59E+01 *	5.59E+01 *	4.51E+01 *	3.90E-03	1.36E+00	8.13E+02 #	NA	5.41E-02	
1,2-Dibromo-3-chloropropane	9.08E-07	NA	3.58E+00	1.64E-02	1.64E-02	5.87E-02	2.69E-06	9.08E-05	5.83E-01	6.28E-03	1.51E-04	
1,3,5-Trimethylbenzene	NA	NA	1.02E+04 *	NA	1.02E+04 *	NA	NA	NA	NA	1.71E+00	NA	
1,3-Butadiene	1.82E-04	NA	8.42E-01	1.59E-01	1.34E-01	2.75E-02	3.93E-06	1.82E-02	8.86E-01	1.14E-03	1.20E-05 **	
1,3-Dimethylnaphthalene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
1,4-Dichlorobenzene	4.96E-04	NA	5.30E+02 *	2.71E+00	2.69E+00	2.91E+00	2.28E-04	4.96E-02	4.80E+01	1.64E-01	5.03E-03	
1-Methyl-2-ethylbenzene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
1-Methyl-4-ethylbenzene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
1-Methyl-4-isopropylbenzene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
1-Methylnaphthalene	NA	1.15E+02 *	9.87E+01 *	NA	5.31E+01	NA	NA	NA	NA	1.88E-02	NA	
2,3-Dimethylbutane	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
2,4,6-Trinitrotoluene (TNT)	NA	4.52E+02 *	9.54E+01	NA	7.88E+01	NA	NA	NA	NA	4.34E-01	NA	
2-Methyl-1-butene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
2-Methylchrysene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
2-Methylnaphthalene	NA	4.76E+03 *	4.09E+03 *	NA	2.20E+03 *	NA	NA	NA	NA	7.84E-01	NA	
2-Methylpentane	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
3-Methylpentane	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
6-Methylchrysene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
7,12-Dimethylbenz(a)anthracene	7.68E-08	1.33E-02	1.14E-02	1.88E+02 *	6.16E-03	3.60E+02 *	2.47E-02	7.68E-06 +	1.09E+00 #	4.93E-08	4.99E-04	
Acenaphthene	NA	7.15E+04 *	6.13E+04 *	NA	3.30E+04 *	NA	NA	NA	NA	7.50E+00 #	NA	
Acenaphthylene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Anthracene	NA	3.57E+05 *	3.07E+05 *	NA	1.65E+05 *	NA	NA	NA	NA	1.76E+01 #	NA	
Benz(a)anthracene	4.96E-05	4.57E+00 *	3.92E+00 *	7.84E+01 *	2.05E+00 *	2.45E+04 *	1.79E+00 *	4.96E-03 +	2.12E+02 #	6.37E-05	2.24E-02 **	
Benzene	6.99E-04	NA	5.20E+01	1.46E+00	1.42E+00	5.99E-01	7.65E-05	6.99E-02	3.16E+01	6.78E-02	5.73E-03 **	
Benzo(a)pyrene	4.96E-06	4.57E-01	3.92E-01	1.21E+04 *	2.11E-01	1.98E+05 *	1.56E+01 *	4.96E-04 +	4.97E+02 #	3.74E-06	5.88E-03 **	
Benzo(b)fluoranthene	4.96E-05	4.57E+00 *	3.92E+00 *	1.21E+05 *	2.11E+00 *	1.46E+06 *	1.10E+02 *	4.96E-03 +	3.61E+03 #	3.68E-05	1.84E+00 #	
Benzo(e)pyrene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Benzo(g,h,i)perylene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Benzo(k)fluoranthene	4.96E-05	4.57E+01 *	3.92E+01 *	1.21E+05 *	2.11E+01 *	1.60E+06 *	1.22E+02 *	4.96E-03 +	4.01E+03 #	3.80E-04	2.07E+00 #	
Bromoform	4.96E-03	5.49E+02 *	3.62E+02 *	3.29E+01	2.86E+01	4.31E+01	2.19E-03	4.96E-01	1.09E+03	1.08E+00	4.11E-01 **	
Carbon tetrachloride	9.08E-04	NA	4.09E+01	1.19E+00	1.16E+00	3.08E-01	2.51E-05	9.08E-02	1.80E+01	3.18E-02	5.94E-04 **	
Chloroform	2.37E-04	NA	9.23E+01	4.56E-01	4.54E-01	1.73E-01	1.90E-05	2.37E-02	1.43E+01	2.11E-01	2.87E-03 **	
Chrysene	4.96E-04	4.57E+02 *	3.92E+02 *	1.21E+06 *	2.11E+02 *	1.09E+06 *	4.18E+01 *	4.96E-02 +	8.98E+03 #	6.37E-03 #	1.34E+00	
cis-1,2-Dichloroethylene	NA	NA	2.04E+03 *	NA	2.04E+03 *	NA	NA	NA	NA	4.68E+00	NA	
cis-2-Butene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	

Chemical	AIR	SURFICIAL SOIL					SUBSURFACE SOIL		SOIL VAPOR	GROUNDWATER		
	Indoor	Dermal Contact	Ingestion	Outdoor Inhalation	Ingestion, Inhalation (Vapor Emissions and Particulates), and Dermal Contact	Outdoor Inhalation of Vapor Emissions	Indoor Inhalation of Vapor Emissions	Indoor Inhalation of Vapor Emissions (α = 0.01)	Outdoor Inhalation of Vapor Emissions	Dermal contact	Indoor Inhalation of Vapor Emissions (α = 0.001)	
	[mg/m ³ -air]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/m ³ -air]	[mg/L]	[mg/L]	[mg/L]	
Coronene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Cyclohexane	1.17E+01	NA	NA	1.15E+04 *	1.15E+04 *	2.22E+03 *	2.53E-01	1.17E+03	3.58E+04 #	NA	1.90E+00	
Dibenzo(a,h)anthracene	4.54E-06	4.57E-01	3.92E-01	1.11E+04 *	2.11E-01	1.56E+06 *	1.51E+02 *	4.54E-04 +	1.20E+03 #	2.41E-06	7.88E-01 #	
Dibenzothiophene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Ethylbenzene	2.18E-03	NA	2.60E+02 *	6.59E+00	6.43E+00	3.93E+00	3.83E-04	2.18E-01	1.00E+02	8.94E-02	3.10E+00 **	
Ethylene dibromide (EDB)	9.08E-06	NA	1.43E+00	5.20E-02	5.02E-02	5.88E-02	3.60E-06	9.08E-04	1.60E+00	5.15E-03	1.69E-03 **	
Ethylene dichloride (EDC)	2.10E-04	NA	3.14E+01	6.43E-01	6.30E-01	3.89E-01	4.75E-05	2.10E-02	1.98E+01	1.29E-01	7.88E-03 **	
Fluoranthene	NA	4.76E+04 *	4.09E+04 *	NA	2.20E+04 *	NA	NA	NA	NA	1.66E+00 #	NA	
Fluorene	NA	4.76E+04 *	4.09E+04 *	NA	2.20E+04 *	NA	NA	NA	NA	3.48E+00 #	NA	
HMX (1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7- tetrazocane)	NA	1.29E+06 *	5.11E+04 *	NA	4.92E+04 *	NA	NA	NA	NA	5.65E+04 #	NA	
Indene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	4.96E-05	4.57E+00 *	3.92E+00 *	1.21E+05 *	2.11E+00 *	8.80E+06 *	6.81E+02 *	4.96E-03 +	6.66E+03 #	3.68E-05	3.49E+00 #	
Isopropylbenzene	7.79E-01	NA	1.02E+05 *	2.54E+03 *	2.47E+03 *	1.63E+03 *	1.40E-01	7.79E+01	3.07E+04 #	2.50E+01	1.66E+00	
Methyl tertiary butyl ether (MTBE)	2.10E-02	NA	1.59E+03	8.16E+01	7.76E+01	6.27E+01	6.72E-03	2.10E+00	3.25E+03	8.58E+00	8.74E-01	
Methylcyclohexane	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Methylcyclopentane	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Naphthalene	1.60E-04	2.38E+04 *	2.04E+04 *	3.68E+00	3.68E+00	1.66E+01	1.43E-03	1.60E-02	3.21E+01 #	6.44E+00	1.67E-01 **	
n-Butylbenzene	NA	NA	5.11E+04 *	NA	5.11E+04 *	NA	NA	NA	NA	3.72E+00	NA	
n-Heptane	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
n-Hexane	1.36E+00	NA	6.13E+04 *	1.30E+03 *	1.27E+03 *	2.43E+02 *	2.53E-02	1.36E+02	3.90E+02 #	1.51E+01 #	1.85E-02	
n-Pentane	1.95E+00	NA	NA	1.75E+03 *	1.75E+03 *	3.09E+02	3.61E-02	1.95E+02	7.13E+02 #	NA	3.81E-02	
n-Propylbenzene	1.95E+00	1.55E+05 *	1.02E+05 *	7.05E+03 *	6.33E+03 *	5.04E+03 *	4.32E-01	1.95E+02	8.23E+04 #	1.63E+01	4.53E+00	
Perylene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Phenanthrene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Pyrene	NA	3.57E+04 *	3.07E+04 *	NA	1.65E+04 *	NA	NA	NA	NA	9.07E-01 #	NA	
RDX	NA	2.63E+02 *	2.60E+01 *	NA	2.37E+01 *	NA	NA	NA	NA	4.59E-01	NA	
sec-Butylbenzene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Styrene	1.95E+00	NA	2.04E+05 *	9.43E+03 *	9.02E+03 *	9.02E+03 *	9.14E-01	1.95E+02	1.57E+05 #	9.27E+01	8.89E-01 **	
tert-Butylbenzene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Tetrachloroethylene	2.10E-02	NA	1.36E+03 *	3.51E+01	3.43E+01	1.16E+01	8.35E-04	2.10E+00	6.54E+02 #	4.76E-01	2.90E-02 **	
Toluene	9.73E+00	NA	8.18E+04 *	2.35E+04 *	1.82E+04 *	1.11E+04 *	1.24E+00	9.73E+02	4.48E+05 #	4.76E+01	1.11E+00 **	
trans-1,2-Dichloroethylene	1.17E-01	NA	2.04E+04 *	2.09E+02	2.07E+02	7.35E+01	9.18E-03	1.17E+01	6.17E+03 #	3.40E+01	7.00E-01	
trans-2-Butene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Trichloroethylene	1.33E-03	NA	6.22E+01	2.11E+00	2.04E+00	6.59E-01	6.45E-05	1.33E-01	4.95E+01	7.46E-02	1.91E-02 **	
Vinyl chloride	1.24E-03	NA	3.97E+00	1.14E+00	8.87E-01	2.08E-01	3.17E-05	1.24E-01	1.38E+01	1.46E-02	2.02E-03 **	
Xylene (m)	1.95E-01	NA	2.04E+05 *	5.74E+02 *	5.72E+02 *	3.34E+02 *	3.25E-02	1.95E+01	9.55E+03 #	6.50E+01	1.48E+00 **	
Xylene (o)	1.95E-01	NA	2.04E+05 *	6.68E+02 *	6.66E+02 *	4.52E+02 *	4.44E-02	1.95E+01	1.16E+04 #	1.11E+02	9.19E-01	
Xylene (p)	1.95E-01	NA	2.04E+05 *	5.85E+02 *	5.83E+02 *	3.46E+02 *	3.37E-02	1.95E+01	9.82E+03 #	6.89E+01	6.90E-01	
Xylenes (total)	1.95E-01	NA	2.04E+05 *	6.02E+02 *	6.00E+02 *	3.67E+02 *	4.44E-02	1.95E+01	9.65E+03 #	1.18E+02 #	9.19E-01	

Chemical	AIR	SURFICIAL SOIL				SUBSURFACE SOIL		SOIL VAPOR	GROUNDWATER		
	Indoor [mg/m ³ -air]	Dermal Contact [mg/kg]	Ingestion [mg/kg]	Outdoor Inhalation [mg/kg]	Ingestion, Inhalation (Vapor Emissions and Particulates), and Dermal Contact [mg/kg]	Outdoor Inhalation of Vapor Emissions [mg/kg]	Indoor Inhalation of Vapor Emissions [mg/kg]	Indoor Inhalation of Vapor Emissions (α = 0.01) [mg/m ³ -air]	Outdoor Inhalation of Vapor Emissions [mg/L]	Dermal contact [mg/L]	Indoor Inhalation of Vapor Emissions (α = 0.001) [mg/L]
Pesticides											
Alachlor	NA	7.74E+01	5.11E+01	NA	3.08E+01	NA	NA	NA	NA	4.02E-02	NA
Atrazine	NA	1.89E+01 *	1.24E+01 *	NA	7.50E+00	NA	NA	NA	NA	1.55E-02	NA
Chlordane	5.45E-05	3.10E+01 *	8.18E+00 *	2.28E+01 *	5.04E+00 *	1.89E+03 *	9.28E-02	5.45E-03	9.51E+01 #	7.32E-04	2.74E-02
Endrin	NA	4.65E+02 *	3.07E+02 *	NA	1.85E+02 *	NA	NA	NA	NA	9.16E-02	NA
Heptachlor	4.19E-06	9.64E-01	6.36E-01	9.81E-01	2.75E-01	4.53E+01 *	1.44E-03	4.19E-04	2.30E+00 #	2.78E-04	3.49E-04
Lindane	1.76E-05	9.85E+00	2.60E+00	4.30E+04 *	2.06E+00	3.84E+02 *	2.40E-02	1.76E-03	2.01E+02 #	1.37E-03	8.37E-02
Methoxychlor	NA	7.74E+03 *	5.11E+03 *	NA	3.08E+03 *	NA	NA	NA	NA	2.24E-01 #	NA
Metals											
Arsenic	1.27E-06	9.64E+00	1.91E+00	3.10E+03	1.59E+00	NA	NA	1.27E-04	NA	5.78E-02	NA
Cadmium	3.03E-06	3.87E+03	1.02E+03	7.41E+03	8.02E+02	NA	NA	3.03E-04	NA	7.74E-01	NA
Chromium (III)	NA	NA	1.53E+06	NA	1.53E+06	NA	NA	NA	NA	6.04E+02	NA
Chromium (VI)	6.49E-08	NA	5.72E+00	1.59E+02	5.52E+00	NA	NA	6.49E-06	NA	2.17E-03	NA
Copper	NA	NA	4.09E+04	NA	4.09E+04	NA	NA	NA	NA	1.24E+03	NA
Lead	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Manganese	9.73E-05	NA	2.45E+04	2.38E+05	2.22E+04	NA	NA	9.73E-03	NA	2.97E+01	NA
Mercury (Elemental)	5.84E-04	NA	NA	2.10E+01 *	2.10E+01 *	1.49E+02 *	6.52E-03	5.84E-02	3.95E+01 #	NA	6.42E-04 **
Nickel (Refinery dust)	2.27E-05	NA	5.11E+04	5.56E+04	4.21E+04	NA	NA	2.27E-03	NA	3.10E+02	NA
Nickel (Soluble Salts)	2.10E-05	NA	2.04E+04	5.13E+04	1.95E+04	NA	NA	2.10E-03	NA	1.24E+02	NA
Selenium	3.89E-02	NA	5.11E+03	9.53E+07	5.11E+03	NA	NA	3.89E+00	NA	1.55E+02	NA
Silver	NA	NA	5.11E+03	NA	5.11E+03	NA	NA	NA	NA	1.03E+01	NA
Zinc	NA	NA	3.07E+05	NA	3.07E+05	NA	NA	NA	NA	1.55E+04	NA
Inorganics											
Cyanide	1.56E-03	NA	6.13E+02	8.66E+01	7.59E+01	9.49E+02	2.85E-01	1.56E-01	1.99E+02	1.86E+01	3.68E+00 **
Others											
Asbestos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3,5-Dinitro-4-chlorobenzotrifluride	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2,4/2,6-Dinitrotoluene (DNT) mixture	NA	6.38E+00	4.21E+00	NA	2.54E+00	NA	NA	NA	NA	4.40E-03	NA

*: Calculated Target Level exceeded saturated soil concentration. Calculated value is shown.

+: Calculated Target Level exceeded saturated vapor concentration. Calculated value is shown.

#: Calculated Target Level exceeded solubility. Calculated value is shown.

**:: Calculated using Almog value for indoor air and an attenuation factor of 0.001

Soil concentrations are presented on a dry weight basis.

If the groundwater concentration protective of indoor air is < IDWS, use IDWS or the equivalent calculated value.

For Tier 1 RBTLs for lead refer to Section E.10.

NA: Not available

Subsurface soil vapor to indoor air Tier 1 RBTLs are based on an attenuation factor of 0.01.

Groundwater to indoor air Tier 1 RBTLs are based on a an attenuation factor of 0.001.

For TPH Tier 1 RBTLs refer Section 6.4.4.

Note:

If the soil leaching to groundwater and soil leaching to surface water pathways are complete, use the soil concentrations presented in Tables 7-2(d) and 7-2(f), respectively. If none of these pathways (i.e., soil leaching to groundwater, soil leaching to surface water, or indoor inhalation) are complete, the soil concentration for surficial soil combined pathway (accidental ingestion of, dermal contact with, and outdoor inhalation of vapors and particulates from soil) will be used.

טבלה 7-2 (א)
רמות יעד מבוטסות-סיכון לשלב 1 – שימוש קרקע לעובד בניין
Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	AIR	SOIL UPTO DEPTH OF CONSTRUCTION				GROUNDWATER	
	Outdoor	Dermal Contact	Ingestion	Outdoor Inhalation	Ingestion, Inhalation (Vapor Emissions and Particulates), and Dermal Contact	Dermal	Outdoor Inhalation of Vapor Emissions
	[mg/m ³ -air]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/L]	[mg/L]
VOCs and SVOCs							
1,1,1-Trichloroethane	4.87E+01	NA	1.72E+06 *	8.76E+03 *	8.72E+03 *	6.20E+03 #	8.52E+05 #
1,1-Biphenyl	3.89E-03	NA	7.53E+03 *	2.90E+01	2.90E+01	4.80E+00	7.65E+02 #
1,1-Dichloroethylene	1.95E+00	NA	4.30E+04 *	2.74E+02	2.72E+02	2.07E+02	1.86E+04 #
1,2,3-Trimethylbenzene	4.87E-02	NA	NA	3.35E+01	3.35E+01	NA	2.69E+03 #
1,2,4-Trimethylbenzene	6.81E-02	NA	NA	3.72E+01	3.72E+01	NA	2.71E+03 #
1,2-Dibromo-3-chloropropane	1.14E-04	NA	7.53E+01	2.74E-01	2.73E-01	4.36E-01	4.85E+01
1,3,5-Trimethylbenzene	NA	NA	8.60E+03 *	NA	8.60E+03 *	4.75E+00	NA
1,3-Butadiene	1.95E-02	NA	1.77E+01	2.27E+00	2.27E+00	7.94E-02	6.33E+01
1,3-Dimethylnaphthalene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1,4-Dichlorobenzene	6.19E-02	NA	1.12E+04 *	4.51E+01 *	4.49E+01 *	1.14E+01	4.00E+03 #
1-Methyl-2-ethylbenzene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1-Methyl-4-ethylbenzene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1-Methyl-4-isopropylbenzene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1-Methylnaphthalene	NA	5.32E+03 *	2.08E+03 *	NA	1.49E+03 *	1.31E+00	NA
2,3-Dimethylbutane	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2,4,6-Trinitrotoluene (TNT)	NA	4.48E+03 *	4.30E+02 *	NA	3.92E+02 *	6.46E+00	NA
2-Methyl-1-butene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2-Methylchrysene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2-Methylnaphthalene	NA	8.82E+03 *	3.44E+03 *	NA	2.48E+03 *	2.18E+00	NA
2-Methylpentane	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3-Methylpentane	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6-Methylchrysene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
7,12-Dimethylbenz(a)anthracene	9.60E-06	6.18E-01	2.41E-01	1.57E+04 *	1.73E-01	3.43E-06	9.09E+01 #
Acenaphthene	NA	1.32E+05 *	5.16E+04 *	NA	3.71E+04 *	2.08E+01 #	NA
Acenaphthylene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Anthracene	NA	6.62E+05 *	2.58E+05 *	NA	1.86E+05 *	4.89E+01 #	NA
Benz(a)anthracene	6.19E-03	2.12E+02 *	8.25E+01 *	1.31E+03 *	5.68E+01 *	4.42E-03	1.77E+04 #
Benzene	8.74E-02	NA	1.09E+03 *	2.43E+01	2.38E+01	4.71E+00	2.64E+03 #
Benzo(a)pyrene	6.19E-04	2.12E+01 *	8.25E+00 *	1.01E+06 *	5.93E+00 *	2.59E-04	4.14E+04 #
Benzo(b)fluoranthene	6.19E-03	2.12E+02 *	8.25E+01 *	1.01E+07 *	5.93E+01 *	2.55E-03 #	3.01E+05 #
Benzo(e)pyrene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Benzo(g,h,i)perylene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Benzo(k)fluoranthene	6.19E-03	2.12E+03 *	8.25E+02 *	1.01E+07 *	5.93E+02 *	2.64E-02 #	3.35E+05 #
Bromoform	6.19E-01	2.54E+04 *	7.62E+03 *	5.48E+02 *	5.01E+02 *	7.51E+01	9.08E+04 #
Carbon tetrachloride	1.14E-01	NA	8.60E+02 *	1.98E+01	1.94E+01	2.21E+00	1.50E+03 #
Chloroform	2.96E-02	NA	1.94E+03 *	7.61E+00	7.58E+00	1.47E+01	1.19E+03
Chrysene	6.19E-02	2.12E+04 *	8.25E+03 *	1.01E+08 *	5.93E+03 *	4.42E-01 #	7.48E+05 #
cis-1,2-Dichloroethylene	NA	NA	1.72E+03 *	NA	1.72E+03 *	1.30E+01	NA
cis-2-Butene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

טבלה 2-7 (א)
רמות יעד מבוססות-סיכון לשלב 1 – שימוש קרקע לעובד בניין
Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	AIR	SOIL UPTO DEPTH OF CONSTRUCTION				GROUNDWATER	
	Outdoor	Dermal Contact	Ingestion	Outdoor Inhalation	Ingestion, Inhalation (Vapor Emissions and Particulates), and Dermal Contact	Dermal	Outdoor Inhalation of Vapor Emissions
	[mg/m ³ -air]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/L]	[mg/L]
Coronene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cyclohexane	5.84E+01	NA	NA	7.65E+03 *	7.65E+03 *	NA	1.19E+05 #
Dibenzo(a,h)anthracene	5.68E-04	2.12E+01 *	8.25E+00 *	9.27E+05 *	5.93E+00 *	1.67E-04	1.00E+05 #
Dibenzothiophene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ethylbenzene	2.73E-01	NA	5.47E+03 *	1.10E+02 *	1.08E+02 *	6.21E+00	8.37E+03 #
Ethylene dibromide (EDB)	1.14E-03	NA	3.01E+01	8.67E-01	8.43E-01	3.58E-01	1.33E+02
Ethylene dichloride (EDC)	2.62E-02	NA	6.62E+02	1.07E+01	1.05E+01	8.95E+00	1.65E+03
Fluoranthene	NA	8.82E+04 *	3.44E+04 *	NA	2.48E+04 *	4.62E+00 #	NA
Fluorene	NA	8.82E+04 *	3.44E+04 *	NA	2.48E+04 *	9.66E+00 #	NA
HMX (1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7- tetrazocane)	NA	2.39E+06 *	4.30E+04 *	NA	4.23E+04 *	1.57E+05 #	NA
Indene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	6.19E-03	2.12E+02 *	8.25E+01 *	1.01E+07 *	5.93E+01 *	2.56E-03 #	5.55E+05 #
Isopropylbenzene	3.89E+00	NA	8.60E+04 *	1.69E+03 *	1.66E+03 *	6.95E+01 #	1.02E+05 #
Methyl tertiary butyl ether (MTBE)	2.62E+00	NA	3.35E+04 *	1.36E+03	1.31E+03	5.96E+02	2.71E+05 #
Methylcyclohexane	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Methylcyclopentane	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Naphthalene	2.00E-02	4.41E+04 *	1.72E+04 *	6.13E+01 *	6.13E+01 *	1.79E+01	2.67E+03 #
n-Butylbenzene	NA	NA	4.30E+04 *	NA	4.30E+04 *	1.03E+01	NA
n-Heptane	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
n-Hexane	6.81E+00	NA	5.16E+04 *	8.63E+02 *	8.49E+02 *	4.19E+01 #	1.30E+03 #
n-Pentane	9.73E+00	NA	NA	1.16E+03 *	1.16E+03 *	NA	2.38E+03 #
n-Propylbenzene	9.73E+00	2.87E+05 *	8.60E+04 *	4.70E+03 *	4.39E+03 *	4.54E+01	2.74E+05 #
Perylene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Phenanthrene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Pyrene	NA	6.62E+04 *	2.58E+04 *	NA	1.86E+04 *	2.52E+00 #	NA
RDX	NA	1.22E+04 *	5.47E+02 *	NA	5.24E+02 *	3.19E+01	NA
sec-Butylbenzene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Styrene	9.73E+00	NA	1.72E+05 *	6.29E+03 *	6.07E+03 *	2.57E+02	5.24E+05 #
tert-Butylbenzene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Tetrachloroethylene	3.89E-01	NA	5.16E+03 *	8.70E+01 *	8.56E+01 *	5.94E+00	8.10E+03 #
Toluene	4.87E+01	NA	6.88E+04 *	1.56E+04 *	1.27E+04 *	1.32E+02	1.49E+06 #
trans-1,2-Dichloroethylene	5.84E-01	NA	1.72E+04 *	1.39E+02	1.38E+02	9.45E+01	2.06E+04 #
trans-2-Butene	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Trichloroethylene	1.95E-02	NA	4.30E+02 *	4.12E+00	4.08E+00	1.70E+00	4.83E+02
Vinyl chloride	1.55E-01	NA	8.36E+01	1.90E+01	1.55E+01	1.02E+00	1.15E+03
Xylene (m)	9.73E-01	NA	1.72E+05 *	3.83E+02 *	3.82E+02 *	1.81E+02 #	3.18E+04 #
Xylene (o)	9.73E-01	NA	1.72E+05 *	4.45E+02 *	4.44E+02 *	3.09E+02 #	3.86E+04 #
Xylene (p)	9.73E-01	NA	1.72E+05 *	3.90E+02 *	3.89E+02 *	1.91E+02 #	3.27E+04 #
Xylenes (total)	9.73E-01	NA	1.72E+05 *	4.01E+02 *	4.01E+02 *	3.28E+02 #	3.22E+04 #

טבלה 7-2 (א)
רמות יעד מבוססות-סיכון לשלב 1 – שימוש קרקע לעובד בניין
Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	AIR	SOIL UPTO DEPTH OF CONSTRUCTION					GROUNDWATER	
	Outdoor	Dermal Contact	Ingestion	Outdoor Inhalation	Ingestion, Inhalation (Vapor Emissions and Particulates), and Dermal Contact	Dermal	Outdoor Inhalation of Vapor Emissions	
	[mg/m ³ -air]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/L]	[mg/L]	
Pesticides								
Alachlor	NA	3.58E+03 *	1.08E+03 *	NA	8.27E+02 *	2.79E+00	NA	
Atrazine	NA	8.73E+02 *	2.62E+02 *	NA	2.01E+02 *	1.07E+00	NA	
Chlordane	6.81E-03	1.43E+03 *	1.72E+02 *	3.81E+02 *	1.09E+02 *	5.08E-02	7.93E+03 #	
Endrin	NA	8.60E+02 *	2.58E+02 *	NA	1.99E+02 *	2.54E-01 #	NA	
Heptachlor	5.24E-04	4.46E+01 *	1.34E+01 *	1.63E+01 *	6.32E+00	1.93E-02	1.91E+02 #	
Lindane	2.20E-03	4.56E+02 *	5.47E+01 *	3.59E+06 *	4.89E+01 *	9.53E-02	1.67E+04 #	
Methoxychlor	NA	1.43E+04 *	4.30E+03 *	NA	3.31E+03 *	6.23E-01 #	NA	
Metals								
Arsenic	1.46E-04	4.46E+02	4.01E+01	2.38E+05	3.68E+01	4.01E+00	NA	
Cadmium	1.95E-04	7.17E+03	8.60E+02	3.18E+05	7.66E+02	2.15E+00	NA	
Chromium (III)	NA	NA	1.29E+06	NA	1.29E+06	1.68E+03	NA	
Chromium (VI)	8.11E-06	NA	1.20E+02	1.32E+04	1.19E+02	1.51E-01	NA	
Copper	NA	NA	3.44E+04	NA	3.44E+04	3.44E+03	NA	
Lead	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Manganese	4.87E-04	NA	2.06E+04	7.94E+05	2.01E+04	8.26E+01	NA	
Mercury (Elemental)	2.92E-03	NA	NA	1.40E+01 *	1.40E+01 *	NA	1.32E+02 #	
Nickel (Refinery dust)	4.87E-04	NA	4.30E+04	7.94E+05	4.08E+04	8.60E+02	NA	
Nickel (Soluble Salts)	8.76E-04	NA	1.72E+04	1.43E+06	1.70E+04	3.44E+02	NA	
Selenium	1.95E-01	NA	4.30E+03	3.18E+08	4.30E+03	4.30E+02	NA	
Silver	NA	NA	4.30E+03	NA	4.30E+03	2.87E+01	NA	
Zinc	NA	NA	2.58E+05	NA	2.58E+05	4.30E+04	NA	
Inorganics								
Cyanide	7.79E-03	NA	5.16E+02	5.77E+01	5.19E+01	5.16E+01	6.64E+02	
Others								
Asbestos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
3,5-Dinitro-4-chlorobenzotrifluride	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
2,4/2,6-Dinitrotoluene (DNT) mixture	NA	2.95E+02 *	8.86E+01	NA	6.81E+01	3.06E-01	NA	

*: Calculated Target Level exceeded saturated soil concentration. Calculated value is shown.

#: Calculated Target Level exceeded solubility. Calculated value is shown.

Soil concentrations are presented on a dry weight basis.

If the groundwater concentration protective of outdoor air is < IDWS, use IDWS or the equivalent calculated value.

For Tier 1 RBTs for lead refer to Section E.10.

NA: Not available

For TPH Tier 1 RBTs refer Section 6.4.4.

טבלה 7-2 (ד)

רמות יעד מבוססות-סיכון לשלב 1 – שימוש קרקע ומי תהום במקור (נקודת חשיפה = 0 מ') - ללא הגנה מפני פירוק ביולוגי לבאר מי שתייה

Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	Allowable Concentration at		
	Soil Source [mg/kg]	Groundwater Source [mg/L]	Point of Exposure [mg/L]
VOCs and SVOCs			
1,1,1-Trichloroethane	1.29E-01	2.00E-01	2.00E-01 I
1,1-Biphenyl	1.55E-02	1.08E-03	1.08E-03
1,1-Dichloroethylene	2.40E-02	3.00E-02	3.00E-02 I
1,2,3-Trimethylbenzene	2.53E-02	1.35E-02	1.35E-02
1,2,4-Trimethylbenzene	6.00E-03	3.00E-03	3.00E-03 I
1,2-Dibromo-3-chloropropane	1.48E-04	3.00E-04	3.00E-04 I
1,3,5-Trimethylbenzene	1.82E-01	9.02E-02	9.02E-02
1,3-Butadiene	2.95E-05	1.63E-05	1.63E-05
1,3-Dimethylnaphthalene	NA	NA	NA
1,4-Dichlorobenzene	9.45E-02	7.50E-02	7.50E-02 I
1-Methyl-2-ethylbenzene	NA	NA	NA
1-Methyl-4-ethylbenzene	NA	NA	NA
1-Methyl-4-isopropylbenzene	NA	NA	NA
1-Methylnaphthalene	9.69E-03	1.35E-03	1.35E-03
2,3-Dimethylbutane	NA	NA	NA
2,4,6-Trinitrotoluene (TNT)	1.69E-02	2.12E-03	2.12E-03
2-Methyl-1-butene	NA	NA	NA
2-Methylchrysene	NA	NA	NA
2-Methylnaphthalene	2.68E-01	3.80E-02	3.80E-02
2-Methylpentane	NA	NA	NA
3-Methylpentane	NA	NA	NA
6-Methylchrysene	NA	NA	NA
7,12-Dimethylbenz(a)anthracene	1.16E-05	8.49E-09	8.49E-09
Acenaphthene	6.64E+00	4.70E-01	4.70E-01
Acenaphthylene	NA	NA	NA
Anthracene	6.92E+01 *	1.52E+00 #	1.52E+00 #
Benz(a)anthracene	4.20E-03	8.55E-06	8.55E-06
Benzene	3.44E-03	5.00E-03	5.00E-03 I
Benzo(a)pyrene	8.14E-01	5.00E-04	5.00E-04 I
Benzo(b)fluoranthene	1.01E-02	6.09E-06	6.09E-06
Benzo(e)pyrene	NA	NA	NA
Benzo(g,h,i)perylene	NA	NA	NA
Benzo(k)fluoranthene	1.02E-01	6.28E-05	6.28E-05
Bromoform	8.93E-04	3.33E-03	3.33E-03
Carbon tetrachloride	3.45E-03	4.00E-03	4.00E-03 I
Chloroform	2.67E-02	8.00E-02	8.00E-02 I
Chrysene	5.03E-01 *	1.01E-03	1.01E-03
cis-1,2-Dichloroethylene	1.82E-02	5.00E-02	5.00E-02 I
cis-2-Butene	NA	NA	NA
Coronene	NA	NA	NA
Cyclohexane	5.98E+01	1.62E+01	1.62E+01
Dibenzo(a,h)anthracene	2.17E-03	4.09E-07	4.09E-07
Dibenzothiophene	NA	NA	NA
Ethylbenzene	4.71E-01	3.00E-01	3.00E-01 I
Ethylene dibromide (EDB)	1.46E-05	5.00E-05	5.00E-05 I
Ethylene dichloride (EDC)	5.46E-05	1.80E-04	1.80E-04
Fluoranthene	2.45E+01 *	1.59E-01	1.59E-01
Fluorene	6.62E+00	2.59E-01	2.59E-01
HMX (1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7- tetrazocane)	1.25E+00	7.60E-01	7.60E-01
Indene	NA	NA	NA

טבלה 7-2 (ד)

רמות יעד מבוססות-סיכון לשלב 1 – שימוש קרקע ומי תהום במקור (נקודת חשיפה = 0 מ') - ללא הגנה מפני פירוק ביולוגי לבאר מי שתייה

Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	Allowable Concentration at		
	Soil Source [mg/kg]	Groundwater Source [mg/L]	Point of Exposure [mg/L]
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	3.30E-02	6.11E-06	6.11E-06
Isopropylbenzene	1.24E+00	5.29E-01	5.29E-01
Methyl tertiary butyl ether (MTBE)	8.53E-03	4.00E-02	4.00E-02 I
Methylcyclohexane	NA	NA	NA
Methylcyclopentane	NA	NA	NA
Naphthalene	8.27E-04	1.86E-04	1.86E-04
n-Butylbenzene	1.36E+00	2.95E-01	2.95E-01
n-Heptane	NA	NA	NA
n-Hexane	1.78E+01	4.70E-01	4.70E-01
n-Pentane	7.11E+01	2.70E+00	2.70E+00
n-Propylbenzene	1.76E+00	6.67E-01	6.67E-01
Perylene	NA	NA	NA
Phenanthrene	NA	NA	NA
Pyrene	1.41E+01 *	9.35E-02	9.35E-02
RDX	2.45E-04	5.90E-04	5.90E-04
sec-Butylbenzene	NA	NA	NA
Styrene	7.32E-02	5.00E-02	5.00E-02 I
tert-Butylbenzene	NA	NA	NA
Tetrachloroethylene	7.99E-03	1.00E-02	1.00E-02 I
Toluene	6.69E-01	7.00E-01	7.00E-01 I
trans-1,2-Dichloroethylene	1.82E-02	5.00E-02	5.00E-02 I
trans-2-Butene	NA	NA	NA
Trichloroethylene	1.62E-02	3.00E-02	3.00E-02 I
Vinyl chloride	4.03E-04	5.00E-04	5.00E-04 I
Xylene (m)	1.36E+00	1.00E+00	1.00E+00 I
Xylene (o)	1.34E+00	1.00E+00	1.00E+00 I
Xylene (p)	3.27E-01	2.42E-01	2.42E-01
Xylenes (total)	6.69E-01	5.00E-01	5.00E-01 I
Pesticides			
Alachlor	4.14E-03	4.00E-03	4.00E-03 I
Atrazine	1.58E-03	2.00E-03	2.00E-03 I
Chlordane	9.38E-01	1.00E-02	1.00E-02 I
Endrin	1.12E-01	2.00E-03	2.00E-03 I
Heptachlor	4.58E-02	4.00E-04	4.00E-04 I
Lindane	7.95E-03	1.00E-03	1.00E-03 I
Methoxychlor	1.57E+00	2.10E-02	2.10E-02
Metals			
Arsenic	8.06E-01	1.00E-02	1.00E-02 I
Cadmium	1.04E+00	5.00E-03	5.00E-03 I
Chromium (III)	2.50E+05	5.00E-02	5.00E-02 I
Chromium (VI)	2.64E+00	5.00E-02	5.00E-02 I
Copper	1.55E+02	1.40E+00	1.40E+00 I
Lead	2.79E-01	1.00E-02	1.00E-02 I
Manganese	2.78E+01	2.00E-01	2.00E-01 I
Mercury (Elemental)	1.45E-01	1.00E-03	1.00E-03 I
Nickel (Refinery dust)	3.61E+00	2.00E-02	2.00E-02 I
Nickel (Soluble Salts)	3.61E+00	2.00E-02	2.00E-02 I
Selenium	1.40E-01	1.00E-02	1.00E-02 I
Silver	2.32E+00	1.00E-01	1.00E-01 I
Zinc	8.60E+02	5.00E+00	5.00E+00 I
Inorganics			
Cyanide	1.38E+00	5.00E-02	5.00E-02 I

טבלה 7-2(ד)

רמות יעד מבוססות-סיכון לשלב 1 – שימוש קרקע ומי תהום במקור (נקודת חשיפה = 0 מ') - ללא הגנה מפני פירוק ביולוגי לבאר מי שתייה

Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	Allowable Concentration at		
	Soil Source [mg/kg]	Groundwater Source [mg/L]	Point of Exposure [mg/L]
Others			
Asbestos	NA	NA	NA
3,5-Dinitro-4-chlorobenzotrifluoride	NA	NA	NA
2,4/2,6-Dinitrotoluene (DNT) mixture	1.54E-04	8.56E-05	8.56E-05

*: Calculated Target Level exceeded saturated soil concentration. Calculated value is shown.

#: Calculated Target Level exceeded solubility. Calculated value is shown.

I: Value is Israeli Drinking Water Standard (IDWS).

POE: Point of exposure.

m: Meters

NA: Not available

**Depending on the depth to groundwater and distance to the point of exposure (POE), the soil source and groundwater source target levels in the above table have to be multiplied by the unsaturated zone DAF (that depends on depth to groundwater) and the horizontal saturated zone DAF (which depends on the horizontal distance to drinking water well) presented in Table 7-2(e).
For TPH Tier 1 RBTLs refer Section 6.4.4.**

טבלה 7-2(ה)
מקדם הפחתת דילול לתווך הרווי (מי תהום)
Israel Risk-Based Corrective Action

Distance to POE [m]	Dilution Attenuation Factor (DAF)* [--]
0	1
25	2.22
50	5.51
75	11
100	18.7
125	28.7
150	40.8
200	71.8

Notes:

Unsaturated Zone DAF:

Depth to groundwater less than 6 m, DAF = 1

Depth to groundwater 6 - 16 m, DAF = 2

Depth to groundwater greater than 16 m, DAF = 4

m: Meters

*: Calculated using the Domenico's model assuming no biodegradation.

טבלה 7-2(י)

רמות יעד מבוססות-סיכון לשלב 1 עבור קרקע ומי תהום במקור (נקודת שחרור = 0 מ') – ללא הגנה מפירוק ביולוגי של גוף מים עיליים טריים

Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	Allowable Concentration at		
	Soil Source [mg/kg]	Groundwater Source [mg/L]	Point of Discharge [mg/L]
VOCs and SVOCs			
1,1,1-Trichloroethane	4.01E-02	6.20E-02	6.20E-02
1,1-Biphenyl	2.02E-01	1.40E-02	1.40E-02
1,1-Dichloroethylene	2.00E-02	2.50E-02	2.50E-02
1,2,3-Trimethylbenzene	NA	NA	NA
1,2,4-Trimethylbenzene	6.60E-02	3.30E-02	3.30E-02
1,2-Dibromo-3-chloropropane	9.86E-05	2.00E-04	2.00E-04
1,3,5-Trimethylbenzene	1.43E-01	7.10E-02	7.10E-02
1,3-Butadiene	NA	NA	NA
1,3-Dimethylnaphthalene	NA	NA	NA
1,4-Dichlorobenzene	3.78E-03	3.00E-03	3.00E-03
1-Methyl-2-ethylbenzene	NA	NA	NA
1-Methyl-4-ethylbenzene	NA	NA	NA
1-Methyl-4-isopropylbenzene	NA	NA	NA
1-Methylnaphthalene	1.51E-02	2.10E-03	2.10E-03
2,3-Dimethylbutane	NA	NA	NA
2,4,6-Trinitrotoluene (TNT)	7.97E-01	1.00E-01	1.00E-01
2-Methyl-1-butene	NA	NA	NA
2-Methylchrysene	NA	NA	NA
2-Methylnaphthalene	3.31E-02	4.70E-03	4.70E-03
2-Methylpentane	NA	NA	NA
3-Methylpentane	NA	NA	NA
6-Methylchrysene	NA	NA	NA
7,12-Dimethylbenz(a)anthracene	NA	NA	NA
Acenaphthene	3.25E-01	2.30E-02	2.30E-02
Acenaphthylene	5.81E-01	3.00E-02	3.00E-02
Anthracene	3.32E-02	7.30E-04	7.30E-04
Benz(a)anthracene	1.32E-02	2.70E-05	2.70E-05
Benzene	4.82E-02	7.00E-02	7.00E-02
Benzo(a)pyrene	2.28E-02	1.40E-05	1.40E-05
Benzo(b)fluoranthene	4.82E-02	2.90E-05	2.90E-05
Benzo(e)pyrene	NA	NA	NA
Benzo(g,h,i)perylene	4.39E-01 *	1.00E-04	1.00E-04
Benzo(k)fluoranthene	6.03E+00 *	3.70E-03 #	3.70E-03 #
Bromoform	8.59E-02	3.20E-01	3.20E-01
Carbon tetrachloride	8.46E-03	9.80E-03	9.80E-03
Chloroform	2.07E-01	6.20E-01	6.20E-01
Chrysene	1.75E-01	3.50E-04	3.50E-04
cis-1,2-Dichloroethylene	2.14E-01	5.90E-01	5.90E-01
cis-2-Butene	NA	NA	NA
Coronene	1.60E+00 *	2.00E-05 #	2.00E-05 #
Cyclohexane	NA	NA	NA
Dibenzo(a,h)anthracene	3.98E+01 *	7.50E-03 #	7.50E-03 #
Dibenzothiophene	NA	NA	NA
Ethylbenzene	4.55E-01	2.90E-01	2.90E-01
Ethylene dibromide (EDB)	3.80E-03	1.30E-02	1.30E-02
Ethylene dichloride (EDC)	1.12E-02	3.70E-02	3.70E-02
Fluoranthene	1.54E-01	1.00E-03	1.00E-03

טבלה 7-2 (י)

רמות יעד מבוססות-סיכון לשלב 1 עבור קרקע ומי תהום במקור (נקודת שחרור = 0 מ') – ללא הגנה מפירוק ביולוגי של גוף מים עיליים טריים

Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	Allowable Concentration at		
	Soil Source [mg/kg]	Groundwater Source [mg/L]	Point of Discharge [mg/L]
Fluorene	9.97E-02	3.90E-03	3.90E-03
HMX (1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7- tetrazocane)	2.46E-01	1.50E-01	1.50E-01
Indene	NA	NA	NA
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	2.60E-01	4.80E-05	4.80E-05
Isopropylbenzene	6.09E-03	2.60E-03	2.60E-03
Methyl tertiary butyl ether (MTBE)	2.36E+00	1.11E+01	1.11E+01
Methylcyclohexane	NA	NA	NA
Methylcyclopentane	NA	NA	NA
Naphthalene	4.91E-03	1.10E-03	1.10E-03
n-Butylbenzene	NA	NA	NA
n-Heptane	NA	NA	NA
n-Hexane	2.20E-02	5.80E-04	5.80E-04
n-Pentane	NA	NA	NA
n-Propylbenzene	3.38E-01	1.28E-01	1.28E-01
Perylene	2.16E-01	2.00E-05	2.00E-05
Phenanthrene	1.57E-02	4.00E-04	4.00E-04
Pyrene	3.02E-01	2.00E-03	2.00E-03
RDX	7.49E-02	1.80E-01	1.80E-01
sec-Butylbenzene	NA	NA	NA
Styrene	1.46E-01	1.00E-01	1.00E-01
tert-Butylbenzene	NA	NA	NA
Tetrachloroethylene	9.59E-02	1.20E-01	1.20E-01
Toluene	1.24E-01	1.30E-01	1.30E-01
trans-1,2-Dichloroethylene	2.14E-01	5.90E-01	5.90E-01
trans-2-Butene	NA	NA	NA
Trichloroethylene	1.95E-01	3.60E-01	3.60E-01
Vinyl chloride	6.29E-01	7.80E-01	7.80E-01
Xylene (m)	2.45E-03	1.80E-03	1.80E-03
Xylene (o)	NA	NA	NA
Xylene (p)	NA	NA	NA
Xylenes (total)	1.34E-01	1.00E-01	1.00E-01
Pesticides			
Alachlor	5.18E-04	5.00E-04	5.00E-04
Atrazine	1.42E-03	1.80E-03	1.80E-03
Chlordane	4.03E-04	4.30E-06	4.30E-06
Endrin	2.01E-03	3.60E-05	3.60E-05
Heptachlor	4.35E-04	3.80E-06	3.80E-06
Lindane	6.36E-04	8.00E-05	8.00E-05
Methoxychlor	1.42E-03	1.90E-05	1.90E-05
Metals			
Arsenic	8.06E+00	1.00E-01	1.00E-01
Cadmium	1.04E+00	5.00E-03	5.00E-03
Chromium (III)	2.50E+05	5.00E-02	5.00E-02
Chromium (VI)	5.81E-01	1.10E-02	1.10E-02
Copper	2.21E+00	2.00E-02	2.00E-02
Lead	2.23E-01	8.00E-03	8.00E-03
Manganese	NA	NA	NA
Mercury (Elemental)	7.23E-02	5.00E-04	5.00E-04
Nickel (Refinery dust)	9.02E+00	5.00E-02	5.00E-02

טבלה 7-2(ו)

רמות יעד מבוססות-סיכון לשלב 1 עבור קרקע ומי תהום במקור (נקודת שחרור = 0 מ') – ללא הגנה מפירוק ביולוגי של גוף מים עיליים טריים

Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	Allowable Concentration at		
	Soil Source [mg/kg]	Groundwater Source [mg/L]	Point of Discharge [mg/L]
Nickel (Soluble Salts)	9.02E+00	5.00E-02	5.00E-02
Selenium	7.02E-02	5.00E-03	5.00E-03
Silver	7.88E-03	3.40E-04	3.40E-04
Zinc	3.44E+01	2.00E-01	2.00E-01
Inorganics			
Cyanide	1.38E-01	5.00E-03	5.00E-03
Others			
Asbestos	NA	NA	NA
3,5-Dinitro-4-chlorobenzotrifluoride	NA	NA	NA
2,4/2,6-Dinitrotoluene (DNT) mixture	NA	NA	NA

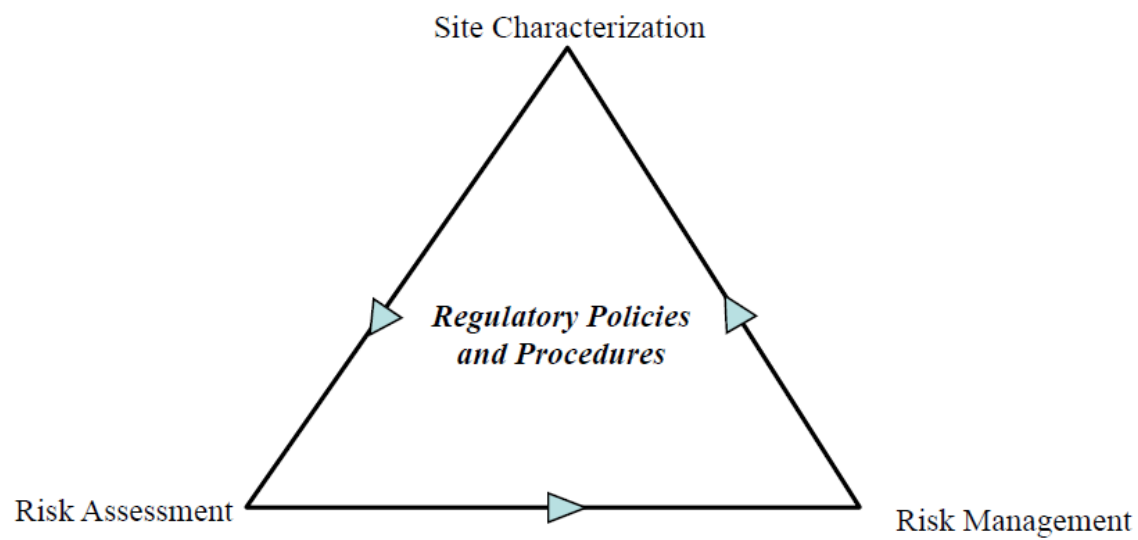
*: Calculated Target Level exceeded saturated soil concentration. Calculated value is shown.

#: Calculated Target Level exceeded solubility. Calculated value is shown.

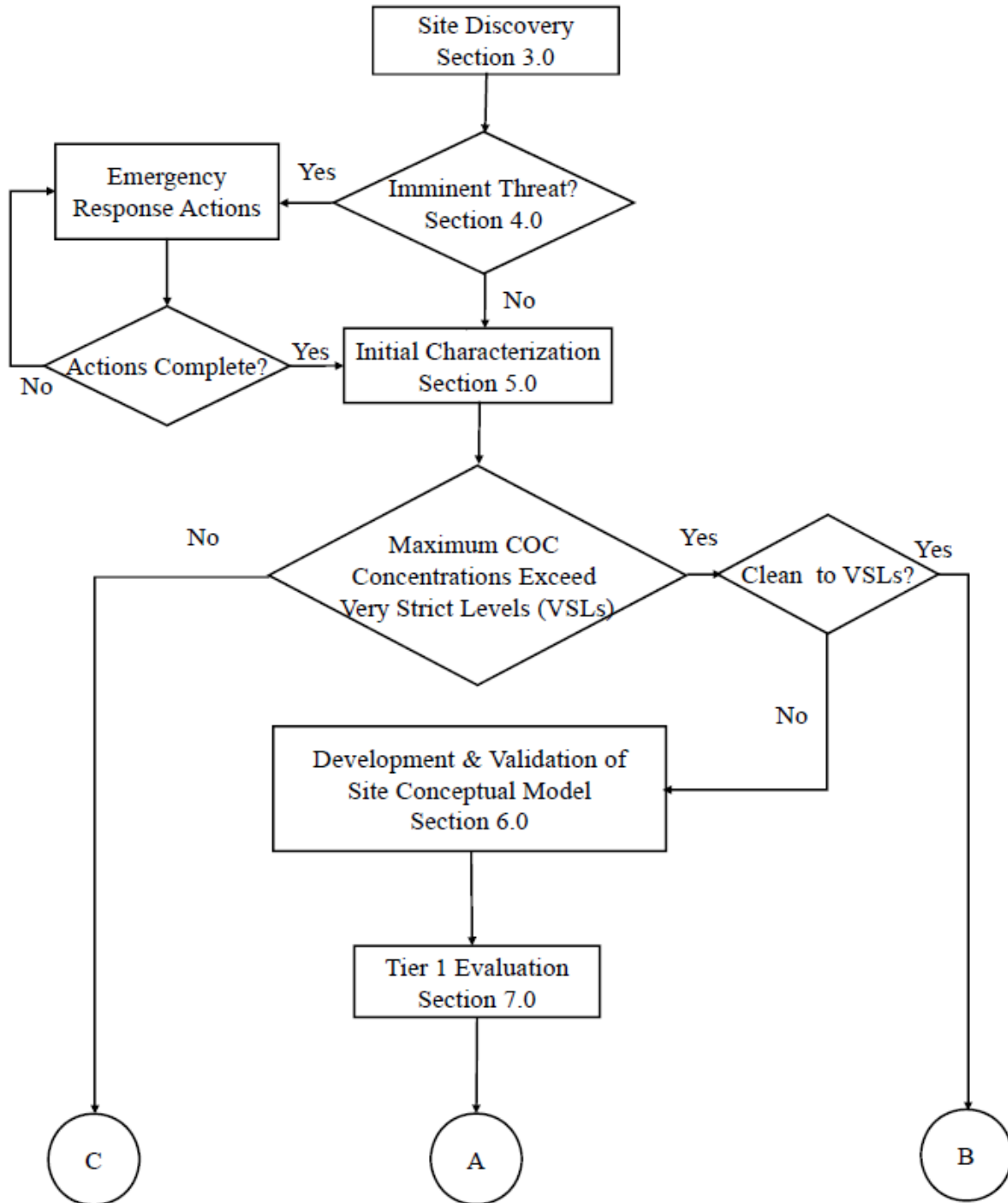
NA: Not available

Depending on the depth to groundwater and distance to the point of discharge, the soil source and groundwater source target levels in the above table have to be multiplied by the unsaturated zone DAF (that depends on depth to groundwater) and the horizontal saturated zone DAF (which depends on the horizontal distance to point of discharge) presented in Table 7-2(e).
For TPH Tier 1 RBTLs refer Section 6.4.4.

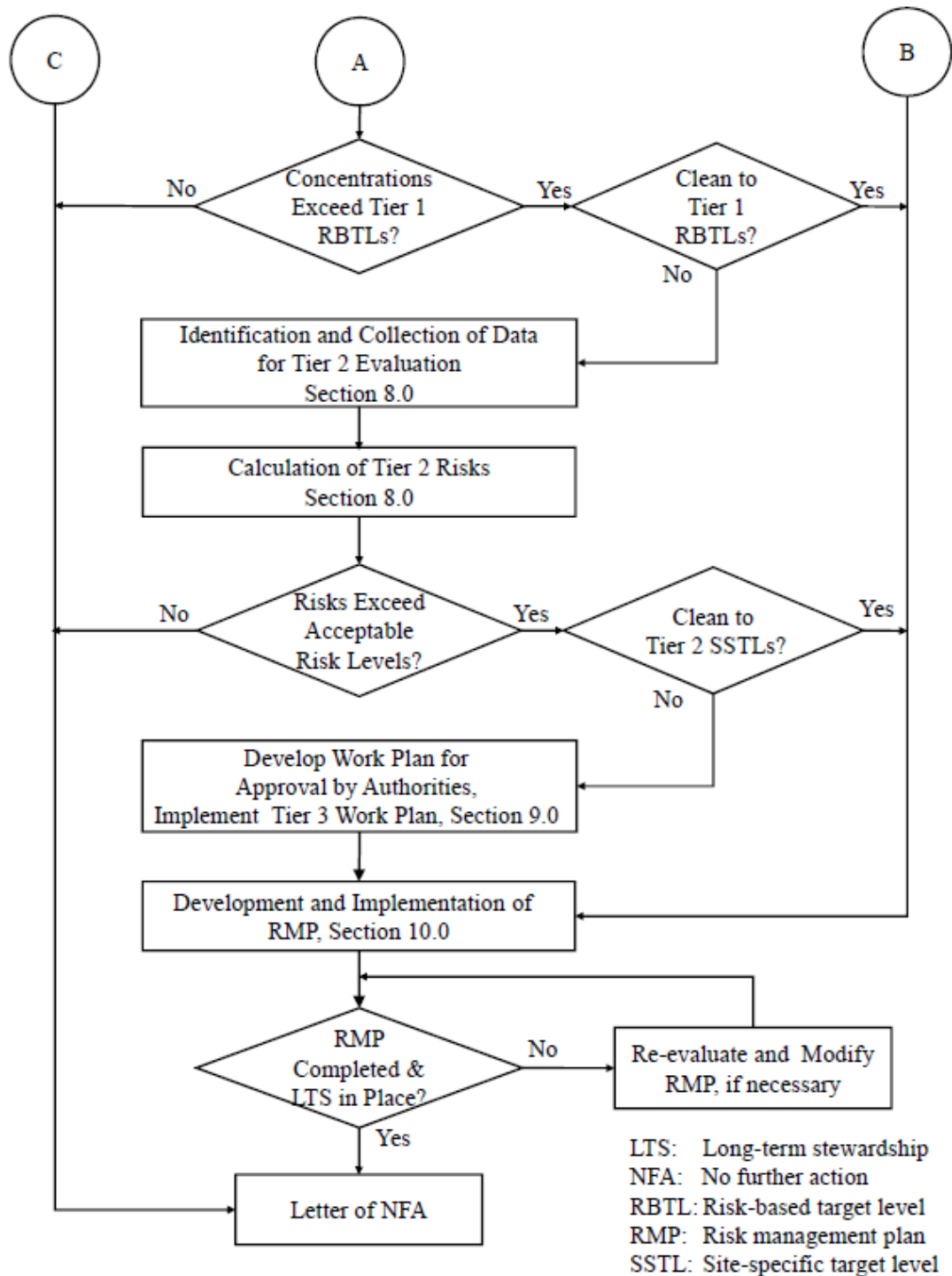
תרשים 2-1. פעילויות עיקריות המבוצעות תחת תהליך ה-IRBCA.



תרשים 2-2. תרשים זרימה של ה-IRBCA.



תרשים 2-2. תרשים זרימה של ה-IRBCA.



מפת איזורי סכנה למקורות מים כתוצאה מזיהום על ידי דלקים

- | | | |
|----|---|---|
| 1a |  | 1a אגן ההקדחת של המזרח |
| a |  | אקוויפר ראשי שבו הנזק אינו ניתן לתיקון |
| b |  | אקוויפר ראשי בו הנזק ניתן לתיקון או אקוויפר משני בו הנזק לא ניתן לתיקון |
| 1b |  | 1b אקוויפר בעל חשיבות מעטה בו כמות המים קטנה והוא רגיש במידה מסוימת |
| c |  | c איזור שבו לא קיימת סכנה למקורות מים |

20 0 20 40 Kilometers



קני"מ קליטה: 1:250,000
מקור: משרד החקלאות-נציבות המים
קליטה סיפרתית: המשרד לאיכות הסביבה

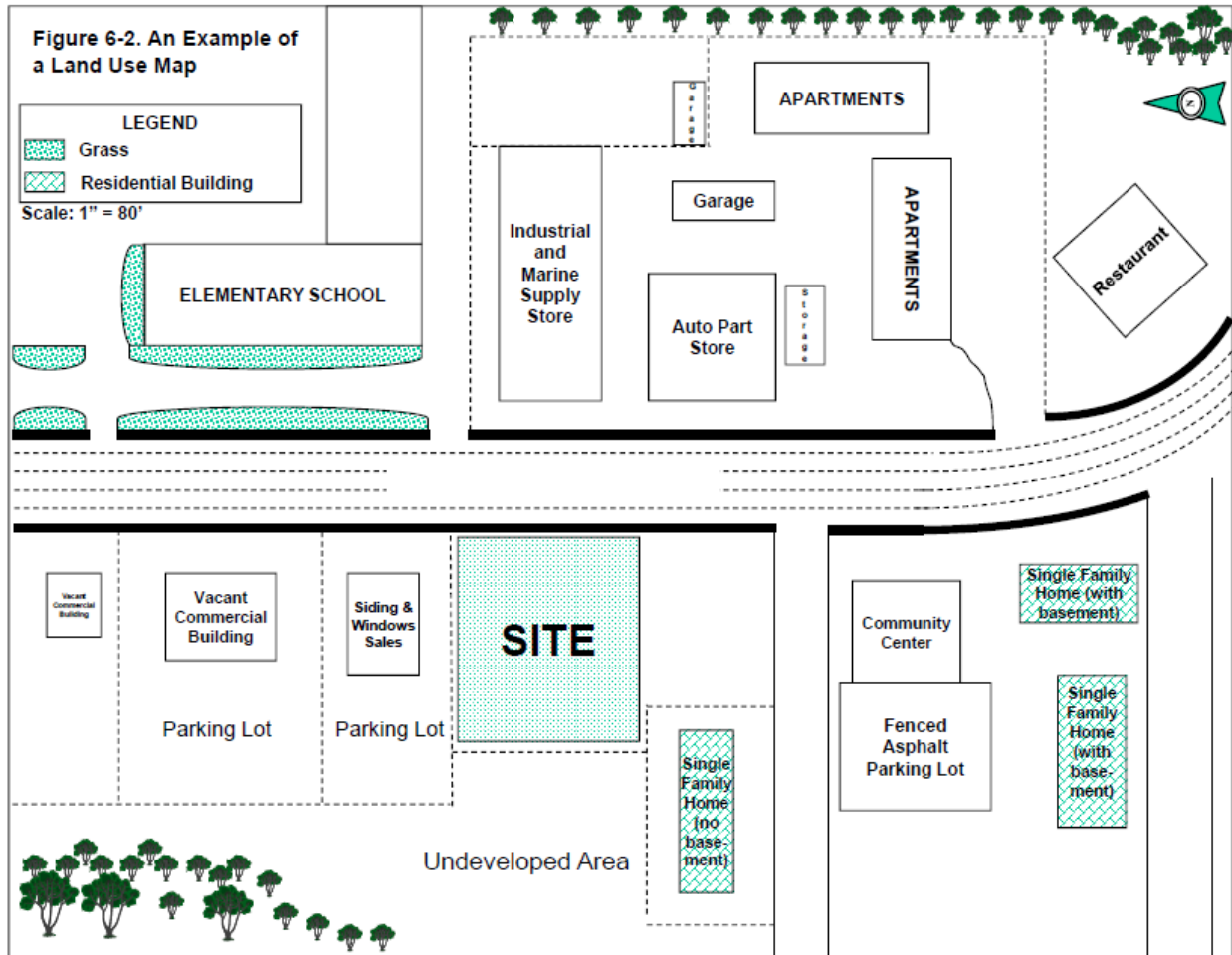


המשרד לאיכות הסביבה
מרכז מידע גיאוגרפי
אגף תכנון
טל. 02-6495861

Figure 6-1
Hydro-geological Regimes

filed - sensitive
d:\map\sa4\aquifer\aquifer.apr
1-aquifer
d:\map\sa4\aquifer

תרשים 6-2 - דוגמה למפת שימושי קרקע



נספח א'
בחירה בכימיקלים חשודים להערכת IRBCA

עמוד

א-2	מבוא	א.1
א-2	איסוף כל הנתונים לפי איכות	א.2
א-4	חלוקת הנתונים לכימיקלים שאותרו וכימיקלים שלא אותרו	א.3
א-4	התחשבות בכימיקלים שלא אותרו בדגימה כלשהי	א.4
א-4	התחשבות בכימיקלים שאותרו	א.5
א-5	ביטול באמצעות סינון רעילות	א.6

טבלאות

טבלה א-1	חישוב הסינון של רעילות סרטנית
טבלה א-2	חישוב הסינון של רעילות שאינה סרטנית

איורים

איור א-1	תרשים זרימה לקביעת כימיקלים חשודים בקרקע, מי תהום או מים עיליים
----------	---

1.א מבוא

סעיף זה מציג את השלבים הנדרשים לברור כימיקלים מסוימים ומתמקד בהערכת הכימיקלים החשודים אשר תורמים בצורה המשמעותית ביותר לסיכון הכולל באתר. איור א-1 מציג את התהליך של הסרת כימיקלים. ייתכן שיהיה צורך לבחור כימיקלים חשודים עיקריים מפני שהשיטות האנליטיות עשויות לזהות כימיקלים שהם תוצר של תהליך הדיגום אך אינם קשורים לאתר. כמו כן, ייתכן שיזוהו כימיקלים אחרים המופיעים באופן טבעי ויש לשקול את הסרתם מרשימת הכימיקלים אם הם לא היו בשימוש באתר ואינם מהווים תוצאה של שינוי הכימיקלים המשמשים באתר.

בהתאם לתנאים הייחודיים באתר, ייתכן שלא יהיה צורך בכל השלבים המתוארים להלן בכל אתר. בנוסף לכך, ניתן להשתמש בשיטות נוספות שאינן נידונות בהמשך לאחר קבלת אישור מהרשויות.

2.א איסוף כל הנתונים לפי איכות

בדרך כלל, נתונים אנליטיים נאספים במהלך חקירות מרובות באתר, כאשר הנתונים נכללים במספר דו"חות שונים. לפיכך, שלב חשוב בניהול וההבנה של נתוני האתר הינו לדעת מתי נתונים שונים נאספו, מהי השיטה האנליטית שהיתה בשימוש ומהם קריטריוני בקרת האיכות/הבטחת האיכות בהם יהיה שימוש. לאחר מכן יש להעריך בקפידה את הנתונים בכדי לקבוע אם יש לבטל את הנתונים, להשתמש בהם באופן איכותני או להשתמש בהם באופן כמותי בסקר הסיכונים רב-השלבי.

דוגמאות לנתונים שניתן לבטל למטרת סקר סיכונים כמותי:

- נתונים שנאספו באמצעות קידוח לא מאושר ו/או שיטות דיגום לא מאושרות;
- נתוני סינון בשטח (למשל, PID, FID, MIP, XRF וכו') שנמדדו בקרקע או בגז קרקע או דגימות סביבתיות אחרות;
- דגימות שלא נלקחו בהתאם לפרוצדורת התפעול הסטנדרטית של המשרד להגנת הסביבה או הנחיותיו;
- דגימות קרקע, גז קרקע, סדימנטים, מים עיליים, מי ים או זליגה שנאספו על ידי עובדים שאינם דוגמים מוסמכים;
- נתונים מדגימות שלא נשמרו או הועברו כראוי למעבדה האנליטית או שלא הוצאו או נותחו בהתאם לזמני ההחזקה, הפרוצדורות והשיטות המאושרות על ידי המשרד להגנת הסביבה;
- נתונים אשר נותחו באמצעות שיטה אנליטית מיושנת או שיטה שאינה רגישה מספיק או שיטה שגויה, לא מוכחת או לא מאומתת;
- נתונים שנותחו באמצעות שיטות שאינן מתאימות למטרות סקר הסיכונים, למשל נתונים עם מגבלות דיווח גבוהות באופן בלתי מקובל;
- נתונים שאינם תמיכה מספיקה מנתוני/מדידות בקרת איכות/הבטחת איכות;
- נתונים ישנים שאינם מייצגים את התנאים כיום;
- נתונים שנאספו לפני פעולות שיקום כלשהן באתר.

ניתן להשתמש בנתונים ישנים או ממצאי שדה לניתוח איכותני בכדי לבדוק מגמות. ניתן להשתמש בנתוני סינון מהשטח רק אם הם נאספו בהתאם לפרוצדורת התפעול הסטנדרטית ולהנחיות של המשרד להגנת הסביבה ובאמצעות גלאים, חיישנים או גששים המתחזקים ומכילים בהתאם להוראות היצרן. הסרת נתונים כלשהם למטרות סקר הסיכונים על ידי קריטריונים אלה או קריטריונים דומים מבוסס על התנאי שקיימים נתונים באיכות גבוהה יותר, נתונים חדשים או מייצגים יותר. אין להסיר נתונים אלא אם קיים מידע טוב יותר או שברור שלא ניתן להשתמש בנתונים.

יש לזהות בבירור נתונים שאינם בשימוש בסקר הסיכונים הכמותי ולקבוע את הסיבה להסרתם. יש לתעד מידע זה בבירור בדוח ה-IRBCA.

במקומות בהם הכימיקלים החשודים בקרקע או בסדימנטים לא מתפרקים בקלות ו/או מועברים לסביבה, נתונים "ישנים" יכולים לייצג במדויק או באופן שמרני את התנאים הנוכחיים באתר ועל כן סביר יהיה להשתמש בנתונים כאלה אם לא ניתן להשיג נתונים חדשים. דוגמאות לכימיקלים חשודים כאלה הן מתכות, מזהמים אורגניים עמידים כגון: PAHs, חומרי הדברה, PCBs, דיוקסין פוליכלורין ודיבנזופוראנים. עקב היציבות הכימית/פיזית היחסית שלהן, העמידות בסביבה ואופיין ההידרופובי, תרכובות אלה נוטות להיספג במידה רבה בקרקע ובסדימנטים, הן לא נעות בקלות ברוב המקרים, ובזכות יציבותן, הריכוזים שלהן בסביבה נותרים בדרך כלל עקביים לאורך תקופות זמן ארוכות. אין להסיר כימיקלים אלה אלא אם ניתן להוכיח שהם מופיעים בריכוזי רקע.

כימיקלים חשודים מסוימים, כמו פחמימיני דלקים וממסים נדיפים, מתפרקים ו/או מועברים לסביבה. ללא היתרון של נתונים נוספים ועדכניים יותר, השימוש בנתונים "ישנים" לכימיקלי חשודים אלה יהווה תרחיש "המקרה הגרוע ביותר", בהנחה שלא היו שפיכות או דליפות חדשות מאז שהנתונים הישנים נאספו. לפיכך, אם סקר הסיכונים משתמש בריכוזים ישנים (גבוהים) ומראה שהסיכון מקובל, הסיכון המשווה לריכוזים השיוריים הנוכחיים יהיה מקובל גם הוא. יש להעריך גישה זו בזהירות וצריך להתחשב באופי של הכימיקלים החשודים כדי להימנע מהערכה מופחתת של הסיכון, לדוגמה כאשר טריכלורואתילן (TCE) הופך לוויניל כלוריד הרעיל יותר. במקרה כזה, שימוש בנתונים ישנים יביא להערכה מופחתת של סיכון אם חלק ניכר מה-TCE הומר לוויניל כלוריד (נתון אותו ניתן לבדוק רק באמצעות דגימות חדשות יותר). במקרה של פחמימיני דלקים, ייתכן שהמצב ההפוך יקרה ונצפה לריכוזים רעילים נמוכים ורעילים פחות לאורך זמן, בהתאם לתנאי האתר הספציפיים ולליתולוגיה שלו.

הדוגמאות דלהלן אינן מקיפות כלל אך מדגישות מספר שיקולים בהם יש להתחשב כאשר משתמשים בנתונים ישנים. אין לבלבל בשום מקרה את השימוש בנתונים ישנים למטרות סקר סיכונים עם השימוש בנתונים ישנים למטרות אחרות. כל הנתונים תורמים להבנה של תנאי האתר. במהלך החקירה ניתן להשתמש בנתונים ישנים כדי להעריך ולתאר מגמות זיהום לטווח ארוך. למטרות שיקום, נתונים ישנים מייצגים לעתים את "נקודת הפתיחה" לפיתוח מאזן מסה כימי (שיקום/טיפול מזהמים), להערכת מסגרת הזמן של השיקום ולהערכת היציבות של פלומת הזיהום במי תהום.

3.א חלוקת הנתונים לכימיקלים שאותרו וכימיקלים שלא אותרו

הנתונים הנחשבים לברי שימוש בסקר סיכונים צריכים להתחלק לנתונים לכל מדיה שחוששים לגביה, לדוגמה שכבת הקרקע העליונה, גז קרקע, תת הקרקע (הלא רוויה), קרקע בעומק הבנייה, מי תהום רדודים, מים עיליים, מי ים, סדימנטים וכו'.

בתוך כל מדיה הדגימות יתחלקו לשתי רשימות.

- רשימה 1 תכלול את כל הכימיקלים שנבדקו אך לא אותרו באף אחת מהדוגמאות.
- רשימה 2 תכלול נתונים לכל הדגימות שבהן אותר ערך אחד לפחות.

4.א התחשבות בכימיקלים שלא אותרו בדגימה כלשהי

ברשימה 1 (המוגדרת לעיל) ניתן להסיר רכיבים מנותחים שלא אותרו באופן חיובי בדגימות כלשהן ולא להתחשב בהם כל עוד:

- הגבלות האיתור עומדות בדרישות בקרת האיכות/הבטחת האיכות;
- כל מגבולות הגילוי של כימיקל מסוים נמוכים מרמות היעד מבוססות-הסיכון המתאימות של שלב 1, השיטה האנליטית הייתה אמינה ואושרה על ידי הרשויות למטרה זו.

אם כימיקל לא אותר מעולם בדגימה כלשהי בשיטה האנליטית שהיתה בשימוש, אך הוא עשוי להיות קשור לאתר, יש לדגום שוב את המדיה באמצעות שיטה חלופית ורגישה יותר שאומתה במעבדה.

5.א התחשבות בכימיקלים שאותרו

יש לבחון בקפידה את הרשימה השנייה של החומרים להם נמדד לפחות ערך אחד. ניתן להסיר כימיקלים באישור הרשויות על סמך השיקולים הבאים:

1. הריכוז המרבי הינו נמוך מרמות הסיכון האנושיות והאקולוגיות.
2. נראה שהכימיקל הינו תרכובת אשר לא מזוהה בבירור ובדיקת האתר ההיסטורית מראה שהוא לא שימש באתר, קשר לפעולה אחרת כלשהי באתר כמו חומר מילוי, לא עבר מאתר סמוך ואינו תוצר פירוק/ריקבון של כימיקל כלשהו באתר.
3. אם מספר דגימות מספיק מבחינה סטטיסטית נאסף מכל מדיה, כולל אזורי מקור, והכימיקל זוהה בפחות מ- 5 אחוזים מהדגימות. תדירות זיהוי של 5 אחוזים מרמזת שמתוך 20 הדגימות שנלקחו, בדגימה אחת נמצא ריכוז מדיד ואילו ב- 19 הדגימות הנותרות הריכוז היה מתחת לגבול הזיהוי, וכך האפשרות של "מוקד זיהום" נפסלת ומתקבלת על ידי המשרד להגנת הסביבה.
4. ריכוז הכימיקלים שזוהו באתר ומחוצה לו הינה זהה או נמוכה יותר מהריכוז בדגימות

רקע המבוססות על מדידות ייחודיות לאתר. אם הצד האחראי חושב שערך הרקע גבוה יותר או שווה לערך הנמדד (שבתורו גבוה יותר מהרמות המחמירות מאוד הרלוונטיות לאתר), הוא יכול להציג נתונים תומכים למשרד להגנת הסביבה ולבקש את הסרת הכימיקל.

5. הכימיקל הינו תוצר מעבדה או תוצר דגימה. הדבר נכון במיוחד אם הכימיקל זוהה בעקביות גם בדגימות של בקרת איכות/הבטחת איכות השייכות למדיה הרלוונטית לגביה קיים חשש. (לדוגמה, אם נמצא אצטון בדגימות מי תהום אך הוא משויך לבעיה במעבדה, יש להצדיק מסקנה זו על ידי מציאת אצטון בדגימות בקרת איכות/הבטחת איכות המשיכות של מי התהום, ולא בקרקע או במדיה אחרת כלשהי). ביטול התחשבות נוספת בכימיקלים חשודים בעקבות תוצרי מעבדה או חומרים מזדהמים נפוצים במעבדה צריכים לקבל תמיכה ממידע ספציפי לאתר של בקרת איכות/הבטחת איכות.

6.א ביטול באמצעות סינון רעילות

אם תהליך הסינון המתואר לעיל מוביל לכך שיש יותר מ-30 כימיקלים בעלי תפוצה דומה ברחבי תחום החשיפה, ניתן להסיר כימיקלים נוספים באמצעות סינון רעילות (USEPA, 1989). מטרתל פרוצדורת סינון זו הינה לזהות ואולי להסיר כימיקלים להם ישנה סבירות לתרום פחות מ-1 עד 5 אחוזים לסיכון הכולל.

פרוצדורות שלב-אחר-שלב להערכת התרומה לסיכון נידונות להלן:

שלב 1: זיהוי הריכוז המרבי של הכימיקל בכל מדיה.

שלב 2: בחירת ערכי הרעילות, כלומר מנת הייחוס ומקדם השיפוע של הכימיקל. בכימיקלים להם יש ערכי רעילות שונים למסלולי חשיפה שונים, יש להשתמש בערך "הרעיל" ביותר, כלומר מקדם השיפוע הגבוה ביותר ומנת הייחוס הקטנה ביותר.

שלב 3: הערכת ניקוד הרעילות הסרטנית וזו שאינה סרטנית על ידי הכפלת הריכוז במקדם השיפוע ועל ידי חלוקת הריכוז במנת הייחוס, בהתאמה.

שלב 4: הערכת ניקוד האתר המצטבר על ידי הוספת ניקוד הרעילות של כל כימיקל וכל מדיה. ניקוד אתר נפרד יחושב להשפעות סרטניות והשפעות לא סרטניות.

שלב 5: הערכת אחוז התרומה של כל כימיקל לניקוד האתר והסרת כימיקלים להם יש ניקוד נמוך מאוד או אחוז תרומה נמוך יחסית לכימיקלים האחרים. באופן כללי, כימיקלים עם ניקוד רעילות הנמוך מאחוז אחד ניתנים לביטול מידי. במקרים מסוימים, בהתאם לחלוקה של ניקודי הרעילות, ניתן להסיר כימיקלים עם ניקוד רעילות של עד 5 אחוזים. טבלאות א-1 ו-א-2 הן גיליונות ריקים לדוגמה, בהן ניתן להשתמש בכדי ליישם את התהליך.

יש לתעד בבירור את ההסרה של כל כימיקל ואת הרציונל ששימש לכך. עם השלמת סקר הסיכונים, יש לבדוק שוב את הכימיקלים שהוסרו, במיוחד בעת שימוש בסינון רעילות, ולקבוע אם הכללתם עלולה להוביל לסיכון לא מקובל.

טבלה א-1
חישוב רעילות סרטנית

Chemical	Surficial Soil				Subsurface Soil				Groundwater				Site Toxicity	% Risk Contribution by Chemical
	C _{max}	SF	Toxicity Score		C _{max}	SF	Toxicity Score		C _{max}	SF	Toxicity Score			
			C _{max} *SF	%			C _{max} *SF	%			C _{max} *SF	%		
C1														
C2														
C3														
C4 - Cx														
Total	NA	NA			NA	NA			NA	NA				

Notes:

C_{max}: Maximum concentration

SF: Slope factor (kg-day/mg)

Site toxicity: Sum of toxicity score for each media. In this example, sum of (C_{max} * SF) for surficial soil, subsurface soil, and groundwater.

%: Percentage of total toxicity score

NA: Not applicable

טבלה א-2
חישוב רעילות לא-סרטנית

Chemical	Surficial Soil				Subsurface Soil				Groundwater				Site Toxicity	% Risk Contribution by Chemical
	C _{max}	RfD	Toxicity Score		C _{max}	RfD	Toxicity Score		C _{max}	RfD	Toxicity Score			
			C _{max} /RfD	%			C _{max} /RfD	%			C _{max} /RfD	%		
C1														
C2														
C3														
C4 - Cx														
Total	NA	NA			NA	NA			NA	NA				

Notes:

C_{max}: Maximum concentration

RfD: Reference dose (mg/kg-day)

Site toxicity: Sum of toxicity score for each media. In this example, sum of (C_{max}/RfD) for surficial soil, subsurface soil, and groundwater.

%: Percentage of total toxicity score

NA: Not applicable

(ריק)

נספח ג'
פרמטרים לשינוי בסקר סיכונים בשלב 2

<u>עמוד</u>		
1.ג	מבוא	2-ג
2.ג	פרמטרים של קרקע	2-ג
3.ג	קצב ריקבון ביולוגי	5-ג
4.ג	פרמטרים של מי תהום	5-ג
5.ג	פרמטרים של בנייה	8-ג
6.ג	פרמטרים של מים עיליים להגנה על מים עיליים ונחלים	9-ג

1.ג מבוא

בסקר סיכונים בשלב 2, בערכי מינימום ייחודיים לאתר, יש להשתמש במשתנים הבאים.

2.ג משתנים של קרקע

הממד של שכבת הקרקע העליונה מקבילה לרוח (W_a)

משתנה זה משמש לחישוב הסיכון ורמות היעד לשאיפת אדים וחלקיקים מאזור שכבת הקרקע העליונה. הוא מייצג את הממד הארוך ביותר של תחום החשיפה למגע ישיר עם מסלול שכבת הקרקע העליונה המקבילה לכיוון הרוח. אם כיוון הרוח משתנה או לא ידוע באתר, יש להשתמש בממד הארוך ביותר של תחום החשיפה. לדוגמה, אם תחום החשיפה הוא מלבני, יש להשתמש באלכסון של המלבן. אם הוא מעגלי, יש להשתמש בקוטר המשווער.

עומק למקורות תת הקרקע (הלא רוויה) (d_{ts})

משתנה זה משמש לחישוב הסיכון ורמות היעד לשאיפה בתוך מבנים מהתת הקרקע (הלא רוויה). סקרי סיכונים בשלב 2 מצריכים את השימוש בעומק הנמדד בפועל של כימיקלים חשודים בקרקע. הערך השמרני ביותר של משתנה זה יהיה העומק הרדוד ביותר שבו זוהו הכימיקלים החשודים או הממוצע של העומקים הרדודים ביותר שבהם זוהו הכימיקלים החשודים במספר קידוחים בתוך יחידות חשיפה במסלול זה. בכל מקרה, המדידות צריכות לשקף את המרחק מפני השטח לחלק העליון של האזור הראשון של הקרקע שנפגעה.

עובי האזור הקפילרי (h_c)

משתנה זה משמש לחישוב הסיכון בעקבות שאיפה בתוך מבנים ממי תהום. העובי של האזור הקפילרי צריך לייצג את הקרקעות באתר והוא תלוי בעיקר בגודל גרגר הקרקע. בדרך כלל עובי האזור הקפילרי מבוסס על ערכים מהספרות המקצועית מפני שמדידה ישירה אינה מעשית. הסכום של עובי האזור הקפילרי ועובי התווך הבלתי רווי צריך להיות שווה לעומק מי התהום (כלומר, $h_c + h_v = L_{gw}$). יש לציין שמודל פליטת האדים במי תהום יוצא מתוך ההנחה שהאזור הקפילרי אינו מזוהם. ייתכן שהנחה זו אינה מדויקת. מכאן שייתכן שיהיה צורך בהערכה שמרנית וניתוח רגישות של משתנה זה.

עובי התווך הבלתי רווי (h_v)

עובי התווך הבלתי רווי מייצג את המרחק מפני האדמה לעומק שבו נתקלים במפלס מי התהום פחות העובי של האזור הקפילרי. העובי של האזור הקפילרי פלוס העובי של התווך הבלתי רווי שווה לעומק מי התהום. אפשר להשתמש ביומנים של קידוח בקרקע כדי לקבוע את עומק מי התהום. פרמטר זה משמש לחישוב מסלול שאיפה בתוך מבנים. העובי של אזור הביניים (vadose) מחושב על ידי חיסור העובי של האזור הקפילרי מהעומק של מי התהום ($L_{gw} - h_c =$). (h_v)

צפיפות נפח קרקע יבשה של התווך הבלתי רווי (ρ_s)

משתנה זה משמש לחישוב הסיכון או רמות היעד מכל מסלולי החשיפה העקיפים שכרוכים בחישובי שיווי משקל בין הפאזות השונות. הדוגמאות כוללות חלחול למי תהום ושאיפה בתוך מבנים ומחוצה להם מקרקע וממי תהום. אם יש מספר מדידות מהתווך הבלתי רווי או כאשר יש צורך במספר ערכים כדי לייצג סוגי קרקע שונים, ניתן להשתמש בערך הממוצע.

עין גם בסעיף 6.7.1 בדיון הקשור לקביעת צפיפות הנפח של קרקע יבשה.

תכולת חלקיקים אורגניים בקרקע בתווך הבלתי רווי (f_{ocv})

משתנה זה משמש לחישוב הסיכון או רמות היעד מכל מסלולי החשיפה העקיפים הכרוכים בחישובי שיווי משקל בין הפאזות השונות. אם קיימות מדידות של פרקציות של חומר אורגני (לא זהה לפרקציות של פחמן אורגני), יש להמיר את הערך לחלקיקי פחמן אורגני בהתאם לנידון בסעיף 6.7.4. כאשר ליתולוגיית הקרקע הטרוגנית במידה משמעותית, יש לאסוף דגימות בכל שינוי בליטולוגיה וניתן להרכיב אותן יחד לדגימה אחת לצורך ניתוח תכולת פרקציות של פחמן אורגני.

אם יש ערכים מרובים (כפי שמומלץ), ואם הדבר מתאים מבחינה טכנית, יש להשתמש בערך הממוצע. לדוגמה, נניח שהקרקע מושפעת במרחק 3 עד 5 מטרים מתחת לפני קרקע (bgs) ומפלס מי התהום נמצא במרחק 15 מ' מתחת לפני האדמה (bgs). אם שלוש דגימות הקרקע בעומקים 1.5, 4 ו-7 מטרים מתחת לפני האדמה (bgs) נאספו למשתנים גיאו-טכניים, הם לא יתאימו לחישוב ממוצע של הערכים. כדי להעריך שאיפה בתוך מבנים מקרקע, הדגימה שנאספה בעומק 7 מטרים מתחת לפני האדמה (bgs) אינה רלוונטית מפני שהדגימה נלקחה ממקום מתחת לאזור המושפע והאדים. ניתן להשתמש בממוצע הערכים מהדגימות בעומק 1.5 ו-4 מטרים מתחת לפני האדמה (bgs). בדומה לכך, בחלחול קרקע למסלול מי תהום, אין להשתמש בדגימה שנאספה בעומק 1.5 מטרים מפני שדגימה זו נלקחה מעל לאזור שדרכו החלחול ינוע. קונספט זה יחול על כל המשתנים הגיאו-טכניים של הקרקע.

אין להשתמש בערך זה לכל המסלולים. יש להשתמש בערכים שונים למסלולי חשיפה שונים.

נקבוביות בתווך הבלתי רווי (θ)

משתנה זה משמש לחישוב הסיכון ורמת היעד מכל מסלולי החשיפה העקיפים שכרוכים בחישובי איזון בין הפאזות השונות. הוא משמש גם לחישוב מקדם הפעפוע היעיל של הכימיקל הספציפי בתווך הבלתי רווי. סקר סיכונים בשלבים 1 ו-2 גם יחד יוצא תוך הנחה שהנקבוביות של התווך הבלתי רווי, האזור הקפילרי והקרקע שממלאת את הסדקים ביסודות או בקיר היא זהה. הנחה זו הכרחית מפני שמדידת הנקבוביות באזור הקפילרי ובסדקים ביסודות ובקיר אינה מעשית בדרך כלל. אם יש ערכים מרובים של נקבוביות, יש להשתמש בערך הממוצע. עין בסעיף 6.7.2 בדיון על השיטות המשמשות להערכת הנקבוביות. כאשר הנקבוביות הכוללת והנקבוביות היעילה שונות או צפוי שהן יהיו שונות, יש להשתמש בערך של הנקבוביות היעילה.

תכולת מים נפחית בתווך הבלתי רווי (θ_{ws})

משתנה זה משמש לחישוב הסיכון ורמות היעד מכל מסלולי החשיפה העקיפים הכרוכים בחישובי שיווי משקל בין הפאזות השונות וכדי לחשב את מקדם הפעפוע היעיל של כימיקלים חשודים בתווך הבלתי רווי. תכולת המים נמדדת בדרך כלל על בסיס משקל (מדידת כובד:

גרמים של מים/גרמים של קרקע יבשה) ויש להמיר אותה לערך נפחי (סמ"ר מים/סמ"ר קרקע) כפי שנידון בסעיף 6.7.3. ניתן להשתמש בערך ממוצע המבוסס על דגימות מייצגות מרובות. יש לנקוט משנה זהירות ולהבטיח שמדידות של תכולת המים מהאזור הקפילרי לא נחשבות לערכים המייצגים את התווך הבלתי רווי. ניתן להשיג ערכי תכולת לחות מדגימות הקרקע אשר נבדקו לנוכחות כימיקלים חשודים. (הצד האחראי צריך להורות למעבדות שלו לדווח על ריכוזי כימיקלים חשודים בקרקע על בסיס משקל יבש ותכולת הלחות בכל דגימה).

תכולת אוויר נפחית בתווך הבלתי רווי (θ_{ws})

משתנה זה משמש לחישוב הסיכון ורמות היעד מכל מסלולי החשיפה העקיפים הכרוכים בחישובי שיווי משקל בין הפאזות השונות וכדי לחשב את מקדם הפעפוע היעיל הספציפי לכימיקל בתווך הבלתי רווי. תכולת אוויר נפחית בתווך הבלתי רווי נמדדת לעתים נדירות אך ניתן לחשב אותה כהפרש בין נקבוביות הקרקע הכללית ובין תכולת המים הנפחית בתווך הבלתי רווי (כלומר, $\theta_T - \theta_{ws} = \theta_{as}$).

תכולת מים נפחית באזור הקפילרי (θ_{wcap})

משתנה זה משמש להערכת מקדם הפעפוע היעיל של הכימיקל הספציפי באזור הקפילרי. תכולת מים נפחית באזור הקפילרי מוערכת בדרך כלל כ- 90 אחוזים מתוך נקבוביות הקרקע הכללית בתווך הבלתי רווי (כלומר, $0.9\theta_T$). ההנחה בדרך כלל היא שנקבוביות הקרקע הכוללת באזור הקפילרי שווה לנקבוביות הכוללת בתווך הבלתי רווי.

תכולת אוויר נפחית באזור הקפילרי (θ_{acap})

משתנה זה משמש לחישוב מקדם הפעפוע היעיל של הכימיקל הספציפי באזור הקפילרי. תכולת אוויר נפחית באזור הקפילרי נמדדת לעתים נדירות אך ניתן לחשב אותה כהפרש בין נקבוביות הקרקע הכללית באזור הקפילרי ותכולת המים הנפחית באזור הקפילרי ($\theta_{Tcap} - \theta_{wcap} = \theta_{acap}$).

תכולת מים נפחית בסדקים ביסודות או בקירות (θ_{wcrack})

משתנה זה משמש לחישוב מקדם הפעפוע היעיל של כימיקלים חשודים בסדקים ביסודות או בקירות. ההנחה היא שתכולת המים הנפחית בקרקע שממלאת סדקים ביסודות או בקירות זהה לתכולת המים הנפחית של הקרקע בתווך הבלתי רווי ($\theta_{wcrack} = \theta_{ws}$).

תכולת אוויר נפחית בסדקים ביסודות או בקירות (θ_{wcrack})

משתנה זה משמש לחישוב מקדם הפעפוע היעיל של כימיקלים חשודים בסדקים ביסודות או בקירות. ההנחה היא שתכולת האוויר הנפחית בקרקע שממלאת סדקים ביסודות או בקירות זהה לתכולת האוויר הנפחית של הקרקע בתווך הבלתי רווי. תכולת אוויר נפחית זו נקבעת כמתואר לעיל.

3.g קצב ריקבון ביולוגי (λ)

משתנה זה מהווה קלט למודל דומניקו המשמש להערכת ההעברה של כימיקלים בתווך

הרווי. בסקר סיכונים בשלב 1, ההנחה היא שקצב הריקבון הביולוגי הוא אפס. בסקר סיכונים בשלבים 2 ו-3, ניתן להשתמש בקצב ריקבון ביולוגי ספציפי לאתר. בביצוע סקר סיכונים לאחר, משתנה זה משמש להערכת מקדם הפחתת הדילול. בביצוע סקר סיכונים קדימה, ניתן להשתמש בפרמטר לחישוב ריכוז גרדיאנט יורד על סמך מקור ידוע. לפני השימוש בקצב הריקבון הביולוגי, הצד האחראי צריך להביא מספיק ראיות תומכות עבור קצב הריקבון הביולוגי שנבחר. מומלץ לצד האחראי לבדוק בספרות המקצועית כדי לזהות גישות טכניות להערכת קצב ריקבון ביולוגי ספציפיים לאתר העשויים לדרוש הבנה תלת-ממדית ספציפית לאתר של פלומת זיהום על סמך דגימות ברמות שונות. לפרטים נוספים, ראה רובינס (2002).

4.ג. משתנים של מי תהום

האורך, הרוחב והעובי של מקור מי תהום נדרשים להערכת השימוש העתידי האפשרי בגרדיאנט היורד של מי תהום מהמקור. אף שניתן להעריך את אורך המקור ואת רוחבו מנתונים אנליטיים של מי תהום ומדידות של מקור קרקע, עובי מקור מי התהום לא נמדד בדרך כלל באתר. ההנחה היא בדרך כלל שהאזור של מקור מי התהום שווה לאזור המקור של הקרקע. בסקר סיכונים בשלב 1, ההנחה במשתנים המוגדרים כברירת מחדל היא שצורת המקור היא ריבוע. ההנחה היא בדרך כלל עובי אזור הערבוב של מי תהום ברוחב 200 ס"מ (6.56 רגל), אלא אם יש נתוני פרופיל ריכוז אנכי.

עומק למי תהום (L_{gw})

משתנה זה משמש להערכת הסיכון בעקבות שאיפה בתוך מבנים ממי תהום ומקדם הפחתת הדילול בתווך הבלתי רווי.

כאשר עומק מי התהום נמוך במידה משמעותית מ-10 רגל, יש לערוך סקר סיכונים בשלב 2 המשתמש בעומק הספציפי לאתר למי התהום. באתרים בהם העומק למי התהום משתנה עקב שינויים עונתיים, יש לבסס את העומק הממוצע למי תהום על שנים מרובות של נתונים ספציפיים לאתר. אם כך, חישוב עומק ממוצע למי תהום באמצעות נתונים שנאספו ממספר אירועי ניטור לאורך תקופה ממושכת יהיה מועדף. אם נתונים כאלה זמינים למספר בארות בתחום חשיפה, יש לחשב תחילה את העומק הממוצע של כל באר. לאחר מכן (למטרות יצירת מודל) יש לחשב את הממוצע של העומק הממוצע של כל באר שייחשב כעומק הממוצע למי התהום. באזורים בהם יש שינוי שיטתי לטווח ארוך במפלס המים, יש להשתמש רק בנתונים עדכניים.

למטרות עקביות, יש להשתמש במפלסי מים סטטיסטיים אלא אם ניתן לספק הצדקה לשימוש בעומק המוגדר "המים הראשונים שנמצאו במהלך קידוח". כאשר יש הבדלים משמעותיים במפלסי המים הסטטיסטיים באתר כולו, יש להשתמש באופן שמרני בעומק הממוצע הרדוד ביותר למי התהום.

הרוחב של אזור המקור של מי תהום הניצב לכיוון הזרימה של מי תהום (Y)

משתנה זה משמש את מודל דומניקו להדמיית העברה באזור הרווי להערכת מקדם הפחתת הדילול בתווך הרווי. משתנה זה הכרחי רק במקרים בהם מעריכים את ההעברה האופקית של כימיקלים חשודים במי תהום באופן כמותי. הערכה נפוצה היא שכימיקלים חשודים מועברים

באופן אנכי מטה מאזור הפליטה למי התהום. על ידי שיקוף אזור הפליטה על מפלס מי התהום ניתן להעריך ממד זה (Y). איור ג-1 מציג תרשים סכמתי של מקור מי תהום למודל דומניקו.

אורך אזור המקור של מי התהום המקביל לכיוון הזרימה של מי תהום (W_{ga})

משתנה זה הכרחי במקרים שבהם מעריכים את ההעברה האופקית של כימיקלים חשודים במי תהום באופן כמותי. כפי שהוזכר לעיל, ההנחה בסקר סיכונים בשלב 2 היא שכימיקלים חשודים מועברים באופן אנכי מטה מאזור הפליטה למי התהום ניתן להעריך משתנה זה. על ידי שיקוף אזור הפליטה על מפלס מי התהום.

תרשים ג-1 מדגים את המודל של דומניקו המשתמש בשלושת הפרמטרים של מי תהום שהוזכרו לעיל.

נקבוביות באזור הרווי (θ_{Ts})

הנקבוביות בתווך הרווי נחוצה רק כאשר ריקבון ביולוגי נשקל בהעברה האופקית של הכימיקלים החשודים. עיין בסעיף 6.7.2 בשיטות המשמשות להערכת ערכי נקבוביות ספציפיים לאתר. אם הסטרטיגרפיות של התווך הבלתי רווי והתווך הרווי דומות, יש להגדיר את הנקבוביות של התווך הרווי כשווה לנקבוביות של התווך הבלתי רווי. אם יש ערכים מרובים, יש להשתמש בערך הממוצע. אם הסטרטיגרפיות של התווך הבלתי רווי והתווך הרווי שונות במידה משמעותית, חובה למדוד את הנקבוביות של התווך הרווי בשטח. אם משתמשים בערך מהספרות המקצועית, יש להצדיק אותו על סמך התנאים הספציפיים לאתר. כאשר הנקבוביות הכללית והנקבוביות היעילה שונות או צפוי שהן יהיו שונות, יש להשתמש בערך של הנקבוביות היעילה.

צפיפות נפח קרקע יבשה בתווך הרווי (ρ_{ss})

הערכה של צפיפות נפח הקרקע היבשה בתווך הרווי חיונית רק כאשר ריקבון ביולוגי נשקל בהעברה האופקית של כימיקלים חשודים. עיין בסעיף 6.7.1 בשיטות המשמשות להערכת ערכים ספציפיים לאתר של צפיפות נפח קרקע יבשה. אם הסטרטיגרפיות של התווך הבלתי רווי והתווך הרווי דומות, יש להגדיר את צפיפות הנפח של קרקע יבשה של התווך הרווי כשווה לצפיפות הנפח של הקרקע היבשה של התווך הבלתי רווי. אם יש ערכים מרובים, יש להשתמש בערך הממוצע. אם הסטרטיגרפיות של התווך הבלתי רווי והתווך הרווי שונות במידה משמעותית, חובה למדוד את צפיפות הנפח של הקרקע היבשה של התווך הרווי בשטח או להשתמש בערך מתאים מהספרות המקצועית.

תכולת חלקיקי פחמן אורגני בתווך הרווי (f_{ocs})

הערכה של תכולת חלקיקי הפחמן האורגני בתווך הרווי הינה חיונית רק כאשר ריקבון ביולוגי נשקל בהעברה האופקית של הכימיקלים החשודים. עיין בסעיף 6.7.4 בדיון על משתנה זה. אם משתמשים בערך ספציפי לאתר בסקר סיכונים בשלב 2, יש לקבוע את הערך על סמך דגימות מהשטח שנאספו מתחת למפלס מי התהום או על ידי בחירת ערך מוצדק מהספרות המקצועית.

העובי של אזור ערבוב מי תהום (δ_{gw})

העובי של אזור הערבוב משמש את המודל של סאמרס ודומניקו להערכת מקדמי הפחתה הדילול בתווך הרווי. העובי של אזור הערבוב של מי תהום הוא מדידה של העובי שבו

כימיקלים חשודים מתערבבים בתוך התווך הרווי, בעיקר עקב תנודות במפלס מי התהום. אף שקשה להעריך במדויק את העובי של אזור הערבוב, ניתן להעריך אותו על סמך קריאות PID, ריכוזי קרקע שנמדדו בקידוחים הנמשכים מתחת למפלס מי התהום או על ידי מדידת ריכוזי מי תהום בעומקים שונים. ערך ברירת המחדל בשלב 1 ב- 200 ס"מ צריך להיחשב כמינימום. ניתן להשתמש במודל מתוך מדריך סינון הקרקע של ה-USEPA (USEPA's Soil Screening Guidance: Technical Background Document, 1996b), עמוד 45, משוואה (45) בהערכות בשלבים גבוהים יותר:

$$d = (0.0112 L^2)^{0.5} + da \{1 - \exp[(-LI)/(Kida)]\}$$

$$\begin{aligned} d &= \text{עומק אזור הערבוב (מ')} \\ L &= \text{אורך המקור המקביל לזרימת מי התהום (מ')} \\ I &= \text{קצב חדירה (מ'/שנה)} \\ K &= \text{מוליכות הידראולית של האקוויפר (מ'/שנה)} \\ I &= \text{גרדיאנט הידראולי (מ'/מ')} \\ Da &= \text{עובי האקוויפר (מ')} \end{aligned}$$

העובי של אזור הערבוב לא יכול להיות גדול יותר מהעובי של האקוויפר.

מהירות דארסי במי תהום (U_{gw})

משתנה זה יישמש מודלים שמחשבים ריכוזי יעד של קרקע ומי תהום המגנים על שימוש ביתי במים, כגון המודלים של סאמרס ודומניקו. בסקר סיכונים בשלב 2, מהירות דארסי במי תהום צריכה להיות ערך ספציפי לאתר המחושב על ידי הכפלת המוליכות ההידראולית באזור הרווי בגרדיאנט ההידראולי.

יש להעריך מוליכות הידראולית ספציפית לאתר על סמך התוצאות של בדיקות משאבה ספציפיות לאתר, ורק אם הרשויות משוכנעות שתנאי האתר לא מאפשרים לערוך בדיקות משאבה ספציפיות או שהבדיקות כאלה לא נדרשות. במצבים כאלה, ניתן להשתמש בערכים מהספרות המקצועית המבוססים על ליתולוגיה ספציפית לאתר שהוכחו מראש על ידי הרשויות במקום בערכי ברירת מחדל. יש להעריך את הגרדיאנט ההידראולי (כגרדיאנט ממוצע) באמצעות נתוני גובה מייצגים ועדיף שגילים לא יהיה יותר משנתיים. באתרים בהם כיוון הזרימה של מי תהום מראה שינויים בולטים, יש להעריך את הגרדיאנט ההידראולי ולכן גם מהירות דארסי ליותר מכיוון אחד ו/או למגוון מהירויות.

קצב חדירה (I)

מודל סאמרס משתמש בקצב החדירה (I) כדי להעריך את מקדם הפחתת הדילול באזור הערבוב של מי התהום. ניתן להעריך את קצב החדירה כ- 10 אחוזים מירידת הגשמים השנתית הממוצעת באתר, אלא אם יש מידע ספציפי לאתר. ניתן למצוא את ערכי ירידת הגשמים השנתיים הממוצעים בספרות המקצועית.

5.ג. משתנים של בנייה

משתנים של בנייה שמופיעים בטבלה ה-4 (ב) נדרשים כדי להעריך את מסלול השאיפה בתוך מבנים מתת הקרקע (הלא רוויה), קרקע, אדי קרקע ו/או מי תהום. בסקר סיכונים בשלב 2, יש

להשתמש במשתנים של בנייה ספציפיים לאתר במשתנים הבאים:

גובה המבנה (H_B)

במהלך פעילויות בשטח יש למדוד את גובה המבנה. במבנים רב-קומתיים, הגובה צריך לכלול את כל הקומות בהן אדים כלשהם היכולים להיכנס לבניין יתערבבו בגלל מערכת האוורור הפנימית/מיזוג האוויר. סקר הסיכונים צריך להתחשב ב"תרחיש המקרה הגרוע ביותר" ולהעריך את הסיכון לקומה (בדרך כלל הקומה התחתונה) בה עלולה להתרחש חשיפה מרבית. מעריך הסיכונים לא צריך להשתמש בבניין כולו, כלומר בקומות רבות בסקר הסיכונים. בהתאם למקרה, מעריך הסיכונים יכול לערוך סקר סיכונים נפרד לכל קומה שאולי נפגעה ובמקרה זה יש לבחור רמות היעד הנמוכות ביותר (השמרניות ביותר) הספציפיות לאתר. בבניינים עתידיים, יש להקדיש מאמץ סביר להערכת גובה הבניין העתידי.

רוחב המבנה (W_B)

במהלך פעילויות בשטח יש למדוד את רוחב המבנה. בבניינים עתידיים, יש להקדיש מאמץ סביר להערכת רוחב הבניין. מעריך הסיכונים לא צריך להשתמש ברוחב יחיד אם הבניין מורכב ממבנים סגורים נפרדים. במקום זאת יש להעריך את הסיכון בנפרד לכל מבנה סגור.

אורך המבנה (L_B)

במהלך פעילויות בשטח יש למדוד את אורך המבנה. בבניינים עתידיים, יש להקדיש מאמץ סביר להערכת אורך הבניין. מעריך הסיכונים לא יכול להשתמש באורך יחיד אם הבניין מתחלק למבנים סגורים נפרדים ויש להעריך את הסיכון בנפרד לכל מבנה סגור.

עומק מתחת לתחתית שטח רצפה סגור (L_F)

משתנה זה הוא המרחק מפני שטח הקרקע לחלק התחתון של יסודות הבניין. במהלך פעולות בשטח, יש להשיג את העומק מתחת לתחתית של שטח הרצפה הסגור באמצעות בדיקה ויזואלית או משרטוטי הבניין. בבניינים עתידיים, יש להקדיש מאמץ סביר להערכת העומק מתחת לתחתית של שטח הרצפה הסגור בבניין. עיין בתרשים ה-4. בהגדרה של המשתנים.

קצב החלפת אוויר (AER)

בהצעות לבניינים, דיונים עם האדריכל יכולים לעזור בקביעת קצב האוורור. בבניינים קיימים, יש להשתמש בערכים שמרניים במידה סבירה מהספרות המקצועית. קצב החלפת האוויר מייצג את כמות האוויר המתחלף עם אוויר מבחוץ ולא את כמות האוויר העוברת מיחיד חימום/מיזוג אוויר. אין להתבלבל בין קצב החלפת אוויר ובין סירקולציה פנימית של אוויר, שהיא בדרך כלל המטרה של מערכות מכניות. זוהי כמות האוויר מחוץ לבניין שנכנסת לתוך הבניין. ניתן לקבוע את קצב החלפת האוויר בפועל באמצעות שיטה כמו זאת המתוארת ב-ASTM E741 או שיטה מקבילה.

6. משתנים של מים עיליים להגנה על מים עיליים

יש לקבוע מהן ההשפעות האפשריות על גופי מים עיליים. לפרטים נוספים, ראה סעיף 6.15.

עמוד

ד-2	ד.1. רקע
ד-4	ד.2. שיקולים כלליים
ד-6	ד.3. חישוב ריכוזים מייצגים
ד-6	ד.3.1. קרקע וגז קרקע
ד-8	ד.3.2. שכבת הקרקע העליונה (0 – 1 מ' מתחת לפני השטח)
ד-9	ד.3.3. תת הקרקע (הלא רוויה) (יותר מ- 1 מ' מתחת לפני השטח)
ד-10	ד.3.4. ריכוז מייצג לעובד בניין
ד-11	ד.3.5. מי תהום
ד-11	ד.3.6. ריכוז מי תהום מייצג להגנה מפני שאיפה בתוך מבנה
ד-13	ד.3.7. ריכוז מייצג בבניית בארות להגנה מפני עיכול מי תהום (מסלול מי שתייה)
ד-13	ד.3.8. ריכוז מי תהום מייצג למגע עם העור

ד.1 רקע

בעת ביצוע סקר סיכונים יש לחלק אתר גדול לאזורים קטנים, הנקראים יחידות חשיפה כך שלאזור בתוך יחידת חשיפה יש מאפייני חשיפה דומים וליחידות חשיפה שונות עם מאפיינים שונים. לדוגמה, ניתן לחלק אתר עם פעילויות מגורים ופעילויות מסחריות בחלקים שונים של האתר ל-יחידת חשיפה של מגורים וליחידת חשיפה מסחרית.

בדרך כלל, רצפטור יכול להיחשף בתוך יחידת חשיפה לכימיקלים חשודים באמצעות מספר מסלולי חשיפה. לכל מסלול חשיפה יש מאפיינים ספציפיים - אזור גיאוגרפי או נפח שתורמים לחשיפה. אזור/נפח זה נקראים תחום החשיפה. לפיכך, מספר תחומי החשיפה בתוך יחידת חשיפה שווה למספר מסלולי החשיפה המלאים, אף שייתכן שמסלול חשיפה אחד או יותר ממסלולים אלה יחפפו. כימיקלים חשודים הנמצאים מחוץ לתחום החשיפה לא חושפים את הרצפטור באמצעות המסלול הספציפי.

מכיוון שריכוזי כימיקלים חשודים משתנים בדרך כלל בתחום החשיפה, יש צורך להעריך ריכוז מייצג של תחום החשיפה. מכאן שלכל ריכוז מייצג המשמש בתהליך סקר הסיכונים יש סקלה מרחבית שבתוכה יש לאסוף נתונים ולהשתמש בהם כדי להעריך את הריכוז המייצג. הריכוז המייצג משמש להשוואה עם רמות היעד או שהוא משמש להערכת הסיכון של המסלול הספציפי.

בעת חישוב הריכוז המייצג לכל כימיקל חשוד, יש להשתמש אך ורק בנתונים שנאספו בתוך תחום החשיפה. ברוב סקרי הסיכונים, ההנחה היא שהריכוז המייצג נשאר קבוע במשך החשיפה. מכאן שחשוב לאשר לפני הנפקת מכתב 'אין צורך בפעולה נוספת' שהריכוזים יציבים או פוחתים. ירידה בריכוזים תוביל לסיכון נמוך יותר בעתיד בהנחה שאין שינוי בתרחיש החשיפה.

יש צורך בריכוזים מייצגים גם למצב "קדימה" וגם למצב "אחורה" של סקר סיכונים. התוצאה של המצב לאחור היא רמות יעד לכל מסלול חשיפה מלא שזוהה במודל החשיפה ועבור כל כימיקל חשוד. בשלב ניהול הסיכונים, הריכוזים המייצגים מושווים לריכוזים המבוססים על סיכונים. במצב קדימה, הריכוז המייצג משמש לחישוב הסיכון של כל מסלול חשיפה מלא שזוהה במודל החשיפה.

הגורמים הבאים מסבכים את החישובים של ריכוזים מייצגים:

- שונות מרחבית בריכוזים;
- שונות בזמנים של הריכוזים;
- מחסור בנתונים מספיקים של ריכוזים ספציפיים לאתר.

סיבוך נוסף מתרחש מכיוון שנתונים סביבתיים מושגים בדרך כלל באמצעות דיגום מוטה, כלומר הדיגום מתמקד בזיהוי אזורי המקור (מוקדי הזיהום) והיקף הזיהום. בדרך כלל, הנתונים לא כוללים דגימות שנאספו באופן שיטתי בכל תחום החשיפה. סיבוכים נוספים נגרמים בשל התפיסה שריכוז מייצג משויך לרוב בשוגג לאתר או ליחידת חשיפה בניגוד למסלול חשיפה ורצפטור. מכיוון שמספר מסלולים מלאים עשויים להתקיים בתוך יחידת חשיפה, יש להעריך מספר ריכוזים מייצגים, אחד לכל תחום חשיפה של כל מסלול מלא, עבור כל רצפטור. נספח זה דן

במתודולוגיה המשמשת להערכת הריכוזים המייצגים של כל מסלול חשיפה מלא.

החישוב של ריכוז מייצג מצריך את הפעולות הבאות בכל מסלול חשיפה בתנאים הנוכחיים או בתנאים בעתיד:

1. זיהוי הגבולות של יחידת החשיפה;
2. זיהוי כל מסלולי החשיפה המלאים בתנאים כיום ובעתיד עבור יחידת החשיפה;
3. זיהוי המדיה שחוששים לגביה עבור כל מסלול חשיפה מלא. בדרך כלל אלה כוללים את שכבת הקרקע העליונה, תת הקרקע (הלא רוויה), קרקע עד לעומק הבנייה ומי תהום. עם זאת, המדיה שחוששים לגביה עשויה לכלול גם: אוויר (בתוך מבנה ומחוץ למבנה), גז קרקע, מים עיליים, מי ים וסדימנטים;
4. זיהוי תחום החשיפה של כל מסלול חשיפה מלא שזוהה בשלב 2;
5. זיהוי של נתוני ריכוז הכימיקלים החשודים הזמינים בתוך תחום החשיפה.
6. הערכה של הנתונים כדי לקבוע את מספר נקודות הדגימה בתוך תחום החשיפה שיהיה מספיק כדי לאפיין את ההשפעות בתוך תחום החשיפה. את המספר המינימלי של דגימות לעריכת בדיקה סטטיסטית ניתן לקבוע באמצעות תהליך אובייקטיבי של איכות נתונים (USEPA, 2000a) או כל פרוצדורה רלוונטית אחרת. יש לציין שהזמינות של מספיק דגימות בתוך כל תחום חשיפה מהווה דרישה מקדימה לאישור הערכת IRBCA על ידי הרשויות.
7. חישוב הריכוז המייצג:

- אם 10 נקודות דיגום נפרדות או יותר נלקחות מכל תחום חשיפה, הריכוז המייצג יהיה הגבול העליון הדו-צדדי של 95% מהממוצע. בחישוב זה יש להשתמש בריכוז המקסימלי שזוהה בכל באר של מי תהום או קידוח בקרקע, ובמי תהום - החישוב הממוצע;
- בחישוב גבול עליון של 95%, הריכוזים המדווחים מתחת למגבלת הדיווח, כלומר דגימות ללא גילוי, יכולות להיכלל בחישובים רק אם לא יותר מכ- 15% מסך כל הדגימות לא נגלו;
- במקרה שתחום החשיפה כולל יותר מ- 15% דגימות ללא גילוי והמיקום או האיכות של הנתונים חשודים, הצד האחראי עשוי לשקול דיגום חוזר;
- אם 4 נקודות דיגום או פחות זמינות בתחום החשיפה, ממוצע אינו מהווה מדידה אמינה של הריכוז המייצג. במקרה זה, יש להחשיב את הריכוז המקסימלי בתוך הריכוז המייצג. בהתאם לכך, יש לקחת לכל הפחות 4 דגימות מכל תחום חשיפה.

- כאשר מספר נקודות הדיגום שנלקחות בתחום חשיפה הוא 5 עד 9, הריכוז המייצג יהיה הממוצע החשבוני של הריכוזים הגבוהים ביותר בכל באר לניטור מי תהום או קידוח קרקע. אין לכלול ריכוזים לא גלויים בחישוב ממוצע זה.
- אם יותר מ- 15% מהריכוזים מצויים מתחת למגבלת הדיווח, ניתן להשתמש בשיטות סטטיסטיות חלופיות כדי לחשב את הגבול העליון של 95%.

2.ד שיקולים כלליים

חישובים של ריכוזים מייצגים דורש שיקול דעת מקצועי רב. לפני ביצוע החישובים יש להתחשב בשיקולים הבאים:

- צריך לחשב ריכוז מייצג לכל מסלול חשיפה מלא.
- אין להשתמש בנתונים מעבר לתחום החשיפה כדי לחשב את הריכוז המייצג. יש לציין שנתונים כאלה עשויים להידרש לתיאור או למטרות אחרות.
- יש להעריך אם פענוח מרחבי של הנתונים הוא מספיק ואם תיאור הזיהום הושג כראוי. אף שלא ניתן לציין כאן מספר מדויק של דגימות בגלל השוני בתנאים הייחודיים לאתרים שונים, חובה לתאר כימיקלים חשודים בכל מדיה רלוונטית.
- אם הנתונים ישנים (יותר מארבע שנים) וריכוזי הכימיקלים החשודים חורגים מרמות יעד מבוססות-סיכונים בשלב 1, יש לאסוף נתונים בכל מדיה. אם תועדה פליטה חדשה, יש לאסוף נתונים חדשים כדי לאפיין במדויק את האופי וההיקף של ההשפעה הנוכחית.
- אין להשתמש בדגימות קרקע ללא גילוי הממוקמות בגבול תחום החשיפה כדי לחשב ריכוזים מייצגים.
- אם הריכוז המקסימלי של כימיקל חשוד כלשהו (בכל מסלול חשיפה בכל מדיה) בתוך תחום החשיפה גדול מפי עשר הריכוז המייצג, ייתכן שיש צורך בהערכה נוספת של הנתונים כדי להסביר את החרגה. סיבות אפשריות לחרגה:

- הריכוז המרבי הוא נקודה חריגה;
- הריכוז הממוצע או גבול עליון של 95% חושב באופן לא מדויק;
- תחום החשיפה לא אופיין כראוי;
- ייתכן שיש מוקד זיהום בתוך תחום החשיפה.

- אין להפסיק את השימוש בתוצאות "חריגות" חשודות רק מפני שהן מאוד גדולות יחסית לשאר קבוצת הנתונים. ערכים קיצוניים בקבוצת הנתונים עשויים לייצג שוני מרחבי בריכוזים, הם יכולים להיות מקור זיהום שונה או "מוקד זיהום" ספציפי. ייתכן שיהיה צורך בדגימות נוספות כדי לאשר את הריכוז "החריג".

- במי תהום, יש לחשב את הריכוז הממוצע בכל באר. הריכוז המייצג של התחום הוא המקסימום של הריכוז הממוצע בכל באר אלא אם יש מספיק בארות בתחום החשיפה

כדי לחשב גבול עליון של 95% של הממוצע. במקרים מסוימים, הצד האחראי יכול להשתמש בריכוז הממוצע בתחום החשיפה באישור מראש של רשות המים.

- אין להשתמש בנתונים מבארות בגבול תחום החשיפה עם ריכוזי כימיקלים חשודים שנמצאים באופן עקבי מתחת למגבלת האיתור כדי לחשב ריכוזים מייצגים.

- בבארות שמכילות פאזות מימיות לא נוזליות קלות מהשנתיים האחרונות לכל היותר, הריכוז המייצג של הבאר צריך להיות המסיסות היעילה או ריכוז האדים היעיל של הכימיקל. כאשר מוצדקים נתונים שגילים יותר משנתיים, ניתן להשתמש בהם.

- אם הריכוז המייצג מבוסס על מודל ההסעה, נתונים ספציפיים לאתר צריכים לתמוך במודל.

- אם תחום החשיפה קטן, יש לשנות את גורמי החשיפה (בסקר סיכונים בשלב 3).

- במסלול מתת הקרקע (הלא רוויה) לשאיפה בתוך מבנה, אין להשתמש בנתוני קרקע שנאספו מתחת למפלס מי התהום. בדומה לכך, במסלול מי תהום לשאיפה בתוך מבנה, יש להשתמש בנתונים על מי תהום מהאזור הרווי הראשון שאליו מגיעים.

ניתן לחשב גבול עליון של 95% של הממוצע באמצעות התפלגות מסוג משתנה כגון: התפלגות רגילה, גאמה, לוג-נורמלית או לא-משתנה, בהתאם לגודל הדיגום ורמת הצידוד. להלן מספר דוגמאות:

- התפלגות סטטיסטית נורמלית: ניתן להשתמש במבחן t של מבחן הסטודנט כאשר מניחים נורמליות של נתוני אתר או כאשר גודל הדגימה באתר גדול מספיק כך שהוא גדול מ-30.

- התפלגות סטטיסטית לוג-נורמלית באמצעות שיטת לאנד יכולה להוביל לגבול עליון גדול באופן לא מציאותי (H-גבול עליון גדול מהערך המקסימלי) כאשר עוסקים בקבוצות נתוני צידוד בגדלים קטנים או שהופכים לקטנים יותר ממוצע הדגימה כאשר הנתונים בצידוד קל עד בינוני וגודל הדגימה גדול (לדוגמה גדול מ-50, 100).

- נתונים בצידוד גבוה לא יכולים לשמש במודל באמצעות התפלגות גאמה. במקרה זה יש לחשב גבול עליון של 95% של הממוצע באמצעות שיטה מתאימה ללא התפלגות וללא משתנים.

- יש לכלול כל שלב בחישוב עבור כל מדיה בדו"ח סקר הסיכונים.

לקבלת מידע נוסף, עיין בחישוב מגבלות ביטחון עליונות לשיקולי נקודת חשיפה כאתרי פסולת מסוכנת (USEPA, 2002d). יש לחשב גבול עליון של 95% של הממוצע באמצעות התוכנה ProUCL גרסה 4.0 של USEPA (או גרסה חדשה יותר) או תוכנה דומה.

יש לציין שככל שגודל הדגימה גדל, כך הגבול העליון מתקרב לממוצע הדגימה. לפרטים נוספים, ראה:

- המדריך למשתמש של ProUCL גרסה EPA- ORD EPA/600/R-07/038 - 4.0 אפריל 2007;
- חישוב מגבלות ביטחון עליונות לשיקולי נקודת חשיפה כאתרי פסולת מסוכנת (USEPA, 2002d);
- ASTM E-2081-00 מדריך סטנדרטי לפעולה משקמת מבוססת-סיכונים;

3.ד חישוב ריכוזים מייצגים

3.1.ד קרקע וגז קרקע

גודל הדגימה בקרקע ובגז קרקע לחישוב ריכוז מייצג: בדרך כלל, יהיה צורך ב- 10 נקודות דיגום נפרדות לגז קרקע ולקרקע כדי למזער את חוסר הוודאות בחישובי גבול עליון של 95% בסדרות נתונים עם התפלגות משתנית ומינימום של 15 – 10 נקודות דגימה לנתונים עם התפלגות שאינה משתנית. בתחומי חשיפה עם פחות נקודות נתונים, ניתן להשתמש בריכוזים המרביים בהנחה שהנתונים נאספו במיקום המקור או בסמוך לו.

בעת חישוב ריכוז מייצג של גז קרקע במסלולי חדירת אדים, יש להתייחס להוראות הבאות ולעיון במסמכי ההדרכה של המשרד להגנת הסביבה.

נתונים ספציפיים לאתר הדרושים להערכת מסלולי חדירת גזים עשויים לכלול מדידה של כימיקלים נדיפים חשודים באחד או יותר מהבאים:

1. גז קרקע בקרקע מילוי או קרקע מקומית מתחת לבניינים הקיימים ו/או בתוך חלל הנקבוביות של הקרקע בתווך הבלתי רווי;
2. מי תהום מתחת או בקרבת בניינים שעשויים להיות מושפעים או בניינים עתידיים (בתוך תחום החשיפה);
3. קרקע בתוך תחום החשיפה;
4. חומרים אורגניים נדיפים (VOCs) באזור (כלומר ללא קשר לפליטה) שעלולות לתרום ל-VOCs שנמדדו במתקן;
5. אוויר בתוך מבנה (בבניינים קיימים) או אוויר בחוץ בתוך תחום החשיפה;
6. מסלולי העברה מועדפים כגון מסדורני שירות בתת הקרקע (הלא רוויה).

מדידות 1 עד 3 לעיל יספקו את הבסיס הראשוני לקבלת החלטות ברוב האתרים. עקב הפעפוע הרחבי והזרימה האופקית של אדים בתת הקרקע (הלא רוויה), התפזרות האדים עשויה להתרחב מעבר לגבולות פלומת הזיהום בקרקע ובמי התהום. אמנם גורמים רבים יכולים להשפיע על ההיקף של העברת אדים רוחבית, אך יש לשקול תחילה את מסלול חדירת האדים כאיום אפשרי לכל הבניינים כיום ובעתיד הנמצאים במרחק כ-30 מ' מפלומת הזיהום בקרקע או במי התהום המוגדרת כאן כריכוזי כימיקלים נדיפים חשודים בקרקע או במי תהום החורגים מרמות מחמירות מאוד או מרמות יעד מבוססות-סיכון. באתרים עם מקורות עמוקים וגדולים יותר או שבהם חוצים את המקורות צינורות שירות או מסלולי הסעה מועדפים אחרים, ייתכן שיהיה צורך להגדיל את המרחק. עם התקדמות החקירה, התוצאות מדגימת גזי קרקע ישמשו לקביעת גבולות ספציפיים לאתר של אזורים עם חשש לריכוזי חדירת גזים.

יש לאסוף נתוני גזים מתחת לרצפה מאחר והם המנבאים הטובים ביותר לחדירת גזים לבניינים קיימים. דגימת גזי קרקע מתאימה לאזורים שבהם קיימת בנייה חדשה ובאזורים הסמוכים לבניינים קיימים שבהם דגימה מתחת לרצפה אינה אפשרית. דגימות של גזי קרקע שונות מדגימות קרקע מתחת לרצפה מבחינת העומק. הן נאספות בדרך כלל בעומק 1.5 מ' מתחת לרצפה, היסודות או משטח הקרקע. בניגוד לכך, דגימות מתחת לרצפה נאספות בשכבות הקרקע או שכבות הניקוז מתחת לקרקע שמתחת ליסודות (פחות מ- 15 ס"מ). במידה ואפשרי, ניתן לאסוף דגימות במבנים בהם קיים מרווח קטן בין יסודות המבנה לפני הקרקע. אם ריכוז גזי הקרקע אינם חורגים בבירור מהרמות המחמירות מאוד או מהרמות יעד מבוססות-הסיכון, אין צורך בחקירה נוספת.

כדי לשלוט בחוסר ודאות וכדי להפחית את הסיכוי להחלטה שגויה בחקירת אתר, מומלץ איסוף דגימות צפוף בתוך תחום חשיפה. באופן כללי, ככל שההטרוגניות גדולה יותר ביחידת חשיפה מסוימת, כך נדרשות יותר דגימות כדי לבצע אפיון מדויק.

כדי שהדגימות יהיו מייצגות יותר, יש לאסוף דגימות אדים ישירות מתחת לבניינים במקום באזורים מסביב, ולפחות 3 רגל בתוך קצוות היסודות. יש לאסוף דגימות נוספות ליד תעלות של שירותים ציבוריים (כלומר הסעת אדים) שמצטלבות עם התפזרות VOCs.

כדי להימנע מהשפעה של שאיבה ברומטרית (תנועת גזים לתוך התווך הבלתי רווי והחוצה ממנו בתגובה לשינויים בלחץ אטמוספרי) וערבוב אטמוספרי, יש לאסוף דגימות גזי קרקע לפחות בעומק 1.5 מ' או יותר מתחת לפני השטח.

למידע נוסף, ראה מסלול חדירת אדים: מדריך מעשי (המועצה הבין-ארצית לטכנולוגיה ורגולציה (ITRC), 2007). בדגימות של גזי קרקע, גזי קרקע מתחת לרצפה ואוויר בתוך מבנים ביחס להערכה של חדירת אדים/קרקע אל שאיפת אוויר בתוך מבנה, יש לעיין בהנחיות המשרד להגנת הסביבה להנחיות לדגימה אקטיבית של גזי קרקע TO-15 (2013).

ד. 3.2 שכבת הקרקע העליונה (0 – 1 מ' מתחת לפני השטח)

תהליך ה-IRBCA מצריך את ההערכה של מסלולי החשיפה הבאים הקשורים לשכבת הקרקע העליונה:

1. עיכול של כימיקלים חשודים במי תהום עקב חלחול לכימיקלים חשודים שיוריים ותוצרי פירוק;
2. עיכול של קרקע;
3. שאיפה בחוץ של אדים וחלקיקים מפליטות שכבת הקרקע העליונה;
4. שאיפה בתוך מבנים של אדים משכבת הקרקע העליונה אם שכבת הקרקע העליונה המושפעת לא נחפרה והוסרה במהלך תהליך הבנייה;
5. מגע בעור עם שכבת הקרקע העליונה;
6. השפעה על מים עיליים;
7. השפעה על רצפטים אקולוגיים.

מסלולים 1 עד 4 נקראים יחד מסלול "מגע ישיר עם הקרקע". לפיכך, ייתכן שיהיה צורך בשני ריכוזים מייצגים שונים לשכבת הקרקע העליונה, אחד לפעפוע למי תהום והשני למגע ישיר עם

הקרקע. במקרים מסוימים, בהתאם לשימוש ולמאפיינים של האתר, ייתכן שריכוז מייצג אחד יספיק לכל שלושת המסלולים.

בשכבת הקרקע העליונה המגנה מפני פעפוע למי תהום, יש לחשב את הריכוז המייצג באמצעות נתוני שכבת הקרקע העליונה שנאספו בתחום החשיפה. תחום החשיפה של מסלול זה הוא האזור שנפגע שבאמצעותו העברת תשטיפ התרחשה וכימיקלים חשודים יכולים לעבור למפלס מי התהום. אם כך, הכרחי להגדיר בבירור את המידות האופקיות של אזור הפליטה ולזהות את נתוני שכבת הקרקע העליונה הזמינים בתוך אזור הפליטה.

בשכבת הקרקע העליונה המגנה מפני מסלולי מגע ישיר, הריכוז המייצג צריך להתבסס על תחום החשיפה של הרצפטור שהוא האזור של יחידת החשיפה שבו הרצפטור עשוי להיחשף שכבת הקרקע העליונה. קשה להעריך את תחום החשיפה המדויק מפני שההנחה היא שהרצפטור נחשף לאורך תקופת זמן השווה למשך החשיפה ובתוך תקופה זו, ייתכן שהתנאים באתר ישתנו. אם אין מספיק מידע לגבי פעילויות הרצפטור, כל האזורים עם השפעה פוטנציאלית או בפועל ייחשבו לתחום החשיפה של הרצפטור. לדוגמה, בחשיפות עתידיות פוטנציאליות ובהיעדר בקורות הנדסאיות, ייתכן שיהיה צורך להניח שמדרכה תוסר ושהרצפטור ייחשף לשכבת הקרקע העליונה. כדי לחשב את הריכוז המייצג של מסלול המגע הישיר, יש לבצע את השלבים הבאים:

- לקבוע את היקף ההשפעה;
- להעריך את תחום החשיפה של הרצפטור;
- לקבוע את מספר הדגימות הזמינות בתחום החשיפה או את מספר הדגימות הנחוצות כדי לייצג באופן מספיק את תחום החשיפה;

עבור עובד מסחרי/תעשייתי, ניתן להשתמש בריכוז הממוצע או גבול עליון של 95% של הממוצע באזור ההשפעה כמתואר בסעיף ד.2.

עבור רצפטור של ילד, יש להשתמש בריכוז המרבי, ולכן אין צורך לחשב ריכוז מייצג אם ילד הוא הרצפטור הפוטנציאלי או בפועל.

עבור מסלול מגע ישיר עם הקרקע לעובד בניין, יש לעיין בסעיף הרלוונטי להלן.

ד.3.3 תת הקרקע (הלא רוויה) (יותר מ-1 מ' מתחת לפני השטח)

תהליך ה-IRBCA כולל את מסלולי החשיפה הבאים הקשורים לתת הקרקע (הלא רוויה):

- (i) פעפוע של ריכוזי כימיקלים חשודים שיוריים למי תהום;
- (ii) שאיפה בתוך מבנים של פליטות אדים;
- (iii) שאיפה בחוץ של אדים;
- (iv) השפעה על מים עיליים;
- (v) השפעה על רצפטורים אקולוגיים.

לפיכך, יש לחשב ריכוז מייצג לכל אחד משני מסלולי חשיפה אלה. בהערכה בשלב 2 או שלב 3, שאיפת אדים בחוץ יכולה להיות גם מסלול חשיפה מלא. ייתכן שיהיה צורך בחישוב ריכוזים

מייצגים נוספים אם ההנחות לגבי תנאים כיום ובעתיד הן שונות.

- בתת הקרקע (הלא רוויה) המגנה על מי תהום, יש לבסס את הריכוז המייצג על דגימות קרקע הזמינות בתוך האזור המושפע.

- בתת הקרקע (הלא רוויה) המגנה מפני שאיפה בתוך מבנים (חדירת גזים) - ריכוזי גז קרקע בתת הקרקע (הלא רוויה) המגנים מפני שאיפה בתוך מבנים מוערכים באמצעות תוכנת IRBCA שמתחשבת גם בזרימה אופקית וגם בפעפוע. מודל זה יוצא מתוך הנחה שכימיקלים מתנדפים ממקור הקרקע, נעים כלפי מעלה ללא התפשטות רוחבית או אלכסונית ונכנסים לבניין דרך סדקים ביסודות וברצפה. כדי להבטיח עקביות עם המודל, יש לבסס את הריכוז המייצג על מדידות ריכוזי VOCs כנידון לעיל. יש למדוד ריכוזי VOCs ישירות מתחת לשטח המבנה של הבניין הנוכחי והבניין העתידי הפוטנציאלי. אם הנתונים אינם זמינים בתוך שטח המבנה, יש להשתמש בנתונים שנאספים בסמוך לשטח המבנה.

- כדי להעריך את המסלול הפוטנציאלי של שאיפה עתידית בתוך מבנה - חדירת אדים (כלומר מבנה סגור נבנה מעל קרקע מזוהמת), יש להעריך את הגודל (שטח המבנה) ואת המיקום של המבנה המתוכנן. אם אין מידע ספציפי לאתר בנוגע למבנים מתוכננים, יש לשער את המיקום והגודל של המבנה העתידי על סמך שיקול דעתו המקצועית של המעריך. אפשרות שמרנית יותר היא למקם את המבנה ההיפותטי מעל לאזור המושפע (כלומר האזור עם ריכוזי כימיקלים חשודים מרביים). עם זאת, זוהי רק אפשרות שמרנית אחת ויכולת היישום שלה תשתנה מאתר לאתר. באתרים בהם שטח המבנה של מבנה שקיים באתר היא שונה או עשויה להיות שונה מזו של מבנה שיוקם בעתיד, יש לחשב ריכוז תת הקרקע (הלא רוויה) מייצג גם למבנה הקיים וגם למבנה העתידי הפוטנציאלי.

יש לאסוף גזי קרקע בתווך הבלתי רווי מעל לאזור הקפילרי ולהימנע מאזורים עם רוויית מים. באתרים עם אזורים בהם קיים סלע רדוד, מי תהום רדודים או בתים עם "מרתף רטוב", חקירה יכולה לעקוף דגימת גזי קרקע ולעבור ישירות לדגימת אוויר בתוך המבנה (בבניינים קיימים) ולהשתמש בדגימות גזי קרקע שנלקחו מאזורים רדודים שעומקם פחות מ- 1.5 מ' ו/או להשתמש בטביעת רגל גדולה יותר בהתאם להנחיות הספציפיות לאתר של המשרד להגנת הסביבה.

כדי להעריך את הריכוז המייצג, המעריך צריך לבצע את הפעולות הבאות:

1. לזהות את השטח של המבנה שבתוכו הרצפטור ממוקם;
2. לזהות את השטח של המבנה הסגור העתידי הפוטנציאלי;
3. לזהות את נתוני ריכוז גזי הקרקע הזמינים בתוך שטחי מבנים אלה;
4. לחשב את הגבול העליון המרבי של 95% של הממוצע;

אם יש מספר דגימות בתוך שטח המבנה או בסמוך אליו, יש לתת יותר משקל לדגימות שנאספו בתוך שטח המבנה. יש שני תרחישים אפשריים: (i) שטח המבנה ממוקם כולו באזור המזוהם, (ii) שטח המבנה ממוקם באופן חלקי באזור המזוהם. בשני התרחישים, הריכוז המייצג של גזי קרקע יתבסס בדרך כלל על נתונים שנאספו בתוך ובסמוך לשטח המבנה.

ד.3.4 ריכוז מייצג לעובד בניין

תהליך ה-IRBCA מצריך את ההערכה של שלושת מסלולי החשיפה הבאים לעובד בניין:

1. עיכול, מגע בעור ושאיפה בחוץ של אדים וחלקיקים מהקרקע;
2. שאיפה בחוץ של אדים ממי התהום;
3. מגע בעור עם מי תהום;

מכאן שיש צורך בריכוז מייצג אחד לקרקע ושניים למי תהום. כל אחד מאלה נידון להלן.

1. **ריכוזי קרקע מייצגים.** עבור עובד הבניין, לא קיימת הבחנה בין שכבת הקרקע העליונה ותת הקרקע (הלא רוויה) ובמקום זה התחום מיוצג כעומק הבנייה. לפיכך, יש צורך לזהות את (i) עומק הבנייה, (ii) ההיקף האזורי של הבנייה, (iii) ההיקף האופקי והאנכי של ההשפעות על הקרקע בתוך אזור הבנייה, כולל מספר הדגימות הזמינות לחישוב הריכוז המייצג בתוך אזור הבנייה. יש להעריך את עומק הבנייה העתידי הפוטנציאלי על סמך הסוג הסביר של המבנה שייבנה ועל ידי זיהוי עומק השירותים הציבוריים בסמוך לאתר ובתוכו. אם ההיקף האזורי של אזור הבנייה אינו ידוע, אפשרות שמרנית (שאינה האפשרות היחידה) תהיה להניח שאזור הבנייה יהיה כולו בתוך/לרוחב אזור ההשפעה.

2. **ריכוזי מי תהום מייצגים.** יש להעריך את העומק של אזור הבנייה יחסית למי תהום ולזהות את נתוני מי התהום הזמינים לאזור זה. יש להעריך שינויים בזמנים בריכוזי מי תהום כפי שנידון בסעיף הבא. אם ידוע שמי תהום מושפעים נמצאים מתחת לעומק של הבנייה המתוכננת (בניגוד להימצאותם בתוך העומק של הבנייה המתוכננת), יש להשתמש בשיקול הדעת המקצועי הטוב ביותר כדי להחליט אם יש להעריך שאיפה בחוץ של אדים ממי תהום.

ד.3.5 מי תהום

תהליך ה-IRBCA מצריך ההערכה של מסלולי החשיפה הבאים הקשורים למי תהום:

1. שימוש ביתי במי תהום;
2. מגע בעור עם מי תהום;
3. שאיפת פליטות אדים ממי תהום בתוך מבנים;
4. מי תהום המגנים על גוף עילי של מים מתוקים.

כאשר יש מספר אקוויפרים, יש לחשב ריכוזים מייצגים לאקוויפר המשוך למסלולי החשיפה. לפיכך, בהתאם למספר מסלולי החשיפה המלאים, יש לחשב עד ארבעה ריכוזים מייצגים שונים של מי תהום, אחד לכל מסלול מלא.

בעת חישוב הריכוז המייצג של מי תהום לכל מסלול חשיפה, יש להתחשב בשיקולים החשובים הבאים:

ד.3.6 ריכוז מי תהום מייצג להגנה מפני שאיפה בתוך מבנה

ריכוזי מי תהום המגנים מפני שאיפה בתוך מבנים מוערכים בדרך כלל באמצעות מודל כגון המודל של ג'ונסון ואטינגר (ג'ונסון ועוד, 2001) כפי שהוא משולב בתוכנת IRBCA וכולל מנגנוני העברה של פעפוע וזרימה אופקית גם יחד. אלא אם צוין אחרת, רכיב ההעברה האופקית ישמש להערכת חדירת אדים ממי תהום.

במצבים מסוימים, המנגנון להעברת אדים בצורה אופקית עשוי שלא לתרום לזרימת הכימיקל לבניין. הדוגמאות כוללות מקרים שבהם המקור של כימיקלים חשודים נמצא מחוץ לאזור של השפעת הלחץ של הבניין. דוגמאות אחרות כוללות היעדר של גרדיאנט לחץ או גרדיאנט לחץ שלילי, כלומר לחץ גבוה יותר בתוך הבניין בהשוואה ללחץ במקור.

בהערכה בשלב 1, רמות יעד מבוססות-סיכון של מי תהום המגנות מפני שאיפה בתוך מבנה חושבו באמצעות ריכוזי אוויר בתוך מבנה המבוססים על תקני האוויר השנתיים החדשים של ישראל וכאשר אין אותם, ריכוזי אוויר בתוך מבנים המחושבים על בסיס סיכוני IRBCA ומקדם הפחתה של 0.001 בהתאם להנחיית USEPA (2013).

מודל זה יוצא מתוך הנחה שאין התפזרות רוחבית או אלכסונית של אדים כאשר הם נעים מעלה ממפלס מי התהום דרך האזור הקפילרי והתווך הבלתי רוויאל החלל הסגור. לפיכך, ריכוזים מייצגים של מסלול זה יתבססו על ריכוזי מי תהום הנמדדים בתוך שטח המבנה של הבניין או עד למרחק של 3 מטרים מהבניין. כפי שהוזכר לעיל לגבי קרקע, נתונים מעבר ל- 3 מטרים ייחשבו לנחוצים על סמך הנוכחות של תכונות בקרקעות בתווך הבלתי רווי (לדוגמה, סקרים, מוליכי שירותים ציבוריים וכו') העשויים להשפיע על העברת אדים. עיין בסעיף בהמשך בדיון על הערכת מבנים עתידיים והיחס שלהם לאזור ההשפעה.

- כאשר ישנם מספר אקוויפרים, יש להחשיב את האקוויפר הרדוד ביותר כמסלול התנדפות.

- במסלול ממי תהום לאוויר בתוך מבנה, יש לחשב ריכוזים מייצגים על סמך הבאים:

- ייתכן שיהיה צורך בריכוזים מייצגים רבים אם פלומת הזיהום עברה מתחת למספר בניינים הקיימים עכשיו או בניינים עתידיים. לדוגמה, אם פלומת הזיהום עברה או סבירה לעבור מתחת לשני בניינים שונים, אחד באתר ואחד מחוצה לו, יש לחשב ריכוז מייצג לכל בניין.

- לאחר זיהוי המיקום של טביעות הרגל של המבנים (בין אם ממשיים או היפותטיים) ונתונים זמינים לניטור מי תהום בתוך או בסמוך (במרחק 3 מטרים) לכל טביעת רגל, יש להעריך את הריכוז הממוצע בתוך כל טביעת רגל.

- כאשר נתוני מי תהום אינם זמינים לכל טביעת רגל, האפשרויות הבאות זמינות:

- התקנה של בארות ניטור נוספות בתוך או בסמוך לשטח המבנה שבו חסרים נתונים;
- אינטרפולציה או אקסטרפולציה של נתונים קיימים (במקרה שבו מקור ההתפזרות נמצא מתחת לבניין, ייתכן שאקסטרפולציה של נתונים שנאספו

- מאזורים הסמוכים לשטח המבנה לא תספיק);
- כגישה שמרנית, שימוש בנתונים מבארות הממוקמות במעלה הגרדיאנט של הבניין, כלומר בין הבניין ובין מקור הזיהום.

ד. 3.7 ריכוז מייצג בבניית בארות להגנה מפני עיכול מי תהום (מסלול מי שתייה)

יש להחשיב את אקוויפרים הספציפיים בהם נעשה שימוש ביתי או שעשוי להיעשות בהם שימוש כזה כמסלולי עיכול. יש לחשב ריכוזים מייצגים לכל אקוויפר המשמש למטרות ביתיות או העשוי לשמש למטרות כאלה.

לגבי מסלול העיכול של מי תהום, יש לעמוד בתקן מי השתייה הישראלי, או בשיקולים מחושבים המבוססים על סיכונים בבאר המהווה נקודת חשיפה אם אין תקן מי שתייה ישראלי. לעתים הבאר של נקודת החשיפה הינה היפותטית ולכן לא יהיו זמינים נתונים עבורה. בנוסף, יש לזהות באר אחת או יותר המהווה נקודת דיגום, לחשב ריכוזי יעד בנקודת הדיגום ולנטר את בארות נקודות הדיגום כדי להבטיח שחשיפה לא מקובלת לא תתרחש בנקודת החשיפה. נקודת החשיפה של מסלול מי תהום לשימוש ביתי ימוקם בגבול הגרדיאנט היורד של האתר המזוהם. באתרים גדולים, נקודת החשיפה ממוקמת במרחק 100 מטרים ממרכז "מוקד הזיהום" או גבול הנכס, הנמוך יותר מבין השניים.

יש לחשב את הריכוז המייצג בכל יחידת חשיפה על סמך ריכוז הכימיקלים החשודים שנמדדו. הריכוז המייצג של כל באר מחושב בהתאם למגמת הריכוז: (i) אם הריכוזים עולים, יש לקחת את הנתונים העדכניים ביותר שנאפסו במהלך תקופה של שנה אחת לפחות על בסיס רבעוני בכל באר, (ii) אם הריכוז יציב או יורד, הריכוז המייצג הוא הממוצע של הנתונים העדכניים ביותר שנאספו לאורך תקופה של שנה אחת לפחות על בסיס רבעוני.

ד. 3.8 ריכוז מי תהום מייצג למגע עם העור

- הריכוז המייצג יחושב כגבול עליון של 95% של הממוצע במי תהום שהרצפטור עשוי לבוא איתם במגע. יש לחשב ריכוזים מייצגים לכל אקוויפר המשמש למטרות ביתיות או העשוי לשמש למטרות כאלה.
- בנוגע למגע בעור עם מי תהום, הממוצע או הגבול העליון של 95% של הממוצע במי תהום שרצפטור עלול לבוא איתם במגע משמש כריכוז מייצג. ייתכן שיהיה צורך ביותר מריכוז מייצג אחד כאשר הרצפטור עשוי לגעת במי תהום שמגיעים מיותר מאקוויפר אחד או אזור רווי אחד.
- יש להתחשב בשינויים בריכוזי כימיקלים חשודים שיחולו עם הזמן.

עמוד

ה-3	ה.1 מבוא
ה-6	ה.2 רמות סיכון מקובלות
ה-7	ה.3 פקטורים כמותיים של רעילות
ה-7	ה.3.1 רעילות עורית
ה-10	ה.4 מאפיינים פיזיים וכימיים
ה-10	ה.5 גורמי חשיפה
ה-10	ה.6 פרמטרים של הסעה ופרמטרים של בנייה
ה-11	ה.7 להגנה על מסלול מי תהום
ה-12	ה.7.1 מידות של מקור קרקע
ה-12	ה.7.2 מידות של מקור מי תהום
ה-12	ה.7.3 מיקום של נקודת חשיפה
ה-13	ה.7.4 מיקום של נקודת הדיגום
ה-13	ה.7.5 סטנדרטים בנקודת החשיפה
ה-13	ה.7.6 חישוב הריכוז המותר בנקודת הדיגום
ה-14	ה.7.7 חישוב הריכוז המותר במקור הקרקע
ה-14	ה.8 רמות יעד להגנה על גופי מים עיליים
ה-15	ה.9 מודלים מתמטיים
ה-16	ה.10 רמות יעד לעופרת
ה-17	ה.11 חישוב רמת יעד ל-LNAPL או DNAPL
ה-17	ה.12 חומרי עזר

טבלאות

טבלה ה-1 (א)	ערכי רעילות של כימיקלים
טבלה ה-1 (ב)	מקדמים למסלול מגע עורי
טבלה ה-2	מאפיינים פיזיים וכימיים של כימיקלים
טבלה ה-3	גורמי חשיפה

טבלה ה-4 (א) מקדמים של הסעה להערכה בשלב 1
טבלה ה-4 (ב) מקדמים של בנייה
טבלה ה-5 תקני מי שתייה

איורים

איור ה-1	סכמה של חלחול למי תהום
איור ה-2	דוגמאות לקביעת המיקום של נקודת החשיפה
איור ה-3	סכמה של העברת תשטיף מהקרקע לנחל
איור ה-4	דיאגרמות סכמתיות למודל ג'ונסון ואטניגר

ה.1 מבוא

נספח זה מספק את הנתונים הנדרשים לחישוב רמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1, שכמה מהם יכולים לשמש גם לסקר סיכונים בשלב 2 (עיין בסעיף 8.0 ובנספח ג'). לסקר סיכונים דרושים הגורמים הבאים:

- רמת סיכון מקובלת;
- פקטורים טוקסיקולוגיים ספציפיים לכימיקל ;
- מאפיינים פיזיים וכימיים אחרים של הכימיקלים החשודים;
- גורמי חשיפה ספציפיים לרצפטור;
- מקדמי הסעה;
- מודלים מתמטיים.

כל אחד מגורמים אלה נידון להלן. בנוסף לכך, נספח זה דן ברמות היעד של עופרת (סעיף ה.10) והערכה של רמות הסיכון והיעד כאשר יש LNAPL (סעיף ה.9).

בסקר סיכונים בשלב 1, חושבו רמות יעד מבוססות-סיכון באמצעות הנחות שמרניות החלות על רוב האתרים הישראליים עם רצפטורים אנושיים שונים (ילד, תושב מבוגר, תושב שניתן לשנות את גילו, עובד שאינו תושב ועובד בניין) ומדיות שונים (שכבת הקרקע העליונה, תת הקרקע (הלא רוויה), מי תהום וכו').

בתרחיש של מגורים, רמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1 מחושבות לילד, רצפטור שניתן לשנות את גילו ומבוגר לגבי השפעות סרטניות והשפעות שאינן סרטניות (לגבי כימיקלים שאינם בפיקוח כסרטניים וכאלה שאינם סרטניים) והמינימום של כל רמות היעד המבוססות-סיכון הללו נחשב לרמת היעד מבוססת-הסיכון הסופית. רמות יעד מבוססות-סיכון אלה נקראות רמות יעד מבוססות-סיכון למגורים. בדומה לכך, בהערכה בשלב 2 ובשלב 3, יש לחשב את הסיכון במקרים אלה והסיכון הגבוה ביותר נחשב לסיכון למגורים בשלב 2. בתרחיש שאינו של מגורים, רמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1 מחושבות למבוגר לגבי השפעות סרטניות והשפעות שאינן סרטניות (לגבי כימיקלים שאינם בפיקוח כסרטניים וכאלה שאינם סרטניים) והמינימום של כל רמות יעד מבוססות-סיכון אלה נחשב לרמת היעד מבוססת-הסיכון הסופית. רמות יעד מבוססות-סיכון אלה נקראות רמות יעד מבוססות-סיכון של מקומות שאינם מגורים. בדומה לכך, בהערכה בשלב 2 ובשלב 3, יש לחשב את הסיכון במקרים אלה והסיכון הגבוה ביותר נחשב לסיכון במקומות שאינם מגורים בשלב 2.

בסקר סיכונים בשלב 1, עומק שכבת הקרקע העליונה יהיה 1 מ' (מגורים ותעשייתי/מסחרי). בסקר סיכונים בשלב 2, עומק שכבת הקרקע העליונה יהיה ספציפי לאתר בטווח של 30 ס"מ עד 1 מ' ובסקר סיכונים בשלב 2 הוא יהיה ספציפי לאתר אך לא פחות מ- 30 ס"מ.

מסלולים לשכבת הקרקע העליונה:

- חלחול למי תהום ושימוש אפשרי במי תהום;
- חלחול למי תהום והעברה לאחר מכן לגוף מים עיליים;
- עיכול של קרקע;
- מגע עורי עם קרקע;
- שאיפה בתוך מבנים ובחוף של אדים וחלקיקים הנפלטים משכבת הקרקע העליונה.

באתרים בהם קרקע מזוהמת עלולה לעבור לנכסים סמוכים על ידי זליגה, השקעה אטמוספרית או כל מנגנון אחר, רמות היעד מבוססות-הסיכון בשלב 1 של שכבת הקרקע העליונה יחולו על הנכס הסמוך. השאיפה בתוך מבנים של אדים משכבת הקרקע העליונה לא נחשבת מפני שבנייה טיפוסית מצריכה הסרה של שכבת הקרקע העליונה למטרות בנייה. בבניינים קיימים שבהם שכבת הקרקע העליונה או הקרקע שמתחת לבניין מושפעת, או בבניינים עתידיים שבהם שכבת הקרקע העליונה מושפעת אך אין תכנון לחפור אותה או להסיר אותה או לשקם אותה בכל דרך אחרת, יחולו רמות יעד מבוססות-סיכון של תת הקרקע (הלא רוויה) וגזי קרקע בשאיפה בתוך מבנים.

מסלולים לתת הקרקע (הלא רוויה), המוגדרת כקרקע מתחת לשכבת הקרקע העליונה ועד

למפלס מי התהום:

- התנדפות והעברה למעלה של אדים מתת הקרקע (הלא רוויה) ושאיפה אפשרית של פליטות אדים אלה בתוך מבנים;
- שאיפה בחוף של פליטות אדים;
- שאיפה בחוף, עיכול ומגע עורי עם חלקיקים של תת הקרקע (הלא רוויה) במהלך פעילויות בנייה;
- חלחול למי תהום ושימוש אפשרי במי תהום;
- חלחול למי תהום והעברה לאחר מכן לגוף מים עיליים.

בהערכה בשלב 1 של אזורים שכרגע הם ריקים אך ייתכן שייבנה בהם בניין בעתיד, יחולו רמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1 של תת הקרקע (הלא רוויה) גם על שכבת הקרקע העליונה.

אם המסלול מקרקע למי תהום או מקרקע למים עיליים מלא, יש להשתמש בריכוזי הקרקע המופיעים בטבלה 2-7 (ד) ובטבלה 2-7 (ו) לריכוזי תת הקרקע (הלא רוויה).

מסלולים למי תהום:

- התנדפות והעברה למעלה של אדים ממי תהום ושאיפה אפשרית של פליטות אדים אלה בתוך מבנים;
- התנדפות והעברה למעלה של אדים ממי תהום ושאיפה אפשרית של פליטות אדים אלה בחוף;
- עיכול, שאיפה ומגע עורי עם המים אם מסלול מי תהום בשימוש ביתי מלא (באתר ו/או

- מחוץ לאתר);
- מגע עורי עם מי תהום;
- העברה לגוף מים עיליים והשפעות אפשריות על מים עיליים.

המסלולים הבאים של מים עיליים וסדימנטים לא נכללים בחישובי שלב 1:

- עיכול של מים עיליים, אלא אם מסלול השימוש הביתי במים עיליים מלא (באתר ו/או מחוץ לאתר), לפיכך, עיכול, שאיפה ומגע עורי עם מים עיליים ייחשבו בסקר סיכונים בשלב 1 ותקן מי השתייה הישראלי לכימיקל אינו זמין;
- מגע עם מים עיליים במהלך פעילויות פנאי (עיכול, שאיפת אדים ומגע עורי);
- עיכול דגים;
- מגע (עיכול ומגע עורי מקריים) עם סדימנטים.

מסלולים אחרים

באתרים עם מסלולים מלאים אחרים, יש להעריך אותם בסקר סיכונים בשלב 2 או 3.

בסקר סיכונים בשלב 2, באתרים מסוימים, חלחול למי תהום, העברה אופקית של פלומת הזיהום מתחת לבניין והתנדפות מפלומת הזיהום לבניין הם מסלולים שיכולים להיות מלאים.

בסקר סיכונים בשלב 3, יש להתחשב במסלולי החשיפה הנוספים הבאים אם הם מלאים:

- עיכול של יבולים שגדלו בקרקעות המושפעות;
- חשיפות הקשורות לשימוש במי תהום למטרות השקיה;
- שימוש במי תהום למטרות תעשייתיות;
- עיכול דגים או אורגניזמים מימיים אחרים שצברו כימיקלים חשודים באופן ביולוגי דרך שרשרת המזון כתוצאה מזיהום מים עיליים או סדימנטים
- בשלב 2 או 3 באתרים גדולים (אזור בגודל מספר מאות של מטרים רבועים) שאינם מרוצפים, זליגה עלולה לבוא במגע ישיר עם קרקעות מושפעות ו/או להיפלט אל מים עיליים ו/או מי ים. באתרים כאלה, ייתכן שיש להחשיב זליגה כמדיה שיש לחשוש לגביה מפני שהיא עלולה להשפיע על מים עיליים, מי ים וסדימנטים. ייתכן שיהיה צורך להעריך את ההשפעה האפשרית של זליגת שטח מזוהמת בנכסים סמוכים ומסלולי מים.

רמות היעד מבוססות-הסיכון בשלב 1 של המסלולים הישימים מוצגות בטבלה 2-7 (א) עד טבלה

2-7 (ו).

בסקר הסיכונים בשלב 2, הצד האחראי צריך לחשב את רמות היעד הספציפיות לאתר באמצעות נתונים ספציפיים לאתר שנמדדו וניתנים להצדקה מבחינה טכנית. יש להשתמש בברירות המחדל של המודלים להסעה, ערכי רעילות, גורמי חשיפה ומאפיינים ספציפיים לכימיקלים כדי לפתח רמות יעד ספציפיות לאתר בשלב 2. בסקר סיכונים בשלב 3, יש לחשב רמות יעד ספציפיות לאתר באמצעות נתונים ספציפיים לאתר ואולי מודלים חלופיים של הסעה, אם הרשויות אישרו אותם.

באתרים שבהם אין מסלולי חשיפה אנושית מלאים, יחולו רמות יעד המגנות על מי תהום. כמו כן, באזורים כאלה רמות יעד של קרקע המגנות על רצפטורים אקולוגיים המוצגים בטבלה 4-6 (א) יחולו. אם יש שפיכה שעלולה לפגוע ישירות בגוף מים עיליים, רמות היעד האקולוגיות של קרקעות וסדימנטים יחולו. עיין בטבלה 1-5 (ב) ובטבלה 4-6 (ב).

2.ה רמות סיכון מקובלות

תהליך קבלת החלטות המבוססות על סיכונים דורש רמות סיכון מקובלות להשפעות שליליות סרטניות ולא סרטניות על הבריאות. לגבי השפעות סרטניות, כימות הסיכון מתבצע באמצעות סיכון נוסף אישי לסרטן במהלך החיים והשפעות שאינן סרטניות, כימות הסיכון מתבצע באמצעות מנת סיכונים או אינדקס סיכונים, שהוא סכום מנות הסיכונים של מספר כימיקלים ו/או מסלולי חשיפה מרובים.

בשימוש ביתי במים, תקני מי השתייה הישראליים משמשים כריכוזי היעד בנקודת החשיפה. עבור כימיקלים חשודים להם אין תקני מי שתייה ישראליים, ריכוז היעד בנקודת החשיפה מחושב על סמך ההנחה של עיכול מי תהום, מגע עורי ושאיפת אדים בתוך מבנים בעקבות שימוש במים בתנאי מגורים. באתרים מסחריים ניתן להשתמש באותה רמת יעד בנקודת החשיפה, אף שהמיקום של נקודת החשיפה ייקבע על סמך שיקולים ספציפיים לאתר. בכל מקרה נקודת החשיפה לא תהיה במרחק העולה על 100 מ' מהמקור.

רמות הסיכון המקובלות הן כדלהלן:

רמות היעד מבוססות-הסיכון בשלב 1 מבוססות על רמת סיכון סרטנית מקובלת של 1×10^{-6}

לכל כימיקל חשוד ולכל מסלול ומנת סיכונים של 1.0 לכל מסלול ולכל כימיקל חשוד.

רמות הסיכון המקובלות לסקרי סיכונים בשלב 2 או שלב 3 הן כדלהלן:

סיכון סרטני

- הסיכון הנוסף האישי לסרטן במהלך החיים הכולל של כל כימיקל חשוד, שהוא סכום הסיכונים של כל מסלולי החשיפה המלאים לכל כימיקל חשוד, לא יכול לעלות על 1×10^{-5} .
- הסיכון הנוסף האישי הכולל לסרטן במהלך החיים של כל מסלול חשיפה, שהוא סכום הסיכונים של כל הכימיקלים החשודים לכל מסלול חשיפה, לא יכול לעלות על 1×10^{-5} .
- הסיכון הנוסף האישי המצטבר באתר כולו לסרטן במהלך החיים, כלומר סכום הסיכון של כל הכימיקלים החשודים וכל מסלולי החשיפה לא יכול להיות גדול יותר מ- 1×10^{-4} . עם זאת, אם רק מסלול חשיפה אחד מוערך כיוון שהוא הסיבה והגורם לעריכת סקר הסיכונים, הסיכון המצטבר "באתר כולו" חייב להיות פחות מ- 1×10^{-5} . לדוגמה, אם נדרש מזעור כדי להפחית חדירת אדים למבנים על ידי המשרד להגנת הסביבה, ונערך סקר סיכונים לצורך הערכה של חדירת אדים וקיימים מסלולי חשיפה אחרים, שעשויים להיות לא מלאים, אך אינם רלוונטיים לסקר סיכונים שמערך שאיפת פליטות אדים מחוץ

למבנים, אזי הסיכון המצטבר באתר כולו של כל הכימיקלים החשודים חייב להיות שווה ל- 1×10^{-5} או פחות ממנו. בנוסף לכך, הקריטריונים שאומרים שהסיכון הנוסף האישי המצטבר באתר כולו לסרטן במהלך החיים לא יכול לעלות על 1×10^{-4} , חלים על אתרים המזהמים בכימיקלים חשודים מרביתם, המהווים 10 חומרים מזהמים לפחות שזוהו, או יותר.

סיכון שאינו סרטני

- אינדקס הסיכונים של כל כימיקל חשוד, שהוא סכום מנות הסיכונים של כל מסלולי החשיפה המלאים לכל כימיקל חשוד, לא יכול לעלות על 1.0.
- אינדקס הסיכונים של כל מסלול חשיפה, שהוא סכום מנות הסיכונים של כל הכימיקלים החשודים של כל מסלול חשיפה, לא יכול לעלות על 1.0.
- אינדקס הסיכונים המצטבר באתר כולו, כלומר סכום מנות הסיכונים של כל הכימיקלים החשודים ושל כל מסלול חשיפה, לא יכול לעלות על 1.0 בכל נקודת קצה רעילה.

3.ה מקדמים כמותיים של רעילות

טבלה ה-1 (א) וטבלה ה-1 (ב) מפרטות את ערכי הרעילות המשמשים בסקרי סיכונים בשלב 1 ובשלב 2 בכימיקלים הנבדקים בתהליך ה-IRBCA. המקור לערכים הוא הגרסה מנובמבר 2012 של ה-USEPA. טבלת סיכום של רמות סיכון אזורי (RSL) לנובמבר 2012. בדרך כלל, ערכי רעילות אלה ישמשו לסקר סיכונים בשלב 2 ובשלב 3, אף שניתן להשתמש בערכים חלופיים עם הצדקה מתאימה ובאישור הרשויות.

ההיררכיה של המקורות למידע על רעילות, בהתאם ל:

*"Human Health Toxicity Values in Superfund Risk Assessments" OSWER
directive 9285.7-53 December 5, 2003*

היא כדלהלן:

1. Integrated Risk Information System (IRIS),
2. USEPA Regional Screening Level (RSL) most updated Summary Table
3. National Center for Environmental Assessment (NCEA),
4. Health Effects Assessment Summary Tables (HEAST), and
5. California Human Health Screening Levels (CHHSL) CalEPA.

מדריך רמות הסיכון האזורי פועל בדרך כלל בהתאם להיררכיה לעיל. לגבי רעילות של מקטעי TPH, עיין בסעיף 6.4.4.

לגבי כימיקלים שאין להם ערכי רעילות אך הם כימיקלים חשודים באתר, ייתכן שמעריך הסיכונים יצטרך לפתח את ערכי הרעילות הנדרשים על סמך ההיררכיה לעיל או, במידת הצורך, עיון בספרות המקצועית, הדרכה זמינה מ-USEPA, WHO, EPA של קליפורניה. לפני השימוש בערכים כאלה, עליהם לקבל את אישור המשרד להגנת הסביבה ומשרד הבריאות. בעבר, USEPA השתמש באומדן ממסלול למסלול ויש להתחשב גם בגישה זו.

ה.3.1 רעילות עורית

ערכי רעילות עורית אינם זמינים במקורות לעיל. לפיכך ערכי רעילות עורית חושבו על סמך ההנחה שהרעילות העורית של הכימיקל זהה לערכי הרעילות האוראלית, אלא שמחסום חדיר למחצה (העור) משפיע על הספיגה. שימוש בערכי רעילות אוראלית לחישוב ערכי רעילות עורית מבוסס על עקרונות רעילות שקולים, ובהיעדר מדידה ישירה של רעילות עורית, הוא נחשב לחלופה המקובלת על ה-USEPA. עם זאת, החישוב מסובך בגלל העובדה שכימיקלים שונים עם יעילות שונה עוברים דרך העור. יעילות משתנה זו מחושבת בנוסחה של רעילות עורית בתור המונח של גורמי ספיגה אורלית (RAF_d). מקדם השיפוע העורי (SF_d) ומנת ההתייחסות העורית (RfD_d) מחושבים בתור:

$$(1-ה) \quad SF_d = \frac{SF_o}{GIABS}$$

$$(2-ה) \quad RfD_d = RfD_o \times GIABS$$

כאשר,

$$\begin{aligned} SF_o &= \text{מקדם שיפוע לחשיפה אורלית (מ"ג/ק"ג ליום)}^1, \\ RfD_o &= \text{מנת התייחסות לחשיפה אורלית (מ"ג/ק"ג ליום)}^1, \\ GIABS &= \text{מקדם ספיגה במערכת העיכול (ללא מידות)} \end{aligned}$$

מקדמי הספיגה במערכת העיכול הושגו מטבלאות סינון אזורי של USEPA (2012). הפרמטרים המשמשים למסלול מגע עורי עם מי תהום מופיעים בטבלה ה-1 (ב) ונידונים להלן:

מקדם חדירה: בכימיקלים אורגניים, מקדמי החדירה הספציפיים לכימיקלים במים הושגו ממוצג B-3 של RAGS כרך I, חלק ה (USEPA, 2004). בכימיקלים שאינם רשומים במוצג B-3, מקדם החדירה, K_p (ס"מ/שעה), הוערך באמצעות המשוואה הבאה בהתאם ל- RAGS כרך I, חלק ה (USEPA, 2004):

$$(3-ה) \quad \log K_p = -2.80 + 0.66(\log K_{ow}) - 0.0056MW$$

כאשר,

$$\begin{aligned} K_{ow} &= \text{מקדם חלוקת אוקטנול-מים (ללא מידות)} \\ MW &= \text{משקל מולקולרי (ג/מול)}. \end{aligned}$$

יש לשים לב ש-MW ו- K_{ow} מופיעים בטבלה ה-3.

במתכות וחומרים איאורגניים, מקדמי החדירה הושגו ממוצג B-4 של RAGS כרך I, חלק ה (USEPA, 2004). אם אין ערך זמין, מומלץ להשתמש במקדם החדירה של 1×10^{-3} ס"מ/שעה כערך ברירת המחל (USEPA, 2004).

תרומה יחסית של מקדם חדירה: התרומה היחסית של מקדמי חדירה לכימיקלים הושגה ממוצג B-3 של RAGS כרך I, חלק ה (USEPA, 2004). בכימיקלים שאינם רשומים במוצג B-3, התרומה היחסית של מקדם החדירה, B (ללא יחידות), הוערכה באמצעות המשוואה הבאה בהתאם ל- RAGS כרך I, חלק ה (USEPA, 2004):

$$(4\text{-ה}) \quad B = K_p \frac{\sqrt{MW}}{2.6}$$

זמן עיכוב: זמני העיכוב של הכימיקלים, τ_{event} (שעה/אירוע), הושגו ממוצג ב-3 של RAGS כרך ו, חלק ה (USEPA, 2004).

בהתאם ל-RAGS כרך ו, חלק ה (USEPA, 2004), המשוואה להערכת τ_{event} נגזרת כדלהלן:

$$(5\text{-ה}) \quad \frac{D_{sc}}{I_{sc}} = 10^{(-2.80-0.0056MW)}$$

$$(6\text{-ה}) \quad \tau_{event} = \frac{I_{sc}^2}{6 \times D_{sc}}$$

כאשר, D_{sc} = מקדם פעפוע יעיל של העברה כימית דרך השכבה הקרנית של עור (סמ"ר/שעה)
 I_{sc} = העובי הנראה של השכבה הקרנית של העור (ס"מ).

זמן העיכוב תלוי במקדם הפעפוע היעיל של העברה כימית דרך השכבה הקרנית של העור והעובי הנראה של השכבה הקרנית של העור. בהנחה ש- $I_{sc} = 10^{-3}$ ס"מ כערך ברירת המחדל לעובי השכבה הקרנית של העור, τ_{event} הופך ל:

$$(7\text{-ה}) \quad \tau_{event} = 0.105 \times 10^{(0.0056MW)}$$

לגבי כימיקלים שלא רשומים במוצג ב-3, τ_{event} הוערך באמצעות המשוואה ה-7.

משוואה ה-7 מבוססת על ההנחה שכל הכימיקלים הנספגים בעור במהלך אירוע חשיפה ייספגו בסופו של דבר במחזור הדם, כאשר השכבה הקרנית של העור היא המחסום העיקרי לרוב הכימיקלים. בכימיקלים עם ספיחת שומנים גבוהה, האפידרמיס המתקיים יכול להוות מחסום משמעותי להעברה כימית מהשכבה הקרנית של העור למחזור הדם. כשמצב זה קורה, הקצב היחסי של נשירת השכבה הקרנית של העור וקצב התרבות התאים בבסיס האפידרמיס המתאים תורם לירידה הנטו בסכום הכולל של הכימיקל הנספג. מסיבות דומות, נשירת השכבה הקרנית של העור יכולה להפחית את כמות הספיגה של כימיקלים שאין להם ספיחת שומנים גבוהה אך הם גדולים מספיק כך שהחדירה דרך השכבה הקרנית של העור מתבצעת באיטיות.

זמן הגעה למצב יציב: זמן ההגעה למצב יציב בכימיקלים שנבדקו הושג ממוצג ב-3 של RAGS כרך ו, חלק ה (USEPA, 2004). בכימיקלים שאינם רשומים במוצג ב-3, זמן ההגעה למצב יציב, t^* (שעות), הוערך באמצעות המשוואה הבאה בהתאם ל-RAGS כרך ו, חלק ה (USEPA, 2004):

אם $B < 0.6$ או $B = 0.6$,

$$(8\text{-ה}) \quad t^* = 2.4\tau_{event}$$

אם $B > 0.6$,

$$t^* = 6\tau_{event} \times \left(b - \sqrt{b^2 - c^2} \right) \quad (9-ה)$$

כאשר b ו- c הם מקדמי קורלציה שהותאמו לנתונים מפלין, G.L. (1990) ומבוטאים כדלהלן:

$$b = 2 \times \frac{(1+B)^2}{\pi} - c \quad \text{ו-} \quad c = \frac{1+3B+3B^2}{3(1+B)} \quad (10-ה)$$

מים ספוגי מקטעים: מים ספוגי מקטעים בכימיקלים שנבדקו הושגו ממוצג ב-3 של RAGS כך ו, חלק ה (USEPA, 2004). בכימיקלים שאינם רשומים במוצג ב-3, התרומה היחסית של מקדם החדירה מים ספוגי מקטעים, FA (ללא יחידות), הוערך ממוצג א-5 של RAGS כך ו, חלק ה (USEPA, 2004).

4.ה. מאפיינים פיזיים וכימיים

מאפיינים פיזיים וכימיים של כימיקלים חשודים רשומים בטבלה ה-2. יש להשתמש בערכים אלה בכל השלבים אלא אם יש סיבות מוצדקות לשנות אותן והרשויות מאשרות את הערכים החלופיים. השימוש בערכים שונים יתאפשר רק עם הצדקה מתאימה בסקר סיכונים בשלב 3.

ההיררכיה הבאה שימשה להשגת המאפיינים הפיזיים והכימיים:

1. טבלת רמות סיכון אזוריות (RSL) התומכות בפרמטרים ספציפיים-כימיקליים, יוני 2011 (USEPA, 2011b);
2. הדרכה משלימה לפיתוח רמות סיכון קרקע לאתרי קרן-על (USEPA, 2002c).

הערות שוליים בטבלה ה-2 מציינים את המקור של כל ערך. למאפיינים פיזיים וכימיים של מקטעי TPH, עיין בסעיף 6.4.4.

5.ה. גורמי חשיפה

גורמי החשיפה וערכי ברירת המחדל המשמשים לפיתוח רמות יעד מבוססות-סיכון גנריות בשלב 1 מוצגים בטבלה ה-3. ערכים אלה הוערכו ואושרו על ידי כוח המשימה של ה-IRBCA. גורמי חשיפה מוערכים בדרך כלל על סמך הספרות המקצועית במקום מדידות ספציפיות לאתר. בסקר סיכונים בשלב 3, ניתן להשתמש בגורמי חשיפה ספציפיים לאתר כאשר יש הצדקה ברורה ואישור של הרשויות.

המקור למידע על גורמי חשיפה:

Exposure Factors Handbook Volume 1 – General Factors (USEPA, 1997c, 2011)

מקורות אחרים לנתונים על גורמי חשיפה יכולים לשמש לסקר סיכונים בשלב 3 אם יש אישור מהרשויות.

6.ה פרמטרים של הסעה ופרמטרים של בנייה

פרמטרים של הסעה נחוצים להערכת רמות היעד של מסלולי חשיפה עקיפים. גורמים אלה מאפיינים את מאפייני האתר הפיזיים כגון עומק עד למי תהום, אזור האתר, נקבוביות הקרקע וקצב חדירה באתר. בסקר סיכונים בשלב 1, נבחרה קרקע המייצגת את הקרקע באקוויפר החוף. טבלה ה-4 (א) וטבלה ה-4 (ב) מציגות את ערכי ברירת המחדל לפרמטרים של הסעה ופרמטרים של בנייה ברמות יעד מבוססות-סיכון המחושבות בשלב 1. ערכים אלה נבחרו על ידי כוח המשימה של ה-IRBCA. בטבלה ה-4 (א), המונח 'קצב זרימה הנפחי של גז קרקע אל חלל סגור' (Qsoil) מייצג את נפח גז הקרקע שזורם לתוך הבניין מתת הקרקע (הלא רוויה). זרימה כזו מתרחשת בגלל ההפרשים בלחץ בין תת הקרקע (הלא רוויה) והחלק הפנימי של הבניין.

בסקר סיכונים בשלב 2, משתמשים בשילוב של ערכים ספציפיים לאתר וערכי ברירת מחדל של הסעה כפי שנידון בנספח ג'. הערך של פרמטר שבו משתמשים, בין אם הוא ספציפי לאתר או ברירת מחדל, חייב להיות מוצדק על סמך התנאים הספציפיים לאתר. כאשר התנאים באתר שונים באופן משמעותי מההנחות בשלב 1, יש להשתמש בערכים ספציפיים לאתר.

בסקר סיכונים בשלב 3, הפרמטרים הספציפיים של הסעה הנדרשים לחישוב רמות יעד ספציפיות לאתר יהיו תלויים במודל שבו משתמשים.

7.ה הגנה על מסלול מי תהום

אם מסלול השימוש במי תהום נחשב למלא בכפוף לתנאים כיום או בעתיד, יש להעריך אותו באופן כמותי כדלהלן:

שלב 1: זיהוי נקודת החשיפה הקריטית. נקודת החשיפה מוגדר בסעיף ה.7.3. נקודת החשיפה אינה בהכרח באר ממשית אך היא יכולה להיות באר היפותטית. בנוסף לכך, ניתן לסנן את נקודות החשיפה באזור לא מזוהם עמוק יותר, ולא בהכרח באזור רדוד ומזוהם של קידוח מים.

שלב 2: קביעת רמות היעד בנקודות החשיפה. עבור כימיקלים חשודים שיש להם תקני מי שתייה ישראליים מוצעים, רמת היעד בנקודת החשיפה תהיה תקן מי השתייה הישראלי. עבור כימיקלים חשודים שאין להם תקני מי שתייה ישראליים, רמות היעד יהיו ערך מחושב המבוסס על סיכונים שיוצא מתוך הנחה של עיכול מי תהום, מגע עורי ושאיפת אדים בתוך מבנים בעקבות שימוש במים. יש לציין ששאיפת אדים בתוך מבנים המבוססת על מסלול השימוש במים תישקל רק לכימיקלים נדיפים חשודים (עיין באיור ה-1)

שלב 3: זיהוי בארות בנקודות הדיגום וחישוב רמות יעד בנקודות הדיגום. בארות בנקודות הדיגום ממוקמות בין המקור ובין נקודת החשיפה כדי לנטר את ריכוזי הכימיקלים החשודים במי תהום כאמצעי להגנה מפני חריגות בנקודות החשיפה. ריכוזי יעד מבוססי סיכונים יפותחו מנקודת הדיגום באמצעות מדלים מתאימים של הסעה ופרמטרים ספציפיים לאתר כפי שהוסבר בסעיף ה.12.

שלב 4: חישוב ריכוזי כימיקלים חשודים מייצגים בקרקע באזור הפליטה. יש לחשב רמות יעד מבוססות-סיכונים של הקרקע גם עבור אזור הפליטה באמצעות המשוואות והמודלים שהוצגו בנספח זה.

ההגנה על מסלול מי התהום דורשת את הפרטים הבאים:

1. המידות של מקור הקרקע;
2. המידות של מקור מי התהום;
3. המיקום של נקודת החשיפה;
4. המיקום של נקודת הדיגום;
5. הסטנדרטים שיש לעמוד בהם בנקודת החשיפה;

איור ה-1 מציג סכמה של מסלול זה. על סמך הפרטים לעיל, ניתן להשתמש במודל של סומרס ודומניקו כדי לחשב את הבאים:

1. הריכוז המותר בנקודת הדיגום;
2. הריכוז המותר במקור הקרקע.

הריכוזים המותרים בנקודת החשיפה ובנקודת הדיגום מושווים לריכוזים המייצגים שנמדדים בשני מיקומים אלה (נקודת הדיגום ומקור הקרקע) כדי לקבוע אם המסלול מוגן.

הבחירה בחמשת הנתונים שמוצגים לעיל נידונה להלן:

ה.7.1 מידות של מקור קרקע

המידות של מקור הקרקע משוערות תוך התבססות על חקירת האתר וידע היסטורי של הפעילויות באתר. המקור נחשב למלבני בקירוב עם המידות 'L' ו-'W_{ga}' כפי שמוצג באיור ה-1. יש לציין שהגדרת המידות של המקור הינה יחסית לכיוון הזרימה כפי שמוצג באיור ה-1.

ה.7.2 מידות של מקור מי תהום

ההנחה השמרנית היא שהכימיקלים החשודים באזור שאינו רווי עוברים באופן אנכי מטה. מכאן ששטח המבנה של מקור מי התהום הינו זהה לשטח המבנה של מקור הקרקע. בנוסף לכך, יש לשייך את מידת העומק ' δ_{gw} ' למקור המים (ראה איור ה-1) והיא מוערכת כמידה הגדולה יותר מבין:

1. טווח התנודות של מפלס מי התהום;
2. העומק מתחת לעומק הממוצע למפלס מי התהום שאליו עברו כימיקלים חשודים;
3. עובי הסינון בבאר;
4. ערך מחושב.

באף מקרה עובי זה לא יכול להיות גדול יותר מהעובי של האקוויפר.

ה.7.3 המיקום של נקודת חשיפה

בסקר סיכונים בשלב 1, נקודת החשיפה תמוקם במרחק מקצה הגרדיאנט היורד של המקור עד למינימום של:

1. המיקום של הבאר הקיימת;
2. גבול הנכס בכיוון הגרדיאנט היורד;
3. באתרים גדולים, נקודת החשיפה ממוקמת במרחק 100 מטרים ממרכז "מוקדי הזיהום" או גבול הנכס, הנמוך יותר מבין השניים.

בשימוש ביתי בלבד, נקודת החשיפה תמוקם במרחק שהוגדר על ידי רשות המים.

בתרחיש לדוגמה המוצג באיור ה-2 (א), המינימום של שלוש הנקודות המתוארות לעיל הוא 100 מ' מקצה הגרדיאנט היורד של המקור. מכאן שנקודת החשיפה היא בנקודה 3. בדומה לכך, באיור ה-2 (ב), נקודה 1 היא נקודת החשיפה מפני שבאר קיימת היא הנקודה הקרובה ביותר מהמקור. כפי שצוין לעיל, נקודת החשיפה יכולה להיות נקודה היפותטית, כלומר באר קיימת או לא קיימת בנקודת החשיפה.

ה.7.4 המיקום של נקודת הדיגום

נקודת הדיגום היא באר ניטור הממוקמת בין המקור ובין נקודת החשיפה. ריכוזי כימיקלים חשודים נמדדים בנקודת הדיגום ולאחר מכן מושוים לריכוזים המותרים בנקודת הדיגום, המחושבים כפי שנידון להלן. השוואה זו משמשת כדי לקבוע אם מסלול מי התהום מגן על האתר.

ה.7.5 סטנדרטים בנקודת החשיפה

תקן מי השתייה הישראלי או ערך מחושב שיש לעמוד בו בנקודת החשיפה. טבלה ה-5 מפרטת את הכימיקלים שעבורם תקני מי שתייה ישראלים חדשים קיימים. לגבי כל הכימיקלים האחרים ללא תקן מי שתייה ישראלי עדכני, תקנים מקבילים למים לשימוש ביתי חושבו על סמך עיכול המים, מגע עורי עם מים ושאיפת אדים במהלך שימוש ביתי. עיין במשוואה בנספח ה'. הערכים מוצגים גם בטבלה 7-2 (ד).

ה.7.6 חישוב הריכוז המותר בנקודת הדיגום

כדי להעריך את ריכוזי הקרקע בשלב 1 המגנים על מי התהום עבור מרחקים שונים מנקודת החשיפה, ריכוז מקור הקרקע וריכוזי מקור מי התהום בטבלה 7-2 (ד) יוכפלו עם מקדם הפחתת דילול בערכים של תווך שאינו רווי בטבלה 7-2 (ה). לדוגמה, אם נקודת החשיפה במרחק 0 מ' מהמקור, ריכוזי מקור הקרקע ומי התהום של בנזן בטבלה 7-2 (ד) הם 0.00344 מ"ג/ק"ג ו-

0.005 מ"ג/ל", בהתאמה. ערך מקדם הפחתת הדילול בטבלה 7-2 (ה) למרחק של 100 מ' הוא 18.7. כשמכפילים ערכים אלה, ריכוזי מקור הקרקע ומקור מי התהום הם 0.064 מ"ג/ק"ג ו- 0.094 מ"ג/ל", בהתאמה.

בסקר סיכונים בשלב 1 ובשלב 2 יש להשתמש בערכי מקדם הפחתת הדילול הבאים באזור הבלתי הרווי התלוי בעומק:

עומק למי תהום פחות מ-6 מ', $DAF = 1$
 עומק למי תהום 6 – 16 מ', $DAF = 2$
 עומק למי תהום העולה על 16 מ', $DAF = 4$

את הריכוז המותר בנקודת הדיגום ניתן להעריך באמצעות המשוואה הבאה:

$$C_{POD} = C_{TGW} \times \frac{DAF_{bldg}}{DAF_{POD}} \quad \text{(ה-11)}$$

כאשר,

C_{POD} = ריכוז מי התהום המותר בנקודת הדיגום (מ"ג/ל"),
 C_{TGW} = ריכוז היעד של מי תהום מתחת לבניין באתר/מחוץ לאתר (מ"ג/ל"),
 DAF_{bldg} = מקדם הפחתת דילול בין בניין באתר/מחוץ לאתר ומקור המוערך באמצעות משוואת דומניקו
 DAF_{POD} = גורם הפחתת דילול בין נקודת הדיגום והמקור המוערך באמצעות משוואת דומניקו

במשוואה לעיל ניתן להשיג את ערכי מקדם הפחתת דילול מטבלה 7-2 (ה). אם אין את המרחק המדויק, ניתן להשתמש באינטרפולציה ליניארית.

7.7. חישוב הריכוז המותר במקור הקרקע

את הריכוז המותר במקור הקרקע ניתן לחשב באמצעות המשוואה הבאה:

$$C_{SS} = C_{TGW} \times \frac{DAF_{bldg}}{LF_{SW}} \times DAF_{unsat} \quad \text{(ה-12)}$$

כאשר,

C_{SS} = ריכוז הקרקע המותר במקור (מ"ג/ק"ג)
 C_{TGW} = ריכוז היעד של מי תהום מתחת לבניין באתר/מחוץ לאתר (מ"ג/ל"),
 DAF_{bldg} = מקדם הפחתת דילול בין בניין באתר/מחוץ לאתר ומקור המוערך באמצעות משוואת דומניקו
 LF_{SW} = מקדם חלחול בקרקע יבשה [(מ"ג/ל"-מים)/(מ"ג/ק"ג-קרקע)]
 DAF_{unsat} = מקדם הפחתת דילול בתווך הבלתי רווי

8. רמות יעד להגנה על גופי מים עיליים

יש להעריך השפעות אפשריות על גופי מים עיליים כולל נחלים, אגמים והים ולהגן על איכות המים העיליים. ייתכן שיהיה צורך בדגימת כימיקלים חשודים בגופי מים עיליים כאשר ידוע על העברת כימיקלים חשודים או כאשר קיים חשד להשפעה שלילית על גוף מים עיליים. רמות יעד לשיקום המבוססות על שיקולים הקשורים להטרדה מחושבות על סמך גורמים שאינם משפיעים על הבריאות ועל הסביבה, אך למרות זאת משפיעים על יכול השימוש במים.

הגנה על נחלים דורשת (i) הערכה של ריכוזי כימיקלים חשודים מותרים בנקודת הפליטה לנחל, (ii) חישוב ריכוזי כימיקלים חשודים מותרים במיקומים שונים בפלומת הזיהום במי תהום. יש לציין שאסור שיהיה אזור ערבוב בגוף המים באף אחד מהשלבים. לפיכך, ריכוז הכימיקלים החשודים המותר בנחל שווה לריכוז הכימיקלים החשודים במי תהום בנקודת הפליטה של מי התהום לגוף המים העיליים. ההפחתה בתוך הנחל בעקבות ערבוב, דילול, פירוק, התנדפות, התחלקות לסדימנטים היא זניחה.

ריכוזי כימיקלים חשודים במי תהום בנקודת הדיגום במרחקים שונים בין ריכוזי המקור ומקור הקרקע מוערכים באמצעות הפרוצדורה המתוארת להלן. עיין גם באיור ה-3.

שלב 1: קביעת הריכוז מותר בנקודת הפליטה לנחל: הריכוז המותר בנקודת הפליטה נבחר מבין הריכוזים המפורטים בטבלה 1-5 (ב). ריכוז זה תלוי במאפיינים של גוף המים המקבל כגון מים מתוקים, מי שפך נהר ומי ים. אם הנחל ישמש למטרות מי שתייה, יש להשתמש בריכוזים של שימוש ביתי בטבלה 2-7 (א). אם הנחל ישמש למטרות אחרות שאינן שתייה, למשל השקיה, חיות משק, השקיית חיות בר, אספקה תעשייתית או לפעילויות פנאי, ייתכן שיהיה צורך לחשב את רמות היעד המתאימות. אם לנחל יש מספר שימושים, יש להשתמש בריכוז הנמוך ביותר.

שלב 2: הערכת ריכוזי מי תהום וקרקע: ניתן לחשב לאחר ריכוזי כימיקלים חשודים ישימים לקרקע ומי תהום בבארות בנקודת הדיגום ובבארות של מקור מי תהום באמצעות הרעיון של מקדם הפחתת דילול. המשוואות הספציפיות, שילוב בין המודלים של סאמר ודומניקו, מוצגים בנספח ה'. הפרוצדורה דומה לחישוב הריכוזים המגנים על באר בנקודת הדיגום בכך שהכרחי לקבוע נקודת דיגום אחת או יותר ולחשב את מקדמי ההפחתה המתאימים. יש לציין שבמקרה זה, נקודת החשיפה היא המיקום שבו מי התהום נפלטים לנחל.

ריכוזי הכימיקלים החשודים בקרקע ובמי תהום הנידונים לעיל חלים על הגנת מי התהום. יש להעריך גם מסלולי חשיפה אחרים ממי התהום, כגון שאיפת אדים נדיפים ועיכול מי תהום, כחלק מהתהליך. לפיכך, קריטריוני שיקום המבוססים על מסלולי חשיפה אלה עשויים להוביל לריכוזי כימיקלים חשודים מותרים שיהיו נמוכים יותר מאלה המגנים על גוף מים עיליים.

9. מודלים מתמטיים

הפרמטרים שהוזכרו לעיל משמשים בשני סוגים של מודלים, או משוואות, כדי לחשב את רמות היעד המבוססות על סיכונים. אלה הם (i) משוואות קליטה, (ii) מודלי הסעה. בסקרי סיכונים בשלב 1 ובשלב 2, הרשויות בחרו במודלים ובמשוואות המוצגים בסוף נספח זה. באופן ספציפי, מודלים אלה כוללים:

- שאיפת אדים בתוך מבנים מתת הקרקע (הלא רוויה) ומי תהום – מודל ג'ונסון ואטינגר (J&E, USEPA, 2004b), עיין באיור ה-4;

- שאיפת אדים בחוץ מהקרקע – מקדם התנדפות המופיע בהדרכת סינון קרקע: מדריך למשתמש (USEPA, 1996b) למקורות סופיים ואינסופיים. מבין אלה, מקור סופי משמש לחישוב רמות יעד מבוססות-סיכון בשלב 1;
- שאיפת אדים בחוץ מהקרקע – מקדם פליטת חלקיקים בהדרכת סינון קרקע: מדריך למשתמש (USEPA, 1996);
- מסלול הגנת מי תהום – מודל סאמר (ASTM, 1995a) ומודל דומניקו (דומניקו ושוורץ, 1990).
יש לציין שניתן להשתמש במשוואות ובמודלים במצב אחורי כדי להעריך רמות יעד או במצב קדמי כדי להעריך סיכון. בנספח זה מופיעות משוואות גם במצב אחורי וגם במצב קדמי. עם אישור מראש של הרשויות ועד להגשת תכנית עבודה בשלב 3, ניתן להשתמש במודלים חלופיים בסקר סיכונים בשלב 3.

ה.10 רמות יעד לעופרת

לעופרת יש מספר השפעות רעילות, אך היעד העיקרי לרעילות עופרת היא מערכת העצבים. ילדים צעירים פגיעים במיוחד. התנהגויות מסוימות, כגון זחילה ומשחק על הרצפה או על אדמה, מובילות לחשיפה מוגברת ומערכת העצבים המרכזת של ילד צעיר רגישה במיוחד מפני שהיא עדיין מתפתחת. חשיפה כרונית אפילו לרמות נמוכות של עופרת שאינן רעילות במיוחד עלולות להוביל להתפתחות נפשית לקויה, לקויות למידה ובעיות בהתנהגות.

עקב הפגיעות הגדולה של ילדים לחשיפה לעופרת, החשש העיקרי בסביבת מגורים הוא הסיכון לילדים. בתרחיש שאינו בסביבת מגורים, ילדים אינם נחשפים בדרך כלל באופן ישיר, אך עוברים אותם נושאות עובדות הרות עלולים להיחשף.

ה-USEPA פיתוח מודלים לחיזוי ריכוזי עופרת בדם אצל ילדים ונשים בהריון וכדי לספק מידע לגבי אחוז האוכלוסייה החורג מ- $10 \mu\text{g}/\text{dL}$. מודל צריכת החשיפה המשולבת הביו-קינטית (IEUBK) חוזה את הסיכון של רמות עופרת גבוהות בדם (PbB) אצל ילדים מתחת לגיל שבע שנחשפים לעופרת סביבתי ממקורות שונים, ואילו מתודולוגיה של עופרת במבוגרים (ALM) חוזה את ריכוזי העופרת בדם של עוברים הנשאים על ידי נשים שנחשפות לאתרי המזהמים בעופרת.

ריכוז העופרת בדם המשמש במודל צריכת החשיפה המשולבת הביו-קינטית ובמודל המתודולוגיה של עופרת במבוגרים הוא $10 \mu\text{g}/\text{dL}$ מכיוון שזוהי הרמה שמעליה מתקיים סיכון משמעותי לבריאות, אף שהשפעות התפתחותיות של עופרת הודגמו ברמות מתחת ל- $10 \mu\text{g}/\text{dL}$. בהתאם למרכז לבקרת מחלות של ארה"ב, לא הודגם סף להשפעות שליליות על הבריאות בילדים צעירים ולא זוהתה רמה בטוחה בדם.

המשרד להערכת סיכונים בריאות סביבתיים בקליפורניה הציע רמות סינון קרקע המבוססות על ערך מדריך ספציפי לילדים לגבי עופרת, המוגדרת כעלייה מצטברת הגדרתית המהווה אמת מידה בעופרת בדם (PbB) עד ל- $1 \mu\text{g}/\text{dL}$. שינוי זה באמת המידה של ריכוזי עופרת בדם הינו הערכה שנועדה להגן על הבריאות, המבוססת על סיכון לילדים, ואילו רמות יעד קודמות של עופרת בדם התבססו על "רמת דאגה" שלא כללו מידע מדעי עדכני.

על סמך המידע לעיל, רמות הקרקע בתהליך ה- IRBCA הן:

קרקע לשימוש למגורים (מגע ישיר עם הקרקע) 80 מ"ג/ק"ג
קרקע שאינה לשימוש למגורים (מגע ישיר עם הקרקע) 320 מ"ג/ק"ג

הצד האחראי יכול לבחור אם לבצע סקר סיכונים (בשלב 3) ספציפי לאתר עבור עופרת אם הריכוזים חורגים מרמות אלה.

ריכוזי הקרקע לעיל לא מתחשבים בחלחול למי תהום. באתרים שבהם מסלול זה מלא או עשוי להיות מלא, הרשויות עשויות לדרוש ניתוח ספציפי לאתר. השימוש בבדיקת חלחול באמצעות מים עם pH הדומה לזה של מים מחלחלים עשוי לשמש כדי לקבוע את האפשרות לעופרת המשפיעה על מי תהום.

11. חישוב רמת יעד ל- LNAPL או DNAPL

תהליך ה- IRBCA מאפשר את החישוב של רמות סיכון יעד כאשר יש LNAPL או DNAPL. בכפוף לתנאי זה, מסלולי החשיפה העיקריים הם שאיפה בתוך מבנים עבור רצפטור במגורים או באזור שאינו למגורים, והגנה על באר מי תהום שהיא נקודת החשיפה כיום או בעתיד. במסלולים אלה, השלב העיקרי הוא חישוב ריכוז האדים וריכוז הממסים הנפליטים מ- LBAPL ו/או DNAPL. לאחר שריכוזים אלה מוערכים, ניתן לקבוע רמות סיכון ויעד באמצעות הפרוצדורות המתוארות בסעיפים ה-2 עד ה-8 לעיל.

ריכוזי אדי הקרקע באיזון עם LNAPL או DNAPL הם הריכוז בפועל של אדי הקרקע. ריכוז זה תלוי בנקודות הבאות (i) ריכוז האדים בקרקע הרווייה הספציפי לכימיקל (ii) שבר המול של הכימיקל ב- LNAPL או DNAPL שעבורו ריכוז אדי הקרקע מחושב. אם שבר המול של כימיקל חשוד מסוים אינו ידוע, ניתן להשתמש בשברי מול המוגדרים כברירת מחדל, שחושבו באמצעות מקטע משוקלל של כימיקל חשוד ספציפי ב- LNAPL או DNAPL, אם ניתן לנתח את ה- LNAPL ולקבוע את המרכיבים שלו. לחלופין, המעריך יכול לדגום את ה- LNAPL/DNAPL לניתוח במעבדה כדי לקבוע ערכים ספציפיים לאתר לגבי המשק ושברי המול. המשוואות הספציפיות המשמשות לחישוב ריכוז אדי הקרקע בפועל או ריכוז המומסים בפועל מוצגות בנספח ה'.

במצב קדמי של סקר הסיכונים, ריכוזים בפועל של אדי קרקע או מומסים יכולים לשמש לחישוב הסיכון של שאיפה בתוך מבנים או להערכת הריכוז בבארות נקודות הדיגום POD ונקודות חשיפה. אם DNAPL ממוקם מתחת למפלס מי התהום, מסלולים הקשורים לאדים שנוצרים מה- DNAPL ייחשבו לחלקיים, כיוון שאדים לא חודרים את העמוד העליון של קרקע רוויה.

12. חומרי עזר

FDEP, 2005. Technical Report: Development of Cleanup Target Levels (CTLs) For Chapter 62-777, F.A.C. Division of Waste Management, Florida Department of Environmental Protection, February 2005.

Flynn, G.L., 1990. Physicochemical Determinates of Skin Absorption. In T.R. Gerrity and C.J. Henry, Eds. Principles of Route-to-Route Extrapolation for Risk Assessment, Elsevier, New York. p. 93 – 127.

USEPA, 1989. Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS), Volume 1: Human Health Evaluation Manual, Part A. EPA/540/1-89/002. December 1989.

USEPA, 1996c. Recommendations of the Technical Review Workgroup for Lead for an Interim Approach to Assessing Risks Associated with Adult Exposures to Lead in Soil. U.S. Environmental Protection Agency Technical Review Workgroup for Lead. December 1996.

USEPA, 1999b. Overview of the IEUBK Model for Lead in Children. OSWER 92857-31. Office of Emergency and Remedial Response. EPA 540-R-99-015. PB99-963508. August 1999.

USEPA, 2000a. Methodology for Deriving Ambient Water Quality Criteria for the Protection of Human Health. Office of Water, Washington, DC.

USEPA, 2004. Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS), Volume 1: Human Health Evaluation Manual, Part E Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment. EPA/540/R/99/005. July 2004.

טבלה 1-ה (א)
ערכי רעילות של כימיקלים
Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	CAS No.	Oral Slope Factor (SF _o)	Inhalation Unit Risk (IUR)	Dermal Slope Factor (SF _d)	Oral Reference Dose (RfD _o)	Reference Concentration (RfC)	Dermal Reference Dose (RfD _d)	Absorption Factor	
		(mg/kg-day) ⁻¹	(m ³ /μg)	(mg/kg-day) ⁻¹	(mg/kg-day)	(mg/m ³)	(mg/kg-day)	Dermal (ABS _d)	Gastrointestinal (GIABS)
								(unitless)	
VOCs and SVOCs									
1,1,1-Trichloroethane	71-55-6	NA	NA	NA	2.0E+00	5.0E+00	2.0E+00	NA	1.0
1,1-Biphenyl	92-52-4	8.0E-03	NA	8.0E-03	5.0E-02	4.0E-04	5.0E-02	NA	1.0
1,1-Dichloroethylene	75-35-4	NA	NA	NA	5.0E-02	2.0E-01	5.0E-02	NA	1.0
1,2,3-Trimethylbenzene	526-73-8	NA	NA	NA	NA	5.0E-03	NA	NA	1.0
1,2,4-Trimethylbenzene	95-63-6	NA	NA	NA	NA	7.0E-03	NA	NA	1.0
1,2-Dibromo-3-chloropropane	96-12-8	8.0E-01	6.0E-03	8.0E-01	2.0E-04	2.0E-04	2.0E-04	NA	1.0
1,3,5-Trimethylbenzene	108-67-8	NA	NA	NA	1.0E-02	NA	1.0E-02	NA	1.0
1,3-Butadiene	106-99-0	3.4E+00	3.0E-05	3.4E+00	NA	2.0E-03	NA	NA	1.0
1,3-Dimethylnaphthalene	575-41-7	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1,4-Dichlorobenzene	106-46-7	5.4E-03	1.1E-05	5.4E-03	7.0E-02	8.0E-01	7.0E-02	NA	1.0
1-Methyl-2-ethylbenzene	611-14-3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1-Methyl-4-ethylbenzene	622-96-8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1-Methyl-4-isopropylbenzene	99-87-6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1-Methylnaphthalene	90-12-0	2.9E-02	NA	2.9E-02	7.0E-02	NA	7.0E-02	0.13	1.0
2,3-Dimethylbutane	79-29-8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2,4,6-Trinitrotoluene (TNT)	118-96-7	3.0E-02	NA	3.0E-02	5.0E-04	NA	5.0E-04	0.032	1.0
2-Methyl-1-butene	563-46-2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2-Methylchrysene	3351-32-4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2-Methylnaphthalene	91-57-6	NA	NA	NA	4.0E-03	NA	4.0E-03	0.13	1.0
2-Methylpentane	107-83-5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3-Methylpentane	96-14-0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6-Methylchrysene	1705-85-7	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
7,12-Dimethylbenz(a)anthracene	57-97-6	2.5E+02	7.1E-02	2.5E+02	NA	NA	NA	0.13	1.0
Acenaphthene	83-32-9	NA	NA	NA	6.0E-02	NA	6.0E-02	0.13	1.0
Acenaphthylene	208-96-8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Anthracene	120-12-7	NA	NA	NA	3.0E-01	NA	3.0E-01	0.13	1.0
Benz(a)anthracene	56-55-3	7.3E-01	1.1E-04	7.3E-01	NA	NA	NA	0.13	1.0
Benzene	71-43-2	5.5E-02	7.8E-06	5.5E-02	4.0E-03	3.0E-02	4.0E-03	NA	1.0
Benzo(a)pyrene	50-32-8	7.3E+00	1.1E-03	7.3E+00	NA	NA	NA	0.13	1.0
Benzo(b)fluoranthene	205-99-2	7.3E-01	1.1E-04	7.3E-01	NA	NA	NA	0.13	1.0
Benzo(e)pyrene	192-97-2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Benzo(g,h,i)perylene	191-24-2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Benzo(k)fluoranthene	207-08-9	7.3E-02	1.1E-04	7.3E-02	NA	NA	NA	0.13	1.0
Bromoform	75-25-2	7.9E-03	1.1E-06	7.9E-03	2.0E-02	NA	2.0E-02	0.1	1.0
Carbon tetrachloride	56-23-5	7.0E-02	6.0E-06	7.0E-02	4.0E-03	1.0E-01	4.0E-03	NA	1.0
Chloroform	67-66-3	3.1E-02	2.3E-05	3.1E-02	1.0E-02	9.8E-02	1.0E-02	NA	1.0
Chrysene	218-01-9	7.3E-03	1.1E-05	7.3E-03	NA	NA	NA	0.13	1.0
cis-1,2-Dichloroethylene	156-59-2	NA	NA	NA	2.0E-03	NA	2.0E-03	NA	1.0
cis-2-Butene	590-18-1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Coronene	191-07-1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Cyclohexane	110-82-7	NA	NA	NA	NA	6.0E+00	NA	NA	1.0

טבלה 1-ה (א)
ערכי רעילות של כימיקלים
Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	CAS No.	Oral Slope Factor (SF _o)	Inhalation Unit Risk (IUR)	Dermal Slope Factor (SF _d)	Oral Reference Dose (RfD _o)	Reference Concentration (RfC)	Dermal Reference Dose (RfD _d)	Absorption Factor	
		(mg/kg-day) ⁻¹	(m ³ /μg)	(mg/kg-day) ⁻¹	(mg/kg-day)	(mg/m ³)	(mg/kg-day)	Dermal (ABS _d)	Gastrointestinal (GIABS)
								(unitless)	
Dibenzo(a,h)anthracene	53-70-3	7.3E+00	1.2E-03	7.3E+00	NA	NA	NA	0.13	1.0
Dibenzothiophene	132-65-0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ethylbenzene	100-41-4	1.1E-02	2.5E-06	1.1E-02	1.0E-01	1.0E+00	1.0E-01	NA	1.0
Ethylene dibromide (EDB)	106-93-4	2.0E+00	6.0E-04	2.0E+00	9.0E-03	9.0E-03	9.0E-03	NA	1.0
Ethylene dichloride (EDC)	107-06-2	9.1E-02	2.6E-05	9.1E-02	6.0E-03	7.0E-03	6.0E-03	NA	1.0
Fluoranthene	206-44-0	NA	NA	NA	4.0E-02	NA	4.0E-02	0.13	1.0
Fluorene	86-73-7	NA	NA	NA	4.0E-02	NA	4.0E-02	0.13	1.0
HMX (1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7- tetrazocane)	2691-41-0	NA	NA	NA	5.0E-02	NA	5.0E-02	0.006	1.0
Indene	95-13-6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	193-39-5	7.3E-01	1.1E-04	7.3E-01	NA	NA	NA	0.13	1.0
Isopropylbenzene	98-82-8	NA	NA	NA	1.0E-01	4.0E-01	1.0E-01	NA	1.0
Methyl teriary butyl ether (MTBE)	1634-04-4	1.8E-03	2.6E-07	1.8E-03	NA	3.0E+00	NA	NA	1.0
Methylcyclohexane	108-87-2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Methylcyclopentane	96-37-7	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Naphthalene	91-20-3	NA	3.4E-05	NA	2.0E-02	3.0E-03	2.0E-02	0.13	1.0
n-Butylbenzene	104-51-8	NA	NA	NA	5.0E-02	NA	5.0E-02	NA	1.0
n-Heptane	142-82-5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
n-Hexane	110-54-3	NA	NA	NA	6.0E-02	7.0E-01	6.0E-02	NA	1.0
n-Pentane	109-66-0	NA	NA	NA	NA	1.0E+00	NA	NA	1.0
n-Propylbenzene	103-65-1	NA	NA	NA	1.0E-01	1.0E+00	1.0E-01	0.1	1.0
Perylene	198-55-0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Phenanthrene	85-01-8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Pyrene	129-00-0	NA	NA	NA	3.0E-02	NA	3.0E-02	0.13	1.0
RDX	121-82-4	1.1E-01	NA	1.1E-01	3.0E-03	NA	3.0E-03	0.015	1.0
sec-Butylbenzene	135-98-8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Styrene	100-42-5	NA	NA	NA	2.0E-01	1.0E+00	2.0E-01	NA	1.0
tert-Butylbenzene	98-06-6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Tetrachloroethylene	127-18-4	2.1E-03	2.6E-07	2.1E-03	6.0E-03	4.0E-02	6.0E-03	NA	1.0
Toluene	108-88-3	NA	NA	NA	8.0E-02	5.0E+00	8.0E-02	NA	1.0
trans-1,2-Dichloroethylene	156-60-5	NA	NA	NA	2.0E-02	6.0E-02	2.0E-02	NA	1.0
trans-2-Butene	624-64-6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Trichloroethylene	79-01-6	4.6E-02	4.1E-06	4.6E-02	5.0E-04	2.0E-03	5.0E-04	NA	1.0
Vinyl chloride	75-01-4	7.2E-01	4.4E-06	7.2E-01	3.0E-03	1.0E-01	3.0E-03	NA	1.0
Xylene (m)	108-38-3	NA	NA	NA	2.0E-01	1.0E-01	2.0E-01	NA	1.0
Xylene (o)	95-47-6	NA	NA	NA	2.0E-01	1.0E-01	2.0E-01	NA	1.0
Xylene (p)	106-42-3	NA	NA	NA	2.0E-01	1.0E-01	2.0E-01	NA	1.0
Xylenes (total)	1330-20-7	NA	NA	NA	2.0E-01	1.0E-01	2.0E-01	NA	1.0
Total Petroleum Hydrocarbons (TPH)									
Aliphatics - > C5-C8	NA	NA	NA	NA	4.0E-02	7.0E-01	4.0E-02	NA	1.0
Aliphatics - > C9-C18	NA	NA	NA	NA	1.0E-01	3.0E-01	1.0E-01	0.1	1.0
Aliphatics - >C19-C32	NA	NA	NA	NA	2.0E+00	NA	2.0E+00	0.1	1.0
Aromatics - >C6-C8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Aromatics - >C9-C16	NA	NA	NA	NA	3.0E-02	5.0E-02	3.0E-02	0.1	1.0
Aromatics - >C17-C32	NA	NA	NA	NA	3.0E-02	NA	3.0E-02	0.13	1.0

טבלה 1-ה (א)
ערכי רעילות של כימיקלים
Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	CAS No.	Oral Slope Factor (SF _o)	Inhalation Unit Risk (IUR)	Dermal Slope Factor (SF _d)	Oral Reference Dose (RfD _o)	Reference Concentration (RfC)	Dermal Reference Dose (RfD _d)	Absorption Factor	
								Dermal (ABS _d)	Gastrointestinal (GIABS)
		(mg/kg-day) ⁻¹	(m ³ /μg)	(mg/kg-day) ⁻¹	(mg/kg-day)	(mg/m ³)	(mg/kg-day)	(unitless)	
Pesticides									
Alachlor	15972-60-8	5.6E-02	NA	5.6E-02	1.0E-02	NA	1.0E-02	0.1	1.0
Atrazine	1912-24-9	2.3E-01	NA	2.3E-01	3.5E-02	NA	3.5E-02	0.1	1.0
Chlordane	12789-03-6	3.5E-01	1.0E-04	3.5E-01	5.0E-04	7.0E-04	5.0E-04	0.04	1.0
Endrin	72-20-8	NA	NA	NA	3.0E-04	NA	3.0E-04	0.1	1.0
Heptachlor	76-44-8	4.5E+00	1.3E-03	4.5E+00	5.0E-04	NA	5.0E-04	0.1	1.0
Lindane	58-89-9	1.1E+00	3.1E-04	1.1E+00	3.0E-04	NA	3.0E-04	0.04	1.0
Methoxychlor	72-43-5	NA	NA	NA	5.0E-03	NA	5.0E-03	0.1	1.0
Metals									
Arsenic	7440-38-2	1.5E+00	4.3E-03	1.5E+00	3.0E-04	1.5E-05	3.0E-04	0.03	1.0
Cadmium	7440-43-9	NA	1.8E-03	NA	1.0E-03	2.0E-05	2.5E-05	0.001	0.025
Chromium (III)	16065-83-1	NA	NA	NA	1.5E+00	NA	2.0E-02	NA	0.013
Chromium (VI)	18540-29-9	5.0E-01	8.4E-02	2.0E+01	3.0E-03	1.0E-04	7.5E-05	NA	0.025
Copper	7440-50-8	NA	NA	NA	4.0E-02	NA	4.0E-02	NA	1.0
Lead	7439-92-1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1.0
Manganese	7439-96-5	NA	NA	NA	2.4E-02	5.0E-05	9.6E-04	NA	0.0
Mercury (Elemental)	7439-97-6	NA	NA	NA	NA	3.0E-04	NA	NA	1.0
Nickel (Refinery dust)	NA	NA	2.4E-04	NA	5.0E-02	5.0E-05	2.0E-03	NA	0.04
Nickel (Soluble salts)	7440-02-0	NA	2.6E-04	NA	2.0E-02	9.0E-05	8.0E-04	NA	0.04
Selenium	7782-49-2	NA	NA	NA	5.0E-03	2.0E-02	5.0E-03	NA	1.0
Silver	7440-22-4	NA	NA	NA	5.0E-03	NA	2.0E-04	NA	0.04
Zinc	7440-66-6	NA	NA	NA	3.0E-01	NA	3.0E-01	NA	1.0
Inorganics									
Cyanide	57-12-5	NA	NA	NA	6.0E-04	8.0E-04	6.0E-04	NA	1.0
Others									
Asbestos	1332-21-4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3,5-Dinitro-4-chlorobenzotrifluride	393-75-9	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2,4/2,6-Dinitrotoluene (DNT) mixture	25321-14-6	6.8E-01	NA	6.8E-01	NA	NA	NA	0.1	1.0

Notes:

All toxicity values in this table, except for TPH fractions, are from the *Regional Screening Level (RSL) Summary Tables November 2012* (USEPA, 2012).

The dermal slope factor and reference dose are calculated as per Appendix E, Section E.3.1.

For TPH fractions, the toxicity values are from the *Interim Guidance Evaluating Human Health Risks from Total Petroleum Hydrocarbons (TPH)* (CalDTSC, 2009) and dermal and gastrointestinal absorption factors are from *Departmental Missouri Risk-Based Corrective Action (MRBCA) Technical Guidance* (MDNR, 2006).

Manganese values are for non-diet.

NA: Not available.

טבלה ה-1 (ב)
משתנים למסלול מגע בעור
Isreal Risk-Based Corrective Action

Chemical	CAS No.	Permeability Constant, K _p (cm/hr)	Relative Contribution of Permeability Coefficient, B (unitless)	Lag Time, τ _{event} (hr/event)	Duration of Event, t* (hr)	Fraction Absorbed Water, FA (unitless)
VOCs and SVOCs						
1,1,1-Trichloroethane	71-55-6	1.30E-02	re	5.61E-02	re	1.00
1,1-Biphenyl	92-52-4	6.54E-02	c	3.13E-01	c	0.99
1,1-Dichloroethylene	75-35-4	1.20E-02	re	4.41E-02	re	1.00
1,2,3-Trimethylbenzene	526-73-8	7.41E-02	c	3.13E-01	c	0.99
1,2,4-Trimethylbenzene	95-63-6	8.63E-02	c	3.64E-01	c	1.00
1,2-Dibromo-3-chloropropane	96-12-8	4.42E-03	c	2.61E-02	c	0.95
1,3,5-Trimethylbenzene	108-67-8	9.31E-02	c	3.93E-01	c	1.00
1,3-Butadiene	106-99-0	1.60E-02	re	4.90E-02	c	1.00
1,3-Dimethylnaphthalene	575-41-7	1.64E-01	c	7.88E-01	c	0.98
1,4-Dichlorobenzene	106-46-7	4.20E-02	re	1.96E-01	re	1.00
1-Methyl-2-ethylbenzene	611-14-3	7.19E-02	c	3.03E-01	c	0.99
1-Methyl-4-ethylbenzene	622-96-8	7.76E-02	c	3.27E-01	c	0.99
1-Methyl-4-isopropylbenzene	99-87-6	1.52E-01	c	6.76E-01	c	1.00
1-Methylnaphthalene	90-12-0	7.23E-02	c	3.31E-01	c	0.98
2,3-Dimethylbutane	79-29-8	1.85E-01	c	6.59E-01	c	1.00
2,4,6-Trinitrotoluene (TNT)	118-96-7	1.75E-03	c	1.02E-02	c	0.98
2-Methyl-1-butene	563-46-2	4.00E-02	c	1.29E-01	c	1.00
2-Methylchrysene	3351-32-4	2.02E+00	c	1.21E+01	c	0.60
2-Methylnaphthalene	91-57-6	7.20E-02	c	3.30E-01	c	0.98
2-Methylpentane	107-83-5	2.33E-01	c	8.31E-01	c	1.00
3-Methylpentane	96-14-0	2.14E-01	c	7.64E-01	c	1.00
6-Methylchrysene	1705-85-7	2.01E+00	c	1.20E+01	c	0.60
7,12-Dimethylbenz(a)anthracene	57-97-6	3.00E+00	c	1.85E+01	c	0.50
Acenaphthene	83-32-9	1.02E-01	c	4.89E-01	c	1.00
Acenaphthylene	208-96-8	8.84E-02	c	4.19E-01	c	0.99
Anthracene	120-12-7	1.92E-01	c	9.88E-01	c	0.97
Benz(a)anthracene	56-55-3	4.74E-01	re	2.75E+00	re	1.00
Benzene	71-43-2	1.49E-02	re	5.05E-02	re	1.00
Benzo(a)pyrene	50-32-8	7.01E-01	re	4.27E+00	re	1.00
Benzo(b)fluoranthene	205-99-2	7.02E-01	re	4.29E+00	re	1.00
Benzo(e)pyrene	192-97-2	1.62E+00	c	9.89E+00	c	0.75
Benzo(g,h,i)perylene	191-24-2	1.19E+00	c	7.59E+00	c	0.70
Benzo(k)fluoranthene	207-08-9	8.69E-01	c	5.31E+00	c	0.79
Bromoform	75-25-2	2.20E-03	re	1.37E-02	re	1.00
Carbon tetrachloride	56-23-5	1.60E-02	re	7.78E-02	re	1.00
Chloroform	67-66-3	6.80E-03	re	2.87E-02	re	1.00
Chrysene	218-01-9	4.74E-01	re	2.75E+00	re	1.00
cis-1,2-Dichloroethylene	156-59-2	7.67E-03	c	2.90E-02	c	1.00
cis-2-Butene	590-18-1	2.80E-02	c	8.07E-02	c	1.00
Coronene	191-07-1	3.36E+00	c	2.24E+01	c	0.20
Cyclohexane	110-82-7	1.13E-01	c	3.98E-01	c	1.00
Dibenzo(a,h)anthracene	53-70-3	1.5E+00	re	9.68E+00	re	0.60
Dibenzothiophene	132-65-0	1.63E-01	c	8.54E-01	c	0.98

טבלה ה-1 (ב)
משתנים למסלול מגע בעור
Isreal Risk-Based Corrective Action

Chemical	CAS No.	Permeability Constant, K _p		Relative Contribution of Permeability Coefficient, B		Lag Time, τ _{event}		Duration of Event, t*		Fraction Absorbed Water, FA	
		(cm/hr)		(unitless)		(hr/event)		(hr)		(unitless)	
Ethylbenzene	100-41-4	4.93E-02	re	1.95E-01	re	4.20E-01	re	1.01E+00	re	1.00	re
Ethylene dibromide (EDB)	106-93-4	2.77E-03	re	1.46E-02	re	1.21E+00	re	2.90E+00	re	1.00	re
Ethylene dichloride (EDC)	107-06-2	4.20E-03	re	1.61E-02	re	3.82E-01	re	9.18E-01	re	1.00	re
Fluoranthene	206-44-0	2.24E-01	re	1.22E+00	re	1.45E+00	re	5.68E+00	re	1.00	re
Fluorene	86-73-7	1.36E-01	c	6.75E-01	c	8.97E-01	c	3.50E+00	c	1.00	c
HMX	2691-41-0	4.82E-06	c	3.19E-05	c	4.79E+00	c	1.15E+01	c	0.94	c
Indene	95-13-6	2.50E-02	c	1.04E-01	c	4.70E-01	c	1.13E+00	c	0.99	c
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	193-39-5	1.00E+00	re	6.65E+00	re	3.78E+00	re	1.68E+01	re	0.60	re
Isopropylbenzene	98-82-8	6.36E-02	c	2.68E-01	c	4.95E-01	c	1.19E+00	c	1.00	c
Methyl teriary butyl ether (MTBE)	1634-04-4	3.40E-03	c	1.23E-02	c	3.28E-01	c	7.87E-01	c	1.00	c
Methylcyclohexane	108-87-2	2.29E-01	c	8.71E-01	c	3.73E-01	c	1.43E+00	c	0.99	c
Methylcyclopentane	96-37-7	1.13E-01	c	3.97E-01	c	3.11E-01	c	7.47E-01	c	1.00	c
Naphthalene	91-20-3	4.66E-02	re	2.03E-01	re	5.58E-01	re	1.34E+00	re	1.00	re
n-Butylbenzene	104-51-8	2.01E-01	c	8.82E-01	c	5.62E-01	c	2.16E+00	c	1.00	c
n-Heptane	142-82-5	5.93E-01	c	2.28E+00	c	3.83E-01	c	1.58E+00	c	0.98	c
n-Hexane	110-54-3	7.74E-02	c	2.76E-01	c	3.19E-01	c	7.67E-01	c	1.00	c
n-Pentane	109-66-0	1.36E-01	c	4.43E-01	c	2.67E-01	c	6.40E-01	c	1.00	c
n-Propylbenzene	103-65-1	9.74E-02	c	4.11E-01	c	4.95E-01	c	1.19E+00	c	1.00	c
Perylene	198-55-0	1.63E+00	c	9.95E+00	c	2.72E+00	c	1.23E+01	c	0.75	c
Phenanthrene	85-01-8	1.40E-01	re	7.40E-01	re	1.06E+00	re	4.11E+00	re	1.00	re
Pyrene	129-00-0	3.26E-01	c	1.79E+00	c	1.43E+00	c	5.76E+00	c	0.95	c
RDX	121-82-4	6.42E-04	c	3.25E-03	c	9.73E-01	c	2.34E+00	c	0.98	c
sec-Butylbenzene	135-98-8	1.48E-01	c	6.51E-01	c	5.62E-01	c	2.21E+00	c	1.00	c
Styrene	100-42-5	3.70E-02	re	1.46E-01	re	4.08E-01	re	9.80E-01	re	1.00	re
tert-Butylbenzene	98-06-6	1.70E-01	c	7.46E-01	c	5.62E-01	c	2.17E+00	c	1.00	c
Tetrachloroethylene	127-18-4	3.30E-02	re	1.66E-01	re	9.06E-01	re	2.18E+00	re	1.00	re
Toluene	108-88-3	3.11E-02	re	1.15E-01	re	3.50E-01	re	8.39E-01	re	1.00	re
trans-1,2-Dichloroethylene	156-60-5	1.06E-02	c	4.00E-02	c	3.67E-01	c	8.81E-01	c	1.00	c
trans-2-Butene	624-64-6	2.80E-02	c	8.07E-02	c	2.17E-01	c	5.20E-01	c	1.00	c
Trichloroethylene	79-01-6	1.20E-02	re	5.13E-02	re	5.81E-01	re	1.39E+00	re	1.00	re
Vinyl chloride	75-01-4	5.60E-03	re	1.70E-02	re	2.39E-01	re	5.73E-01	re	1.00	re
Xylene (m)	108-38-3	5.32E-02	re	2.11E-01	re	4.20E-01	re	1.01E+00	re	1.00	re
Xylene (o)	95-47-6	3.06E-02	c	1.21E-01	c	4.13E-01	c	9.90E-01	c	1.00	c
Xylene (p)	106-42-3	4.98E-02	c	1.98E-01	c	4.13E-01	c	9.92E-01	c	0.99	c
Xylenes (total)	1330-20-7	2.89E-02	c	1.14E-01	c	4.13E-01	c	9.92E-01	c	1.00	c
Total Petroleum Hydrocarbons (TPH)											
Aliphatics - > C5-C8	NA	NA		NA		NA		NA		NA	
Aliphatics - > C9-C18	NA	NA		NA		NA		NA		NA	
Aliphatics - >C19-C32	NA	NA		NA		NA		NA		NA	
Aromatics - >C6-C8	NA	NA		NA		NA		NA		NA	
Aromatics - >C9-C16	NA	NA		NA		NA		NA		NA	
Aromatics - >C17-C32	NA	NA		NA		NA		NA		NA	

טבלה ה-1 (ב)
משתנים למסלול מגע בעור
Isreal Risk-Based Corrective Action

Chemical	CAS No.	Permeability Constant, K _p		Relative Contribution of Permeability Coefficient, B		Lag Time, τ _{event}		Duration of Event, t*		Fraction Absorbed Water, FA	
		(cm/hr)		(unitless)		(hr/event)		(hr)		(unitless)	
Pesticides											
Alachlor	15972-60-8	8.22E-03	c	5.19E-02	c	3.40E+00	c	8.15E+00	c	0.92	c
Atrazine	1912-24-9	7.13E-03	c	4.03E-02	c	1.70E+00	c	4.07E+00	c	0.95	c
Chlordane	12789-03-6	3.80E-02	re	2.94E-01	re	2.12E+01	re	5.09E+01	re	0.70	re
Endrin	72-20-8	1.20E-02	re	9.18E-02	re	1.46E+01	re	3.51E+01	re	0.80	re
Heptachlor	76-44-8	8.60E-03	re	6.43E-02	re	1.33E+01	re	3.19E+01	re	0.80	re
Lindane	58-89-9	1.08E-02	re	7.10E-03	re	4.57E+00	re	1.10E+01	re	0.90	re
Methoxychlor	72-43-5	1.01E-01	c	7.23E-01	c	9.07E+00	c	3.51E+01	c	0.82	c
Metals											
Arsenic	7440-38-2	1.00E-03	re	NA		NA		NA		NA	
Cadmium	7440-43-9	1.00E-03	re	NA		NA		NA		NA	
Chromium (III)	16065-83-1	1.00E-03	re	NA		NA		NA		NA	
Chromium (VI)	18540-29-9	2.00E-03	re	NA		NA		NA		NA	
Copper	7440-50-8	1.00E-03	re	NA		NA		NA		NA	
Lead	7439-92-1	NA		NA		NA		NA		NA	
Manganese	7439-96-5	1.00E-03	re	NA		NA		NA		NA	
Mercury (Elemental)	7439-97-6	1.00E-03	re	NA		NA		NA		NA	
Nickel (Refinary dust)	NA	2.00E-04	re	NA		NA		NA		NA	
Nickel (Soluble salts)	7440-02-0	2.00E-04	re	NA		NA		NA		NA	
Selenium	7782-49-2	1.00E-03	re	NA		NA		NA		NA	
Silver	7440-22-4	6.00E-04	re	NA		NA		NA		NA	
Zinc	7440-66-6	6.00E-04	re	NA		NA		NA		NA	
Inorganics											
Cyanide	57-12-5	1.00E-03	re	NA		NA		NA		NA	
Others											
Asbestos	1332-21-4	NA		NA		NA		NA		NA	
3,5-Dinitro-4-chlorobenzotrifluride	393-75-9	NA		NA		NA		NA		NA	
2,4/2,6-Dinitrotoluene (DNT) mixture	25321-14-6	1.02E-02	re	5.30E-02	c	1.099E+00	c	2.638E+00	c	9.80E-01	c

Notes:

re: RAGS Part E (USEPA, 2004).

c: Calculated per RAGS Part E (USEPA, 2004).

NA: Not available.

טבלה ה-2
מאפיינים פרויקטיים וזמינים של כימיקלים
Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	CAS No.	Molecular Weight, MW (g/mol)	Henry's Law Constant, H (L-water/L-air)	Diffusion Coefficient in Air, D _a (cm ² /s)	Diffusion Coefficient in Water, D _w (cm ² /s)	Organic Carbon Adsorption Coefficient, K _{oc} (cm ³ /g)	Water Solubility, S (mg/L)	Vapor Pressure, P (mmHg)	Soil-Water Partition Coefficient, K _d (L/kg)
VOCs and SVOCs									
1,1,1-Trichloroethane	71-55-6	1.33E+02	7.03E-01	6.48E-02	9.60E-06	4.39E+01	1.29E+03	1.24E+02	NA
1,1-Biphenyl	92-52-4	154.21	1.26E-02	4.71E-02	7.56E-06	5.13E+03	6.94E+00	2.94E-02	NA
1,1-Dichloroethylene	75-35-4	9.69E+01	1.07E+00	8.63E-02	1.10E-05	3.18E+01	2.42E+03	5.91E+02	NA
1,2,3-Trimethylbenzene	526-73-8	120.19	1.33E-01	6.77E-02	7.41E-06	5.89E+02	7.52E+01	1.49E+00	NA
1,2,4-Trimethylbenzene	95-63-6	120.20	2.52E-01	6.07E-02	7.92E-06	6.14E+02	5.70E+01	1.59E+00	NA
1,2-Dibromo-3-chloropropane	96-12-8	2.36E+02	6.01E-03	3.21E-02	8.90E-06	1.16E+02	1.23E+03	7.60E-01	NA
1,3,5-Trimethylbenzene	108-67-8	120.20	3.59E-01	6.02E-02	7.84E-06	6.02E+02	4.82E+01	2.13E+00	NA
1,3-Butadiene	106-99-0	54.09	3.01E+00	1.00E-01	1.03E-05	3.96E+01	7.35E+02	2.11E+03	NA
1,3-Dimethylnaphthalene	575-41-7	156.23	7.23E-03	5.39E-02	6.77E-06	2.01E+04	8.85E+00	7.49E-03	NA
1,4-Dichlorobenzene	106-46-7	1.47E+02	9.85E-02	5.50E-02	8.68E-06	3.75E+02	8.13E+01	1.06E+00	NA
1-Methyl-2-ethylbenzene	611-14-3	120.19	2.19E-01	6.76E-02	7.29E-06	1.08E+03	7.46E+01	2.48E+00	NA
1-Methyl-4-ethylbenzene	622-96-8	120.19	3.27E-01	6.70E-02	7.18E-06	1.17E+03	9.48E+01	2.95E+00	NA
1-Methyl-4-isopropylbenzene	99-87-6	134.22	4.66E-01	5.72E-02	6.73E-06	2.29E+03	1.71E+01	1.08E+00	NA
1-Methylnaphthalene	90-12-0	142.20	2.10E-02	5.28E-02	7.85E-06	2.53E+03	2.58E+01	6.62E-02	NA
2,3-Dimethylbutane	79-29-8	86.18	5.45E+01	7.40E-02	6.94E-06	1.37E+03	1.82E+01	2.11E+02	NA
2,4,6-Trinitrotoluene (TNT)	118-96-7	2.27E+02	8.50E-07	2.95E-02	7.92E-06	2.81E+03	1.15E+02	1.24E-04	NA
2-Methyl-1-butene	563-46-2	70.13	1.41E+01	8.57E-02	8.93E-06	1.71E+02	1.38E+02	5.06E+02	NA
2-Methylchrysene	3351-32-4	242.32	1.18E-05	4.09E-02	5.61E-06	4.47E+06	3.54E-04	3.17E-10	NA
2-Methylnaphthalene	91-57-6	142.20	2.12E-02	5.24E-02	7.78E-06	2.48E+03	2.46E+01	6.75E-02	NA
2-Methylpentane	107-83-5	86.18	7.44E+01	7.34E-02	6.89E-06	1.81E+03	1.25E+01	1.97E+02	NA
3-Methylpentane	96-14-0	86.18	5.78E+01	7.38E-02	6.96E-06	1.64E+03	1.48E+01	1.81E+02	NA
6-Methylchrysene	1705-85-7	242.32	1.17E-05	4.09E-02	5.61E-06	3.53E+06	1.07E-03	9.44E-10	NA
7,12-Dimethylbenz(a)anthracene	57-97-6	256.35	1.54E-04	4.71E-02	5.50E-06	4.94E+05	6.10E-02	4.03E-10	NA
Acenaphthene	83-32-9	1.54E+02	7.52E-03	5.06E-02	8.33E-06	5.03E+03	3.90E+00	3.75E-03	NA
Acenaphthylene	208-96-8	152.20	4.74E-03	4.39E-02	7.06E-06	6.92E+03	3.93E+00	2.90E-02	NA
Anthracene	120-12-7	1.78E+02	2.27E-03	3.90E-02	7.85E-06	1.64E+04	4.34E-02	2.55E-05	NA
Benz(a)anthracene	56-55-3	228.30	4.91E-04	5.09E-02	5.94E-06	1.77E+05	9.40E-03	1.54E-07	NA
Benzene	71-43-2	7.81E+01	2.27E-01	8.95E-02	1.03E-05	1.46E+02	1.79E+03	9.50E+01	NA
Benzo(a)pyrene	50-32-8	2.52E+02	1.87E-05	4.76E-02	5.56E-06	5.87E+05	1.62E-03	4.89E-09	NA
Benzo(b)fluoranthene	205-99-2	2.52E+02	2.69E-05	4.76E-02	5.56E-06	5.99E+05	1.50E-03	8.06E-08	NA
Benzo(e)pyrene	192-97-2	252.31	2.38E-05	4.05E-02	5.49E-06	3.86E+06	8.60E-04	7.26E-10	NA
Benzo(g,h,i)perylene	191-24-2	276.34	5.82E-06	4.90E-02	5.65E-05	1.58E+06	2.60E-04	1.00E-10	NA
Benzo(k)fluoranthene	207-08-9	2.52E+02	2.39E-05	4.76E-02	5.56E-06	5.87E+05	8.00E-04	9.59E-11	NA
Bromoform	75-25-2	2.53E+02	2.19E-02	3.57E-02	1.04E-05	3.18E+01	3.10E+03	5.60E+00	NA
Carbon tetrachloride	56-23-5	1.54E+02	1.13E+00	5.71E-02	9.78E-06	4.39E+01	7.93E+02	1.12E+02	NA
Chloroform	67-66-3	1.19E+02	1.50E-01	7.69E-02	1.09E-05	3.18E+01	7.95E+03	1.98E+02	NA
Chrysene	218-01-9	2.28E+02	2.14E-04	2.61E-02	6.75E-06	1.81E+05	2.00E-03	7.80E-09	NA
cis-1,2-Dichloroethylene	156-59-2	9.69E+01	1.67E-01	8.84E-02	1.13E-05	3.96E+01	6.41E+03	1.75E+02	NA
cis-2-Butene	590-18-1	56.11	6.56E+00	9.92E-02	8.50E-06	8.95E+01	3.48E+02	1.46E+03	NA
Coronene	191-07-1	300.36	6.60E-06	3.70E-02	4.93E-06	2.88E+07	9.03E-06	2.21E-13	NA
Cyclohexane	110-82-7	84.16	6.13E+00	8.00E-02	9.11E-06	1.46E+02	5.50E+01	6.16E+01	NA
Dibenzo(a,h)anthracene	53-70-3	2.78E+02	5.76E-06	4.46E-02	5.21E-06	1.91E+06	2.49E-03	2.10E-11	NA
Dibenzothiophene	132-65-0	184.26	9.79E-04	5.22E-02	6.74E-06	3.44E+04	2.11E-01	2.05E-05	NA
Ethylbenzene	100-41-4	1.06E+02	3.22E-01	6.85E-02	8.46E-06	4.46E+02	1.69E+02	9.60E+00	NA
Ethylene dibromide (EDB)	106-93-4	1.88E+02	2.66E-02	4.30E-02	1.04E-05	3.96E+01	3.91E+03	1.10E+01	NA
Ethylene dichloride (EDC)	107-06-2	9.90E+01	4.82E-02	8.57E-02	1.10E-05	3.96E+01	8.60E+03	8.13E+01	NA
Fluoranthene	206-44-0	2.02E+02	3.62E-04	2.76E-02	7.18E-06	5.55E+04	2.60E-01	8.13E-06	NA
Fluorene	86-73-7	1.66E+02	3.93E-03	4.40E-02	7.89E-06	9.16E+03	1.69E+00	3.24E-03	NA
HMX (1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7- tetrazocane)	2691-41-0	2.96E+02	3.54E-08	5.00E-02	5.00E-06	5.32E+02	5.00E+00	4.75E-15	NA
Indene	95-13-6	116.16	2.08E-02	6.82E-02	7.97E-06	3.16E+02	3.90E+02	1.30E+00	NA
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	193-39-5	276.34	1.42E-05	4.48E-02	5.23E-06	1.95E+06	1.90E-04	1.40E-10	NA
Isopropylbenzene	98-82-8	120.20	4.70E-01	6.03E-02	7.86E-06	6.98E+02	6.13E+01	4.60E+00	NA

טבלה ה-2
מאפיינים פרויקטיים וכימיים של כימיקלים
Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	CAS No.	Molecular Weight, MW (g/mol)	Henry's Law Constant, H (L-water/L-air)	Diffusion Coefficient in Air, D _a (cm ² /s)	Diffusion Coefficient in Water, D _w (cm ² /s)	Organic Carbon Adsorption Coefficient, K _{oc} (cm ³ /g)	Water Solubility, S (mg/L)	Vapor Pressure, P (mmHg)	Soil-Water Partition Coefficient, K _d (L/kg)
Methyl tertiary butyl ether (MTBE)	1634-04-4	8.82E+01	2.40E-02	7.53E-02	8.59E-06	1.16E+01	5.10E+04	2.49E+02	NA
Methylcyclohexane	108-87-2	98.19	1.59E+01	6.97E-02	7.59E-06	2.13E+03	1.04E+01	3.08E+01	NA
Methylcyclopentane	96-37-7	84.16	9.82E+00	7.84E-02	7.59E-06	7.33E+02	5.02E+01	1.07E+02	NA
Naphthalene	91-20-3	1.28E+02	1.80E-02	6.05E-02	8.38E-06	1.54E+03	3.10E+01	8.89E-02	NA
n-Butylbenzene	104-51-8	134.22	6.50E-01	5.28E-02	7.33E-06	1.48E+03	1.18E+01	8.14E-01	NA
n-Heptane	142-82-5	100.20	8.37E+01	6.54E-02	7.00E-06	6.90E+03	2.66E+00	4.07E+01	NA
n-Hexane	110-54-3	86.18	7.36E+01	7.31E-02	8.17E-06	1.32E+02	9.50E+00	1.52E+02	NA
n-Pentane	109-66-0	72.15	5.11E+01	8.21E-02	8.80E-06	7.22E+01	3.80E+01	4.62E+02	NA
n-Propylbenzene	103-65-1	120.20	4.29E-01	6.02E-02	7.83E-06	8.13E+02	5.22E+01	2.71E+00	NA
Perylene	198-55-0	252.31	3.50E-13	4.06E-02	5.49E-06	3.89E+06	1.31E-04	1.11E-10	NA
Phenanthrene	85-01-8	178.23	5.40E-03	3.33E-02	7.47E-06	1.41E+04	9.94E-01	6.80E-04	NA
Pyrene	129-00-0	2.02E+02	4.87E-04	2.78E-02	7.25E-06	5.43E+04	1.35E-01	4.25E-06	NA
RDx	121-82-4	2.22E+02	8.22E-10	3.12E-02	8.50E-06	8.91E+01	5.97E+01	1.00E-09	NA
sec-Butylbenzene	135-98-8	134.22	5.07E-01	5.75E-02	6.75E-06	2.09E+03	1.81E+01	1.25E+00	NA
Styrene	100-42-5	1.04E+02	1.12E-01	7.11E-02	8.78E-06	4.46E+02	3.10E+02	6.24E+00	NA
tert-Butylbenzene	98-06-6	134.22	8.56E-01	5.84E-02	6.76E-06	2.45E+03	1.51E+01	1.76E+00	NA
Tetrachloroethylene	127-18-4	1.66E+02	7.24E-01	5.05E-02	9.46E-06	9.49E+01	2.06E+02	1.84E+01	NA
Toluene	108-88-3	9.21E+01	2.71E-01	7.78E-02	9.20E-06	2.34E+02	5.26E+02	2.82E+01	NA
trans-1,2-Dichloroethylene	156-60-5	9.69E+01	1.67E-01	8.76E-02	1.12E-05	3.96E+01	4.52E+03	3.52E+02	NA
trans-2-Butene	624-64-6	56.11	6.56E+00	9.92E-02	8.50E-06	8.95E+01	3.48E+02	1.46E+03	NA
Trichloroethylene	79-01-6	1.31E+02	4.03E-01	6.87E-02	1.02E-05	6.07E+01	1.28E+03	7.20E+01	NA
Vinyl chloride	75-01-4	6.25E+01	1.14E+00	1.07E-01	1.20E-05	2.17E+01	8.80E+03	2.80E+03	NA
Xylene (m)	108-38-3	1.06E+02	2.94E-01	6.84E-02	8.44E-06	3.75E+02	1.61E+02	8.00E+00	NA
Xylene (o)	95-47-6	1.06E+02	2.12E-01	6.89E-02	8.53E-06	3.83E+02	1.78E+02	6.75E+00	NA
Xylene (p)	106-42-3	106.17	2.82E-01	6.82E-02	8.42E-06	3.75E+02	1.62E+02	8.76E+00	NA
Xylenes (total)	1330-20-7	106.17	2.12E-01	8.47E-02	9.90E-06	3.83E+02	1.06E+02	8.06E+00	NA
Total Petroleum Hydrocarbons (TPH)									
Aliphatics - > C5-C8	NA	100	5.00E+01	1.00E-01	1.00E-05	3.98E+03	5.40E+00	5.02E+01	NA
Aliphatics - > C9-C18	NA	160	1.20E+02	1.00E-01	1.00E-05	2.51E+05	3.40E-02	4.74E-01	NA
Aliphatics - >C19-C32	NA	270	4.90E+03*	1.00E-01*	1.00E-05*	6.31E+08*	2.50E-06*	8.44E-04	NA
Aromatics - >C6-C8	NA	100	2.70E-01	1.00E-01	1.00E-05	2.51E+02	5.20E+02	2.61E+01	NA
Aromatics - >C9-C16	NA	140	1.40E-01	1.00E-01	1.00E-05	2.51E+03	2.50E+01	4.65E-01	NA
Aromatics - >C17-C32	NA	220	6.84E-03**	1.00E-01**	1.00E-05**	7.09E+03**	3.28E-01**	1.90E-04	NA
Pesticides									
Alachlor	15972-60-8	2.70E+02	3.40E-07	2.26E-02	5.69E-06	3.12E+02	2.40E+02	2.20E-05	NA
Atrazine	1912-24-9	2.16E+02	9.65E-08	5.28E-02	6.17E-06	2.25E+02	3.47E+01	3.00E-07	NA
Chlordane	12789-03-6	4.10E+02	1.99E-03	3.44E-02	4.02E-06	3.38E+04	5.60E-02	1.00E-05	NA
Endrin	72-20-8	3.81E+02	4.09E-04	3.62E-02	4.22E-06	2.01E+04	2.50E-01	5.84E-07	NA
Heptachlor	76-44-8	3.73E+02	1.20E-02	2.23E-02	5.70E-06	4.13E+04	1.80E-01	3.26E-04	NA
Lindane	58-89-9	2.91E+02	2.10E-04	4.33E-02	5.06E-06	2.81E+03	7.30E+00	3.72E-05	NA
Methoxychlor	72-43-5	3.46E+02	8.30E-06	2.21E-02	5.59E-06	2.69E+04	1.00E-01	1.23E-06	NA
Metals									
Arsenic	7440-38-2	7.49E+01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2.90E+01
Cadmium	7440-43-9	1.12E+02	NA	NA	NA	NA	NA	NA	7.50E+01
Chromium (III)	16065-83-1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1.80E+06
Chromium (VI)	18540-29-9	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1.90E+01
Copper	7440-50-8	6.36E+01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	3.98E+01
Lead	7439-92-1	2.07E+02	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1.00E+01
Manganese	7439-96-5	5.49E+01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	5.01E+01
Mercury (Elemental)	7439-97-6	2.01E+02	4.67E-01	3.07E-02	6.30E-06	NA	6.00E-02	1.30E-03	5.20E+01
Nickel (Refinery dust)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	6.50E+01
Nickel (Soluble Salts)	7440-02-0	5.87E+01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	6.50E+01
Selenium	7782-49-2	7.90E+01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	5.00E+00

טבלה ה-2
מאפיינים פיזיקליים וכימיים של כימוקלים
Israel Risk-Based Corrective Action

Chemical	CAS No.	Molecular Weight, MW (g/mol)	Henry's Law Constant, H (L-water/L-air)	Diffusion Coefficient in Air, D _a (cm ² /s)	Diffusion Coefficient in Water, D _w (cm ² /s)	Organic Carbon Adsorption Coefficient, K _{oc} (cm ³ /g)	Water Solubility, S (mg/L)	Vapor Pressure, P (mmHg)	Soil-Water Partition Coefficient, K _d (L/kg)
Silver	7440-22-4	1.08E+02	NA	NA	NA	NA	NA	NA	8.30E+00
Zinc	7440-66-6	6.54E+01	NA	NA	NA	NA	NA	NA	6.20E+01
Inorganics									
Cyanide	57-12-5	2.70E+01	5.44E-03	2.11E-01	2.46E-05	NA	1.00E+06		9.90E+00
Others									
Asbestos	1332-21-4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3,5-Dinitro-4-chlorobenzotrifluoride	393-75-9	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2,4,2,6-Dinitrotoluene (DNT) mixture	25321-14-6	1.82E+02	1.62E-05	5.91E-02	6.91E-06	5.87E+02	2.70E+02	NA	NA

Notes:

Bold font: Regional Screening Level (RSL) Chemical-specific Parameters Supporting Table June 2011 (USEPA, 2011)

Regular Underlined font: Appendix C Exhibit C-1 from the Supplemental Guidance for Developing Soil Screening Levels for Superfund Sites (USEPA, 2002)

Note the regular underlined font K_d values correspond to pH of 6.8.

Regular font: Departmental Missouri Risk Based Corrective Action (MRBCA) Technical Guidance (MDNR, 2006).

Italic font: Toxicity and physical/chemical properties presented in Texas Risk Reduction Program (TRRP) Tables May 2011, (TCEQ, 2011).

Bold Italic: CalDTSC, 2009. Interim Guidance Evaluating Human Health Risks from Total Petroleum Hydrocarbons (TPH).

*: Average of aliphatics C16-C21 and aliphatics C21-C35 in the Departmental Missouri Risk-Based Corrective Action (MRBCA) Technical Guidance (MDNR, 2006).

**: Average of aromatics C16-C21 and aromatics C21-C35 in the MDNR (2006).

 : Calculated value.

Molecular Weight for TPH:

Aliphatics - >C5-C8: Value for aliphatics C6-C8 from the MDNR (2006).

Aliphatics - >C9-C18: Average of aliphatics C8-C10, aliphatics C10-C12, and aliphatics C12-C16 in the MDNR (2006).

Aliphatics - >C19-C32: Average of aliphatics C16-C21 and aliphatics C21-C35 in the MDNR (2006).

Aromatics - >C6-C8: Value for aromatics C7-C8 from the TCEQ (2011).

Aromatics - >C9-C16: Average of aromatics C10-C12 and aromatics C12-C16 in the MDNR (2006).

Aromatics - >C17-C32: Average of aromatics C16-C21 and aromatics C21-C35 in the MDNR (2006).

Vapor Pressure for TPH:

$$P = H \cdot S \cdot R \cdot T \cdot 760 / MW$$

where,

H: Chemical specific dimensionless Henry's law constant [-]

S: Chemical specific pure component solubility [mg/L]

R: Ideal gas constant, 8.206E-05 [(m³-atm)/(K-mol)]

T: Temperature in Kelvin (273.17 + 25°C)

MW: Chemical specific molecular weight [g/mole]

760: Converts vapor pressure in atmosphere to mmHg [760 mmHg/atm]

טבלה 3-ה
מקדמי חשיפה
Israel Risk-Based Corrective Action

Parameter	Symbol	Unit	Default
Averaging Time for Carcinogen	AT_c	year	70
Averaging Time for Non-Carcinogen	AT_{nc}	year	=ED
Body Weight:			
Resident Child	BW	kg	15
Resident Adult	BW	kg	70
Non-Residential Worker	BW	kg	70
Construction Worker	BW	kg	70
Exposure Duration:			
Resident Child	ED	year	6
Resident Adult	ED	year	24
Non-Residential Worker	ED	year	25
Construction Worker	ED	year	1
Exposure Frequency:			
Resident Child	EF	day/year	360
Resident Adult	EF	day/year	360
Non-Residential Worker	EF	day/year	250
Construction Worker	EF	day/year	90
Soil Ingestion Rate:			
Resident Child	IR_{soil}	mg/day	200
Resident Adult	IR_{soil}	mg/day	100
Non-Residential Worker	IR_{soil}	mg/day	100
Construction Worker	IR_{soil}	mg/day	330
Groundwater Ingestion Rate:			
Resident Child	IR^w	L/day	1
Resident Adult	IR^w	L/day	2
Exposure Time for Indoor Inhalation:			
Resident Child	ET_{in}	hr/day	18
Resident Adult	ET_{in}	hr/day	18
Non-Residential Worker	ET_{in}	hr/day	18
Exposure Time for Outdoor Inhalation:			
Resident Child	ET_{out}	hr/day	16
Resident Adult	ET_{out}	hr/day	16
Non-Residential Worker	ET_{out}	hr/day	12
Construction Worker	ET_{out}	hr/day	10
Skin Surface Area for Incidental Dermal Contact with Soil:			
Resident Child	SA_{soil}	cm ² /day	2800
Resident Adult	SA_{soil}	cm ² /day	5700
Non-Residential Worker	SA_{soil}	cm ² /day	3300
Construction Worker	SA_{soil}	cm ² /day	3300
Skin Surface Area for Incidental Dermal Contact with Water:			
Resident Child	SA_{gw}	cm ² /day	2800

טבלה 3-ה
מקדמי חשיפה
Israel Risk-Based Corrective Action

Parameter	Symbol	Unit	Default
Resident Adult	SA_{gw}	cm ² /day	5700
Non-Residential Worker	SA_{gw}	cm ² /day	3300
Construction Worker	SA_{gw}	cm ² /day	3300
Skin Surface Area for Whole-Body Dermal Contact with Water:			
Resident Child	SA_{gw-wb}	cm ² /day	6600
Resident Adult	SA_{gw-wb}	cm ² /day	18000
Soil to Skin Adherence Factor:			
Resident Child	AF	mg/cm ²	0.2
Resident Adult	AF	mg/cm ²	0.07
Non-Residential Worker	AF	mg/cm ²	0.2
Construction Worker	AF	mg/cm ²	0.3
Event Frequency for Incidental Dermal Contact with Soil			
Resident Child	EV_{soil}	event/day	1
Resident Adult	EV_{soil}	event/day	1
Non-Residential Worker	EV_{soil}	event/day	1
Construction Worker	EV_{soil}	event/day	1
Event Frequency for Incidental Dermal Contact with Water			
Resident Child	EV_{gw}	event/day	1
Resident Adult	EV_{gw}	event/day	1
Non-Residential Worker	EV_{gw}	event/day	1
Construction Worker	EV_{gw}	event/day	1
Event Frequency for Whole-Body Dermal Contact with Water			
Resident Child	EV_{gw-wb}	event/day	1
Resident Adult	EV_{gw-wb}	event/day	1
Event Duration for Incidental Dermal Contact with Water			
Resident Child	t_{event}	hr/event	1
Resident Adult	t_{event}	hr/event	1
Non-Residential Worker	t_{event}	hr/event	1
Construction Worker	t_{event}	hr/event	1
Event Duration for Whole-Body Dermal Contact with Water			
Resident Child	t_{event_wb}	hr/event	0.33
Resident Adult	t_{event_wb}	hr/event	0.25

טבלה ה-4 (א)
משתני גורל והסעה עבור הערכה בשלב 1
Israel Risk-Based Corrective Action

Parameter	Symbol	Unit	Default Value
SOIL PARAMETERS:			
Soil Source Dimension Parallel to Wind Direction	W_a	cm	1500
Depth to Subsurface Soil Sources from Bottom of Building Slab	d_{ts}	cm	100
Depth of Surficial Soil Zone	d_s	cm	100
Depth to Soil Vapor Measurement from Bottom of Building Slab	d_{sv}	cm	100
VADOSE ZONE:			
Total Soil Porosity	θ_T	$\text{cm}^3/\text{cm}^3\text{-soil}$	0.40
Volumetric Water Content	θ_{ws}	cm^3/cm^3	0.10
Volumetric Air Content *	θ_{as}	cm^3/cm^3	0.30
Thickness	h_v	cm	295
Dry Soil Bulk Density	ρ_s	g/cm^3	1.64
Fractional Organic Carbon Content	f_{ocv}	$\text{g-C}/\text{g-soil}$	0.001
SOIL IN CRACKS:			
Total Soil Porosity	θ_{Tcrack}	$\text{cm}^3/\text{cm}^3\text{-soil}$	0.4
Volumetric Water Content	θ_{wcrack}	cm^3/cm^3	0.1
Volumetric Air Content *	θ_{acrack}	cm^3/cm^3	0.30
CAPILLARY FRINGE:			
Total Soil Porosity	θ_{Tcap}	$\text{cm}^3/\text{cm}^3\text{-soil}$	0.40
Volumetric Water Content	θ_{wcap}	cm^3/cm^3	0.36
Volumetric Air Content*	θ_{acap}	cm^3/cm^3	0.04
Thickness	h_c	cm	5
GROUNDWATER PARAMETERS:			
Depth to GW from Ground Surface	L_{GW}	cm	300
GW Source Dimension Parallel to GW Flow Direction	W_{ga}	cm	3000
GW Source Dimension Perpendicular to GW Flow Direction	Y	cm	3000
Total Porosity in the Saturated Zone	θ_{TS}	cm^3/cm^3	0.4
Dry Soil Bulk Density (Saturated Zone)	ρ_{ss}	g/cm^3	1.64
Fractional Organic Carbon Content in the Saturated Zone	f_{ocs}	$\text{g-C}/\text{g-soil}$	0.001
Groundwater Mixing Zone Thickness	δ_{gw}	cm	153
Hydraulic Conductivity in the Saturated Zone	K	cm/year	730000
Hydraulic Gradient in the Saturated Zone	i	cm/cm	0.001
Groundwater Darcy Velocity	U_{gw}	cm/year	730
Infiltration Rate of Water Through Vadose Zone	I	cm/year	21
AMBIENT AIR PARAMETERS:			
Breathing Zone Height	δ_a	cm	200
Inverse of Mean Concentration at Center of Square Source	Q/C	$(\text{g}/\text{m}^2\text{-s})/(\text{kg}/\text{m}^3)$	68.81
Fraction of Vegetative Cover	V	m^2/m^2	0.5
Mean Annual Wind Speed	U_m	m/s	3.98
Equivalent Threshold Value of Windspeed	U_t	m/s	11.32
Windspeed Distribution Function from Cowherd et. al, 1985	$F(x)$	unitless	0.194

*: Calculated value. $\text{Volumetric Air Content} = \text{Total Soil Porosity} - \text{Volumetric Water Content}$

טבלה 4-ה (ב)
משתני בנייה

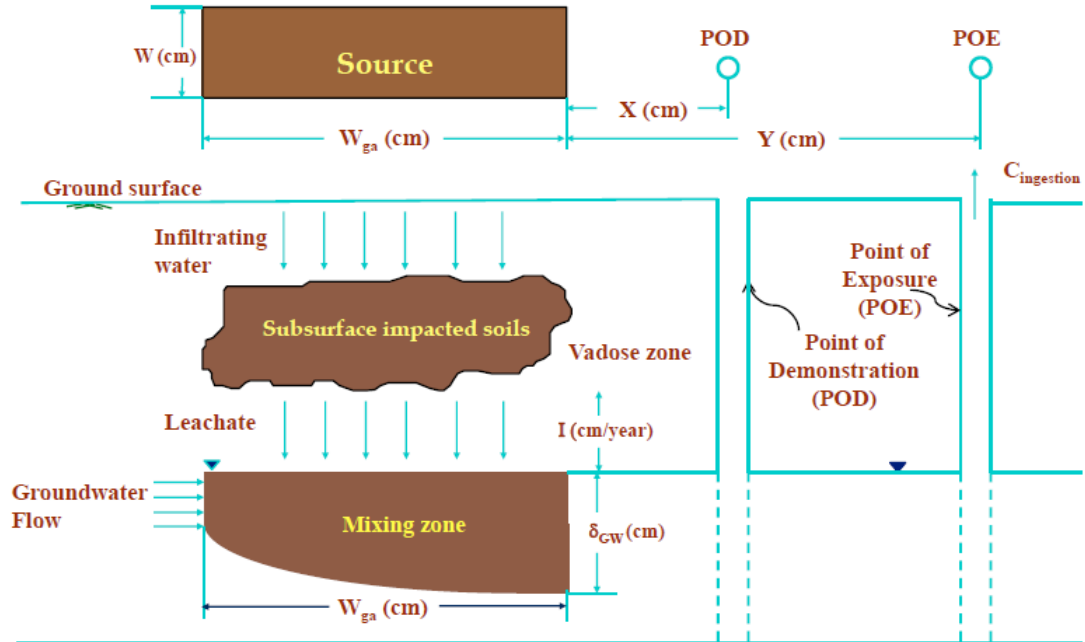
Israel Risk-Based Corrective Action

Parameter	Symbol	Units	Default Value
Volumetric Flow Rate of Soil Gas into the Enclosed Space:			
Residential	Q_{soil}	cm^3/s	83.33
Non-residential	Q_{soil}	cm^3/s	83.33
Building Foundation/Slab Thickness:			
Residential	L_{crack}	cm	15
Non-residential	L_{crack}	cm	15
Soil-Building Pressure Difference:			
Residential	ΔP	$gm/cm-s^2$	40
Non-residential	ΔP	$gm/cm-s^2$	40
Intrinsic Vapor Permeability for Soils below Building:			
Residential	k_v	cm^2	1.00E-08
Non-residential	k_v	cm^2	1.00E-08
Air Exchange Rate:			
Residential	ER	1/24 hr	12.096
Non-residential	ER	1/24 hr	19.872
Building Height:			
Residential	H_B	cm	200
Non-residential	H_B	cm	300
Building Width:			
Residential	W_B	cm	1000
Non-residential	W_B	cm	2000
Building Length:			
Residential	L_B	cm	1000
Non-residential	L_B	cm	2000
Depth below Grade to Bottom of Enclosed Space Floor:			
Residential	L_F	cm	15
Non-residential	L_F	cm	15
Floor-Wall Seam Gap:			
Residential	w	cm	0.1
Non-residential	w	cm	0.1

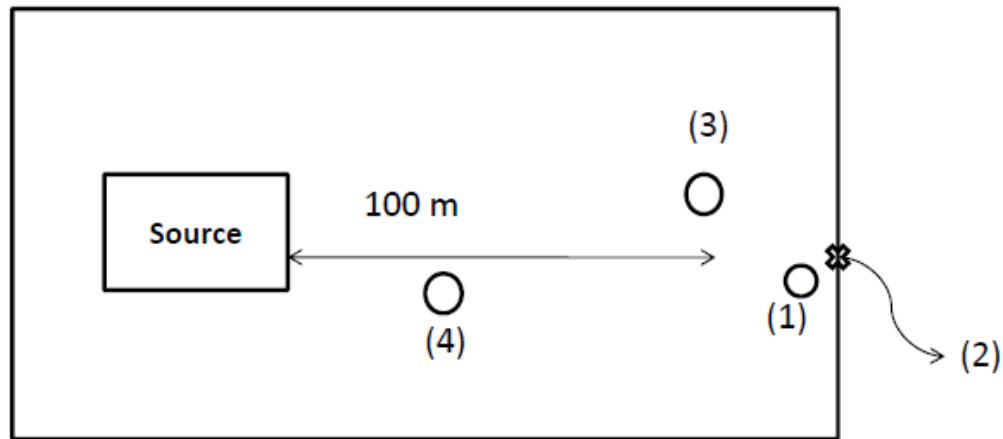
Notes:

If a default value of Q_{soil} is used, the two parameters (ΔP and k_v) used to estimate Q_{soil} are not required. The software provides two options, i.e., either enter Q_{soil} or the values of the two parameters.

תרשים ה-1- סכמה של חלחול למי תהום.

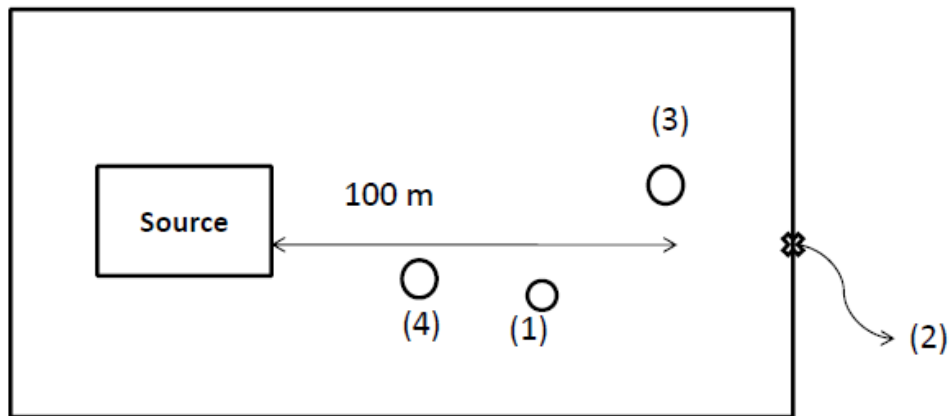


תרשים ה-2(א) - דוגמה לקביעת מיקום נקודת החשיפה.



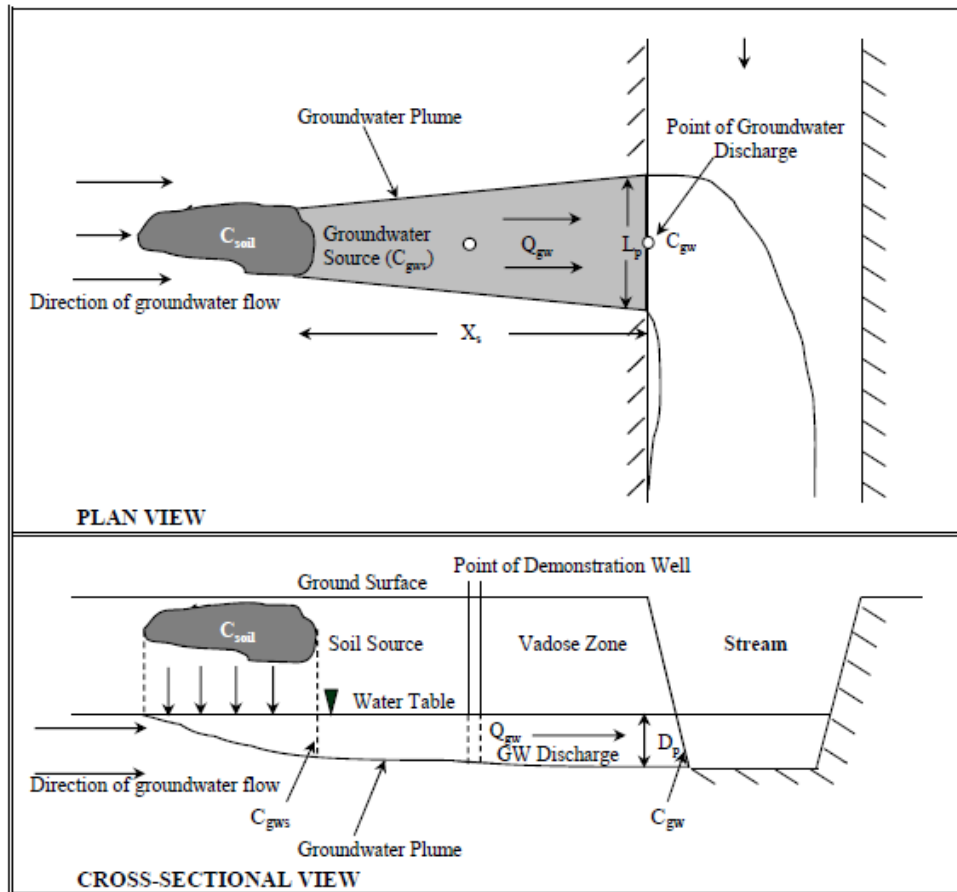
1. Existing well
2. Property boundary
3. Point of exposure (POE)
4. Point of demonstration (POD)

תרשים ה-2(ב) - דוגמה לקביעת מיקום נקודת החשיפה.



1. Existing well, Point of Exposure (POE)
2. Property boundary
3. Point at 100m from the source
4. Point of demonstration (POD)

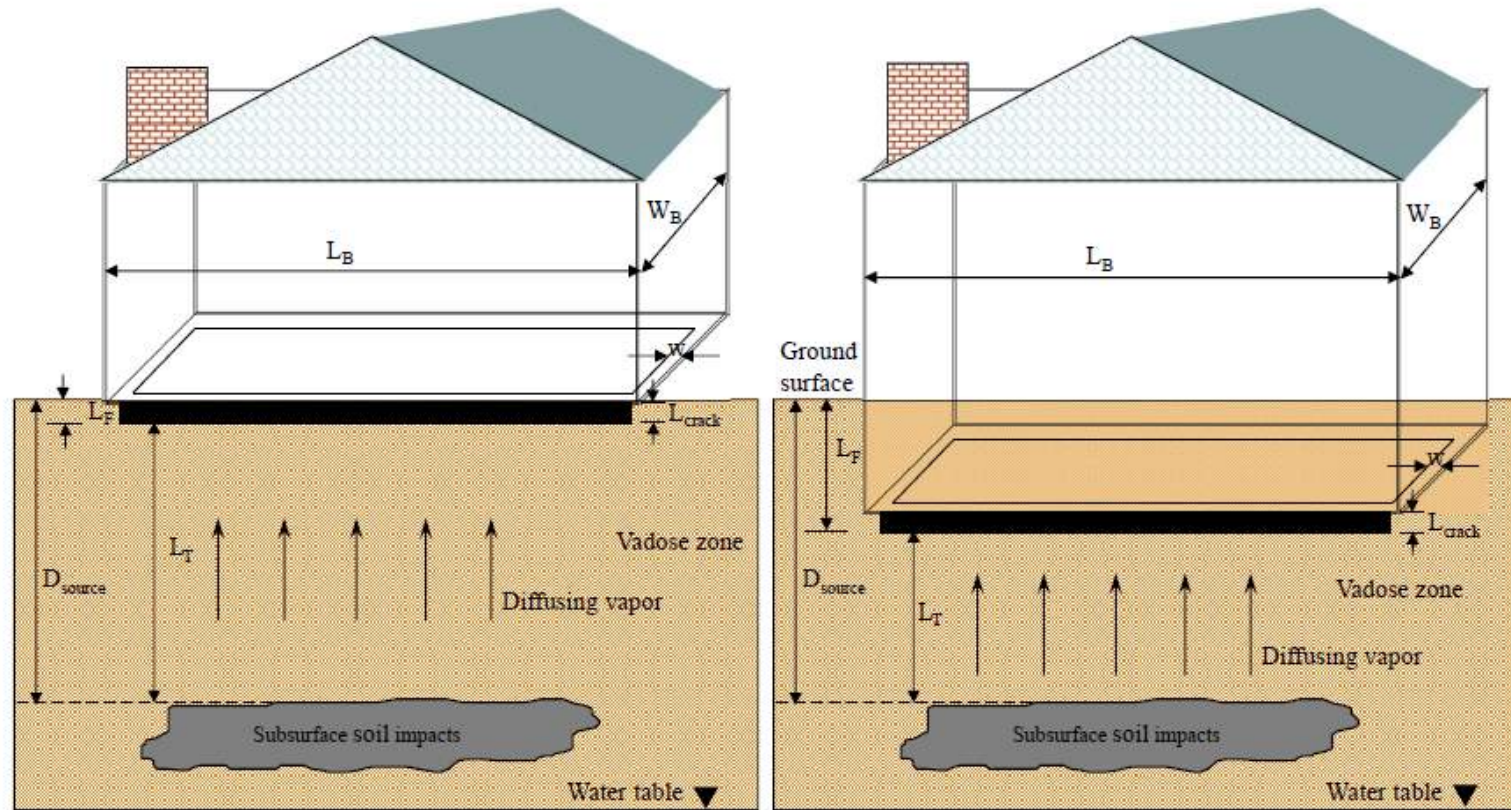
תרשים ה-3. סכמה של תנועת החומר המחלחל מהקרקע אל עבר הזרם.



הסבר לסימונים:

- Q_{gw} = מיקום שחרור מי התהום אל תוך הזרם [מ³/יום]
- C_{gw} = ריכוז מותר בעת שחרור מי תהום אל תוך הזרם [מ"ג/ל"]
- C_{gws} = ריכוז מותר במי התהום בקצה מקור הקרקע [מ"ג/ל"]
- C_{soil} = ריכוז מותר בקרקע במקור [מ"ג/ל"]
- L_p = רוחב פלומת הזיהום במי התהום המשתחררת לזרם [מ']
- D_p = עובי פלומת הזיהום במי התהום המשתחררת לזרם [מ']
- X_i = המרחק מקצה מקור מי התהום לזרם במורד הגרדיאנט [מ]

תרשים ה-4. דיאגרמה סכמטית למודל J&E.



Building with Slab-on-Grade

Building with Basement

where,

- A_B = Surface area of enclosed space at or below grade (cm^2), $A_B = (L_B \times W_B) + (2 \times L_F \times L_B) + (2 \times L_F \times W_B)$
- D_{source} = Distance from ground surface to top of contamination (cm)
- L_B = Length of building (cm)
- L_{crack} = Slab thickness (cm)
- L_F = Distance from ground surface to bottom of enclosed space floor (cm)
- L_T = Distance from bottom of slab to top of contamination (cm)
- w = Floor-wall seam gap (cm)
- W_B = Width of building (cm)

עמוד

- שאיפת אדים תוך מבנית (ילד ומבוגר הגרים באתר, עובד אשר לא גר באתר) 67-ה
- שאיפת אדים חוץ מבנית 68-ה
- מגע עורי עם כימיקלים במים (ילד ומבוגר הגרים באתר, עובד אשר לא גר באתר, עובד בניין) 69-ה
- שימוש ביתי במים (ילד ומבוגר הגרים באתר) 71-ה
- מגע עורי עם כימיקלים בקרקע (ילד ומבוגר הגרים באתר, עובד אשר לא גר באתר, עובד בניין) 74-ה
- עיכול כימיקלים בקרקע (ילד ומבוגר הגרים באתר, עובד אשר לא גר באתר, עובד בניין) 75-ה
- שאיפת אדים וחלקיקי כימיקלים בקרקע (ילד ומבוגר הגרים באתר, עובד אשר לא גר באתר, עובד בניין) 76-ה
- שאיפת אדים וחלקיקים, מגע עורי ועיכול של כימיקלים בקרקע (ילד ומבוגר הגרים באתר, עובד אשר לא גר באתר, עובד בניין) 77-ה
- שאיפת אדים תוך מבנית (דייר מותאם גיל) 78-ה
- שאיפת אדים חוץ מבנית (דייר מותאם גיל) 79-ה
- מגע עורי עם כימיקלים במים (דייר מותאם גיל) 80-ה
- שימוש ביתי במים (דייר מותאם גיל) 82-ה
- מגע עורי עם כימיקלים בקרקע (דייר מותאם גיל) 86-ה
- עיכול כימיקלים בקרקע (דייר מותאם גיל) 88-ה
- שאיפת אדים וחלקיקי כימיקלים בקרקע (דייר מותאם גיל) 90-ה
- שאיפת אדים וחלקיקים, מגע עורי ועיכול כימיקלים בקרקע (דייר מותאם גיל) 92-ה
- ריכוז אוויר תוך מבני מוערך מריכוז גזי קרקע 93-ה
- ריכוז אוויר תוך מבני מוערך מריכוז גזי תת הקרקע (הלא רוויה) 94-ה
- ריכוז אוויר תוך מבני מוערך מריכוז מי תהום 95-ה
- ריכוז אוויר חוץ מבני מוערך מריכוז מי תהום 96-ה
- מקדמי נידוף 97-ה
- קבועי דיפוזיה אפקטיבית 104-ה
- ריכוז תת הקרקע (הלא רוויה) המגנה על חלחול למי תהום 105-ה
- ריכוז גזי קרקע בהם הפאזה הגזית הופכת לרוויה 106-ה
- מודל דומניקו: מקדם הפחתת הדילול בתווך הרווי 107-ה

APPENDIX E2
MODELS AND EQUATIONS
(FORWARD MODE)

<u>Title</u>	<u>Page</u>
• Indoor Inhalation of Vapors (Child and Adult Resident, Non-residential Worker)	E-67
• Outdoor Inhalation of Vapors	E-68
• Dermal Contact with Chemicals in Water (Child and Adult Resident, Non-residential Worker; and Construction Worker)	E-69
• Domestic Water Use (Child and Adult Resident)	E-71
• Dermal Contact with Chemicals in Soil (Child and Adult Resident, Non-residential Worker, and Construction Worker)	E-74
• Ingestion of Chemicals in Soil (Child and Adult Resident, Non-residential Worker, and Construction Worker)	E-75
• Inhalation of Vapors and Particulates of Chemicals in Soil (Child and Adult Resident, Non-residential Worker, and Construction Worker)	E-76
• Inhalation of Vapors and Particulates, Dermal Contact with and Ingestion of Chemicals in Soil (Child and Adult Resident, Non-residential Worker, and Construction Worker)	E-77
• Indoor Inhalation of Vapors (Age-Adjusted Resident)	E-78
• Outdoor Inhalation of Vapors (Age-Adjusted Resident)	E-79
• Dermal Contact with Chemicals in Water (Age-Adjusted Resident)	E-80
• Domestic Water Use (Age-Adjusted Resident)	E-82
• Dermal Contact with Chemicals in Soil (Age-Adjusted Resident)	E-86
• Ingestion of Chemicals in Soil (Age-Adjusted Resident)	E-88
• Inhalation of Vapors and Particulates of Chemicals in Soil (Age-Adjusted Resident)	E-90
• Inhalation of Vapors and Particulates, Dermal Contact with, and Ingestion of Chemicals in Soil (Age-Adjusted Resident)	E-92
• Indoor Air Concentration Estimated from Soil Vapor Concentration	E-93
• Indoor Air Concentration Estimated from Subsurface Soil Concentration	E-94
• Indoor Air Concentration Estimated from Groundwater Concentration	E-95
• Outdoor Air Concentration Estimated from Groundwater Concentration	E-96
• Volatilization Factors	E-97
• Effective Diffusion Coefficients	E-104
• Subsurface Soil Concentrations Protective of Leaching to Groundwater	E-105
• Soil Vapor Concentration at Which Vapor Phase Becomes Saturated	E-106
• Domenico Model: Dilution Attenuation Factor (DAF) in the Saturated Zone	E-107

**INDOOR INHALATION OF VAPORS
(CHILD AND ADULT RESIDENT; AND NON-RESIDENTIAL WORKER)**

Carcinogenic effects

$$IELCR_{inh} = \frac{C \times ET_{in} \times ED \times EF \times IUR \times 1000}{AT_c \times 365 \times 24}$$

Non-carcinogenic effects

$$HQ_{inh} = \frac{C \times ET_{in} \times ED \times EF}{AT_{nc} \times 365 \times RfC \times 24}$$

Source: RAGS Vol. I Part F, 2009

where:

- C = Contaminant concentration in indoor air [mg/m^3]
- $IELCR_{inh}$ = Risk or the increased chance of developing cancer over a lifetime due to exposure to a chemical in indoor air [-]
- HQ_{inh} = Hazard quotient for individual constituents in indoor air [-]
- AT_c = Averaging time for carcinogens [year]
- AT_{nc} = Averaging time for non-carcinogens [year]
- ET_{in} = Indoor exposure time [hr/day]
- ED = Exposure duration [year]
- EF = Exposure frequency [day/year]
- RfC = Chemical-specific reference concentration [mg/m^3]
- IUR = Chemical-specific inhalation unit risk [$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$]
- 365 = Converts AT_c , AT_{nc} in years to days [day/year]
- 1000 = Converts C in mg to μg [$1000 \mu\text{g}/\text{mg}$]
- 24 = Converts ET_{in} hours to day [24 hrs/day]

OUTDOOR INHALATION OF VAPORS

Carcinogenic effects

$$IELCR_{outinh} = \frac{C \times ET_{out} \times ED \times EF \times IUR \times 1000}{AT_c \times 365 \times 24}$$

Non-carcinogenic effects

$$HQ_{outinh} = \frac{C \times ET_{out} \times ED \times EF}{AT_{nc} \times 365 \times RfC \times 24}$$

Source: RAGS Vol. I Part F, 2009

where:

- C = Contaminant concentration in outdoor air [mg/m^3]
- $IELCR_{outinh}$ = Risk or the increased chance of developing cancer over a lifetime due to exposure to a chemical in outdoor air [-]
- HQ_{outinh} = Hazard quotient for individual constituents in outdoor air [-]
- AT_c = Averaging time for carcinogens [year]
- AT_{nc} = Averaging time for non-carcinogens [year]
- ET_{out} = Outdoor exposure time [hr/day]
- ED = Exposure duration [year]
- EF = Exposure frequency [day/year]
- RfC = Chemical-specific reference concentration [mg/m^3]
- IUR = Chemical-specific inhalation unit risk [$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$]
- 365 = Converts AT_c , AT_{nc} in years to days [day/year]
- 1000 = Converts C in mg to μg [$1000 \mu\text{g}/\text{mg}$]
- 24 = Converts ET_{in} hours to day [24 hrs/day]

**DERMAL CONTACT WITH CHEMICALS IN WATER
(CHILD AND ADULT RESIDENT; NON-RESIDENTIAL WORKER; AND CONSTRUCTION WORKER)**

Carcinogenic effects

$$IELCR = \frac{C \times SF_d \times SA_{gw} \times EV_{gw} \times Z \times EF \times ED}{BW \times AT_c \times 365 \times 1000}$$

Non-carcinogenic effects

$$HQ = \frac{C \times SA_{gw} \times EV_{gw} \times Z \times EF \times ED}{BW \times AT_{nc} \times 365 \times 1000 \times RfD_d}$$

For organic chemicals,

$$\text{If } t_{event} \leq t^*, \text{ then } Z = 2 \times FA \times K_p \sqrt{6\tau_{event} \frac{t_{event}}{\pi}}$$

$$\text{If } t_{event} > t^*, \text{ then } Z = FA \times K_p \left[\frac{t_{event}}{1+B} + 2\tau_{event} \left(\frac{1+3B+3B^2}{(1+B)^2} \right) \right]$$

For inorganic chemicals, $Z = K_p \times t_{event}$

where:

C	= Contaminant concentration for dermal contact with water [mg/L]
$IELCR$	= Risk or the increased chance of developing cancer over a lifetime due to exposure to a chemical [-]
HQ	= Hazard quotient for individual constituents [-]
BW	= Body weight [kg]
AT_c	= Averaging time for carcinogens [year]
AT_{nc}	= Averaging time for non-carcinogens [year]
SA_{gw}	= Skin surface area available for contact with water [cm ²]
EV_{gw}	= Event frequency [event/day]
ED	= Exposure duration [year]
EF	= Exposure frequency [day/year]
RfD_d	= Chemical-specific dermal reference dose [mg/kg-day]
SF_d	= Chemical-specific dermal cancer slope or potency factor [mg/(kg-day)] ⁻¹
365	= Converts AT_c , AT_{nc} in years to days [day/year]
1000	= Conversion factor from cm ³ to L [cm ³ /L]
t_{event}	= Event duration [hr/event]
t^*	= Chemical-specific time to reach steady-state [hr]
Z	= Chemical-specific dermal factor [cm/event]
K_p	= Chemical-specific dermal permeability coefficient [cm/hr]
FA	= Chemical-specific fraction absorbed in water [-]
τ_{event}	= Chemical-specific lag time [hr/event]
B	= Chemical-specific relative contribution of permeability coefficient [-]

$$B = K_p \frac{\sqrt{MW}}{2.6}$$

$$\log K_p = -2.80 + 0.66 \log K_{ow} - 0.0056 MW$$

If $B < 0.6$ or $B = 0.6$, then, $t^* = 2.4 \tau_{event}$

If $B > 0.6$ then, $t^* = 6 \tau_{event} \times (b - \sqrt{b^2 - c^2})$

where,

$$c = \frac{1 + 3B + 3B^2}{3(1 + B)}$$

$$b = 2 \times \frac{(1 + B)^2}{\pi} - c$$

$$\tau_{event} = 0.105 \times 10^{(0.0056 MW)}$$

Source: Modified from RAGS, Vol. I, Part E, 2004.

where:

MW = Molecular weight [g/mole]

K_{ow} = Octanol water partition coefficient [L/kg]

b, c = Correlation coefficient which have been fitted to the data from Flynn, G.L. (1990)

DOMESTIC WATER USE (CHILD AND ADULT RESIDENT)
(ONLY FOR CHEMICALS WITHOUT MAXIMUM CONTAMINAT LEVELS)

Carcinogenic effects (Ingestion and Dermal Contact)

$$IELCR_{w(ing+dc)} = \frac{C \times ED \times EF \times \left[(SF_o \times IR_w) + \left(\frac{SF_d}{1000} \times SA_{wb} \times EV_{wb} \times Z_{wb} \right) \right]}{BW \times AT_c \times 365}$$

Carcinogenic effects (Inhalation of Vapors Due to Water Use)

$$IELCR_{winh} = \frac{C \times ED \times EF \times ET_{in} \times K_f \times IUR \times 1000}{AT_c \times 365 \times 24}$$

Non-carcinogenic effects (Ingestion and Dermal Contact)

$$HQ_{w(ing+dc)} = \frac{C \times ED \times EF \times \left[\left(\frac{I}{RfD_o} \times IR_w \right) + \left(\frac{SA_{wb} \times EV_{wb} \times Z_{wb}}{RfD_d \times 1000} \right) \right]}{BW \times AT_{nc} \times 365}$$

Non-carcinogenic effects (Inhalation of Vapors Due to Water Use)

$$HQ_{winh} = \frac{C \times ED \times EF_{in} \times ET_{in} \times K_f}{AT_{nc} \times 365 \times RfC \times 24}$$

where:

$IELCR_{w(ing+dc)}$	=	Risk or the increased chance of developing cancer over a lifetime due to ingestion and dermal exposure to a chemical in domestic water use [-]
$IELCR_{winh}$	=	Risk or the increased chance of developing cancer over a lifetime due to inhalation exposure to a chemical in domestic water use [-]
$HQ_{w(ing+dc)}$	=	Hazard quotient due to ingestion and dermal exposure to an individual constituent in domestic water use [-]
HQ_{winh}	=	Hazard quotient due to inhalation exposure to an individual constituent in domestic water use [-]
C	=	Contaminant concentration in domestic water [mg/L]
BW	=	Body weight [kg]
AT_c	=	Averaging time for carcinogens [year]
AT_{nc}	=	Averaging time for non-carcinogens [year]
IR_w	=	Water ingestion rate [L/day]
ED	=	Exposure duration [year]
EF	=	Exposure frequency [day/year]
K_f	=	Volatilization factor [L/m ³]
ET_{in}	=	Inhalation exposure time [hr/day]
SA_{wb}	=	Skin surface area available for whole-body contact with water [cm ²]
EV_{wb}	=	Event frequency for whole-body contact with water [event/day]
RfD_o	=	Chemical-specific oral reference dose [mg/kg-day]
RfC	=	Chemical-specific inhalation reference concentration [mg/m ³]
RfD_d	=	Chemical-specific dermal reference dose [mg/kg-day]
SF_o	=	Chemical-specific oral cancer slope or potency factor [mg/(kg-day)] ⁻¹
IUR	=	Chemical-specific inhalation unit risk [(μg/m ³) ⁻¹]
SF_d	=	Chemical-specific dermal cancer slope or potency factor [mg/(kg-day)] ⁻¹
365	=	Converts AT_c , AT_{nc} in years to days [day/year]
1000	=	Conversion factor from cm ³ to L [cm ³ /L] and mg to μg [μg/mg]
$t_{wb-event}$	=	Event duration for whole-body contact [hr/event]
24	=	Conversion factor from hrs to day [hr/day]
t^*	=	Chemical-specific time to reach steady-state [hr]
Z_{wb}	=	Chemical-specific dermal factor for whole-body contact [cm/event]
K_p	=	Chemical-specific dermal permeability coefficient [cm/hr]

FA	=	Chemical-specific fraction absorbed in water [-]
τ_{event}	=	Chemical-specific lag time [hr/event]
B	=	Chemical-specific relative contribution of permeability coefficient [-]

**DERMAL CONTACT WITH CHEMICALS IN SOIL
(CHILD AND ADULT RESIDENT; NON-RESIDENTIAL WORKER; AND CONSTRUCTION WORKER)**

Carcinogenic effects

$$IELCR_{sdc} = \frac{C \times EF \times ED \times SF_d \times 10^{-6} \times SA_{soil} \times EV_{soil} \times AF \times ABS_d}{BW \times AT_c \times 365}$$

Non-carcinogenic effects

$$HQ_{sdc} = \frac{C \times EF \times ED \times 10^{-6} \times SA_{soil} \times EV_{soil} \times AF \times ABS_d}{BW \times AT_{nc} \times 365 \times RfD_d}$$

Source: Modified from RAGS, Vol. I, Part E, 2004.

where:

C	=	Contaminant concentration in soil [mg/kg]
$IELCR_{sdc}$	=	Risk or the increased chance of developing cancer over a lifetime due to exposure to a chemical [-]
HQ_{sdc}	=	Hazard quotient for individual constituents [-]
BW	=	Body weight [kg]
AT_c	=	Averaging time for carcinogens [year]
AT_{nc}	=	Averaging time for non-carcinogens [year]
ED	=	Exposure duration [year]
EF	=	Exposure frequency [day/year]
SA_{soil}	=	Skin surface area available for contact with soil [cm ²]
EV_{soil}	=	Event frequency [event/day]
AF	=	Soil to skin adherence factor [mg/cm ² -event]
ABS_d	=	Chemical-specific dermal absorption factor [-]
SF_d	=	Dermal cancer slope factor [(mg/kg-day) ⁻¹]
RfD_d	=	Chemical-specific oral reference dose [mg/kg-day]
365	=	Converts AT_c , AT_{nc} in years to days [day/year]
10^{-6}	=	Converts kg to mg [kg/mg]

**INGESTION OF CHEMICALS IN SOIL
(CHILD AND ADULT RESIDENT; NON-RESIDENTIAL WORKER; AND CONSTRUCTION WORKER)**

Carcinogenic effects

$$IELCR_{sing} = \frac{C \times EF \times ED \times SF_o \times 10^{-6} \times IR_{soil}}{BW \times AT_c \times 365}$$

Non-carcinogenic effects

$$HQ_{sing} = \frac{C \times EF \times ED \times 10^{-6} \times IR_{soil}}{BW \times AT_{nc} \times 365 \times RfD_o}$$

where:

- C = Contaminant concentration in soil [mg/kg]
- $IELCR_{sing}$ = Risk or the increased chance of developing cancer over a lifetime due to exposure to a chemical [-]
- HQ_{sing} = Hazard quotient for individual constituents [-]
- THQ = Target hazard quotient for individual constituents [-]
- BW = Body weight [kg]
- AT_c = Averaging time for carcinogens [year]
- AT_{nc} = Averaging time for non-carcinogens [year]
- ED = Exposure duration [year]
- EF = Exposure frequency [day/year]
- IR_{soil} = Soil ingestion rate [mg/day]
- SF_o = Oral cancer slope factor [(mg/kg-day)⁻¹]
- RfD_o = Chemical-specific oral reference dose [mg/kg-day]
- 365 = Converts AT_c , AT_{nc} in years to days [day/year]
- 10^{-6} = Converts kg to mg [kg/mg]

**INHALATION OF VAPORS AND PARTICULATES OF CHEMICALS IN SOIL
(CHILD AND ADULT RESIDENT; NON-RESIDENTIAL WORKER; AND CONSTRUCTION WORKER)**

Carcinogenic effects

$$IELCR_{sinh} = \frac{C \times ET_{out} \times ED \times EF \times IUR \times 1000 \times (VF_{ss} + VF_p)}{AT_c \times 365 \times 24}$$

Non-carcinogenic effects

$$HQ_{sinh} = \frac{C \times ET_{out} \times ED \times EF \times (VF_{ss} + VF_p)}{AT_{nc} \times 365 \times RfC \times 24}$$

Note: $VF_{ss} = 0$ for non-volatile chemicals (i.e., chemicals with a molecular weight > 200 and Henry's law constant (dimensionless) $< 4.2 \times 10^{-4}$ or Henry's law constant (atm-m³/mol) $< 1.5 \times 10^{-5}$).

where:

- C = Contaminant concentration in soil [mg/kg]
- $IELCR_{sinh}$ = Risk or the increased chance of developing cancer over a lifetime due to exposure to a chemical in surficial soil [-]
- HQ_{sinh} = Averaging time for carcinogens [year]
- AT_c = Averaging time for carcinogens [year]
- AT_{nc} = Averaging time for non-carcinogens [year]
- ET_{out} = Outdoor exposure time [hr/day]
- ED = Exposure duration [year]
- EF = Exposure frequency [day/year]
- RfC = Chemical-specific reference concentration [mg/m³]
- IUR = Chemical-specific inhalation unit risk [(μg/m³)⁻¹]
- 365 = Converts AT_c, AT_{nc} in years to days [day/year]
- 1000 = Converts C in mg to μg [1000 μg/mg]
- 24 = Converts ET_{in} hours to day [24 hrs/day]
- VF_p = Volatilization factor for particulate emissions from surficial soil [(mg/m³-air)/(mg/kg-soil)]
- VF_{ss} = Volatilization factor for vapor emissions from surficial soil [(mg/m³-air)/(mg/kg-soil)]

Note: The depth to surficial soil for a construction worker is up to the typical construction depth.

**INHALATION OF VAPORS AND PARTICULATES, DERMAL CONTACT WITH, AND INGESTION OF
CHEMICALS IN SOIL
(CHILD AND ADULT RESIDENT; NON-RESIDENTIAL WORKER; AND CONSTRUCTION WORKER)**

Carcinogenic effects

$$IELCR_{soil} = IELCR_{sdc} + IELCR_{sin\ g} + IELCR_{sinh}$$

Non-carcinogenic effects

$$HQ_{soil} = HQ_{sdc} + HQ_{sin\ g} + HQ_{sinh}$$

where,

$IELCR_{soil}$ = Risk or the increased chance of developing cancer over a lifetime due to ingestion of vapors and particulates, inhalation of, and dermal contact with chemical in surficial soil [-]

HQ_{soil} = Hazard quotient for ingestion of, inhalation of vapors and particulates, and dermal contact with surficial soil [-]

INDOOR INHALATION OF VAPORS (AGE-ADJUSTED RESIDENT)

Carcinogenic effects

$$IELCR_{ai-aa} = \frac{C \times ED_{aa} \times EF_r \times IUR \times ET_{i-r} \times 1000}{AT_c \times 365 \times 24}$$

Non-carcinogenic effects

$$HQ_{ai-aa} = \frac{C \times ED_{aa} \times EF_r \times ET_{i-r}}{AT_{nc} \times 365 \times RfC \times 24}$$

where:

$$ED_{aa} = ED_c + ED_a$$

Source: RAGS Vol. I Part F, 2009

where:

- $IELCR_{ai-aa}$ = Risk or the increased chance of developing cancer over a lifetime due to exposure to a chemical in indoor air [-]
- HQ_{ai-aa} = Hazard quotient for individual constituents due to exposure to indoor air [-]
- C = Chemical concentration in indoor air [mg/m^3]
- ED_{aa} = Exposure duration for an age-adjusted individual [year]
- ED_c = Exposure duration for a child [year]
- ED_{aa} = Exposure duration for age-adjusted resident [year]
- AT_c = Averaging time for carcinogenic effects [year]
- AT_{nc} = Averaging time for non-carcinogenic effects [year]
- EF_r = Exposure frequency for resident [days/year]
- ET_{i-r} = Indoor exposure time for resident [year]
- 365 = Converts years to days [days/year]
- 24 = Converts hours to day [hours/day]
- 1000 = Converts mg to μg [$\mu\text{g}/\text{mg}$]

OUTDOOR INHALATION OF VAPORS (AGE-ADJUSTED RESIDENT)

Carcinogenic effects

$$IELCR_{ai-aa} = \frac{C \times ED_{aa} \times EF_r \times IUR \times ET_{out-r} \times 1000}{AT_c \times 365 \times 24}$$

Non-carcinogenic effects

$$HQ_{ai-aa} = \frac{C \times ED_{aa} \times EF_r \times ET_{out-r}}{AT_{nc} \times 365 \times RfC \times 24}$$

where:

$$ED_{aa} = ED_c + ED_a$$

Source: RAGS Vol. I Part F, 2009

where:

$IELCR_{ai-aa}$ = Risk or the increased chance of developing cancer over a lifetime due to exposure to a chemical in indoor air [-]

HQ_{ai-aa} = Hazard quotient for individual constituents due to exposure to indoor air [-]

C = Chemical concentration in indoor air [mg/m^3]

ED_{aa} = Exposure duration for an age-adjusted individual [year]

ED_c = Exposure duration for a child [year]

ED_{aa} = Exposure duration for age-adjusted resident [year]

AT_c = Averaging time for carcinogenic effects [year]

AT_{nc} = Averaging time for non-carcinogenic effects [year]

EF_r = Exposure frequency for resident [days/year]

ET_{out-r} = Outdoor exposure time for resident [year]

365 = Converts years to days year [days/year]

24 = Converts hours to day [hours/day]

1000 = Converts mg to μg [$\mu\text{g}/\text{mg}$]

DERMAL CONTACT WITH CHEMICALS IN WATER (AGE-ADJUSTED RESIDENT)

Carcinogenic effects

$$IELCR = \frac{C \times SF_d \times (DC_{w-c} \times Z_c + DC_{w-a} \times Z_a)}{AT_c \times 365 \times 1000}$$

Non-carcinogenic effects

$$HQ = \frac{(DC_{w-c} \times Z_c + DC_{w-a} \times Z_a) \times C}{AT_{nc} \times 365 \times 1000 \times RfD_d}$$

where :

$$DC_{w-c} = \frac{ED_c \times EF_c \times SA_{gw-c} \times EV_{gw-c}}{BW_c}$$

$$DC_{w-a} = \frac{ED_a \times EF_a \times SA_{gw-a} \times EV_{gw-a}}{BW_a}$$

For organic chemicals,

$$\text{If } t_{event} \leq t^*, \text{ then } Z = 2 \times FA \times K_p \sqrt{6\tau_{event} \frac{t_{event}}{\pi}}$$

If $t_{event} > t^*$, then

$$Z = FA \times K_p \left[\frac{t_{event}}{1+B} + 2\tau_{event} \left(\frac{1+3B+3B^2}{(1+B)^2} \right) \right]$$

For inorganic chemicals, $Z = K_p \times t_{event}$

Source: Modified from RAGS, Vol. I, Part E, 2004.

where:

C	=	Contaminant concentration in groundwater from dermal contact [mg/L]
$IELCR$	=	Risk or the increased chance of developing cancer over a lifetime due to exposure to a chemical [-]
HQ	=	Hazard quotient for individual constituents [-]
AT_c	=	Averaging time for carcinogens [year]
AT_{nc}	=	Averaging time for non-carcinogens [year]
RfD_d	=	Chemical-specific dermal reference dose [mg/kg-day]
SF_d	=	Chemical-specific dermal cancer slope or potency factor [(mg/kg-day) ⁻¹]
365	=	Converts AT_c , AT_{nc} in years to days [day/year]
1000	=	Conversion factor from cm ³ to L [cm ³ /L]
t_{event}	=	Event duration [hr/event]
t^*	=	Chemical-specific time to reach steady-state [hr]
K_p	=	Chemical-specific dermal permeability coefficient [cm/hr]
FA	=	Chemical-specific fraction absorbed in water [-]
τ_{event}	=	Chemical-specific lag time [hr/event]
B	=	Chemical-specific relative contribution of permeability coefficient [-]
DC_{w-c}	=	Child dermal contact rate with groundwater [cm ² -event/kg]
DC_{w-a}	=	Adult dermal contact rate with groundwater [cm ² -event/kg]
EV_{gw-c}	=	Resident child event frequency [event/day]
EV_{gw-a}	=	Resident adult event frequency [event/day]
Z_c	=	Resident child chemical-specific dermal factor [cm/event]
Z_a	=	Resident adult chemical-specific dermal factor [cm/event]
SA_{gw-c}	=	Resident child skin surface area available for contact with water [cm ²]
SA_{gw-a}	=	Resident adult skin surface area available for contact with water [cm ²]
BW_c	=	Resident child body weight [kg]
BW_a	=	Resident adult body weight [kg]
ED_c	=	Resident child exposure duration [year]
ED_a	=	Resident adult exposure duration [year]
EF_c	=	Exposure frequency for a child [day/year]
EF_a	=	Exposure frequency for an adult [day/year]

DOMESTIC WATER USE (CHILD AND ADULT RESIDENT)
(ONLY FOR CHEMICALS WITHOUT MAXIMUM CONTAMINAT LEVELS)

Carcinogenic effects (Ingestion and Dermal Contact)

$$IELCR_{(ing+dc)} = C \times \frac{\left[(SF_o \times IR_{w-aa}) + \left(\frac{SF_d}{1000} \times (DC_{wb-c} \times Z_{wb-c} + DC_{wb-a} \times Z_{wb-a}) \right) \right]}{AT_c \times 365}$$

Carcinogenic effects (Inhalation of Water Vapors)

$$IELCR_{inh} = \frac{C \times IUR \times ED_{aa} \times EF_a \times ET_{in-a} \times K_f \times 1000}{AT_c \times 365 \times 24}$$

Non-carcinogenic effects(Ingestion and Dermal Contact)

$$HQ_{(ing+dc)} = C \times \frac{\left[\left(\frac{I}{RfD_o} \times IR_{w-aa} \right) + \left(\frac{(DC_{wb-c} \times Z_{wb-c} + DC_{wb-a} \times Z_{wb-a})}{RfD_d \times 1000} \right) \right]}{THQ \times AT_{nc} \times 365}$$

Non-carcinogenic effects(Inhalation of Water Vapors)

$$HQ_{inh} = \frac{C \times ED_{aa} \times EF_a \times ET_{in-a} \times K_f}{AT_{nc} \times 365 \times RfC \times 24}$$

where:

$$ED_{aa} = ED_c + ED_a$$

$$DC_{wb-c} = \frac{ED_c \times EF_c \times SA_{wb-c} \times EV_{wb-c}}{BW_c} \quad \text{and} \quad DC_{wb-a} = \frac{ED_a \times EF_a \times SA_{wb-a} \times EV_{wb-a}}{BW_a}$$

For organic chemicals,

$$\text{If } t_{wb-event} \leq t^*, \text{ then } Z_{wb} = 2 \times FA \times K_p \sqrt{6\tau_{event} \frac{t_{wb-event}}{\pi}}$$

$$\text{If } t_{wb-event} > t^*, \text{ then } Z_{wb} = FA \times K_p \left[\frac{t_{wb-event}}{1+B} + 2\tau_{event} \left(\frac{1+3B+3B^2}{(1+B)^2} \right) \right]$$

For inorganic chemicals, $Z_{wb} = K_p \times t_{wb-event}$

Note: $K_f = 0$ for non-volatile chemicals (i.e., chemicals with a molecular weight > 200 and Henry's law constant (dimensionless) < 4.2 x 10⁻⁴ or Henry's law constant (atm-m³/mol) < 1.5 x 10⁻⁵).

Source: Modified from RAGS, Vol. I, Part E, 2004.

τ_{event}	=	Chemical-specific lag time [hr/event]
B	=	Chemical-specific relative contribution of permeability coefficient [-]

where:

C_w	=	Contaminant concentration in domestic water [mg/L-H ₂ O]
$IELCR_{(ing+dc)}$	=	Risk or the increased chance of developing cancer over a lifetime due to ingestion and dermal exposure to a chemical in domestic water [-]
$IELCR_{inh}$	=	Risk or the increased chance of developing cancer over a lifetime due to inhalation of vapors from domestic water use [-]
$HQ_{(ing+dc)}$	=	Hazard quotient for to ingestion and dermal exposure to a chemical in domestic water [-]
HQ_{inh}	=	Hazard quotient for exposure to inhalation of chemical vapors due to domestic water use [-]
AT_c	=	Averaging time for non-carcinogens [year]
AT_{nc}	=	Averaging time for non-carcinogens [year]
RfD_o	=	Chemical-specific oral reference dose [mg/kg-day]
RfC	=	Chemical-specific inhalation reference concentration [mg/m ³]
RfD_d	=	Chemical-specific dermal reference dose [mg/kg-day]
SF_o	=	Chemical-specific oral cancer slope or potency factor [(mg/kg-day) ⁻¹]
IUR	=	Chemical-specific inhalation unit risk [(μg/m ³) ⁻¹]
SF_d	=	Chemical-specific dermal cancer slope or potency factor [mg/(kg-day)] ⁻¹
IR_{w-aa}	=	Age-adjusted groundwater ingestion rate [L/kg]
IR_{w-c}	=	Resident child groundwater ingestion rate [L/day]
IR_{w-a}	=	Resident adult groundwater ingestion rate [L/day]
DC_{wb-c}	=	Child dermal whole-body contact rate with groundwater [cm ² -event/kg]
DC_{wb-a}	=	Adult dermal whole-body contact rate with groundwater [cm ² -event/kg]
BW_c	=	Resident child body weight [kg]
BW_a	=	Resident adult body weight [kg]
ED_c	=	Resident child exposure duration [year]
ED_a	=	Resident adult exposure duration [year]
ED_{aa}	=	Resident age-adjusted exposure duration [year]
EF_a	=	Exposure frequency for an adult [day/year]
ET_a	=	Exposure frequency for an adult [day/year]
K_f	=	Volatilization factor [L/m ³]
SA_{wb}	=	Skin surface area available for whole-body contact with water [cm ²]

EV_{wb}	=	Event frequency for whole-body contact with water [event/day]
365	=	Conversion factor [day/year]
1000	=	Conversion factor from cm^3 to L [cm^3/L]; and $\text{mg } \mu\text{g}$ [$\mu\text{g}/\text{mg}$]
$t_{wb-event}$	=	Event duration for whole-body contact [hr/event]
t^*	=	Chemical-specific time to reach steady-state [hr]
Z_{wb}	=	Chemical-specific dermal factor for whole-body contact [cm/event]
K_p	=	Chemical-specific dermal permeability coefficient [cm/hr]
FA	=	Chemical-specific fraction absorbed in water [-]
τ_{event}	=	Chemical-specific lag time [hr/event]
B	=	Chemical-specific relative contribution of permeability coefficient [-]

For inhalation of vapors, dermal contact with, and ingestion of chemicals in water (domestic water use combined pathway) by age-adjusted resident,

$$IELCR_{w-aa} = IELCR_{(ing+dc)} + IELCR_{inh}$$

$$HQ_{w-aa} = HQ_{(ing+dc)} + HQ_{inh}$$

where,

$IELCR_{w-aa}$	=	Risk or increased chance of developing cancer over a lifetime due to ingestion, dermal contact with, and inhalation of chemicals in domestic water [-]
HQ_{w-aa}	=	Hazard quotient for ingestion of, dermal contact with, and inhalation of chemicals in domestic water [-]

DERMAL CONTACT WITH CHEMICALS IN SOIL (AGE-ADJUSTED RESIDENT)

Carcinogenic effects

$$IELCR_{sd-aa} = \frac{C \times SF_d \times SA_{soil-aa} \times ABS_d \times 10^{-6}}{AT_c \times 365}$$

Non-carcinogenic effects

$$HQ_{sd-aa} = \frac{C \times SA_{soil-aa} \times ABS_d \times 10^{-6}}{AT_{nc} \times 365 \times RfD_d}$$

where:

$$SA_{soil-aa} = \frac{ED_c \times EF_c \times AF_c \times SA_{soil-c} \times EV_{soil-c}}{BW_c} + \frac{ED_a \times EF_a \times AF_a \times SA_{soil-a} \times EV_{soil-a}}{BW_a}$$

Source: Modified from RAGS, Vol. I, Part E, 2004.

where:

C	=	Contaminant concentration in soil [mg/kg]
$IELCR_{sd-aa}$	=	Risk or the increased chance of developing cancer over a lifetime due to exposure to a chemical [-]
HQ_{sd-aa}	=	Hazard quotient for individual constituents [-]
AT_c	=	Averaging time for carcinogens [year]
AT_{nc}	=	Averaging time for non-carcinogens [year]
EF_c	=	Exposure frequency for a child [day/year]
EF_a	=	Exposure frequency for an adult [day/year]
ABS_d	=	Chemical-specific dermal absorption factor [-]
AF_c	=	Resident child soil to skin adherence factor [mg/cm ² -event]
AF_a	=	Resident adult soil to skin adherence factor [mg/cm ² -event]
RfD_d	=	Chemical-specific dermal reference dose [(mg/kg-day)]
SF_d	=	Chemical-specific dermal cancer slope or potency factor [(mg/kg-day) ⁻¹]
SA_{aa}	=	Age-adjusted skin surface area [mg/kg]
BW_c	=	Resident child body weight [kg]
BW_a	=	Resident adult body weight [kg]
ED_c	=	Resident child exposure duration [year]
ED_a	=	Resident adult exposure duration [year]
SA_{soil-c}	=	Resident child skin surface area available for contact with soil [cm ²]
SA_{soil-a}	=	Resident adult skin surface area available for contact with soil [cm ²]
EV_{soil-c}	=	Resident child event frequency [event/day]
EV_{soil-a}	=	Resident Child event frequency [event/day]
365	=	Conversion factor [day/year]
10^{-6}	=	Conversion factor [kg/mg]

INGESTION OF CHEMICALS IN SOIL (AGE-ADJUSTED RESIDENT)

Carcinogenic effects

$$IELCR_{\text{sin } g-aa} = \frac{C \times SF_o \times IR_{s-aa} \times 10^{-6}}{AT_c \times 365}$$

Non-carcinogenic effects

$$HQ_{\text{sin } g-aa} = \frac{C \times IR_{s-aa} \times 10^{-6}}{AT_{nc} \times 365 \times RfD_o}$$

where :

$$IR_{s-aa} = \frac{ED_c \times EF_c \times IR_{s-c}}{BW_c} + \frac{ED_a \times EF_a \times IR_{s-a}}{BW_a}$$

Source: Modified from RAGS, Vol. I, Part A, 1989

where:

C	=	Contaminant concentration in soil [mg/kg-wet soil]
$IELCR_{sing-aa}$	=	Risk or the increased chance of developing cancer over a lifetime due to exposure to a chemical [-]
$HQ_{sing-aa}$	=	Hazard quotient for individual constituents [-]
AT_c	=	Averaging time for carcinogens [year]
AT_{nc}	=	Averaging time for non-carcinogens [year]
RfD_o	=	Chemical-specific oral reference dose [mg/kg-day]
SF_o	=	Chemical-specific oral cancer slope or potency factor [(mg/kg-day) ⁻¹]
IR_{s-aa}	=	Age-adjusted soil ingestion rate [mg/kg]
IR_{s-c}	=	Resident child soil ingestion rate [mg/day]
IR_{s-a}	=	Resident adult soil ingestion rate [mg/day]
BW_c	=	Resident child body weight [kg]
BW_a	=	Resident adult body weight [kg]
ED_c	=	Resident child exposure duration [year]
ED_a	=	Resident adult exposure duration [year]
EF_c	=	Exposure frequency for a child [day/year]
EF_a	=	Exposure frequency for an adult [day/year]
365	=	Conversion factor [day/year]
10^{-6}	=	Conversion factor [kg/mg]

INHALATION OF VAPORS AND PARTICULATES OF CHEMICALS IN SOIL (AGE-ADJUSTED RESIDENT)

Carcinogenic effects

$$IELCR_{sinh-aa} = \frac{C \times ET_{out-r} \times ED_{aa} \times EF_r \times IUR \times 1000 \times (VF_{ss} + VF_p)}{AT_c \times 365 \times 24}$$

Non-carcinogenic effects

$$HQ_{sinh-aa} = \frac{C \times ET_{out-r} \times ED_{aa} \times EF_r \times (VF_{ss} + VF_p)}{AT_{nc} \times 365 \times RfC \times 24}$$

where:

$$ED_{aa} = ED_c + ED_a$$

Note: $VF_{ss} = 0$ for non-volatile chemicals (i.e., chemicals with a molecular weight > 200 and Henry's law constant (dimensionless) < 4.1×10^{-4} or Henry's law constant (atm-m³/mol) < 1.5×10^{-5}) at 25°C.

where:

$IELCR_{sinh-aa}$	= Risk or the increased chance of developing cancer over a lifetime due to exposure to a chemical in surficial soil [-]
$HQ_{sinh-aa}$	= Averaging time for carcinogens [year]
C	= Contaminant concentration in soil [mg/kg]
AT_c	= Averaging time for carcinogens [year]
AT_{nc}	= Averaging time for non-carcinogens [year]
ET_{out-r}	= Outdoor exposure time for resident [hr/day]
ED_{aa}	= Exposure duration for age-adjusted resident [year]
ED_c	= Exposure duration for child [year]
ED_a	= Exposure duration for adult [year]
EF_r	= Exposure frequency for resident [day/year]
RfC	= Chemical-specific reference concentration [mg/m ³]
IUR	= Chemical-specific inhalation unit risk [(μg/m ³) ⁻¹]
365	= Converts AT_c , AT_{nc} in years to days [day/year]
1000	= Converts C in mg to μg [1000 μg/mg]
24	= Converts ET_{in} hours to day [24 hrs/day]
VF_{ss}	= Volatilization factor for vapor emissions from surficial soil[kg-soil/m ³ -air]
VF_p	= Volatilization factor for particulate emissions from surficial soil [kg-soil/m ³ -air]

INHALATION OF VAPORS AND PARTICULATES, DERMAL CONTACT WITH, AND INGESTION OF CHEMICALS IN SOIL (AGE-ADJUSTED RESIDENT)

Carcinogenic effects

$$IELCR_{s-aa} = IELCR_{sin\ g-aa} + IELCR_{sd-aa} + IELCR_{sout-aa}$$

Non-carcinogenic effects

$$HQ_{s-aa} = HQ_{sin\ g-aa} + HQ_{sd-aa} + HQ_{sout-aa}$$

Where,

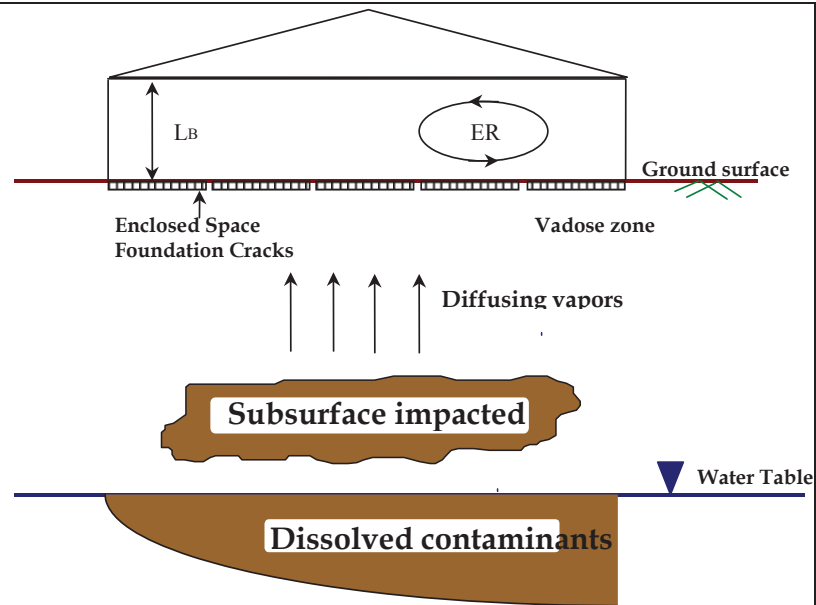
$IELCR_{s-aa}$ = Excess cancer risk over a lifetime due to exposure to ingestion of, inhalation of vapors and particulates and dermal contact with chemicals in surficial soil [-]

HQ_{s-aa} = Hazard quotient for exposure to ingestion of, inhalation of vapors and particulates and dermal contact with chemicals in surficial soil [-]

Note: All parameters are defined under the individual pathway equations.

Note: $VF_s = 0$ for non-volatile chemicals (i.e., chemicals with a molecular weight > 200 and Henry's law constant (dimensionless) < 4.2×10^{-4} or Henry's law constant (atm-m³/mol) < 1.5×10^{-5}).

INDOOR AIR CONCENTRATION ESTIMATED FROM SUBSURFACE SOIL VAPOR CONCENTRATIONS



$$C_{ai} = C_{svi} \times \alpha_{sv}$$

where:

- C_{ai} = Indoor air concentration [mg/m^3 -air]
- C_{svi} = Soil vapor concentration [mg/m^3 -air]
- α_{sv} = Attenuation factor from subsurface soil vapor to indoor (enclosed space) air [-]

Source: ASTM E1739-95

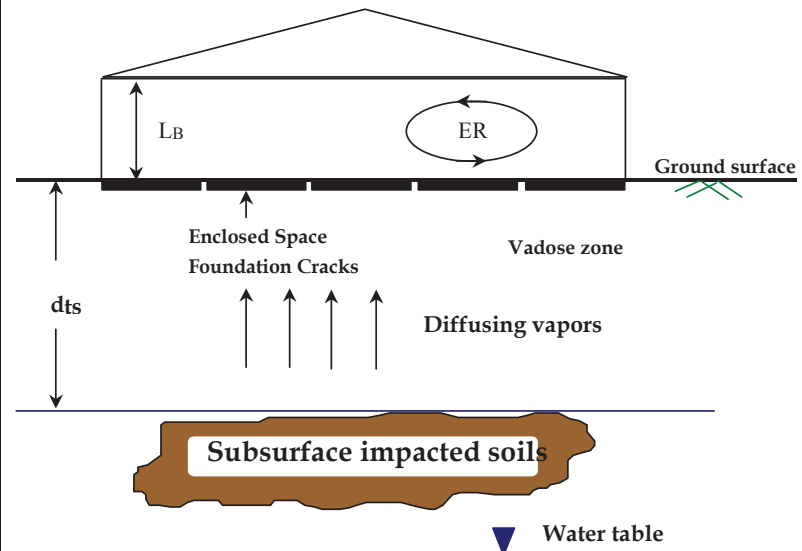
INDOOR AIR CONCENTRATION ESTIMATED FROM SUBSURFACE SOIL CONCENTRATION

$$C_{ai} = C_{si} \times VF_{seep}$$

where:

- C_{ai} = Indoor air concentration [mg/m³-air]
 C_{si} = Subsurface soil concentration [mg/kg-soil]
 VF_{seep} = Volatilization factor from subsurface soil to indoor (enclosed space) air [(mg/m³-air)/(mg/kg-soil)]

Source: ASTM E1739-95



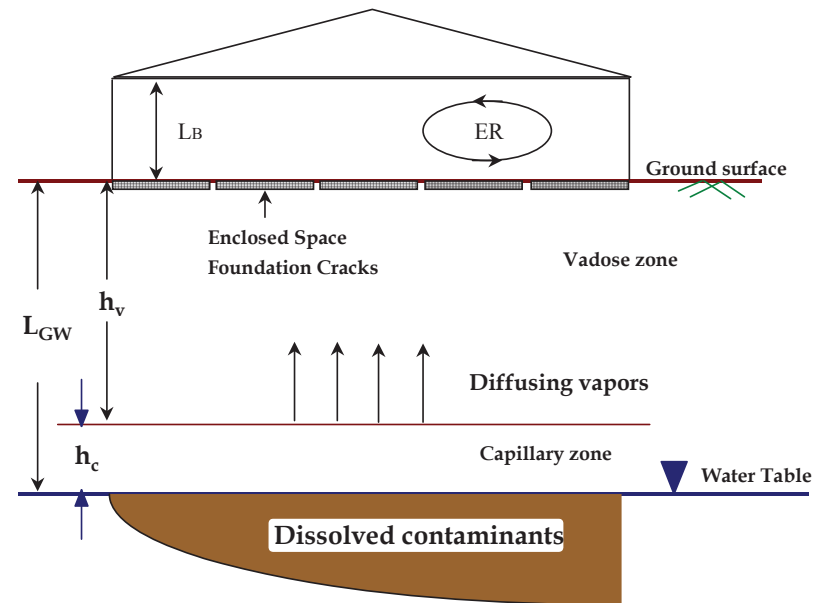
INDOOR AIR CONCENTRATION ESTIMATED FROM GROUNDWATER CONCENTRATION

$$C_{ai} = C_{wi} \times VF_{wesp}$$

where:

- C_{ai} = Indoor air concentration [mg/m³-air]
 C_{wi} = Groundwater concentration [mg/L-water]
 VF_{wesp} = Volatilization factor from groundwater to indoor (enclosed space) air [(mg/m³-air)/(mg/L-water)]

Source: ASTM E1739-95



OUTDOOR AIR CONCENTRATION ESTIMATED FROM GROUNDWATER CONCENTRATION

$$C_{ao} = C_{wi} \times VF_{wamb}$$

where:

- C_{ao} = Outdoor air concentration [mg/m³-air]
- C_{wi} = Groundwater concentration [mg/L-water]
- VF_{wamb} = Volatilization factor from groundwater to outdoor air [(mg/m³-air)/(mg/L-water)]

Source: ASTM E1739-95

VOLATILIZATION FACTORS (SURFICIAL SOIL TO OUTDOOR AIR)

$$VF_{ss} = \left[Q/C \times \frac{(3.14 \times D_A \times \tau)^{1/2}}{(2 \times \rho_s \times D_A)} \times 10^{-4} \right]^{-1}$$

where:

$$D_A = \frac{(\theta_{as}^{10/3} \times D^a \times H + \theta_{ws}^{10/3} \times D^w) / \theta_T^2}{\rho_s \times K_{sv} + \theta_{ws} + \theta_{as} \times H}$$

or

$$VF_{ss} = \left[Q/C \times \frac{\tau}{\rho_s \times d_s \times 10000} \right]^{-1}$$

Use smaller of the two VF_{ss} .

Source: USEPA, 2011. RST – User's Guide.
USEPA, 1996. SSL: Technical
Background Document

where:

- VF_{ss} = Volatilization factor from surficial soil to outdoor (ambient) air [kg-soil/m³-air]
- Q/C = Inverse of the mean concentration at the center of square source [(g/m²-s)/(kg/m³)]
- D_A = Apparent diffusivity [cm²/s]
- τ = Averaging time for vapor flux [s]
- ρ_s = Vadose zone dry soil bulk density of surficial soil [g-soil/cm³-soil]
- K_{sv} = Chemical-specific solid-water sorption coefficient [cm³-water/g-soil]
- D_a = Chemical-specific diffusion coefficient in air [cm²/s]
- D_w = Chemical-specific diffusion coefficient in water [cm²/s]
- θ_T = Total soil porosity in the surficial soils [cm³/cm³-soil]
- θ_{as} = Volumetric air content in the surficial soils [cm³-air/cm³-soil]
- θ_{ws} = Volumetric water content in the surficial soils [cm³-water/cm³-soil]
- H = Chemical-specific Henry's Law constant [(L-water)/(L-air)]
- 10^{-4} = Conversion factor [m²/cm²]
- W_a = Dimension of soil source area parallel to wind direction [cm]
- d_s = Depth to base of surficial soil zone [cm]
- U_m = Mean annual wind speed [m/s]
- δ_a = Breathing zone height [cm]
- 10^3 = Conversion factor [(cm³-kg)/(m³-g)]

Note: Surficial soil properties are assumed same as the vadose zone properties.

**VOLATILIZATION FACTORS
(PARTICULAR EMISSIONS FROM SURFICIAL SOIL)**

$$VF_p = \left[Q/C \times \frac{3600}{0.036 \times (1 - V) \times (U_m/U_t)^3 \times F(x)} \right]^{-1}$$

Source: Soil Screening Guidance, 1996

where:

- VF_p = Volatilization factor for particulate emissions from surficial soil
[kg-soil/m³-air]
- Q/C = Inverse of the mean concentration at the center of square source
[(g/m²-s)/(kg/m³)]
- V = Fraction of vegetative cover [-]
- U_m = Mean annual wind speed [m/s]
- U_t = Equivalent threshold value of wind speed at 7 m [m/s]
- $F(x)$ = Function dependent on U_m/U_t derived using Cowherd *et al.* 1985 [-]
- 0.036 = Empirical constant [g/m²-hr]

VOLATILIZATION/ATTENUATION FACTORS (SUBSURFACE SOIL VAPOR TO INDOOR AIR)

For advection and diffusion,

$$\alpha_{sv} = \frac{\left[\left(\frac{D_T^{eff} \times A_B}{Q_{bldg} \times L_T} \right) \times \exp\left(\frac{Q_{soil} \times L_{crack}}{D_{crack}^{eff} \times A_{crack}} \right) \right]}{\left[\exp\left(\frac{Q_{soil} \times L_{crack}}{D_{crack}^{eff} \times A_{crack}} \right) + \left(\frac{D_T^{eff} \times A_B}{Q_{bldg} \times L_T} \right) + \left(\frac{D_T^{eff} \times A_B}{Q_{soil} \times L_T} \right) \left[\exp\left(\frac{Q_{soil} \times L_{crack}}{D_{crack}^{eff} \times A_{crack}} \right) - 1 \right] \right]}$$

where,

$$L_T = D_{source} - L_F$$

$$\text{If } L_F > L_{crack}, A_B = (L_B \times W_B) + (2 \times L_F \times L_B) + (2 \times L_F \times W_B)$$

$$\text{If } L_F \leq L_{crack}, A_B = (L_B \times W_B)$$

$$Q_{bldg} = \left(\frac{L_B \times W_B \times H_B \times ER}{3600} \right)$$

$$A_{crack} = 2 \times (L_B + W_B) \times w$$

where,

α_{sv}	=	Attenuation factor for soil vapor to indoor air [-]
D_T^{eff}	=	Total overall effective diffusion coefficient [cm ² /s]
A_B	=	Area of enclosed space below grade [cm ²]
Q_{bldg}	=	Building ventilation rate [cm ³ /s]
L_T	=	Source to building separation [cm]
Q_{soil}	=	Volumetric flow rate of soil-vapor into the enclosed space [cm ³ /s]
L_{crack}	=	Slab thickness [cm]
D_{crack}^{eff}	=	Effective diffusion coefficient through the cracks [cm ² /s]
A_{crack}	=	Area of total cracks [cm ²]
D_{source}	=	Depth below grade to top of contamination [cm]
L_F	=	Depth below grade to bottom of enclosed space floor [cm]
L_B	=	Length of building [cm]
W_B	=	Width of building [cm]
Q_{bldg}	=	Building ventilation rate [cm ³ /s]
H_B	=	Height of building [cm]
ER	=	Air exchange rate [l/h]
3600	=	Conversion factor [sec/h]
ΔP	=	Soil-building pressure differential [g/cm-s ²]
k_v	=	Soil gas permeability [cm ²]
X_{crack}	=	Floor-wall seam perimeter [cm]
μ	=	Viscosity of air at soil temperature [g/cm-s]
r_{crack}	=	Equivalent crack radius [cm]

$Q_{soil} = \frac{2\pi \times \Delta P \times k_v \times X_{crack}}{\mu \times \ln\left(\frac{2Z_{crack}}{r_{crack}}\right)}$ $X_{crack} = 2 \times (L_B + W_B)$ $r_{crack} = \left(\frac{A_{crack}}{X_{crack}}\right)$ Source: USEPA, 2004. User's Guide for Evaluating Subsurface Vapor Intrusion into Buildings.	Z_{crack} = Crack depth below grade [cm]
--	--

VOLATILIZATION FACTORS (SUBSURFACE SOIL TO INDOOR AIR)		
$VF_{seep} = \frac{H \times \rho_s}{[\theta_{ws} + (K_{sv} \times \rho_s) + (H \times \theta_{as})]} \times \alpha_s \times 10^3$ Note: α_s is calculated using equation for α_{sv} with depth to subsurface soil source. Source: USEPA, 2004. User's Guide for Evaluating Subsurface Vapor Intrusion into Buildings.	where, VF_{seep} H ρ_s θ_{ws} θ_{as} K_{sv} α_s 10^3	= Volatilization factor from subsurface soil to indoor (enclosed space) air [m³-air/(mg/kg-soil)] = Chemical-specific Henry's Law constant [L-water/L-air] = Dry soil bulk density [g-soil/cm³-soil] = Volumetric water content in vadose zone soil [cm³-water/cm³-soil] = Volumetric air content in vadose zone soil [cm³-air/cm³-soil] = $f_{ocv} \times K_{oc}$ = Chemical-specific soil-water sorption coefficient in vadose zone [cm³/g] = Attenuation factor from subsurface soil to indoor = Conversion factor [(cm³-kg)/(m³-g)]

VOLATILIZATION FACTORS (GROUNDWATER TO INDOOR AIR)	
$VF_{wesp} = H \times \alpha_{gw} \times 10^3$ Note: α_{gw} is calculated using equation on pp C-93 with depth to groundwater. Source: User's Guide for Evaluating Subsurface Vapor Intrusion into Buildings, 2004	where, VF_{wesp} = Volatilization factor from groundwater to indoor (enclosed space) air [(mg/m³-air)/(mg/L-water)] H = Vadose zone chemical specific Henry's Law constant [L-water/L-air] α_{gw} = Attenuation factor from groundwater to indoor 10^3 = Conversion factor [L/m³]

**VOLATILIZATION FACTORS
(GROUNDWATER TO OUTDOOR AIR)**

$$VF_{wamb} = \frac{H}{1 + \left(\frac{100 \times U_m \times \delta_a \times L_{GW}}{W_{ga} \times D_{ws}^{eff}} \right)} \times 10^3$$

Source: ASTM E1739-95

where:

- VF_{wamb} = Volatilization factor from groundwater to outdoor air [(mg/m³-air)/(mg/L-water)]
- H = Vadose zone chemical specific Henry's Law constant [(L-water)/(L-air)]
- U_m = Mean annual wind speed [m/s]
- δ_a = Breathing zone height [cm]
- L_{GW} = Depth to groundwater [cm]
- D_{ws}^{eff} = Effective diffusion coefficient between groundwater and soil surface [cm²/s]
- W_{ga} = Dimension of soil source area parallel to wind direction [cm]
- 100 = Conversion factor [cm/m]
- 10^3 = Conversion factor [L/m³]

EFFECTIVE DIFFUSION COEFFICIENTS	
D_s^{eff} : effective diffusion coefficient in soil based on vapor-phase concentration [cm²/s] $D_s^{eff} = D^a \times \frac{\theta_{as}^{3.33}}{\theta_T^2} + D^w \times \frac{1}{H} \times \frac{\theta_{ws}^{3.33}}{\theta_T^2}$ where: D^a = Chemical-specific diffusion coefficient in air [cm²/s] D^w = Chemical-specific diffusion coefficient in water [cm²/s] θ_{as} = Volumetric air content in vadose zone soils [cm³-air/cm³-soil] θ_{ws} = Volumetric water content in vadose zone soils [cm³-water/cm³-soil] θ_T = Total soil porosity in the impacted zone [cm³/cm³-soil] H = Chemical-specific Henry's Law constant [L-water/L-air]	D_{ws}^{eff} : effective diffusion coefficient between groundwater and surface soil [cm²/s] $D_{ws}^{eff} = (h_{cap} + h_v) \times \left[\frac{h_{cap}}{D_{cap}^{eff}} + \frac{h_v}{D_s^{eff}} \right]^{-1}$ where: h_{cap} = Thickness of capillary fringe [cm] h_v = Thickness of vadose zone [cm] D_{cap}^{eff} = Effective diffusion coefficient through capillary fringe [cm²/s] D_s^{eff} = Effective diffusion coefficient in soil based on vapor-phase concentration [cm²/s] L_{GW} = Depth to groundwater ($h_{cap} + h_v$) [cm]
D_{cap}^{eff} : effective diffusion coefficient for the capillary fringe [cm²/s] $D_{cap}^{eff} = D^a \times \frac{\theta_{acap}^{3.33}}{\theta_T^2} + D^w \times \frac{1}{H} \times \frac{\theta_{wcap}^{3.33}}{\theta_T^2}$ where: D^a = Chemical-specific diffusion coefficient in air [cm²/s] D^w = Chemical-specific diffusion coefficient in water [cm²/s] θ_{acap} = Volumetric air content in capillary fringe soils [cm³-air/cm³-soil] θ_{wcap} = Volumetric water content in capillary fringe soils [cm³-water/cm³-soil] θ_T = Total soil porosity [cm³/cm³-soil] H = Chemical-specific Henry's Law constant [L-water/L-air]	D_{crack}^{eff} : effective diffusion coeff. through foundation cracks [cm²/s] $D_{crack}^{eff} = D^a \times \frac{\theta_{acrack}^{3.33}}{\theta_T^2} + D^w \times \frac{1}{H} \times \frac{\theta_{wcrack}^{3.33}}{\theta_T^2}$ where: D^a = Chemical-specific diffusion coefficient in air [cm²/s] D^w = Chemical-specific diffusion coefficient in water [cm²/s] θ_{acrack} = Volumetric air content in foundation/wall cracks [cm³-air/cm³-total volume] θ_{wcrack} = Volumetric water content in foundation/wall cracks [cm³-water/cm³-total volume] θ_T = Total soil porosity [cm³/cm³-soil] H = Chemical-specific Henry's Law constant [L-water/L-air]

Source: ASTM E1739-95

SUBSURFACE SOIL CONCENTRATION AT WHICH DISSOLVED PORE WATER AND VAPOR PHASES BECOME SATURATED

Single Component

$$C_s^{SAT} = \frac{S}{\rho_s} \times [H \times \theta_{as} + \theta_{ws} + K_{sv} \times \rho_s]$$

Multiple Components

$$C_s^{SAT} = \frac{S_{ei}}{\rho_s} \times [H \times \theta_{as} + \theta_{ws} + K_{sv} \times \rho_s]$$

where:

- C_s^{SAT} = Soil concentration at which dissolved pore water and vapor phases become saturated [(mg/kg-soil)]
- S = Pure component solubility in water [mg/L-water]
- S_{ei} = Effective solubility of component i in water = $x_i \times S$ [mg/L-water]
- x_i = Mole fraction of component i = $(w_i \times MW_{avg})/MW_i$ [-]
- w_i = Weight fraction of component i [-]
- MW_{avg} = Average molecular weight of mixture [g/mole]
- MW_i = Molecular weight of component i [g/mole]
- ρ_s = Vadose zone dry soil bulk density [g-soil/cm³-soil]
- H = Chemical-specific Henry's Law constant [L-water/L-air]
- θ_{as} = Volumetric air content in the vadose zone soils [cm³-air/cm³-soil]
- θ_{ws} = Volumetric water content in vadose zone soils [cm³-water/cm³-soil]
- K_{sv} = $f_{ocv} \times K_{oc}$ = Chemical-specific soil-water sorption coefficient in vadose zone [cm³-water/g-soil]
- f_{ocv} = Fraction organic carbon in vadose zone [g-C/g-soil]

Source: ASTM E1739-95

SOIL VAPOR CONCENTRATION AT WHICH VAPOR PHASE BECOMES SATURATED

Single Component

$$C_v^{SAT} = \frac{P^s \times MW}{R \times T} \times 10^6$$

Multiple Components

$$C_v^{SAT} = \frac{x_i \times P_i^s \times MW_i}{R \times T} \times 10^6$$

where:

- C_v^{SAT} = Soil vapor concentration at which vapor phase become saturated [mg/m³-air]
- P^s = Saturated vapor pressure [atm]
- P_i^s = Effective vapor pressure of component i in water = $x_i \times P^s$ [atm]
- R = Ideal gas constant [0.08206 atm•L/mol•K]
- T = Temperature [K]
- S_{ei} = Effective solubility of component i in water = $x_i \times S$ [mg/L-water]
- x_i = Mole fraction of component i = $(w_i \times MW_{avg})/MW_i$ [-]
- w_i = Weight fraction of component i [-]
- MW_{avg} = Average molecular weight of mixture [g/mole]
- MW_i = Molecular weight of component i [g/mole]
- ρ_s = Vadose zone dry soil bulk density [g-soil/cm³-soil]
- 10^6 = Conversion factor [(g/L)/(mg/m³)]

Source: ASTM E1739-95

DOMENICO MODEL: DILUTION ATTENUATION FACTOR (DAF) IN THE SATURATED ZONE

Domenico model for multi-dimensional transport with decay and continuous source:

$$\frac{C(x, y, z, t)}{C_o} = (1/8) \exp \left[\frac{x}{2\alpha_x} \left[1 - \sqrt{1 + \frac{4\lambda\alpha_x}{v}} \right] \right] \times \operatorname{erfc} \left[\frac{(x - vt) \sqrt{1 + \frac{4\lambda\alpha_x}{v}}}{2\sqrt{\alpha_x \times v \times t}} \right] \times$$

$$\left[\operatorname{erf} \left[\frac{(y + Y/2)}{2\sqrt{\alpha_y x}} \right] - \operatorname{erf} \left[\frac{(y - Y/2)}{2\sqrt{\alpha_y x}} \right] \right] \times \left[\operatorname{erf} \left[\frac{(z + Z)}{2\sqrt{\alpha_z x}} \right] - \operatorname{erf} \left[\frac{(z - Z)}{2\sqrt{\alpha_z x}} \right] \right]$$

where:

- C = Dissolved-phase concentration [mg/L]
- C_o = Dissolved-phase concentration at the source (at $x=y=z=0$) [mg/L]
- v = Retarded seepage velocity [m/sec]
- λ = Overall first order bio-decay rate [1/day]
- α_x = Longitudinal dispersivity [m]
- α_y = Lateral dispersivity [m]
- α_z = Vertical dispersivity [m]
- x, y, z = Spatial coordinates [m]
- t = Time [day]
- x = Distance along the centerline measured from the downgradient edge of the groundwater source [m]
- Y = GW source dimension perpendicular to GW flow direction [m]
- Z = GW source (mixing zone) thickness [m]
- $DA F_{sat} = C_o/C(x)$

At the centerline, for steady-state (after a long time) the concentration can be obtained by setting $y = 0, z = 0$, and $x \ll v \times t$ as:

$$\frac{C(x)}{C_o} = \exp \left[\frac{x}{2\alpha_x} \left[1 - \sqrt{1 + \frac{4\lambda\alpha_x}{v}} \right] \right] \times$$

$$\operatorname{erf} \left[\frac{Y}{4\sqrt{\alpha_y x}} \right] \times \operatorname{erf} \left[\frac{Z}{2\sqrt{\alpha_z x}} \right]$$

At the centerline, for steady-state the concentration without decay can be obtained by setting $y = 0, z = 0$, $x \ll vt$, and $\lambda = 0$ as:

$$\frac{C(x)}{C_o} = \operatorname{erf} \left[\frac{Y}{4\sqrt{\alpha_y x}} \right] \times \operatorname{erf} \left[\frac{Z}{2\sqrt{\alpha_z x}} \right]$$

Note: Compare to ASTM E1739-95, p. 31, where $Y = S_w Z = S_d, v = u$, and $C_o = C_{source}$

Source: Domenico, P.A. and F.W. Schwartz, 1990, Physical and Chemical Hydrogeology. John Wiley and Sons, NY, 824 p. (Eqn. 17.21)

עמוד

- ה-20 • שאיפת אדים תוך מבנית (ילד ומבוגר הגרים באתר, עובד אשר לא גר באתר)
- ה-21 • שאיפת אדים חוץ מבנית
- ה-22 • מגע עורי עם כימיקלים במים (ילד ומבוגר הגרים באתר, עובד אשר לא גר באתר, עובד בניין)
- ה-24 • שימוש ביתי במים (ילד ומבוגר הגרים באתר)
- ה-27 • מגע עורי עם כימיקלים בקרקע (ילד ומבוגר הגרים באתר, עובד אשר לא גר באתר, עובד בניין)
- ה-28 • עיכול כימיקלים בקרקע (ילד ומבוגר הגרים באתר, עובד אשר לא גר באתר, עובד בניין)
- ה-29 • שאיפת אדים וחלקיקי כימיקלים בקרקע (ילד ומבוגר הגרים באתר, עובד אשר לא גר באתר, עובד בניין)
- ה-30 • שאיפת אדים וחלקיקים, מגע עורי ועיכול של כימיקלים בקרקע (ילד ומבוגר הגרים באתר, עובד אשר לא גר באתר, עובד בניין)
- ה-31 • שאיפת אדים תוך מבנית (דייר מותאם גיל)
- ה-32 • שאיפת אדים חוץ מבנית (דייר מותאם גיל)
- ה-33 • מגע עורי עם כימיקלים במים (דייר מותאם גיל)
- ה-35 • שימוש ביתי במים (דייר מותאם גיל)
- ה-39 • מגע עורי עם כימיקלים בקרקע (דייר מותאם גיל)
- ה-41 • עיכול כימיקלים בקרקע (דייר מותאם גיל)
- ה-43 • שאיפת אדים וחלקיקי כימיקלים בקרקע (דייר מותאם גיל)
- ה-44 • שאיפת אדים וחלקיקים, מגע עורי ועיכול כימיקלים בקרקע (דייר מותאם גיל)
- ה-45 • ריכוז אוויר תוך מבני מוערך מריכוז גזי קרקע
- ה-46 • ריכוז אוויר תוך מבני מוערך מריכוז גזי תת הקרקע (הלא רוויה)
- ה-47 • ריכוז אוויר תוך מבני מוערך מריכוז מי תהום
- ה-48 • ריכוז אוויר חוץ מבני מוערך מריכוז מי תהום
- ה-49 • מקדמי נידוף
- ה-56 • קבועי דיפוזיה אפקטיבית
- ה-57 • ריכוז תת הקרקע (הלא רוויה) המגנה על חלחול למי תהום
- ה-58 • מקדם חלחול מתת הקרקע (הלא רוויה) למי תהום
- ה-59 • ריכוז קרקע בו מים מומסים בנקבוביות הקרקע ופאזות גזים הופכים לרוויים
- ה-60 • ריכוז גזי קרקע בו הפאזה הגזית הופכת לרווייה
- ה-61 • מודל דומניקו: מקדם הפחתת דילול בתווך הרוי
- ה-62 • ריכוזי קרקע ומי תהום מותרים להגנה על מקור מי תהום
- ה-63 • ריכוזי קרקע ומי תהום מותרים להגנה על שאיפה תוך מבנית לדייר ולעובד שאינו דייר
- ה-64 • הגנה על זרם: ריכוזי מי תהום מוכרים בנקודת השחרור
- ה-65 • הגנה על זרם: ריכוזי מי תהום מותרים במקור ונקודת הדיגום

APPENDIX E3
MODELS AND EQUATIONS
(BACKWARD MODE)

<u>Title</u>	<u>Page</u>
• Indoor Inhalation of Vapors (Child and Adult Resident, Non-residential Worker)	E-20
• Outdoor Inhalation of Vapors	E-21
• Dermal Contact with Chemicals in Water (Child and Adult Resident, Non-residential Worker; and Construction Worker)	E-22
• Domestic Water Use (Child and Adult Resident)	E-24
• Dermal Contact with Chemicals in Soil (Child and Adult Resident, Non-residential Worker, and Construction Worker)	E-27
• Ingestion of Chemicals in Soil (Child and Adult Resident, Non-residential Worker, and Construction Worker)	E-28
• Inhalation of Vapors and Particulates of Chemicals in Soil (Child and Adult Resident, Non-residential Worker, and Construction Worker)	E-29
• Inhalation of Vapors and Particulates, Dermal Contact with and Ingestion of Chemicals in Soil (Child and Adult Resident, Non-residential Worker, and Construction Worker)	E-30
• Indoor Inhalation of Vapors (Age-Adjusted Resident)	E-31
• Outdoor Inhalation of Vapors (Age-Adjusted Resident)	E-32
• Dermal Contact with Chemicals in Water (Age-Adjusted Resident)	E-33
• Domestic Water Use (Age-Adjusted Resident)	E-35
• Dermal Contact with Chemicals in Soil (Age-Adjusted Resident)	E-39
• Ingestion of Chemicals in Soil (Age-Adjusted Resident)	E-41
• Inhalation of Vapors and Particulates of Chemicals in Soil (Age-Adjusted Resident)	E-43
• Inhalation of Vapors and Particulates, Dermal Contact with, and Ingestion of Chemicals in Soil (Age-Adjusted Resident)	E-44
• Soil Vapor Concentration Protective of Indoor Inhalation of Vapors	E-45
• Subsurface Soil Concentration Protective of Indoor Inhalation of Vapors	E-46
• Groundwater Concentration Protective of Indoor Inhalation of Vapors	E-47
• Groundwater Concentration Protective of Outdoor Inhalation of Vapors	E-48
• Volatilization Factors	E-49
• Effective Diffusion Coefficients	E-56
• Subsurface Soil Concentrations Protective of Leaching to Groundwater	E-57
• Leaching Factor from Subsurface Soil to Groundwater	E-58
• Soil Concentration at Which Dissolved Pore Water and Vapor Phases Become Saturated	E-59
• Soil Vapor Concentration at Which Vapor Phase Becomes Saturated	E-60
• Domenico Model: Dilution Attenuation Factor (DAF) in the Saturated Zone	E-61
• Allowable Soil and Groundwater Concentration for Groundwater Resource Protection	E-62

- Allowable Soil and Groundwater Concentration Protective of Indoor Inhalation for Resident and Non-Residential Worker E-63
- Stream Protection: Allowable Groundwater Concentration at the Point of Discharge E-64
- Stream Protection: Allowable Groundwater Concentration at the Source and POD E-65

**INDOOR INHALATION OF VAPORS
(CHILD AND ADULT RESIDENT; AND NON-RESIDENTIAL WORKER)**

Carcinogenic effects

$$RBTL_{c-ininh} = \frac{TR \times AT_c \times 365 \times 24}{ET_{in} \times ED \times EF \times IUR \times 1000}$$

Non-carcinogenic effects

$$RBTL_{nc-ininh} = \frac{THQ \times AT_{nc} \times 365 \times RfC \times 24}{ET_{in} \times ED \times EF}$$

Source: RAGS Vol. I Part F, 2009

where:

$RBTL_{c-ininh}$ = Carcinogenic risk based target level for indoor inhalation of vapors [mg/m³]

$RBTL_{nc-ininh}$ = Non-carcinogenic risk based target level for indoor inhalation of vapors [mg/m³]

TR = Target risk [-]

THQ = Target hazard quotient [-]

AT_c = Averaging time for carcinogens [year]

AT_{nc} = Averaging time for non-carcinogens [year]

ET_{in} = Indoor exposure time [hr/day]

ED = Exposure duration [year]

EF = Exposure frequency [day/year]

RfC = Chemical-specific reference concentration [mg/m³]

IUR = Chemical-specific inhalation unit risk [(μg/m³)⁻¹]

365 = Converts AT_c , AT_{nc} in years to days [day/year]

1000 = Converts C in mg to μg [1000 μg/mg]

24 = Converts ET_{in} hours to day [24 hrs/day]

OUTDOOR INHALATION OF VAPORS

Carcinogenic effects

$$RBTL_{c-outinh} = \frac{TR \times AT_c \times 365 \times 24}{ET_{out} \times ED \times EF \times IUR \times 1000}$$

Non-carcinogenic effects

$$RBTL_{nc-outinh} = \frac{THQ \times AT_{nc} \times 365 \times RfC \times 24}{ET_{out} \times ED \times EF}$$

Source: RAGS Vol. I Part F, 2009

where:

$RBTL_{c-outinh}$ = Carcinogenic risk based target level for outdoor inhalation of vapors [mg/m³]

$RBTL_{nc-outinh}$ = Non-carcinogenic risk based target level for outdoor inhalation of vapors [mg/m³]

TR = Target risk [-]

THQ = Target hazard quotient [-]

AT_c = Averaging time for carcinogens [year]

AT_{nc} = Averaging time for non-carcinogens [year]

ET_{out} = Outdoor exposure time [hr/day]

ED = Exposure duration [year]

EF = Exposure frequency [day/year]

RfC = Chemical-specific reference concentration [mg/m³]

IUR = Chemical-specific inhalation unit risk [(μg/m³)⁻¹]

365 = Converts AT_c , AT_{nc} in years to days [day/year]

1000 = Converts C in mg to μg [1000 μg/mg]

24 = Converts ET_{in} hours to day [24 hrs/day]

**DERMAL CONTACT WITH CHEMICALS IN WATER
(CHILD AND ADULT RESIDENT; NON-RESIDENTIAL WORKER; AND CONSTRUCTION WORKER)**

Carcinogenic effects

$$RBTL_{c-dw} = \frac{TR \times BW \times AT_c \times 365 \times 1000}{SF_d \times SA_{gw} \times EV_{gw} \times Z \times EF \times ED}$$

Non-carcinogenic effects

$$RBTL_{nc-dw} = \frac{THQ \times BW \times AT_{nc} \times 365 \times 1000 \times RfD_d}{SA_{gw} \times EV_{gw} \times Z \times EF \times ED}$$

For organic chemicals,

$$\text{If } t_{event} \leq t^*, \text{ then } Z = 2 \times FA \times K_p \sqrt{6\tau_{event} \frac{t_{event}}{\pi}}$$

$$\text{If } t_{event} > t^*, \text{ then } Z = FA \times K_p \left[\frac{t_{event}}{1+B} + 2\tau_{event} \left(\frac{1+3B+3B^2}{(1+B)^2} \right) \right]$$

For inorganic chemicals, $Z = K_p \times t_{event}$

where:

$RBTL_{c-dw}$ = Carcinogenic risk based target level for dermal contact with water [mg/L]

$RBTL_{nc-dw}$ = Non-carcinogenic risk based target level for dermal contact with water [mg/L]

TR = Target risk [-]

THQ = Target hazard quotient [-]

BW = Body weight [kg]

AT_c = Averaging time for carcinogens [year]

AT_{nc} = Averaging time for non-carcinogens [year]

SA_{gw} = Skin surface area available for contact with water [cm²]

EV_{gw} = Event frequency [event/day]

ED = Exposure duration [year]

EF = Exposure frequency [day/year]

RfD_d = Chemical-specific dermal reference dose [mg/kg-day]

SF_d = Chemical-specific dermal cancer slope or potency factor [mg/(kg-day)]⁻¹

365 = Converts AT_c , AT_{nc} in years to days [day/year]

1000 = Conversion factor from cm³ to L [cm³/L]

t_{event} = Event duration [hr/event]

t^* = Chemical-specific time to reach steady-state [hr]

Z = Chemical-specific dermal factor [cm/event]

K_p = Chemical-specific dermal permeability coefficient [cm/hr]

FA = Chemical-specific fraction absorbed in water [-]

τ_{event} = Chemical-specific lag time [hr/event]

B = Chemical-specific relative contribution of permeability coefficient [-]

$$B = K_p \frac{\sqrt{MW}}{2.6}$$

$$\log K_p = -2.80 + 0.66 \log K_{ow} - 0.0056 MW$$

If $B < 0.6$ or $B = 0.6$, then, $t^* = 2.4 \tau_{event}$

If $B > 0.6$ then, $t^* = 6 \tau_{event} \times (b - \sqrt{b^2 - c^2})$

where,

$$c = \frac{1 + 3B + 3B^2}{3(1 + B)}$$

$$b = 2 \times \frac{(1 + B)^2}{\pi} - c$$

$$\tau_{event} = 0.105 \times 10^{(0.0056 MW)}$$

Source: Modified from RAGS, Vol. I, Part E, 2004.

where:

MW = Molecular weight [g/mole]

K_{ow} = Octanol water partition coefficient [L/kg]

b, c = Correlation coefficient which have been fitted to the data from Flynn, G.L. (1990)

**DOMESTIC WATER USE (CHILD AND ADULT RESIDENT)
(ONLY FOR CHEMICALS WITHOUT MAXIMUM CONTAMINAT LEVELS)**

Carcinogenic effects (Ingestion and Dermal Contact)

$$RBTL_{c-w(ing+dc)} = \frac{TR \times BW \times AT_c \times 365}{ED \times EF \times \left[(SF_o \times IR_w) + \left(\frac{SF_d}{1000} \times SA_{wb} \times EV_{wb} \times Z_{wb} \right) \right]}$$

Carcinogenic effects (Inhalation of Vapors Due to Water Use)

$$RBTL_{c-win} = \frac{TR \times AT_c \times 365 \times 24}{ED \times EF \times ET_{in} \times K_f \times IUR \times 1000}$$

Non-carcinogenic effects (Ingestion and Dermal Contact)

$$RBTL_{nc-w(ing+dc)} = \frac{THQ \times BW \times AT_{nc} \times 365}{ED \times EF \times \left[\left(\frac{I}{RfD_o} \times IR_w \right) + \left(\frac{SA_{wb} \times EV_{wb} \times Z_{wb}}{RfD_d \times 1000} \right) \right]}$$

Non-carcinogenic effects (Inhalation of Vapors Due to Water Use)

$$RBTL_{nc-win} = \frac{THQ \times AT_{nc} \times 365 \times RfC \times 24}{ED \times EF_{in} \times ET_{in} \times K_f}$$

where:

$RBTL_{c-w(ing+dc)}$	=	Carcinogenic risk based target level for ingestion and dermal exposure to a chemical in domestic water use [mg/L]
$RBTL_{nc-w(ing+dc)}$	=	Non-carcinogenic risk based target level for ingestion and dermal exposure to a chemical in domestic water use [mg/L]
$RBTL_{c-win h}$	=	Carcinogenic risk based target level for inhalation exposure to a chemical in domestic water use [mg/L]
$RBTL_{nc-win h}$	=	Non-carcinogenic risk based target level for inhalation exposure to a chemical in domestic water use [mg/L]
TR	=	Target risk [-]
THQ	=	Target hazard quotient [-]
BW	=	Body weight [kg]
AT_c	=	Averaging time for carcinogens [year]
AT_{nc}	=	Averaging time for non-carcinogens [year]
IR_w	=	Water ingestion rate [L/day]
ED	=	Exposure duration [year]
EF	=	Exposure frequency [day/year]
K_f	=	Volatilization factor [L/m ³]
ET_{in}	=	Inhalation exposure time [hr/day]
SA_{wb}	=	Skin surface area available for whole-body contact with water [cm ²]
EV_{wb}	=	Event frequency for whole-body contact with water [event/day]
RfD_o	=	Chemical-specific oral reference dose [mg/kg-day]
RfC	=	Chemical-specific inhalation reference concentration [mg/m ³]
RfD_d	=	Chemical-specific dermal reference dose [mg/kg-day]
SF_o	=	Chemical-specific oral cancer slope or potency factor [mg/(kg-day)] ⁻¹
IUR	=	Chemical-specific inhalation unit risk [(μg/m ³) ⁻¹]
SF_d	=	Chemical-specific dermal cancer slope or potency factor [mg/(kg-day)] ⁻¹
365	=	Converts AT_c , AT_{nc} in years to days [day/year]
1000	=	Conversion factor from cm ³ to L [cm ³ /L] and mg to μg [μg/mg]
$t_{wb-event}$	=	Event duration for whole-body contact [hr/event]
24	=	Conversion factor from hrs to day [hr/day]
t^*	=	Chemical-specific time to reach steady-state [hr]
Z_{wb}	=	Chemical-specific dermal factor for whole-body contact [cm/event]

K_p	=	Chemical-specific dermal permeability coefficient [cm/hr]
FA	=	Chemical-specific fraction absorbed in water [-]
τ_{event}	=	Chemical-specific lag time [hr/event]
B	=	Chemical-specific relative contribution of permeability coefficient [-]

For inhalation of vapors, dermal contact with, and ingestion of chemicals in water (domestic water use combined pathway) by child and adult resident,

Carcinogenic Effects

$$RBTL_{c-w} = \frac{1}{\frac{1}{RBTL_{c-(ing+dc)}} + \frac{1}{RBTL_{c-inh}}}$$

Non-Carcinogenic Effects

$$RBTL_{nc-w} = \frac{1}{\frac{1}{RBTL_{nc-(ing+dc)}} + \frac{1}{RBTL_{nc-inh}}}$$

where,

$RBTL_{c-w}$	=	Carcinogenic risk based target level for domestic water use [mg/L]
$RBTL_{nc-w}$	=	Non-carcinogenic risk based target level for domestic water use [mg/L]

**DERMAL CONTACT WITH CHEMICALS IN SOIL
(CHILD AND ADULT RESIDENT; NON-RESIDENTIAL WORKER; AND CONSTRUCTION WORKER)**

Carcinogenic effects

$$RBTL_{c-sdc} = \frac{TR \times BW \times AT_c \times 365}{EF \times ED \times SF_d \times 10^{-6} \times SA_{soil} \times EV_{soil} \times AF \times ABS_d}$$

Non-carcinogenic effects

$$RBTL_{nc-sdc} = \frac{THQ \times BW \times AT_{nc} \times 365 \times RfD_d}{EF \times ED \times 10^{-6} \times SA_{soil} \times EV_{soil} \times AF \times ABS_d}$$

Source: Modified from RAGS, Vol. I, Part E, 2004.

where:

$RBTL_{c-sdc}$	=	Carcinogenic risk based target level for dermal contact with chemicals in soil [mg/kg]
$RBTL_{nc-sdc}$	=	Non-carcinogenic risk based target level for dermal contact with chemicals in soil [mg/kg]
TR	=	Target risk [-]
THQ	=	Target hazard quotient [-]
BW	=	Body weight [kg]
AT_c	=	Averaging time for carcinogens [year]
AT_{nc}	=	Averaging time for non-carcinogens [year]
ED	=	Exposure duration [year]
EF	=	Exposure frequency [day/year]
SA_{soil}	=	Skin surface area available for contact with soil [cm ²]
EV_{soil}	=	Event frequency [event/day]
AF	=	Soil to skin adherence factor [mg/cm ² -event]
ABS_d	=	Chemical-specific dermal absorption factor [-]
SF_d	=	Dermal cancer slope factor [(mg/kg-day) ⁻¹]
RfD_d	=	Chemical-specific oral reference dose [mg/kg-day]
365	=	Converts AT_c , AT_{nc} in years to days [day/year]
10^{-6}	=	Converts kg to mg [kg/mg]

**INGESTION OF CHEMICALS IN SOIL
(CHILD AND ADULT RESIDENT; NON-RESIDENTIAL WORKER; AND CONSTRUCTION WORKER)**

Carcinogenic effects

$$RBTL_{c-sing} = \frac{TR \times BW \times AT_c \times 365}{EF \times ED \times SF_o \times 10^{-6} \times IR_{soil}}$$

Non-carcinogenic effects

$$RBTL_{nc-sing} = \frac{THQ \times BW \times AT_{nc} \times 365 \times RfD_o}{EF \times ED \times 10^{-6} \times IR_{soil}}$$

where:

$RBTL_{c-sing}$ = Carcinogenic risk based target level for ingestion of chemicals in soil [mg/kg]

$RBTL_{nc-sing}$ = Non-carcinogenic risk based target level for ingestion of chemicals in soil [mg/kg]

TR = Target risk [-]

THQ = Target hazard quotient [-]

THQ = Target hazard quotient for individual constituents [-]

BW = Body weight [kg]

AT_c = Averaging time for carcinogens [year]

AT_{nc} = Averaging time for non-carcinogens [year]

ED = Exposure duration [year]

EF = Exposure frequency [day/year]

IR_{soil} = Soil ingestion rate [mg/day]

SF_o = Oral cancer slope factor [(mg/kg-day)⁻¹]

RfD_o = Chemical-specific oral reference dose [mg/kg-day]

365 = Converts AT_c , AT_{nc} in years to days [day/year]

10^{-6} = Converts kg to mg [kg/mg]

**INHALATION OF VAPORS AND PARTICULATES OF CHEMICALS IN SOIL
(CHILD AND ADULT RESIDENT; NON-RESIDENTIAL WORKER; AND CONSTRUCTION WORKER)**

Carcinogenic effects

$$RBTL_{c-sinh} = \frac{RBTL_{c-outinh}}{(VF_{ss} + VF_p)}$$

Non-carcinogenic effects

$$RBTL_{nc-sinh} = \frac{RBTL_{nc-outinh}}{(VF_{ss} + VF_p)}$$

Note: $VF_{ss} = 0$ for non-volatile chemicals (i.e., chemicals with a molecular weight > 200 and Henry's law constant (dimensionless) $< 4.2 \times 10^{-4}$ or Henry's law constant ($\text{atm}\cdot\text{m}^3/\text{mol}$) $< 1.5 \times 10^{-5}$).

where:

$RBTL_{c-sinh}$ = Carcinogenic risk based target level for inhalation of vapors and particulates in soil [mg/kg]

$RBTL_{nc-sinh}$ = Non-carcinogenic risk based target level for inhalation of vapors and particulates in soil [mg/kg]

$RBTL_{c-outinh}$ = Carcinogenic risk based target levels for outdoor inhalation of vapors [mg/m^3]

$RBTL_{nc-outinh}$ = Non-carcinogenic risk based target levels for outdoor inhalation of vapors [mg/m^3]

VF_p = Volatilization factor for particulate emissions from surficial soil [$(\text{mg}/\text{m}^3\text{-air})/(\text{mg}/\text{kg}\text{-soil})$]

VF_{ss} = Volatilization factor for vapor emissions from surficial soil [$(\text{mg}/\text{m}^3\text{-air})/(\text{mg}/\text{kg}\text{-soil})$]

Note: The depth to surficial soil for a construction worker is up to the typical construction depth.

**INHALATION OF VAPORS AND PARTICULATES, DERMAL CONTACT WITH, AND INGESTION OF
CHEMICALS IN SOIL
(CHILD AND ADULT RESIDENT; NON-RESIDENTIAL WORKER; AND CONSTRUCTION WORKER)**

Carcinogenic effects

$$RBTL_{c-ssoil} = \frac{1}{\frac{1}{RBTL_{c-sdc}} + \frac{1}{RBTL_{c-sing}} + \frac{1}{RBTL_{c-sinh}}}$$

Non-carcinogenic effects

$$RBTL_{nc-ssoil} = \frac{1}{\frac{1}{RBTL_{nc-sdc}} + \frac{1}{RBTL_{nc-sing}} + \frac{1}{RBTL_{nc-sinh}}}$$

where,

$RBTL_{c-ssoil}$ = Carcinogenic risk based target level for inhalation of vapors and particulates, inhalation of, and dermal contact with chemical in surficial soil [mg/kg]

$RBTL_{nc-ssoil}$ = Non-carcinogenic risk based target level for inhalation of vapors and particulates, inhalation of, and dermal contact with chemical in surficial soil [mg/kg]

Note: All other parameters are defined under the individual pathway equations.

INDOOR INHALATION OF VAPORS (AGE-ADJUSTED RESIDENT)

Carcinogenic effects

$$RBTL_{c-iinh-aa} = \frac{TR \times AT_c \times 365 \times 24}{ET_{i-r} \times ED_{aa} \times EF_r \times IUR \times 1000}$$

Non-carcinogenic effects

$$RBTL_{nc-iinh-aa} = \frac{THQ \times AT_{nc} \times 365 \times RfC \times 24}{ET_{i-r} \times ED_{aa} \times EF_r}$$

where:

$$ED_{aa} = ED_c + ED_a$$

Source: RAGS Vol. I Part F, 2009

where:

$RBTL_{c-iinh-aa}$ = Carcinogenic risk based target level for indoor inhalation of vapors [mg/m³]

$RBTL_{nc-iinh-aa}$ = Non-carcinogenic risk based target level for indoor inhalation of vapors [mg/m³]

TR = Target risk [-]

THQ = Target hazard quotient [-]

ED_{aa} = Exposure duration for an age-adjusted individual [year]

ED_c = Exposure duration for a child [year]

ED_a = Exposure duration for an adult [year]

AT_c = Averaging time for carcinogenic effects [year]

AT_{nc} = Averaging time for non-carcinogenic effects [year]

EF_r = Exposure frequency for a resident [days/year]

ET_{i-r} = Indoor exposure time for a resident [hours/day]

365 = Converts years to days [days/year]

24 = Converts hours to day [hours/day]

1000 = Converts mg to µg [µg/mg]

OUTDOOR INHALATION OF VAPORS (AGE-ADJUSTED RESIDENT)

Carcinogenic effects

$$RBTL_{c-outinh-aa} = \frac{TR \times AT_c \times 365 \times 24}{ET_{out-r} \times ED_{aa} \times EF_r \times IUR \times 1000}$$

Non-carcinogenic effects

$$RBTL_{nc-outinh-aa} = \frac{THQ \times AT_{nc} \times 365 \times RfC \times 24}{ET_{out-r} \times ED_{aa} \times EF_r}$$

where:

$$ED_{aa} = ED_c + ED_a$$

Source: RAGS Vol. I Part F, 2009

where:

$RBTL_{c-outinh-aa}$ = Carcinogenic risk based target level for indoor inhalation of vapors [mg/m³]

$RBTL_{nc-outinh-aa}$ = Non-carcinogenic risk based target level for indoor inhalation of vapors [mg/m³]

TR = Target risk [-]

THQ = Target hazard quotient [-]

ED_{aa} = Exposure duration for an age-adjusted individual [year]

ED_c = Exposure duration for a child [year]

ED_a = Exposure duration for an adult [year]

AT_c = Averaging time for carcinogenic effects [year]

AT_{nc} = Averaging time for non-carcinogenic effects [year]

EF_r = Exposure frequency for a resident [days/year]

ET_{out-r} = Outdoor exposure time for a resident [hours/day]

365 = Converts years to days [days/year]

24 = Converts hours to day [hours/day]

1000 = Converts mg to µg [µg/mg]

DERMAL CONTACT WITH CHEMICALS IN WATER (AGE-ADJUSTED RESIDENT)

Carcinogenic effects

$$RBTL_{c-dw-aa} = \frac{TR \times AT_c \times 365 \times 1000}{SF_d \times (DC_{w-c} \times Z_c + DC_{w-a} \times Z_a)}$$

Non-carcinogenic effects

$$RBTL_{nc-dw-aa} = \frac{THQ \times AT_{nc} \times 365 \times 1000 \times RfD_d}{(DC_{w-c} \times Z_c + DC_{w-a} \times Z_a)}$$

where :

$$DC_{w-c} = \frac{ED_c \times EF_c \times SA_{gw-c} \times EV_{gw-c}}{BW_c}$$

$$DC_{w-a} = \frac{ED_a \times EF_a \times SA_{gw-a} \times EV_{gw-a}}{BW_a}$$

For organic chemicals,

$$\text{If } t_{event} \leq t^*, \text{ then } Z = 2 \times FA \times K_p \sqrt{6\tau_{event} \frac{t_{event}}{\pi}}$$

If $t_{event} > t^*$, then

$$Z = FA \times K_p \left[\frac{t_{event}}{1+B} + 2\tau_{event} \left(\frac{1+3B+3B^2}{(1+B)^2} \right) \right]$$

For inorganic chemicals, $Z = K_p \times t_{event}$

Source: Modified from RAGS, Vol. I, Part E, 2004.

where:

$RBTL_{c-dw-aa}$	=	Carcinogenic risk based target level for dermal contact with chemicals in groundwater [mg/L]
$RBTL_{nc-dw-aa}$	=	Non-carcinogenic risk based target level for dermal contact with chemicals in groundwater [mg/L]
TR	=	Target risk [-]
THQ	=	Target hazard quotient for individual constituents [-]
AT_c	=	Averaging time for carcinogens [year]
AT_{nc}	=	Averaging time for non-carcinogens [year]
RfD_d	=	Chemical-specific dermal reference dose [mg/kg-day]
SF_d	=	Chemical-specific dermal cancer slope or potency factor [(mg/kg-day) ⁻¹]
365	=	Converts AT_c , AT_{nc} in years to days [day/year]
1000	=	Conversion factor from cm ³ to L [cm ³ /L]
t_{event}	=	Event duration [hr/event]
t^*	=	Chemical-specific time to reach steady-state [hr]
K_p	=	Chemical-specific dermal permeability coefficient [cm/hr]
FA	=	Chemical-specific fraction absorbed in water [-]
τ_{event}	=	Chemical-specific lag time [hr/event]
B	=	Chemical-specific relative contribution of permeability coefficient [-]
DC_{w-c}	=	Child dermal contact rate with groundwater [cm ² -event/kg]
DC_{w-a}	=	Adult dermal contact rate with groundwater [cm ² -event/kg]
EV_{gw-c}	=	Resident child event frequency [event/day]
EV_{gw-a}	=	Resident adult event frequency [event/day]
Z_c	=	Resident child chemical-specific dermal factor [cm/event]
Z_a	=	Resident adult chemical-specific dermal factor [cm/event]
SA_{gw-c}	=	Resident child skin surface area available for contact with water [cm ²]
SA_{gw-a}	=	Resident adult skin surface area available for contact with water [cm ²]
BW_c	=	Resident child body weight [kg]
BW_a	=	Resident adult body weight [kg]
ED_c	=	Resident child exposure duration [year]
ED_a	=	Resident adult exposure duration [year]
EF_c	=	Exposure frequency for a child [day/year]
EF_a	=	Exposure frequency for an adult [day/year]

**DOMESTIC WATER USE (AGE-ADJUSTED RESIDENT)
(ONLY FOR CHEMICALS WITHOUT MAXIMUM CONTAMINAT LEVELS)**

Carcinogenic effects (Ingestion and Dermal Contact)

$$RBTL_{c-(ing+dc)} = \frac{TR \times AT_c \times 365}{\left(SF_o \times IR_{w-aa} \right) + \left(\frac{SF_d}{1000} \times (DC_{wb-c} \times Z_{wb-c} + DC_{wb-a} \times Z_{wb-a}) \right)}$$

Carcinogenic effects (Inhalation of Water Vapors)

$$RBTL_{c-inh} = \frac{TR \times AT_c \times 365 \times 24}{IUR \times ED_{aa} \times EF_a \times ET_{in-a} \times K_f \times 1000}$$

Non-carcinogenic effects(Ingestion and Dermal Contact)

$$RBTL_{nc-(ing+dc)} = \frac{THQ \times AT_{nc} \times 365}{\left(\frac{I}{RfD_o} \times IR_{w-aa} \right) + \left(\frac{(DC_{wb-c} \times Z_{wb-c} + DC_{wb-a} \times Z_{wb-a})}{RfD_d \times 1000} \right)}$$

Non-carcinogenic effects(Inhalation of Water Vapors)

$$RBTL_{nc-inh} = \frac{THQ \times AT_{nc} \times 365 \times RfC \times 24}{C \times ED_{aa} \times EF_a \times ET_{in-a} \times K_f} \quad \text{where: } ED_{aa} = ED_c + ED_a$$

$$DC_{wb-c} = \frac{ED_c \times EF_c \times SA_{wb-c} \times EV_{wb-c}}{BW_c} \quad \text{and} \quad DC_{wb-a} = \frac{ED_a \times EF_a \times SA_{wb-a} \times EV_{wb-a}}{BW_a}$$

For organic chemicals,

$$\text{If } t_{wb-event} \leq t^*, \text{ then } Z_{wb} = 2 \times FA \times K_p \sqrt{6\tau_{event} \frac{t_{wb-event}}{\pi}}$$

$$\text{If } t_{wb-event} > t^*, \text{ then } Z_{wb} = FA \times K_p \left[\frac{t_{wb-event}}{1+B} + 2\tau_{event} \left(\frac{1+3B+3B^2}{(1+B)^2} \right) \right]$$

For inorganic chemicals, $Z_{wb} = K_p \times t_{wb-event}$

Note: $K_f = 0$ for non-volatile chemicals (i.e., chemicals with a molecular weight > 200 and Henry's law constant (dimensionless) < 4.2 x 10⁻⁴ or Henry's law constant (atm-m³/mol) < 1.5 x 10⁻⁵).

Source: Modified from RAGS, Vol. I, Part E, 2004.

where:

$RBTL_{c-(ing+dc)}$	=	Carcinogenic risk based target level for ingestion and dermal contact with domestic water [mg/L]
$RBTL_{c-inh}$	=	Non-carcinogenic risk based target level for inhalation of vapors from domestic water [mg/L]
$RBTL_{nc-(ing+dc)}$	=	Carcinogenic risk based target level for ingestion and dermal contact with domestic water [mg/L]
$RBTL_{nc-inh}$	=	Non-carcinogenic risk based target level for inhalation of vapors from domestic water [mg/L]
TR	=	Target risk [-]
THQ	=	Target hazard quotient [-]
AT_c	=	Averaging time for non-carcinogens [year]
AT_{nc}	=	Averaging time for non-carcinogens [year]
RfD_o	=	Chemical-specific oral reference dose [mg/kg-day]
RfC	=	Chemical-specific inhalation reference concentration [mg/m ³]
RfD_d	=	Chemical-specific dermal reference dose [mg/kg-day]
SF_o	=	Chemical-specific oral cancer slope or potency factor [(mg/kg-day) ⁻¹]
IUR	=	Chemical-specific inhalation unit risk [(μg/m ³) ⁻¹]
SF_d	=	Chemical-specific dermal cancer slope or potency factor [mg/(kg-day)] ⁻¹
IR_{w-aa}	=	Age-adjusted groundwater ingestion rate [L/kg]
IR_{w-c}	=	Resident child groundwater ingestion rate [L/day]
IR_{w-a}	=	Resident adult groundwater ingestion rate [L/day]
DC_{wb-c}	=	Child dermal whole-body contact rate with groundwater [cm ² -event/kg]
DC_{wb-a}	=	Adult dermal whole-body contact rate with groundwater [cm ² -event/kg]
BW_c	=	Resident child body weight [kg]
BW_a	=	Resident adult body weight [kg]
ED_c	=	Resident child exposure duration [year]
ED_a	=	Resident adult exposure duration [year]
ED_{aa}	=	Resident age-adjusted exposure duration [year]
EF_a	=	Exposure frequency for an adult [day/year]
ET_a	=	Exposure frequency for an adult [day/year]
K_f	=	Volatilization factor [L/m ³]
SA_{wb}	=	Skin surface area available for whole-body contact with water [cm ²]

EV_{wb}	=	Event frequency for whole-body contact with water [event/day]
365	=	Conversion factor [day/year]
1000	=	Conversion factor from cm^3 to L [cm^3/L]; and $\text{mg } \mu\text{g}$ [$\mu\text{g}/\text{mg}$]
$t_{wb-event}$	=	Event duration for whole-body contact [hr/event]
t^*	=	Chemical-specific time to reach steady-state [hr]
Z_{wb}	=	Chemical-specific dermal factor for whole-body contact [cm/event]
K_p	=	Chemical-specific dermal permeability coefficient [cm/hr]
FA	=	Chemical-specific fraction absorbed in water [-]
τ_{event}	=	Chemical-specific lag time [hr/event]
B	=	Chemical-specific relative contribution of permeability coefficient [-]

For inhalation of vapors, dermal contact with, and ingestion of chemicals in water (domestic water use combined pathway) by age-adjusted resident,

Carcinogenic Effects

$$RBTL_{c-w-aa} = \frac{1}{\frac{1}{RBTL_{c-(ing+dc)}} + \frac{1}{RBTL_{c-inh}}}$$

Non-Carcinogenic Effects

$$RBTL_{nc-w-aa} = \frac{1}{\frac{1}{RBTL_{nc-(ing+dc)}} + \frac{1}{RBTL_{nc-inh}}}$$

where,

$RBTL_{c-w-aa}$	=	Carcinogenic risk based target level for domestic water use [mg/L]
$RBTL_{nc-w-aa}$	=	Non-carcinogenic risk based target level for domestic water use [mg/L]

DERMAL CONTACT WITH CHEMICALS IN SOIL (AGE-ADJUSTED RESIDENT)

Carcinogenic effects

$$RBTL_{c-sd-aa} = \frac{TR \times AT_c \times 365}{SF_d \times SA_{soil-aa} \times ABS_d \times 10^{-6}}$$

Non-carcinogenic effects

$$RBTL_{nc-sd-aa} = \frac{THQ \times AT_{nc} \times 365 \times RfD_d}{SA_{soil-aa} \times ABS_d \times 10^{-6}}$$

where:

$$SA_{soil-aa} = \frac{ED_c \times EF_c \times AF_c \times SA_{soil-c} \times EV_{soil-c}}{BW_c} + \frac{ED_a \times EF_a \times AF_a \times SA_{soil-a} \times EV_{soil-a}}{BW_a}$$

Source: Modified from RAGS, Vol. I, Part E, 2004.

where:

$RBTL_{c-sd-aa}$	=	Carcinogenic risk based target level for dermal contact with soil [mg/kg]
$RBTL_{nc-sd-aa}$	=	Non-carcinogenic risk based target level for dermal contact with soil [mg/kg]
TR	=	Target risk [-]
THQ	=	Target hazard quotient [-]
AT_c	=	Averaging time for carcinogens [year]
AT_{nc}	=	Averaging time for non-carcinogens [year]
EF_c	=	Exposure frequency for a child [day/year]
EF_a	=	Exposure frequency for an adult [day/year]
ABS_d	=	Chemical-specific dermal absorption factor [-]
AF_c	=	Resident child soil to skin adherence factor [mg/cm ² -event]
AF_a	=	Resident adult soil to skin adherence factor [mg/cm ² -event]
RfD_d	=	Chemical-specific dermal reference dose [(mg/kg-day)]
SF_d	=	Chemical-specific dermal cancer slope or potency factor [(mg/kg-day) ⁻¹]
SA_{aa}	=	Age-adjusted skin surface area [mg/kg]
BW_c	=	Resident child body weight [kg]
BW_a	=	Resident adult body weight [kg]
ED_c	=	Resident child exposure duration [year]
ED_a	=	Resident adult exposure duration [year]
SA_{soil-c}	=	Resident child skin surface area available for contact with soil [cm ²]
SA_{soil-a}	=	Resident adult skin surface area available for contact with soil [cm ²]
EV_{soil-c}	=	Resident child event frequency [event/day]
EV_{soil-a}	=	Resident Child event frequency [event/day]
365	=	Conversion factor [day/year]
10^{-6}	=	Conversion factor [kg/mg]

INGESTION OF CHEMICALS IN SOIL (AGE-ADJUSTED RESIDENT)

Carcinogenic effects

$$RBTL_{c-sin g-aa} = \frac{TR \times AT_c \times 365}{SF_o \times IR_{s-aa} \times 10^{-6}}$$

Non-carcinogenic effects

$$RBTL_{nc-sin g-aa} = \frac{THQ \times AT_{nc} \times 365 \times RfD_o}{IR_{s-aa} \times 10^{-6}}$$

where :

$$IR_{s-aa} = \frac{ED_c \times EF_c \times IR_{s-c}}{BW_c} + \frac{ED_a \times EF_a \times IR_{s-a}}{BW_a}$$

Source: Modified from RAGS, Vol. I, Part A, 1989

where:

$RBTL_{c-sing-aa}$	=	Carcinogenic risk based target level for ingestion of soil [mg/kg]
$RBTL_{nc-sing-aa}$	=	Non-carcinogenic risk based target level for ingestion of soil [mg/kg]
TR	=	Target risk [-]
THQ	=	Target hazard quotient [-]
AT_c	=	Averaging time for carcinogens [year]
AT_{nc}	=	Averaging time for non-carcinogens [year]
RfD_o	=	Chemical-specific oral reference dose [mg/kg-day]
SF_o	=	Chemical-specific oral cancer slope or potency factor [(mg/kg-day) ⁻¹]
IR_{s-aa}	=	Age-adjusted soil ingestion rate [mg/kg]
IR_{s-c}	=	Resident child soil ingestion rate [mg/day]
IR_{s-a}	=	Resident adult soil ingestion rate [mg/day]
BW_c	=	Resident child body weight [kg]
BW_a	=	Resident adult body weight [kg]
ED_c	=	Resident child exposure duration [year]
ED_a	=	Resident adult exposure duration [year]
EF_c	=	Exposure frequency for a child [day/year]
EF_a	=	Exposure frequency for an adult [day/year]
365	=	Conversion factor [day/year]
10^{-6}	=	Conversion factor [kg/mg]

INHALATION OF VAPORS AND PARTICULATES OF CHEMICALS IN SOIL (AGE-ADJUSTED RESIDENT)

Carcinogenic effects

$$RBTL_{c-sinh-aa} = \frac{RBTL_{c-outinh-aa}}{(VF_{ss} + VF_p)}$$

Non-carcinogenic effects

$$RBTL_{nc-sinh-aa} = \frac{RBTL_{nc-outinh-aa}}{(VF_{ss} + VF_p)}$$

Note: $VF_{ss} = 0$ for non-volatile chemicals (i.e., chemicals with a molecular weight > 200 and Henry's law constant (dimensionless) < 4.1×10^{-4} or Henry's law constant (atm-m³/mol) < 1.5×10^{-5}) at 25°C.

where:

- $RBTL_{c-sinh-aa}$ = Carcinogenic risk based target level for inhalation of vapors and particulates from soil [mg/kg]
- $RBTL_{nc-sinh-aa}$ = Non-carcinogenic risk based target level for inhalation of vapors and particulates from soil [mg/kg]
- $RBTL_{c-outinh-aa}$ = Carcinogenic risk based target level for outdoor inhalation of vapors [mg/m³]
- $RBTL_{nc-outinh-aa}$ = Non-carcinogenic risk based target level for outdoor inhalation of vapors [mg/m³]
- VF_{ss} = Volatilization factor for vapor emissions from surficial soil[kg-soil/m³-air]
- VF_p = Volatilization factor for particulate emissions from surficial soil [kg-soil/m³-air]

INHALATION OF VAPORS AND PARTICULATES, DERMAL CONTACT WITH, AND INGESTION OF CHEMICALS IN SOIL (AGE-ADJUSTED RESIDENT)

Carcinogenic effects

$$RBTL_{c-ssoil-aa} = \frac{1}{\frac{1}{RBTL_{c-sd-aa}} + \frac{1}{RBTL_{c-sin g-aa}} + \frac{1}{RBTL_{c-sinh-aa}}}$$

Non-carcinogenic effects

$$RBTL_{nc-ssoil-aa} = \frac{1}{\frac{1}{RBTL_{nc-sd-aa}} + \frac{1}{RBTL_{nc-sin g-aa}} + \frac{1}{RBTL_{nc-sinh-aa}}}$$

where,

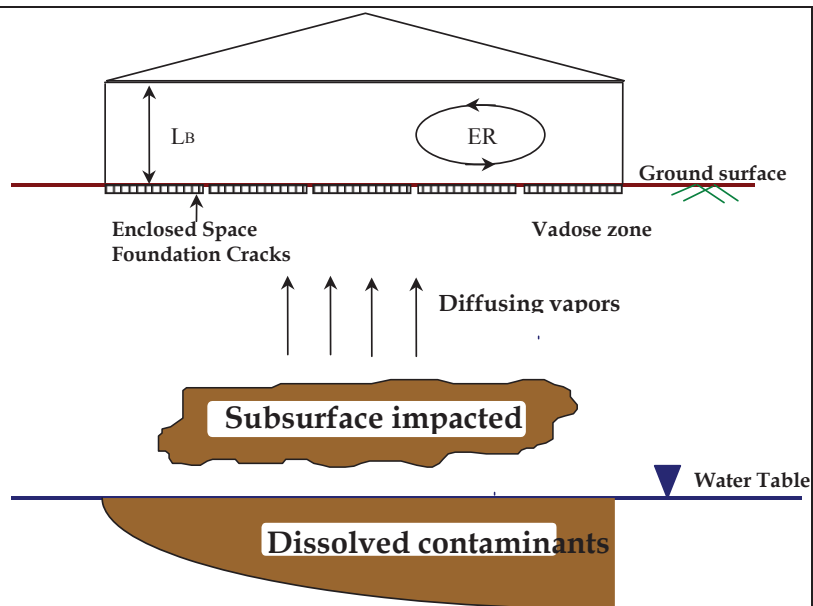
$RBTL_{c-ssoil-aa}$ = Carcinogenic risk based target level for dermal contact and ingestion of soils and inhalation of vapors and particulates from soil [mg/kg]

$RBTL_{nc-ssoil-aa}$ = Non-carcinogenic risk based target level for dermal contact and ingestion of soils and inhalation of vapors and particulates from soil [mg/kg]

Note: All parameters are defined under the individual pathway equations.

Note: $VF_s = 0$ for non-volatile chemicals (i.e., chemicals with a molecular weight > 200 and Henry's law constant (dimensionless) < 4.2×10^{-4} or Henry's law constant (atm-m³/mol) < 1.5×10^{-5}).

SOIL VAPOR CONCENTRATION PROTECTIVE OF INDOOR INHALATION OF VAPORS



$$RBTL_{svi} = \frac{RBTL_{inh}}{\alpha_{sv}}$$

where:

- $RBTL_{svi}$ = Risk based target level for indoor inhalation of vapors from soil vapor [$\text{mg}/\text{m}^3\text{-air}$]
- $RBTL_{inh}$ = Risk based target level for indoor inhalation of air [$\text{mg}/\text{m}^3\text{-air}$]
- α_{sv} = Attenuation factor from subsurface soil vapor to indoor (enclosed space) air [-]

Source: ASTM E1739-95

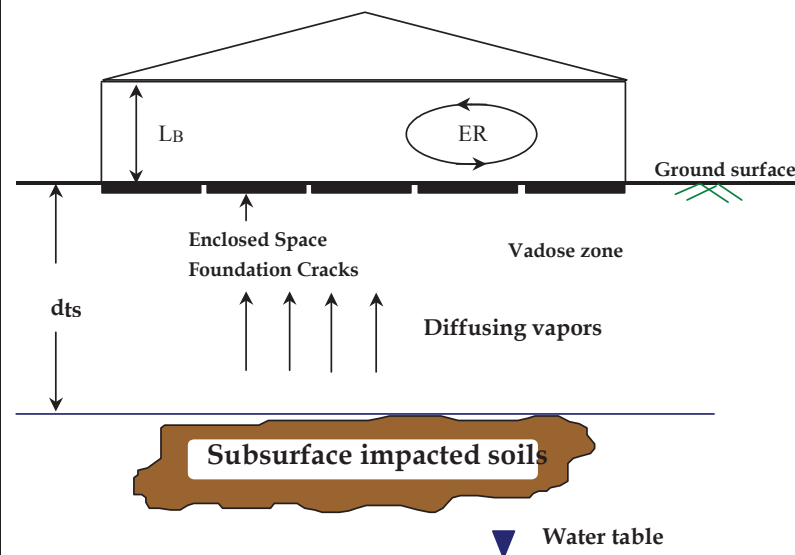
SUBSURFACE SOIL CONCENTRATION PROTECTIVE OF INDOOR INHALATION OF VAPORS

$$RBTL_{si} = \frac{RBTL_{ininh}}{VF_{seep}}$$

where:

- $RBTL_{si}$ = Risk based target level for indoor inhalation of vapors from subsurface soil [mg/kg-soil]
- $RBTL_{ininh}$ = Risk based target level for indoor inhalation of air [mg/m³-air]
- VF_{seep} = Volatilization factor from subsurface soil to indoor (enclosed space) air [(mg/m³-air)/(mg/kg-soil)]

Source: ASTM E1739-95



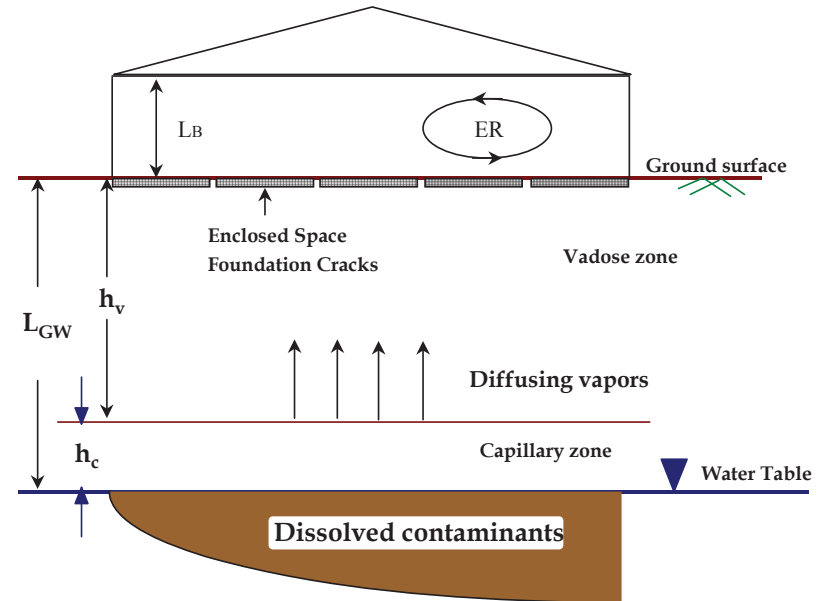
GROUNDWATER CONCENTRATION PROTECTIVE OF INDOOR INHALATION OF VAPORS

$$RBTL_{wi} = \frac{RBTL_{inh}}{VF_{wesp}}$$

where:

- $RBTL_{wi}$ = Risk based target level protective of indoor inhalation of vapors from groundwater [mg/L-water]
- $RBTL_{inh}$ = Risk based target level for indoor inhalation of air [mg/m³-air]
- VF_{wesp} = Volatilization factor from groundwater to indoor (enclosed space) air [(mg/m³-air)/(mg/L-water)]

Source: ASTM E1739-95



GROUNDWATER CONCENTRATION PROTECTIVE OF OUTDOOR INHALATION OF VAPORS

$$RBTL_{wi} = \frac{RBTL_{inhout}}{VF_{wamb}}$$

where:

- | | | |
|-----------------|---|--|
| $RBTL_{wi}$ | = | Risk based target level protective of outdoor inhalation of vapors from groundwater [mg/L-water] |
| $RBTL_{inhout}$ | = | Risk based target level protective of outdoor inhalation of air [mg/m ³ -air] |
| VF_{wamb} | = | Volatilization factor from groundwater to outdoor air [(mg/m ³ -air)/(mg/L-water)] |

Source: ASTM E1739-95

**VOLATILIZATION FACTORS
(SURFICIAL SOIL TO OUTDOOR AIR)**

$$VF_{ss} = \left[Q/C \times \frac{(3.14 \times D_A \times \tau)^{1/2}}{(2 \times \rho_s \times D_A)} \times 10^{-4} \right]^{-1}$$

where:

$$D_A = \frac{(\theta_{as}^{10/3} \times D^a \times H + \theta_{ws}^{10/3} \times D^w) / \theta_T^2}{\rho_s \times K_{sv} + \theta_{ws} + \theta_{as} \times H}$$

or

$$VF_{ss} = \left[Q/C \times \frac{\tau}{\rho_s \times d_s \times 10000} \right]^{-1}$$

Use smaller of the two VF_{ss} .

Source: USEPA, 2011. RST – User's Guide.
USEPA, 1996. SSL: Technical
Background Document

where:

- VF_{ss} = Volatilization factor from surficial soil to outdoor (ambient) air [kg-soil/m³-air]
- Q/C = Inverse of the mean concentration at the center of square source [(g/m²-s)/(kg/m³)]
- D_A = Apparent diffusivity [cm²/s]
- τ = Averaging time for vapor flux [s]
- ρ_s = Vadose zone dry soil bulk density of surficial soil [g-soil/cm³-soil]
- K_{sv} = Chemical-specific solid-water sorption coefficient [cm³-water/g-soil]
- D_a = Chemical-specific diffusion coefficient in air [cm²/s]
- D_w = Chemical-specific diffusion coefficient in water [cm²/s]
- θ_r = Total soil porosity in the surficial soils [cm³/cm³-soil]
- θ_{as} = Volumetric air content in the surficial soils [cm³-air/cm³-soil]
- θ_{ws} = Volumetric water content in the surficial soils [cm³-water/cm³-soil]
- H = Chemical-specific Henry's Law constant [(L-water)/(L-air)]
- 10^{-4} = Conversion factor [m²/cm²]
- W_a = Dimension of soil source area parallel to wind direction [cm]
- d_s = Depth to base of surficial soil zone [cm]
- U_m = Mean annual wind speed [m/s]
- δ_a = Breathing zone height [cm]
- 10^3 = Conversion factor [(cm³-kg)/(m³-g)]

Note: Surficial soil properties are assumed same as the vadose zone properties.

**VOLATILIZATION FACTORS
(PARTICULAR EMISSIONS FROM SURFICIAL SOIL)**

$$VF_p = \left[Q/C \times \frac{3600}{0.036 \times (1 - V) \times (U_m/U_t)^3 \times F(x)} \right]^{-1}$$

Source: Soil Screening Guidance, 1996

where:

- VF_p = Volatilization factor for particulate emissions from surficial soil
[kg-soil/m³-air]
- Q/C = Inverse of the mean concentration at the center of square source
[(g/m²-s)/(kg/m³)]
- V = Fraction of vegetative cover [-]
- U_m = Mean annual wind speed [m/s]
- U_t = Equivalent threshold value of wind speed at 7 m [m/s]
- $F(x)$ = Function dependent on U_m/U_t derived using Cowherd *et al.* 1985 [-]
- 0.036 = Empirical constant [g/m²-hr]

VOLATILIZATION/ATTENUATION FACTORS (SUBSURFACE SOIL VAPOR TO INDOOR AIR)

For advection and diffusion,

$$\alpha_{sv} = \frac{\left[\left(\frac{D_T^{eff} \times A_B}{Q_{bldg} \times L_T} \right) \times \exp\left(\frac{Q_{soil} \times L_{crack}}{D_{crack}^{eff} \times A_{crack}} \right) \right]}{\left[\exp\left(\frac{Q_{soil} \times L_{crack}}{D_{crack}^{eff} \times A_{crack}} \right) + \left(\frac{D_T^{eff} \times A_B}{Q_{bldg} \times L_T} \right) + \left(\frac{D_T^{eff} \times A_B}{Q_{soil} \times L_T} \right) \left[\exp\left(\frac{Q_{soil} \times L_{crack}}{D_{crack}^{eff} \times A_{crack}} \right) - 1 \right] \right]}$$

where,

$$L_T = D_{source} - L_F$$

$$\text{If } L_F > L_{crack}, A_B = (L_B \times W_B) + (2 \times L_F \times L_B) + (2 \times L_F \times W_B)$$

$$\text{If } L_F \leq L_{crack}, A_B = (L_B \times W_B)$$

$$Q_{bldg} = \left(\frac{L_B \times W_B \times H_B \times ER}{3600} \right)$$

$$A_{crack} = 2 \times (L_B + W_B) \times w$$

where,

α_{sv}	=	Attenuation factor for soil vapor to indoor air [-]
D_T^{eff}	=	Total overall effective diffusion coefficient [cm ² /s]
A_B	=	Area of enclosed space below grade [cm ²]
Q_{bldg}	=	Building ventilation rate [cm ³ /s]
L_T	=	Source to building separation [cm]
Q_{soil}	=	Volumetric flow rate of soil-vapor into the enclosed space [cm ³ /s]
L_{crack}	=	Slab thickness [cm]
D_{crack}^{eff}	=	Effective diffusion coefficient through the cracks [cm ² /s]
A_{crack}	=	Area of total cracks [cm ²]
D_{source}	=	Depth below grade to top of contamination [cm]
L_F	=	Depth below grade to bottom of enclosed space floor [cm]
L_B	=	Length of building [cm]
W_B	=	Width of building [cm]
Q_{bldg}	=	Building ventilation rate [cm ³ /s]
H_B	=	Height of building [cm]
ER	=	Air exchange rate [l/h]
3600	=	Conversion factor [sec/h]
ΔP	=	Soil-building pressure differential [g/cm-s ²]
k_v	=	Soil gas permeability [cm ²]
X_{crack}	=	Floor-wall seam perimeter [cm]
μ	=	Viscosity of air at soil temperature [g/cm-s]

$Q_{soil} = \frac{2\pi \times \Delta P \times k_v \times X_{crack}}{\mu \times \ln\left(\frac{2Z_{crack}}{r_{crack}}\right)}$ $X_{crack} = 2 \times (L_B + W_B)$ $r_{crack} = \left(\frac{A_{crack}}{X_{crack}}\right)$ Source: USEPA, 2004. User's Guide for Evaluating Subsurface Vapor Intrusion into Buildings.	r_{crack} = Equivalent crack radius [cm] Z_{crack} = Crack depth below grade [cm]
--	--

**VOLATILIZATION FACTORS
(SUBSURFACE SOIL TO INDOOR AIR)**

$$VF_{seep} = \frac{H \times \rho_s}{[\theta_{ws} + (K_{sv} \times \rho_s) + (H \times \theta_{as})]} \times \alpha_s \times 10^3$$

Note: α_s is calculated using equation for α_{sv} with depth to subsurface soil source.

Source: USEPA, 2004. User's Guide for Evaluating Subsurface Vapor Intrusion into Buildings.

where,

- | | | |
|---------------|---|---|
| VF_{seep} | = | Volatilization factor from subsurface soil to indoor (enclosed space) air [m ³ -air/(mg/kg-soil)] |
| H | = | Chemical-specific Henry's Law constant [L-water/L-air] |
| ρ_s | = | Dry soil bulk density [g-soil/cm ³ -soil] |
| θ_{ws} | = | Volumetric water content in vadose zone soil [cm ³ -water/cm ³ -soil] |
| θ_{as} | = | Volumetric air content in vadose zone soil [cm ³ -air/cm ³ -soil] |
| K_{sv} | = | $f_{ocv} \times K_{oc}$ = Chemical-specific soil-water sorption coefficient in vadose zone [cm ³ /g] |
| α_s | = | Attenuation factor from subsurface soil to indoor |
| 10^3 | = | Conversion factor [(cm ³ -kg)/(m ³ -g)] |

VOLATILIZATION FACTORS (GROUNDWATER TO INDOOR AIR)	
$VF_{wesp} = H \times \alpha_{gw} \times 10^3$ Note: α_{gw} is calculated using equation for α_{sv} with depth to groundwater. Source: USEPA, 2004. User's Guide for Evaluating Subsurface Vapor Intrusion into Buildings.	where, VF_{wesp} = Volatilization factor from groundwater to indoor (enclosed space) air [(mg/m³-air)/(mg/L-water)] H = Vadose zone chemical specific Henry's Law constant [L-water/L-air] α_{gw} = Attenuation factor from groundwater to indoor 10^3 = Conversion factor [L/m³]

**VOLATILIZATION FACTORS
(GROUNDWATER TO OUTDOOR AIR)**

$$VF_{wamb} = \frac{H}{1 + \left(\frac{100 \times U_m \times \delta_a \times L_{GW}}{W_{ga} \times D_{ws}^{eff}} \right)} \times 10^3$$

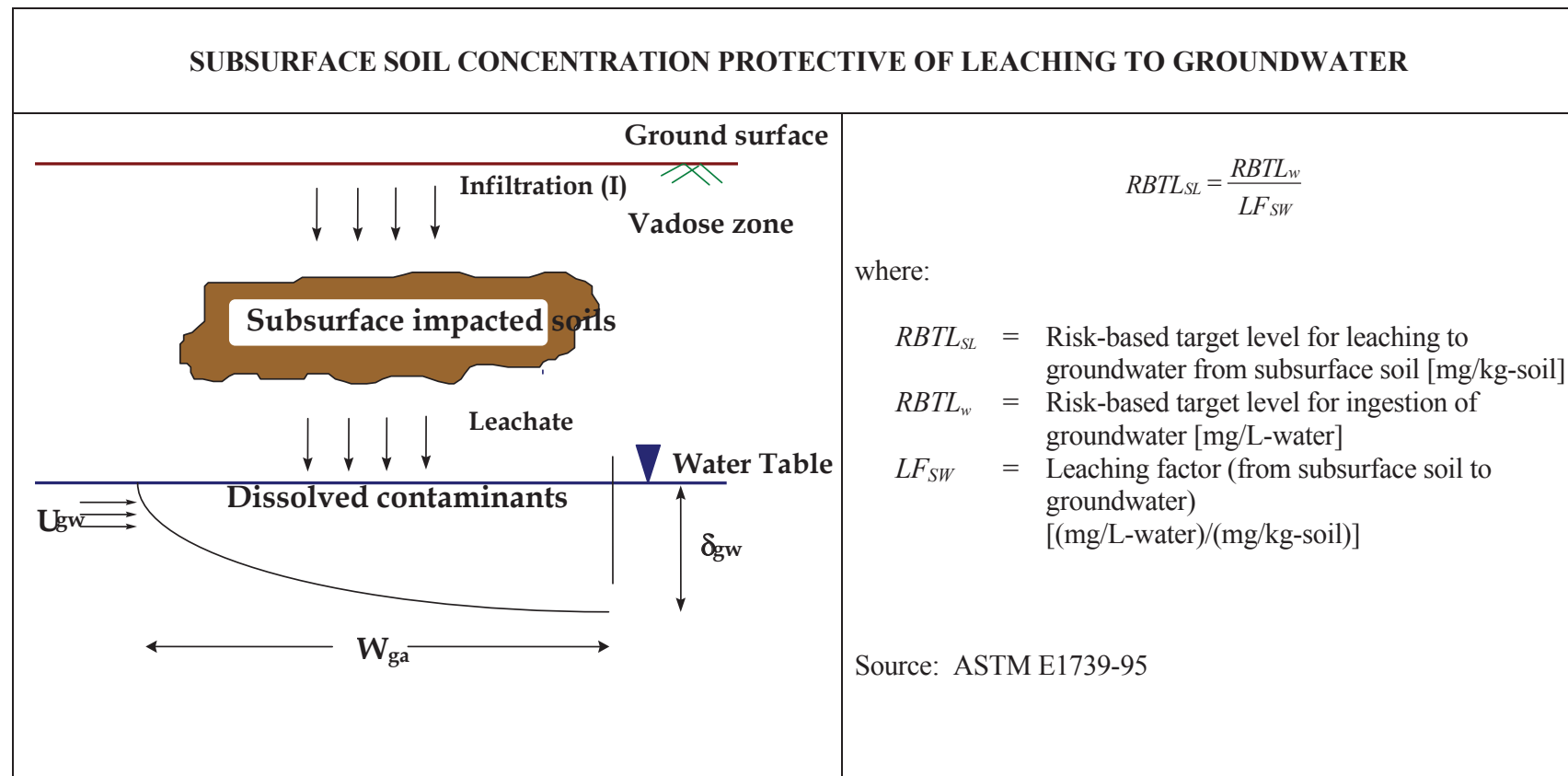
where:

- VF_{wamb} = Volatilization factor from groundwater to outdoor air [(mg/m³-air)/(mg/L-water)]
- H = Vadose zone chemical specific Henry's Law constant [(L-water)/(L-air)]
- U_m = Mean annual wind speed [m/s]
- δ_a = Breathing zone height [cm]
- L_{GW} = Depth to groundwater [cm]
- D_{ws}^{eff} = Effective diffusion coefficient between groundwater and soil surface [cm²/s]
- W_{ga} = Dimension of soil source area parallel to wind direction [cm]
- 100 = Conversion factor [cm/m]
- 10^3 = Conversion factor [L/m³]

Source: ASTM E1739-95

EFFECTIVE DIFFUSION COEFFICIENTS	
D_s^{eff} : effective diffusion coefficient in soil based on vapor-phase concentration [cm²/s] $D_s^{eff} = D^a \times \frac{\theta_{as}^{3.33}}{\theta_T^2} + D^w \times \frac{1}{H} \times \frac{\theta_{ws}^{3.33}}{\theta_T^2}$ where: D^a = Chemical-specific diffusion coefficient in air [cm²/s] D^w = Chemical-specific diffusion coefficient in water [cm²/s] θ_{as} = Volumetric air content in vadose zone soils [cm³-air/cm³-soil] θ_{ws} = Volumetric water content in vadose zone soils [cm³-water/cm³-soil] θ_T = Total soil porosity in the impacted zone [cm³/cm³-soil] H = Chemical-specific Henry's Law constant [L-water/L-air]	D_{ws}^{eff} : effective diffusion coefficient between groundwater and surface soil [cm²/s] $D_{ws}^{eff} = (h_{cap} + h_v) \times \left[\frac{h_{cap}}{D_{cap}^{eff}} + \frac{h_v}{D_s^{eff}} \right]^{-1}$ where: h_{cap} = Thickness of capillary fringe [cm] h_v = Thickness of vadose zone [cm] D_{cap}^{eff} = Effective diffusion coefficient through capillary fringe [cm²/s] D_s^{eff} = Effective diffusion coefficient in soil based on vapor-phase concentration [cm²/s] L_{GW} = Depth to groundwater ($h_{cap} + h_v$) [cm]
D_{cap}^{eff} : effective diffusion coefficient for the capillary fringe [cm²/s] $D_{cap}^{eff} = D^a \times \frac{\theta_{acap}^{3.33}}{\theta_T^2} + D^w \times \frac{1}{H} \times \frac{\theta_{wcap}^{3.33}}{\theta_T^2}$ where: D^a = Chemical-specific diffusion coefficient in air [cm²/s] D^w = Chemical-specific diffusion coefficient in water [cm²/s] θ_{acap} = Volumetric air content in capillary fringe soils [cm³-air/cm³-soil] θ_{wcap} = Volumetric water content in capillary fringe soils [cm³-water/cm³-soil] θ_T = Total soil porosity [cm³/cm³-soil] H = Chemical-specific Henry's Law constant [L-water/L-air]	D_{crack}^{eff} : effective diffusion coeff. through foundation cracks [cm²/s] $D_{crack}^{eff} = D^a \times \frac{\theta_{acrack}^{3.33}}{\theta_T^2} + D^w \times \frac{1}{H} \times \frac{\theta_{wcrack}^{3.33}}{\theta_T^2}$ where: D^a = Chemical-specific diffusion coefficient in air [cm²/s] D^w = Chemical-specific diffusion coefficient in water [cm²/s] θ_{acrack} = Volumetric air content in foundation/wall cracks [cm³-air/cm³-total volume] θ_{wcrack} = Volumetric water content in foundation/wall cracks [cm³-water/cm³-total volume] θ_T = Total soil porosity [cm³/cm³-soil] H = Chemical-specific Henry's Law constant [L-water/L-air]

Source: ASTM E1739-95



LEACHING FACTOR FROM SUBSURFACE SOIL TO GROUNDWATER

$$LF_{SW} = \frac{\rho_s}{[\theta_{ws} + K_{sv} \times \rho_s + H \times \theta_{as}] \times \left(1 + \frac{U_{gw} \times \delta_{gw}}{I \times W_{ga}} \right)}$$

where:

- LF_{SW} = Leaching factor from subsurface soil to groundwater [(mg/L-water)/(mg/kg-soil)]
- ρ_s = Vadose zone dry soil bulk density [g-soil/cm³-soil]
- θ_{ws} = Volumetric water content in vadose zone soils [cm³-water/cm³-soil]
- K_{sv} = $f_{ocv} \times K_{oc}$ = Chemical-specific soil-water sorption coefficient in vadose zone [cm³-water/g-soil]
- H = Chemical-specific Henry's Law constant [L-water/L-air]
- θ_{as} = Volumetric air content in the vadose zone soils [cm³-air/cm³-soil]
- U_{gw} = Ki = Groundwater Darcy velocity [cm/yr]
- K = Hydraulic conductivity of the saturated zone [cm/year]
- i = Hydraulic gradient in the saturated zone [-]
- δ_{gw} = Groundwater mixing zone thickness [cm]
- I = Infiltration rate of water through vadose zone [cm/year]
- W_{ga} = Groundwater dimension parallel to groundwater flow direction [cm]

This equation consists of two parts (i) the Summer's model and (ii) equilibrium conversion of the leachate concentration to a soil concentration on a dry weight basis.

Source: ASTM E1739-95

SOIL CONCENTRATION AT WHICH DISSOLVED PORE WATER AND VAPOR PHASES BECOME SATURATED

Single Component

$$C_s^{SAT} = \frac{S}{\rho_s} \times [H \times \theta_{as} + \theta_{ws} + K_{sv} \times \rho_s]$$

Multiple Components

$$C_s^{SAT} = \frac{S_{ei}}{\rho_s} \times [H \times \theta_{as} + \theta_{ws} + K_{sv} \times \rho_s]$$

where:

- C_s^{SAT} = Soil concentration at which dissolved pore water and vapor phases become saturated [(mg/kg-soil)]
- S = Pure component solubility in water [mg/L-water]
- S_{ei} = Effective solubility of component i in water = $x_i \times S$ [mg/L-water]
- x_i = Mole fraction of component i = $(w_i \times MW_{avg}) / MW_i$ [-]
- w_i = Weight fraction of component i [-]
- MW_{avg} = Average molecular weight of mixture [g/mole]
- MW_i = Molecular weight of component i [g/mole]
- ρ_s = Vadose zone dry soil bulk density [g-soil/cm³-soil]
- H = Chemical-specific Henry's Law constant [L-water/L-air]
- θ_{as} = Volumetric air content in the vadose zone soils [cm³-air/cm³-soil]
- θ_{ws} = Volumetric water content in vadose zone soils [cm³-water/cm³-soil]
- K_{sv} = $f_{ocv} \times K_{oc}$ = Chemical-specific soil-water sorption coefficient in vadose zone [cm³-water/g-soil]
- f_{ocv} = Fraction organic carbon in vadose zone [g-C/g-soil]

Source: ASTM E1739-95

SOIL VAPOR CONCENTRATION AT WHICH VAPOR PHASE BECOMES SATURATED

Single Component

$$C_v^{SAT} = \frac{P^s \times MW}{R \times T} \times 10^6$$

Multiple Components

$$C_v^{SAT} = \frac{x_i \times P_i^s \times MW_i}{R \times T} \times 10^6$$

where:

- C_v^{SAT} = Soil vapor concentration at which vapor phase become saturated [mg/m³-air]
- P^s = Saturated vapor pressure [atm]
- P_i^s = Effective vapor pressure of component i in water = $x_i \times P^s$ [atm]
- R = Ideal gas constant [0.08206 atm•L/mol•K]
- T = Temperature [K]
- S_{ei} = Effective solubility of component i in water = $x_i \times S$ [mg/L-water]
- x_i = Mole fraction of component i = $(w_i \times MW_{avg})/MW_i$ [-]
- w_i = Weight fraction of component i [-]
- MW_{avg} = Average molecular weight of mixture [g/mole]
- MW_i = Molecular weight of component i [g/mole]
- ρ_s = Vadose zone dry soil bulk density [g-soil/cm³-soil]
- 10^6 = Conversion factor [(g/L)/(mg/m³)]

Source: ASTM E1739-95

DOMENICO MODEL: DILUTION ATTENUATION FACTOR (DAF) IN THE SATURATED ZONE

Domenico model for multi-dimensional transport with decay and continuous source:

$$\frac{C(x, y, z, t)}{C_o} = (1/8) \exp \left[\frac{x}{2\alpha_x} \left[1 - \sqrt{1 + \frac{4\lambda\alpha_x}{v}} \right] \right] \times \operatorname{erfc} \left[\frac{(x - vt) \sqrt{1 + \frac{4\lambda\alpha_x}{v}}}{2\sqrt{\alpha_x \times v \times t}} \right] \times \left[\operatorname{erf} \left[\frac{(y + Y/2)}{2\sqrt{\alpha_y x}} \right] - \operatorname{erf} \left[\frac{(y - Y/2)}{2\sqrt{\alpha_y x}} \right] \right] \times \left[\operatorname{erf} \left[\frac{(z + Z)}{2\sqrt{\alpha_z x}} \right] - \operatorname{erf} \left[\frac{(z - Z)}{2\sqrt{\alpha_z x}} \right] \right]$$

where:

C	= Dissolved-phase concentration [mg/L]
C_o	= Dissolved-phase concentration at the source (at $x=y=z=0$) [mg/L]
v	= Retarded seepage velocity [m/sec]
λ	= Overall first order bio-decay rate [1/day]
α_x	= Longitudinal dispersivity [m]
α_y	= Lateral dispersivity [m]
α_z	= Vertical dispersivity [m]
x, y, z	= Spatial coordinates [m]
t	= Time [day]
x	= Distance along the centerline measured from the downgradient edge of the groundwater source [m]
Y	= GW source dimension perpendicular to GW flow direction [m]
Z	= GW source (mixing zone) thickness [m]
$DA F_{sat}$	= $C_o/C(x)$

At the centerline, for steady-state (after a long time) the concentration can be obtained by setting $y = 0, z = 0$, and $x \ll v \times t$ as:

$$\frac{C(x)}{C_o} = \exp \left[\frac{x}{2\alpha_x} \left[1 - \sqrt{1 + \frac{4\lambda\alpha_x}{v}} \right] \right] \times \operatorname{erf} \left[\frac{Y}{4\sqrt{\alpha_y x}} \right] \times \operatorname{erf} \left[\frac{Z}{2\sqrt{\alpha_z x}} \right]$$

At the centerline, for steady-state the concentration without decay can be obtained by setting $y = 0, z = 0$, $x \ll vt$, and $\lambda = 0$ as:

$$\frac{C(x)}{C_o} = \operatorname{erf} \left[\frac{Y}{4\sqrt{\alpha_y x}} \right] \times \operatorname{erf} \left[\frac{Z}{2\sqrt{\alpha_z x}} \right]$$

Note: Compare to ASTM E1739-95, p. 31, where $Y = S_w$, $Z = S_d$, $v = u$, and $C_o = C_{source}$

Source: Domenico, P.A. and F.W. Schwartz, 1990, Physical and Chemical Hydrogeology. John Wiley and Sons, NY, 824 p. (Eqn. 17.21)

ALLOWABLE SOIL AND GROUNDWATER CONCENTRATION FOR GROUNDWATER RESOURCE PROTECTION

Allowable soil concentration at the source [mg/kg] = Target groundwater concentration at the POE $\times \frac{DAF_{POE}}{LF_{SW}} \times DAF_{unsat}$

Allowable groundwater concentration at the POD [mg/L] = Target groundwater concentration at the POE $\times \frac{DAF_{POE}}{DAF_{POD}}$

where:

- POE = Point of exposure
- POD = Point of demonstration
- DAF_{POE} = Dilution attenuation factor between the point of exposure and source estimated using Domenico's equation
- DAF_{POD} = Dilution attenuation factor between the point of demonstration and source estimated using Domenico's equation
- DAF_{unsat} = Dilution attenuation factor in the unsaturated zone
- LF_{SW} = Dry soil leaching factor [(mg/L-water)/(mg/kg-soil)]

Concentration at POE is expressed in mg/L-water. Additional relationships used in the calculation of allowable soil and groundwater concentration with chemical degradation:

$$\text{First order decay rate [1/day]} = \frac{0.693}{\text{Half Life}}; \quad v = \frac{Ki}{\theta_{TS} R_s}$$

$$\text{Retardation factor for organics in the saturated zone } (R_s) = 1 + \left(\frac{\rho_{ss} \times K_{ss}}{\theta_{TS}} \right), \quad K_{ss} = f_{ocs} \times K_{oc} \text{ (for organics only)}$$

where:

- v = Regarded seepage velocity [cm/year]
- K = Hydraulic conductivity in saturated zone [cm/year]
- i = Hydraulic gradient in saturated zone [-]
- ρ_{ss} = Saturated zone dry soil bulk density [g-soil/cm³-soil]
- K_{ss} = Chemical-specific soil-water sorption coefficient in the saturated zone [cm³-water/g-soil]
- K_{oc} = Chemical-specific normalized partition coefficient [cm³/g-C]
- θ_{TS} = Total porosity in the saturated zone [cm³/g-C]
- f_{ocs} = Fractional organic carbon content in the saturated zone [g-C/g-soil]

**ALLOWABLE SOIL AND GROUNDWATER CONCENTRATION PROTECTIVE OF INDOOR INHALATION FOR
RESIDENT AND NON-RESIDENTIAL WORKER**

Allowable soil concentration at the source [mg/kg] = Target groundwater concentration below on/off - site building $\times \frac{DAF_{bldg}}{LF_{SW}} \times DAF_{unsat}$

Allowable groundwater concentration at the POD [mg/L] = Target groundwater concentration below on/off - site building $\times \frac{DAF_{bldg}}{DAF_{POD}}$

where:

- POD = Point of demonstration
- DAF_{bldg} = Dilution attenuation factor between the on/off-site building and source estimated using Domenico's equation
- DAF_{POD} = Dilution attenuation factor between the point of demonstration and source estimated using Domenico's equation
- DAF_{unsat} = Dilution attenuation factor in the unsaturated zone
- LF_{SW} = Dry soil leaching factor [(mg/L-water)/(mg/kg-soil)]
- Concentration below on/off-site building is expressed in mg/L-water

STREAM PROTECTION: ALLOWABLE GROUNDWATER CONCENTRATION AT THE POINT OF DISCHARGE

$$C_{gw} = \frac{C_{sw}(Q_{gw} + Q_{sw})}{Q_{gw}} - C_{su} \left(\frac{Q_{sw}}{Q_{gw}} \right)$$

$$Q_{gw} = (Z + \sqrt{\alpha_z X_s}) \times (Y + 2\sqrt{\alpha_y X_s}) \times U_{gw}$$

where:

Q_{gw}	=	Impacted groundwater discharge into the stream [ft ³ /day]
C_{gw}	=	Allowable concentration in groundwater at the point of discharge into the stream [mg/L]
Q_{sw}	=	Stream flow upstream of the point of groundwater discharge (stream flow rate) [ft ³ /day]
C_{sw}	=	Allowable concentration at the downstream edge of the stream's mixing zone, i.e., the applicable stream water quality criteria [mg/L]
C_{su}	=	The COCs' concentration upstream of the groundwater plume discharge [mg/L]
Y	=	GW source dimension perpendicular to GW flow direction [ft]
Z	=	GW source (mixing zone) thickness [ft]
α_y	=	Lateral dispersivity [ft]
α_z	=	Vertical dispersivity [ft]
X_s	=	Distance from the downgradient edge of the groundwater source to the stream [ft]
U_{gw}	=	Darcy velocity [ft/day]

STREAM PROTECTION: ALLOWABLE SOIL AND GROUNDWATER CONCENTRATION AT THE SOURCE & POD

Allowable soil concentration at the source [mg/kg] = Target concentration at the POE [mg/L] $\times \frac{DAF_{POE}}{LF_{SW}} \times DAF_{unsat}$

Allowable groundwater concentration at the POD [mg/L] = Target concentration at the POE [mg/L] $\times \frac{DAF_{POE}}{DAF_{POD}}$

where:

POE = Point of exposure

POD = Point of demonstration

DAF_{POE} = Dilution attenuation factor between the point of exposure and source estimated using Domenico's equation

DAF_{POD} = Dilution attenuation factor between the point of demonstration and the source estimated using Domenico's equation

DAF_{unsat} = Dilution attenuation factor in the unsaturated zone

LF_{SW} = Dry soil leaching factor [(mg/L-water)/(mg/kg-soil)]

For calculation of DAF_{POE} and DAF_{POD} , please refer to Domenico's model.

שיקום פעיל: פעולות המתבצעות במטרה להפחית את הריכוזים והמסה של כימיקלים מדאיגים.

מגבלות על פעילויות ושימוש (AULs): מנגנונים או בקורות שמטרתם להבטיח שמסלולי חשיפה לכימיקלים חשודים, בשימושים כיום ובעתיד הסביר, אינם מלאים כל עוד הכימיקלים החשודים מהווים סיכון בלתי מקובל לבריאות האדם או לסביבה.

חשיפה אקוטית: חשיפה יחידה וקצרה, הנמשכת בדרך כלל פחות מ- 24 שעות.

רעילות אקוטית: היכולת של חומר לגרום להשפעות שליליות על הבריאות כתוצאה מחשיפה אקוטית.

תוספת סיכון: סכום הסיכונים של כל המסלולים המלאים עבור כל כימיקל.

מקדם ריכוז ביולוגי: יחס הריכוז של כימיקל באורגניזם נתון לריכוז שלו במדיה שמסביבו (מים, קרקע וכו').

זמינות ביולוגית: הקצב וההיקף של ספיגה שיטתית של כימיקל.

חשיפה כרונית: חשיפה חוזרת או מתמשכת המתרחשת לאורך פרק זמן ארוך.

רעילות כרונית: היכולת של חומר לגרום להשפעות שליליות על הבריאות כתוצאה מחשיפה כרונית.

חומר מזהם: כל חומר פיזי, כימי, ביולוגי או רדיולוגי לא רצוי שנמצא באוויר, במים, בקרקע, בגז קרקע או בסדימנטים עקב פעילויות אנתרופוגניות.

הפחתה טבעית: הירידה בריכוזים של כימיקלים מדאיגים בסביבה עקב תהליכים טבעיים כגון פעפוע, פיזור, פירוק כימי, פירוק ביולוגי וכו'.

גורמי שיפוע של סרטן (CSF): ערך שמרני של תגובה למנה הנגזר ממחקרים בבני אדם או בחיות ומשמש לחישוב סיכון של סרטן. גורמי שיפוע של סרטן מפותחים בדרך כלל על ידי USEPA ומייצגים עלייה בסיכון לסרטן במהלך החיים לכל מנת יחידה, כאשר גורם השיפוע של סרטן מחושב במנות של (מ"ג/ק"ג-יום) 1/.

כימיקלים חשודים: חומרים מזהמים ספציפיים שמזוהים להערכה כמותית במהלך סקר הסיכונים ונחשבים כקשורים לפעילויות אנתרופוגניות באתר.

מודל אתר קונספטואלי: ייצוג גרפי או תיאורי של כל מסלולי החשיפה המלאים, המדיות המושפעות והכימיקלים החשודים.

פעולה משקמת: רצף הפעולות שכוללות סקר סיכונים, פעולת ביניים לשיקום, פעולה משקמת, פעולה ותחזוקה של הציוד, ניטור ההתקדמות וסיום הפעולה המשקמת.

7Q10: זרימת נחל מינימלית ממוצעת במהלך שבע ימים רצופים שיש לה מרווח התרחשות חוזרת סביר פעם בעשר שנים.

סיכון מצטבר באתר כולו: סכום הסיכונים של כל הכימיקלים וכל מסלולי החשיפה המלאים.

C_{sat}: מגבלת רוויה של הקרקע. הריכוז בקרקע שבו יש הגעה אל רמות הספיגה של חלקיקי הקרקע, מגבלות ההמסה של מים נקבוביות הקרקע והרוויה של אוויר נקבוביות הקרקע.

ספיגה עורית: התהליך שבו כימיקל חודר לעור ונכנס לגוף.

חשיפה עורית: מגע בין כימיקל ובין העור.

רעילות עורית: השפעות שליליות של חומר רעיל על העור.

מגבלת איתור: הריכוז הנמוך ביותר של כימיקל שניתן להבין בו מאפס או רקע בשיטה אנליטית ספציפית.

מקדם הפחתת דילול (DAF): מייצג את ההפחתה של ריכוז בעקבות השפעת תהליכי הפחתה טבעיים כגון העברה של כימיקל דרך המדיה. המקדם המספרי באמצעות ריכוז של חומר מזהם מופחת כאשר החומר המזהם נע דרך קרקע ומי תהום מהמקור לנקודת המגע. השפעות מפחיתות כוללות ספיגה של החומר המזהם בקרקע ובאקוויפר, שינוי של הכימיקל, פירוק ביולוגי והפחתה עקב ערבוב של התשטיף עם מי התהום מסביב וכו'.

מסלול חשיפה ישיר: מסלול חשיפה שבו נקודת חשיפה היא במקור, ללא פליטה למדיה אחרת.

הערכה אקולוגית: אומדן איכותני של ההשפעות הפועל או השפעות הפוטנציאליות של כימיקלים מדאיגים על רצפטורים אקולוגיים: צמחים וחיות ואזורי המחיה שלהם.

רצפטור אקולוגי: אורגניזם חי, לדוגמה צמחייה ובעלי חיים שאינם בני אדם וחיות מבויתות.

בקורות הנדסיות: שינויים באתר או במתקן (לדוגמה, בארות מלט, כיסוי וטיפול במים בנקודת השימוש) כדי להפחית או לבטל את הפוטנציאל לחשיפה לכימיקלים מדאיגים.

חשיפה: מגע של אורגניזם עם כימיקלים מדאיגים בגבולות ההחלפה (לדוגמה, עור, ריאות וכבד) שעלולים להיספג.

הערכת חשיפה: קביעה או הערכה (איכותנית או כמותית) של הגודל, התדירות, משך הזמן ומסלול החשיפה.

תחום החשיפה: אזור מזהם שעלול להוביל חשיפה לרצפטור מסוים על ידי מסלול חשיפה שצוין.

מסלול חשיפה: העברה פיזית של חומרים מזהמים ממקורות לרצפטור. מסלול חשיפה מתאר מנגנון ייחודי שבאמצעותו אינדיבידואל או אוכלוסייה (רצפטורים אנושיים ואקולוגיים או אזור מחייה אקולוגי) נחשפים לכימיקלים חשודים ולתוצרי הלוואי שלהם הנובעים מהאתר. כל מסלול

חשיפה כולל מקור או פליטה ממקור, נקודת חשיפה, מסלול חשיפה ורצפטור. אם נקודת החשיפה מרוחקת מהמקור, הסעה/חשיפה (לדוגמה, אוויר) מדיות אלה נכללות גם הן.

מסלול חשיפה: האופן שבו כימיקלים חשודים באים במגע עם אורגניזם (לדוגמה עיכול, שאיפה ומגע עורי).

יחידת חשיפה: ניתן לחלק אתר ליחידת חשיפה מרובות שכל אחת מהן הומוגנית מבחינת מאפייני החשיפה והסיכון. לדוגמה, ניתן לחלק אתר מסחרי גדול לשתי יחידות חשיפה. יחידת חשיפה שכוללת את החניון בלבד ויחידת חשיפה שכוללת את הבניין בלבד.

בקרע לשימוש למגורים הכוללת מבנים חד-משפחתיים, יחידת החשיפה היא בדרך כלל מגרש הבניין. אם האדמה אינה בשימוש כרגע למטרות מגורים, אך עשויה להתפתח בעתיד לשימוש כזה, הערכת האתר צריכה להתחשב ביחידת חשיפה של מגורים פוטנציאליים. לפי IRBCA, ערך ברירת מחדל של מגרש מגורים הוא 0.25 דונם.

מתקן: הנכס המכיל את מקור הכימיקלים החשודים שבו התרחשה הפליטה.

אזור מחייה: מקום שבו רצפטור אקולוגי כגון חיה או צמח חי, מתרבה וישן שנת חורף בדרך כלל.

אינדקס סכנות: הסכום של שתי מנות סיכונים (HQ) או יותר לגבי מספר כימיקלים חשודים או מספר מסלולי חשיפה, או שניהם. הוא יכול לשמש גם לחיזור סיכון שאינו מסרטן לחשיפה סימולטנית של רצפטור למספר כימיקלים.

מנות סיכונים: היחס של המנה למנת הייחוס של כימיקל קל.

מוליכות הידראולית: נפח המים בצמיגות קינמטית הקיימת שתנוע בזמן היחידה תחת גרדיאנט הידראולי של יחידה דרך אזור יחידה הנמדד בזוויות ישרות לכיוון הזרימה.

אזור היפוראי: אזור מתחת ובסמוך לנחלים ונהרות שבהם מים עיליים ומי תהום מתערבבים.

רמות סיכון סרטני מצטבר: הפוטנציאל להשפעות סרטניות מצטברות על בריאות האדם עקב חשיפה לכימיקלים חשודים.

מסלולי חשיפה עקיפים: מסלול חשיפה שבו קיימת מדיה אחת לפחות (קרקע, מי תהום, אוויר) בין המקור ונקודות החשיפה. כדי לכמת את הערת המנה והסיכון של מסלול כזה, יש להשתמש במודל.

בקורות מוסדיות: הגבלה על השימוש או הגישה (לדוגמה, גדרות, הגבלות חוזיות, אזורים מוגבלים) לאתר או למתקן כדי להפחית או למזער חשיפה אפשרית לכימיקלים חשודים.

פעולת ביניים משקמת: מסלול פעולה למזעור סכנות שריפה ובטיחות ולמניעת העברה נוספת של פחמימנים בפאזת אדים, פאזה מומסת או נוזלית.

מודל צריכת חשיפה משולבת ביו-קינטית IEUBK: מודל שפותח על ידי USEPA כדי לחזות ריכוזי עופרת בדם בילדים, הנובעים מחשיפה לעופרת בקרקע ובמקורות אחרים.

מערכת מידע משולבת לסיכונים (IRIS): מסד נתונים אלקטרוני של USEPA הכולל ערכי רעילות (לדוגמה מנות ייחוס ופקטורי שיפוע) ופרטים אחרים של כל כימיקל.

קראסט: קבוצה נפרדת של צורות נוף גיאומורפיות הנובעות מהתפתחות של תמיסה תת-קרקעית נרחבת היוצרת תעלות ומערות בסלעי קרבונט (בולדינג, 1995).

K_d: מקדם מחיצה אורגני קרקע-מים לחומרים אורגניים.

LC50: ריכוז קטלני חציוני. ריכוז של רעל שהוא קטלני ל- 50 אחוזים מהאורגניזמים הנבדקים במסגרת פרק זמן ייעודית.

LD50: מנה קטלנית חציונית. מנת הרעל שהיא קטלנית ל- 50 אחוזים מהאורגניזמים הנבדקים במסגרת פרק זמן ייעודית.

רמת ההשפעה השלילית הנמוכה ביותר הנצפית (LOAEL): המנה הנמוכה ביותר של כימיקל שנצפתה כגורמת להשפעה שלילית.

אחריות לטווח ארוך: מערכת הולמת של בקורות, מוסדות ומידע הנחוצה להגנה מלאה על בריאות באדם והסביבה לצמיתות עם יכולת מודגמת ורישום בר-ביצוע, פיקוח לטווח ארוך של הרשויות, לרבות עיריות וכוחות האכיפה שלהן.

רמת הזיהום המרבית (MCL): תקן למי שתייה שנקבע על ידי USEPA בכפוף לחוק מי השתייה הבטוחים, שהוא הרמה המרבית המותרת של כימיקלים חשודים במים שמועברת לכל משתמש באספקת המים הציבורית. בישראל רמות אלה נקראות: תקן מי השתייה בישראל.

אזור הערבוב: אזור של דילול בשטף נחל במים המקבלים שמעבר לו יש לעמוד בקריטריוני רעילות כרונית.

פירוק ביולוגי טבעי: הירידה בריכוזים של כימיקלים חשודים באמצעות פעילויות מיקרוביולוגית טבעית.

רמה שבה לא נצפית השפעה שלילית (NOAEL): המנה הגדולה ביותר של כימיקל שלא גורמת להשפעה שלילית נצפית על הבריאות.

מחוץ לאתר: אזורים שנמצאים מחוץ לאתר, שעלולים להזדהם.

נקודת הדיגום: נקודה הנמצאת בין המקור ונקודת החשיפה ובה מתבצעות מדידות כדי לחזות ריכוזים בנקודת החשיפה.

נקודת החשיפה: הנקודה בה מתרחשת חשיפה, כלומר המיקום בו כימיקלים נכנסים לגוף האדם או לגוף של הרצפטור הביולוגי או אזור המחיה שלו.

מגבלת כימות מעשית: הריכוז הנמוך ביותר שיכול לכמת באופן מהימן במסגרת מגבלות הדיוק שצוינו במהלך תנאי הפעלה שגרתיים במעבדה.

יעד שיקום מקדימים (PRGs): ריכוזים מבוססי-סיכון אשר פותחו על ידי USEOA R IX. אלה הוחלפו באזורים 9/6/3 ברמות סיכון אזוריות (RSLs).

ניתוח סיכונים איכותני: הערכה שאינה מספרית של אתר כדי לקבוע מסלולי חשיפה ורצפטורים אפשריים המבוססים על מידע זמין או נגיש.

חשיפה מרבית סבירה (RME): החשיפה הגבוהה ביותר שניתן לצפות במידה סבירה שתתרחש באתר. החשיפה המרבית הסבירה מוערכת למסלולים נפרדים או לשילוב של מסלולי חשיפה.

תרחיש חשיפה אפשרית סבירה: מצב בו קיים סיכוי מהימן להתרחשות שבה רצפטור ייחשף באופן ישיר או עקיף לכימיקלים חשודים מבלי להתחשב בנסיבות קיצוניות או בלתי אפשריות במהותן.

שימוש עתידי צפוי וסביר: שימוש עתידי באתר או במתקן שניתן לחזות אותו במידה רבה של ביטחון בהתחשב בשימוש הנוכחי, בתכנון הממשלתי המקומי ובאזור.

רצפטור: רצפטורים אנושיים, מבנים, שירותים ציבוריים, מים עיליים, מי ים, סדימנטים ורצפטורים של סיכון אקולוגי (צמחים וחיות ואזורי המחיה שלה) העלולים לסבול מהשפעות שליליות של פליטה ושעלול להיגרם להם נזק על ידי חשיפה לכימיקלים חשודים ו/או לתוצרים שלהם דרך עיכול, שאיפה או ספיגה או מגע עוריים. הגדרה זו כוללת באופן ספציפי גם בארות לאספקת מים מפני שיש להניח שבני אדם יעכלו את המים מבארות אלה.

ריכוז ייחוס (RfC): הערכה של הריכוז של רעל שסביר להיות ללא סיכון מוערך של השפעות שליליות במהלך משך הזמן של חשיפה מתמשכת.

מנת ייחוס (RfD): ערך רעילות מועדף להערכת השפעות פוטנציאליות שאינן סרטניות בבני אדם, שנובעות מחשיפה לכימיקלים חשודים. אם ניתן לזהות את הסף של ההשפעה הרגישה ביותר על בריאות - ההשפעה שמתרחשת במנה הנמוכה ביותר - הגבלת החשיפה להפקת מנות מתחת לסף זה עשויה להגן מפני כל ההשפעות של הכימיקל. קונספט זה הוא הבסיס למנת הייחוס (RfD) של USEPA.

פעולת שיקום/פעולה משקמת: פעילויות שנערכות כדי להגן על בריאות האדם, על ביטחונו ועל הסביבה. פעילויות אלה כוללות את הערכת הסיכון, ניקוי האתר, קביעה שאין צורך בפעולות נוספות, ניטור בקורות, הנדסת בקורות ותכנון והפעלה של ציוד לשיקום.

הצד המשקם: כל הישגיות והעובדים שהן הקצו, באופן קולקטיבי וכללי, כגון צדדים אחראים, אינטרסים לפיתוח, בעלי אדמות וגורמים אחרים המעורבים ישירות בשיקום של אתר מזהם מסוים.

ריכוז מייצג: הריכוז שמייצג את הריכוז היעיל שאליו רצפטור נחשף במסלול ספציפי.

סקר סיכונים: ניתוח ההשפעות הפוטנציאליות והשליליות על הבריאות שנגרמות על ידי כימיקלים חשודים באתר כדי לקבוע את הצורך בפעולה משקמת או את הצורך בפיתוח רמות יעד לתכנון פעולה משקמת.

הפחתת סיכון: הפחתה או ביטול של רמת הסיכון לבריאות האדם או לסביבה באמצעות פעולת ביניים משקמת, פעולה משקמת או בקורות מוסדיות או הנדסיות.

רמת סיכון/רמות סיכון מבוססות סיכונים (RBSLs): רמות יעד מבוססות-סיכון ספציפיות לאתר לפעולה משקמת עבור כימיקלים חשודים מפותחות לאחר הערכת בשלב 1.

מסלול חשיפה: האופן או המנגנון שבו כימיקלים חשודים משפיע על רצפטור, לדוגמה, עיכול או שאיפה.

ניתוח רגישות: הערכה של רמות סיכון או יעד מחושבות לחלופות שונות של פרמטרים שונים.

אתר: האזורים המוגדרים על ידי היקף ההעברה של כימיקלים חשודים - היקף אזורי של הזיהום.

הערכת אתר: הערכה של הגיאולוגיה התת-קרקעית, ההידרולוגיה ומאפייני השטח כדי לקבוע אם אירעה פליטה, רמות הכימיקלים החשודים והיקף ההעברה של הכימיקלים החשודים. בהערכת האתר אוספים נתונים על איכות מי התהום ורצפטורים אפשריים ויוצרים מידע שיתמוך בהחלטות על פעולות משקמות.

סיווג אתר: הערכה איכותנית של אתר המבוססת על מידע זמין או נגיש כדי לזהות את הצורך בפעולת ביניים משקמת ואיסוף מידע נוסף. סיווג אתר מיועד ליצירת סדר עדיפויות של אתרים.

רמות יעד ספציפיות לאתר (SSTLs): רמות יעד מבוססות-סיכון ספציפיות לאתר לפעולה משקמת עבור כימיקלים חשודים במפותחות לאתר מסוים לאחר הערכות בשלב 2 ובשלב 3.

ספציפי לאתר: פעילויות, מידע ונתונים שהם ייחודיים לאתר מסוים.

מקורות: נקודות הכניסה של חומרים מזהמים למסלולי חשיפה אפשריים. במקרה של פליטת פחמימנים ותרכובות אורגניות כלורידיות, הפאזה הנוזלית הלא-מימית (NAPL) שיכול להינמס לפאזה מימית או להתנדף לפאזה גזית תהווה מקור. מקורות עיקריים כוללים מכלים תת-קרקעיים וצינורות, בריכות, מזבלות וכדומה. למטרות של סקר סיכונים, לדוגמה, פלומת הזיהום הנמסה במי תהום יכולה להיות המקור למסלול חשיפה בשאיפה.

אזורי מקור: המיקום של פחמימנים נוזליים או המיקום של הריכוזים הגבוהים ביותר בקרקע ובמי תהום של כימיקלים חשודים.

שכבת הקרקע העליונה: השכבה העליונה של הקרקע, בין פני הקרקע והעומק שנקבע מראש (ראה בטקסט).

תת הקרקע (הלא רוויה): שכבת הקרקע בין החלק התחתון של שכבת הקרקע העליונה ומפלס מי התהום.

רמות יעד: ערכים מספריים או קריטריוני ביצוע אחרים שמגנים על בריאות האדם, ביטחון והסביבה.

סקר סיכונים בשלב 1: ניתוח מבוסס סיכונים לפיתוח ערכים שאינם ספציפיים לאתר לגבי מסלולי חשיפה ישירים ועקיפים המשתמשים בפקטורי חשיפה וגורמי הסעה שמרניים למסלולים אפשריים וקטגוריות שונות של שימוש בנכס (לדוגמה, מגורים, מסחר, תעשייה). ערכים שנקבעים בשלב 1 יחולו על כל האתרים שמשתייכים לקטגוריה מסוימת.

סקר סיכונים בשלב 2: ניתוח מבוסס-סיכונים שחל על ערכי החשיפה הישירה שנקבעו בסקר סיכונים בשלב 1 בנקודות החשיפה שפותחו לאתר ספציפי ופיתוח ערכים למסלולי חשיפה עקיפים אפשריים בנקודות החשיפה על סמך תנאים ספציפיים לאתר.

סקר סיכונים בשלב 3: ניתוח מבוסס-סיכונים לפיתוח ערכים למסלולי חשיפה ישירים ועקיפים אפשריים בנקודות החשיפה המבוססות על תנאים ספציפיים לאתר.

גבול עליון של **95%**: מגבלת ביטחון עליונה של הממוצע. יש מספר שיטות לחישוב גבול עליון של 95% לממוצע של קבוצת נתונים. עם זאת, הביצועים של שיטות אלה משתנים באופן דרמטי ותלויים באופי של קבוצת הנתונים (למשל מספר הערכים, ההתפלגות והשונות שלהם, היקף הצנזורה). כדי לחשב ערכי גבול עליון של 95%, המלצת ה-IRBCA היא להשתמש בכלי FLUCL. תכנית זו מחשבת גבול עליון של 95% באמצעות השיטה האופטימלית, תוך התחשבות במאפיינים של הנתונים. FLUCL שימושית במיוחד לקבוצות נתונים שכוללות ערכים מצונזרים (כלומר עם ערכים "לא מזוהים"). ה-IRBCA מתחשב גם בגרסה האחרונה של ProUCL של ה-USEPA, כגרסה מקובלת. ניתן להשתמש בכלים חישוביים אחרים לחישוב הגבול העליון של 95%, אם הם אושרו על ידי הרשויות. במקרים שבהם הגבול העליון של 95% חורג מהריכוז הגבוה ביותר, יש להשתמש בריכוז הגבוה כריכוז מייצג.

משתמש: פרט או קבוצה המעורבים בתהליך ה-IRBCA כולל בעלים, מפעילים, רגולטורים, מנהלי מימון של מכלי אחסון תת-קרקעיים (UST), עורכי דין, יועצים, מחוקקים וכדומה.

רמות מחמירות מאוד (VSLs): רמות הניקוי שהמשרד להגנת הסביבה הגדיר כברירת המחדל, המאפשרות שימוש בלתי מוגבל בקרקע. הן נקבעות בהתאם לשימוש בקרקע.

פקטור התנדפות: מדידה של תהליך ההעברה של כימיקל מהפאזה המימית או הנוזלית לפאזה הגזית בתנאים סביבתיים ספציפיים ובמשכי חשיפה ספציפיים.