



הוועדה לאנרגיה אטומית

**תקן להגנה מקרינה מייננת
של הוועדה לאנרגיה אטומית**

עדכון – 2011

1. מבוא

החלפת התקן הקודם

- 1.1. תקן זה יקרא "תקן להגנה מקרינה מייננת של הוועדה לאנרגיה אטומית" (להלן "התקן").
- 1.2. התקן עודכן בשנת 2004 והחליף את "התקן להגנה מקרינה של הוועדה לאנרגיה אטומית הישראלית" מפברואר 1987. בשנת 2011 בוצעו מספר תיקונים לשוניים ונמחקו הוראות שעה שהופיעו בגרסת 2004.

אימוץ התקן הבינלאומי

- 1.3. תקן זה מבוסס על התקן הבינלאומי להגנה מקרינה של הסוכנות הבינלאומית לאנרגיה אטומית (IAEA), במהדורתו התקפה בשנת 2011 [1], (להלן "תקן BSS"), ומאמץ את הוראותיו העיקריות, ככל שהן אינן סותרות הוראות כל דין החלות על הוועדה לאנרגיה אטומית. אין לראות בדרישות תקן זה, אשר הינן מחמירות ביחס לדין הישראלי הקיים, משום סתירה עם הדין הישראלי.
- 1.4. בתקן זה מופיעים ערכים כמותיים אחדים שאינם מופיעים בתקן BSS. זאת, בעיקר בנושאים בהם לא ניתנים ערכים כמותיים בתקן BSS, ומצוין בו שהרשויות המוסמכות בכל מדינה תקבענה בעצמן ערכים אלה, בהתחשב בתנאים ספציפיים במדינה ובשיקולים אחרים. במקרים בהם ערכים אלה נלקחו ממקור אחר, מצוין מקור זה במפורש.
- 1.5. תקן BSS כולל מספר נושאים, שאינם רלוונטיים לעיסוקי הוועדה לאנרגיה אטומית או שבאורח ספציפי הוחלט לא לאמץ עדיין. רשימת נושאים אלה, תוך ציון מראי מקום בתקן BSS, מופיעה בנספח א'.

מטרת התקן

- 1.6. מטרת התקן היא לקבוע קווים מנחים:
 - לתכנון עבודה בטוחה עם קרינה מייננת.
 - לבקרה על עבודה זו.
- כנהוג בתקן מסוג זה, הוא מאמץ הנחיות בטיחות מחמירות הנהוגות בעולם. כך למשל, בהערכת המנה מחשיפה פנימית (פרק 6), ההתייחסות היא למנה המחויבת, שהיא המנה הצפויה לאדם למשך כל חייו, החל מהחשיפה. לצורך הערכת ההשפעות הבריאותיות האמיתיות של החשיפה, כולל הסתברות לתחלואה, יש לבחון כמובן את המנה לה נחשף האדם בתקופה הרלוונטית בלבד.

תחולה

- 1.7. התקן חל על הוועדה לאנרגיה אטומית, כולל מרכזיה הגרעיניים, ועל כל פעילות הכרוכה בסיכוני קרינה שהוועדה לאנרגיה אטומית, כולל מרכזיה הגרעיניים, אחראית לה.

1.8. על מנת להקל על הקורא, נרשמו לצד הסעיפים המצוטטים מתקן BSS, בתחתית כל דף, הפניות למספרי פסקאות רלוונטיות בתקן BSS, כולל ציון המונח הלועזי המקורי¹. הפניות אלה מובאות לנוחות המשתמש בתקן ואינן חלק מהתקן.

1.9. קטעים בגופן של כתב יד מהווים דוגמה בלבד ואינם חלק מהתקן המחייב.

הגדרות

1.10. התקן משתמש בין השאר בהגדרות המפורטות בהמשך סעיף זה ובנספח ג' :

- (א) איש מן הציבור² – למטרות התקן, כל אדם, למעט בזמן בו הוא נתון לחשיפה תעסוקתית או רפואית.
- (ב) אפקט דטרמיניסטי³ – אפקט קרינה עברו קיימת מנת סף אשר מעליה חומרת האפקט עולה עם המנה.
- (ג) ארגוני חירום – ארגונים, מחוץ לוועדה לאנרגיה אטומית, העוסקים בפעולות התערבות, לרבות גופי הצלה (מגן דוד אדום, רשות הכבאות, יחידות המשרד לאיכות הסביבה המטפלות באירועי חומרים מסוכנים) וכן משטרת ישראל וצה"ל – פיקוד העורף.
- (ד) התערבות⁴ – כל פעולה המכוונת להקטין או למנוע חשיפה או סבירות לחשיפה למקורות, שאינם חלק מעיסוק מבוקר או שכתוצאה מתקלה אינם תחת בקרה.
- (ה) התקנות – תקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העוסקים בקרינה מייננת), התשנ"ג – 1992.
- (ו) חומר רדיואקטיבי – חומר הפולט מעצמו קרינה.
- (ז) חשיפה⁵ – מצב בו (בני אדם) נתונים להקרנה⁶. החשיפה יכולה להיות חשיפה חיצונית (הקרנה ע"י מקורות מחוץ לגוף הנחשף) או חשיפה פנימית (הקרנה ע"י מקורות בגוף הנחשף).
- נספח ג' מביא הגדרות לגדלים ומונחים, המשמשים למדידת חשיפה והערכתה. בין השאר מוגדרים שם המונח "מנה" ונגזרות שונות שלו כגון מנה אקוויוולנטית ומנה אפקטיבית.
- (ח) חשיפת חירום – חשיפת עובדים, עובדי ארגוני החירום או אנשים מן הציבור לקרינה במצבי חירום גרעיני/רדיולוגי.
- (ט) חשיפה רפואית⁷ – חשיפה הנגרמת למטופלים כחלק מאבחון או טיפול רפואיים. חשיפה הנגרמת לעובדי הוועדה לא"א, הלוקחים חלק במחקר רפואי עקב עיסוקם, לא תראה כחשיפה רפואית.
- (י) חשיפה תעסוקתית⁸ – כל החשיפות לקרינה מייננת להן נחשפים עובדים במהלך ועקב עבודתם.

¹ בהפניות אלה נעשה שימוש בצורת הסימון של תקן BSS: אות רומית ומקף מימינה, למשל I-1, מפנים ל-Schedule; אות

רומית ונקודה מימינה, למשל I.1 מפנות ל-Appendix.

² תקן BSS, Glossary, (המונח Member of the Public)

³ תקן BSS, Glossary, (המונח Deterministic effect)

⁴ תקן BSS, Glossary, (המונח Intervention)

⁵ תקן BSS, Glossary, (המונח Exposure)

⁶ Irradiation

⁷ תקן BSS, Glossary, (המונח Medical Exposure)

חשיפות אלה אינן כוללות⁹ חשיפות רפואיות ואינן כוללות חשיפות ממקורות טבעיים, שאינם באחריות הוועדה לאנרגיה אטומית. על אף האמור לעיל, חשיפה לראדון תיכלל בחשיפה התעסוקתית, כאשר הריכוז השנתי הממוצע של ראדון באוויר שבמקום העבודה גבוה מ- 500 בקרל/מ"ק.

(יא) מנה נחסכת¹⁰ – (מנת קרינה נחסכת) מנת הקרינה שניתן לחסוך על ידי נקיטה של פעולת הגנה, דהיינו ההפרש בין המנה לה יש לצפות אם לא ננקטת פעולת ההגנה לבין המנה לה יש לצפות אם ננקטת פעולת ההגנה.

(יב) מנה צפויה¹¹ - מנת הקרינה המוערכת להתקבל אם לא ננקטת שום פעולת הגנה.

(יג) מנהל מוסמך – מנהל מרכז גרעיני או סגנו, או עב"ט המרכז הגרעיני, לנושאים בתקן זה, להם הוסמך ע"י מנהל המרכז הגרעיני.

(יד) מעבדה – חדר או קבוצת חדרים או אתר אחר, המשמשים כיחידת רישום לצורכי פיקוח על מקורות או רישוי שלהם.

(טו) מצב חירום גרעיני/רדיולוגי – מצב הנגרם על ידי תקרית בכור או במתקן אחר שכתוצאה ממנה עלול מספר משמעותי של עובדים או אנשים מן הציבור להיחשף לקרינה, ושכתוצאה מכך עשויות להידרש פעולות הגנה. ייקרא בתקן: מצב חירום רדיולוגי.

(טז) מצב חירום לאומי – מצב חירום חריג בו מצוייה מדינת ישראל עקב מלחמה או עימות מזויין או אירוע אסון המוני (שאינו נובע ממצב חירום גרעיני/רדיולוגי).

(יז) מקור¹² - כל דבר היכול להביא לחשיפה לקרינה, ע"י פליטת קרינה או שחרור חומרים רדיואקטיביים לסביבה. למשל, מתקן לעיקור ע"י קרינת γ הוא מקור בעיסוק של שימור מזון, מכונת קרני-X היא מקור בעיסוק של אבחון רדיולוגי ותחנת כוח גרעינית היא מקור בעיסוק של ייצור חשמל. ניתן לראות מתקן מורכב או מערכת מתקנים המצויים באתר יחיד כמקור אחד לצרכי יישום התקן.

(יח) ניטור מיוחד – ניטור של חשיפה פנימית, המתבצע לא באופן תקופתי ולא לפי תכנית מוגדרת מראש.

(יט) עובד קרינה – אדם העוסק בקרינה, שחשיפתו התעסוקתית בתנאי עבודה נורמליים, כולל תקלות קלות, הניתנות לשליטה¹³, עלולה לעבור בשנה אחת את עשירית גבול המנה לשנה בודדת, כמוגדר בסעיף 3.1 (ב) להלן; אן שוהה באזור מבוקר, כמוגדר בסעיף 2.8 להלן, לפחות 200 שעות בשנה.

(כ) עיסוק¹⁴ – כל פעילות אנושית, המוסיפה מקורות חשיפה או נתיבי חשיפה או מרחיבה את החשיפה לאנשים נוספים או משנה את נתיבי החשיפה ממקורות קיימים, כך שהחשיפה או הסבירות לחשיפה של אנשים או מספר האנשים הנחשפים גדלים.

⁸ תקן BSS, Glossary, (המונח Occupational Exposure)

⁹ תקן BSS, II-1, II-2

¹⁰ תקן BSS, Glossary, (המונח Avertable dose)

¹¹ תקן BSS, Glossary, (המונח Projected dose)

¹² תקן BSS, Glossary, (המונח Source)

¹³ מבוסס על הגדרת "Normal Exposure" ב Glossary של תקן BSS

¹⁴ תקן BSS, Glossary, (המונח Practice)

(כא) פעולת הגנה¹⁵ – פעולת התערבות המיועדת למנוע או להפחית חשיפות חירום. פעולות ההגנה המיידיות הנדונות בפרק 7 הן פינוי, נטילת תרופות כגון יודיד האשלגן - KI (לצמצום הקליטה של יוד רדיואקטיבי בבלוטת התריס) והסתגרות בבתים (מקלוט).

(כב) קרינה¹⁶ – קרינה מייננת, כלומר קרינה המסוגלת ליצור זוגות יונים בחומר ביולוגי.

(כג) רמת התערבות¹⁷ - מנת הקרינה הנחשבת שמעליה, מן הראוי, לנקוט פעולת הגנה במצב חירום רדיוולוגי. מתוך רמות ההתערבות ניתן לחשב רמות התערבות נגזרות, כגון קצב החשיפה או ריכוז האקטיביות באוויר או על הקרקע מעליהן מן הראוי לנקוט פעולות הגנה.

(כד) רשות מוסמכת – מנכ"ל הוועדה לאנרגיה אטומית, או מי שהוסמך על ידיו לנושאים בתקן זה, כולם או חלקם.

(כה) תכנית חירום¹⁸ – מערכת של נהלים שיש ליישם במקרה של תקרית.

יישום התקן

1.11. המנהל המוסמך יהיה אחראי¹⁹ ליישום של דרישות התקן בתחום אחריותו. הדבר יעשה תוך עריכת נוהלי עבודה וסידורים ארגוניים, ותוך מתן עדיפות לאמצעים טכניים להגבלת חשיפות²⁰.

1.12. הרשות המוסמכת²¹:

(א) תבקר את יישום התקן.

(ב) תערוך הנחיות ודרישות ליישום ותקבע פתרונות לאי התאמות בין דרישות התקן לדרישות אחרות.

(ג) תגדיר דיווחים הנדרשים מהמנהלים המוסמכים.

1.13. העובדים:

(א) ישתפו פעולה עם הממונים עליהם, או כל מי שיוגדר ע"י המנהל המוסמך, ביישום של דרישות התקן.

(ב) יקיימו את הדרישות של התקן, הנמצאות בתחום אחריותם, כמוגדר בסעיף 2.26 להלן.

15 תקן BSS, Glossary (המונח Protective action)
16 תקן BSS, Glossary (המונחים Ionizing Radiation, Radiation)
17 תקן BSS, Glossary (המונח Intervention level)
18 תקן BSS, Glossary (המונח Emergency plan)
19 תקן BSS, I.1
20 תקן BSS, I.4(d)
21 תקן BSS, 1.5, 1.10, 1.19, 1.22, 1.23

2. עקרונות בסיסיים של הגנה מקרינה

הצדקה²²

2.1. האישור של כל עיסוק או מקור במסגרת עיסוק, הכרוכים בחשיפה בפועל של אדם לקרינה מייננת או בסיכון פוטנציאלי לחשיפה לקרינה, מחייב הצדקה; דהיינו הכרה שהתועלת הצפויה מן העיסוק לאדם או לחברה מקזזת את הנוק העלול להיגרם כתוצאה מהחשיפה (או מאפשרות החשיפה) לקרינה מייננת מעיסוק זה, תוך התחשבות בגורמים חברתיים, כלכליים, במשימות לאומיות ובגורמים מתאימים אחרים.

הגבלת מנות²³

2.2. יש להגביל, בהתאם לנאמר להלן בפרקים 3, 4, 7 בתקן, את החשיפה לקרינה לעובדים, לצוותי התערבות במקרי תקלה ולאנשים מן הציבור, הן במצבים של פעילות שגרתית והן בתקלות. בשום מקרה (ראה גם סעיף 2.3 להלן) אין לתכנן פעילות כלשהי הגורמת או הצפויה לגרום למנות קרינה החורגות מגבולות המנה המצוינים בתקן. הגבלת מנות הקרינה מתייחסת⁹ :

(א) לעובדים, רק לחשיפה תעסוקתית כהגדרתה בסעיף 1.10 (ח) לעיל.

(ב) לאנשים מן הציבור, רק לחשיפות שהן תוצאה של עיסוקים, למעט חשיפות רפואיות, שאינן עקב עיסוקים.

2.3. עבור עובדים העלולים להיחשף לקרינה בכמה פעילויות במשך השנה (כגון עובד קרינה העוסק במספר פרויקטים או העובד במקביל בכמה יחידות), יקיים המנהל המוסמך מערך בקרה שיוודא כי החשיפה הכללית עומדת בגבולות המנה, המפורטים בפרק 3 להלן. מערך זה יכול, לפי הצורך, תכנון של גבולות מנה לפעילויות השונות ומעקב אחר החשיפה בכל אחת מהן.

אופטימיזציה²⁴ וחסמי מנה²⁵

2.4. אופן הפעילות ואמצעי ההגנה והבטיחות, שיתוכנו ויינקטו עבור עיסוק או מקור מסוימים, ייבחרו ויושמו תוך שימוש בתהליכי אופטימיזציה, שיבטיחו כי מנות הקרינה לאיש הבודד, מספר האנשים שייחשפו והסבירות לחשיפות יהיו נמוכים ככל הניתן להשגה באמצעים סבירים (As Low As Reasonably Achievable – ALARA) זאת תוך התחשבות בגורמים חברתיים, כלכליים, במשימות לאומיות ובגורמים מתאימים אחרים.

במרבית המקרים, גישה איכותית המבוססת על שיפוט מקצועי תספיק לקבוע את הרמה המועדפת של ההגנה הניתנת להשגה. במצבים מסובכים יותר, למשל בעת תכנון מתקנים מורכבים, השימוש בגישה מובנית יותר עשוי להיות הולם [6].

האופטימיזציה היא תהליך מתמשך המתחיל בתכנון הפעילות ונמשך לאורך חייה [6a]. התהליך יתייחס ל:

²² תקן BSS, 2.20 (המונח Justification)

²³ תקן BSS, 2.23, תקן BSS – Schedule II (המונח Dose Limitation)

²⁴ תקן BSS, 2.24, 2.25 (המונח Optimization)

²⁵ תקן BSS, 2.26 (המונח Dose constraints)

(א) הגנה מקרינה בתנאי שיגרה – קביעת האמצעים האופטימליים לבטיחות ולהגנה מקרינה עבור נסיבות עבודה בתנאי שיגרה. זאת תוך התחשבות בנתיבי החשיפה הצפויים, בטכנולוגיות זמינות של הגנה מקרינה, וכן ברמת החשיפה ובסבירות לאירועה.

(ב) מניעה – קביעת האמצעים האופטימליים למניעת תקלות ולמזעור החשיפות בעקבותיהן. אמצעים אלה ייקבעו בהתחשב במנות האפשריות בעקבות החשיפות, בהסתברות להן, ובטכנולוגיות זמינות ובדוקות למניעה.

2.5. האופטימיזציה של אמצעי ההגנה והבטיחות הקשורים למקור מסוים, במסגרת עיסוק, או לעיסוק מסוים, תבוצע תוך שימוש בחסם (אילוץ) מנה. חסם זה יגביל את תהליך האופטימיזציה לערכי מנה הנמוכים ממנו. חסם המנה מבטא את ההגנה המינימלית שיש להשיג בנסיבות הנתונות [6b]. ניתן לקבוע אותו, למשל, על סמך ניסיון מצטבר עם מקורות/עיסוקים דומים בפעילויות המנוהלות היטב מבחינה בטיחותית [6c].

2.6. חסם המנה האפקטיבית לעובד קרינה, לכל אחד מהעיסוקים או מכל אחד מהמקורות בהם הוא מעורב, לא יעלה על 6 מיליסיוורט לשנה (3/10 מגבול המנה האפקטיבית הממוצעת לשנה – סעיף 3.1 להלן), למעט מקרים מיוחדים, שאושרו ע"י הרשות המוסמכת.

פיקוח על מקורות

2.7. המנהל המוסמך יקבע דרכי רישום ורישוי של מקורות במקומות העבודה ונהלי פיקוח עליהם בכפוף להנחיות תקן BSS (Appendix IV).

סיווג אזורי עבודה

2.8. המנהל המוסמך יציין כאזור מבוקר כל אזור בו יש צורך בשימוש באמצעי הגנה מקרינה (אמצעים פיזיים ואמצעים נוהליים) במטרה להפחית את החשיפה בפועל ו/או את החשיפות הפוטנציאליות²⁶.

(א) באזורים המבוקרים יופעלו, לפי הצורך, האמצעים הבאים: שילוט תקני, גידור, מיסוד, מפסקי סף, אמצעים לבידוד והפעלה מרחוק, אמצעי ניטור אישי וניטור סביבת העבודה ועוד. אם עובדים באזור המבוקר עם מקורות פתוחים יש לוודא קיום אמצעי אורור ומנדפים, ביגוד מגן מתאים, סידורי רחצה ועוד.

(ב) גבולות אזור מבוקר יסומנו באופן ברור ובולט והגישה אליו תוגבל בהתאם לסבירות החשיפה הצפויה ורמתה.

2.9. המנהל המוסמך יציין **כאזור מפוקח** כל אזור שאינו נדרש להיות אזור מבוקר, אך נדרשת בו בקרה תקופתית של רמות הקרינה/הזיהום במטרה לוודא "אי שינוי המצב הרגיל"²⁷.

סיווג עובדים

2.10. המנהל המוסמך יקיים מערך בקרה, שיוודא כי הסיווג של עובדים, שאינם מוגדרים כעובדי קרינה, הוא נכון. כלומר, הם אינם עוברים ואינם צפויים לעבור, בתנאי עבודה נורמליים, כולל תקלות קלות, הניתנות לשליטה, את אחד הגבולות המופיעים בהגדרת עובד קרינה סעיף 1.10 (יג) לעיל.

²⁶ תקן BSS, 1.21 – 1.23 (המונח Controlled area)

²⁷ תקן BSS, 1.24 – 1.25 (המונח Supervised area)

דרישות טכניות

- 2.11. מקורות יאובטחו כדי למנוע את גניבתם או נזק להם וכדי למנוע ביצוע פעולות שאינן מקיימות את דרישות התקן או הוראות מחייבות אחרות.²⁸
- 2.12. מערכת ההגנה והבטיחות של המקורות תהיה רב – שכבתית (הגנה לעומק), כך שכשלוך של שכבה אחת יפוצה או יתוקן ע"י שכבה אחרת. מערכת הגנה זו תותאם לגודל ולסבירות של החשיפות הפוטנציאליות.²⁹
- 2.13. מיקום, תכנון, בניה, הרכבה, רישוי, הפעלה, תחזוקה והוצאה משימוש של מקורות יבוססו על עקרונות הנדסה איתנים (sound engineering).³⁰

ניטור

- 2.14. המנהל המוסמך יקיים מערך לניטור אישי של החשיפות החיצוניות והפנימיות של כל עובד קרינה.
- 2.15. באחריות המנהל המוסמך לשמור את תוצאות הערכות החשיפה לקרינה של כל עובד, עבורו מתבצע ניטור אישי, ומידע על פיו בוצעו הערכות אלה.³¹
- כאשר העובד משנה את מקום עבודתו ונשאר עובד קרינה, יועברו נתוני חשיפותיו למעביד החדש על פי בקשתו של האחרון.³²
- 2.16. רישומי חשיפותיו של עובד קרינה ישמרו למשך כל תקופת עבודתו ואחריה, עד למועד בו גילו יגיע (או היה מגיע) לגיל 75 או לתקופה שאינה קצרה משלושים שנים אחרי הפסקת עבודתו בקרינה מייננת, המאוחר מביניהם.³³
- 2.17. המנהל המוסמך יתקין ציוד לניטור סביבת העבודה ככל הנדרש ויוודא את הפעלתו התקינה.

בקרה רפואית³⁴

- 2.18. באחריות המנהל המוסמך לוודא ביצוע בקרה רפואית המתאימה לעקרונות הכלליים של הרפואה התעסוקתית.

תעסוקת נוער³⁵

- 2.19. אדם מתחת לגיל 16 לא יועסק בפעילויות המביאות לחשיפה תעסוקתית.
- 2.20. אדם מתחת לגיל 18 לא יורשה לעבוד באזור מבוקר, אלא למטרות הכשרה בלבד ותחת פיקוח.

אמצעים אישיים להגנה ולניטור

- 2.21. המנהל המוסמך יוודא אספקה לעובדים של ציוד אישי מתאים להגנה ולניטור וקיום סידורים לשימוש נכון בו.³⁶

²⁸ תקן BSS, 2.34 (המונח Security of sources)

²⁹ תקן BSS, 2.35 (המונח Defence in depth)

³⁰ תקן BSS, 2.36 (המונח Good engineering practice)

³¹ תקן BSS, I.44 – I.46

³² תקן BSS, I.47(c)

³³ תקן BSS, I.49

³⁴ תקן BSS, I.41 – I.43

³⁵ תקן BSS, I.19, I.20

³⁶ תקן BSS, I.4(g)

הדרכה

2.22. המנהל המוסמך יקיים הדרכה מתאימה בנושאים של הגנה מקרינה ובטיחות, כולל רענון ועדכון כנחוץ כדי לשמור על רמת מיומנות הולמת³⁷. היקף ותדירות ההדרכה לא יפחתו מהקבוע בכל דין המחייב את הוועדה לאנרגיה אטומית. ההדרכה תינתן, לפי הצורך, הן לעובדי קרינה והן לעובדים אחרים.

הבטחת איכות

2.23. המנהל המוסמך יפעיל ויקיים תכניות הולמות לבקרת האפקטיביות ולהבטחת האיכות של ההגנה מקרינה³⁸.

2.24. המנהל המוסמך יפעיל ויקיים תכניות הולמות להבטחת האיכות של מערך הבקרה של החשיפות התעסוקתיות³⁹.

מידע לעובד על חשיפותיו

2.25. המנהל המוסמך יקיים מערך אשר:

- (א) יאפשר לעובד לקבל באופן שוטף את נתוני חשיפותיו⁴⁰.
- (ב) ידווח לעובד, בהקדם, על כל חשיפה שלו, הגבוהה מרמת החקירה (המוגדרת בסעיף 3.11, להלן). הדיווח יהיה בכתב או בע"פ.
- (ג) ידווח בכתב לעובד, לפחות פעם בשנה, על כל חשיפותיו הגבוהות מסף הרישום (המוגדר בסעיף 3.12, להלן), כפי שרשמו במסד הנתונים.

אחריות העובד⁴¹

2.26. בנוסף לכל חובותיו של עובד על פי כל דין, חייב עובד:

- (א) למלא אחר ההנחיות ונוהלי העבודה, המתייחסים לבטיחות קרינה בעבודתו.
- (ב) להשתמש כיאות בצידוד הניטור והבקרה ובאמצעי המגן שסופקו לו.
- (ג) לשתף פעולה, עם הממונים עליו ועם כל מי שיוגדר ע"י המנהל המוסמך, ביישום של תכניות הבטיחות, הניטור ומעקבי החשיפה.
- (ד) לספק לממונים עליו מידע, לרבות מידע רפואי (שיימסר לרופא התעסוקתי), מהעבר ומההווה, הרלוונטי להבטחת הגנה ובטיחות, לעצמו ולאחרים. בפרט, עובד הנחשף לקרינה במקום עבודה אחר בנוסף לוועדה לאנרגיה אטומית – יודיע על כך.
- (ה) להימנע מכל פעולה מכוונת, אשר עלולה להעמיד אותו או אחרים במצבים הנוגדים את דרישות תקן זה.
- (ו) להשתתף בפעולות הדרכה והכשרה, אשר יאפשרו לו לבצע את עבודתו בהתאם לדרישות התקן, כפי שייקבע ע"י הממונים עליו.
- (ז) להתייצב בשרות הרפואי המוסמך, במקום ובמועד שיוורו לו, לביצוע בדיקות רפואיות, כולל בדיקות רדיו-טוקסיקולוגיות, הרלוונטיות לעבודתו בקרינה.

³⁷ תקן BSS, I.4(h)

³⁸ תקן BSS, 2.29

³⁹ תקן BSS, I.32

⁴⁰ תקן BSS, I-47(a)

⁴¹ תקן BSS, I.10

(ח) [עובדת בהריון] – להודיע לממונים עליה אודות הריונה מיד עם היוודע לה הדבר, כדי לאפשר להם לשנות את תנאי עבודתה, אם נדרש⁴².

(ט) לדווח לממונים עליו, בהזדמנות הראשונה, על כל מצב, נסיבות, תקרית או תקלה שהתגלו לו והיוצרים סיכון בטיחותי, המחייב טיפול, או העלולים למנוע עמידה בדרישות תקן זה⁴³.

⁴² תקן BSS, I.16
⁴³ תקן BSS, I.11

3. הגבלת מנות לחשיפות תעסוקתיות

כללי

- 3.1. חשיפות תעסוקתיות של עובדי קרינה תבוקרנה כך שלא תחרוגנה מהגבולות הבאים⁴⁴:
- (א) מנה אפקטיבית ממוצעת של 20 מיליסיוורט בשנה, כאשר הממוצע מחושב על פני 5 שנים עוקבות⁴⁵.
- (ב) מנה אפקטיבית של 50 מיליסיוורט בשנה בודדת כלשהי.
- (ג) מנה אקוויוולנטית לעדשת העין של 150 מיליסיוורט בשנה.
- (ד) מנה אקוויוולנטית לידיים ולרגליים⁴⁶ או לעור של 500 מיליסיוורט בשנה.

עובדים צעירים

- 3.2. חשיפות נוער (בגיל 16-18), במסגרת לימודים או הכשרה מקצועית תבוקרנה כך שלא תחרוגנה מהגבולות הבאים⁴⁷:
- (א) מנה אפקטיבית של 6 מיליסיוורט בשנה.
- (ב) מנה אקוויוולנטית לעדשת העין של 50 מיליסיוורט בשנה.
- (ג) מנה אקוויוולנטית לידיים ולרגליים⁴⁶ או לעור של 150 מיליסיוורט בשנה.

נשים בהיריון ונשים מיניקות⁴⁸

- 3.3. חשיפת אישה בהיריון תוגבל, וזאת החל מהרגע בו הודיעה על הריונה, באופן שיהיה זה לא-סביר שהעובר ייחשף למנה אפקטיבית (מחשיפות חיצוניות ופנימיות גם יחד) העולה על 1 מיליסיוורט במשך תקופת ההיריון הנותרת [3].
- 3.4. בחישוב החשיפה לעובר:
- (א) בחשיפות חיצוניות תיחשב מנה של 1 מיליסיוורט לדופן הבטן של אישה כמנה של 0.5 מיליסיוורט לעובר עבור קרינה חודרת, X או γ , באנרגיה של עד 100 קא"ו וכמנה של 1 מיליסיוורט לעובר עבור קרינה חודרת אחרת.
- (ב) בחשיפות פנימיות תיחשב מנה אפקטיבית מחויבת של 1 מיליסיוורט לגוף האישה כמנה של 1 מיליסיוורט לעובר.
- 3.5. נשים מיניקות לא תועסקנה בעבודה בה קיים סיכון משמעותי לזיהום רדיואקטיבי חיצוני או פנימי לגוף האישה [3a].

עובדים העוסקים בפעולות התערבות

- 3.6. החשיפות לקרינה עקב פעולות התערבות לאחר תקלה \תאונה, הן לעובדי היחידה בה ארעה התאונה, הן לעובדי יחידות אחרות הנחלצים לסייע והן לאנשי ארגוני חרום, תוגבלנה ל- 50

⁴⁴ תקן BSS, II-5

⁴⁵ תחילת המיצוע היא ב- 1 ינואר 2004 ולא יבוצע מיצוע רטרואקטיבי [הערת שוליים 38 של תקן BSS]

⁴⁶ כפות ידיים ואמות עד המרפק; כפות רגליים וקרסוליים.

⁴⁷ תקן BSS, II-6

⁴⁸ תקן BSS, I.17

מיליסיוורט לאירוע (גבול המנה לשנה בודדת כמוגדר בסעיף 3.1 (בי) לעיל)⁴⁹. חריגה מעבר למנות אלה תותר רק באחד מן המקרים הבאים:

(א) להצלת חיים או למניעת פגיעה בריאותית חמורה.

(ב) למניעת מנות קולקטיביות גבוהות במיוחד.

(ג) למניעת אסון רבתי (דהיינו, אסון בקנה מידה גדול שעלול להתרחש אם לא תבוצע פעולת ההתערבות), או להקטנה משמעותית של תוצאות תאונה.

גם במקרים חריגים כאלה, למעט בפעילות מצילת חיים, ייעשה מאמץ להגביל את המנות האפקטיביות לעובדים אל מתחת לפעמיים גבול המנה לשנה בודדת (100 מיליסיוורט). בפעילות מצילת חיים ייעשה כל מאמץ להגביל את המנות לעובדים אל מתחת לעשר פעמים גבול המנה לשנה בודדת (500 מיליסיוורט) במטרה למנוע אפקטים דטרמיניסטיים. בנוסף, עובדים המבצעים פעילות התערבות למטרות (א) - (ג) לעיל, בה מנתם עלולה להתקרב ל-500 מיליסיוורט או לעבור ערך זה, יעשו זאת, רק כאשר התועלת לאחרים תהיה גדולה משמעותית מהנזק העלול להיגרם להם⁵⁰.

3.7. אנשים, העוסקים בפעולות התערבות וצפויים להיחשף למנות קרינה העולות על 50 מיליסיוורט, יהיו מתנדבים בלבד שתודרכו בהתאם, קיבלו מידע על הסיכון הכרוך בפעולה ותורגלו במידת האפשר לביצוע המשימה הנדרשת⁵¹. עבור אנשים, הנמנים עם כוחות חילוץ ייעודיים, יתכנו מצבים בהם הנחיה זו אינה ישימה. החשיפות של אנשים אלה תוגבלנה לרמות שתקבענה על ידי הרשות המוסמכת, בכל מקרה לגופו.

3.8. חשיפות עובד עקב פעולות התערבות בחרום לא ימנעו, בדרך כלל, את המשך חשיפתו התעסוקתית בשגרה. כאשר חשיפתו של העובד גבוהה מעשר פעמים גבול המנה לשנה בודדת, או על פי בקשתו של העובד, המשך החשיפה התעסוקתית יאושר רק לאחר התייעצות עם רופא מומחה לנושא⁵².

3.9. בכל מקרה, בפעולות התערבות תאושרנה החשיפות הצפויות ותפוקחנה בפועל ע"י המנהל המוסמך⁵³, או מי שיאושר על ידו כמוסמך לנושא זה.

חקירה⁵⁴

3.10. המנהל המוסמך יקיים חקירה, בכל מקרה בו נחשף עובד מעל למנת הקרינה המוגדרת בסעיף 3.11 להלן, או כאשר קיים חשש כי חשיפה כזו ארעה, ויתעדה בכתב. שיקולים אד-הוק של מנהל מוסמך עשויים לחייב חקירה גם במנות נמוכות יותר.

3.11. רמת החקירה לחשיפה של עובד קרינה היא מנת הקרינה האפקטיבית או מנה לאיבר, אשר חשיפה אליה (מקרינה חיצונית או פנימית) של עובד, מחייבת בדיקה/חקירה מיוחדת במטרה להפיק לקחים ולצמצם בעתיד, ככל הניתן, את החשיפות מהעיסוק/המקור הנבדקים.

רמת החקירה לחשיפה, שנמצאה בניטור שגרתי, תהיה שלוש עשיריות מגבול המנה המתאים לתקופת המדידה. (גבול המנה לשנה בודדת כמוגדר בסעיף 3.1 (ב) ד) לעיל X תקופת המדידה (בשנים).

⁴⁹ תקן BSS, V.27

⁵⁰ תקן BSS, V.27

⁵¹ תקן BSS, V.28

⁵² תקן BSS, V.32

⁵³ תקן BSS, V.29

⁵⁴ תקן BSS, IV.20

רמת החקירה לחשיפה, שנמצאה בניטור מיוחד (לא ניטור שבשגרה) לחשיפה פנימית תהיה 1/10 מערך ALI המוגדר בסעיף 6.13 להלן.

לדוגמה:

א. אם תג ביקורת הקרינה החיצונית של עובד נקרא פעם בחודש, תהיה רמת החקירה 1.25 מיליסיוורט (המנה הנגזרת לחודש אחד מגבול המנה לשנה בודדת היא החלק ה-12 של 50 מיליסיוורט, דהיינו כ- 4.2 מיליסיוורט. שלוש עשיריות מערך זה מהוות כ- 1.25 מיליסיוורט).

ב. עבור עובדים החשופים לקרינה מזיהום פנימי, להם מבוצעת הערכת חשיפה (למשל ע"י בדיקות שתן) פעם ברבע שנה, תהיה רמת החקירה שלוש עשיריות מ- 12.5 מיליסיוורט, דהיינו 3.75 מיליסיוורט.

מנות נרשמות

3.12. המנה הנרשמת היא ערך המנה, מחשיפה תעסוקתית חיצונית או פנימית, אותו יש לרשום במסד נתוני החשיפה של העובד לצורך מעקב חשיפותיו.

עקב אי-הוודאות הקיימת בכל מדידה פסיקלית ובעקבותיה קיום סף גילוי למכשירי המדידה, ובהיעדר הטעם שברישום חשיפות נמוכות, שאין להן כל משמעות בריאותית, מוגדר סף רישום. מנות מחושבות הנמוכות מסף הרישום תירשמו במסד הנתונים של העובד כ- 0.

המנה הנרשמת היא אפוא:

- המנה המחושבת, אם זו גדולה מסף הרישום או שווה לו.
- 0 - כאשר המנה המחושבת קטנה מסף הרישום.

3.13. סף הרישום יוגדר בנפרד לחשיפות פנימיות ולחשיפות חיצוניות. ניתן לעגל את הסף לעשירית המיליסיוורט הקרובה.

3.14. סף הרישום לחשיפה חיצונית, למעט חשיפה לניטרונים מהירים, ייקבע כסף הגילוי ובלבד שלא יעלה על 1 מיליסיוורט לשנה מוכפל במשך תקופת המדידה בשנים.

דוגמה: לתקופת מדידה של חודש אחד, יהיה סף הרישום 0.1 מיליסיוורט ($0.083=1/12$ מעוגל ל- 0.1).

3.15. סף הרישום לחשיפה לניטרונים מהירים ייקבע כסף הגילוי ובלבד שלא יעלה על 2 מיליסיוורט לשנה מוכפל בתקופת המדידה בשנים⁵⁵.

3.16. סף הרישום לחשיפה פנימית יקבע, לכל רדיונוקליד בנפרד, לפי תקופת המדידה, כ-1 מיליסיוורט לשנה מוכפל בתקופת המדידה בשנים.

דוגמה: לתקופת מדידה של 3 חודשים, יהיה סף הרישום 0.25 מיליסיוורט ($3/12$).

3.17. שיטות המדידה להערכת הנטילה⁵⁶ של חומרים רדיואקטיביים הן בדרך כלל פחות מפותחות מאלה המיושמות להערכת החשיפה לקרינה חיצונית. לפיכך, הערכות החשיפה הפנימית אינן מאפשרות, בדרך כלל, קבלת אותה דרגת דיוק ואותם ערכי סף גילוי נמוכים המושגים במדידות של חשיפות חיצוניות. המנהלים המוסמכים יהיו אחראים להפעיל אמצעים וכלים על פי שיקולי ALARA, הן ישירים והן עקיפים, שיוודאו כי סף הגילוי לחשיפה פנימית לא יעלה על סף

⁵⁵ שיטות המדידה להערכת חשיפה חיצונית לניטרונים הן פחות מפותחות מאלה המיושמות להערכת החשיפה החיצונית לפוטונים (קרינת X, γ) intake⁵⁶

הרישום, המוגדר בסעיף 3.16 לעיל. אמצעי המדידה ואופן ביצוע הערכות החשיפה יפורטו בנהלי עבודה ויבוקרו או יאושרו, לפי העניין, ככלי פורמאלי להערכת חשיפות ע"י הרשות המוסמכת.

שווה ערך כספי לאופטימיזציה

3.18. כאשר תבוצע אופטימיזציה כמותית בשיטות של עלות – תועלת (הקטנת סיכון), שווה הערך הכספי למנת קרינה קולקטיבית ("ערך α ") יהיה \$ 100,000 לאדם X סיורט. משמעות הדבר כי על מנת לחסוך מנת קרינה של 1 אדם X סיורט, מוצדק להשקיע באמצעי הגנה מקרינה סכום של \$ 100,000.

4. הגבלת מנות לחשיפות האוכלוסייה

גבולות מנה לאנשים מן הציבור (מכלל העיסוקים/מקורות)

4.1. החשיפות של אנשים מן הציבור, מכלל העיסוקים/המקורות (כולל מרכז או מתקן גרעיני של הוועדה לאנרגיה אטומית), לא תעבורנה את הגבולות הבאים⁵⁷:

(א) מנה אפקטיבית של 1 מיליסיוורט בשנה.

(ב) בנסיבות מיוחדות, ניתן יהיה להתיר בשנה בודדת מנה גבוהה יותר – עד כדי 5 מיליסיוורט – ובלבד שהמנה הממוצעת ב- 5 שנים עוקבות לא תעלה על 1 מיליסיוורט בשנה.

(ג) מנה אקוויולנטית לעדשת העין של 15 מיליסיוורט בשנה.

(ד) מנה אקוויולנטית לעור של 50 מיליסיוורט בשנה.

4.2. המנה הקולקטיבית הנגרמת לכלל האוכלוסייה מכלל העיסוקים/המקורות תשמר ברמה נמוכה ככל האפשר (עיקרון ALARA), בהתחשב בין היתר בשיקולים כלכליים וחברתיים.

המנה המרבית לאנשים מן הציבור מעיסוק/מקור בודד

4.3. המנה המרבית לאיש מן הציבור מעיסוק/מקור בודד תהיה 0.3 מיליסיוורט בשנה ל"אדם הנחשף ביותר" ע"פ המלצות ICRP לחסם מנה לעיסוק בודד [2].

4.4. בהקשר של מנה מרבית זו תחשב הפעילות של מרכז גרעיני או של מתקן גרעיני של הוועדה לאנרגיה אטומית כעיסוק בודד, הכפוף לחסם המנה המומלץ ע"י ה-ICRP ומוזכר לעיל.

4.5. המנה המרבית, המצוינת בסעיף 4.3, נמוכה מהמנה המתקבלת כתוצאה מחשיפה חיצונית לרקע הטבעי. לאור זאת, בחינת העמידה במגבלה זו יכולה להיעשות, חלקה או מרביתה, ע"י חישובים.

הערה: הגוף הממונה על בטיחות הקרינה (ועל גבולות המנה המוגדרים לעיל) לאנשים מן הציבור ולכלל האוכלוסייה במדינת ישראל הוא המשרד לאיכות הסביבה. המנה המרבית כפי שנקבעה בסעיף 4.3, לעיל, עבור פעילות מתקני הוועדה לאנרגיה אטומית, תואמת את הגבלת המנות המפורטת בסעיף 4.1 לעיל.

5. פטורים

- 5.1. הטיפול בפטורים מרישום, רישוי ופיקוח ינוהל בהתאם ל- Schedule I בתקן BSS, כמפורט בסעיפים 5.2 – 5.5 להלן.
- 5.2. ככלל, ניתן לפטור עיסוק או מקור קרינה הכלול בעיסוק מרישום, רישוי ופיקוח (המחויבים על פי סעיף 2.7 לעיל), אם התנאים הבאים מתקיימים בכל המצבים האפשריים⁵⁸:
- (א) המנה האפקטיבית הצפויה להיגרם לאיש מן הציבור עקב העיסוק או המקור הנידון תהיה נמוכה מ- 10 מיקרוסיוורט בשנה; **וגם** :
- (ב) המנה הקולקטיבית הצפויה בשנה אחת מהעיסוק או המקור הנידון, אינה עולה על 1 אדס X סיוורט; **או** שהערכה, הנעשית במסגרת תהליך האופטימיזציה, מראה כי פטור הוא האופציה האופטימלית.
- 5.3. ניתן לפטור מרישום, מרישוי ומפיקוח חומרים רדיואקטיביים המוחזקים במעבדה אחת, ועבורם האקטיביות הכוללת של הרדיונוקלידים או ריכוז האקטיביות שלהם, אינם עולים על הערכים המפורטים בנספח ב'⁵⁹.
- 5.4. מחוללי קרינה מסוג שאושר לשימוש ע"י מנהל מוסמך ושפורות אלקטרוניות (כגון שפורות קתודיות) פטורים מרישום, מרישוי ומפיקוח אם⁶⁰:
- (א) אינם גורמים, בתנאי עבודה רגילים, לקצב מנה אקוויולנטית, מקיפה (Ambient) או כיוונית, לפי העניין, העולה על 1 מיקרוסיוורט בשעה במרחק של 0.1 מ' מכל משטח נגיש על המכשיר; **או**
- (ב) האנרגיה המרבית של הקרינה הנוצרת בהם אינה עולה על 5 קא"ו.
- 5.5. מכשיר המכיל מקורות חתומים מסוג המאושר לשימוש ע"י מנהל מוסמך, פטור מרישום, מרישוי ומפיקוח, גם אם אינו עומד במגבלות הכמותיות והריכוזים המופיעות בנספח ב' אם⁶¹:
- (א) אינו גורם, בתנאי הפעלה רגילים, לקצב מנה אקוויולנטית, מקיפה או כיוונית לפי העניין, העולה על 1 מיקרוסיוורט בשעה במרחק של 0.1 מ' מכל משטח נגיש על המכשיר; **וכן**
- (ב) מנהל מוסמך קבע את הדרכים לפינוי/סילוק המקורות עם תום השימוש בהם.

⁵⁸ תקן BSS, I-3

⁵⁹ תקן BSS, I-4

⁶⁰ תקן BSS, I-4

⁶¹ תקן BSS, I-5

6. כללים לחישוב מנות ולאימות עמידה בגבולות המנה

כללי

- 6.1. ההנחיות המפורטות בפרק זה חלות על חישוב והערכת מנות, הן לעובדים והן לאנשים מן הציבור, הן לחשיפות בפועל והן להערכה של חשיפות פוטנציאליות, הכול לפי העניין והצורך.
- 6.2. בחשיפות פנימיות, המנה שתירשם ותיבחן לצורך העמידה בגבולות המנה, תהיה מנה אפקטיבית מחויבת לתקופה של 50 שנה למבוגרים ושל 70 שנה לילדים⁶².
- 6.3. המנה הצפויה מעיסוקים תוערך בהתחשב בפרקי הזמן, בהם עובד או איש מן הציבור עשוי להיחשף לקצבי מנה שונים. הערכה זו תיעשה בצורה שמרנית תוך החמרה במספר השעות, בהן האנשים עשויים להימצא בקצבי החשיפה הגבוהים יותר. לעובדים הנמצאים רוב זמנם בסביבת עבודה אחת עם קצב מנה קבוע, בקירוב, יונח כי הם נמצאים 2000 שעות בשנה בסביבה זו, אלא אם יש הצדקה לסטות מערך זה.
- 6.4. הערכת המנות מחשיפות פנימיות ע"י מדידות קרינה כל גופיות או ממוקדות לאיבר מסוים, או בדיקות רדיוטוקסיקולוגיות של שתן ושל צואה תבוצע בהתאם להנחיות, ולמתודולוגיה המוצעת ע"י ה-ICRP [4] ובעזרת כלי חישוב מתאימים.
- לתקופה של מעבר, הנובע מהצורך לקליטת כלי חישוב אלה, בדיקתם ואישורם, ניתן יהיה להמשיך ולהשתמש בכלי חישוב קיימים, המבוססים על מודלים קודמים של ICRP [9, 10]. תקופת המעבר תוגדר ותאושר ע"י הרשות המוסמכת.
- 6.5. המנות, שיבחנו לצורך אימות העמידה, בתקופה נתונה, בגבולות המנה המוגדרים בפרקים 3 ו-4 לעיל, תהיינה המנות הכוללות לאותה תקופה⁶³.
- 6.6. הערכת המנות לאנשים מן הציבור לשם אימות העמידה בגבולות המנה המפורטים בפרק 4 לעיל ולשם השוואה לרמות הפעולה, המוגדרות בפרק 7, להלן, תיעשה לקבוצה הקריטית⁶⁴.
- 6.7. אימות העמידה בגבולות המנה המפורטים בפרקים 3 ו-4 לעיל ייעשה בהתאם לכללים ולשיטות המפורטות בתקן BSS, Schedule II, פסקאות II-12 עד II-18.

מקדמים של מנה אפקטיבית מחויבת (סיוורט/בקרל ננשם, סיוורט/בקרל נבלע) ופרמטרים פיזיולוגיים.

- 6.8. בהערכת המנות האפקטיביות המחויבות לעובדים ולאנשים מן הציבור כתוצאה מחשיפה ע"י נשימה או בליעה של רדיונוקלידים שונים, ייעשה שימוש במקדמים המפורטים בטבלאות II-III, II-X, II-IX, II-VII, II-VI, של תקן BSS, Schedule II. מקדמים אלה מבוססים, עבור סיכוני הנשימה, על מודל מערכת הנשימה של ICRP [4], וייעשה בהם שימוש בתנאי וקיימים עבורם כלי חישוב אופרטיביים. בתקופת המעבר המוגדרת בסעיף 6.4 לעיל ניתן יהיה להשתמש במקדמים אחרים, המפורטים ב- [9, 10].
- 6.9. מקדמי המנה מנשימה, ופרמטרים פיזיולוגיים ופיזיקאליים אחרים, למשל אלה הקשורים לתנועה של חלקיקים, להערכת חשיפות פנימיות לעובדים ולאנשים מן הציבור יהיו אלה המתאימים לקוטר⁶⁵ חלקיקים של 5 מיקרומטר ושל 1 מיקרומטר, בהתאמה [4a].

⁶² תקן BSS, II-10

⁶³ תקן BSS, II-11

⁶⁴ תקן BSS, II-8

6.10. קצבי הנשימה יקבעו, בהתאם לקבוצת הגיל ואופי הפעילות, לפי הנחיות ה-ICRP [4b]. ערכים של פרמטרים פיזיולוגיים אחרים יילקחו מפרסומים תקפים של ה-ICRP [4, 5].

6.11. שבר הנטילה המועבר מהמעיי לנזלי הגוף (f_1) והקבוצה של מהירות הספיגה של התרכובות שחדרו למערכת הנשימה יקבעו לפי טבלאות II-VIII, II-V, II-IV בתקן BSS, Schedule II.

6.12. ניתן לסטות מהקביעות של סעיפים 6.8 – 6.11 לעיל, אם יש מידע המצדיק סטייה זאת. הסטייה יכולה להיות ייחודית, להערכת חשיפה מסוימת, או כוללת לקבוצה של הערכות חשיפה (למשל, לפעילות קבועה במעבדה עם רדיונוקליד מסוים). במקרים בהם נעשה שימוש בסטייה ייחודית, הדבר יוצג בצורה ברורה ומנומקת בדו"ח בטיחות. הנימוקים לסטייה כוללת יוצגו בדו"ח מיוחד או בהבלטה בפרק מיוחד בדו"ח בטיחות, יאושרו ע"י המנהל המוסמך ויובאו לידיעת הרשות המוסמכת.

ערכים נגזרים:

ערכי ALI (Annual Limit on Intake) וערכי DAC (Derived Air Concentration)

6.13. כאשר נעשה שימוש בערך ALI, לצורך בקרת החשיפה הפנימית של עובד קרינה, עבור רדיונוקליד מסוים, הוא יחושב לפי גבול מנה אפקטיבית מחויבת של 20 מיליסיוורט בשנה [8].

6.14. כאשר נעשה שימוש בערך DAC, הוא יחושב לפי ערך ALI לנשימה לעובדים, ולפי 2000 שעות עבודה בשנה, או ערך אחר, אם יש לכך הצדקה (למשל, מעבדה שאינה מופעלת בכל שעות העבודה).

6.15. ערכים נגזרים אלה יחושבו לפי הכללים בסעיפים 6.8 עד 6.12 לעיל.

7. הטיפול במצב חירום רדיולוגי

כללי

7.1. פרק זה דן בפעולות ההגנה המיידיות הננקטות תוך שעות מתחילת האירוע המביא למצב חירום רדיולוגי ושנקיטתן נמשכת עד שבוע לכל היותר.

הצדקת ההתערבות

7.2. פעולות הגנה תינקטנה במצבי חירום רדיולוגי כדי למנוע או להפחית מנות קרינה לעובדים ולאנשים מן הציבור בכל מקרה שיש הצדקה לנקיטתן⁶⁶. פעולות הגנה תהיינה מוצדקות כמעט בוודאות כאשר מנת הקרינה הצפויה עלולה לגרום לפגיעה חמורה לאדם כל שהוא⁶⁷. מנות הקרינה היכולות לגרום לפגיעה חמורה (אפקט דטרמיניסטי) מוצגות בטבלה 1 ד שבנספח ד'.

אופטימיזציה של פעולות הגנה

7.3. יש לקבוע את אופי פעולות ההגנה, היקפן ומשך הזמן להפעלתן בצורה מיטבית כך שיביאו את התועלת הנקיה (בניכוי הנזק) המרבית, בהתחשב בתנאים הכלכליים והחברתיים ובאפשרויות הספציפיות לכל מקרה ומקרה⁶⁸. ההחלטה על התערבות במצבים של חשיפות חירום תיבחן על בסיס רמות התערבות ורמות התערבות נגזרות⁶⁹.

7.4. תוצאותיה של אופטימיזציה גנרית מעין זו מוצגות בטבלה 1 שבסעיף 7.13. בהעדר הנחיות אחרות של הרשות המוסמכת, ההנחיות הפרטניות לטיפול במצב חירום רדיולוגי, כולל הסוג וההיקף של פעולות ההגנה שמן הראוי לנקוט ומשך הפעלתן, יהיו כמפורט בסעיפים 7.6 – 7.16 להלן.

7.5. רמות ההתערבות המפורטות בטבלה 1 תשמשנה להכנת תכניות חירום וכאמת מידה התחלתית לייזום פעולות הגנה. עם התקדמות פעולות ההגנה ניתן לבחון רמות אלה מחדש על בסיס הנתונים בשטח וכיוון ההתפתחות של האירועים⁷⁰.

אחריות⁷¹

7.6. המנהל המוסמך יהיה אחראי ליישום של דרישות התקן בתחום אחריותו, כולל הדרישות המתייחסות לצוותים של ארגוני החירום הפועלים בתחומי המרכז הגרעיני. הדבר יעשה תוך עריכת נוהלי עבודה וסידורים ארגוניים, ותוך מתן עדיפות לאמצעים טכניים להגבלת חשיפות. הוועדה לאנרגיה אטומית תייעץ לפי הצורך לארגוני החירום האחראיים בכל הקשור לנקיטת פעולות הגנה מחוץ למרכזיה.

הודעה⁷²

7.7. המנהל המוסמך יהיה אחראי להודיע לרשות המוסמכת על כל אירוע המביא, או עלול להביא, למצב חירום רדיולוגי. הדיווח יתחיל מייד עם גילוי התקלה ויימשך באופן שוטף תוך הערכת המצב בכל שלבי ההתערבות עד לסיום מצב החירום הרדיולוגי. הדיווח יתייחס לאופי התקרית,

⁶⁶ תקן BSS, 3.3

⁶⁷ תקן BSS, V.10

⁶⁸ תקן BSS, 3.4

⁶⁹ תקן BSS, V.8

⁷⁰ תקן BSS, V.9

⁷¹ תקן BSS, 3.7 – 3.8

⁷² תקן BSS, 3.12

ממדיה, והערכות של מנות הקרינה לעובדי המרכז הגרעיני, לצוותי החירום ולאנשים מן הציבור כתוצאה מן החשיפות שאירעו או שעדיין צפויות.

הכנת תכניות חירום

7.8. המנהל המוסמך יכין תכנית חירום שתגדיר את פעולת הצוותים עליהם הוא אחראי ושתתייחס גם לקשר השוטף עם ארגוני החירום⁷³.

7.9. הרשות המוסמכת תוודא כי⁷⁴:

(א) יוכנו ויאושרו תכניות חירום לכל מקור או עיסוק שבאחריות הוועדה לאנרגיה אטומית או בתחומי מרכזיה, העלול לגרום למצב חירום רדילוגי.

(ב) תכניות החירום יתייחסו לתאום הסיוע הנדרש מארגוני החירום האחראיים.

(ג) תכניות החירום יוכנו בהתאם להערכות הסיכונים וניתוח תרחישי תאונות ותוך לקיחה בחשבון של הנסיון התפעולי ושל תקריות שאירעו בעבר עם מתקנים דומים.

(ד) תכניות החירום ייבחנו ויעודכנו באופן תקופתי.

(ה) יוכנו תכניות הכשרה והדרכה לצוותי החירום ויקוימו תרגילים בהפרישי זמן סבירים.

(ו) מידע יימסר לרשויות המקומיות, לבסיסי צה"ל ולגופים אחרים שבסביבת המרכז הגרעיני ושיושביהם עלולים להיות מושפעים במקרה של תקרית.

7.10. תכניות החירום יתייחסו, בין היתר, לנושאים הבאים⁷⁵:

(א) הגדרת האחריות וחלוקתה בכל הקשור לייזום ההתערבות ולהעברת הודעות ודיווחים.

(ב) זיהוי המצבים התפעוליים והאחרים היכולים להביא לצורך בהתערבות.

(ג) פירוט פעולות ההגנה ורמות ההתערבות שנקבעו לכל אחת מהן.

(ד) פירוט האמצעים הנדרשים להתערבות ואופן הפעלתם.

(ה) נהלים, הכוללים את אמצעי הדיווח והשליטה, ליצירת קשר עם הרשות המוסמכת ולקבלת סיוע מארגוני החירום האחראיים.

(ו) תיאור השיטות והכלים בהם יש להשתמש להערכת חומרת התקרית והשפעותיה בתחום המרכז הגרעיני ומחוצה לו.

(ז) תיאור ערוצי ההודעה וההסברה לציבור במקרה של תקרית.

(ח) אמות המידה להפסקת פעולות ההגנה שננקטו.

יישום תכניות החירום⁷⁶

7.11. תכניות החירום המתייחסות לטיפול בתקרית בתוך תחומי המרכז הגרעיני ייושמו על ידי המנהל המוסמך בסיוע ארגוני החירום.

פעולות של הוועדה לאנרגיה אטומית, כגון ניטור או יעוץ מקצועי שיש לנקוט מחוץ לתחומי המרכזים ייושמו על ידי המנהלים המוסמכים, הנוגעים בדבר, כסיוע לארגוני החירום האחראיים.

⁷³ תקן BSS, V.2

⁷⁴ תקן BSS, V.3

⁷⁵ תקן BSS, V.4

⁷⁶ תקן BSS, V.6-V.7

7.12. המנהל המוסמך יבטיח קיום סידורים שיאפשרו קבלת מידע במהירות והעברתו לארגוני החירום האחראיים ולרשות המוסמכת, לשם:

- (א) הערכה מוקדמת של היקף התקרית.
- (ב) הערכה שוטפת של תנאי התקרית עם התפתחותה.
- (ג) החלטה על הצורך בפעולות הגנה.

התערבות במצבי חשיפת חירום

7.13. ההחלטה לנקוט פעולות הגנה מיידיות תתקבלנה לאור הנסיבות השוררות בזמן התקרית ועל בסיס התחזית לאפשרות שחרור של חומרים רדיואקטיביים לסביבה. מן הראוי לא לדחות את ההחלטה על נקיטת פעולות אלה עד לקבלת מדידות לאישור השחרור. בקביעת סדר העדיפות לנקיטת פעולות הגנה, יש להתחשב ברגישותם הגבוהה יותר לקרינה של ילדים ועוברים (נשים בהריון). בנוסף לפעולות אלה, תשקלנה פעולות הגנה אחרות, כמו שימוש בציוד מגן נשימתי וטיהור אישי, ואלה יינקטו על פי החלטת המנהל המוסמך או ארגוני החירום האחראיים, לפי העניין.⁷⁸

רמות ההתערבות ופעולות ההגנה המיידיות שניתן לנקוט מפורטות בטבלה 1 ויצוינו בתוכניות החירום.⁷⁹ לכל פעולת הגנה נקבעו שתי רמות התערבות (רמה א' ורמה ב') שמשמעותן היא כדלקמן:

- אם המנהל הנחשבת על ידי פעולת ההגנה הספציפית אינה עולה על רמה א', אין צורך לנקוט אותה פעולה, אולם רצוי לשקול כדאיות נקיטתה ולבצעה אם המצב בשטח מאפשר זאת.
- אם המנהל הנחשבת על ידי פעולת ההגנה הספציפית עולה על רמה א' ונופלת מרמה ב', מן הראוי לנקוט אותה פעולת הגנה. אפשרית הנחייה של הרשות המוסמכת או של ארגוני החירום האחראיים, השוללת נקיטת פעולה כזו.
- אם המנהל הנחשבת על ידי פעולת ההגנה הספציפית עולה על רמה ב', מוצדק כמעט תמיד לנקוט אותה פעולה.

פעולות ההגנה אותן יש לנקוט מפורטות בטבלה 1: הסתגרות בבתים, נטילת KI (למקרה של פיזור יוד רדיואקטיבי בעקבות תקרית בכור גרעיני) ופינוי.

⁷⁷ תקן BSS, V.5
⁷⁸ תקן BSS, V.11
⁷⁹ תקן BSS, V.12

טבלה 1: רמות ההתערבות לפעולות ההגנה השונות

(מבוטאות כמנות קרינה אפקטיביות/אקוויוולנטיות מחויבות הנחשכות על ידי נקיטת פעולות ההגנה)

פעולת הגנה	מנה נחסכת - רמה א'	מנה נחסכת - רמה ב'
הסתגרות בבתים/מקלוט	10 mSv לגוף כולו עקב שהייה של עד יומיים	50 mSv לגוף כולו עקב שהייה של עד יומיים
נטילת KI **	50 mSv לבלוטת התריס	250 mSv לבלוטת התריס
פינוי זמני	50 mSv לגוף כולו עקב שהייה של עד שבוע	150 mSv לגוף כולו עקב שהייה של עד שבוע *

* במצב חירום לאומי: 250 mSv לגוף כולו עקב שהייה של עד שבוע.

** בישובים בהם חולק מראש KI, רמה ב' תהיה קרובה מאד לרמה א' מאחר ובמצב זה המשאבים הדרושים לנטילת KI זניחים למעשה.

הערכת חשיפת האוכלוסייה⁸⁰

7.14. יש לעשות מאמץ סביר להעריך את חשיפת האוכלוסייה כתוצאה מהתקרית על בסיס מדידות ונתונים הנאספים בשטח. יש להביא את תוצאות ההערכה לידיעת הציבור. יש לעדכן את ההערכות על בסיס נתונים חדשים העשויים להביא להערכות מדויקות יותר באופן משמעותי. יש לשמור את רישומי ההערכות ועדכוניהן.

הפסקת ההתערבות⁸¹

7.15. מן הראוי להפסיק את פעולות ההגנה שנקטו לאחר תקרית כאשר ההערכות המבוצעות באופן שוטף מצביעות על כך שפעולות הגנה אלה אינן מוצדקות יותר, כלומר המנה הנחסכת על ידי המשך פעולת ההגנה קטנה באופן ברור מרמת ההתערבות.

הגנת העובדים העוסקים בפעולות התערבות עקב מצב חירום רדיולוגי

7.16. חשיפות חירום תוגבלנה כאמור בסעיפים 3.6 עד 3.9 לעיל.

⁸⁰ תקן BSS, V.23-V.25

⁸¹ תקן BSS, V.26

סימוכין

1. International Basic Safety Standards for the Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No. 115, IAEA. Vienna. 1996.
2. ICRP Publication 82. Protection of the Public in Situations of Prolonged Radiation Exposure, 1999; Paragraph 38.
3. Council Directive 96/29/EURATOM, 13.5.1996. Laying down Basic Safety Standards for the Protection of the Health of Workers and the General Public against the Dangers Arising from Ionizing Radiation, The Official Journal *of* the European Communities No. L159, 29.6.1996; Article 10(1).
 - 3.a Ibid, Article 10(2).
4. ICRP Publication 66, Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection. 1994.
 - 4.a Ibid, paragraphs 181, D196.
 - 4.b Ibid, tables BI6A, BI6B, B17.
5. ICRP Publication 89, Basic Anatomical and Physiological Data for Use in Radiological Protection - Reference Values, 2003.
6. Occupational Radiation Protection, IAEA Safety Standards Series, Safety Guide No. RS-G-1.1, Vienna, 1999; Paragraphs 4.5, 4.14.
 - 6.a Ibid, paragraph 4.6.
 - 6.b Ibid, paragraph 4.17.
 - 6.c Ibid, paragraph 4.21.
7. Considerations on the Concept of Dose Constraint: A Report by a Joint Group of Experts from the OECD Nuclear Energy Agency and the European Commission, OECD/NEA, Paris, 1996.
8. ICRP Publication 78, Individual Monitoring for Internal Exposure of Workers, 1997; Paragraph 8.3.
9. ICRP Publication 30, Limits for Intakes of Radionuclides by Workers,
10. ICRP Publications 54, Individual Monitoring for Intakes of Radionuclides by Workers: Design and Interpretation. 1988

נספח א': פרקים מתוך תקן BSS שאינם רלוונטיים לתקן זה
(תקן להגנה מקרינה מייננת של הוועדה לאנרגיה אטומית הישראלית)

1. Appendix II: Medical exposure
2. Appendix III: 1) Monitoring of public exposure.
2) Consumer products.
3. Schedule III: Guidance levels of dose, dose rate and activity for medical exposure.
4. Schedule IV: Dose levels at which intervention is expected to be undertaken under any circumstances.

נספח ב': ערכי אקטיביות של רדיונוקלידים וריכוזי אקטיביות שלהם המאפשרים פטור

1. הנתונים בטבלה ב-1 לקוחים מטבלה I-I של תקן BSS ומאפשרים פטור לפי סעיף 5.3 בגוף התקן. הפטור הוא לחומרים רדיואקטיביים המוחזקים במעבדה אחת, כאשר האקטיביות הכוללת של רדיונוקליד מסוים או ריכוז האקטיביות של אותו רדיונוקליד, אינם עולים על הערכים המפורטים בטבלה ב-1⁵⁹.

2. רמות פטור אלה כפופות לתנאים הבאים⁸²:

(א) במקרה שבמעבדה נמצאים בו-זמנית מספר רדיונוקלידים יש לבחון את סכום היחסים בין האקטיביות או בין ריכוז האקטיביות של כל הרדיונוקלידים ובין רמות הפטור המתאימות להן שבטבלה (ראה סעיף 3 להלן).

(ב) הרשות המוסמכת עשויה לדרוש בחינה נוספת של מתן פטור עבור כמויות גדולות של חומרים, אף אם ריכוזי האקטיביות נמוכים מרמות הפטור בטבלה.

3. פטור עבור יותר מרדיונוקליד אחד במעבדה אחת יינתן אם מתקיים:

$$\sum_i (ACT_i/LIM_ACT_i) \leq 1$$

או

$$\sum_i (ACT_CONC_i/LIM_ACT_CONC_i) \leq 1$$

כאשר :

- ACT_i - האקטיביות של רדיונוקליד i
- LIM_ACT_i - גבול האקטיביות של רדיונוקליד i , המאפשר פטור לפי טבלה ב-1
- ACT_CONC_i - ריכוז האקטיביות של רדיונוקליד i
- $LIM_ACT_CONC_i$ - גבול ריכוז האקטיביות של רדיונוקליד i , המאפשר פטור לפי טבלה ב-1

והסכום הוא על כל הרדיונוקלידים עבורם מבוקש פטור.

⁸² תקן BSS, I-4(a), הערת שולים 36

טבלה ב-1: ערכי אקטיביות של רדיונוקלידים וריכוזי אקטיביות שלהם

המאפשרים פטור

אקטיביות (בקרל)	ריכוז אקטיביות (בקרל/גרם)	נוקליד
1×10^6	1×10^1	Fe-52
1×10^6	1×10^4	Fe-55
1×10^6	1×10^1	Fe-59
1×10^6	1×10^1	Co-55
1×10^5	1×10^1	Co-56
1×10^6	1×10^2	Co-57
1×10^6	1×10^1	Co-58
1×10^7	1×10^4	Co-58m
1×10^5	1×10^1	Co-60
1×10^6	1×10^3	Co-60m
1×10^6	1×10^2	Co-61
1×10^5	1×10^1	Co-62m
1×10^8	1×10^4	Ni-59
1×10^8	1×10^5	Ni-63
1×10^6	1×10^1	Ni-65
1×10^6	1×10^2	Cu-64
1×10^6	1×10^1	Zn-65
1×10^6	1×10^4	Zn-69
1×10^6	1×10^2	Zn-69m
1×10^5	1×10^1	Ga-72
1×10^8	1×10^4	Ge-71
1×10^7	1×10^3	As-73
1×10^6	1×10^1	As-74
1×10^5	1×10^2	As-76
1×10^6	1×10^3	As-77
1×10^6	1×10^2	Se-75
1×10^6	1×10^1	Br-82
1×10^9	1×10^2	Kr-74
1×10^9	1×10^2	Kr-76

אקטיביות (בקרל)	ריכוז אקטיביות (בקרל/גרם)	נוקליד
1×10^9	1×10^6	H-3
1×10^7	1×10^3	Be-7
1×10^7	1×10^4	C-14
1×10^9	1×10^2	O-15
1×10^6	1×10^1	F-18
1×10^6	1×10^1	Na-22
1×10^5	1×10^1	Na-24
1×10^6	1×10^3	Si-31
1×10^5	1×10^3	P-32
1×10^8	1×10^5	P-33
1×10^8	1×10^5	S-35
1×10^6	1×10^4	Cl-36
1×10^5	1×10^1	Cl-38
1×10^8	1×10^6	Ar-37
1×10^9	1×10^2	Ar-41
1×10^6	1×10^2	K-40
1×10^6	1×10^2	K-42
1×10^6	1×10^1	K-43
1×10^7	1×10^4	Ca-45
1×10^6	1×10^1	Ca-47
1×10^6	1×10^1	Sc-46
1×10^6	1×10^2	Sc-47
1×10^5	1×10^1	Sc-48
1×10^5	1×10^1	V-48
1×10^7	1×10^3	Cr-51
1×10^5	1×10^1	Mn-51
1×10^5	1×10^1	Mn-52
1×10^5	1×10^1	Mn-52m
1×10^9	1×10^4	Mn-53

אקטיביות (בקרל)	ריכוז אקטיביות (בקרל/גרם)	נוקליד
1×10^9	1×10^2	Kr-77
1×10^5	1×10^3	Kr-79
1×10^8	1×10^3	Tc-97
1×10^7	1×10^3	Tc-97m
1×10^7	1×10^4	Tc-99
1×10^7	1×10^2	Tc-99m
1×10^7	1×10^2	Ru-97
1×10^6	1×10^2	Ru-103
1×10^6	1×10^1	Ru-105
1×10^5	1×10^2	Ru-106*
1×10^8	1×10^4	Rh-103m
1×10^7	1×10^2	Rh-105
1×10^8	1×10^3	Pd-103
1×10^6	1×10^3	Pd-109
1×10^6	1×10^2	Ag-105
1×10^6	1×10^1	Ag-110m
1×10^6	1×10^3	Ag-111
1×10^6	1×10^4	Cd-109
1×10^6	1×10^2	Cd-115
1×10^6	1×10^3	Cd-115m
1×10^6	1×10^2	In-111
1×10^6	1×10^2	In-113m
1×10^6	1×10^2	In-114m
1×10^6	1×10^2	In-115m
1×10^7	1×10^3	Sn-113
1×10^5	1×10^2	Sn-125
1×10^4	1×10^2	Sb-122
1×10^6	1×10^1	Sb-124
1×10^6	1×10^2	Sb-125
1×10^7	1×10^2	Te-123m
1×10^7	1×10^3	Te-125m
1×10^6	1×10^3	Te-127

אקטיביות (בקרל)	ריכוז אקטיביות (בקרל/גרם)	נוקליד
1×10^6	1×10^1	Mn-54
1×10^5	1×10^1	Mn-56
1×10^7	1×10^4	Kr-81
1×10^{12}	1×10^5	Kr-83m
1×10^4	1×10^5	Kr-85
1×10^{10}	1×10^3	Kr-85m
1×10^9	1×10^2	Kr-87
1×10^9	1×10^2	Kr-88
1×10^5	1×10^2	Rb-86
1×10^6	1×10^2	Sr-85
1×10^7	1×10^2	Sr-85m
1×10^6	1×10^2	Sr-87m
1×10^6	1×10^3	Sr-89
1×10^4	1×10^2	Sr-90*
1×10^5	1×10^1	Sr-91
1×10^6	1×10^1	Sr-92
1×10^5	1×10^3	Y-90
1×10^6	1×10^3	Y-91
1×10^6	1×10^2	Y-91m
1×10^5	1×10^2	Y-92
1×10^5	1×10^2	Y-93
1×10^7	1×10^3	Zr-93*
1×10^6	1×10^1	Zr-95
1×10^5	1×10^1	Zr-97*
1×10^7	1×10^4	Nb-93m
1×10^6	1×10^1	Nb-94
1×10^6	1×10^1	Nb-95
1×10^6	1×10^1	Nb-97
1×10^5	1×10^1	Nb-98
1×10^6	1×10^1	Mo-90
1×10^8	1×10^3	Mo-93
1×10^6	1×10^2	Mo-99

נוקליד	ריכוז אקטיביות (בקרל/גרם)	אקטיביות (בקרל)
Te-127m	1×10^3	1×10^7
Te-129	1×10^2	1×10^6
Te-129m	1×10^3	1×10^6
Ce-143	1×10^2	1×10^6
Ce-144*	1×10^2	1×10^5
Pr-142	1×10^2	1×10^5
Pr-143	1×10^4	1×10^6
Nd-147	1×10^2	1×10^6
Nd-149	1×10^2	1×10^6
Pm-147	1×10^4	1×10^7
Pm-149	1×10^3	1×10^6
Sm-151	1×10^4	1×10^8
Sm-153	1×10^2	1×10^6
Eu-152	1×10^1	1×10^6
Eu-152m	1×10^2	1×10^6
Eu-154	1×10^1	1×10^6
Eu-155	1×10^2	1×10^7
Gd-153	1×10^2	1×10^7
Gd-159	1×10^3	1×10^6
Tb-160	1×10^1	1×10^6
Dy-165	1×10^3	1×10^6
Dy-166	1×10^3	1×10^6
Ho-166	1×10^3	1×10^5
Er-169	1×10^4	1×10^7
Er-171	1×10^2	1×10^6
Tm-170	1×10^3	1×10^6
Tm-171	1×10^4	1×10^8
Yb-175	1×10^3	1×10^7
Lu-177	1×10^3	1×10^7
Hf-181	1×10^1	1×10^6
Ta-182	1×10^1	1×10^4

נוקליד	ריכוז אקטיביות (בקרל/גרם)	אקטיביות (בקרל)
Mo-101	1×10^1	1×10^6
Tc-96	1×10^1	1×10^6
Tc-96m	1×10^3	1×10^7
Te-131	1×10^2	1×10^5
Te-131m	1×10^1	1×10^6
Te-132	1×10^2	1×10^7
Te-133	1×10^1	1×10^5
Te-133m	1×10^1	1×10^5
Te-134	1×10^1	1×10^6
I-123	1×10^2	1×10^7
I-125	1×10^3	1×10^6
I-126	1×10^2	1×10^6
I-129	1×10^2	1×10^5
I-130	1×10^1	1×10^6
I-131	1×10^2	1×10^6
I-132	1×10^1	1×10^5
I-133	1×10^1	1×10^6
I-134	1×10^1	1×10^5
I-135	1×10^1	1×10^6
Xe-131m	1×10^4	1×10^4
Xe-133	1×10^3	1×10^4
Xe-135	1×10^3	1×10^{10}
Cs-129	1×10^2	1×10^5
Cs-131	1×10^3	1×10^6
Cs-132	1×10^1	1×10^5
Cs-134m	1×10^3	1×10^5
Cs-134	1×10^1	1×10^4
Cs-135	1×10^4	1×10^7
Cs-136	1×10^1	1×10^5
Cs-137	1×10^1	1×10^4
Cs-138	1×10^1	1×10^4

אקטיביות (בקרל)	ריכוז אקטיביות (בקרל/גרם)	נוקליד
1×10^7	1×10^3	W-181
1×10^7	1×10^4	W-185
1×10^6	1×10^2	W-187
1×10^6	1×10^3	Re-186
1×10^5	1×10^2	Re-188
1×10^8	1×10^1	Rn-222*
1×10^5	1×10^2	Ra-223*
1×10^5	1×10^1	Ra-224*
1×10^5	1×10^2	Ra-225
1×10^4	1×10^1	Ra-226*
1×10^6	1×10^2	Ra-227
1×10^5	1×10^1	Ra-228*
1×10^6	1×10^1	Ac-228
1×10^7	1×10^3	Th-226*
1×10^4	1×10^1	Th-227
1×10^4	1×10^0	Th-228*
1×10^3	1×10^0	Th-229*
1×10^4	1×10^0	Th-230
1×10^7	1×10^3	Th-231
1×10^3	1×10^0	Th טבעי - (כולל Th-232)
1×10^5	1×10^3	Th-234*
1×10^6	1×10^1	Pa-230
1×10^3	1×10^0	Pa-231
1×10^7	1×10^2	Pa-233
1×10^5	1×10^1	U-230*
1×10^7	1×10^2	U-231
1×10^3	1×10^0	U-232*
1×10^4	1×10^1	U-233
1×10^4	1×10^1	U-234
1×10^4	1×10^1	U-235*

אקטיביות (בקרל)	ריכוז אקטיביות (בקרל/גרם)	נוקליד
1×10^6	1×10^2	Ba-131
1×10^5	1×10^1	Ba-140*
1×10^5	1×10^1	La-140
1×10^6	1×10^2	Ce-139
1×10^7	1×10^2	Ce-141
1×10^6	1×10^1	Os-185
1×10^7	1×10^2	Os-191
1×10^7	1×10^3	Os-191m
1×10^6	1×10^2	Os-193
1×10^6	1×10^1	Ir-190
1×10^4	1×10^1	Ir-192
1×10^5	1×10^2	Ir-194
1×10^6	1×10^2	Pt-191
1×10^7	1×10^3	Pt-193m
1×10^6	1×10^3	Pt-197
1×10^6	1×10^2	Pt-197m
1×10^6	1×10^2	Au-198
1×10^6	1×10^2	Au-199
1×10^7	1×10^2	Hg-197
1×10^6	1×10^2	Hg-197m
1×10^5	1×10^2	Hg-203
1×10^6	1×10^1	Tl-200
1×10^6	1×10^2	Tl-201
1×10^6	1×10^2	Tl-202
1×10^4	1×10^4	Tl-204
1×10^6	1×10^2	Pb-203
1×10^4	1×10^1	Pb-210*
1×10^5	1×10^1	Pb-212*
1×10^5	1×10^1	Bi-206
1×10^6	1×10^1	Bi-207
1×10^6	1×10^3	Bi-210

אקטיביות (בקרל)	ריכוז אקטיביות (בקרל/גרם)	נוקליד
1×10^4	1×10^1	U-236
1×10^6	1×10^2	U-237
1×10^4	1×10^1	U-238*
1×10^3	1×10^0	U - טבעי
1×10^6	1×10^2	U-239
1×10^7	1×10^3	U-240
1×10^6	1×10^1	U-240*
1×10^4	1×10^1	Cm-244
1×10^3	1×10^0	Cm-245
1×10^3	1×10^0	Cm-246
1×10^4	1×10^0	Cm-247
1×10^3	1×10^0	Cm-248
1×10^6	1×10^3	Bk-249
1×10^6	1×10^3	Cf-246
1×10^4	1×10^1	Cf-248
1×10^3	1×10^0	Cf-249
1×10^4	1×10^1	Cf-250
1×10^3	1×10^0	Cf-251
1×10^4	1×10^1	Cf-252
1×10^5	1×10^2	Cf-253
1×10^3	1×10^0	Cf-254
1×10^5	1×10^2	Es-253
1×10^4	1×10^1	Es-254
1×10^6	1×10^2	Es-254m
1×10^7	1×10^4	Fm-254
1×10^6	1×10^3	Fm-255

אקטיביות (בקרל)	ריכוז אקטיביות (בקרל/גרם)	נוקליד
1×10^5	1×10^1	Bi-212*
1×10^6	1×10^1	Po-203
1×10^6	1×10^1	Po-205
1×10^6	1×10^1	Po-207
1×10^4	1×10^1	Po-210
1×10^7	1×10^3	At-211
1×10^7	1×10^4	Rn-220*
1×10^3	1×10^0	Np-237*
1×10^7	1×10^2	Np-239
1×10^6	1×10^1	Np-240
1×10^7	1×10^2	Pu-234
1×10^7	1×10^2	Pu-235
1×10^4	1×10^1	Pu-236
1×10^7	1×10^3	Pu-237
1×10^4	1×10^0	Pu-238
1×10^4	1×10^0	Pu-239
1×10^3	1×10^0	Pu-240
1×10^5	1×10^2	Pu-241
1×10^4	1×10^0	Pu-242
1×10^7	1×10^3	Pu-243
1×10^4	1×10^0	Pu-244
1×10^4	1×10^0	Am-241
1×10^6	1×10^3	Am-242
1×10^4	1×10^0	Am-242m*
1×10^3	1×10^0	Am-243*
1×10^5	1×10^2	Cm-242
1×10^4	1×10^0	Cm-243

* טבלה ב-1 כוללת נוקלידי בנות הנמצאים בשווי משקל עם נוקליד האב, כמפורט בטבלה ב-2

טבלה ב-2: נוקלידי בנות שטבלה ב-1 מניחה כי הם נמצאים בשיווי משקל עם נוקלידי האב שלהם

נוקליד אב	נוקלידי בנות בשווי משקל
Sr-90	Y-90
Zr-93	Nb-93m
Zr-97	Nb-97
Ru-106	Rh-106
Cs-137	Ba-137m
Ce-134	La-134
Ce-144	Pr-144
Ba-140	La-140
Bi-212	Tl-208 (0.36), Po-212(0.64)
Pb-210	Bi-210, Po -210
Pb-212	Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64)
Rn-220	Po -216
Rn-222	Po -218, Pb-214, Bi-214, Po-214
Ra-223	Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207
Ra-224	Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64)
Ra-226	Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210
Ra-228	Ac-228
Th-226	Ra-222, Rn-218, Po-214
Th-228	Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64)
Th-229	Ra-225, Ac-225, Fr-221, At-217, Bi-213, Po-213, Pb-209
Th- טבעי	Ra-228, Ac-228, Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64)
Th-234	Pa-234m
U-230	Th-226, Ra-222, Rn-218, Po-214
U-232	Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64)
U-235	Th-231
U-238	Th-234, Pa-234m
U- טבעי	Th-234, Pa-234m, U-234, Th-230, Ra-226, Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210
U-240	Np-240m
Np-237	Pa-233
Am-242m	Am-242
Am-243	Np-239

נספח ג – הגדרות של מנות קרינה

1. מנה [Dose]

שיעור הקרינה הנבלעת ע"י מטרה. משתמשים, לפי ההקשר, בגדלים הכמותיים: מנה נבלעת, מנה אקוויוולנטית, מנה אפקטיבית, מנה אקוויוולנטית מחויבת ומנה אפקטיבית מחויבת. ניתן להשמיט את הביטויים המאפיינים, כאשר אינם נחוצים להגדרת הגודל המעניין.

2. מנה נבלעת [Absorbed Dose]

הגודל הבסיסי למדידת מנה. האנרגיה הנמסרת לאלמנט קטן מחולקת במסה של אותו אלמנט. ניתן למצע גודל זה על פני נפח מסוים. יחידת SI של מנה נבלעת היא הגריי (gray) המוגדר כ- ג'אול/ק"ג.

3. מנה אקוויוולנטית [Equivalent Dose]

הגודל $H_{T,R}$ לאבר/רקמה T ולקרינה מסוג R, הניתן ע"י הנוסחה:

$$H_{T,R} = D_{T,R} \cdot W_R$$

כאשר $D_{T,R}$ הוא המנה הנבלעת באבר/רקמה T ע"י סוג הקרינה R (כגון קרינת אלפא, ביתא, גמא, ניטרונים) ו- W_R הוא "מקדם השקלול לסוג קרינה" של סוג הקרינה R (ראה להלן).

D – נמדדת ביחידות מנה נבלעת (גריי)

H – נמדדת ביחידות מנה אקוויוולנטית (סיוורט)

כאשר שדה הקרינה לו חשוף האבר/רקמה מורכב מכמה סוגי קרינה בעלי ערכים שונים של W_R , אזי המנה האקוויוולנטית היא:

$$H_T = \sum_R (W_R \cdot D_{T,R})$$

4. מקדם השקלול לקרינה [Radiation weighting factor]

מכפילים, כמפורט בטבלה ג-1, של מנה נבלעת, המשמשים למטרות הגנה מקרינה ומבטאים את האפקטיביות היחסית של סוגים שונים של קרינה בהשראת אפקטים בריאותיים.

טבלה ג – 1: מקדמי שקלול עבור סוגי קרינות שונים

מקדם השקלול W_R	סוג הקרינה ותחום האנרגיות
1	פוטונים, כל האנרגיות המביאות ליינון ("קרינת x, γ")
1	אלקטרונים ומיואונים, כל האנרגיות ניטרונים, באנרגיה
5	עד 10 keV
10	מעל 10 keV ועד 100 keV
20	מעל 100 keV ועד 2 MeV
10	מעל 2 MeV ועד 20 MeV
5	מעל 20 MeV
5	פרוטונים, באנרגיה גבוהה מ- 2 MeV
20	חלקיקי אלפא

הערה: באשר לנוסחה אנליטית מקורבת ל- W_R עבור ניטרונים, והערכת W_R לסוגי קרינה ואנרגיות שלא נכללו בטבלה ג-1, ראה הערה ב- Glossary של תקן BSS (בהמשך לטבלת מקדמי השקלול).

5. מנה אפקטיבית [Effective dose]

הגודל E, המוגדר כסכום המנות האקוויוולנטיות (ראה לעיל) לאברים/רקמות שונים המוכפלות, כל אחת במקדם השקלול הרלוונטי לאבר/רקמה:

$$E = \sum_T W_T \cdot H_T$$

היכן ש- H_T היא המנה האקוויוולנטית באבר/רקמה T ו- W_T הוא מקדם שקלול לאבר/רקמה T מהגדרת המנה האקוויוולנטית נקבל כי:

$$E = \sum_T [W_T \sum_R (W_R \cdot D_{T,R})]$$

6. מקדמי שקלול לאברים/רקמות [Tissue weighting factor]

מכפילים, כמפורט בטבלה ג-2 של המנה האקוויוולנטית לרקמה/אבר, המשמשים בהגנה מקרינה כדי להתחשב ברגישויות השונות של אברים ורקמות שונים להשראת אפקטים סטוכסטיים של קרינה.

טבלה ג-2: מקדמי שקלול לאברים/רקמות

מקדם השקלול W_T	האבר/רקמה
0.20	אברי הרבייה
0.12	מיח העצם (האדום)
0.12	המעיה הגס (*)
0.12	ריאות
0.12	קיבה
0.05	שלפוחית השתן
0.05	שדיים
0.05	כבד
0.05	ושט
0.05	בלוטת המגן
0.01	עור
0.01	פני העצם
0.05	שאר האברים (*)

* אופן ההתחשבות בערך ה- W_T ל"מעיה הגס" ול"שאר האיברים" ניתן ב- Glossary שבתקן BSS.

7. **מנה אקוויולנטית מחויבת [Committed equivalent dose]**

הגודל $H_T(\tau)$, המנה האקוויולנטית לאבר/רקמה T במשך תקופת זמן שאורכה τ , כתוצאה מקליטת חומר רדיואקטיבי ע"י הגוף. בהיעדר ציון אורכה של התקופה τ , היא תילקח כ- 50 שנה למבוגרים וכ- 70 שנה לילדים.

8. **מנה אפקטיבית מחויבת [Committed effective dose]**

הגודל $E(\tau)$, המוגדר ע"י

$$E(\tau) = \sum_T W_T \cdot H_T(\tau)$$

כאשר $H_T(\tau)$ היא המנה האקוויולנטית המחויבת לרקמה/אבר T בתקופה τ . בהיעדר ציון אורכה של התקופה τ , היא תילקח כ- 50 שנה למבוגרים וכ- 70 שנה לילדים.

9. **מנה כוללת**

המנה, בתקופה מסוימת, המתקבלת ע"י חיבור :

- המנה האקוויולנטית מחשיפה חיצונית לקרינה חודרת ו-
- המנה האקוויולנטית המחויבת או המנה האפקטיבית המחויבת, לפי העניין, מחשיפה פנימית, הכול באותה תקופה.

10. **קבוצה קריטית [Critical group]**

קבוצת אנשים מן הציבור, בהקשר לחשיפה ממקור נתון ודרך חשיפה נתונה, עבורם מתקבלת המנה האפקטיבית או המנה האקוויולנטית, לפי העניין, הגבוהה ביותר.

11. **מנה קולקטיבית [Collective Dose]**

ביטוי למנת הקרינה הכוללת המתקבלת ע"י אוכלוסייה; מוגדרת כסכום המנות האישיות⁸³ ונמדדת בסיוורט X אדם.

⁸³ ההגדרה המופיעה ב-Glossary של ה BSS שונה בניסוחה.

נספח ד' : רמות מנות הקרינה בהן יש לנקוט התערבות למניעת אפקטים דטרמיניסטיים

טבלה 1ד⁸⁴: מנות הקרינה הצפויות העלולות לגרום לפגיעה בריאותית חמורה ועל כן המחייבות

נקיטת פעולות הגנה למניעתה

מנת הקרינה הנספגת הצפויה לאיבר/רקמה תוך יומיים	איבר/רקמה
1 Gy	הגוף כולו (מוח העצמות)
6 Gy	הריאות
3 Gy	העור
5 Gy	בלוטת התריס
2 Gy	עדשות העיניים
3 Gy	איברי הרבייה

⁸⁴ תקן BSS, Schedule IV, טבלה 1 - IV