

Risk assessment of nuclear accidents
James H. (Jimmy) Belfer Memorial Symposium
Technion, Buttler Auditorium October 29, 2012

בס"ד

כנס בנושא הערכת סיכונים מאירועים גרעיניים
סימפוזיון לזכרו של ג'יימס בלפר

טכניון, י"ג בחשוון תשע"ג 29.10.2012

ד"ר ג'רי קאטלר
על רמת הקרינה ההולמת לפינוי

המאמר סוקר את המדיניות הבינלאומית של הגנה מפני קרינה, שהובילה לפינויים של יותר מ-90 אלף תושבים מאזורים הקרובים לכור הגרעיני בפוקושימה, ולהוצאות כספיות עצומות למען להגן עליהם מפני הסיכון ההיפותטי לחלות בסרטן. המאמר מראה כי הבסיס לנקיטת אמצעי הזהירות הללו היה מופרך. סף הקרינה שהוגדר כדורש פינוי אינו שמרני. הפעולות הובילו לפחד וסבל מיותר. בעקבות התאונה נסגרו רוב הכורים ביפן, מה שהכריח אותה להגדיל את ייבוא הדלקים הרגילים ב-55 מיליארד דולר בשנת 2011. אנו ממליצים על קביעת סף קרינה הולם. כבר מזמן נדרשים שינויים דרסטיים בהמלצותיה של ICRP (הוועדה הבינלאומית להגנה מפני קרינה).

ד"ר יונית בומשטיין, מנכ"ל EVE מערכות רפואיות
לא כל המזיק מזיק: "חינוך" לקרינה וגורמי פגיעה אחרים באורגניזם חי

יש נסיבות שבהן פגיעה באורגניזם חי מביאה תועלת. גורם השפעה שמזיק במינונים גבוהים, יכול – במינונים נמוכים – להפעיל מנגנוני הגנה המחסנים את האורגניזם. כיום נעשה שימוש נרחב במדידות מסוג מינון-תגובה לגבי גורמים שונים במחקרי פרמקולוגיה וטוקסיקולוגיה. בשני העשורים האחרונים גובר העניין לטיפולים קליניים ע"י גורמים במינונים נמוכים. בדומה לשימוש בתרופות, גם קרינה יכולה להיות מועילה ומזיקה, תלוי במינון ובסביבה הפנימית והחיצונית של האורגניזם.

קרינה, שאמנם במינונים גבוהים גורמת נזק, במינונים נמוכים עשויה להפעיל נתיבי תגובה שונים לגמרי המובילים לתוצאה הפוכה (חיובית). לחלופין, חשיפה מתמשכת לקרינה חלשה מאפשרת הפעלה, ברמה מסוימת, של מערכות הגנה. אפשר להתייחס לשתי האפשרויות כאל סוג של תהליך "חינוכי" (education), המלמד את האורגניזם להגן על עצמו כנגד התקפה חזקה. תופעת ה"חינוך" מוכרת באופן נרחב במערכות ביולוגיות שונות, כגון חיסון והקהיה. אורגניזם ה"מחונך" להגן על עצמו נגד רמות קרינה נמוכות, עשוי לפתח יכולת להתמודד בהצלחה עם רמות גבוהות יותר. עם זאת, חשוב מאוד לקחת בחשבון את רגישויות ספציפיות כאשר מיישמים המלצות עבור כלל האוכלוסייה.

Organizing Committee:

Professor Ezra Elias, Mechanical Eng. Faculty, Technion
Professor Michael Shapiro, Mechanical Eng. Faculty, Technion
Dr. Yehoshua Socol, Falcon Analytics

Secretary

Mrs. Ruth Busher
meruthi@tx.technion.ac.il
tel. 04-829-2065

Risk assessment of nuclear accidents
James H. (Jimmy) Belfer Memorial Symposium
Technion, Buttler Auditorium October 29, 2012

ד"ר יהושע סוקול, פורום אקדמאים למודעות גרעינית
מורשת צ'רנוביל: בועת הנבואות השחורות

ב-26 באפריל 1986 התרחש האסון בכור הגרעיני בצ'רנוביל, שגבה את חייהם של 30 איש תוך שבועות ספורים. היקף האסון היה חסר תקדים – וככל הנראה היה פחות או יותר האסון הגדול ביותר האפשרי, תיאורטית. בעקבות התאונה פורסמו תחזיות רבות, לרבות הערכה של מיליון מקרי מוות מסרטן.

אבל המציאות היתה שונה לגמרי. על פי מידע מדעי מוצק, שנאסף במשך חצי יובל שנים, לנשורת הגרעינית ניתן לייחס אולי 15 מקרי מוות מסרטן. לא ניתן להסיק שום מסקנות בנוגע לקיומו של סרטן-כתוצאה-מקרינה בקרב העובדים אשר טיפלו בהשלכות בצ'רנוביל ("ליקווידטורים") וספגו מנות קרינה גבוהות שתועדו היטב. מספר המוטציות (מומים מולדים) הוא אפס. מצד שני, ראוי לציין כי המיתוסים והשמועות בנוגע לאיומי הקרינה גרמו, בעצם קיומם, סבל עצום. בנוסף לבעיות הסוציו-אקונומיות הנובעות מפינוי האוכלוסין, שהיה חסר הצדקה ברובו, סבלו רבים מגורליות משתקת אשר גרמה לתרבות של תלות כרונית. התברר כי הפרעות נפשיות, יחד עם שימוש מופרז באלכוהול וגם עישון, מהווים בעיה גדולה בהרבה מהקרינה עצמה. יש למנוע בעיות כאלה בעתיד ע"י שקיפות ראויה.

ד"ר גבריאל חודיק, מכון מכבי לחקר שירותי בריאות
הפצצת הירושמה ונגסאקי: ההיבט הרדיו-אפידמיולוגי

ב-6 באוגוסט 1945 הפציצה ארה"ב את הירושמה, ולאחר מכן הטילה פצצה נוספת על נגסאקי. ההפצצות גרמו למותם של כ-90 אלף איש בהירושמה ויותר מ-60 אלף איש בנגסאקי. המחקר כולל כ-120 אלף ניצולים מהפצצות אלה, שנחקרו במסגרת קרן המחקר הדו-לאומית (ארה"ב-יפן) להשפעות קרינה. רבים מן המשתתפים נמצאו בזמן ההפצצות במרחק של 2.5 ק"מ או פחות מוקד הפיצוץ, ומספר דומה של אנשים היו במרחק בין 3 ל-20 ק"מ המוקדים, ומנות הקרינה שהם ספגו היו זניחות.

עד אמצע שנות ה-2000, גילה המחקר כאלף מקרי סרטן עודפים (מעל התחלואה הטבעית) בין הניצולים שספגו מנות קרינה גבוהות. מנקודת המבט האפידמיולוגית, למחקר יש כמה יתרונות שהופכים אותו למקור הנתונים החשוב ביותר להערכת סיכונים של קרינה במות בינוניות ונמוכות.

ד"ר מוטי בריל, קמ"ג (בדימוס)
הגנה אזרחית לקראת האיום הגרעיני

החיים תחת נשורת גרעינית עשויים להיות "מציאות בלתי נעימה" לאכלוסייה בישראל. הרשויות בישראל מכינות תשתיות לאומיות לתרחישים שונים, אולם האוכלוסייה אינה מקבלת הוראות התנהגות למקרים נוראים אלה.

ההרצאה תתחיל בתרחיש דמיוני של אירוע גרעיני, ואחר כך תדון כיצד יש להגיב כדי להימנע מחשיפה מיותרת לנשורת, כיצד לבחור את המקלט הטוב ביותר או לחלופין לאלתר מחסה תת-קרקעי מוצלח. זמן, מרחק ומחסה הם שלושת הרכיבים העיקריים בהגנה האזרחית, וגם בהם נדון.

Organizing Committee:

Professor Ezra Elias, Mechanical Eng. Faculty, Technion
Professor Michael Shapiro, Mechanical Eng. Faculty, Technion
Dr. Yehoshua Socol, Falcon Analytics

Secretary

Mrs. Ruth Busher
meruthi@tx.technion.ac.il
tel. 04-829-2065

Risk assessment of nuclear accidents
James H. (Jimmy) Belfer Memorial Symposium
Technion, Buttler Auditorium October 29, 2012

ד"ר ישי לבנון, הוועדה לאנרגיה אטומית
איומי מתקפות גרעיניות ובטיחות גרעינית

אירועי טרור בשנים האחרונות, ביניהם מתקפות על אוכלוסייה אזרחית בארה"ב ובמערב אירופה, ממחישים את האפשרות של התקפות דומות על כורים גרעיניים כולל פיגועים באמצעות כלי טייס מסחריים. ארה"ב, האיחוד האירופי והוועדה לאנרגיה אטומית היו מעורבים בפיתוח מתודולוגיה ואמצעים מעשיים להגנה על מתקנים גרעיניים, בעיקר כורים, ממתקפות מסוגים שונים. **אבטחת** גרעין הפכה לסוגייה של **בטיחות** גרעין, ויצרה צורך להרחיב את תחום הבטיחות, וסינרגיה בין אבטחה ובטיחות.

ד"ר רפי גונן ואחרים, קמ"ג ואוניברסיטת בן גוריון
DNA Topoisomerase-I – סמן ביולוגי חדש לחשיפה לקרינה

באירועים כמו תאונות גרעיניות, שבהם מעורבת אוכלוסייה שאינה מצוידת בגלאי קרינה, יש צורך להעריך חשיפה לקרינה בדיעבד באמצעות סמנים ביולוגיים (biomarker). Topoisomerase (topo-I) הינם אנזימים אשר מתאימים למטרה זו.

ד"ר משה יאנובסקי ואחרים, פורום אקדמאים למודעות גרעינית
קרינה ברמה נמוכה: מחלוקת מדעית ובחירה ציבורית בנוגע לסכנות גרעיניות

מודל ליניארי ללא סף LNT להערכה של נזקי קרינה מקובל כיום ע"י הציבור הרחב והגופים הרשמיים. הוא התפתח בעקבות ההפצצה הגרעינית על יפן, וקשור בתודעת הציבור לשואה גרעינית. עם זאת, אפילו על פי מצדדיו, מודל זה לא הוכח ולא הופרך. מדיניות הגנת הציבור מפני קרינה, המבוססת על המודל האמור, כרוכה בעלויות עצומות הנופלות הן על תקציב המדינה והן על הציבור. המאמר מראה כי עלות כזאת יכולה להיות גבוהה עד היותר בלתי מוסרית. פינוי אוכלוסייה בכפייה, כפי שבוצע בצ'רנוביל או פוקושימה, נושא תג מחיר אנושי גבוה מאוד בנוסף למחיר הכלכלי. הרס כלכלה, אובדן תעסוקה, פגיעה בשגרה החיים ועוד – כל זה מוביל לעליה במקרי דיכאון, בצריכה מוגזמת של אלכוהול ואפילו להתאבדויות בקרב האוכלוסייה המפונה. ראוי היה להשוות עלויות אלה לטובות הבריאות במידה והמודל LNT נכון, אבל למחברים אינה יודע השוואה כזו בספרות המדעית. מנקודת המבט הציבורית, מודל LNT תואם באופן כמעט מושלם את המגמה הידועה המשרתת את החוגים המעוניינים בהגדלת תקציב המדינה, המגמה לקראת "גאולה בכפייה" וצריכה של (גם כן בכפייה) של "טובין ציבוריים" (public goods). מגמה זו מתאפיינת ע"י ריכוז המשאבים והסמכויות בידי הממשלה, כנגד פעילות מבוזרת של משפחות, עמותות וגופים מסחריים – אף שזו האחרונה זולה ויעילה יותר באופן מוכח. החלופה למדיניות הנוכחית כוללת הסברה המפריכה את הפחד הבלתי-הגיוני מקרינה, השתלמות של מקבלי ההחלטות ופתיחת מרחב ליוזמה פרטית. התמליל המלא – בקישור הבא:

<http://AFNA-forum.org/LNT-PubC.pdf>

Organizing Committee:

Professor Ezra Elias, Mechanical Eng. Faculty, Technion
Professor Michael Shapiro, Mechanical Eng. Faculty, Technion
Dr. Yehoshua Socol, Falcon Analytics

Secretary

Mrs. Ruth Busher
meruthi@tx.technion.ac.il
tel. 04-829-2065

Risk assessment of nuclear accidents
James H. (Jimmy) Belfer Memorial Symposium
Technion, Buttler Auditorium October 29, 2012

ד"ר אפרים לאור, לשעבר - יו"ר ועדת ההיגוי להיערכות לרעידות אדמה
ניהול חירום באסונות גרעיניים רבי-היקף

בעקבות אסון צ'רנוביל פונו מבתיהם יותר מ-300 אלף איש. בפוקושימה פונו מעל 90 אלף איש. פינוי אנשים רבים כל כך גורם לבעיות רבות ומגוונות, בין השאר אספקת מים ואמצעי תברואה, אוכל, מגורים, תמיכה נפשית, תעסוקה ועוד. הניסיון מוכיח כי פינוי חירום מציחים בהיבטים הללו אל ורק אם מתבצעת הכנה רצינית מראש; וגם אם יש הצלחה בנושאים אלה, עדיין נשארים אתגרים גדולים בלוגיסטיקה, תיקצוב, מצב חברתי ונפשי, תופעות פסיכו-סומטיות ועוד. ההרצאה תעסוק בבעיות הללו בהקשר של אפר"ן (אסון פתע רב-נפגעים), לרבות העניין החשוב מאוד של תקשורת עם האוכלוסייה. חשוב לזכור שפינוי גורר תג מחיר גבוה, שמחירו הסמוי גבוה בהרבה ממחירו הגלוי.

סא"ל ("מיל") אבי ביצור, אונ' בר-אילן
טרור רדיולוגי לאור איומים לא-קונוונציונליים אחרים

התקרית הרדיולוגית ב-Goiânia בברזיל שהתרחשה בספטמבר 1987 המחישה מציאות של מצב עליו אמר הנשיא בוש ב-22 בינואר 1999: "אין ספק שמתקפת טרור כימית, ביולוגית או רדיולוגית תתרחש בתוך ארה"ב. השאלה רק מתי והיכן." התקרית בברזיל לא היתה פיגוע טרור, אבל תוצאותיה היו כמו שניתן לצפות מפיגוע כזה: 112,000 אנשים נבדקו מחשש לנזק רדיולוגי, מקומות רחבים נסגרו, כ-250 איש סבלו מסימנים הדומים למחלת הקרינה, ועוד, אף על פי שרק 20 איש נפגעו בפועל. מדינה צריכה להיות "קשה-ערף" (שמות ל"ב, ט) – במובן החיובי.

מר אליעזר (גיזי) צפריר, מכון למדיניות נגד טרור (הרצליה)
רקע דתי ותרבותי לגישה הערבית-איסלאמית לתוכניות גרעיניות

אף שעלינו להיזהר מהערות סטיגמטיות, אל לנו להתעלם מן האפיונים התרבותיים והדתיים ברקע של הגישה הערבית והאיסלאמית בכלל, ובפרט כלפי פיתוחים גרעיניים והתחמשות גרעיניות. מבט על החברה הערבית והאיסלאמית בתקופה האחרונה מצביע על הגעגועיה של החברה הזאת לעברה המזהיר, על הכיסופיה לגאולה בידי אללה, וכן על המגמה המתגברת של פונדמנטליזם וטרור. מגמה זו מתעצמת לנוכח העובדה כי כוחן הצבאי של מדינות ערב מול ישראל הינו חסר סיכוי. דבר זה מתעל את המחשבות לערוצים אחרים: טרור ולחימה בלתי קונוונציונלית. איראן האיסלאמית מתאפיינת ע"י הרקע הבעייתי הזה. נוספו על כך עימות היסטורי בין שיעה לסונה וגם מגלומניה אימפריאלית. המנהיגות הדתית באיראן מובילה מדיניות פונדמנטליסטית ונחושה שמטרתה השגת נשק גרעיני – תוך הטעיית העולם במטרה למשוך זמן. למערב מתייחסת איראן כאל חברה רקובה, פושטת רגל וחסרת אונים. כל אלה יובילו ללא ספק להתנהגות חסרת אחריות בכל פרויקט גרעיני. להתנהגות כזו שתי פנים: סכנה לתאונה רבת-היקף כגון צ'רנוביל מחד, וגם שימוש בנשק גרעיני נגד אויבים מוצהרים כמו ישראל, מאידך. השלכה נוספת היא מרוץ החימוש באזור, אשר גם יגביר סיכון לתאונות בזירה הכאוטית הזו, וכן לזליגה של נשק זה ח"ו לארגוני טרור כגון חיזבאללה.

Organizing Committee:

Professor Ezra Elias, Mechanical Eng. Faculty, Technion
Professor Michael Shapiro, Mechanical Eng. Faculty, Technion
Dr. Yehoshua Socol, Falcon Analytics

Secretary

Mrs. Ruth Busher
meruthi@tx.technion.ac.il
tel. 04-829-2065