

היבטי בטיחות אש, גהות ואיכות הסביבה בתכנון מעבדות כימיות וביולוגיות

אולגה גולני



תאונות עבודה

פיצוץ במעבדה בטכניון: פרופסור בן 80 נפצע קשה, נזק רב לבניין

13.10.2019



התקרית התרחשה במעבדה של הפקולטה להנדסת חומרים שבטכניון. עשרה צוותי כיבוי הוזעקו לזירת הפיצוץ, שנמצאת בקומה החמישית בבניין. הפצוע, איש סגל, פונה לבית החולים רמב"ם בעיר. הפיצוץ החריב את המעבדה ופגע במעבדות סמוכות.



Lab Safety: Terrifying Statistics

by [Connor Michael](#) | Nov 25, 2019 | [Lab Safety](#)



- 25-38% of lab personnel surveyed have been involved in an accident or injury in the lab that was not reported to the supervisor or principal investigator
- 27% of researchers stated that they never conducted any kind of risk assessment before performing laboratory work.
- Only 40% of researchers surveyed reported specific hazard with which they work wearing PPE at all times when working.
- 25% of researchers had not been trained
- In one profile of safety incidents at research labs, virtually identical incidents occurred at the same institutions within 10–15 years, resulting in the destruction or temporary closure of the buildings



- תקנות הבטיחות בעבודה (בטיחות וגיהות תעסוקתית בעבודה עם גורמים מסוכנים במעבדות רפואיות, כימיות וביולוגיות) התשס"א-2001

- ת"י 1530, הגנה מפני אש במעבדות

*התקן מתבסס חן בתוכנו וכן במתכונתו על התקן האמריקני: NFPA 45 – Standard on fire protection for laboratories using chemicals

** NFPA - National Fire Protection Association



מתוך תקנות בטיחות

- **מעבדה כימית** - מעבדה שבה משתמשים ברעלים כמשמעותם בתקנות החומרים המסוכנים (סיווג ופטור, התשנ"ה-1996)
- **מעבדה ביולוגית** - מעבדה שבה משתמשים בגורם ביולוגי מדבק
- **גורמים מסוכנים** - גורמים כימיים, פיזיקליים או ביולוגיים, העלולים לגרום באופן ישיר או עקיף, לנזק בריאותי חריף או מתמשך לעובדים במעבדה



מתוך ת"ח 1530

- **אזור עבודת מעבדה** - חדר או חלל הכלולים ביחידת מעבדה, והמיועדים לבדיקות, לאנליזות, לעבודות מחקר, להוראה או לפעילויות דומות הכרוכות בשימוש בכימיקלים
- **יחידת מעבדה** - חלל סגור המשמש לניסויים או לבדיקה, ויכלול משרדים, חדרי שירותים ורחצה, מסדרונות, חדרי עזר סמוכים אחרים השמורים לעובדי המעבדה או המשמשים אותם, וכן יכול לכלול אזור עבודת מעבדה אחד או יותר ואף להיות בניין שלם
- **חומר מסוכן** - חומר מדורג בדרגת סיכון אחת או יותר מהדרגות המדורגות בתקן אמריקני 1996-704 NFPA: בריאות - 2, 3 או 4; בדליקות - 2, 3 או 4; חגביות (ראקטיביות) - 2, 3 או 4



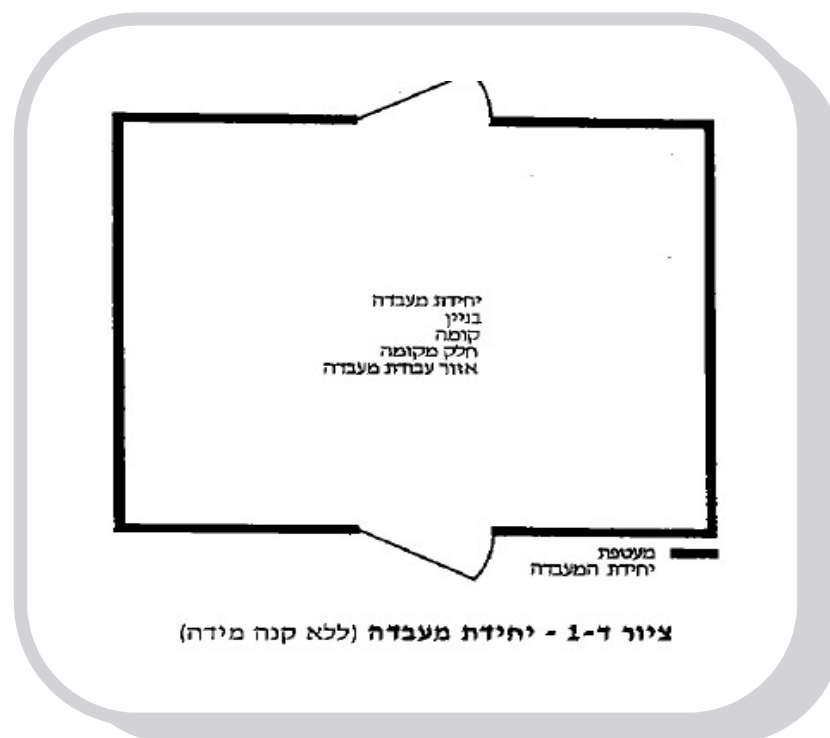
מתוך תקנות התכנון והבניה (בקשה להיתר, תנאיו ואגרות), תש"ל-1970

■ חומר מסוכן – כהגדרתו בחוק החומרים המסוכנים, התשנ"ג-1993



תכנון פונקציונלי של יחידת מעבדה

מתוך ת"י 1530



מהי השאלה הראשונה שיש לשאול טרם התכנון ?



גורמים מסוכנים

סיכונים כימיים

• חומצות, בסיסים, ממיסים, גזים דליקים ורעילים

סיכונים ביולוגיים

• חיידקים, נגיפים, פרזיטים, פריונים ורעלנים

סיכוני קרינה

• קרינה מייננת ובלתי מייננת (אולטרה סגול)

סיכונים פיזיקליים

• רעש, לייזר, חום/קור

סיכוני אש

• חשמל, חומרים כימיים



גורמים מסוכנים

סיכונים מכאניים

- ציוד ומכשור, מזרקים ושברי זכוכית

סיכוני חשמל

- מכשירים לא תקינים, כבלים פגומים

סיכונים ארגונומיים

- תנוחה ממושכת ולא נכונה, שימוש לא נכון בכלים

סיכונים פסיכו-סוציאליים

- כגון: מצבי דחק שונים

אולגה גולני

מהנדסת כימיה ואיכות הסביבה
שירותי בטיחות, גהות ואיכות הסביבה, יעוץ והדרכה



6 שלבים בתכון מעבדה

הקמת מערך בטיחות
וחירום

בחירת ציוד מעבדתי
ואמצעי בטיחות

הכנת תכנית בטיחות
אש ואינטגרציית
מערכות גילוי וכיבוי
אש

תכנון מערכות מעבדתיות
- מתן הנחיות למתכננים

תכנון פונקציונלי של
יחידת מעבדה- מתן
הערות לתכנית
אדריכלית

ביצוע סקר סיכונים
קדם תכנוני

אולגה גולני

מהנדסת כימיה ואיכות הסביבה
שירותי בטיחות, גהות ואיכות הסביבה, יעוץ והדרכה



סקר סיכונים

פעילות הכרוכה בעבודה עם חומרים כימיים

- רשימת חומרים כימיים (נוזלים, גזים ואבקות) מתוכננים לשימוש, תכונותיהם וכמויותיהם, תדירות ואופי השימוש בהם
- על בסיס ממצאי הסקר יקבעו דרישות למערכות (אוורור, אינסטלציה, חשמל, כיבוי אש), לצידוד ולאמצעי בקרה הנדרשים בעבודה עם חומרים כימיים ואחסונם

פעילות הכרוכה בעבודה עם גורמים ביולוגיים

- רשימת גורמים ביולוגיים המתוכננים לשימוש
- על בסיס ממצאי הסקר תקבע רמת בטיחות ביולוגית (BSL-Biological Safety Level). רמת בטיחות ביולוגית תהיה הבסיס לקביעת הדרישות בתכנון המעבדה ואמצעי שליטה ובקרה



אולגה גולני

מהנדסת כימיה ואיכות הסביבה
שירותי בטיחות, גהות ואיכות הסביבה, יעוץ והדרכה



סקר סיכונים

פעילות הכרוכה בעבודה עם מכשירי קרינה

- יבוצע סקר מכשירי קרינה. על בסיס הסקר יקבע האם יש צורך בהצבת המכשירים בחזרים נפרדים

סקר פליטות

- פליטות לאוויר
- אפיון שפכים
- פסולת מסוכנת: כימית וביולוגית



תכנון פונקציונלי של יחידת מעבדה

חלוקה לאזורים תפעוליים

- אזורי עבודת מעבדה
- חדרי עזר, כגון: חדרי שטיפה, חדרי מקררים, חדרי אינקובטורים, חדרי תנורים
- מחסנים
- חדרי קור
- אזורי אחסון פסולת כימית וביולוגית
- משרדים
- פינות אוכל
- אזורי הלבשה



אולגה גולני

מהנדסת כימיה ואיכות הסביבה
שירותי בטיחות, גהות ואיכות הסביבה, יעוץ והדרכה



תכנון פונקציונלי של יחידת מעבדה

נושאים לבחינה

- חלוקה לאזורי אש: קירות, תעלות מיזוג, דלתות
- דרכי מילוט: מרחקי מילוט, פרוזדורים ללא מוצא, רוחב מעברים
- יציאות מילוט: כמות יציאות ומרחקים נדרשים ביניהם
- שימוש במנדפים: כמות וגודל של מנדפים כימיים וביולוגיים, מיקום מנדפים כימיים בהתאם לדרישות ת"י 1839
- אחסון: מקומות לאחסון חומרים כימיים (נוזלים וגזים) ופסולת מסוכנת
- רמת בטיחות ביולוגית: הפרדת אזורי עבודה מעבדה משער שטחי יחידת מעבדה
- אמצעים ארגונומיים: נגישות לאביזרי עבודה ותנועה נוחה במרחב



תכנון מערכות

אווורור

- משטר לחצים
- הוצאת אוויר מחדרי מעבדות
- הוצאת פליטות ממנדפים וממערכות יניקה מחוץ למבנה

פינוי עשן

- עמידת המערכת בתקנות התכנון והבנייה (בקשה להיתר, תנאיו ואגרות), תש"ל-1970
- עמידת מערכת בת"י 1001, בטיחות אש בבניינים: מערכות מיזוג אוויר ואווורור.

כיבוי אש

- אפיון דרגות הסיכון של האזורים השונים לצורך התקנת הספרינקלרים בהתאם למפורט ב-ת"י 1596
- חיבור למערכת גילוי/כיבוי אש
- מיקום עמדות כיבוי אש



תכנון מערכות

גילוי אש

- הנחיות להתקנת מערכת גלאים בהתאם לת"י 1220
- התקנת לחצני אזעקה ידניים
- חיבור לרכזת גילוי/כיבוי אש

חשמל

- עמידת המתקן בדרישות תקנות הבטיחות בעבודה (בטיחות וגיהות תעסוקתית בעבודה עם גורמים מסוכנים במעבדות רפואיות, כימיות וביוטכניות) התשס"א-2001
- חירום: ניתוקי חשמל, תמיכה במערכות חיוניות
- אפיון מערכות חשמל וציוד מוגני נפיצות בעבודה עם חומרים דליקים ונפיצים
- עוצמות תאורה ודרישות לתאורת חירום ושלטים מוארים

אינסטלציה

- הפרדה בין שפכים סניטריים ושפכים "תעשייתיים"
- התקנות עמדות של משטיפות עיניים ומקלחות חירום
- עמדות כיבוי אש

אולגה גולני

מהנדסת כימיה ואיכות הסביבה
שירותי בטיחות, גהות ואיכות הסביבה, יעוץ והדרכה



תכנית בטיחות ואינטגרציה

תכנית בטיחות אש

- הכנת תכנית בטיחות אש בהתאם להוראת נציב 532 בפורמט הגשה אחיד לנספח אמצעים לבטיחות אש, 11 בפברואר 2010 לשירותי הכבאות
- על גבי התכנית יסומנו מיקומים של מנדפים, משטפות עיניים, מקלחות חירום וגלאים



אולגה גולני

מהנדסת כימיה ואיכות הסביבה
שירותי בטיחות, גהות ואיכות הסביבה, יעוץ והדרכה



תכנית בטיחות ואינטגרציה

אינטגרציית מערכות גילוי וכיבוי אש

- הכנת מסמך אינטגרציה של מערכות כיבוי אש במעבדה בהתאם להוראה נציב 536 (משטר הפעלות מערכות בטיחות אש - אינטגרציה)



אולגה גולני

מהנדסת כימיה ואיכות הסביבה
שירותי בטיחות, גהות ואיכות הסביבה, יעוץ והדרכה



ציוד מעבדתי וציוד בטיחות

ציוד מעבדתי

■ התאמת הציוד המעבדתי לסוג החומרים המתוכננים לשימוש: דליקים, נפוצים, קורוזיביים, אבקות מסוכנות



ציוד מעבדתי וציוד בטיחות

אמצעי בטיחות ובקרה

- אפיון מנדפים כימיים, ביולוגיים ומנדפים לשקילת אבקות
- הגנות מפני חשמל סטטי, כגון: רצפה אנטיסטטית, משטחי עבודה אנטיסטטיים, השוואת פוטנציאלים בין ציודים
- גלאי גזים
- ארונות לאחסון חומרים דליקים וחומרים קורוזיביים
- עמדות למשטפות עיניים ומקלחות חירום
- מטפי כיבוי אש



אולגה גולני

מהנדסת כימיה ואיכות הסביבה
שירותי בטיחות, גהות ואיכות הסביבה, יעוץ והדרכה



מערך בטיחות וחירום

שגרה

- התאמת הצידוד מעבדתי לסוג החומרים המתוכננים לשימוש (דליקים, נפיצים, קורוזיביים, אבקות מסוכנות)
- מינוי בעלי תפקידים למערך בטיחות: מנהל מעבדה, נאמני בטיחות, אחראי רעלים (במידת הצורך)
- הקמת וועדת הבטיחות בהתאם לחוק ארגון הפיקוח על העבודה, תשי"ד-1954
- הגדרת דרישות לצידוד מגן אישי
- ביצוע סקר מקדים לניטור תעסוקתי סביבתי
- כתיבת נהלים, כגון: נוהל בטיחות בעבודה עם חומרים כימיים וביולוגיים, נוהל חירום, נוהל דיווח ותחקיר אירועי בטיחות, נוהל חירום, נוהל הדרכת עובדים, נוהל עבודת קבלני חוץ



אולגה גולני

מהנדסת כימיה ואיכות הסביבה
שירותי בטיחות, גהות ואיכות הסביבה, יעוץ והדרכה



מערך בטיחות וחירום

חירום

- הקמת צוות חירום, הדרכתו ותרגולו
- רכישת ציוד חירום וציוד עזרה ראשונה
- בתרגילי חירום תתורגל תגובה של צוות חירום וכלל אוכלוסיית מעבדה
- הכשרת מגישי עזרה ראשונה



אולגה גולני

מהנדסת כימיה ואיכות הסביבה
שירותי בטיחות, גהות ואיכות הסביבה, יעוץ והדרכה



רגולציה

חוקים ותקנות

- תקנות התכנון והבנייה (בקשה להיתר, תנאיו ואגרות), תש"ל-1970
- תקנות הבטיחות בעבודה (בטיחות וגיהות תעסוקתית בעבודה עם גורמים מסוכנים במעבדות רפואיות, כימיות וביווגיות) התשס"א-2001
- חוק החומרים המסוכנים, תשנ"ג-1993
- תקנות רישוי עסקים (סילוק פסולת חומרים מסוכנים), תשנ"א-1990
- תקנות בריאות העם (התקנת מכשיר מונע זרימת מים חוזרת), התשנ"ב - 1992
- חוק החשמל, תשי"ד-1954



רגולציה

תקנים ישראלים

- ת"י 1530 - הגנה מפני אש במעבדות
- ת"י 1839 - בטיחות במעבדות-מנדפים
- ת"י 60079 חלק 10.1 - אטמוספרות נפיצות: מיון אזורים- אטמוספרות נפיצות של גזים
- ת"י 1596 - מערכות מתזים התקנה
- ת"י 1220 - מערכות גילוי אש
- ת"י 1001- בטיחות אש בבניינים: מערכות מיזוג אוויר ואוורור
- ת"י 921 - תגובה בשריפה של חומרי בנייה
- ת"י 712 - גלילים מיטלטלים לגזים, כללי בטיחות
- ת"י 20 - מנורות: דרישות מיוחדות - מנורות לתאורת חירום
- ת"י 8995 - תאורה למקומות עבודה שבתוך מבנים



רגולציה

הוראות נציב הכבאות

- הוראה 529: זמינות רשת מים ופריסת ברזי כיבוי
- הוראה 550: מערכות ציוד לגילוי וכיבוי אש
- הוראה 536: משטר הפעלות מערכות בטיחות אש - אינטגרציה
- הוראת הנציב 532: אופן הגשת נספח אמצעי בטיחות אש ומקרא אחיד

אולגה גולני

מהנדסת כימיה ואיכות הסביבה
שירותי בטיחות, גהות ואיכות הסביבה, יעוץ והדרכה



- NFPA 30, Flammable and Combustible Liquids Code
- NFPA 55, Standard for the Storage, Use, and Handling of Compressed and Liquefied Gases in Portable Cylinders



- לתכנון חלל מעבדה יש השפעה מכרעת על בטיחות ובריאות העובדים
- תכנון נאות של מעבדה מחייב גישה מקצועית המשלבת ניתוח מעמיק של הסיכונים הכרוכים בהפעלת המעבדה והקפדה על עמידה בדרישות החוק והתקנים הרלוונטיים
- מעורבות של מומחה בטיחות בכל שלבי הפרויקט תבטיח דיוק בעמידה בדרישות החוק והתקנות, ולעטים מזעור של העלויות לעומת תיקון ליקויים לאחר סיום הבניה והתקנת המערכות
- ללא התאמת המעבדות לדרישות החוק והתקנות, לא יינתנו אישורים של הרשויות להפעלת המעבדות, כגון: רשות הכבאות, הרשות המוניציפלית, משרד להגנת הסביבה



אולגה גולני

בעלת תואר שני בהנדסת כימיה והנדסת איכות הסביבה.

יועצת בטיחות, בטיחות אש ואיכות הסביבה למפעלים ומעבדות כימיות ומיקרוביולוגיות, כולל חברות בין לאומיות. מתמחה בתחום חומרים מסוכנים ובטיחות תהליכית.

ניהלה תחום ניהול סיכונים סביבתיים ובטיחות תהליכית ב-ICL ומחלקות EHS (Environment, Health and Safety) במפעל Omrix Biopharmaceutical בקבוצת J&J ובמפעל טבע כפר סבא. עבדה במשרד להגנת הסביבה בתור מרכזת חומרים מוכנים ומרכזת רישוי עסקים ארצית.



