



## יצירת מוצרי תבנית - אקסטרוזיה (287) Extrusion Molding

עדכון אחרון: אפריל 2016

### תוכן עניינים

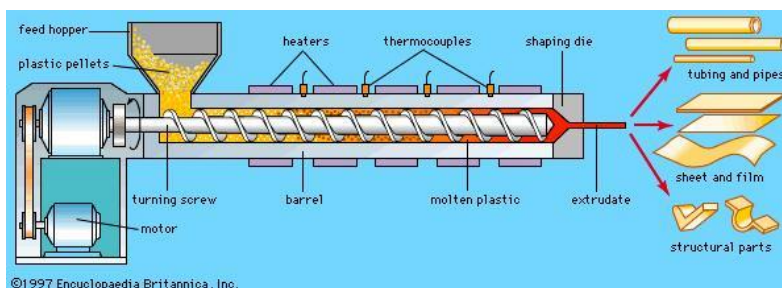
1.....	הגדרות
2.....	משימות עיקריות בתהליך ייצור מוצרי פלסטיק בשיטת אקסטרוזיה
2.....	א. הכנת עמדת העבודה
2.....	ב. הכנת חומרי גלם
3.....	ג. הכנת פיה (shaping die)
3.....	ד. תהליך ייצור מוצרי פלסטיק בשיטת אקסטרוזיה
4.....	ה. ניקוי הציוד
4.....	גורמי סיכון עיקריים יצירת מוצרי תבנית-אקסטרוזיה
4.....	א. פגיעה מכנית
5.....	ב. סיכוני פגיעה מחשמל
5.....	ג. סיכוני אש
6.....	ד. חשיפה לרעש מזיק
6.....	ה. חשיפה לחומרים כימיים
8.....	ו. חשיפה לרטט
8.....	גורמי סיכון פיסולוגיים (היבטים ארגונומיים)
9.....	מניעת מפגעים (נוהג טוב)
9.....	1. כללי
9.....	2. סיכוני פגיעה מחשמל
9.....	3. סיכוני אש
10.....	4. מגע עם עצמים חמים
10.....	5. חומרים כימיים
10.....	ביבליוגרפיה

### הגדרות

ייצור מוצרי פלסטיק שיטת באקסטרוזיה: השחלה (דחיסה) של חומר דרך מערכת המעניקה לו את צורתו הסופית [פרדו].

תהליך האקסטרוזיה (Extrusion molding) משמש לייצור מוצרי פלסטיק בעלי חתך אחיד לאורך המוצר.

תהליך שחול (אקסטרוזיה) משמש לייצור מוטות, צינורות, לוחות, סרטים, פרופילים (מעקה, עוקף וכו'). התהליך הינו רציף ומתבצע במכונת Extruder. מחממים את חומר הגלם הפלסטי (כדורי, טבליות) עד לריכוך מלא, כך שנוצרת מאסה הומוגנית בעלת צמיגות נמוכה. מנגנון הדחיסה של המכונה דוחף את החומר דרך בעלת צורה מתוכננת. לאחר התקררות החומר ניתן לחתוך את המוצר עפ"י אורך הנדרש. ראה איור מס' 1. [לסרטון הדגמה לחץ כאן](#).



איור 1: שיחול של פלסטיק <http://www.britannica.com/technology/extruder>

## משימות עיקריות בתהליך יצור מוצרי פלסטיק בשיטת האקסטרוזיה

### א. הכנת עמדת העבודה

- ארגון עמדת העבודה לרבות פינוי האזור ממכשולים, הקצאת שטח עבודה נקי, יבש, מואר ומאוורר.
- הרחקה/סילוק של חומרים דליקים מאזור העבודה.
- ארגון מקום לאחסון חומרים מוכנים, לאמצעי האריזה.
- הכנת כלי עזר וכלי מדידה נדרשים.
- הבאת חומרים, ציוד מגן אישי, ציוד ייעודי נחוץ וכו'.

הבאת חומרים, ציוד מגן אישי, ציוד ייעודי נחוץ וכו'. תהליך הבאת האמצעים יבוצע לעיתים תוך שימוש במכונות ואביזרי הרמה או שינוע. לקבלת פירוט עיין בתהליך עזר "שינוע" מספר 444 ותקנות הבטיחות בעבודה (עגורנים מפעילי מכונות הרמה אחרות ואתתים), התשנ"ג - 1992.

### ב. הכנת חומרי גלם

לייצור מוצרי פלסטיק בשיטת האקסטרוזיה משתמשים במגוון רחב של חומרים, כגון ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene), Polypropylene ואחרים. ניתן לעיין ברשימת החומרים הפלסטיים באתר <https://www.polyplastics.com/en/product/lines/extrusion/pom.html>

- החומרים מגיעים למפעלי ייצור מוצרי הפלסטיק בצורת גרגרים (כדוריות, טבליות וכו'). ראה איור מס' 2.



איור 2 : חומר גלם למכונות אקסטרוזיה והזרקה <http://foremostplastic.com/part-design-help/material-information>

- יש צורך לייבש את "כדורי" הפולימר אשר מהווה את החומר העיקרי לייצור המוצר בכדי לשמור על מידת לחות החומר כפי שנקבעה ידי היצרן. לחות מוגדלת של החומר משפיעה על איכות המוצר.
  - במקרים רבים מוסיפים לגרגרים של החומר הפלסטי החדש חתיכות פלסטיק גרוס ממוחזר (גרגרים, אבקה או חתיכות פלסטיק קטנות).
- יש לדאוג לאיסוף גרגרי החומר שנשפכו על הרצפה בכדי למנוע החלקת עובדים.

### ג. הכנת פייה (shaping die)

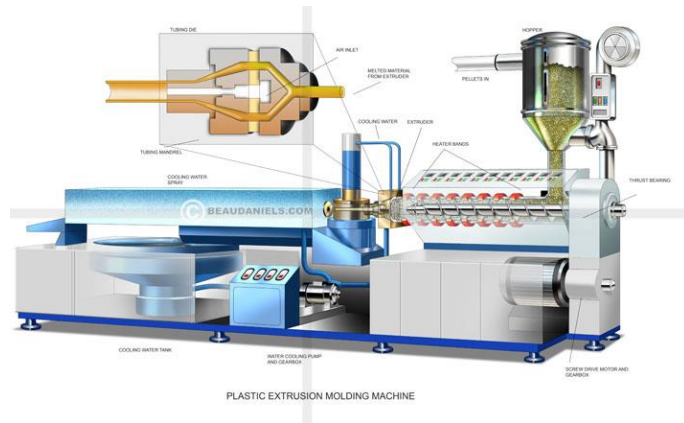


איור 3 : פיה ליצור ציורות [http://www.everychina.com/m-die-head-extrusion-pipe?cpc\\_kw=square%20pvc%20drain%20pipe&cpc\\_flag=c66082](http://www.everychina.com/m-die-head-extrusion-pipe?cpc_kw=square%20pvc%20drain%20pipe&cpc_flag=c66082)

הפיה הינה אחד מהמרכיבים אשר משפיעים על איכות המוצר. הפיה כוללת פתחי הזנת החומר, מערכות שונות מאפשרות חימום של הפייה וקרור אזורים מסוימים שלה במידת הצורך. עיצוב צורת חתך וכו'. בדרך כלל את הפיות מייצרים במפעלים מיוחדים המתמחים בתכנון ויצור תבניות.

### ד. תהליך יצור מוצרי פלסטיק בשיטת האקסטרוזיה

תהליך אקסטרוזיה הינו תהליך שבו חומר מומס עד למצבו נוזלי צמיגי מושחל בלחץ לתוך פיה. ראה איור מס' 4.



איור 4 : מכונת אקסטרוזיה פלסטיק - <http://www.infographic-illustrations.com/industrial/injection-extrusion-cutaway.jpg>

באופן עקרוני, השלבים העיקריים תהליך האקסטרוזיה מפורטים להלן:

1. חומר גלם מגיע ממכל הזנה (משפך) למנגנון חימום והזנה (דחיפה).
2. תוך כדי התקדמות לקצה מנגנון הדחיפה הפולימר מתחמם בתוכו עד למצב מותך (במקרה זה – מנגנון דחיפה חלזוני, בורגי);
3. מנגנון האקסטרוזיה דוחף את הפלסטיק אל תוך פיה;
4. לאחר התקררות החומר (בסיום זמן הרפיה) חותכים את המוצר בהתאם לאורך הנדרש.

#### ה. ניקוי הציוד

עם סיום תהליך העבודות יש לנקות את עמדת העבודה והציוד, להסיר אי- ניקיונות שהצטברו. כמו כן יש לנקות את הרצפה סביב עמדת העבודה ולפנות את הלכלוך. יש לאסוף את גרגרי חומר הגלם ללא דיחוי בכדי למנוע החלקה של עובדים.

### גורמי סיכון עיקריים יצירת מוצרי תבנית-אקסטרוזיה

#### א. פגיעה מכנית

##### זיהוי:

- א. פגיעת בגוף העובד כתוצאה מנגיעה בחלקים נעים של המכונות.
- ב. פגיעות בגוף העובד במהלך הורדת שאריות יציקה.
- ג. פגיעה מחלקים נעים של מנגנוני הספקת חומר מכניים או רובוטים המעורבים בתהליך עזר, כגון חיתוך, אריזה וכו'.
- ד. פגיעה בגוף העובד ובאנשים שמסביבו כתוצאה מנגיעה בחלקים נעים של מסועים.
- ה. לכידת ביגוד או שיער העובדים בחלקים נעים של המכונה או מסועים.
- ו. נפילות, מעידות או החלקות של עובדים עקב מכשולים במעברים או שלוליות או גרגרי חומרים על הרצפה.
- ז. נפילה מגובה במהלך עבודות תחזוקה של המכונה.
- ח. פגיעה מכלי שינוע המופעלים באזור העבודה.

#### בקרה:

- א. מיגון לבטח לחלקים המסוכנים של המכונות ייעשה בהתאם [לפקודת הבטיחות בעבודה \(נוסח חדש\), התש"ל – 1970](#).
- ב. הצטיידות העובד בצידוד מגן אישי הכולל הרכבת משקפי מגן, נעילת נעלים סגורות בהתאם [לתקנות הבטיחות בעבודה \(ציוד מגן אישי\), התשנ"ז – 1997](#).
- ג. הימנעות מלבישת בגדים רופפים וענידת תכשיטים העלולים להיתפס בחלקי המכשור המופעל.
- ד. הקפדה על שימוש בצידוד ומכשור תקין וכן על ניקיון עמדת העבודה מצדם של העובד והאנשים המצויים בסביבתו.
- ה. הקפדה על שמירת מרחק מהמכונה המופעלת וכן הימנעות מעשיית פעולות ותנחות לא נכונות עם הידיים העלולות לגרום לפציעת היד חלקים של המכונה.
- ו. התקנת מפסקי חירום לאורך המסוע.
- ז. הסמכה ומינוי של אנשים מצוות עובדי האחזקה לביצוע עבודות המוגדרות בחוק כאשר המכונה אינה מגודרת (אדם כשיר) עפ"י דרישות פקודת הבטיחות בעבודה (נוסח חדש), התש"ל – 1970.
- ח. הסמכת עובדים לעבודה בגובה עפ"י דרישות תקנות הבטיחות בעבודה (עבודה בגובה), תשס"ז-2007.

## ב. סיכוי פגיעה מחשמל

### זיהוי:

העובד עלול להיפגע כתוצאה מהתחשמלות/מכת חשמל הנובעים משימוש בצידוד חשמלי לא תקין בשעת ביצוע העבודות או מכבלי חשמל שהועברו במקום באופן לא בטוח ומונע התחשמלות. מכת חשמל (שוק) הנה תוצאה של מעבר זרם דרך הגוף בעוצמה הגורמת לתופעות פיסיולוגיות שליליות. חומרת המכה תלויה בכמות הזרם, משך ההופעה ומסלולו.

### בקרה:

- א. לצורך מניעת פגיעה עקב התחשמלות: בכל מקרה בו נעשה שימוש בחשמל יש להשתמש בצידוד חשמלי תקני, תקין ובדוק בהתאם [לחוק החשמל, תשי"ד – 1954](#); ובשיטות עבודה בטוחות בהתאם [לתקנות הבטיחות בעבודה \(חשמל\), התש"ן – 1990](#).
- ב. מכשור חשמלי ייבדק תקופתית על ידי חשמלאי מוסמך. הבדיקות תתועדנה ותשמרנה.
- ג. כל עבודות החשמל ייבצעו ע"י חשמלאי בעל רישיון מתאים עפ"י דרישות [תקנות החשמל \(רישיונות\), התשמ"ה-1985](#).
- ד. בכל לוח חשמל ממנו מוזן צידוד חשמלי מטולטל יותקן מפסק למניעת התחשמלות המופעל בזרם דולף 0,03A (פחת). הפחת ייבדק פעם בחודש עפ"י הוראת היצרן וחוק החשמל.
- ה. רצף הארקה ייבדק ע"י חשמלאי בעל רישיון בודק עפ"י הנחיות שלחוק החשמל.

## ג. סיכויי אש

### זיהוי:

המצאות חומרים דליקים במקום העבודה עלולה לגרום להתלקחות, במיוחד כשמדובר בחומרים דליקים בעלי נקודת הבזקה נמוכה מטמפרטורת החדר וכן במצבים בהם מבצעים עבודה עם אש גלויה בסמוך לתהליכי ייצור או אחסון של חומרים דליקים. חלקיקים חמים עלולים להגיע לחומרים הדליקים ולגרום לפרוץ שריפה.

## בקרה:

עבודה לפי נוהל "בטיחות בעבודות חמות" המבטיח נקיטת אמצעי הגנה וזהירות למניעת היווצרות מצב בו תתאפשר התלקחות של חומרים דליקים במהלך בצוע עבודות. נוהל זה יכול התייחסות לאמצעי זהירות ומגן שיש לנקוט לפני התהליך.

## ד. חשיפה לרעש מזיק

### זיהוי:

רעש - צלילים בלתי רצויים הנגרמים בעיקר בהפעלת ציוד או כלים.

הרעש המזיק היינו רעש בעל יכולת לגרום לפגיעה בשמיעה.

לפי תקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים ברעש), התשמ"ד-1984 שמפלוס המשוקלל על פני הזמן עולה על 85 dB(A) לחשיפה במשך 8 שעות היינו רעש מזיק.

## בקרה:

בהתאם לתוצאות הניטור, ביצוע פעולות להקטנת הרעש במקור. כאשר פעולות כאלה לא צלחו, יש להקפיד על שימוש בציוד מגן אישי בהתאם [לתקנות הבטיחות בעבודה \(ציוד מגן אישי\), התשנ"ז-1997](#) להפחתת החשיפה לרעש (לרבות אוזניות, אטמים) בהתאם לתוצאות ניטור הרעש. להלן סדרת הפעולות המומלצות להקטנת נזקי רעש:

- בידוד מכונה רועשת מאולם הייצור או בידוד מפעילי המכונות בחדר בקרה נפרד כאשר זה מעשי.
- הקפדה על ביצוע תהליכים רועשים בסביבה בה נמצא מספר מינימלי של עובדים, אשר אינם נחוצים לצורך ביצוע התהליך (תזמון תהליכים).
- ביצוע ניטור סביבתי לרעש כנדרש בתקנות הבטיחות בעבודה.
- שילוט אזור העבודה כאזור עבודה עם רעש מזיק, וכן חובת השימוש בציוד מגן אישי (בהתאם לתוצאות ניטור הרעש).
- ביצוע הדרכות לגבי היבטי הסיכונים בחשיפה לרעש.
- ביצוע בדיקות שמיעה לעובדים אשר חשופים לרעש מזיק בהתאם לתוצאות ניטור הרעש.
- שימוש בציוד מגן אישי בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז-1997 להפחתת החשיפה לרעש (לרבות אוזניות, אטמים) בהתאם לתוצאות ניטור הרעש.

## ה. חשיפה לחומרים כימיים

### זיהוי:

פגיעה במערכת הנשימה ובעור על ידי חשיפה נשימתית ועורית לחומרים אורגנים/אי-אורגנים (רעילים או קורוזיביים) הנמצאים בתהליך ייצור או המשמשים כחומרי ניקוי/שטיפה.

### הערכה:

ערכי רמות החשיפה המותרות באוויר (TLV) והתאמתם לערכים של ה-ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). של אדים או אבקות חומרים בסביבת העבודה כפי שהוגדרו בתקנות הבטיחות בעבודה בתחום [גהות תעסוקתית ובריאות העובדים](#).

### בקרה:

- מכיוון שבעת ביצוע עבודות ניקוי בחלל לא מאוורר קיים סיכון להצטברות של אדים או אבקות, יש לארגן את עמדות העבודה במקום מאוורר היטב.
- ציוד עמדות עבודות באוורור מאולץ מסוג יניקה מקומית על ידי שימוש במנדף או בתא אוורור. פתחי היניקה חייבים להיות ממוקמים במקומות שאינם עולים על גובה פניו של העובד, על מנת לא לגרום לתנועת אדים של חומרים אורגנים דרך אזור נשימתו של העובד.
- הגנה מפני חשיפה עורית ועינית: על העובד ללבוש בגדי עבודה בעלי שרוולים ארוכים ולהשתמש בציוד מגן אישי בתקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז - 1997. כמו כן יש לדאוג להתקנת משטפת עיניים ומקלחת חירום בהתאם לתקן אמריקני ANSI Z:358.1-2004.
- הגנה מפני חשיפה נשימתית: על העובד להשתמש במסכת נשימה עם מסנן לחומרים אורגנים, כפי שהוגדר בתקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז-1997.
- בעמדות העבודה יש לבצע נטור סביבתי על ידי בודקים מוסמכים בהתאם לתדירות הקבועה בחוק לפי תקנות הבטיחות בעבודה (נטור סביבתי ונטור ביולוגי של עובדים בגורמים מזיקים), התשנ"א – 1990. [תקנות ניטור]
- העובדים חייבים לעבור בדיקה רפואית בהתאם לתוצאות הבדיקות הסביבתיות
- הצטיידות בגליונות בטיחות לחומרים שבשימוש והכרת הסיכונים והדרכים להפחתתם/צמצומם.

## ו. חשיפה לרטט

רטט (כגורם סיכון) - תנודות מכאניות שיש להן השפעה עמוקה על גוף האדם. במקרה זה בטווח התדרים 1,6-1000 הרץ. במקרים רבים מקור הרטט הינו תופעת לווי של הפעלת ציוד מכני בעל פגמים בעיצוב שלהם, תכנון או פעולה לא תקינה. במהלך הזנת "תוספים" (In sent) לפיה לפני היציקה משתמשים ברעידות באופן יזום. לפרוט נוסף בנוגע לגורמי הסיכון ואמצעי הבטיחות בתהליך הזנת החומרים נא לעיין בתהליך 154.

### זיהוי:

השפעות של רטט על גוף האדם תלויה בעוצמת הרטט ומשך הרטט. רטט עלול לגרום לשינויים במערכת העצבים, לב, כלי דם, שרירים ושלד ולגרום למחלת מקצוע ונכות. המחלה מאופיינת בשינויים פתולוגיים מתמידים במערכת הלב וכלי הדם ועצבים.

### בקרה:

השיטות העיקריות להקטנת השפעות הרטט הן כדלקמן:

- הפחתת הרעידות במקור: תיקון הציוד ושיפור העיצוב.
- בידוד מקור הרעידות, התקנת ציוד רוטט לבסיס נפרד.
- התקנת אמצעים מכניים לצמצום הרעידות (בלמי זעזועים).
- שימוש בציוד מגן אישי (כפפות נגד רעידות).

## ז. גורמי סיכון פיסולוגיים (היבטים ארגונומיים)

### זיהוי:

במהלך ביצוע עבודות, העובדים מבצעים תנועות חוזרות וממושכות, או מבצעים תנועות לא נוחות.

במקרים מסוימים על עובדים להרים חלקים כבדים הנדרשים לתהליך, אריזות וכו' שינוע חלקים כבדים יעשה תוך שימוש בציוד הרמה, כולל בעגורנים על פי המפורט [בתקנות הבטיחות בעבודה \(עגורנים מפעילי מכונות הרמה אחרות ואתרים\)](#), התשנ"ג - 1992. עיין תהליך עזר "שינוע" מספר 444.

### אמצעי בטיחות:

יש לארגן את עמדות העבודה בתהליך בכדי לצמצם את התנועות הלא נוחות. במידה ויש צורך להרים או לשנע מטענים כבדים יש להשתמש במכונות ההרמה או באמצעי הובלה מתאימים.



ניהול היבטי הבטיחות והגהות בעבודה בתהליך אקסטרזית פלסטיק יש לבצע תוך הקפדה על הכללים הבאים:

### **1. כללי**

הדרכה לעובדים אחת לשנה לפחות, על ידי מדריך אשר אושר לכך ע"י מנהל המפעל (בעלים). המנהלים ועובדי האחזקה יודרכו ע"י מדריך מוסמך בלבד. יש לנהל פנקס הדרכה לרבות תיעוד מועד ההדרכה, המדריך והחומר הנלמד. עם כניסתו של עובד חדש לעבודה או שינוי עמדת העבודה של העובד יש לדאוג לביצוע הדרכה שתכלול התייחסות לסיכונים בעמדת העבודה, אמצעים להפחתת הסיכונים לרבות אמצעים הנדסיים ואמצעי הגנה אישיים, התנהגות בעת אירוע חריג לרבות תאונה וכמעט תאונה.

שילוט הסיכונים באזור העבודה, לרבות סיכונים גהותיים ובטיחותיים. שילוט בדבר הצורך בשימוש בציוד מגן אישי. שילוט בדבר איסור אכילה, שתיה ועישון כולל אחסון מוצרי אוכל. [חוק איסור עישון].

הגדרת שיטה (נוהל בכתב) להעברת מידע לגבי מפגעי בטיחות וגהות בתהליך העבודה, באמצעות הנהלת המפעל. העברת מידע מהעובדים להנהלה, באמצעות דיווח על מפגעי בטיחות וגהות, כמעט תאונות או תאונת עבודה.

### **2. סיכוני פגיעה מחשמל**

שימוש בציוד חשמלי תקני, תקין ובדוק בהתאם לחוק החשמל ובשיטות עבודה בטוחות לפי תקנות הבטיחות בעבודה (חשמל), התש"ן – 1990 כגון:

- א. בחירת השיטה הבטיחותית ביותר לשימוש בחשמל (שימוש בזרם נמוך ביותר).
- ב. בדיקת המערכת החשמלית תקופתית על ידי חשמלאי מוסמך.
- ג. בדיקת רצף הארקה של הציוד המופעל מזרם חשמלי,
- ד. התקנת מפסקים נגד התחשמלות (פחת).

### **3. סיכוני אש**

למניעת היווצרות מצב בו תתאפשר התלקחות של חומרים דליקים או התפוצצותם במהלך בצוע תהליך יש לדאוג ל:

- הרחקה/בידוד של חומרים דליקים מהאזור.
- עבודה בהתאם לנוהל "בטיחות בעבודות חמות" המבטיח נקיטת אמצעי זהירות והגנה למניעת התלקחות.
- קיום אמצעי כיבוי אש עפ"י הנחיות אשר נקבעו ע"י [הרשות הארצית לכבאות והצלה](#).
- אוורור אזור העבודה.
- תכנון עמדת העבודה בכדי למנוע הצטברות אדים או אבקות בחללים והיווצרות אווירה נפיצה.

#### 4. מגע עם עצמים חמים

- שימוש בביגוד בעל שרוולים ארוכים, מכנסיים ארוכים.
- מיכון התהליך (שימוש במערכות ומכונות אוטומטיות).

#### 5. חומרים כימיים

- לאור הסיכונים בפליטת נדיפים וגזים בתהליך יש לצייד את עמדות העבודה באוורור מאולץ.
- ביצוע בדיקה תקופתית של יעילות המערכות ליניקה מקומית.
- ביצוע ניטור סביבתי לנדפים ועשן כנדרש בתקנות הבטיחות בעבודה.
- ביצוע מעקב רפואי וניטור ביולוגי באמצעות מרפאות תעסוקתיות בהתאם לנדרש בתקנות, לאור הערכת הריכוזים בניטור הסביבתי.
- בהתאם לתוצאות הניטור הסביבתי במידה שהריכוזים המתקבלים גבוהים מרמת הפעולה, יידרש שימוש במסכה להגנה נשימתית.
- הסרת בגדי עבודה במקום עבודה, כיבוסם באופן מרוכז המאורגן על ידי מחזיק במקום העבודה.
- הצטיידות בגיליונות בטיחות לחומרים שבשימוש והכרת הסיכונים ודרכי צמצום/מניעתם (לרבות מידע על תוצרי פרוק אפשריים בעת פעולת הלחמה).

### ביבליוגרפיה

- חוק החשמל, תשי"ד – 1954.
- חוק למניעת העישון במקומות ציבוריים והחשיפה לעישון, תשמ"ג-1983.
- חוק הרשות הארצית לכבאות והצלה התשע"ב-2012
- פרדו א., ריבשטיין מ., מיימן מ., ואח.: דפדפת רשימות תהליכים תעשייתיים והגדרותיהם, אוניברסיטת תל-אביב, המכון לבריאות תעסוקתית, דצמבר 1993.
- תקנות ארגון הפיקוח על העבודה (מסירת מידע והדרכת עובדים), התשנ"ט – 1999.
- תקנות הבטיחות בעבודה (חשמל), התש"ן – 1990.
- תקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז – 1997.
- תקנות הבטיחות בעבודה (עבודה בגובה), תשס"ז-2007
- בתקנות הבטיחות בעבודה (עגורנים מפעילי מכונות הרמה אחרות ואתרים), התשנ"ג - 1992
- תקנות הבטיחות בעבודה (נטור סביבתי ונטור ביולוגי של עובדים בגורמים מזיקים), התשנ"א - 1990
- תקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים ברעש), התשמ"ד-1984

- 2015 TLVs® and BEIs®. Based on the Documentation of the Threshold Limit Values for Chemical and Physical Agents & Biological Exposure Indices. ACGIH® Worldwide Signature Publication.