



# **בטיחות וגיהות בתעשיית הדפוס**

## **מנחה**

**מוגש ע"י: מרכז המידע של המוסד לבטיחות ולגיהות**

**מחבר: אינג' א. ארנן**

**בקרה מקצועית: מהנדס מאיר גוטסמן**  
**מהנדס ישראל שרייבמן**

**במימון הפעולה המונעת ומחקר בבריאות ובבטיחות בעבודה**

**משרד התעשייה המסחר והתעסוקה**

---

**מרץ 2007**

## תוכן עניינים

|        |                                                                                                          |    |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.     | הקדמה                                                                                                    | 6  |
|        | פרק א' – נייר ומוצרי הדפוס                                                                               |    |
| 2.     | נייר ומוצרי דפוס                                                                                         | 7  |
| 2.1.   | עץ ומוצרי                                                                                                | 7  |
| 2.2.   | הדפסה על גבי נייר בלתי מטופל                                                                             | 8  |
| 2.3.   | חומרים פלסטיים                                                                                           | 8  |
| 2.3.1. | חומרים פלסטיים עיקריים המשמשים בדפוס                                                                     | 9  |
| 2.3.2. | החומרים התרמופלסטיים                                                                                     | 9  |
| 2.3.3. | החומרים התרמוסטיים                                                                                       | 14 |
| 3.     | שיטות דפוס                                                                                               | 16 |
|        | פרק ב' – חיזוי, הכרה, הערכה, בקרה ומניעה של גורמי סיכון בסביבת העבודה, תנאי חשיפה והשפעה על בטיחות העובד |    |
| 4.     | גיהות תעשייתית                                                                                           | 18 |
|        | נתונים באופן מוגבר לסיכון                                                                                | 18 |
| 4.1.   | סיכונים                                                                                                  | 18 |
| 4.1.1. | השפעות מתחום הכימיה                                                                                      | 18 |
| 4.1.2. | השפעות פסיכולוגיות/ביולוגיות                                                                             | 18 |
| 4.2.   | אזורי עבודה בעלי סיכון מוגבר                                                                             | 20 |
| 4.3.   | פגיעות בעבודה                                                                                            | 20 |
| 4.4.   | טבלת סיכונים אפשריים בתהליך הדפוס                                                                        | 20 |
| 4.5.   | טבלת סיכונים אפשריים כתוצאה מאבק                                                                         | 21 |
| 4.6.   | עומסים מותרים להרמה                                                                                      | 22 |
| 4.7.   | טבלת סיכונים ואמצעי זהירות - UV                                                                          | 23 |
| 5.     | סיכונים                                                                                                  | 24 |
| 5.1.   | סיכונים של החומרים הפלסטיים                                                                              | 24 |
| 5.1.1. | שריפת חומרים פלסטיים                                                                                     | 24 |
| 5.1.2. | הכרת תכונות החומר בעת פירוליזה                                                                           | 25 |
| 5.1.3. | התנהגות חומרים פלסטיים בחימום                                                                            | 25 |
| 5.1.4. | טמפרטורת הצתה                                                                                            | 27 |
| 5.1.5. | מקדמי הגבלת כמות חמצן                                                                                    | 27 |

|    |                                                    |        |
|----|----------------------------------------------------|--------|
| 28 | ..... סיכונים מכניים                               | 5.2    |
| 29 | ..... סיכוני מערכות לייזר                          | 5.3    |
| 30 | ..... עקרונות בטיחות בלייזר                        | 5.3.1  |
| 30 | ..... דרגת חשיפה לגבישי לייזר                      | 5.3.2  |
| 31 | ..... יישומים בגבישי לייזר בהדפסה                  | 5.3.3  |
| 32 | ..... סיכונים כימיים                               | 5.4    |
| 32 | ..... טבלת פעילויות והסיכונים הכרוכים בהן          | 5.4.1  |
| 34 | ..... סיכוני אש                                    | 5.5    |
| 34 | ..... גורמים להתפשטות דליקה                        | 5.5.1  |
| 35 | ..... ניהול סיכוני אש                              | 5.5.2  |
| 36 | ..... סיכוני חשמל                                  | 5.6    |
| 36 | ..... סכנות ואמצעי זהירות                          | 5.6.1  |
| 37 | ..... חשמל סטטי באזור האחסון                       | 5.6.2  |
| 37 | ..... תנאים להצתה אלקטרו-סטטית                     | 5.6.3  |
| 37 | ..... מניעת היווצרות תנאים לחשמל אלקטרו-סטטי       | 5.6.4  |
| 37 | ..... הגנה מפני ברקים                              | 5.6.5  |
| 38 | ..... סיכוני נייר                                  | 5.7    |
| 38 | ..... אבק נייר                                     | 5.7.1  |
| 38 | ..... שיטות אחסון                                  | 5.7.2  |
| 39 | ..... הרכב כימי של עץ יבש                          | 5.7.3  |
| 40 | ..... נוזלים דליקים                                | 5.8    |
| 40 | ..... סיווג נוזלים                                 | 5.8.1  |
| 40 | ..... הגדרת נוזלים דליקים על פי NFPA 30 , NFPA 704 | 5.8.2  |
| 41 | ..... חומרים מסוכנים                               | 5.9    |
| 43 | ..... חומרים מתפוצצים                              | 5.9.1  |
| 43 | ..... גזים דחוסים                                  | 5.9.2  |
| 43 | ..... נוזלים דליקים                                | 5.9.3  |
| 44 | ..... אמצעי בטיחות / זהירות                        | 5.10   |
| 44 | ..... מערכת גילוי ואזעקה                           | 5.10.1 |
| 44 | ..... אמצעי בטיחות                                 | 5.10.2 |
| 45 | ..... מטפים וגלאים                                 | 5.10.3 |

|    |                                                |        |
|----|------------------------------------------------|--------|
| 46 | ..... דרכי מילוט                               | 5.11   |
| 46 | ..... תאורה / שילוט חירום                      | 5.11.1 |
| 47 | ..... מודלים לחקירתן והתרחשותן של תאונות עבודה | 5.12   |
| 49 | ..... מכונות דפוס                              | 6      |
| 49 | ..... מדפסות                                   | 6.1    |
| 49 | ..... מדפסות אלקטרוניות                        | 6.1.1  |
| 50 | ..... מדפסות לייזר                             | 6.1.2  |
| 51 | ..... יצרני המדפסות המובילים כיום              | 6.1.3  |
| 52 | ..... מדפסות תרמיות                            | 6.2    |
| 52 | ..... מפעלי דפוס קטנים וזעירים                 | 6.3    |
| 52 | ..... מפעלי דפוס בגודל בינוני                  | 6.4    |
| 53 | ..... מפעלי דפוס גדולים                        | 6.5    |
| 53 | ..... מפעלי נייר                               | 6.6    |
| 55 | ..... תהליך ייצור הנייר הפשוט                  | 6.6.1  |
| 56 | ..... תהליך הדפוס מחומרים פלסטיים              | 6.6.2  |
| 57 | ..... מיגון מכונות                             | 6.7    |
| 58 | ..... חומרי עזר בדפוס                          | 7      |
| 58 | ..... צבעי דפוס                                | 7.1    |
| 58 | ..... דיו                                      | 7.1.1  |
| 59 | ..... עמילן                                    | 7.1.2  |
| 60 | ..... ממש                                      | 7.2    |
| 60 | ..... ממים אורגני                              | 7.2.1  |
| 61 | ..... ניקוי ושפיכה                             | 7.2.2  |
| 62 | ..... חומרים כימיים המשמשים בדפוס              | 7.2.3  |
| 63 | ..... קריטריונים לשימוש באקרילטים              | 7.2.4  |
| 64 | ..... אחסון ושינוע                             | 8      |
| 64 | ..... אחסון                                    | 8.1    |
| 64 | ..... עקרונות כלליים                           | 8.1.1  |
| 65 | ..... התקנת מדפים                              | 8.1.2  |
| 65 | ..... נהלי אחסון מוצרי דפוס וחומרי עזר         | 8.1.3  |
| 68 | ..... מחסנים                                   | 8.1.4  |
| 69 | ..... שינוע                                    | 8.2    |

|    |       |       |                                    |
|----|-------|-------|------------------------------------|
| 69 | ..... | 8.2.1 | הפעלת מלגזה ואחריות המפעיל         |
| 69 | ..... | 8.3   | אמצעי שינוע                        |
| 70 | ..... | 9     | שירותים                            |
| 71 | ..... | 9.1   | אוויר                              |
| 73 | ..... | 9.2   | חשמל                               |
| 74 | ..... | 9.3   | מים וביוב                          |
| 74 | ..... | 9.3.1 | מים                                |
| 74 | ..... | 9.3.2 | ביוב                               |
| 74 | ..... | 9.4   | פסולת                              |
| 74 | ..... | 9.4.1 | טיפול בפסולת                       |
| 75 | ..... | 9.4.2 | פסולת מסוכנת                       |
| 76 | ..... | 10    | חוקים ותקנים השייכים לתעשיית הדפוס |
| 77 | ..... | 11    | מראה מקום                          |

## 1. הקדמה

אחת מאבני הדרך החשובות ביותר בעולם הדפוס הייתה מהפכת הדפוס של יוהן גוטנברג בגרמניה בערך במאה ה-15. גוטנברג לא המציא את הדפוס, אלא את הרעיון להפריד כל אות לגוף בודד, לצרפן אחת לאחת לבניית שורות של מלל וכך לעמדם את העמוד השלם. בסיום ההדפסה ניתן היה לפרק ולארגן שוב את האותיות בסדר אחר, על מנת לעמדם עמוד אחר. עד להמצאה זו הכינו את המקור של העמוד השלם כולו מיחידה אחת (מעץ או מאבן) ובגמר ההדפסה לא ניתן היה לעשות בלוח זה שום שימוש אחר. הספר הראשון שהודפס בשיטה זו של גוטנברג היה התנ"ך.

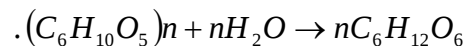
במרוצת השנים התפתחה תעשיית דפוס נרחבת שחומר הגלם העיקרי שלה הוא העץ. ישנם מספר מיני עצים המתאימים לייצור נייר לדפוס והפופולריים ביותר הם אקליפטוס כדורי (*grandis Eucalyptus*) ואקליפטוס המקור. למינים אלה צפיפות סיבים בינונית עד נמוכה, הטובה ביותר עבור ייצור עיסה. קיימת דרישה מתמדת למיני עץ חדשים וטובים יותר עבור תעשיית הנייר. מיני העצים המבטיחים ביותר כמקורות חשובים לעיסה הם *Nitens Eucalyptus* ו-*Eucalyptus dalrympleana*, משום שקליפתם דקה וצפיפותם גבוהה. ברזיל וצ'ילה הן היצרניות העיקריות בעולם לעיסת נייר מאקליפטוס.

## פרק א' - נייר ומוצרי הדפוס

### 2. נייר ומוצרי הדפסה

#### 2.1. עץ ומוצריו

המרכיב העיקרי של תערובת העץ הוא הפולימר תאית (Cellulose). הנוסחה הכימית של התאית היא:



פולימר הוא מולקולה ענקית הבנויה מאלפי מולקולות קטנות המכונות מונומרים. מונומרים אלה, בעלי יכולת להתחבר וליצור תרכובת חדשה - הפולימר. תאית היא פולימר בעל השרשרת הארוכה ביותר, המכילה פחמן, מימן וחמצן. תערובת התאית עם שרפים שונים בהרכבים אחרים הינה העץ. הנייר ומוצרי הנייר מקורם מהעץ לכן ייחשבו כמותו. קצב ההתלקחות של עץ ומוצרי הנייר תלויה בצורתם ובתכולת הלחות והסביבה. טמפרטורת ההתלקחות של סוגי עץ ונייר שכיחים נעים בין 190 ל-300 מ"צ. עיבוד העץ כולל מספר שלבים: גידוע העץ, חיתוכו לפרוסות ועיבודו למוצרי גלם לתעשייה. חומרי הגלם לתעשייה נחלקים למספר מוצרים:

- **לוח סיבים (Fiberboard)**

לוח סיבים הוא מוצר עץ המיוצר מסיבי עץ. המוצר מיוצר בדרך כלל מקורות עץ פחות איכותיות, וכן משאריות של מוצרי עץ. המוצר הנפוץ ביותר הוא קורות עץ לבניין וקורות עץ לריהוט, וזאת כי צפיפותם אחידה ופני השטח שלהם חלקים.

- **לוח עץ דחוס (Particleboard)**

מוצר זה מיוצר מחלקיקי עץ, בשונה מגליונות או סיבים. ההתפתחות של לוחות עץ דחוסים התעוררה מהצורך בניצול הפסולת שנותרת מייצור מוצרי עץ אחרים. המוצר העיקרי של לוחות עץ דחוסים הוא לוחות לרצפות עץ.

- **לוחות לבידים / דיקטים (Plywood)**

לוחות לבידים הם לוחות 'וינר' (Veneer) – ציפוי בלוח משובח המודבקים משני צדיה של ליבת עץ קשיחה. המוצר העיקרי של לוחות לביד הוא בתחום הבנייה והתעשייה, וזאת עקב חוזקם ועמידותם הגבוהה בפני בלייה.

- **טחינה מכנית (Mechanical pulp)**

טחינה מכנית היא שיטה בה טוחנים עץ רך כנגד משטח אבן שוחק (אברסיבי). לאחר הטחינה מעורבב החומר עם מים לשם יצירת עיסה. בדרך זו מיוצר חומר הגלם לייצור נייר. עקב אופי הייצור של מוצר זה הוא מתאים במיוחד לתעשיית הדפוס.

- **טחינה כימיקלית (Chemical pulp)**

טחינה כימיקלית דומה בעיקרה לטחינה מכנית, אך נבדלת ממנה בכך שהעץ מעובד רק עד לרמת הסיב. שיטה זו נעזרת במספר חומרים כימיים לשם הפיכת העץ לעיסה. מגוון המוצרים המיוצרים בשיטה זו כולל מוצרי אריזה, מעטפות, גליונות דפוס ועוד.

- **נייר עיתון (Newsprint)**

נייר העיתון מיוצר ברובו מהטחינה המכנית בתוספת של כמה מרכיבים כימיים לשם חיזוק. זהו תהליך מהיר וזול לייצור כמויות נייר גדולות בעלויות נמוכות.

- **קרטון ושאר מוצרי נייר (Other paper and paperboard)**

קרטון ושאר מוצרי נייר הם מוצרים המיוצרים בטחינה כימית, אך בתוספת של כמה חומרים נוספים, וזאת על פי הדרישות מהמוצר.

## 2.2. הדפסה על גבי נייר בלתי מטופל

שימוש בנייר בלתי מטופל בחומרים מתאימים, במיוחד בגלילי נייר, יוצר מריחת צבע בלתי מבוקרת. הדבר נכון בשימוש במספר סוגים וגוונים של דיו. הנייר סופג בצורה לא אחידה את הצבעים, וכתוצאה מכך קיימת תופעה של איבוד חדות ההדפס וחלוקת השטח לצבעים או לגוונים לא רציפה - צפיפות התמונה (Optical Density), רזולוציה וכן הלאה. נקודת המפתח והמפגש בין הנייר וחומרי הדפוס מופיעה בשילוב פיסיקלי-כימי. נקודה זו מפריעה לשילוב הנייר והדיו.

## 2.3. חומרים פלסטיים להדפסה

קיימות שתי קבוצות גדולות של חומרים פלסטיים:

### 1. חומרים פלסטיים תרמופלסטיים

זהו חומר פלסטי שעוצב בחום ולחץ. ניתן לעצב אותו שוב על-ידי שימוש חוזר של חום ולחץ. בתעשיית הדפוס משתמשים בחומרים פלסטיים מקבוצה זו, כגון אצטילים, אקריליים, פולי-אסטרים, צלולוזה (תאית) וכן הלאה. יתרון קבוצה זו בתעשיית הדפוס שהדיו (צבע) וחומרי העזר נדבקים אל שטח הפנים בצורה יציבה לאורך זמן ללא מריחה על פני השטח. קבוצה זו כוללת חומרים כגון Polyethylene, Polypropylene, Polystyrene, Polyvinyl-Chloride.

### 2. חומרים פלסטיים תרמוסטטיים

זהו חומר פלסטי שנ ניתן לייצר על-ידי חום ולחץ רק פעם אחת. כל ניסיון נוסף לחימום חוזר של החומר הפלסטי התרמוסטי יגרום לעיוות ושינוי צורה של המוצר. קבוצה זו כוללת חומרים כגון Alkyds, Phenolics The Epoxies, Urea-Formaldehyde.

### 2.3.1 חומרים פלסטיים עיקריים המשמשים בדפוס

1. דיו (צבע)

2. חומרי עזר

3. ממיסים לדיו בצבע.

א. השימוש בממיסים בתעשיית הדיו מכיל ברובו אלכוהולים, כגון איזופרופיל-אלכוהול, המשמשים להרטבת הניטרו-צלולוז (תאית מלאכותית) יחד עם ממיס פעיל כמו אטיל או בוטיל-אצטט וממיס הידרוקרבון ארומטי כמו טולואן. הממיסים הם ברובם נוזלים אורגניים נדיפים שהופכים את כל מרכיבי הדיו למרכיב הומוגני.

ב. קיבולת מומס לניטרו-צלולוז - קיימות שלוש קבוצות של ממיסים:

- ממיס פעיל: ממיס בעל כושר המסה טוב של ניטרו-צלולוז, כגון אסטר (בוטיל-אצטט, אמאיל-אצטט), קטונים (אצטון), גליקול אתר.
- חומר איטי בתערובת עם אסטרים כגון בוטיל-אלכוהול עם בוטיל-אצטט.
- ממיסים אחרים, בעיקר אליפטיק (Aliphatic) והידרוקרבון ארומטי, התורמים להמסת שרפים שונים.

ג. קצב איוד של ממיסים שונים.

### 2.3.2 החומרים התרמופלסטיים

כיסוד לחומרים התרמופלסטיים משמשים מונומרים - מולקולות קטנות המסוגלות להגיב עם עצמן (Hooking Up) ותוך כדי כך להתחבר לשרשרת ארוכה מאוד. מונומרים הם לרוב מגיבים ולעתים בלתי יציבים - חומרים מסוכנים שיש לטפל בהם בזהירות רבה. בתנאים נאותים של טמפרטורה ולחץ בתוך הריאקטור (מיכל גדול ואטום), ובנוכחותו של יזם (Initiator) - חומר שמטרתו להתגבר על המעכב (Inhibitor) המוסף למונומר כדי למנוע פילמור מוקדם ולהתחיל את תהליך הפילמור בזמן הנכון. במקרים מסוימים מוסיפים חומר הנקרא זרז (catalyst), לשם יצירת תגובה וזירוזה, אך אין הוא משתתף בתהליך. יש לטפל בעדינות ובשקידה במולקולות של המונומר כדי שיתחילו להתחבר ("Hooking Up") אחת עם השנייה, ליצירת מולקולת שרשרת ארוכה. בשינוי נתונים, כגון טמפרטורה, לחץ ומשך זמן שמגיבים נחשפים לתנאים הללו, ניתן לייצר הרכבים שונים מאותו הפולימר. לדוגמה:

- LDPE - Low Density PolyEthylene
- HDPE - High Density PolyEthylene
- HMWHDPE - High Molecular Weight High Density PolyEthylene
- UHMWPE - Ultra High Molecular Weight PolyEthylene

כל הפולימרים הללו מתחילים עם אותו המונומר (Ethane) Ethylene, אך מסתיימים עם חומרים פלסטיים שונים בעלי תכונות שונות. ניתן להשתמש בצורות שונות של ה-PolyEthylene למטרות רבות ושונות, כאשר לכל חומר פלסטי שנבחר יש דרישות שונות. אף על פי שלכל סוג של PolyEthylene שהובא בדוגמה הקודמת יש אותו מונומר התחלתי, Ethylene, PolyEthylene הוא התרמופלסטי היחיד שניתן לייצר עם התחלה של Ethylene בלבד. לפיכך, לכל חומר תרמופלסטי יש את המונומר שלו. פרופן (Propene) הוא המונומר עבור פולי פרופילן; עבור פוליסטירן המונומר הוא Styrene. כדי ליצור פוליוניל כלוריד יש צורך להתחיל עם (VCM) Vinyl Chloride Monomer, כדי לייצר ABS Plastics נחוצים שלושה מונומרים: Acrylonitrile, Butadiene and Styrene. חומרים תרמופלסטיים מסוימים דורשים יותר ממונומר אחד וייתכן שאין הם מונומרים במובן כפי שהוגדרו לעיל. לדוגמה, מספר פוליאוריטנים תרמופלסטיים דורשים Polyol & Isocyanate כדי להגיב ליצירת פולימר, מספר פולי-אסטרים תרמופלסטיים ידרשו PolyEthylene Glycol & Terephthalic acid על מנת ליצור PET (PolyEthylene Terephthalate). להלן חומרים תרמופלסטיים אופייניים:

#### 1. (Acrylonitrile Butadiene Styrene) ABS

זהו Thermoplastic Terpolymer פולימר העשוי בפילמור של שלושה מונומרים שונים חומר פלסטי חזק ביותר העמיד בשימושים גסים. שימושי מאוד לחלקי מבנה כגון גוף של קרוואן, טלפונים, מקררים, כלים סניטריים, צינורות, כלי עבודה, חלקי מטוסים. כאשר דרושות תכונות נוספות ולא ניתן להשיגן על ידי שינוי כמות אחד המונומרים, מבצעים הרכבים אחרים כדי להקנות את התכונות הללו. כאשר הדבר מתרחש, הוא מוגדר כתרכובת (Compound) או סגסוגת (הגדרה זו נכונה עבור כל החומרים התרמופלסטיים, לא רק עבור ABS). ניתן להקנות ל-ABS תכונות נוספות, כגון דיכוי להבות, צבע, משהה התחמצנות ועוד רבות אחרות. החומר אינו עמיד לפגעי מזג אוויר, כך ששימושו בחוץ מוגבל. במקרה זה יש לצפותו בשכבה דקה של חומר עמיד לפגעי מזג אוויר. ניתן לייצרו באקסטרוזיה (Extrusion) או בהזרקה לתבנית. כיום ניתן להעניק לחומר זה תכונות חזק כה גבוהות עד כי דרגות מסוימות נחשבות כחומר תרמופלסטי הנדסי.

#### 2. Acetyl

חומר זה נחשב פעם רק כחומר הנדסי, אך כיום מקבל הערכה רבה כחומר תרמופלסטי דקורטיבי. מדובר בחומר גבישי בעל דרגת קשיות גבוהה ועמיד היטב בפני כימיקלים. זהו פולימר של Formaldehyde, ובהיותו כזה הוא מוגדר כחומר הנדסי. ניתן לייצרו באקסטרוזיה (Extrusion), בהזרקה לתבנית או בניפוח - תהליך בו מציבים צינור פלסטי בתוך תבנית

ובעזרת משב אוויר מעניקים לצינור את צורת התבנית. משתמשים בתהליך זה כדי ליצור מיכלים למתיזים, עטים, מציתי סיגריות ומשחקים.

### 3. **Acrylics**

קיימים סוגים רבים של חומרים תרמופלסטיים אקריליים, אך המקובל ביותר הוא הפולימר המבוסס על PolyMethyl MethAcrylate (PMMA). לחומר זה תכונות אופטיות טובות ועמידות טובה בפני פגעי מזג אוויר, הוא חזק, עמיד לחום ולמגוון רחב של כימיקלים ובעל הולכת חשמל נמוכה. עקב תכונות החומר, המוצרים האקריליים הם מחליפי הזכוכית. ניתן לייצרם באקסטרוזיה (Extrusion) או בהזרקה לתבנית ואף לעצבם בעזרת ריק (ואקום) או ניפוח לצורות שונות. בין המוצרים העשויים מאקרילים כוללים נמצא רמזורים, שלטים, מוצרים סניטריים, בריכות שחייה, עדשות, פנסים לרכב ופנסי תאורה.

### 4. **Cellulosic**

תאית (Cellulosic). משפחה של חומרים תרמופלסטיים שמבחינה כימית שונים אחד ממשנהו בהרכב הבסיסי של הפולימר. הבסיס לחומרים הללו הוא הפולימר הטבעי. חומרים אלה דומים בתכונותיהם הפיסיקליות ולכן מתוארים יחד. הם בעלי תכונות אופטיות טובות, הולכת חשמל נמוכה, תכונות עמידות בפני חיכוך והתכה. התאיות כוללות:

#### • **(Nitrocellulose) Cellulose Nitrate**

חומר בעל יציבות ממדית טובה אך בעל יציבות חום ואור נמוכה. אם הוא לא מוצב כיאות, הוא דליק ביותר. מוצריו כוללים: זוויתני T, סרגלים וכלי שרטוט אחרים, מסגרות משקפיים וקישוטים דקורטיביים בכלי מוסיקה.

#### • **Ethyl Cellulose**

חומר בעל עמידות לחום גבוה ותכונות דחיסה טובות. חומר חזק, בעל גמישות נמוכה - תכונה טובה בטמפרטורות נמוכות. משמש לייצור לצידוד חשמלי, חלקי מטפים ופנסים.

#### • **Cellulose Acetate**

החומר השכיח ביותר של התאית. משמש כמבודד חשמלי, לייצור סרטים להקלטת קול, עדשות, סרטי מיקרו, משחקים ומחזיקי כלים.

#### • **Cellulose Acetate Butyrate**

פולימר עמיד בפני פגעי מזג אוויר, משמש כציפוי עם גיליון מתכתי, או מעורבב עם חלקיקי מתכת.

### • Cellulose Acetate Propionate

בעל תכונות אופטיות טובות מאוד ומשום כך משתמשים בו למוצרים כגון משקפי מגן, קוביות הבזקה, אריזות, מיכלים מצורות שונות וכן גלגלי הגה.

### 5. Fluoropolymers

פלואורופולימרים או פלואורופלסטיים - קבוצה של חומרים פלסטיים המאופיינים על ידי החלפת אטום מימן אחד או יותר בפלואור אלקן (Fluorine Alkene), וזאת במטרה ליצור את המונומר. לחומרים הפלואורופלסטיים תכונות עמידות טובות בתנאים כימיקליים סביבתיים, הם בעלי הולכה חשמלית נמוכה והתנגדות לחום גבוהה. מקדם החיכוך בחומרים אלה נמוך ביותר. הפלואורופלסטי המוכר ביותר הוא PTFE (PolyTetraFluoroEthylene), הידוע יותר בשמו המסחרי טפלון (Teflon). משפחת הפלואורופלסטיים כוללת חומרים רבים, בהם:

• (PolyVinyl Fluoride) PVF

• Polyvinylidene Fluoride

ניתן לייצרם באקסטרוזיה (Extrusion), בהזרקה לתבנית או לצפות באבקה - תהליך בו שכבה של אבקה תרמופלסטית מפוזרת על החלק שיש לצפות, לאחר מכן מחממים ומתקבלת שכבה חדשה על פני החלק המטופל.

### 6. Nitrile

שרפי ה-Nitrile הם PAN (PolyAcryloNitrile). חומרים אלה ידועים בתכונות אי-העברת הגזים הבולטות שלהם. בקבוקים ומיכלים העשויים Nitrile אטומים להעברה של חמצן או פחמן דו-חמצני דרך דפנות המיכל, ובכך משרתים כמפריד לכל גז אחר. בנוסף, חומרים אלה מציגים התנגדות טובה לממיסים מסוג Hydrocarbon and Chlorinated Hydrocarbon, התנגדות חשמלית וכן תכונות מכניות טובות. ניתן לעבד PolyAcryloNitrile בהזרקה או בניפוח.

### 7. Nylons

משפחת התרמופלסטיים, הידועים כניילון, שייכים לפולימרים הידועים כ-Polyamide. אלה בעלי תכונות מכניות וחשמליות טובות, המדרגות אותם כחומרים תרמופלסטיים הנדסיים. לחומרים אלה תכונות התנגדות לבלייה המאפשרות להם להיות שימושיים במטרות הנדסיות. עקב חוזקם וגמישותם הם מהווים חלופה לגוף המתכתי בכלי עבודה. ניתן לקבוע את הניילונים על ידי הרכבת קופולימריזציה (Copolymerization) ואף בעזרת TerPolymerization (פילמור של שלושה מונומרים לחומר תרמופלסטי אחד). ניתן לעבד ניילונים בהזרקה וניפוח. משפחת הניילונים משמשת בתעשיית הרכב והחשמל, הביגוד, השטיחים, הריפוד, כלי הבית ועוד.

## 8. Polyesters

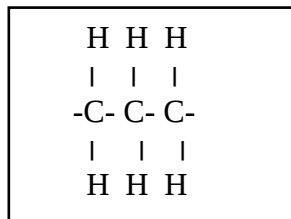
אלה הם פוליאסטרס רוויים (ללא קשרים קוולנטיים מרובים). במשפחה זו חומרים כגון PBT (Polyethylene Terephthalate, PolyButylene Terephthalate). לחומר PBT תכונות כימיות, מכניות וחשמליות טובות. בדרך כלל הוא מיוצר בהזרקה ומשמש לייצור מפסקי חשמל, בתי נתיכים, ראשי מפלגים ברכב, מאיצי משאבות וחלקים גדולים נעים אחרים. Polyethylene Terephthalate הוא חומר פלסטי שהחליף את בקבוקי השתייה מזכוכית, וזאת בעיקר עקב קלות משקלו, בהירותו ותכונתו כמחסום לפחמן דו-חמצני. שימושי בייצור סרטים וסיבים. בגדי הפוליאסטר עשויים סיבי Polyethylene Terephthalate, וכן שטיחים, ריפוד וחוטי פוליאסטר בצמיגי רכב. משמש גם ציפוי חומרים אחרים, כגון נייר, וניתן להפכו גם לסרטי צילום לקרני X. חומר ה-Polyethylene Terephthalate ניתן להזרקה, להזרקת תבנית, לניפוח תבנית או לציפוי בהזרקה (Extrusion Coated) תהליך בו מתיכים פוליאסטר תרמופלסטי בעזרת Extruder ואז מפזרים אותו בשכבה דקה מעל חומר אחר).

## 9. Polyethylene

כיום, Polyethylene הוא חומר תרמופלסטי לו מספר שימושים רב ביותר: משמש לייצור כלי בית, אריזות, שקיות אשפה, בקבוקי חלב, בקבוקים ומיכלים אחרים, יריעות בידוד בבניין או יריעות בחקלאות, בידוד חשמלי, צינורות ותעלות ועוד מאות שימושים אחרים. כל צורות ה-Polyethylene ניתנים להזרקה, הזרקת תבנית, ניפוח תבנית, ערגול (של שלושה או ארבעה גלילים - ליצירת יריעות וסרטים) או יציקה סיבובית (Rotationally Cast), תהליך בו אבקת שרף מוכנסת אל תוך תבנית מחוממת המסתובבת בכל המישורים, ומה שגורם להתכה חלקית של השרף, הזורם לכל פינות התבנית כדי לקבל את צורתה.

## 10. Polypropylene

המונח של הפוליפרופילן (PP) הוא פרופילן (propene) - alkene כמו Ethylene (Ethane), המונח של פוליאתילן. הקשר הכפול של מולקולת האתילן נשברת בעת הפילמור ושולחת אלקטרון בלתי מזווג לכל אחת ממולקולות הפחמן. פרופילן מגיב באותה הצורה בעת פלמורו ל-Polypropylene, אך היות שיש רק שני אלקטרונים בלתי מזווגים וקיימים שלושה אטומי פחמן במולקולה, פונים האלקטרונים הבלתי מזווגים תמיד אל אטומי הפחמן הקיצוניים ונותנים לכל אחד מהם "קשר רופף" ("Dangling Bond"), שמוכן ליצור קשר קוולנטי מלא עם אלקטרונים בלתי מזווגים אחרים. היחידה שמתקבלת וחוזרת על עצמה - "Repeating Unit", נראית כך:



Polypropylene חזק יותר וגמיש יותר מפוליאתילן, לחומר זה תכונות עמידות בחום, בחומרים כימיים, לחות ובעל יכולות ייצור. הוא ניתן להזרקה ומשמש לייצור צעצועים, כלי בית, מזוודות, ריהוט, אריזה, בקבוקים ומיכלים, שפורפרות, סרטים, יריעות וחלקים נעים.

### 11. Polystyrene

התרמופלסטי השלישי בכמויות הייצור אחרי פוליאתילן ופוליויניל כלוריד, הוא הפוליסטירן (PS). יש לו תכונות אופטיות, יציבות ממדית, התנגדות חשמלית וכימית, הוא משמש לצביעה (כאשר הוא שקוף ולא מוקצף) וניתן להשיגו בצורת גביש:  
 HIP (High Impact Polystyrene), MIP (Medium Impact Polystyrene). הפוליסטירן משמש לאריזה, לייצור חלקים חשמליים, יריעות וסרטים, משחקים, ארונות כלים, דיפון פנימי של מקררים, קסטות שמע ווידאו, מכסים ומיכלים ועוד מגוון שימוש רחב. כאשר חומר זה מוקצף, כוחו יפה לכוסות שתייה חד-פעמיות וכד'. בעל תכונות בידוד מעולות ומשמש כמבודד במבנים. פוליסטירן ניתן להזרקה, להזרקת תבנית ולעיבוד בניפוח.

### 2.3.3 החומרים התרמוסטיים

קבוצת החומרים הפלסטיים התרמוסטיים אינה שווה בגודלה לקבוצת החומרים התרמופלסטיים. לחומרים הפלסטיים התרמוסטיים תכונות התנגדות טובות לחום ולחומרים כימיים, אי-מוליכות חשמלית, קשיות פנים ויציבות תרמית וממדית טובה. כדי להעניק תכונות מיוחדות מוסיפים לשרף חומרי מילוי.

### 1. Polyurethane

Polyurethane הוא החומר המיוצר ביותר, בעיקר כקצף. בצורתו הקצפית הוא מהווה את חומר הבידוד השימושי ביותר. ניתן למצוא חומר זה בקירות בתים, במפעלי תעשייה, במקררים ובמקפיאים. כמו כן משתמשים בו הרבה לריפוד בבתים, במכוניות ובמזרנים.

### 2. Amino שרפי

אלה כוללים את שרפי ה-Urea-Formaldehyde, וה-Melamine-Formaldehyde. משמשים כדבקים, רבדים, ציפויים וקצפים, וכן בתרכובות עיצוב, כדי לייצר כלים סניטריים, כפתורים, סכו"ם, התקני חיווט. כאשר משתמשים בשרפי ריבוד ליצירת ציפויי דלפקים, ציפויי שולחן, ריהוט ולוחות קיר הם משמשים לחיבור רבידי העץ, ריהוט, לוחות סיבית ורצפות. משתמשים

בשרפי ציפוי כדי לטפל בטקסטילים למטרות עמידות לשומנים ולכיווץ, וכן כתוספים להשהיית התלקחות של חומרים פלסטיים אחרים.

### 3. **שרפי אפוקסי**

בעלי התנגדות טובה להולכה חשמלית ולטמפרטורה, בעלי עמידות כימית, התכווצות נמוכה והתנגדות טובה לנעיצה (Impact). משמש לציפויים וגימור.

### 4. **שרפי פנול**

חומרים בעלי התנגדות להולכת חשמל, חום ועמידות כימית, קשיות פנים ויציבות תרמית וממדית טובה. כדי לתת לו תכונות מיוחדות מוסיפים לשרף חומרי מילוי. את שרפי הפנול מעצבים ביציקת תבנית. הם משמשים ליצירת גופים לציוד חשמלי ומפסקים, חלקם נעים, ידיות, חלקי מכשור, ידיות מכשור, גלגליות, גלילים וחלקי מיסבים אחרים.

### 5. **פוליאסטר תרמוסטי**

מדובר בשרפים נוזליים שבדרך כלל מסופגים בסיבי זכוכית ונקראים Fiberglass. סיבים אלה חזקים וגמישים, משמשים בגופי מכוניות וסירות, מיכלים, כלים סניטריים, לוחות מבנה וציוד שעשועים.

### 3. שיטות דפוס

הדפוס ביצע קפיצת דרך מהותית בתקופת המהפיכה התעשייתית. באותם ימים נסללה הדרך להדפסת כמויות גדולות של גיליונות נייר, כדוגמת נייר עיתון. עם התפתחות המיכון והטכנולוגיה הומצאו כמה שיטות דפוס נוספות שמגוון היכולות והאפשרויות שלהן רחב:

#### 1. דפוס בלט (בולט)

שיטת הדפוס הראשונה, שהומצאה על ידי גוטנברג, הייתה בשימוש שנים רבות עד שהוחלפה על ידי טכנולוגיות מתקדמות ומודרניות יותר. הספר הראשון שהודפס בשיטה זו הוא התנ"ך. הדפוס נעשה בסידור ידני, וההדפסה נעשתה על נייר בודד בכל פעם. לאחר סיום הדפסה של דף היה צורך לפזר את האותיות והחומר ולבנות סידור חדש. עבודה בשיטה זו קשה ונותנת תוצאה שאינה לגמרי נקייה. משנות ה-70 תופסות שיטות דפוס האופסט ודפוס השקע את מקומה של שיטת הדפסה זו.

#### 2. דפוס משי

בשיטת דפוס זו הדמות הרצויה מועברת מבעד רשת משי צפופה, שאטומה באזורים בהם לא רוצים שיעבור צבע. שיטה זו משמשת להדפסה על משטחים ישרים שלא ניתנים להצמדה לגליל, כמו חולצות, לוחות פלסטיק וחומרים הדורשים ייבוש אינטנסיבי כמו מדבקות (סטיקרים) ועוד.

#### 3. דפוס אופסט - שטח (Offset)

שיטה שבה מועתקת דמות המקור אל גלופה באמצעות צילום אלקטרוסטטי או כימי (בהתאם לסוג הגלופה). הגלופה היא לוח הדפסה העשוי נייר עבה בעל ציפוי מיוחד, או פח אלומיניום. הלוח ועליו צילום המקור מוצמד אל תוף גלילי. בכל סיבוב של התוף הוא נמרח בתמיסה מיוחדת ובצבע דפוס מיוחד, ששילובם גורם לדחייה אלקטרוסטטית של הצבע מהשטחים החשופים שבלוח ולהצמדתו של הצבע לאזורי הלוח המכוסים בדמות המקור. בכל סיבוב עובר הצבע מהלוח אל תוף גלילי נוסף מצופה גומי הסובב בצמוד אליו, וממנו אל דף נייר המוזן בתזמון מדויק באמצעות מערכת המשנעת דף אחר דף. שיטה זו נמצאת בשימוש של הדפסות בכמויות גדולות, בסדר גודל של 1,000 עד 1,000,000 עותקים. זו השיטה הנפוצה ביותר כיום ומדפיסים בה עיתונים, ספרים, שבועונים, עלונים וכדומה. נעשית לרוב על ידי שימוש בארבעה צבעים: ציאן (מעין כחול בהיר), מג'נטה (מעין אדום-בורדו בהיר), צהוב ושחור. הדפסת כל צבע דורשת לוח נפרד עליו צולמו פרטי התמונה המיועדים להיות מודפסים בו. שילוב ארבעת הצבעים מאפשר לדמות צבע מלא. הדפסתם בזה אחר זה עד לקבלת הדמות הסופית נקראת "הדפסת פרוצס", וכשכולם מודפסים ברצף במכונה אחת בעלת ארבעה לוחות נקרא התהליך "רוטציה".

#### 4. דפוס צילינדר

שיטה שבה לוח המקור הינו הצילינדר עצמו, ודמות חרוטה בו בנקבים קטנים מאוד. משמשת להדפסות במיליוני עותקים (למשל: National Geographic Magazine). שיטה זו נחשבת לאיכותית מכולן.

#### 5. הדפסה דיגיטלית

יותר ויותר חברות מייצרות שיטות הדפסה דיגיטליות, שבעתיד הרחוק מיועדות להחליף את שיטת האופסט. בשיטה זו האינפורמציה של הדמות מועברת ישירות מהמחשב, כאינפורמציה דיגיטלית, לצילינדר הממגנט אליו את הצבע בהתאם לדמות. שיטה זו מיועדת להדפסת כמויות של עד 500 עותקים. מעל 500 כרטיסי ביקור לדוגמה, עדיף מבחינה כלכלית להדפיס בדפוס אופסט (אולם השיטה הדיגיטלית זולה ומהירה יותר להכנת 1,000 עותקים ראשונים מאשר דפוס אופסט. יפה להדפסת מוצרים בכמויות קטנות, שילוט רחוב, פוסטרים, שלטי חוצות ועוד. יתרון נוסף של הדפסה דיגיטלית הוא הזמינות - ניתן להדפיס מיד בגמר העיצוב. עם זאת, איכות הדפסה דיגיטלית נופלת מאיכות אופסט.

#### 6. הדפסת "טמפון"

שיטה נפוצה להדפסה על מוצרים עגולים כמו עטים, צנצנות, שפופרות, כדורים וכדומה.

#### 7. פליקסוגרפיה

שיטה הדומה מאוד טכנית לאופסט, אך משתמשת בבסיס גומי במקום בלוח אלומיניום כלוח המקור. משמשת להדפסה על אריזות פלסטיק וניילון בתעשיית המזון, פחיות שתייה, אריזות קרטון ושאר סוגי אריזות.

**פרק ב': חזויו, הכרה, הערכה, בקרה ומניעה של גורמי סיכון בסביבת העבודה, תנאי חשיפה והשפעה על בטיחות העובד**

#### **4. גיהות תעשייתית**

גיהות תעשייתית עניינה חזויו, הכרה, הערכה, בקרה ומניעה של גורמי סיכון בסביבת העבודה ושל תנאי חשיפה המשפיעים על בריאות העובד.

**נתונים באופן מוגבר לסיכונים:**

- צעירים ועובדים בלתי מיומנים;
- עובדים ותיקים עם יכולת פיזית נמוכה;
- עובדים בעלי פגיעות/נכות גופניות;
- נשים ונשים בהריון.

##### **4.1. סיכונים**

###### **4.1.1. השפעות מתחום הכימיה:**

1. התפוצצות;
2. שריפה;
3. הרעלה;
4. אובדן הכרה;
5. נזק לעור;
6. גרדת;
7. כאבי ראש;
8. טשטוש;
9. אובדן התאמה (קואורדינציה);
10. חשיפה ממושכת העלולה לגרום נזק לכבד ולכליות.

###### **4.1.2. השפעות פיסיולוגיות/ ביולוגיות:**

1. הילכדות בין גלילים;
2. שימוש במכונות שמפתחות באמצעות אולטרה-סגול;
3. חומרים המכילים איזוציאנידים;
4. ניקוי גלילים;
5. שימוש בגליוטינה;
6. שימוש בגלופות;

7. קטיעת אצבעות/ אברים;
8. לכידת איברים תוך כדי תנועת מכונה;
9. הרמה והורדה בצורה לא נכונה;
10. נשיאה או טלטול חומרים;
11. נפילה או החלקה וכד';
12. שימוש בממיסים אורגניים;
13. ספיגה עורית של חומרים רעילים;
14. ספיגת חומרים רעילים בשאיפה;
15. ספיגת חומרים רעילים בבליעה;
16. אוזון (Ozone) - מנורת החימום ב-U.V באה במגע עם החמצן באתר העבודה. חלקו הופך לאוזון ( $O_3$ ) סביב שטח המנורה.
17. גלאי האולטרה-סגול (U.V.)

תהליך ההתפלמרות יכול לגרום לפגיעות ביולוגיות חמורות מאוד, יותר מאשר תהליך הכנת הגלופות. יש אם כן, צורך ברשתות סגירה (inter lock) לצורך מניעת הקרנה ישירה של תאורת U.V. למקום העבודה. יש להתאים את הנורה כך שהאור לא יברח לצדדים, ויש להוסיף תעלת הכוונה. תופעות לוואי צפויות הן כאבי ראש, פגיעות בעין ופגיעה בדרכי הנשימה. ניתן להשתמש בנורות קוורץ לפינוי החום מאזור המנורה.

18. קרינת על-סגול (U.V.) - קרינת על-סגול, או קרינה אולטרה-סגולה (ידועה גם כקרינת U.V. היא קרינה אלקטרומגנטית בעלת אורך גל קצר מזה של האור הנראה, אולם אורך מזה של קרינת רנטגן רכה. פירוש המילים אולטרה סגול הוא מעבר לסגול (Ultra בלטינית - מעבר). סגול הוא הצבע בעל הגל הקצר ביותר בטווח אורכי הגל של האור הנראה. חלק מאורכי הגל העל-סגולים נקראו בעבר "אור שחור", משום שאינם נראים לעין האנושית. קרינת על-סגול נחלקת לעל-סגול קרוב (אורך גל של 200 עד 380 ננומטר) ולעל-סגול קיצוני (10 עד 200 ננומטר). כשדנים בהשפעת הקרינה העל-סגולה על בריאות האדם ועל הסביבה, טווח אורכי הגל בעל-סגול יחולקו לעתים קרובות ל-UV-A (אורך גל של 315 עד 380 ננומטר; נקרא גם "אור שחור" או UV גל ארוך), UV-B (אורך גל של 280 עד 315 ננומטר; נקרא גם UV גל בינוני), ו-UV-C (מ-10 עד 280 ננומטר - נקרא גם UV גל קצר, או "קוטל חיידקים"). זכוכית רגילה שקופה לקרינת UV-A, אולם אטומה לגלים קצרים יותר. זכוכית קוורץ, בתלות באיכותה, עשויה להיות שקופה אפילו לאולטרה-סגול קיצוני. השמש פולטת קרינה בתחומי UV-B, UV-A ו-UV-C, אולם בשל הספיגה בשכבת האוזון

באטמוספירה, 99% מהקרינה העל-סגולה המגיעה לפני השטח של כדור הארץ היא UV-A  
(חלק מתדרי ה-UV-C המגיעים מהשמש גורמים להיווצרות האוזון).

טבלת אורכי גל (ננומטר)

| אינפרא אדום | אור נראה לעין | UV-A | UV-B | UV-C | V-UV |
|-------------|---------------|------|------|------|------|
| 700         | 400           | 320  | 280  | 200  | 100  |

טבלת תדירויות עבור שימושים אלקטרו-מגנטיים שונים:

| אנרגיה אלקטרו-מגנטית בשימוש  | תדירות - הרץ (מחזורים לשניה) [Hz] |
|------------------------------|-----------------------------------|
| זרם ישר                      | 0                                 |
| מתח חשמלי                    | 60-50                             |
| שידורי רדיו AM               | 1,600,000 – 550,000               |
| שידורי רדיו FM               | 108,000,000 – 88,000,000          |
| מיקרו-גל                     | 2,450,000,000                     |
| מייבש - גל קצר (אינפרא אדום) | 300,000,000,000,000               |
| אור השמש                     | 536,000,000,000,000               |
| UV – "אור שחור"              | 750,000,000,000,000               |

## 4.2. אזורי עבודה בעלי סיכון מוגבר

4.2.1. תאורה חלשה;

4.2.2. משטח חלק;

4.2.3. משטח משופע;

4.2.4. משטח בעל בליטות ומהמורות.

## 4.3. פגיעות בעבודה:

4.3.1. כאבים/נפוחות;

4.3.2. אי יכולת הפעלת אברי גוף;

4.3.3. פגיעות/נכות לצמיתות;

4.3.4. אובדן הכרה;

4.3.5. נזקי עור (דרמטיטיס);

4.3.5.1. גרדת;

4.3.5.2. אלרגיות;

4.3.5.3. גירוי;

4.3.5.4. גירוד;

4.3.5.5. עור יבש.

4.3.6. טשטוש;

4.3.7. אובדן קואורדינציה;

4.3.8. נזקים לאברי גוף פנימיים (כבד, כליות וכד');;

4.3.9. פגיעה בכושר שמיעה.

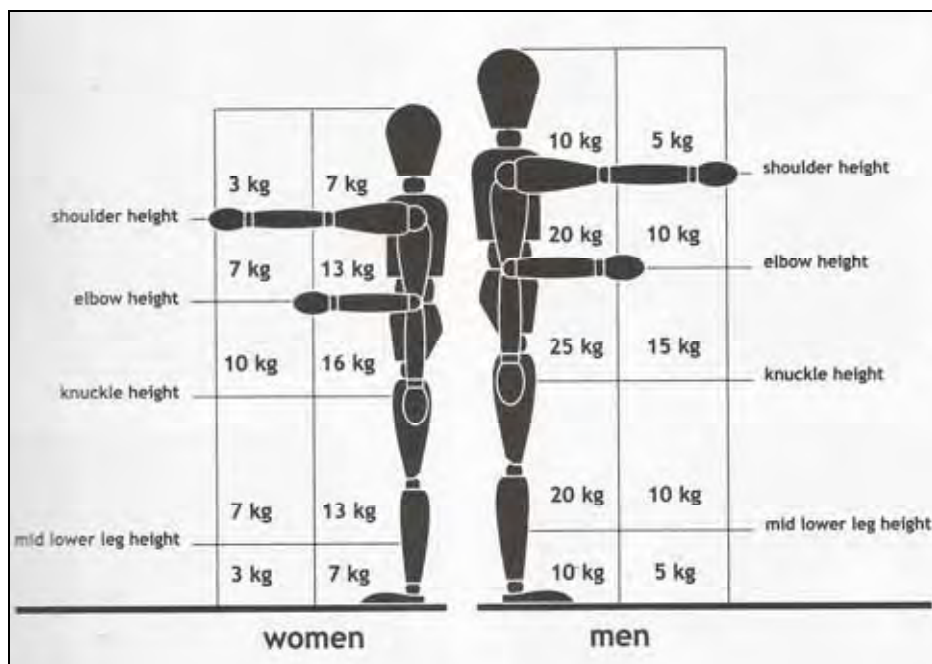
#### 4.4. טבלת סיכונים אפשריים בתהליך ההדפסה

| התהליך                                          | שם / סוג החומר                                 | הסכנה                                                                                |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 יצירת גלופות                                  | פיר-כלורואטילן                                 | - סחרחורת, עייפות, פגיעה במערכת העצבים המרכזית                                       |
| 2 ניקוי גלילים                                  | הידרו-קרבונים עם כלור                          | - סחרחורת, עייפות, פגיעה במערכת העצבים המרכזית<br>- פגיעה בכבד ובכליות בחשיפה ממושכת |
| 3 Litho Printing הדפסות חריטה                   | איזו-פרופיל-אלכוהול (EPA)                      | - סחרחורת, עייפות, פגיעה במערכת העצבים המרכזית                                       |
| 4 יצירת גלופות                                  | קטונים, כוהלים, חומרים ארומטיים: טולואן, קסילן | - סחרחורת, עייפות, פגיעה במערכת העצבים המרכזית                                       |
| 5 הדפסת רשת ופיתוח U.V.                         | נורמל-ויניל, פרידיול                           | - מחלות סרטן                                                                         |
| 6 הדבקה/ שימוש בפוליאוריטן                      | חומרי יסוד של איזוציאנידים                     | - פגיעה בדרכי הנשימה                                                                 |
| 7 חיתוך, שיוף, טחינה של עופרת. עבודות מתכת חמות | אדי עופרת                                      | - חדירה לכלי הדם                                                                     |
| 8 הדפסה בצבע                                    | אמוניום-הידרוקסיד                              | - פגיעה בדרכי הנשימה                                                                 |
| 9 הדפסה מהירה בעזרת אולטרה-סגול (UV)            | חומרים אקריליים המכילים U.V.                   | - פגיעה בדרכי הנשימה                                                                 |
| 10 חריטת לייזר                                  | אדי מתכת                                       | - פגיעה בדרכי הנשימה;<br>- הרעלה                                                     |

4.5. טבלת סיכונים אפשריים כתוצאה מאבק

| התהליך                                 | שם / סוג החומר               | הסכנה                           |
|----------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| 1 חיתוך                                | נייר                         | - גירוי בדרכי הנשימה            |
| 2 ניקוי גלילים                         | עמילן / סוכר                 | - גירוי בדרכי הנשימה            |
| 3 תרמוגרפיה                            | פלסטיסייזר<br>(Plasticizers) | - גירוי בדרכי הנשימה            |
| 4 ציפוי בברונזה, ערבוב משחות אלומיניום | מתכות                        | - גירוי בדרכי הנשימה            |
| 5 ייצור תבניות דפוס                    | אבק עץ רך                    | - מחלות בדרכי הנשימה<br>- אסטמה |
| 6 חיתוך, ניסור, קידוח וכד'             | אבק עץ קשה                   | - אסטמה<br>- סרטן               |
| 7 תחזוקת מבנים                         | אסבסט                        | - אסבסטוזיס<br>- סרטן           |

4.6. עומסים המותרים להרמה



4.7. U.V. – טבלת סיכונים ואמצעי זהירות

| סוג החשיפה            | סיכוני בריאות                                                                            | אמצעי זהירות                                                                     |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| מגע עם חומר U.V.      | גירוי בעור<br>רגישות בעור                                                                | שימוש בחומרים חלופיים, שימוש במערכות סגורות, שימוש בסינר אטום, כפפות ומשקפי מגן  |
| שאיפה של אדי דיו U.V. | גירוי בדרכי הנשימה העליונות והתחתונות, אפשרות לרגישות                                    | בחירת דיו בעל סיכון נמוך יותר, קירור הגלילים, כיסוי הגלילים, מערכת אוורור מקומית |
| מגע עם ממיס           | גירוי בעור, גירוי בדרכי הנשימה העליונות והתחתונות                                        | שימוש במערכת אוורור מקומית, שימוש באמצעי הגנה אישיים                             |
| שאיפה של גז אוזון     | גירוי בעיניים, באף ובגרון<br>כאבי ראש ובחילות                                            | מערכת אוורור מקומית                                                              |
| אור U.V.              | גירוי בעיניים בדרגות שונות<br>היכול לגרום לקשיי ראייה באופן זמני, כוויות בעור - אדמומיות | התקנת מסנן, חבישת משקפי מגן ולבישת חליפת הגנה במשך העבודה                        |

## 5. סיכונים

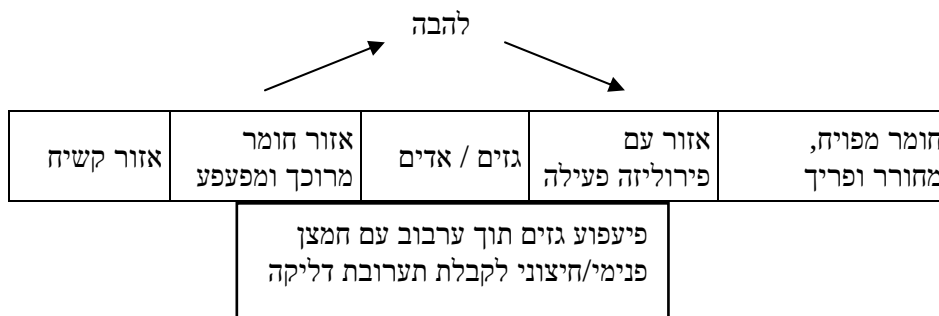
### 5.1. סיכונים של החומרים הפלסטיים

ברגע שהחומרים הפלסטיים עברו את תהליך הפילמור, הם לא מהווים סיכון ידוע בשימוש לו הם נועדו. החומרים הפלסטיים משחררים תוצרי בעירה רעילים: ויניל וכלור יוצרים יחד את החומר פוליויניל-כלוריד- (PVC) - חומר אינרטי לחלוטין. עם זאת, במקרה של שריפה, בטמפרטורה הגבוהה מ-110 מ"צ, חומר זה מתפרק לויניל וכלוריד. הויניל נפיץ והכלור רעיל. נמצא בחומרים פלסטיים, כמו Acrylic, Acetyl, Polyvinyl Chloride, Polyurethane, Polypropylene, Polyethylene, Polyesters, Cellulosic

#### 5.1.1. שריפת חומרים פלסטיים

למרבית החומרים הפלסטיים העוברים תהליך בעירה התנהגות זהה. הבעירה גורמת להתבלות החומר תוך כדי פירוק הפולימר (המורכב ממולקולות ענק) למולקולות קטנות, שנשארות במצבן זה עד אשר, תוספת חום מפתחת תהליך פירוליזה (שריפה איטית), הגורם לפליטת אדים ומשאיר מהחומר אפר מוקשה (מלבד Polyethylene). החומר מתחלק לשני מרכיבים עיקריים:

- חומר מרוכך ומפעפע;
- חומר מפויח ומחורר בין שטח הפנים ואזור הפירוליזה.



כאשר האש מתפשטת, חום מחזית הלהבה מעלה את הטמפרטורה של הפולימר המוצק הנמצא בחזית האש, כך שהוא עובר פירוק ופירוליזה. חום מאזור הריאקציה מגביר את קצב הריאקציות האקזותרמיות והאייד, כך שכאשר האדים מגיעים לנקודת ההבזקה הספציפית שלהם, הם נדלקים באזור פני הלהבה. האזור העיקרי של הריאקציה הוא בפאזה הגזים המפעפעים מאזור האפר. חמצן החודר לאזור זה מדמה את השריפה לדליקת פאזה גזית מפעפעת מתמשכת. הפירוליזה והפירוק הם תוצאה של חימצון חומרים דליקים בטמפרטורות שונות, קצב חימום אנדו-תרמי ואקזו-תרמי שונה, מקדם פיעפוע שונה ותכונות אפר לאזור זה. הכללה של כל החומרים הפלסטיים לגבי צורות והתנהגות בעת בעירה תהיה נכונה, ויש לבדוק לגופם כל חומר או קבוצת חומרים והתנהגותם בעת דליקה.

### 5.1.2 הכרת תכונות החומר בעת פירוליזה

שיטה להכרת תכונות החומר בעת פירוליזה היא בדיקת גובה הלהבה (מודדים את גובה הלהבה הנוצרת ומקבלים "הערכת להבה" (פירוליזה הוא תהליך פירוק ביומסה על ידי חימום לטמפרטורה גבוהה, הנעה בין 300 ל-500 מ"צ, ללא נוכחות חמצן. התהליך מסלק מהחומר את החומרים המתאדים, ולכן נהוג לקשר בין פירוליזה לדהידרציה. תוצר הפירוליזה קרוי Char, ומכיל אנרגיה בצורה מרוכזת יותר מחומר הביומסה המקורי).

### 5.1.3 התנהגות חומרים פלסטיים בחימום

ניטרו צלולוזה וצלולואיד הם חומרים דליקים מאוד. רוב החומרים הפלסטיים שבשימוש רגיל נמצאים בין שני קצוות אלה. פוליסטירנים, מתאקרילטים, וינילים, צלולוז-אצטט ופוליאיתילן דליקים, אך אינם בוערים בקלות. אם האש המקיפה אותם חמה מאוד, הם עשויים להוסיף לה עוצמת בעירה רבה. חומרים פלסטיים רבים ניתכים לפני שהם בוערים, ולאחר מכן הם מתפרקים ליצירת אדים דליקים המזינים את הלהבות. בשלב ההתכה ולפני שהפירוק בחום נעשה בעל משמעות, הם מהווים סיכון קטן מאוד. כאשר יש בהם כאלה המהווים חומרי דלק מצוינים וקשים לכיבוי כאשר הם מגיעים לשלב הבעירה העזה. סיכון האש כרוך בחומרים פלסטיים הטבלאות הבאות, שנלקחו מהספרות העוסקת בחומרים פלסטיים, מציגות את ההתנהגות של חומרים פלסטיים בחימום:

| החומר                             | הטיפול       | התוצאה                                                                                           |
|-----------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| פורמבאר (פוליוניל פורמל)          | חימום במבחנה | התכה, שינוי צבע מסוים, חריכה קלה וריח של פורמלדהיד                                               |
| אלבאר (פוליוניל אצטאל)            | חימום במבחנה | התכה, שינוי צבע, חריכה קלה, אין ריח של אצטלדהיד, אך אפשר לגלותו באמצעות ריאגנט שיפס, ריח דגים קל |
| פוליוניל פלוריד                   | חימום במבחנה | משחים ומשחיר מיד, התכה מועטה, יצירת חומצה מלחית רבה המזוהה באמצעות הריח ואמוניה                  |
| ויניל מעורב פולימר של כלוריד אצטט | חימום במבחנה | כמו פוליוניל פלוריד                                                                              |
| פוליסטירן                         | חימום במבחנה | ניתך לנוזל שקוף רותח, שינוי צבע קל מאוד, חריכה, ריח של מונומר                                    |
| מתיל אקרילט                       | חימום במבחנה | אינו ניתך או נחרך באופן ניכר, מתפרק והמונומר מזדקק                                               |

|                      |                    |                                                                                                                 |
|----------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| בקליט                | חימום במבחנה ולהבה | נוכחות אבקת עץ גורמת להריכה רבה וליצירת עשן. דבר זה מכסה כל ריח אופייני. ללא אבקת עץ, אפשר לגלות פנול פורמלדהיד |
| אוריאה פורמלדהיד     | חימום בלהבה        | ריח חזק של פורמלדהיד ואמוניה. חריכה קלה, אך החומר בלתי דליק לחלוטין                                             |
| אוריאה פורמלדהיד     | חימום במבחנה       | ריח מועט של פורמלדהיד. הריח העיקרי הוא של אמוניה ופירצין                                                        |
| תיו אוריאה פורמלדהיד | חימום במבחנה       | ריח חזק של מימן גופריתי ואמוניה                                                                                 |
| קזאין                | חימום בלהבה        | נחרך בקלות, ריח חזק של חלבון בוער. דליק יותר מאוריאה, פורמלדהיד. הריח חזק מאוד ודוחה                            |
| צלולז אצטט           | חימום בלהבה        | ניתך ונחרך, ריח חריף של צלולוזה בוערת וחומצה אצטית                                                              |
| אטיל צלולוזה         | חימום בלהבה        | נחרך, ניתך בקלות, ריח של צלולוזה בוערת יחד עם ריח שמן בלתי נעים                                                 |
| צלולז אצטבוטירט      | חימום בלהבה        | נחרך וניתך. ריח ברור ואופייני של חומצה בוטירית                                                                  |

#### 5.1.3.1 קצב הבעירה של חומרים תרמופלסטיים

| החומר                         | קצב הבעירה           |
|-------------------------------|----------------------|
| אצטל פולימר וקופולימר         | איטי                 |
| אקריליך                       | איטי                 |
| צלולזיק-אטיל-פלולוזה          | איטי                 |
| צלולז אצטט                    | איטי וכבה מעצמו      |
| צלולז פרופיונט                | איטי                 |
| צלולז אצטט בוטירט             | איטי                 |
| צלולז היטרט                   | מהיר מאוד            |
| פוליאדר כלורי                 | כבה מעצמו            |
| ניילון                        | כבה מעצמו            |
| פוליאטילן                     | מטפטף                |
| פולי פרופילן                  | איטי וכבה מעצמו      |
| פולי-כלורו טרי-פולואורו-אטילן | אינו בוער            |
| פוליסטירן                     | איטי                 |
| כנ"ל ממולא זכוכית             | מהיר עד כבה מעצמו    |
| פוליקרבונט                    | לא בוער עד כבה מעצמו |

|                        |                 |
|------------------------|-----------------|
| פנוקסי                 | איטי וכבה מעצמו |
| ויניל פולימר וקופולימר | איטי וכבה מעצמו |

#### 5.1.4. טמפרטורות הצתה

טמפרטורות ההצתה הממשיות המובאות בטבלה מראות, שבאופן כללי חומרים פלסטיים בשימוש נפוץ ניצתים בטמפרטורות גבוהות באופן ניכר מאלו של חומרי דלק ומוצרי צלולוזה רבים, כולל עץ ונייר. הם מהווים, לכן, סיכון אש מינימלי בהשוואה לחומרים אלה:

| החומר                       | טמפרטורות גבוהות, מ"צ |            |
|-----------------------------|-----------------------|------------|
|                             | עם להבת הצתה          | הצתה עצמית |
| שכבות פנול                  | 340                   | 520        |
| אריג כותנה פנולי            | 339                   | 492        |
| מלמין ממולא נסורת עץ        | 379                   | 500        |
| מלמין ממולא מינרלים         | 481                   | 610        |
| שכבות פוליסטירן דחוסות      | 345                   | 488        |
| פוליויניל-כלוריד-אצטט, שקוף | 360                   | 600        |
| צלולוז אצטט                 | 304                   | 450        |
| פולימתיל מתאקרילאט          | 301                   | 460        |

#### 5.1.5. מקדמי הגבלת כמות החמצן

ריכוז החמצן באוויר המספיק כדי לגרום לבעירה והתפוצצות מחומר לחומר. נקרא "מגביל כמות החמצן" -  $I_0$ . העיקרון הוא, שככל שכמות החמצן התומכת בדליק קטנה, החומר דליק יותר. להלן ערכי ריכוז חמצן:

| Limit | $I_0$ | הנוסחה                                                          |
|-------|-------|-----------------------------------------------------------------|
| 311   | 0.054 | H                                                               |
| 1177  | 0.076 | CO                                                              |
| 1271  | 0.085 | C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>                                   |
| 1258  | 0.111 | CH <sub>3</sub> OH                                              |
| 1335  | 0.105 | C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>                                   |
| 1405  | 0.126 | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> CH                                |
| 1422  | 0.127 | CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>                 |
| 1436  | 0.132 | CH <sub>3</sub> (OH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> |
| -1540 | 0.133 | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>                                   |
| 1518  | 0.139 | CH <sub>4</sub>                                                 |

$$I_o = \frac{(O_2)}{(O_2) + (N_2)} = 0.21$$

## 5.2. סיכונים מכניים

מגוון הסיכונים המכניים שכל עובד בא איתם במגע יומיומי הוא רחב וכולל חתכים, שפשופים, נקעים, שברים וכד'. סיכונים אלה נובעים ממגוון רחב של כלים וציוד המצוי בכל בית מלאכה: כלי עבודה, סולמות, ציוד סובב, מסמרים וכד'. על מנת לצמצם עד כמה שניתן את הסיכונים והפגיעות, עלינו לבצע פעילות מניעתית והסברתית בכל הדרגים שבבית המלאכה.

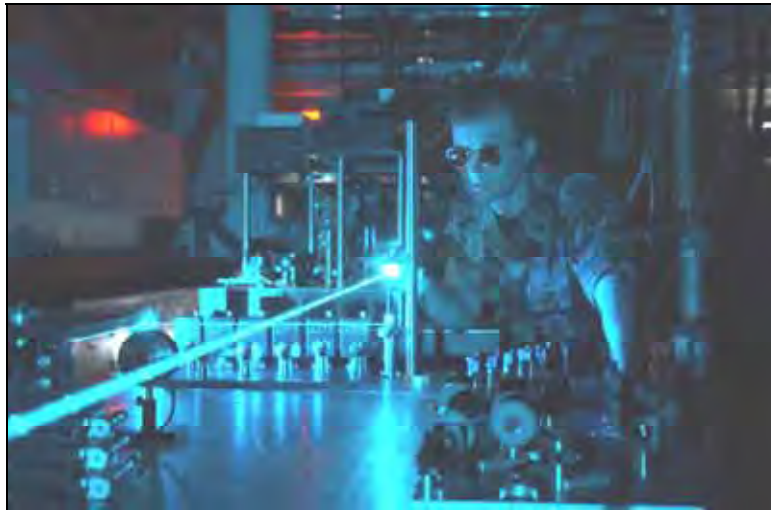
| מאמץ לזמן ממושך                                                                                           | מאמץ לזמן בינוני                                                                                             | מאמץ לזמן קצר                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| נשיאת משקל במלגזה<br>  | נשיאה במשקל<br>             | תנועת זרוע חופשית<br>    |
| נשיאה בעגלת יד<br>    | נשיאת משקל במכונה<br>      | הזזת מתקנים ומכונות<br> |
| נשיאה בעגלה מלאה<br> | נשיאת משקל בינוני-כבד<br> | נשיאה של המתקן<br>     |

| הקטנת סיכונים - תנועת ידיים                                                                                      |                                                                                                              |                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| מאמץ גדול                                                                                                        | מאמץ בינוני                                                                                                  | מאמץ קטן                                                                                              |
| שימוש במתקן מיוחד<br>       | שימוש בכלים רלוונטיים<br> | אריזה על שולחן<br> |
| שימוש במתקן לנשיאת מטען<br> | שימוש בכוח הידיים<br>     | אריזה על מתקן<br>  |

### 5.3. סיכוני מערכות לייזר

השימוש בציווד לייזר בתעשיית הדפוס גדל בצורה ניכרת בשנים האחרונות וסביר להניח כי ימשיך לגדול גם בעתיד. הגידול מתרחש בעיקר עקב תכונות אור הלייזר, ליישומי הדפוס נעזרים באור הגלוי לעין ובתחום האור האינפרה-אדום. מספר מאפיינים לאור הלייזר:

- יציבות (Stability);
- פיזור מינימלי של הקרן;
- צפיפות בעלת כוח חזק - ניתן לתעל את אור הלייזר באמצעים אופטיים לנקודה קטנה מאוד;
- חד-צבעיות (Monochromaticity) כלומר, אורך גל יחיד, למרות שללייזר יכול לפעול גם במספר אורכי גל.
- תאימות (Compatibility) תאימות עם בקרת המחשב.



לייזר הוא מקור אור חזק. חשיפה ישירה או עקיפה בעזרת אמצעים אופטיים, כגון מראות או חפצים בוהקים אחרים, יכולות לגרום נזק לעיניים ולעור וזאת בהתאם לעוצמת הלייזר, לאורך הגל ולמשך החשיפה. הסכנה הגדולה מפגיעת לייזר היא לעיניים - נזק חמור לרשתית יכול להתרחש בזמן שהעין מתמקדת (פוקוס), וזאת משום שעוצמת קרן הלייזר המקורית מוגדלת עד פי 100,000. למרות שאור האינפרה-אדום בלתי ניתן לראייה על ידי העין האנושית, הוא עדיין מסוכן לה. בזמן שימוש באור אינפרה-אדום נוצר אור ייחודי הקרוב לאינפרה-אדום ויכול לגרום נזק לעין. למשל, אם לייזר הפועל בעזרת תרכובת ארסנית וגליום יכוון לרשתית, הוא יגרם נזק חמור. באור אינפרה-אדום רחוק, סכנה מהשתקפות יכולה להתרחש גם עקב שימוש במשטחים בעלי צבע מט (Matt). סיכון לכוויות עור קשות מתרחש רק בשימוש עם לייזר דו-תחמוצת הפחמן, הפועל באור האינפרה-אדום הרחוק. יש לציין, כי לכל הלייזרים בעלי העוצמה הגבוהה קיים הפוטנציאל לגרום לשריפה. בתעשיית הדפוס התרחשו מספר תאונות הקשורות בלייזרים. פגיעות עיניים ועור חמורות עקב חשיפה למקור לייזר התרחשו בתעשיות שונות, בהן שרטוט, ייצור, אספקה. ציווד לייזר יכול ליצור סיכונים נוספים כגון מכת חשמל,

מגע עם חלקי מכונה נעים ופליטה של אוזון או אבק ואדים. תשומת לב מיוחדת יש להעניק להקטנת הסיכון הקיים באנרגיה הגדולה האצורה בקבלים, הנמצאים בשימוש רב בלייזרים.

#### 5.3.1 עקרונות בטיחות בלייזרים

- הפחתת עד כמה שניתן את עוצמת גביש הלייזר (אורכי גל המותרים לשימוש: 400-1,400 ננומטר. אורכי גל אלו מוגדרים Class I (קבוצה 1) - אין צורך באמצעי בטיחות מיוחדים).
- הקטן עד כמה שניתן את הנתיב בה צריכה לעבור קרן הלייזר, ואטום את הנתיב;
- צמצום עד כמה שניתן את הזמן בו יכולה להתרחש חשיפה למקור לייזר;
- תכנון את הצידוד של גביש הלייזר עם תקנים מוכרים ובדוק התוצאה (כגון: S.B 7192);
- על העובדים להכיר את עקרונות העבודה בלייזר, את היתרונות ואת החסרונות.



#### 5.3.2 דרגת חשיפה לגבישי לייזר

דרגות החשיפה הן 1, 2, 3A, 3B, 4. בעבודה רגילה, בה דרגת החשיפה היא הנמוכה ביותר, תתאים דרגה 1. בעבודה מאומצת יתאימו דרגות חשיפה 3A, 3B, 4. במקרה זה יש לתכנן את מיקום קרן הלייזר ועוצמתה על-ידי תוספת סנן מיוחד ושילוב אמצעי תחזוקה מיוחדים.

5.3.3. יישומים בגבישי לייזר בהדפסה

| סוג הלייזר                            | צבע                   | יישום                                           | רמת הלייזר |
|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------|------------|
| הליום / ניאון                         | גלוי לעין - אדום      | מדפסות, מכונות צילום                            | 3B         |
| יון ארגון                             | גלוי לעין - כחול/ירוק | סורקים                                          | 3B         |
| גליום ארסן                            | בקרבת אולטרה-סגול     | מדפסות, מכונות צילום                            | 3B         |
| YAG<br>(Yttrium Aluminum)<br>(Garnet) | בקרבת אינפרה-אדום     | ייצור גלופות                                    | 3B & 4     |
| דו-תחמוצת הפחמן                       | אינפרה-אדום           | הדפס גלופה, חיתוך מטריצה, סימון תאריך על אריזות | 4          |

#### 5.4. סיכונים כימיים

לכל חומר יש את ריכוז החמצן שלו -  $I_0$ . כאשר ריכוז החמצן באטמוספירה נמוך דיו, ההתלקחות אינה אפשרית והאטמוספירה נחשבת לאינרטית. אטמוספירה אינרטית עשויה להוות הגנה טובה מפני הצתות אלקטרוסטטיות. לגבי אבקות וממסים רבים, אטמוספירה תיחשב אינרטית אם ריכוז החמצן בנפח יהיה 8% ומטה, להוציא חריגים כגון מימן, לו תחום דליקות רחב (4-76%), ולכן ריכוז החמצן חייב לרדת אל מתחת ל-4%. לעתים יכולים גם אוורור או דילול להפוך אטמוספירה לבלתי דליקה. תהליך ההדפסה עלול לגרום לסיכון במגע עם העור, העיניים ודרכי הנשימה.



##### 5.4.1. טבלת פעילויות והסיכונים הכרוכים בהן

| תהליך או פעילות                                            | סוגי חומרים עיקריים                              | סיכונים בריאותיים אפשריים                                                         |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| חריטה, יצירת גלופה, ייצור גלופות ע"י HF                    | חומצת חנקן, חומצה גופרתית, חומצה הידרו-פלוואורית | כוויות ובוועות בעור, כוויות חמורות, פגיעה בעיניים                                 |
| ניקוי מסכים בהדפסת מסך                                     | נתרן מרוכז, אשלגן הידרוקסיד                      | מאכל את עור, עיניים וקרום הריריות                                                 |
| תמיסות פיתוח פוטוגרפיות מרוכזות                            | כגון הידרוכינון                                  | יוצר גירוי בעיניים, עלול לגרום נזק לצמיתות, יוצר גירוי בעור ועלול לגרום לדלקת עור |
| אולטרה-סגול וקרן אלקטרונים בפיתוח, דיו לכה, מן שרף וליקרים | אקרילט, מתה-אקרילטים                             | מאכל את העור, עיניים וקרום הריריות, עלול לגרום לגירוי בעור                        |
| תמיסות פיתוח פוטוגרפיות                                    | סודיום תיו-סולפט, חומצות מלח                     | גורם גירוי                                                                        |
| תוסף הקשחה לתמיסת הצילום                                   | פורמלדהיד                                        | גורם גירוי, מגע תדיר עלול לגרום לגירוי בעור                                       |
| גלופות וגלילים, הלבנת צילומים וצריבות                      | אמוניום-אשלג, סודיום-דיכרומט                     | מאכל חריף, בריכוז גבוה עלול לגרום לכוויות עמוקות בעור                             |

|                                              |                                                                                              |                                                                                         |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| הדפסות ליטוגרפיות, ממיסים לניקוי             | איזופרופיל-אלכוהול, מתיל אטיל קטון (MEK), ספירט לבן                                          | גורם לדלקות עור                                                                         |
| שימוש במספר סוגי דיו עבור גלופות וגלילים     | מתיל אטיל קטון, אלכוהוליים כגון מתנול אסטרם, אטיל אצטט, פחמימנים ארומטיים כגון טולואן, כסילן | גורם לדלקות עור                                                                         |
| הדפסות גלופה, פיתוח דיו ע"י אולטרה-סגול      | אן-ויניל-פירולידון (NVP)                                                                     | גורם מסרטן, נזק לעוברים                                                                 |
| הדפסות גלופה, פיתוח דיו                      | קטון (ציקלואקסנון), פחמימנים ארומטיים כגון טולואן וקסילן                                     | גורם לדלקות עור                                                                         |
| יצירת גלופות עם אותיות                       | פר-כלורואטילן                                                                                | סחרחורות, פגיעה במערכת העצבים המרכזית                                                   |
| ניקוי גלילים והשבת כיסויים                   | די-כלורומתאן, קטון (מתיל או אטיל קטון)                                                       | סחרחורת, פגיעה במערכת העצבים המרכזית, פגיעה בתפקודי הלב, פגיעה קשה בכליות ובכבד         |
| הדפסות ליטוגרפיה                             | איזופרופיל-אלכוהול (IPA)                                                                     | סחרחורת, פגיעה במערכת העצבים המרכזית                                                    |
| חריטה                                        | מיכלי דיו עם תוספת קטון, כוהלים, אסטרם, טולואן וכסילן                                        | סחרחורת, פגיעה במערכת העצבים המרכזית                                                    |
| הדפסות שבלונה                                | מיכלי דיו המכילים קטונים או הידרוקרבונים ארומטיים                                            | סחרחורת, פגיעה במערכת העצבים המרכזית                                                    |
| ריבוד (למינציה) ע"י דבק                      | פר-פולימרים של איזו ציאניד                                                                   | פגיעה במערכת הנשימה                                                                     |
| חיתוך, שיוף ושימוש במתכת חמה                 | אדים ואבק עופרת, אדי מתכת שונים                                                              | ספיקה בדם הגורמת לכאבי ראש, עייפות, כאבי בטן וירידה במשקל                               |
| הדפסה ואיוד הדיו בקצב גבוה ע"י שימוש ב- U.V. | אקרילטים פעילים                                                                              | פגיעה בדרכי הנשימה                                                                      |
| חריטה בלייזר                                 | אדי מתכת שונים                                                                               | פגיעה בדרכי הנשימה                                                                      |
| תחזוקה כולל ריתוך                            |                                                                                              | רעילות ממוצרי מתכת                                                                      |
| שימוש במנורות U.V., הרפיה ע"י U.V.           | יצירת אוזון                                                                                  | פגיעה בדרכי הנשימה העליונים, כאב ראש וסחרחורת                                           |
| התזת דיו                                     | מתיל אטיל קטון                                                                               | פגיעה בדרכי הלב, השפעה תקופה ארוכה על הכבד, כליות, סחרחורת ופגיעה במערכת העצבים המרכזית |
| תוסף לציפוי עץ - פוליאסטר                    | סוכרוז-אצטט-איזובוטארט                                                                       | גירוי בעיניים ובעור                                                                     |
| תוספים לדיו                                  | די-אטיל-גליקול                                                                               | גורם לגירוי בעיניים, בעור ובדרכי העיכול                                                 |

## 5.5. סיכוני אש

מקורות הצתה לא ניתנים לביטול באופן מלא. לכן יש לפקח ולבקר את השימוש והאחסון בחומרים דליקים.

שריפה היא הגורם העיקרי להרס בלתי הפיך בבתי דפוס וציוד עזר. הגורמים העיקריים לדליקות:

- שימוש לא נאות בציוד חשמל, כגון עומס יתר וקצרים. בנוסף, ליקויים בהגנה על מערכות חשמל;
- עישון;
- טיפול לא נאות בנוזלים דליקים;
- ניצוצות חשמליים - חשמל סטטי;
- ציוד חימום וייבוש;
- חימום כתוצאה מחיכוך, כגון התחממות מיסבים;
- ציוד שאינו מטופל כראוי;
- עבודה חמה - ריתוך וחיתוך;
- הצתה בזדון.



### 5.5.1. גורמים להתפשטות דליקה

ברגע שדליקה החלה, ישנם מספר גורמים שיתרמו להתפשטותה:

- ניהול משק-בית לקוי ואגירת חומרים מיותרים;
- אחסון לא מאורגן של נוזלים דליקים, חומרים דליקים וגזים;
- אחסון מוגזם של חבילות נייר באזור הייצור;
- חוסר במחיצות אש בין הקומות, המפלסים והחדרים;
- דלתות אש שהושארו פתוחות;
- חוסר בציוד לגילוי וכיבוי אש;
- תקורות וקירות דליקים.

הסיכון שדליקה תחל ותתפשט במהירות תלוי בעיקר בחומרים הנמצאים בשימוש ובאחסנה, בסטנדרטים הכלליים לניהול משק הבית או המפעל, חומרי המבנה, התכנון הכללי של המפעל ואימון העובדים למצבי חירום. הסיכון לבני אדם תלוי בעיקר בהתאמה ובתחזוקה של אמצעי המילוט, באמצעי

ההתראה כמו גם בתרגול צוות החירום בזמן שגרה בפעולות, כגון פינוי אוכלוסייה במצב חרום. על מנת לבקר על סיכוני האש בצורה מתאימה יש לנקוט מספר פעולות:

- להפחית את הסיכוי להתרחשותה של דליקה למינימום האפשרי;
- להפחית את הסיכוי להתפשטותה של דליקה למינימום האפשרי;
- לוודא כי כל אוכלוסיית המקום מסוגלת להגיע בכוחות עצמה למקום מוגן.

על המעביד להתארגן לנקיטת אמצעי בטיחות להגנה בפני אש, עליו למנות איש או צוות מטעם ההנהלה שייטול עליו את האחריות ויטפל באופן אישי בכל הנושאים האמורים. ניהול מוצלח של הסיכונים דורש תשומת לב וטיפול תמידי, וכך גם מודעות לסיכונים הפוטנציאליים הקיימים.

#### 5.5.2. ניהול סיכוני אש

סיכון אש תלוי בקצב התקדמות האש, תחזוקה נכונה והדרכת עובדים, וזאת במטרה למנוע אירועי חירום בכיבוי אש. יש לבצע ניהול והערכת סיכונים בהתאם לנתונים הבאים:

- הכרה ובדיקת דרכי מילוט, ביצוע תוכנית פינוי חירום והפעלת נוהל חירום;
- קבלת אישור מרשות כיבוי אש על תאריך בדיקה אחרונה ובירור שינויים שבוצעו במהלך התקופה האחרונה;
- בדיקת תקינות וכמות האמצעים לכיבוי אש;
- סימול אזורי אחסון של גלילי נייר ומצבורי מוצרי נייר;
- בדיקות התהליכים המסוכנים הקיימים (גורמי אש);
- האם ניתן להפחית את כמות הממיסים הדליקים בשימוש, ולבצע בדיקת שימוש בממיסים בעלי רמת דליקות נמוכה יותר;
- שימוש במערכות יניקת אוויר ווידוא מיקום יציאת האוויר;
- בדיקת התקנים הנדרשים בהתאם לאופי העבודה;
- התקנת פינות עישון מוגדרות;
- תחזוקה נכונה של מערכות חשמל, ציוד מכני וחשמלי, כולל מערכות U.V. ולייזר.

## 5.6. סיכוני חשמל

חשמל יכול להרוג גם במתח הנמוך משמעותית מ-220 וולט. כל שנה מתרחשות תאונות עבודה שמקורן בחשמל - מכות חשמל וכוויות, כאשר חלקן קטלניות ביותר. שריפות שקשורות במערכות חשמל נגרמות כתוצאה מהתקנה ותחזוקה לקויות של המערכות החשמליות. מערכות חשמל, במקרים מסוימים, מסוגלות אף ליצור פיצוץ, וזאת במקרים הבאים:

- חימום כבלים ע"י מתח עודף;
- זליגה של מתח חשמלי;
- קרבת חומרים דליקים לקווי חשמל חשופים;
- היווצרות קשת חשמלית וניצוץ.



### 5.6.1. סכנות ואמצעי זהירות

- ודא כי כל החיווט החשמלי מחובר בצורה תקנית על ידי אדם שהוכשר לכך. תחזוקה לא נאותה מסוכנת ומסכנת את האנשים ועלולה לגרום נזק כבד לרכוש;
- על כבלי הזנת המתח למכונות להיות מוגנים ומבודדים באמצעים המתאימים;
- בסמוך לכל מכשור, מכונה או ציוד המקבלים הזנת מתח יש להציב מפסק, שבזמן חירום ניתן יהיה לנתק בעזרתו את הזנת החשמל;
- תקעים, שקעים ומחברים יהיו מוגנים כהלכה ומותאמים לסביבת העבודה;
- יש למנוע הנחת כבלי חשמל גמישים על הרצפה; הסבירות לפגיעתם באופן זה גבוהה. בנוסף, נוצר סיכון למעידה;
- בכבלים גמישים יש לוודא כי חיבור החוטים לשקע או לתקע מתבצע בצורה נאותה, וזאת על מנת למנוע חשיפת חוטים והעלאת הסיכוי לתאונה;
- כאשר ישנם מספר צרכני חשמל, יש להתקין שקע עבור כל צרכן;
- כבלי חשמל פגומים ושחוקים יש להחליף;

- חיבור כבל חשמלי או כבל מאריך יתבצע רק בעזרת מהדקים מתאימים;
- יש למנוע גישה לכל סכנה חשמלית: קופסאות, ארונות, לוחות וחדרי חשמל. מומלץ לנעול, ואת המפתח להשאיר אצל אדם שמונה לאחראי;
- אבזרי חשמל יותאמו לתנאי העבודה הקיימים במיתחם;
- מוצרי חשמל ביתיים כגון קומקום או תנור, לא יובאו ולא יהיו בשימוש במיתחם העבודה;
- באזור נסיעת מלגזות, לא יוצבו כבלי חשמל, כדי שמלגזות לא יוכלו לגעת בהם.

#### 5.6.2 חשמל סטטי באזורי אחסון

סיכון זה קיים במחסנים בהם מאוחסנים חומרים הרגישים לפריקה אלקטרו-סטטית, כגון דלקים, כימיקלים אורגניים, אבקות מתכתיות, גזים ואירוסולים דליקים. פריקה אלקטרו-סטטית תתרחש בהפתעה גם כאשר נדמה כי הכל תקין. היכרות עם החומרים ועם התנאים המאפשרים היווצרות חשמל סטטי יאפשרו נקיטת אמצעי זהירות ומניעה מתאימים.

#### 5.6.3 תנאים להצתה אלקטרו-סטטית

- הימצאות אטמוספירה דליקה;
- ביצוע תהליך היוצר מטען;
- הצטברות מטען גדולה דיה לחולל פריצה חשמלית (Break down) של האטמוספירה המקומית;

#### 5.6.4 מניעת היווצרות תנאים של חשמל אלקטרו-סטטי

- על מנת למנוע הצתה אלקטרו-סטטית יש לבדוק את הסוגיות הבאות:
- האם תיתכן אטמוספירה דליקה;
- האם תיתכן יצירת מטען ;
- האם תיתכן סכנת פריקה;
- האם פריקת הניצוץ תהיה בעל אנרגיה מספקת להצתת האטמוספירה.

#### 5.6.5 הגנה מפני ברקים

ההגנה על מבנה המחסנים יעמוד בת"י 1173. יש לקבל ממהנדס החשמל את החישובים והנימוקים להתקנה.

## 5.7. סיכוני נייר

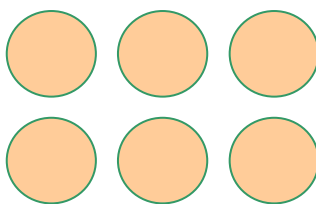
נייר הוא משטח סיבי, דק במיוחד, נפוץ ביותר בצבע לבן אך קיים גם בצבעים אחרים. שימוש העיקרי לכתיבה ולדפוס. שימושים נפוצים נוספים שלו הם בסיס לציור, תמונות, פיסול, קיפול אומנותי (אוריגאמי) ועוד. הנייר הוא מוצר נפוץ ביותר והשימוש בו יומיומי. טמפרטורת ההצתה של הנייר: נייר עשוי תאית (צלולוזה) - 300-350 מ"צ, ונייר עשוי מחומר פלסטי: 150-155 מ"צ.

### 5.7.1. אבק נייר

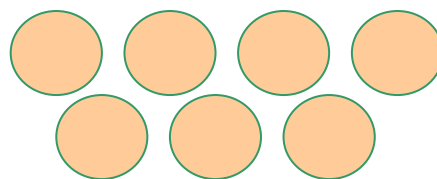
אבק נייר מהווה סיכון אש גבוה ובתנאים מיוחדים יכול לנוע באוויר ולהתפוצץ, במיוחד במפעלים לייצור נייר טואלט ודומיו. גודל החלקיקים שמסוגלים ליצור פיצוץ הוא  $4\mu\text{m}$ -2. במצב של חשמל סטטי קיימת סכנה מוגברת במיוחד באיזור החיתוך של גלילי הנייר. יש צורך באיסוף האבק באמצעות מערכת יניקה מקומית מתאימה, שכושר יניקה מתאים לריכוז אבק הנייר הנוצר במקום. על כל הציוד להיות מוארק. כמו כן, על הציוד להיות עמיד בפני אש. רצוי שפתחי היציאה של מערכת היניקה יכוונו אל מחוץ למבנה, רחוק ממקום אחסון גלילי הנייר ולוודא ניקיון האזורים בהם עלול האבק לשקוע. אין לאפשר כמויות אבק משמעותיות, לכן יש לבצע ניקיון תמידי של גלילי הנייר. ניתן ליישם זאת על ידי שימוש ביונקי אוויר.

### 5.7.2. שיטות אחסון

- ניתן לאחסן גלילי נייר בצורה אופקית או אנכית;
- מרחק מינימלי בין גליל אחד למשנהו יהיה בין 25 ל-100 מ"מ, וזאת כדי למנוע התפתחות תנאי שריפה בין גליל לגליל. אחסון בשיטה זו ימנע מעבר אוויר חופשי בין הגלילים;
- יש לוודא כי הגלילים המאוחסנים יהיו קשורים ומודבקים.



ב



א

תבנית אנכית לסידור גלילי נייר

ניתן לראות כי המרווחים בתבנית א' צומצמו עד כמה שניתן על מנת להקטין את אפקט הארובה. יתרון אחסון הגלילים בצורה הנכונה - א', יאפשר תפיסה והובלה על-ידי המלגזה ללא קריסת יתר הגלילים.

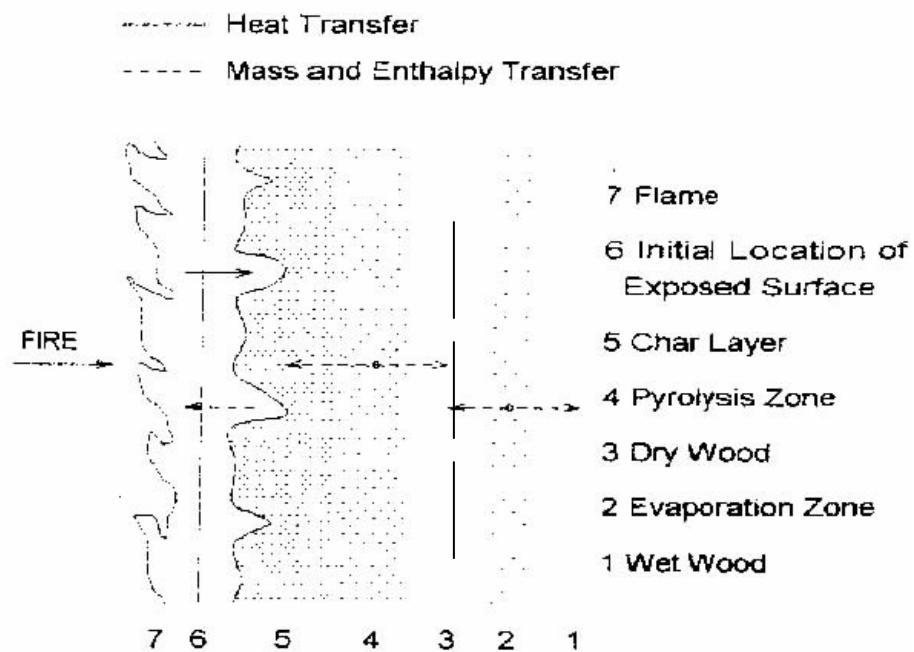
### 5.7.3. הרכב כימי של עץ יבש

| סוג העץ | תאית<br>(צלולוזה) % | מתא-תאית<br>(אמיצלולוזה) % | ליגנין (צלולוזה עם<br>קסילן) % |
|---------|---------------------|----------------------------|--------------------------------|
| עץ קשה  | 44-40               | 40-23                      | 25-18                          |
| עץ רך   | 44-40               | 32-20                      | 35-25                          |

שלוש רמות בעת הפירוק התרמי של העץ, שלושת המרכיבים העיקריים:

|   |                           |             |
|---|---------------------------|-------------|
| 1 | תאית (צלולוזה)            | 350-240 מ"צ |
| 2 | מתא-תאית (אמיצלולוזה)     | 260-200 מ"צ |
| 3 | ליגנין (צלולוזה עם קסילן) | 500-280 מ"צ |

בגרף הבא מתואר מעבר החום והמסה בפרוסת עץ:



Heat and mass transfer in a burning slab of wood

"Handbook Of Building Materials For Fire Protection \ Charles A. Harper"

## 5.8. נוזלים דליקים

בין אלה תוספות ומסירים לדיו, כוהלים, חומרי ציפוי, פרפינים, ספירט לבן, חומרים דליקים ביותר של גזים דליקים ונפיצים. יש להיזהר באחסון של חומרים דליקים הפולטים גזים ואדים דליקים וחומרים תומכים שנקודת ההצתה שלהם מתחת ל-32 מ"צ. תחום פיצוץ של חומרים אלה בדרך כלל מעל 1.5% נפח באזור העבודה. מיכלים ריקים או שיש בהם ממיס אורגני בכמות קטנה, מהווים סיכון באזור האחסנה והעבודה.

- יש לטפל בהם באחסון או בהעברה בצנרת ממקום למקום. אם הצנרת מרוקנת, תיווצר כמות אדים נפיצים. לכן, יש למלא את הצנרת בנוזלים המתאימים לסוג העבודה, ולרוקן אותם לאחר מילוי בחומרים ספציפיים. יש לשמור את המיכלים סגורים.
- לאחר סיום העבודה יש להעביר כל מיכל למקום שיועד לכך מראש. אין להשאיר בשטח מיכלים שנותר בהם חומר שעלול להתנדף וליצור פיצוץ עקב גוף חם שנשאר במקום.
- סמרטוטים טבולים בממיס אורגני ייסגרו במיכלי מתכת בסוף יום העבודה, תחת מערכת אוורור טבעי או מאולץ.

### 5.8.1. סיווג נוזלים

סיווג חומרים דליקים ומתלקחים נעשה על בסיס טמפרטורת ההבזקה וטמפרטורת הרתיחה. טמפרטורת ההבזקה, (FP) Flash Point, היא הטמפרטורה הנמוכה ביותר בה אדי הנוזל יידלקו תוצאה מגורם חיצוני, בלחץ אטמוספירי. קיימות שתי שיטות מדידה לנוזלים דליקים: ספל פתוח (open cup) וספל סגור (close cup).

המדידה מתבצעת לפי נקודת הרתיחה היחסית של החומר ולחץ פני הים.

### 5.8.2. הגדרת נוזלים דליקים על פי התקנים NFPA 30, NFPA 704

תקנים NFPA 30 ו-NFPA 704 מסווגים נוזלים דליקים ומתלקחים על פי קבוצות איכות והמלצות לאחסון. האחסון יבוצע לפי הקבוצות הרשומות בטבלה הבאה:

| הנוזל                        | סיווג NFPA 30 | סיווג NFPA 704 | טמפרטורת הבזקה   | טמפרטורת רתיחה                                       |
|------------------------------|---------------|----------------|------------------|------------------------------------------------------|
| נוזל מתלקח                   | Class IA      | 4              | FP<22.8°C        | BP<37.8°C                                            |
| נוזל מתלקח                   | Class IB      | 3              | FP<22.8°C        | BP≥37.8°C                                            |
| נוזל מתלקח                   | Class IC      | 3              | 22.8°C<FP<37.8°C |                                                      |
| נוזל דליק                    | Class II      | 2              | 37.8°C<FP<60°C   |                                                      |
| נוזל דליק                    | Class IIIA    | 2              | 60°C<FP<93°C     |                                                      |
| נוזל דליק                    | Class IIIB    | 1              | FP≥93°C          |                                                      |
| נוזלים עם תכונות גלישת רתיחה | No class      | -              |                  | נוזלים כגון מוזט                                     |
| נוזלים לא יציבים             | No Class      | -              |                  | חומרים מתפלמרים, מתפרקים או מגיבים בעצמם תחת הלם חום |

## 5.9. חומרים מסוכנים – קבוצות סיכון

חומרים מסוכנים מחולקים לתשע קבוצות סיכון עיקריות שחלקן מחולקות לתתי קבוצות.

להלן קבוצות הסיכון:



1. קב' סיכון 1- חומרים מתפוצצים
2. קב' סיכון 1- חומרים מתפוצצים 1.4
3. קב' סיכון 1- חומרים מתפוצצים 1.5
4. קב' סיכון 1- חומרים מתפוצצים 1.6
5. קב' סיכון 2- גזים מתלקחים
6. קב' סיכון 2- גזים לא רעילים ולא מתלקחים
7. קב' סיכון 2- גזים רעילים
8. קב' סיכון 3- חומרים מתלקחים נוזליים
9. קב' סיכון 4- מסוכן במגע עם מים
10. קב' סיכון 4- חומרים מתלקחים מוצקים
11. קב' סיכון 4- נתון להתלקחות עצמית
12. קב' סיכון 5.1- חומרים מחמצנים
13. קב' סיכון 5.2- פרוקסידים אורגניים
14. קב' סיכון 6- חומרים רעילים
15. קב' סיכון 6- זהירות! חומרים מדבקים
16. קב' סיכון 7- חומרים רדיואקטיביים (לרכב)
17. קב' סיכון 7- חומרים רדיואקטיביים (דרגה 1)
18. קב' סיכון 7- חומרים רדיואקטיביים (דרגה 2)
19. קב' סיכון 7- חומרים רדיואקטיביים (דרגה 3)
20. קב' סיכון 8- חומרים מאכלים (קורוזיביים)
21. קב' סיכון 9- חומרים וחפצים מסוכנים אחרים
22. חומרים מותכים

5.9.1. קבוצה 7: חומרים רדיואקטיביים



סימון חומרים רדיואקטיביים

5.9.2. קבוצה 8: חומרים קורוזיביים (מאכלים, משטחים)



סימון חומרים קורוזיביים.

5.9.3. קבוצה 9: חומרים ופריטים מסוכנים אחרים

- חומר מאכל:



- חומר דליק:

## 5.10. אמצעי בטיחות וזהירות

### 5.10.1. מערכת גילוי ואזעקה

- קיימת חשיבות רבה להתקנת מערכות גילוי וכיבוי אש, על מנת לצמצם את האפשרות להיווצרות דליקה ופגיעה בחיי אדם וציוד.

### 5.10.2. אמצעי בטיחות

#### 5.10.2.1. מחסנים

- במחסנים בהם מאוחסנים חומרים רעילים או קורוזיביים יש להציב ציוד חירום ייעודי (הציוד יקבל את אישור הרשות לכיבוי אש);
- המחסן יהיה נעול, למעט במהלך שינוע של חומר אליו או ממנו. המפתח יהיה בידי האחראי בלבד או סגנו. על הדלת יהיה שלט עם שם מחזיק המפתח ומספר הטלפון שלו;
- עותק של נוהל החירום יהיה אצל מנהל המפעל, אחראי הרעלים ובשער המפעל;
- המעברים יהיו רחבים מספיק למעבר מלגזה וציוד עזר אחר (מינימום 1.10 מטר), וכן מלגזה + מעבר אדם במקביל. כאשר יש שימוש במלגזת יד, יהיה בנוסף למעבר מלגזת יד גם רווח למעבר אדם בצורה חופשית ובטוחה;
- אחסון חומרים בעירים יהיה במרחק בטיחותי מחומרים דליקים ומקורות אש אחרים, כגון תאורה (נורות), מתקני חימום;
- ציוד כיבוי ימוקם במקום נגיש;
- אחסנה בגובה – לא יפריע לשימוש ממטירים;
- אין לעשן במקום האחסון;
- ציוד קיטור וגנרטורים יופרד ע"י קירות אש או יאוחסנו באזור נפרד;
- מטעני סוללות לא יהיו באזור האחסון;
- משטחי עץ וחומרי אריזה, כגון גומי ספוגי וחומרים פלסטיים אחרים כמו פוליויניל, פוליאוריטאן, פוליסטירן וכו', יהיו באזור נפרד;
- אין להניח ערמות ניירת ליד קירות חיצוניים של המבנה.

#### 5.10.2.2. שיטת הגנה בעלת שיקולים של בטיחות אש

- בדוק דרכי מילוט - האם יש למקום אישור מאת הרשות לכיבוי אש?
- בדוק מתי נערכה הבדיקה האחרונה? איזה שינויים נעשו במשך תקופה זו?
- בדוק את מיקום הציוד והאמצעים;
- בדוק את מיקום גלילי הנייר ומיקום ניירות אחרים;
- איזה ציוד דליק ?

- בדוק תהליכים מסוכנים הקיימים במתחם.
- בדוק האם ניתן להפחית את השימוש בממסים דליקים.
- מערכת יניקת אוויר – האם יכולים להשתמש בה? לאן יוצא האוויר הנינק?

### 5.10.3 מטפים וגלאים

- בדוק מה התקנים הנדרשים מאותו מקום.
- בדוק מהי תוכנית פינוי החירום במקום העבודה לאחר שריפה – הכנסה למשטר מיוחד.
- אמן את העובדים לפחות פעמיים בשנה ותן תפקידים לכל אחד מהם. אימון הצוות יכולול עצירת מכונות ותהליכים במקרה של אירוע. כן בדוק מהי ההשפעה על התהליכים לפני ואחרי;
- ודא כי קיימות עמדות עישון מתאימות;
- ודא סידורי תחזוקה, שימון ומערכות חשמל;
- הערך את מידת עמידות הדלתות, הגדרות וכיו"ב מפני חדירת ילדים ואורחים בלתי רצויים;
- הקטן עד כמה שניתן כמויות ומקום אחסון של מסיסים;
- בעת שפיכת ממסים ודא איסופם.

## 5.11. דרכי מילוט

בכל אזורי העבודה יהיו דרכי מילוט המתאימות למקום ולסיכון. כל דרכי המילוט יישארו תמידית נקיות ממכשולים ופנויות למעבר בזמן חירום. בכל המעברים והדלתות תתאפשר פתיחה מבפנים כלפי חוץ, ודלתות אלו תמיד יהיו לא נעולות. הנסיבות במתחם יכולות להשתנות, אך העקרונות ייושמו תמיד כך שאדם בשעת חירום יכול יהיה להגיע למתחם בביטחון.

בעת הערכה של אמצעי המילוט יש להתייחס לפרטים הבאים:

- סיכוני אש באזור העבודה;
- מיקום ברור של אזור המילוט;
- הגנה על דרכי המילוט;
- המבנה;
- עמידות המבנה לאש;
- סוג האנשים במבנה (משרדים, מגורים וכו');;
- מספר יציאות חירום;
- כמות אנשים צפויה בשעת מילוט;
- המרחק שיש לעבור בשעת מילוט;
- תאורת חירום;
- שילוט חירום;
- אישור רשות הכיבוי לדרך מילוט (נקי מצידוד, ריהוט, חלקי מכונות וכו').

### 5.11.1 תאורה ושילוט חירום

- עוצמת תאורת החירום תהיה 16 ואט ליחידה על פי תקן NFPA 70.
- זמן הפעלת הנורה - שלוש שניות מתחילת הפסקת החשמל. משך ההפעלה יהיה 120 דקות.



## 5.12. מודלים לחקירה והתרחשות של תאונות עבודה

חקירת הגורמים לתאונות עבודה מתחילה למעשה בהצגת אירוע התאונה כתוצאה הכרחית של שרשרת אירועים קריטיים הגורמים האחד את משנהו. שרשרת זו מורכבת מפעולות אנושיות וממצבים פיזיים מתהווים. ראשיתה יכולה להיות פעולה לא בטיחותית של אדם או היווצרות של מצב פיזי מסוכן בסביבת העבודה. תהא החוליה ההתחלתית אשר תהא, המשכה של שרשרת האירועים עד להיווצרות התאונה הינו דטרמיניסטי. מכאן, כל פעולה שכוונתה למנוע את התרחשות התאונה אמורה להיות מכוונת לסילוקו של האירוע הקריטי המתחיל את שרשרת אירועי התאונה. רוב הגישות לחקר תאונות מאופיינות על ידי מיקוד החקירה בשרשרת האירועים המובילה לאירוע הסופי של התאונה ודיון בדרכים בהן ניתן למנוע, לעצור או לנתק שרשרת אירועים זו. הגורם האנושי החשוב ביותר במניעת תאונות היא יכולתו של האדם לגלות שינויים סביבתיים רלוונטיים ולהבין את משמעותם. כדי לנתק את שרשרת האירועים המביאים לתאונה, לאחר שזו כבר החלה, נדרשים מן האדם:

1. מודעות לסכנה הקיימת;
2. זיהוי מקור הסכנה;
3. פיתוח תגובות מתאימות;
4. מאמץ לסילוק מקור הסכנה.

לפי מודל זה, תאונות עבודה קורות בשל מגבלותיה של המערכת אדם-מכונה ביכולתה להשתלט, או למנוע אירועים סביבתיים בלתי צפויים. כשלונה של המערכת יכול להיגרם בשל גורמים אנושיים או גורמים מכניים בה. מרכיבי המכונה עלולים להיכשל בחסימת המעבר של אנרגיה מזיקה, או במתן התראה למפעיל האנושי על שחרורה של אנרגיה כזו. המפעיל עצמו יכול להיכשל בתפיסת השחרור הבלתי צפוי של אנרגיה מזיקה, בהבנת משמעותו של שחרור זה, או ביצירת תגובה מתאימה לו. כשלונות אנושיים אלה רגישים למאפיינים של מערכת אדם-מכונה בכללותה והם מושפעים מגורמים כמו התאמה בין אדם ומכונה, עומס התפקיד המוטל על האדם, הכשרתו וכו'. מודל זה מכיר במשמעות הזיקות ההדדיות שבין גורמי אדם ומכונה במערכת, אבל רק בפרק הזמן הסופי שלפני התאונה. כלומר, לאחר שהחלה שרשרת אירועי התאונה. גישה דומה נמצאה בקבוצה אחרת של מודלים המייצגים את הגישה המערכתית לחקר תאונות עבודה. תפיסה זו מבוססת על העיקרון שכל מערכת הפועלת בסביבה נתונה חייבת להיות מסוגלת להתאים את עצמה לשינויים המתרחשים בסביבה זו.

שרשרת התאונה מתחילה אם וכאשר אחד ממרכיבי המערכת אינו מצליח להגיב באופן מתאים והסתגלותי, שכן אז נוצרת הפרעה המפסיקה את האיזון שבין המערכת וסביבתה, ומתפתחת סדרת אירועים העלולה לגרום לעומס יתר ולנזק לאחד או יותר ממרכיבי המערכת. תפקיד ההסתגלות ושמירת האיזון במקרים של הפרעות סביבתיות יכול להיות מוטל על המרכיבים המכניים של המערכת, כגון הגנת מכונות, ניתוק אוטומטי, סיבולת גבוהה, נהלי חירום וכו', או לחילופין - על המפעיל האנושי. הגישה המערכתית לחקר תאונות מתמקדת אם כן, בתנאים המסייעים, שחייבים להתקיים כדי ליצור התנהגות הסתגלותית של המערכת לנוכח הפרעות סביבתיות.

גורמים ארגוניים-מינהליים מהווים חלק משרשרת האירועים הקריטיים שעלולים להביא לתאונה. שרשרת האירועים הקריטיים, המורכבת ממצבים פיזיים, כוללת תקלות טכניות ופעולות אנוש - סימפטומים של טעות תפעול (Operational Error), שאת מקורותיה יש לחפש ברמות ניהוליות כמו הנהלת המפעל או אחראי הבטיחות. הטעות התפעולית היא הסיבה העיקרית, בעקבותיה הוסטה תשומת הלב בחקר תאונות העבודה למשתנים ארגוניים, כמו אופי הארגון, סיווגו התעסוקתי, מבנהו הארגוני, רמת התחרות שבו, רווחיותו וכו'. הטעות התפעולית ברמה של התנהגות ההנהלה ורמות הפיקוח בארגון היא למעשה טעות טקטית המתייחסת לפעולות ומצבים לא בטיחותיים, שיש בהם להפעיל את שרשרת האירועים הקריטיים ברמה של עובדי הייצור עצמם. בגישה זו מומלץ טיפול סימפטומי באירועי התאונה על ידי סילוק הטעות הטקטית, אך בו זמנית מומלץ לרכז את עיקר פעולות המנע בדרגי הניהול והפיקוח האחראים לפונקציה הבטיחותית, וזאת על ידי איתור המקור לטעות האופרטיבית ונקיטת צעדים לסילוקה.

בספרות המקצועית העוסקת בתחום זה ניתן למצוא מודלים שונים המציעים מגוון רחב של מסגרות תיאורטיות לחקר תאונות עבודה. חלק מן המודלים מדגישים היבטים התנהגותיים, תהליכי קבלת החלטות או משתנים מוטיבציוניים, מודלים אחרים מתרכזים בהיבטים יישומיים של נהלי חקירת תאונות ובדרכים לאיסוף נתונים על תאונות עבודה במטרה לאסוף מידע שיצביע על הסיבות האופייניות לתאונות ומכאן על דרכים אפשריות למניעתן (Adams, Barlow & Hiddlestone, 1981; Ferry, 1987).

ריבוי הגישות והמסגרות התיאורטיות המטפלות בנושא תאונות העבודה מדגיש את הבעייתיות הכרוכה בנושא זה. הניסיונות השונים לבנות מודל של תאונות עבודה מתייחסים להיבטים השונים של הבעיה, והתשובות שהם מציגים הן במקרה הטוב חלקיות ולא ממצות.

## 6. מכונות דפוס

### 6.1. מדפסות

מדפסת היא מתקן המחובר בדרך כלל למחשב ומשמש להפקת מסמכים קטנים ובכמויות קטנות. חומר ההדפסה טקסטואלי או גרפי, מאוחסן על גבי המחשב ומופק בדרך כלל על ניירות או שקפים.



**תולדות המדפסת:** בשנות השמונים היו מדפסות הסיכה הדומיננטיות בשוק הביתי ובשוק העסקי, וזאת בזכות עלותן הנמוכה יחסית לחלופה העיקרית - מדפסות הלייזר, שהפיקו הדפסה באיכות גבוהה. בשנות התשעים החלו מדפסות הזרקת דיו להחליף את מדפסות הסיכה בשוק הביתי, בספקן הדפסה באיכות גבוהה בעלות סבירה. מדפסות הלייזר החליפו את מדפסות הסיכה בשוק העסקי. כתוצאה מכך נעלמו מדפסות הסיכה כמעט כליל לקראת סוף שנות התשעים, והן נותרו בשימוש רק למטרות מיוחדות, כגון הדפסת נייר בשני עותקים. מדפסות לייזר נמצאות אצל המשתמש הביתי רק בשימוש מצומצם, בשל מחירן הגבוה יחסית למדפסת הזרקת דיו, אם כי מחיר הדיו למחסנית לייזר נמוך יחסית למחיר הדיו למדפסת הזרקת דיו. רוב מדפסות הלייזר אינן בעלות יכולת הדפסה צבעונית, ואלו שכן מדפיסות בצבעים, יקרות יחסית למדפסת הזרקת דיו צבעונית, או איכות ההדפסה בהן גבוהה יותר.

**קיים מגוון מדפסות ובהן שני סוגים עיקריים:**

#### 6.1.1. מדפסות אלקטרוניות (הזרקת דיו)



מדפסת הזרקת דיו פועלת בטכנולוגית הדפסה המבוססת על סדרת מזרקים זעירים, המתזים טיפות דיו קטנות על נייר העובר מתחת לרצועה שבה הם נמצאים. ראש מזריק הדיו כמעט צמוד לנייר בעת ההדפסה. כשראש הדיו נמצא במקום שנקבע על ידי המערכת הוא מתז כמות מזערית של דיו על הנייר ושואב את הדיו המיותר על מנת למנוע היווצרות כתמים. פעולה זו מתבצעת על ידי צינור מזערי שעוביו קטן מעוביה של השערה האנושית. השיטות העיקריות להזרקת הדיו:

1. שיטת הגביש - חברת Epson משתמשת בגביש מיוחד, המשנה את צורתו בעת הזרמת זרם חשמלי ודוחף את טיפת הדיו לנייר.

2. שיטת הבועות - בתוך הצינור ישנו "נגד" קטן הפועל כגוף חימום. בעת הזרמת זרם חשמלי הוא מחמם את הדיו עד שטיפה ממנה מתאדה. נפח אדי הדיו גדול מדיו נוזלית, וכך מאדי הדיו מתנפחת בועה בתוך הצינור, הבועה דוחפת טיפה של דיו אל מחוץ לצינור, האדים חוזרים למצב צבירה נוזלי וכתוצאה מהתכווצות הבועה טיפה מהדיו שנשפכת חוזרת פנימה ומונעת טפטוף.

#### 6.1.2. מדפסות לייזר



במדפסת לייזר אחד השלבים המרכזיים בפעולת ההדפסה מבוסס על שימוש בקרן לייזר. מדפסת זו הומצאה על-ידי גרי סטארקוורת'ר במרכז המחקר 'זירוקס פארק'. אופן פעולתה דומה מאוד לאופן פעולתה של מכונת צילום, היות ששתייהן מבוססות על טכנולוגיית הזירוגרפיה. אופן הפעולה:

1. הדמות המיועדת להדפסה מועברת לזכרון המדפסת, מעובדת ומותמרת לרצף של נקודות (פיקסלים) ברזולוציה שבין כמה מאות לכמה אלפי נקודות לכל אינטש. לכל נקודה נקבע בנפרד האם היא מיועדת להשחרר על גבי הנייר או שעליה להישאר לבנה, בהתאם לדמות המקור.

2. המדפסת כוללת מקור לייזר המותאם לסרוק באופן שיטתי נקודה אחר נקודה - פיקסל אחר פיקסל. תוף צילינדר מסתובב המצופה חומר פוטו-מוליך ממותג בעזרת קרן הלייזר בנתונים עבור כל נקודה ונקודה שנסרקה, כך שהיא מוארת או מוחשכת עבור כל נקודה על גבי התוף, בהתאם לנקודת דמות המקור שהיא מייצגת. פעולה זו גורמת לכך שכל נקודה ונקודה של הדמות המיועדת להדפסה מבוטאת על גבי התוף באמצעות מטען חשמלי נקודתי, המתאים להארה או אי-הארה נקודתית של קרן הלייזר הסורקת את התוף.
  3. כתוצאה מפעולת הלייזר על ציפוי הפוטו-מוליך נוצרת על גבי התוף מעין תמונה של המידע שנשלח להדפסה - פיקסלים כתובים מקבלים מטען חשמלי, ופיקסלים ריקים נשארים ניטרליים.
  4. התוף משיק למערכת טונר. טונר הוא אבקה של חומר פלסטי הנמשך אלקטרוסטטית אל עצמים הטעונים חשמלית. תוך כדי סיבוב התוף נצמדים חלקיקים של אבקת טונר אל הנקודות הטעונות שעל גבי ציפוי, וכך יוצרים על התוף העתק אבקתי של דמות המקור.
  5. נייר מוזן למערכת ועובר בצמוד לתוף תוך כדי סיבובו. מהירותו הקווית של הדף המוזן שווה למהירות המשיקית של התוף הסובב. מתחת לתוף מתוח תיל מוליך המחובר למקור מתח גבוה של כמה מאות או אלפי וולטים. תיל זה נקרא "קורונה" (Corona). המתח הגבוה מפעיל משיכה אלקטרוסטטית חזקה על חלקיקי אבקת הטונר הצמודים לתוף, ואלה מתנתקים ממנו ונצמדים בחוזקה אל דף הנייר החוצץ בינם לבין ה"קורונה". כך מועבר ההעתק האבקתי של דמות המקור מן התוף אל הנייר.
  6. בהמשך מסעו עובר הנייר ב"תנור", העשוי בדרך כלל משני גלילים ביניהם עובר הנייר. הגלילים צמודים זה לזה בלחץ, ואחד מהם מכיל גוף חימום המביא אותו לטמפרטורה של כמה מאות מעלות. החום והלחץ גורמים להתכה של החומר הפלסטי ממנו עשויה אבקת הטונר ולקיבועה של הדמות על גבי הנייר. הדף יוצא מבין גלילי התנור אל מגש איסוף בו נערכים הדפים שהדפסתם נסתיימה.
  7. קורונה נוספת, הממוקמת בהמשך המסלול הסיבובי של התוף, "מוחקת" את שאריות המטענים החשמליים שעל גביו ומחזירה אותו למצב ניטרלי לקראת הדפסת הדף הבא.
  8. התהליך בדרך כלל רציף וסימולטני, כלומר בה בעת שאזור אחד של הצילינדר נסרק באמצעות מערכת הלייזר, אזור אחר שנסרק קודם לכן צובר את אבקת הטונר בהתאם לדמות, ומאזור נוסף כבר מועברת הדמות אל הנייר באמצעות הקורונה. במדפסות מודרניות מהירות, בעוד מסתיים "קילוף" הדמות מן התוף עבור דף אחד, כבר מקובעת תחילתה של הדמות אל הנייר באמצעות התנור, וכבר סורקת קרן הלייזר אזור אחר של התוף עבור הדפסת הדף הבא.
  9. לא בכל מדפסת לייזר קיים תוף צילינדר קשיח. ישנן מדפסות בהן התוף עשוי רצועה סגורה של חומר גמיש המתוחה בין גלילי הסעה בצורה המזכירה מסוע.
- 6.1.3 יצרני המדפסות המובילים כיום הם HP, Epson, Canon, Lexmark, Xerox, Brother.

## 6.2. מדפסות תרמיות



מדפסות תרמיות, או מדפסות תרמיות ישירות, מייצרות דמות מודפסת על ידי חימום סלקטיבי ישיר על גבי נייר תרמו-כרומי, או נייר תרמי. בזמן שהנייר עובר על גבי ראש ההדפסה התרמי הופך הציפוי לשחור באזורים בהם הוא חומם, וכך נוצרת דמות. במדפסות התרמיות ניתן להדפיס בשני צבעים, שחור ואדום, וזאת על ידי שימוש בטמפרטורה שונה.

## 6.3. מפעלי דפוס קטנים וזעירים

הסטנדרד עבור בתי דפוס קטנים הם ניירות בגודל עד חצי קווארטו - A3 (297 x 420 מ"מ). מכונות הדפוס הקטנות והזעירות מורכבות מהשיטות הבאות:

- דפוס תוף (Drum Printer);
- דפוס שרשרת (Chain Printer);
- דפוס מוט (Bar Printer);
- דפוס מסרק (Comb Printer).

בבתי דפוס קטנים וזעירים נעזרים בחבילות נייר - Paper (Forms) Handling. הניירות מסודרים בחבילות כך שנייר מונח על גבי נייר, ובכל הדפסה נייר אחד נמשך מהחבילה. ישנן שתי שיטות לצורך משיכת הניירות מחבילת הניירות:

- גלגל מתיחה - Platen - a rubber roller that feeds paper;
- גלגל חשמל סטטי - Electro-Static Charge.

## 6.4. מפעלי דפוס בגודל בינוני

הסטנדרד עבור בתי דפוס בינוניים הם ניירות בגודל עד A1 (594 x 841 מ"מ). מכונות הדפוס הבינוניות נעזרות לצורך ההדפסה בחבילות נייר ובגלילי נייר.



מכונת דפוס בגודל בינוני - חדישה



מכונת דפוס בגודל בינוני - ישנה

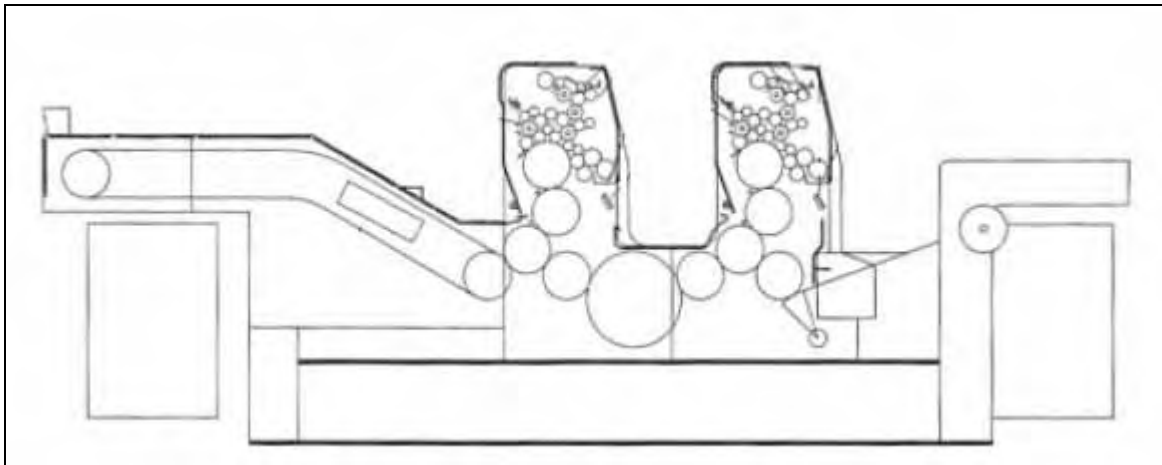
6.5. **מפעלי דפוס גדולים** - מפעלי דפוס גדולים מפקים הדפסות בכמויות ובגדלים תעשייתיים. מכונות אלו מסוגלות לבצע הדפסות גם על גיליונות נייר בגודל של מספר מטרים. כמו כן, הן נעזרות בגלילי נייר גדולים לצורך ביצוע ההדפסות.



מכונת דפוס גדולה המבצעת הדפסות על חבילות נייר



מכונת דפוס גדולה המבצעת הדפסות על גלילי נייר



חתך של מכונת דפוס גדולה Heidelberg

## 6.6 מפעלי נייר

מפעלי נייר מייצרים נייר בשתי צורות: נייר עשוי תאית ונייר עשוי חומרים פלסטיים. מפעלי הנייר צורכים כמויות חשמל ניכרות לצורך גריסה וטחינת העץ והפיכתם לעיסה.

### 6.6.1 תהליך ייצור הנייר הפשוט

לאחר פירוק העץ מוכנסת תערובת של שבבי עץ ומים אל תוך מכונת הריסוק. לתערובת מוסף עמילן או שרף, הנדבקים לסיבים ומקשרים ביניהם. כדי לייצר נייר צבעוני מוספים לתערובת חומרי צבע. כדי לייצר נייר לבן מוסיפים חומרים, כגון טיטניום אוקסיד, שיבטלו את הגוון הצהבהב של הנייר הגולמי. לאחר מכן העיסה נכנסת למכונה, שבקצה ישנו מיכל שמערבב את העיסה עם מים ומדלל אותה. התערובת הדלילה מוזרמת על רצועה עשויה רשת מתכתית דקה. כדי שהרצועה לא תשקע מותקנים תחתיה גלילים התומכים בה ומנענעים אותה מעט מצד לצד, על מנת להאיץ את טפטוף המים. כאשר הנייר הלח יוצא מהרשת ומהמכונה הוא עובר אל סרט נוסף עשוי לֶבֶד סינתטי, ומשם אל גלילים מחוממים. הנייר עובר על גלילים אלה עד שהוא יבש לחלוטין. הנייר יכול לעבור עיבוד נוסף, כמו ציפוי בקאולין ולאחר מכן ליטוש, בעקבותיו יתקבל נייר מבריק לבן וחלק המשמש להדפסת תמונות צבעוניות. הכינוי המקובל לנייר זה הוא "נייר כרומו".

שבבי העץ אינם המקור היחיד לעשיית נייר. ישנם ניירות מיוחדים אותם מייצרים מפסולת אריגים או מכותנה ופשתן. נייר טוב ניתן לייצר גם מצמח אספרטו (גומא ספרדי), שגדל בצפון אפריקה ובספרד ומצטיין בסיבים חזקים וארוכים. רובו של הנייר המודרני מיוצר מסיבי עץ. לאחרונה נחשפו מוצרים הנקראים "נייר דיגיטלי". "נייר" זה הוא למעשה מכשיר תצוגה מתקדם הנקרא נייר בשל היותו דק במיוחד, אך בניגוד לנייר קובנצילי הוא בעל יכולת לשנות את המידע המוצג על גביו במהירות המאפשרת הצגה של קטעי וידאו.



קיים מגוון רחב של סוגי נייר: נייר לכתבה, להדפסה ולשימושים משרדיים שונים, ניירות אריזה לתעשיית הקרטון הגלי, אריזות קרטון גלי ואריזות למוצרי צריכה, נייר לצרכי משרד, מגוון רחב של מוצרי נייר לשימושים ביתיים, מוצרי ספיגה והיגיינה נשית ומוצרים שונים לבית.

#### 6.6.2. תהליך הדפוס מחומרים פלסטיים

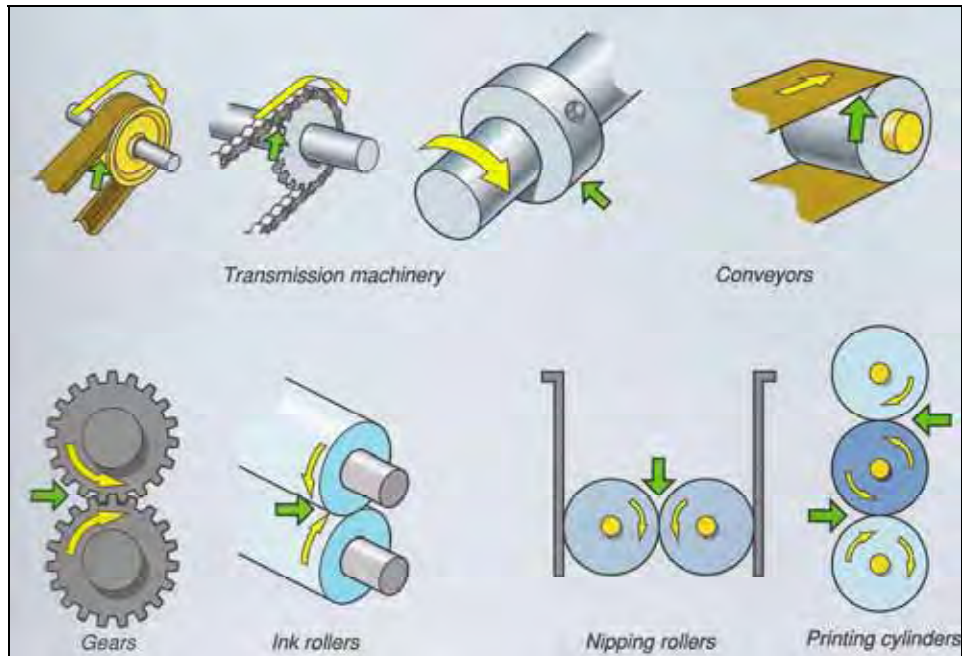
מספר חומרים פלסטיים משמשים לייצור ניירות:

- פוליאוריטאן;
- פוליסטירן;
- פולי ויניל - כלוריד (PVC);
- משפחת ה"וינילים";
- דקרן.

חומרים פלסטיים אלה משמשים לרוב כחומרי ציפוי. לאחר ההדפסה, על גבי ניירות (עשויי תאית-עץ), מבצעים ציפוי פלסטי. החומרים הפלסטיים, שלרוב מגיעים בצורה נוזלית, נצמדים לנייר מצדו האחד או משני צדיו, וזאת בהתאם לצורך. בעזרת תהליך חימום הם מתייבשים על גבי הנייר ומקנים את התחושה כי הנייר עשוי פלסטיק. תהליך זה מתבצע כאשר גלילי נייר או גליונות מודפסים ולאחר מכן מועברים בתוך מיכלים של נוזל פלסטי. הנוזל הפלסטי נצמד לשכבת הנייר החיצונית וממשיך לנוע עם הנייר אל עבר הגלילים הסובבים, ואלה יקבעו את עובי הנייר. בשיטה זו ניתן לייצר מגוון רחב של סוגי נייר, בהתאם לצרכים השונים. כמו כן ניתן לבצע הדפסה על גבי חומרים פלסטיים קשיחים או יריעות פלסטיות. בהדפסה זו נעזרים בחומרי צבע רגילים, ולא דיו לדפוס, וזאת משום שהפלסטיק לא סופח את הדיו. מגוון המוצרים בשיטת הדפסה זו רחב מאוד וניתן למצוא לו שימושים רבים, כגון שילוט, בגדי דקרן ועוד.

## 6.7. מיגון מכונות

יש להתקין אמצעי בטיחות להגנת מכונות במיוחד על מגנטונים נעים. בכל מקום בו ניתן יש להתקין מגן קבוע. אולם, אם קיים צורך בגישה קבועה, כגון בגלילי דפוס נעים, יש להתקין מערכת הגנה משולבת - אינטרלוק.



## 7. חומרי עזר בדפוס

בתעשיית הדפוס קיימים חומרי עזר רבים. חלקם הגדול עלול לגרום לנזקים, אם בשאיפה ואם בספיגה דרך העור, ולגרום למחלות עור, לפגיעות בעיניים וכד'. חשיפה לחומרים אלה עלולה לגרום לפגיעה מיידית או לפגיעה מתמשכת. חשיפות חוזרות ונשנות לחומרים מסוימים עלולות לגרום לנזק באברי גוף פנימיים, כגון ריאות, כבד וכד'. חומרים אלה עלולים לחזור לגוף בצורות נוספות כגון בזמן אכילה. רשימת חומרי העזר בדפוס ארוכה ומגוונת: חומצות, חומרי ניקוי, חומרי הדבקה, חומרי הדפסה ועוד.

### 7.1 צבעי דפוס

#### 7.1.1 דיו

דיו היא נוזל המכיל מספר פיגמנטים או צבעים ומאפשר צביעת משטח, כך שניתן יהיה לראות עליו תמונה או מלל. מספר צבעים טבעיים עשויים ממתכות, כגון נחשת (Cu), ונדיום (Va), קדמיום (Cd) וכד'. דיו מבוססת פיגמנטים מכילה מגיבים שמטרתם לדאוג לכך שהדיו תידבק למשטח ולמנוע הסרתה על ידי שפשוף. חומרים אלה נקראים שרפים בדיו על בסיס ממים, או ריאגנטי קישור בדיו על בסיס מים. בזכות ריאגנטים אלה לדיו מבוססת פיגמנטים יש יתרון ביכולת הקישור שלה לנייר, כך שפחות דיו נחוצה על-מנת ליצור את אותה עוצמת צבע ביחס לדיו מבוססת צבע. ברגע ההדפסה הפיגמנטים נשארים על שכבת הנייר, הסולבנטים מתאדים וכך נשארת הדיו מלוכדת כחלק מהנייר. היתרון של דיו מבוססת צבע שהיא חזקה יותר ומסוגלת ליצור יותר צבע בצפיפות מסוימת לכל יחידת מסה. אולם, בשל העובדה שהצבע מומס בפאזה הנוזלית שלו הוא נוטה להיספג בנייר, ובכך עלול לפגוע ביעילות הצביעה ולעתים לאפשר זליגה של הדיו בקצוות. קיימות מספר דרכים להתגבר על בעיה זו:

- הוספת ממים המתייבש במהירות לדיו;
  - שימוש בשיטות הדפסה המשלבות ייבוש מהיר של המשטח, למשל על-ידי הזרמת אוויר חם;
  - שימוש בציפויי נייר מיוחדים (חומרים פלסטיים) או בקיבוע הנייר (Sizing) בעת ייצורו. בשיטה זו משתמשים כאשר הדיו נועדה לשימוש בסביבה שאינה תעשייתית. לדוגמה, במדפסות הזרקת דיו. מדפסות אלו מצפות את הנייר בציפוי בעל מטען חשמלי. הדיו נטענת במטען הפוך וכך נקשרת למשטח החיצוני של הנייר, בעוד שהממים שוקע אל תוך הנייר עצמו. לצלולו שממנו עשוי הנייר יש מטען ניטרלי ולכן פנים הנייר אינו מושך את הדיו.
- יתרון נוסף של דיו מבוססת צבע הוא, שמולקולות הצבע יכולות לבצע אינטראקציות כימיות עם רכיבים אחרים של הדיו, תכונה המאפשרת שימוש במבהירי צבע אופטיים וחומרים מחזקי צבע. חיסרון של דיו מבוססת צבע שהיא רגישה לקרינה אולטרה-סגולית, כגון קרינת השמש, ועלולה לדהות בעקבות חשיפה לקרינה זו.

#### 7.1.1.1. הילכדות דיו במוצרי הנייר

1. פגיעה בחומר המודפס (נייר) - היווצרות כתמי דיו מעברו השני של הנייר;
2. נוזל הדיו בא במגע עם שטח הפנים (תלוי בשטח פני הדיו) - הימרחות של שכבת דיו שלא נספגה בנייר;
3. הדיו מתקשחת (נקרשת) ממוצרי הדפוס ומשאירה שטח פנוי על מוצר הדפוס. כתוצאה מהדפסה לקויה או מהירה נוצרים חללים במקום בו אמורה הייתה להיות דיו - הדפסה לא מושלמת.

#### 7.1.1.2. אדי דיו

- אדי הדיו יכולים להוות סיכון בתהליכים השונים של הדפוס במיוחד כאשר מהירות ההדפסה עולה ובעיקר בעת ביצוע דפוס אופסט (Offset). בזמן ביצוע פעולות תחזוקה יש לתת תשומת לב לאדי הדיו.
- שימוש או החלפה של תהליך שינוי הגלופה;
  - בהחלפת גלילים או פלטות יש לקרר את הגלילים, כדי להוריד את רמת האדים.
- הדיו תהיה בעלת צמיגות נכונה ויש לבדוק מדי פעם את הצמיגות, טמפרטורת האוויר במקום והלחות היחסית. אם קיימת רמת איוד גבוהה, יש לבדוק את האפשרות להתקנת מערכת אוורור מקומית.

#### 7.1.1.3. עקרונות שימוש בסולבנטים בעת מגע עם דיו

- סולבנטים לניקוי יהיו עם נקודת הצתה מעל 55 מ"צ;
- אין להשתמש בסולבנטים שנקודת ההצתה בהם היא 21 מ"צ עבור הגלילים;
- סולבנטים בנקודת הצתה 21-55 מ"צ יהיו מוגבלים למכונות שנרכשו לפני אוקטובר 2000, ואין להשתמש בהן.

#### 7.1.2. עמילן (Starch) - זהו חומר הידרוקרבוני - פחמימן, פולימר, רב-סוכר המורכב מיחידות חוזרות של גלוקוז. עמילן משמש בין השאר לייצור דבקים, נייר והקשיית נייר הדפוס, וכן טקסטיל.

## 7.2. ממיסים

ממיס הוא נוזל המסוגל להמיס חומרים במצב צבירה מוצק, נוזל או גז וליצור תמיסה. הממיס הוא בדרך כלל המרכיב העיקרי של תמיסה. מבחינים בין שני סוגי ממיסים:

1. ממיסים פולאריים - כגון כהלים ומים. הם ממיסים יעילים של אניונים, מאחר שאטומי המימן יכולים ליצור קשרים חזקים עם אלקטרונים של האניון, כגון  $Cl^-$ .
2. ממיסים כגון בנזן. אינם ממיסים תרכובות יוניות, אולם ידועים ממיסים בלתי פולאריים, כגון דימתיל-סולפוקסיד  $(CH_3)_2S=O$ , הממיסים גם תרכובות יוניות.

### 7.2.1 ממיס אורגני

מוגדר כחומר אורגני הנמצא במצב של טמפרטורת החדר. שם נרדף לממיסים אורגנים הוא "ממיס פחמימני". ממיסים אורגניים מחולקים לקבוצות לפי המבנה הכימי שלהם, ביניהם ממיסים ארומטיים וממיסים הלוגניים. למרבית הממיסים תכונות משותפות הקשורות לסיכונים: נדיפות, מסיסות בשמנים, דליקות ורעילות. ההשפעות הבריאותיות מחשיפה לממיס קשורות למספר גורמים הכוללים רעילות הממיס, עוצמה, משך ותדירות החשיפה - בחשיפות נמוכות במשך כל שעות היום, או בחשיפות גבוהות לעתים רחוקות. לכל דפוס של חשיפה השפעות משלו: מסלול החשיפה - נשימת אדי הממיס או ספיגה עורית של ממיס נוזל, חשיפות נלוות לממיסים וכימיקלים אחרים, לתרופות, למרכיבי מזון, לשתיית משקאות חריפים ולגורמים נוספים. ההשפעות הבריאותיות של חשיפה לממיסים אורגניים כוללות פגיעה במערכת העצבים המרכזית (מוח), גירוי בעיניים, פגיעה בשמיעה, בלב, בעצבים בגפיים, בכבד, פגיעה בכליות, הפרעות רבייה, פגיעה בעור, תופעות רגישות ואלרגיה בעור ובצינורות הנשימה, קרצינוגניות ומוטוגניות.

הממיסים הנפוצים בענף הדפוס הם:

#### • טולואן

מיוצר מנפט גולמי ע"י זיקוק. הטולואן נחשב בין הממיסים הפחמימניים הארומטיים הקלים, מאחר שאינו מסרטן. שימושו העיקריים הם חומר גלם לייצור באמצעות סינתזה כימית של תרכובות שונות (סכרין, T.D.I, T.N.T) וחומרי צבע רבים, ממיס שמנים ושומנים, גומי טבעי ומלאכותי, זפת אספלט, פיח, אצטיל צלולוזה, ממיס ומדלל צבעי צלולוזה, לאקה ודיו. הטולואן הינו נוזל חסר צבע, יש לו ריח ארומטי הדומה לריח של בנזן. רמת החשיפה המשוכללת המותרת לטולואן היא 50 חל"מ, והוא חודר לגוף האדם בעיקר דרך דרכי הנשימה, מאחר שרמת ההתאדות שלו גבוהה.

## ● קסילן

מיוצר מנפט גולמי על-ידי זיקוק. נחשב בין הממיסים הפחמימניים הארומטיים הקלים. שימושו העיקריים הם יסוד לסינתזה אורגנית בתעשייה הכימית, כמדלל לצבעים, ללאקה, לתכשירים פרמצבטיים, כתוספת אוקטן לדלק עבור מנועי מטוסים ולייצור חומצות פטאליקות. רמת החשיפה המשוכללת של קסילן היא 100 חל"מ. הקסילן מתאדה טוב, אך פחות טוב מהטולואן. חדירת הקסילן לגוף האדם היא בעיקר דרך אוויר השאיפה והריאות, אך גם, ברמה מועטה, דרך העור באמצעות מגע ישיר. מבחינה קלינית, לאחר חשיפת יתר תעסוקתית לקסילן מופיעות בעיקר התופעות הנרקוטיות הכוללות תלונות סוביקטיביות על כאב ראש, גירוי יתר, עייפות, הפרעות בדרכי העיכול, שינה במשך היום והפרעות שינה בלילה. סימנים אוביקטיביים של פגיעה במערכת העצבים הינם נדירים.

## ● טריכלורו-אתילן

חשוד כגורם מסרטן לאיברים מסוימים בגוף האדם. נמצא כגורם לגידולים סרטניים בכבד של בעלי חיים, שימושו העיקריים הם ניקוי מתכות (דגריזינג), ניקוי מעגלים מודפסים (אלקטרוניקה), ניקוי יבש (בדים וטקסטיל), מיצוי שמנים ושומנים, מרכיב חשוב בסינתזה ובאנליזה כימית (תעשייה כימית ומעבדות). רמת החשיפה המשוכללת לטריכלורו-אתילן לשמונה שעות היא 50 חל"מ, וסף הריח 28 חל"מ. הנזק העיקרי הנגרם לגוף האדם כתוצאה מחשיפה תעסוקתית ממושכת לטריכלורו-אתילן הוא פגיעה במערכת העצבים המרכזית.

## ● 1,1,1 טריכלורו-אתאן

אינו חשוד כגורם מסרטן, ואף לא כגורם לגידולים סרטניים כלשהם בבעלי חיים. שימושו העיקריים הם ניקוי מתכות (דגריזינג) – כתחליף לטריכלורו-אתילן ולקרבון טטרא-כלוריד, מדלל נוזל לתיקוני כתב ודפוס (טיפאקס) וניקוי גלילי מכונות דפוס "אופסט". רמת החשיפה המשוכללת לשמונה שעות היא 200 חל"מ, וסף הריח 120 חל"מ. בניגוד לשאר המפ"ה (הכלוריים), אין ה-1,1,1 טריכלורו-אתאן גורם לפגיעות נרקוטיות מיוחדות או לתופעות של גירוי בגבולות רמת החשיפה המשוכללת המותרת לשמונה שעות, אולם רמות חריגות גבוהות של חשיפה תעסוקתית מעל לחשיפה המשוכללת המותרת יכולות לגרום לדיכוי מערכת העצבים המרכזית, ליקוי בתפקודי הכבד והכליות, גירוי העיניים ודרכי הנשימה והורדת שכבת החלב השומנית מעל העור.

## 7.2.2. ניקוי ושפיכה

- יש לקבוע שיטות ניקוי לציוד הדפוס כגון מיכלים המכילים דיו - בעת שינוי התכולה, גלילי דפוס, סיום המשמרת וכו';
- יש להשתמש בסינרים משופרים, כפפות, משקפי מגן או מגן פנים;
- לוודא כי מערכת האוורור פועלת היטב וכי התחזוקה סדירה;

- לוודא כי המיכלים משולטים כראוי;
- לוודא כי מיכלי הסולבנטים ניתנים לשימוש חוזר בעזרת חומרים (Curable) U.V Curable הניתנים לשיקום);
- סמרטוטים המכילים סולבנטים ואוחסנו במקום מיוחד - אין לגעת בהם (פגיעה חריפה בעור);
- יש להחליף ביגוד שבא במגע עם סולבנטים חריפים.

### 7.2.3 חומרים כימיים המשמשים בדפוס

| החומר                   | הסיכונים                                                                        | החומר                                                 | הסיכונים                                                                          |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| חומצה חנקתית            | כוויות ובוועות בעור, פגיעה בעיניים                                              | נתרן מרוכז                                            | מאכל את העור, העיניים וקרומ הריריות                                               |
| חומצה גופרתית           | כוויות ובוועות בעור, פגיעה בעיניים                                              | אשלגן הידרוקסיד                                       | מאכל את העור, העיניים וקרומ הריריות                                               |
| חומצה הידרו-פלאורית     | כוויות ובוועות בעור, כוויות חמורות, פגיעה בעיניים                               | הידרוכינזן                                            | יוצר גירוי בעיניים ועלול לגרום נזק לצמיתות, יוצר גירוי בעור ועלול לגרום לדלקת עור |
| אקרילט                  | מאכל את העור, העיניים וקרומ הריריות. עלול לגרום לגירוי בעור                     | חומצה אצטית                                           | גורם לגירוי                                                                       |
| מתה-אקרילט              | מאכל את העור, העיניים וקרומ הריריות. עלול לגרום לגירוי בעור                     | חומצת מלח                                             | גורם לגירוי                                                                       |
| סודיום-תיו-סולפט        | גורם לגירוי                                                                     | פורמלדהיד                                             | גורם לגירוי, מגע תדיר עלול לגרום לגירוי בעור                                      |
| אמוניום אשלג            | מאכל חריף בריכוז גבוה עלול לגרום לכוויות עמוקות בעור                            | סודיום דיכרומט                                        | מאכל חריף בריכוז גבוה, עלול לגרום לכוויות עמוקות בעור                             |
| איזופרופיל-אלכוהול      | גורם לדלקות עור                                                                 | מתיל-אטיל-קטון (MEK)                                  | גורם לדלקות עור                                                                   |
| כהלים                   | גורם לדלקות עור                                                                 | אטיל-אצטט                                             | גורם לדלקות עור                                                                   |
| אסטר                    | גורם לדלקות עור                                                                 | טולואן                                                | גורם לדלקות עור                                                                   |
| אן-וינילפירולידון (NVP) | גורם לסרטן, נזק לעוברים                                                         | קסילן                                                 | גורם לדלקות עור                                                                   |
| ציקלואקסנון             | גורם לדלקות עור                                                                 | פר-כלורואטילן                                         | סחרחורת, פגיעה במערכת העצבים המרכזית                                              |
| די-כלורומתאן            | סחרחורת, פגיעה במערכת העצבים המרכזית, פגיעה בתפקודי הלב, פגיעה קשה בכליות ובכבד | פר-פולימרים של איזו ציאניד                            | פגיעה במערכת הנשימה                                                               |
| פרופנול                 | סחרחורת, פגיעה במערכת העצבים המרכזית                                            | מיכלי דיו עם תוספת קטון, כהלים, אסטרים, טולואן וכסילן | סחרחורת, פגיעה במערכת העצבים המרכזית                                              |

|                                 |                                                                               |                                                   |                                               |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| אבק ואדי עופרת, אדי מתכות שונות | ספיקה בדם הגורמת לכאבי ראש, עייפות, כאבי בטן וירידה במשקל, פגיעה בדרכי הנשימה | מיכלי דיו המכילים קטונים או הידרוקרבונים ארומטיים | סחרחורת, פגיעה במערכת העצבים המרכזית          |
| אקרילטים פעילים                 | פגיעה בדרכי הנשימה                                                            | היווצרות אוזון                                    | פגיעה בדרכי הנשימה העליונים, כאב ראש וסחרחורת |
| סוכרוז-אצטט-איזובוטארט          | גירוי בעיניים ובעור                                                           | די-אטיל-גליקול                                    | גורם לגירוי בעיניים, בעור ובדרכי העיכול       |
| דיו                             | גירוי וכוויות בעור ובדרכי הנשימה                                              | ספירט                                             | גורם לדלקות עור                               |

#### 7.2.4 קריטריונים לשימוש באקרילטים (Acrylate)

- המדפיסים יעודכנו בסיכוני החומר;
- ממס אורגני - מכיל פחות מ- 2%;
- חומצה אקרילית - מכילה פחות מ-0.1%;
- על החבית/חביונה/בקבוק יהיה תו המתאר את החומר הסיכונים ודרכי התגוננות;
- שימוש בכפפות;
- לטקס (חופשיות מנטרול). החלפה מיידית במקרה של קריעה או שיבוש אחר;
- כפפות מגומי טבעי - ניטריל (כאשר משתמשים במסיסים);
- שימוש בקטונים (Ketone) או בחומרים המכילים ממיסים כלורידיים גורם לבלאי יתר לכפפות ויש להחליפן מיד עם קריעתן וירידה בגמישותן;
- שימוש באמצעי פינוי נאותים.

## 8. אחסון ושינוע

### 8.1. אחסון

#### 8.1.1. עקרונות כלליים

- אזורי אחסון יצוינו באופן מפורש, בצורה ברורה;
- לאזור האחסון ימונה אחראי;
- יש לציין בצורה ברורה את העומס המותר לרצפת האחסון;
- הצב לוחות עץ תחת ציוד וחומרים שיש להרימם, על מנת שניתן יהיה להכניס רצועה או מלגזה בצורה בטוחה;
- שמור על ניקיון אזור האחסון והסדר בו;
- הצב תאורה מתאימה;
- המעברים יהיו רחבים מספיק למעבר מלגזה וציוד עזר אחר (מינימום 1.10 מטר) וכן מלגזה + מעבר אדם במקביל. כאשר נעשה שימוש במלגזת יד יהיה הרווח, בנוסף למעבר מלגזת יד, גם רווח לאדם לעבור בצורה חופשית ובטוחה;
- הקפד על גובה מעבר עבור תורן המלגזות והמשאיות, הקפד על כבלי חשמל וכד';
- בעת העמסה הקפד ליצור בסיס יציב, למניעת קריסה;
- מדי תקופה בדוק את יציבות הערימות המאוחסנות;
- הקפד על מילוי ההוראות בכל הנוגע לציוד גילוי וכיבוי אש;
- אל תעמיס מדפים וכווננים מעבר לעומס המותר;
- אל תאפשר לחפצים לבלוט מעבר לקו המדף;
- אל תטפס על מדפים - השתמש בסולם או מדרגות;
- אל תשעין חפצים כבדים כנגד קירות;
- אל תשליך חפצים מראש הערימה;
- אל תמשוך חפצים מתחתית הערימה;
- תחום את שטח המחסן והפרד בין אזורי העבודה. הפרד חומרים דליקים אחד מהשני;
- במקרה דליקה, רק אנשים מוסמכים ייכנסו למחסן;
- הגבלת גודל השריפה לשטח מוגדרת יעשה על-ידי פתחי עשן, ממטירים, דלתות עמידות אש, קירות עמידות אש וכו';
- אחסון חומרים בעירים יהיה במרחק בטיחותי מחומרים דליקים ומקורות אש אחרים, כגון תאורה (נורות) ומתקני חימום;
- ציוד כיבוי ימוקם במקום נגיש;
- דלתות ייסגרו על-ידי פיקוד גלאים;

- אחסנה בגובה לא תפריע לפעילות ממטירים;
- אין לעשן במקום האחסון;
- ציוד קיטור וגנרטורים יופרד על-ידי קירות אש, או יאוחסן באזור נפרד;
- מטעני סוללות לא יהיו באזור האחסון;
- משטחי עץ וחומרי אריזה יאוחסנו באזור נפרד. המדובר בגומי ספוגי וחומרים פלסטיים אחרים כמו פוליוניל, פוליאוריטאן, פוליסטירן וכו';
- אין להניח ערמות ניירת ליד קירות חיצוניים של המבנה.

#### 8.1.2 התקנת מדפים

- מדפים יותקנו ויתוחזקו על פי הוראות היצרן;
- בעת התקנת מדפים יש לוודא כי הרצפה אכן מיועדת לעומסי אחסון;
- הצב על המדף שלט המורה בצורה ברורה על העומס המותר;
- בעת התקנת מדפים יש לוודא הצבת לוחות מתחת לרגלי המדף;
- קבע את רגלי המדף לרצפה, במידת הצורך קבע את המדף לקירות המבנה;
- בעת התקנת מדפים יש לוודא יצירת מעבר מתאים לציוד מכל סוג שהוא;
- אל תבצע כל שינוי מבלי להיוועץ ביצרן;
- הצג על המדף רשימה של תכולת מדף בצורה ברורה.

#### 8.1.3 נהלי אחסון מוצרי דפוס וחומר עזר

##### 8.1.3.1 בעת אחסון של צרורות (באלות) נייר, סמרטוטים או שבבי עץ לפסולת נייר קיים סיכון גבוה

להיווצרות אש. על מנת למנוע את התופעה יש לנקוט את אמצעי הזהירות הבאים:

- אסוף ולרכז את פסולת הנייר המפוזרת באזור ובדרכי ההליכה והנסיעה לכיוון המפעל;
- קבל הכוונה וייעוץ מרשות כיבוי אש על גודל וגובה האחסון הרצוי;
- אין לאפשר לעובדים לא מאושרים כניסה לאזור האחסון;
- בצנרת תהיה כמות מים מספקת;
- יש לאפשר גישה לכיבוי אש;
- הערמות תהיינה יציבות ובשום מקרה לא יעלו על 4.5 מ';
- רוחב מעברים פנויים - 6 מטר;
- באחסון פנימי של באלות קיים קושי בכיבוי אש הפורצת בבאלות.

##### 8.1.3.2 קריטריונים לאחסנת חומרים כימיים

במחסן כימיקלים קיימים מספר קריטריונים לאחסון החומרים:  
א. קריטריון קובע - נקודת הבזקה (ראה סיווג חומרים דליקים);

ב. בהתחשב בנקודת ההבזקה, ניתן לחלק את החומרים לקבוצות הבאות:

- בקבוצה A נכללים חומרים בעלי נקודת הבזקה של עד 37.8 מ"צ;
- בקבוצה B נכללים חומרים בעלי נקודות הבזקה של 37.8 עד 60 מ"צ;
- בקבוצה C נכללים חומרים בעלי נקודת הבזקה מעל 60 מ"צ;
- בקבוצה D נכללים חומרים הדורשים אחסון בקירור;
- בקבוצה E נכללים חומרים הדורשים אחסון נפרד (חומצות);

ג. בכל החדרים, מלבד הקירות, קיימת חלוקה משנית של החומרים בהתאם לתכונות שלהם (חומרים מחמצנים וקורוזיביים מאוחסנים בנפרד).

ד. **הערה:** בחדר קירור כל החומרים מאוחסנים ביחד ואין הפרדה בין הסוגים השונים.

#### 8.1.3.3 חיי מדף

א. זמן האחסון במחסן מוגבל לטווח קצר. יש להעביר את החומרים למעבדות ולאזורי העבודה;

ב. שיטת הצריכה של החומרים הינה FIFO (ראשון נכנס - ראשון יוצא);

ג. מעקב פג תוקף: מעקב פג תוקף החומרים נעשה בעזרת מחשב ובאחריות הצרכן. הצרכן דואג לשלוח דגימות של חומרים המגיעים לפג תוקף לבדיקה במעבדה, ואחראי גם להשמדת החומרים אם נפסלו. לכל החומרים מספר קטלוגי (NSN). על כל אריזה יצוין מספר קטלוגי וקוד מיוחד של כל פריט ופריט (זוהי קבוצה של קווים בעלי רוחב שונה ומספרם שונה מפריט לפריט). מומלץ לציין על כל אריזה את אורך החיים של החומר ונקודת ההבזקה. אחסון החומרים במחסן יהיה עם מעקב פג תוקף.

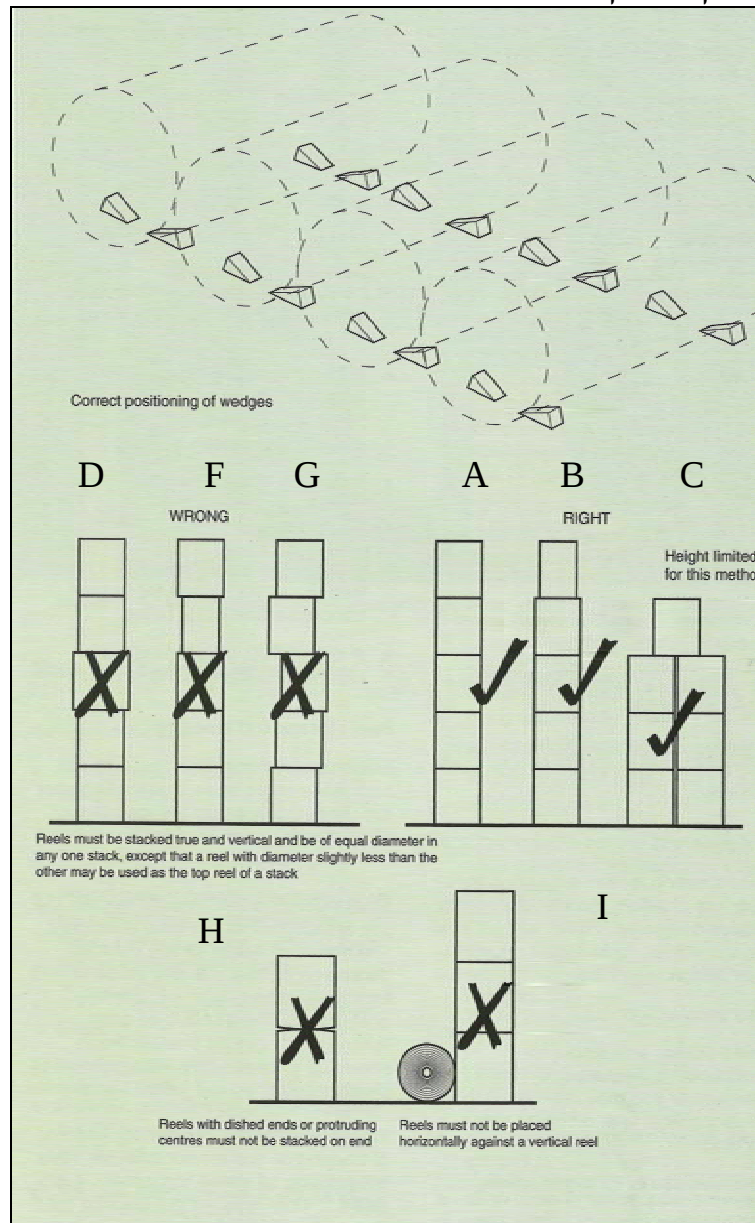
#### 8.1.3.4 אורך חיים

החומרים מסווגים לפי אורך החיים, כמפורט:

- א. לחומרים השייכים ל-a condition - אורך חיים של למעלה משישה חודשים;
- ב. לחומרים השייכים ל-b condition - אורך חיים של שישה חודשים;
- ג. לחומרים השייכים ל-c condition - אורך חיים של שלושה חודשים;
- ד. לחומרים השייכים ל-d condition - אורך חיים בלתי מוגבל.

יש לבדוק בטרם רכישת החומרים את משך חיי המדף שלהם ולהתאימו למשך זמן העבודה איתו.

### 8.1.3.5. אופן האחסון של גלילי נייר



#### עירום בטיחותי של הגלילים

- על הגלילים להיערם בצורה ישרה, אחד על השני בדיוק (צורה A נכונה, מול צורה G שאינה נכונה);
- הגלילים יוערמו בהתאם לגודלם, כאשר הגלילים הגדולים יהיו למטה והגלילים הקטנים יהיו למעלה (צורה B נכונה מול צורות D, F, שאינן נכונות);
- הגלילים ייעמדו אחד ליד השני מבלי ליצור רווחים (צורה C);
- אין להעמיד גלילים בצורה אופקית ליד הגלילים המונחים בצורה אנכית (צורה I);
- אין להערים גלילים באמצע משטח (צורה H).

#### 8.1.3.6. אחסון גלילי נייר

- אחסון גלילי נייר יכול להוות גורם לשריפה יש לשים לב להמלצות הבאות:
- מומלץ כי אזור האחסון החיצוני של גלילי נייר יהיה מכוסה בממטירים;
  - אין לחסום בגלילי נייר את עמדות כיבוי האש;
  - הנייר הדליק ביותר הוא דפים בודדים;
  - רצפות יהיו נקיות מכל שאריות ניירת, חפצים או אשפה וכל חומרים דליקים;
  - גלילים פגומים יתוקנו על-ידי גלגול מחדש או הדבקה;
  - העמדת גלילים בצורה אנכית תהיה מצומצמת עד כמה שניתן. מרחק של פחות מ-100 מ"מ ימנע מהגלילים להיפתח במקרה שריפה והתפשטות אש. ריווח של 25 מ"מ ימנע מאוויר לנוע בין הגלילים, מה שיקטין עוד יותר את קצב התפשטות האש;
  - מעברים בין הגלילים יהיו יותר מ-1.10 מ';
  - תיבדק השיטה לפינוי הגלילים (מלגזה);
  - אזור מילוי סוללות למלגזות יעמוד לפחות 3 מטר מאזור אחסון ניירת;
  - לא יהיה אחסון לגובה מעל ל-4.5 מ'.

#### 8.1.3.7. אחסון גזים

- מיכלי גז יהיו מופרדים, קבורים או במרחק מספיק ומאוחסנים חיצונית תחת כיפת השמים;
- יש להפריד בין קבוצות הגזים השונות ולאחסן במקום מיוחד;
- אחסן באוויר החופשי חומרים דליקים וחומרים בעירים;
- יש לאחסן בנפרד מיכלים של ג.פ.מ ובמרחק מספר מטרים, כקבוע בחוק מקיר חיצוני.

#### 8.1.4. מחסנים

- במחסן בו מאוחסנים חומרים רעילים או קורוזיביים יצוידו בו הפריטים הבאים:
- מקלחת חירום;
- משטפת עיניים;
- ארון חירום ובו ציוד מלא לצוות החירום. הציוד יכלול ערכה לכל חבר בצוות החירום ולפי מידותיו: מסיכת פנים הכוללת מסנן רב-תכליתי, חליפת P.V.C (או סוג אחר העמיד לחומר המאוחסן), כפפות (מחומר מתאים), ערדליים.
- ארון מג"פ - מג"פ אחד לכל זוג חברי צוות החירום, ובו שני מיכלי עתודה לכל מכשיר. רצוי למקם את ארון ציוד החירום בעמדה המרוחקת מהמחסן, שתשמש כמקום כינוס של צוות החירום בעת האירוע;

- המחסן יהיה נעול, למעט במהלך שינוע של חומר למחסן או ממנו. המפתח יהיה בידי האחראי בלבד או סגנו. על הדלת יהיה שלט עם שם מחזיק המפתח ומספר הטלפון שלו;
- עותק של נוהל החירום יהיה אצל מנהל המפעל, אחראי הרעלים ובשער המפעל;
- נייר ושקים מצופים עם חומרים דליקים יוכנסו למיכלים בלתי דליקים או יוחזקו באזור נפרד;
- נייר מצופה בציפוי של ממיס אורגני יישמר באזור מוגן מפני אש;
- פסולת נייר וסמרטוטים יישמרו באזור סגור בלתי דליק;
- אחסון במקום נפרד של חומרים פלסטיים (FP 100-160).

## 8.2. שינוע

### 8.2.1. הפעלת מלגזות ואחריות המפעיל

הפעלת המלגזה תהיה כמפורט בדרישות תקנות התעבורה ובהיתר של משרד הרישוי. המלגזה עצמה תהיה מבוטחת בהתאם לסוג רשיון המפעיל וסוג המלגזה. על מפעיל המלגזה, המקבל על עצמו את הפעולה, לוודא שאכן יש למלגזה ולסוג רשיונו ביטוח מתאים, כולל המסמכים הבאים: אישור תנועה ממשטרת ישראל, רישיון רכב, טופס בדיקה והיתר לשימוש במכונה ניידת. תחומי אחריותו של מפעיל המלגזה חלים על כל הקשור ישירות בהפעלתה:

- מלגזה מותרת להפעלה רק עם רשיון תקף;
- מלגזה מותרת להפעלה רק לאחר קבלת הוראה מפורשת ממנהל העבודה;
- מלגזה אסורה להפעלה על-ידי עובד שאינו מכירה, אפילו אם יש לו רשיון תקף;
- לפני הפעלת המלגזה יבצע המפעיל את הבדיקות היומיות וידווח למנהל העבודה על מצבה;
- יש להימנע מהפעלת מלגזה שאינה במצב תקין. על המפעיל להודיע על כך למנהל העבודה;
- תקלה המאפשרת המשך עבודה תדווח למנהל העבודה שימלא טופס מיוחד במיועד לכך. בסוף היום תועבר המלגזה בצירוף הטופס למחלקת התחזוקה;
- לפני תחילת העבודה חייב העובד לוודא שהבין את תפקידו, וזאת על-ידי בדיקת הפרטים הבאים:

- מהות המטען;
- כמות המטען שיש להעביר;
- גלילים, באלות, חלקים קשיחים של חלקי מכונות;
- מקום המטען;
- המקום שאליו יש להעביר את המטען;
- משקל יחידת מטען להעמסה על המלגזה;
- מעמס מותר של המלגזה;
- אופן עירום המטען במקום המיועד.
- הוראות כלליות אחרות הקשורות בהעברת המטען והנחתו.

- ח. לפני העבודה חייב העובד לוודא שהדרך מוכרת לו, שהמלגזה מסוגלת לעבור במעברים מבחינת רוחבה, גובהה ורדיוס הסיבוב שלה;
- ט. לפני ההרמה חייב מפעיל המלגזה לבדוק את דרכי הגישה אל המטען וממנו ואז לבחור בדרך הגישה הטובה ביותר;
- י. לפני ההרמה חייב מפעיל המלגזה לתכנן את שיטת ההרמה ותפיסת המטען, באמצעי המותקן על המלגזה;
- יא. יש לבצע בזהירות מרבית את הרמת המטען, התנועה עמו ופריקתו, תוך הקפדה על הכללים המתאימים לנושאים הבאים:

- בטיחות רצפות, דרכים ושטחי עבודה;
- נהיגה;
- חנייה;
- הרמת מטענים, הובלתם והורדתם מהמלגזה;
- תנועה במישורים משופעים.

### 8.3. אמצעי שינוע

- בעת שימוש במחסנים יש צורך לשנע חומרים ממקום למקום. קיימים אמצעים שונים ומגוונים המתאימים לשינוע חומרים, בהתאם למצב החומר ולצרכים הספציפיים. מספר דוגמאות:
1. עגלת משטחים



## 2. מלגזה



## 9. מערכות שונות

### 9.1. אוורור

חשיבות רבה קיימת למערכות האוורור. אדי החומרים הנמצאים באזורי העבודה והאחסון מהווים סכנה בריאותית שעלולה להוביל לפגיעות בגוף ובנפש. יש להתקין מערכות אוורור בכל מקום בו התקנים מורים על כך, ועל מערכות האוורור להיות במצב תחזוקתי תקין על מנת לבצע את ייעודן כראוי. ישנם מקומות רבים בהם קיים צורך בהתקנת מערכות אוורור, כגון:

- א. דפוס משי;
- ב. הדפס גלופה;
- ג. יחידות הדפס אולטרה-סגולי, כאשר אדי דיו או אוזון מרחפים באוויר;
- ד. מטחנות נייר.

במקרים רבים עדיפה מערכת אוורור מקומית על מערכות אוורור כלליות. מערכות אוורור מקומיות מושכות אוויר באופן נקודתי ומשחררות אותו אל מחוץ למבנה, בעוד שמערכות אוורור כלליות מושכות אוויר נקי מחוץ למבנה פנימה. על מנת להפיק את המיטב ממערכת אוורור יש להיוועץ ביועץ, של צורך התכנון יקח בחשבון את כל נתוני האוורור הדרושים: ספיקות אוויר, תעלות אוויר, מהירות זרימת אוויר וכד'.

מספר עקרונות לתכנון מערכות אוורור:

- א. הצב את פתח מערכת האוורור קרוב ככל האפשר למקור הזיהום;
- ב. ודא כי המערכת מושכת את האוויר הרחק מהמפעיל;

ג. פתח מערכת האוורור יוצב באותו הגובה או מתחת למקור הזיהום, למעט מקרים בהם יש צורך לטפל באוויר חם העולה ממקור חום.

בדוק, נקה ותחזק את מערכת האוורור באופן תדיר, ובמיוחד תעלות גמישות. אם יש צורך, הצב חימום ותאורה בסמוך לפתח מערכת האוורור על מנת לעודד את המפעיל לעבוד בסמוך לפתח המערכת. לעתים ישנו כשל במערכות האוורור, ומשום כך יש לבחון מספר נקודות:

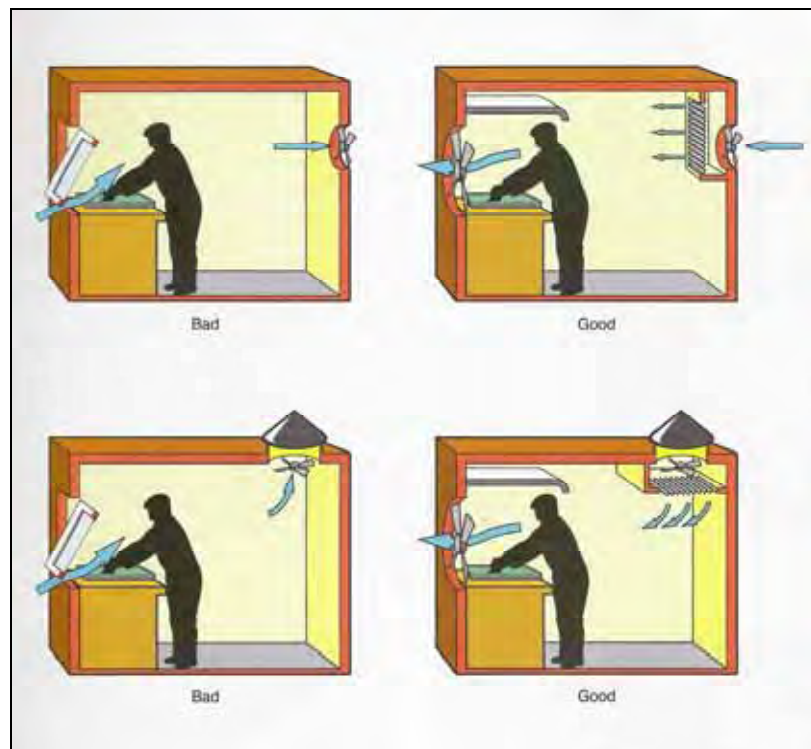
א. פגיעה בציוד או כיוון לא נכון של פתחי האוויר;

ב. תעלות אוויר סתומות;

ג. מסננים מלוכלכים וסתומים;

ד. מפלס מים נמוך או גבוה בלוכדי לחות;

ה. תקלה במניפה, כגון שחיקה, קריעת רצועות.



שיטות אוורור

## 9.2. חשמל

האנרגיה החשמלית היא הכוח המניע את רובה של התעשייה, והשימוש באנרגיה זו טומן בחובו מספר רב של סכנות. על מנת להפיק את המרב מאנרגיה זו יש לשמור על כל כללי הזהירות והבטיחות. חשמל הוא תכונה של תת-חלקיקים מסוימים, כמו אלקטרונים ופרוטונים, המאפשרת כוחות משיכה ודחייה ביניהם. זהו אחד מארבע הכוחות הבסיסיים בטבע. חשמל נחשב לתכונה המשותפת לחומר, וניתן לכמתה (לקבוע את כמותה). במובן זה אמירה כמו "כמות החשמל" מקבילה ל"מטען חשמלי" או "כמות המטען". קיימים שני סוגים של מטען חשמלי, המסומנים כחיובי (+) ושלילי (-). מניסיונות נמצא, כי מטענים שווייסימן דוחים זה את זה, ואילו מטענים שונים סימן מושכים זה את זה. גודלם של כוחות המשיכה והדחייה ניתן לחישוב על ידי חוק קולון.

כללי בטיחות בחשמל:

- כל עבודות החשמל יבוצעו על-ידי בעל רישון חשמלאי מתאים;
- בדוק היעדר מתח;
- מנע חיבור חוזר על-ידי מנעול, שלט וכו';
- חבר מקצר והארקה;
- כסה ציוד סמוך הנמצא תחת מתח. אם המרחק מציוד תחת מתח פחות מ-40 ס"מ - זו עבודה בחשמל חי!
- הפעל מכשירי חשמל רק בידיים יבשות, כשאתה נועל נעליים ועומד במקום יבש.

### 9.3. מים וביו

#### 9.3.1. מים

למים שימושים רבים בכל תחומי החיים, כגון שתייה, שטיפה, חימום וקירור, הובלת סחורות, המסה (דילול) וכד'. וכך גם בתעשייה: כמויות מים רבות משמשות את המפעלים על צרכיהם השונים. למים מספר תכונות המאפשרות להם להעניק חיים, אך ברגע של חוסר תשומת לב יכולים המים להפוך למוליך חשמלי ולהוות סכנה קיומית.

את המים מובילים למקומות השונים בעזרת צינורות. על מנת לשמר את צנרת המים יש לתחזק אותה ולטפל בה, וזאת בדומה לכל מנגנון מכני אחר. מים בתעשיית הדפוס משמשים כחלק מתהליך הייצור ועקב כך ישנה חשיבות גדולה לזמינותם ולאיכותם. למים בתעשיית הדפוס ניתן למצוא שימושים, למשל בזמן טחינת העץ והפיכתו לעיסת נייר, שטיפת ציוד, דילול ממיסים שונים.

#### 9.3.2. ביו

מדובר במערכת צינורות תת-קרקעית, המיועדת לנקות את השפכים ולהובילם למקום שבו לא יהיו מטרד, בעיקר למתקן לטיהור שפכים. לעתים מובילה מערכת הביו את השפכים לים או לערוץ נחל, פעולה הגורמת לזיהום מים חמור, ולכן יש להימנע ממנה.

### 9.4. פסולת

פסולת היא חומר לא רצוי, שאין בו שימוש עוד ועל כן הוא מושלך או ממוחזר. כמו כן, הפסולת היא תוצר בלתי נמנע של החברה האנושית המודרנית. הגידול הדמוגרפי והעלייה ברמת החיים וברמת הצריכה תובעים מחיר סביבתי כבד, הן במשאבי הטבע והן בהצטברות של פסולת מוצרי הצריכה שלנו.

#### 9.4.1. טיפול בפסולת

מערך הטיפול בפסולת מוצקה כולל שלושה שלבים עיקריים:

- א. אצירה - אחסון הפסולת במיכלים בסמוך למקום ייצורה;
- ב. איסוף והובלה - איסוף הפסולת בכלי האצירה והובלתם ישירות, או דרך תחנת מעבר, לאתר טיפול או סילוק;
- ג. טיפול או סילוק הפסולת - טיפול וסילוק סופי של הפסולת באופן שאינו יוצר מפגעים סביבתיים;

בעולם המערבי מקובלת כיום שיטת ה**טיפול המשולב** בפסולת המוצקה, המורכבת מחמש חוליות.

באמצעות שיטה זו מנסים להגיע לפגיעה מינימלית בסביבה ולעלות כלכלית וחברתית מופחתת, כדי לצמצם את כמות הפסולת המגיעה להטמנה, זאת בהנחה שאין פתרון יחיד אופטימלי. נקבע סדר עדיפויות לטיפול בפסולת, כאשר הטמנה היא במקום האחרון, כפתרון אין-ברירה:

- א. הפחתה במקור;
- ב. שימוש חוזר;

ג. מיחזור;

ד. הפקת אנרגיה מפסולת;

ה. הטמנה.

שלושת השלבים הראשונים הם תלויי מודעות ציבור, וארגונים ירוקים מקדמים את הטמעתם. הם נקראים שלושת ה-R, או בעברית שלושת ה-ל:

א. Reduce – להפחית;

ב. Reuse - להשתמש מחדש;

ג. Recycle - למחזר.

אליהם נוהגים להוסיף עוד שתי דרכי פעולה באחריות הציבור:

א. Repair - לתקן;

ב. Refuse - לסרב לקנות.

#### 9.4.2 פסולת מסוכנת

פסולת מסוכנת מוגדרת כפסולת שבלי טיפול מתאים יכולה לגרום נזק לאדם הבא עמה במגע. מפעלים תעשייתיים מייצרים בתהליך הייצור פסולת מסוכנת רבה, כמו חומרים מלבינים ורעלים, ומחויבים לטפל בהם. פחות ידוע שגם הפסולת הביתית מכילה פסולת מסוכנת רבה שאינה מופרדת ולבסוף מגיעה למזבלות ולמטמנות. חומרי ניקוי, חומרי הדברה ורעלים אחרים, צבעים ודבקים, מוצרי אלקטרוניקה, מדי חום (כספית), חומרים לרכב, שמנים, כדורי נפטלין, נורות פלואורסצנט, טרפנטין, תרופות ישנות וסוללות הם דוגמאות לכך. אדם מייצר כ-5 ק"ג פסולת מסוכנת בשנה וכ-5 ק"ג נוספים של פסולת אלקטרונית. מוצרים אלה מכילים בין השאר מרכיבים כדוגמת מתכות כבדות, ציאנידים וחומצות, שעלולים להזיק לאדם ולסביבה אף בכמויות מזעריות. בארץ כיום אין איסוף פסולת ביתית מסוכנת. בעולם מקובלים ימים מיוחדים לאיסוף פסולת מסוכנת בערים, ואלה מרוכזים לפעמיים בשנה. החברה לשירותי איכות סביבה ברמת חובב אוספת פסולת מסוכנת ממספר יישובים קטנים שבסביבתה כפיילוט. לתפקיד נבחר אדם שאחראי על הנושא ביישוב, ובמקום מוצב מתקן איסוף נעול עם שעות פתיחה מוסדרות.

## 10. חוקים ותקנים לתעשיית הדפוס

- פקודת הבטיחות העבודה ותקנותיה;
- חוק ארגון הפיקוח על העבודה התשמ"ד ותקנותיו;
- חוק עבודת נשים ותקנותיו;
- חוק עבודת נוער ותקנותיו;
- חוק החשמל ותקנותיו;
- חוק החומרים המסוכנים ותקנותיו;
- תקנות התעבורה;
- ת"י 4368 בטיחות מכונות - מכונות לייצור בלייזר - דרישות בטיחות כלליות;
- ת"י 1260 פוליאורתן גמיש מוקצף דפוס בתבנית (צורתי) לריפוד מושבים;
- ת"י 1102 חלק 1 צבעי דפוס: אריזתם, תוויתם וסימונם;
- ת"י 1091 יצוקי סגסוגת אלומיניום הנוצקים בדפוס קבע מתכתי - מוט בדיקה;
- ת"י 847 טפסים רציפים למדפסות מחשבים;
- ת"י 715 נייר להדפסת בלט;
- תקן: מפרט 357 תכשיר לניקוי ידיים ללא שימוש במים לעובדי דפוס ומוסכים;
- תקן: מפרט 400 התנהגות באש של רכיבים באוטובוסים ובטיוליות: דרישות ושיטות בדיקה;
- ת"י 716 נייר להדפסת אופסט;
- ת"י 696 נייר לדפוס: דרישות כלליות;
- ת"י 1947 טפסים עם שורה המודפסת בדיו מגנטית;
- ת"י 684 נייר עיתון;
- ת"י 534 נייר פחם;
- ת"י 4513 טפסים עם שורה מודפסת המיועדת לקריאה אופטית;
- ת"י 1069 מטעני חשמל סטטי: אמצעי פיקוח ובקרה;
- ת"י 825 נייר לטפסים רציפים.

## 11. מראה מקום

- 1 "Handbook of Building Materials for Fire Protection \ Charles A. Harper", McGraw- Hill, Ch 7.8
- 2 The printer's guide to health and safety, 2<sup>nd</sup> ed, H.M. Stationary office, 2002
- 3 Laser safety in printing, HSC, 1990
- 4 Chemical safety in the printing industry, HSC, 1995
- 5 Control of health hazard in screen printing, HSC, 1988
- 6 Fire safety in the printing industry, HSC, 1992
- 7 Fire safety in the paper and board industry, HSC, 1995
- 8 מבוא להנדסת בטיחות בתעשייה הכימית, מהדורה שניה - 2001, אוניברסיטת בן-גוריון
- 9 מניעה והגנה בפני דליקות במפעל כימי, אינג' א. ארנן (בהכנה, 2006)
- 10 <http://he.wikipedia.org/wiki> ויקיפדיה - האנציקלופדיה החופשית