

# היררכייה של סיכונים

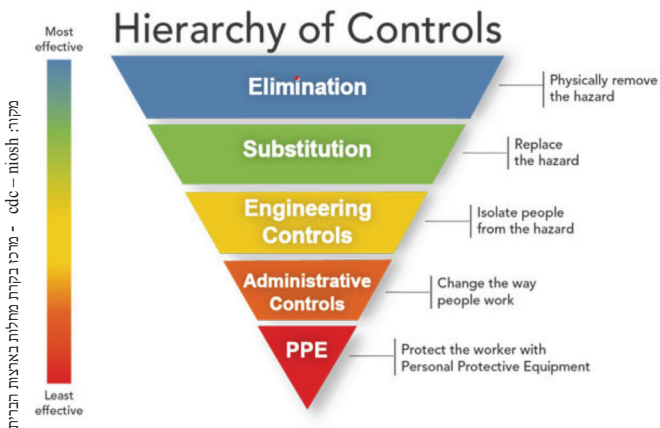
**"סוף מעשה במחשבה תחילה" הוא רעיון העומד בבסיס תורות שונות. בימינו הוא מבטא את נושא התכנון מראש ונקשר, בעיקר, לבטיחות בעבודה. המאמר שלפנינו מתאר את התפיסה האמריקאית ל"מניעה באמצעות תכנון" ואת דרגות ההגנה למניעת סכנות וסיכונים**

מאת מהנדס דוד זיו

סגן מנהל מרכז מידע,  
המוסד לבטיחות ולגיהות

ליעילותו ולאפשרות יישומו בפועל. שיטה זאת נקראת "היררכיית דרגות ההגנה".

ההיררכיה היא רשימת אמצעים להפחתת הסיכון לפגיעה על בסיס האמינות והיעילות של כל דרגת פעולה. סדר עדיפות זה מודגם באיור הבא. הפעולה העדיפה היא העליונה, ובסדר יורד מופיעים שאר האמצעים.



היררכיית דרגות ההגנה

Elimination (סילוק) - סילוק הסכנה הוא הכלי היעיל ביותר. בתהליך קיים, סילוק הסכנה קשה ליישום, אולם אם השלב שבו נמצאים הוא עדיין שלב התכנון או הפיתוח, סילוקה של הסכנה זול ופשוט. בתהליך קיים סילוק הסכנות עשוי להיות קשה ויידרשו לו משאבים רבים. Substitution (החלפה) - תועלת גדולה ביותר תתקבל מהחלפת חומרים, תהליכים, או מוצרים. על ידי כך, ניתן יהיה להקטין את הסכנות לעובדים.

Engineering controls (אמצעים הנדסיים) - יישום אמצעים הנדסיים יעיל לצורך בידוד העובדים והרחקתם ממקור הסכנה. על ידי כך תימנע האינטראקציה בין העובד והסכנה. לדוגמה, גידור והגנת המכונות, התקנת מערכות יניקה ללכידת פליטת נדפים והרחקתם ועוד.

Administrative controls (אמצעים מינהלתיים) - אפשר להגן על העובד על ידי נקיטת אמצעים מינהלתיים, שהם יעילים פחות כהדרכות ותרגול בתדירות גבוהה, בשינויים בהימצאות העובדים בקרבת תהליכים מסוכנים, כאשר לא ניתן לנקוט אמצעים אחרים. Personal Protective Equipment (ציוד מגן אישי) - כאשר אי אפשר

במציאות של עולם התעסוקה, בתעשייה ובבנייה בפרט, תאונות עבודה נגרמות. רבות מהן נחקרו, בארצות שונות, במטרה למצוא את הגורמים להן ולמנוע אותן. במחקרים, נותחו הסיבות לתאונות, תוצאותיהן (פגיעות קטלניות ולא קטלניות), ונמצאו קשרים ישירים ועקיפים לבעיות בתכנון המוצר או התהליך, אשר היו הגורמים לתאונה. תוצאות המחקרים הובילו, בסופו של דבר, לפיתוח התפיסה של "מניעה באמצעות תכנון" (Prevention through Design). המחקרים להלן, שבוצעו במהלך שנים ביבשות שונות, הצביעו בבירור על חלקו של התכנון הלקוי בגרימת תאונות.

## אוסטרליה

תוצאות מחקר, שנערך באוסטרליה, על נפגעי תאונות עבודה בין השנים 1997 עד 2002 הובילו למסקנות הבאות:

- 37% מהתאונות הקטלניות נקשרו לבעיות תכנוניות (Driscoll et al. 2008).
- 14% מהתאונות הקטלניות נחשדו כנובעות מבעיות תכנוניות (Driscoll et al. 2008).
- 63% מכלל ההרוגים במדינת דרום וולס החדשה ניתן לייחס להחלטות תכנון לקויות או לחוסר תכנון - NOHSC 2001 (הוועדה הלאומית האוסטרלית לבטיחות ובריאות בתעסוקה).

## ארה"ב

מחקרים שנעשו בארה"ב בשנת 2005 על נפגעי תאונות עבודה הובילו למסקנות הבאות:

- 22% מתאונות העבודה במדינות וושינגטון, אורגון וקליפורניה, בין השנים 2000 עד 2002, נקשרו לבעיות בתכנון (Behm 2005).
- 42% מהתאונות הקטלניות בארה"ב בין השנים 1990 עד 2003 קושרו לבעיות בתכנון (Behm 2005).

## אירופה

• באירופה, העלה מחקר משנת 1991 כי 60% מהתאונות הקטלניות נבעו מהחלטות שהתקבלו לפני תחילת העבודה באתרים השונים. (European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions 1991).

## היררכיית ההגנות

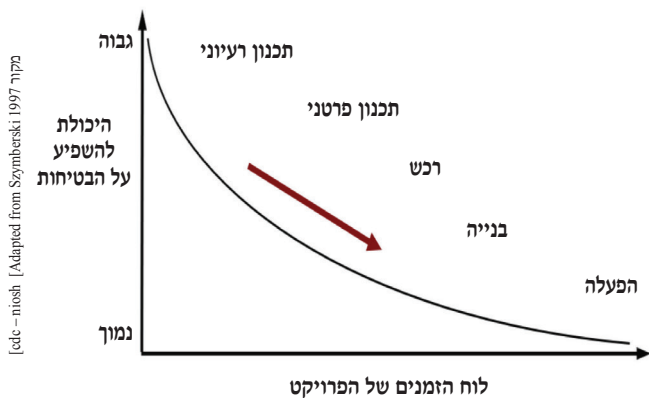
קיימים אמצעים שונים להגנת עובדים מפגיעות תעסוקתיות, כל אמצעי ויעילותו. כדי לבחור את האמצעי המתאים להגנה על העובדים במצבים שונים, פותחה שיטה המדרגת אותו בהתאם

בארצות הברית, בסוף שנות התשעים, הוועדה המייעצת של המכון לבטיחות באמצעות תכנון, השייך למועצת הבטיחות הלאומית, הגיעה למסקנה שאם ההחלטות המשפיעות על בטיחות, גיהות ואיכות סביבה ישולבו בשלבים המוקדמים של תהליכי התכנון, יהיו לכך יתרונות רבים.

חיזוק נוסף מגורם התומך בצורך זה הוא "המוסד הלאומי לבטיחות ולבריאות תעסוקתית" (NIOSH) בארצות הברית. בסדנה שערך ביולי 2007, הוצג נושא המניעה באמצעות תכנון לצורך שמיעת עמדות של מגוון בעלי עניין, כדי שיתקבל כיוזמה לאומית מרכזית "ליצירת אסטרטגיה לאומית בת-קיימא למניעה באמצעות תכנון". זימברסקי (zymberski) התייחס לכך בפרסומו בשנת 1997 באומרו כי היכולת להשפעה הגדולה ביותר על הבטיחות היא בשלבי התכנון.

## הכרת גישת התכנון

בשלבי התכנון הראשוניים המוקדמים עדיין לא קיימים סיכונים שיש להימנע מהם, לבטלם, להקטיןם או לפקח עליהם. תחילת התכנון היא מול גיליון נייר ריק או מסך ריק במערכת תכנון ממוחשבת. למתכננים יש הזדמנויות להימנע מסכנות בתכנון הראשוני ובשלבי התכנון המפורטים. מתכננים יכולים לבחור קריטריונים תכנוניים, שעשויים להפחית את ההסתברות לקרות אירוע, להקטין את חומרתו של אירוע שקרה או את החשיפה אליו, ובכך, להגיע לרמות סיכון מקובלות, בעוד המתכננים משתמשים בפרטי תכנון ודרישות שנקבעו בארגון, בהמלצות מעשיות (codes of practice), בחוקים ותקנות, בתקנים שיש לעמוד בהם, או מתלבטים בצורך למנוע, להפחית או לפקח ולשלוט בסיכונים גם במצב התפעולי.



## אתיקה ומניעה באמצעות תכנון

נושא הבטיחות נכלל בקוד האתי של אגודות מקצועיות בארצות הברית. האגודות כללו בקוד האתי שלהן התייחסות לנושא התכנון: האגודה הלאומית למהנדסים מקצועיים, NSPE "מהנדסים יכירו בחשיבות העליונה של בטיחות, בריאות ורווחת הציבור".

האגודה האמריקאית למהנדסים האזרחיים, ASCE "מהנדסים יהיו מודעים לכך שחיי, בטיחות, בריאותו ורווחתו של הציבור הרחב תלויים בהחלטות הנדסיות".

להקטין את הסיכון לפגיעה בדרך אחרת, שימוש בציוד מגן אישי הוא המוצא האחרון, כגון כפפות, משקפי מגן ועוד.


עיקר ההשפעה של "מניעה באמצעות תכנון" הוא בשלבים הבאים:

- סילוק (Elimination)
- החלפה (Substitution)

התקן האמריקאי הבא, ANSI/ASSE Z590.3 – 2011 - Prevention through Design, העוסק המניעה באמצעות תכנון, מרחיב את היררכיית אמצעי ההגנה ומוסיף את האמצעים הבאים:

Risk Avoidance (מניעת סיכונים) - מניעת הכנסת סכנות לאתר העבודה על ידי הצבת קריטריונים ברורים ושילובם במהלך תהליכי התכנון והבחירה של טכנולוגיות ושיטות עבודה.

Warning (אזהרות) - התקנת מערכות אזהרה

Most Preferred  Least Preferred	<b>Risk Avoidance:</b> Prevent entry of hazards into a workplace by selecting and incorporating appropriate technology and work methods criteria during the design processes.
	<b>Eliminate:</b> Eliminate workplace and work methods risks that have been discovered.
	<b>Substitution:</b> Reduce risks by substituting less hazardous methods or materials.
	<b>Engineering Controls:</b> Incorporate engineering controls/safety devices.
	<b>Warning:</b> Provide warning systems.
	<b>Administrative Controls:</b> Apply administrative controls (the organization of work, training, scheduling, supervision, etc.).
	<b>Personal Protective Equipment:</b> Provide Personal Protective Equipment (PPE).

מקור: ANSI/ASSE Z590.3 – 2011

היררכיית דרגות ההגנה בהתאם לתקן האמריקאי

## מהי מניעה באמצעות תכנון? Prevention through Design (PtD)

מניעה באמצעות תכנון היא גישה כוללת לטיפול בבעיות בטיחות וגיהות על ידי מניעתן או סילוק הסכנות כחלק מהתכנון עצמו ("designing out") ומזעור הסיכונים השאריתיים. התפיסה כוללת את הרעיון, העומד ביסוד התכנון, כי יש לשלב התחשבות בבטיחות ובגיהות בתכנון של מוצרים, תהליכים ומערכות.

• הנחת היסוד של "מניעה באמצעות תכנון" (PtD), המכונה גם "תכנון בטיחות" ("design for safety") או "בטיחות בתכנון" ("safety in design"), או תכנון מניעתי היא שתכנון מתקן או מוצר שיש לו השפעה על סיכוני בטיחות וגיהות, ישפיע גם על מי שנחשפים אליו בכל צורותיו.

• מניעה באמצעות תכנון מבוססת על האמונה והידע שאפשר לתכנן תכנון בטיחותי כך שבני אדם לא יחשפו לסכנות וזו הגישה היעילה והאמינה לניהול הבטיחות. כך נוכל להפחית את הסיכונים לבטיחות ולבריאות בעבודה ונימנע מפגיעות קטלניות.

• מניעה באמצעות תכנון מביאה בחשבון את יכולתנו למנוע סכנות פוטנציאליות על ידי תכנון מוקדם, שימנע או ימזער סיכונים וישפר את הבטיחות.



guidance on the principles of safe design at work: מקור:

תרשים שלבי מחזור חיים של מוצר או תהליך

- מניעת פגיעות ומחלות
- הגברת יעילות של מוצרים, מערכות ומתקנים
- העלאת הפרייון
- חיזוי וניהול טוב יותר של עלויות ייצור ותפעול לאורך מחזור החיים של המוצר
- עמידה בתחיקה
- חדשנות, מניעה באמצעות תכנון
- הקטנת איחורים בפרויקט כתוצאה מתאונות
- הקטנת תחלופת עובדים
- העלאת מורל העובדים
- הפחתת היעדרויות עובדים
- תכנון בטוח (Safe design)
- העלאת התפוקה והפחתת העלויות

**לסיכום:** היתרונות בסילוק מפגעים בשלבי התכנון הם רבים וברורים. לרוב, קל וזול יותר למנוע סכנות בשלב התכנון, מאשר לבצע שינויים בשלבים המאוחרים של מחזור החיים של המוצר או התהליך, כאשר הסכנות כבר הופכות לסיכונים, ולעתים השינוי כבר לא אפשרי או שהוא מחייב שימוש באמצעי מגן נחותים.

## מקורות:

- GUIDANCE ON THE PRINCIPLES OF SAFE DESIGN FOR WORK - CANBERRA MAY 2006
- ANSI/ASSE Z590.3 – 2011 - Prevention through Design - Safe design of structures Code of Practice - OCTOBER 2018 - Safe Work Australia
- Principles of Good Work Design A work health and safety handbook- Safe Work Australia
- Designing for worker safety: Moving the Construction Safety Process Upstream
- Prevention through Design Guidelines for Addressing Occupational Hazards and Risks in Design and Redesign Processes, John Lindenschmidt, CSP,ALCM RMS-Safety
- The National Safety Council-
- <https://www.nsc.org/faculty-portal/safety-through-design>
- CDC – NIOSH - Prevention through Design
- <https://www.cdc.gov/niosh/topics/ptd/> ■

- Engineers shall hold paramount the safety, health, and welfare of the public.
- Engineers shall recognize that the lives, safety, health and welfare of the general public are dependent upon engineering decisions.

## מחזור החיים

לכל מוצר, מבנה או מתקן יש אורך חיים מוגדר, אשר לאחריו יש להוציאו משירות. הרעיון מאחורי זה הוא שמירה על בטיחות ובריאות העובדים והמשתמשים, ושליטה בסיכונים לאורך כל מחזור החיים של המוצר (ראו תרשים), החל מתכנונו. מחזור החיים מתחיל בפיתוח הקונספט, וכולל תכנון, בנייה או ייצור, תפעול, תחזוקה וסילוק או מחזור של כל מה שתוכנן.

השלבים שבהם צפויות סכנות:

- בנייה או ייצור
  - ייבוא, הספקה או בהתקנה
  - התקנה והפעלה ראשונית / בהרצה, בשימוש או בתפעול
  - תחזוקה, תיקון, ניקיון, שינויים, עדכונים
  - הוצאה משימוש, הריסה, פירוק
  - מחזור
- משמעות מחזור החיים היא שעל המתכנן להכיר היטב את שלבי החיים של הפריט שהוא מתכנן, כולל את צרכי המשתמשים ואת סביבת העבודה שבה משתמשים בפריט. סיכונים חדשים עשויים להיווצר כאשר מבוצעים שינויים במוצר או שסביבת העבודה השתנתה. במקרים כגון אלה אפשר לשפר את הבטיחות אם מנהל העבודה או האחראי לציוד או למקום יבדוק אם הציוד עומד בדרישות הבטיחות שנקבעו בעת התכנון בכל אחד משלבי מחזור החיים.

## היתרונות של מניעה באמצעות תכנון

יצירת מקומות עבודה בטוחים יותר כדאית מבחינת עלות-תועלת, בעיקר כאשר היא מובאת בחשבון בשלב הראשון של מחזור החיים של התכנון.

האמצעי היעיל ביותר למניעת הסכנה הוא סילוקה. סילוק הסכנה, בדרך כלל, יקר פחות ואפקטיבי יותר בעת התכנון, לעומת ביצוע שינויים בשלבים המאוחרים של מחזור חיי הפרויקט, כאשר הסיכון נעשה מוחשי. קיימות הערכות כי ציוד ומתקנים אשר נחשבים לבטוחים יחסו בין 5% ל-10% מהוצאות התפעול, זאת, באמצעות הפחתת מלאי של חומרים מסוכנים, צמצום הצורך בציוד מגן והקטנת העלויות של בדיקות ותחזוקת ציוד.

trevor kletz 1998 Process Plants: A Handbook for Inherently Safe היתרונות בהכללת המניעה בשלבי התכנון נושאת עמה תועלות רבות: