

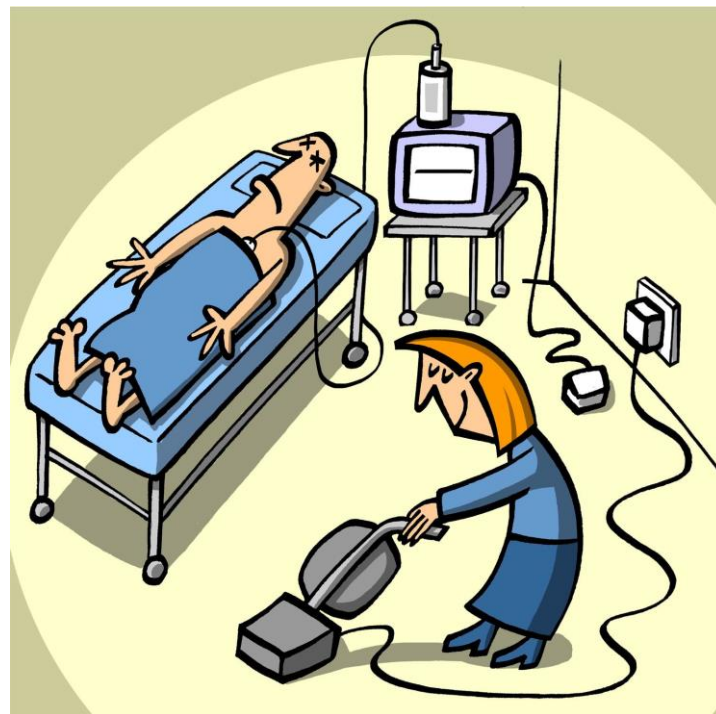


קבוצת בזן

מחויבים למחר



מתודולוגיות לזיהוי וניתוח סיכונים תהליכיים

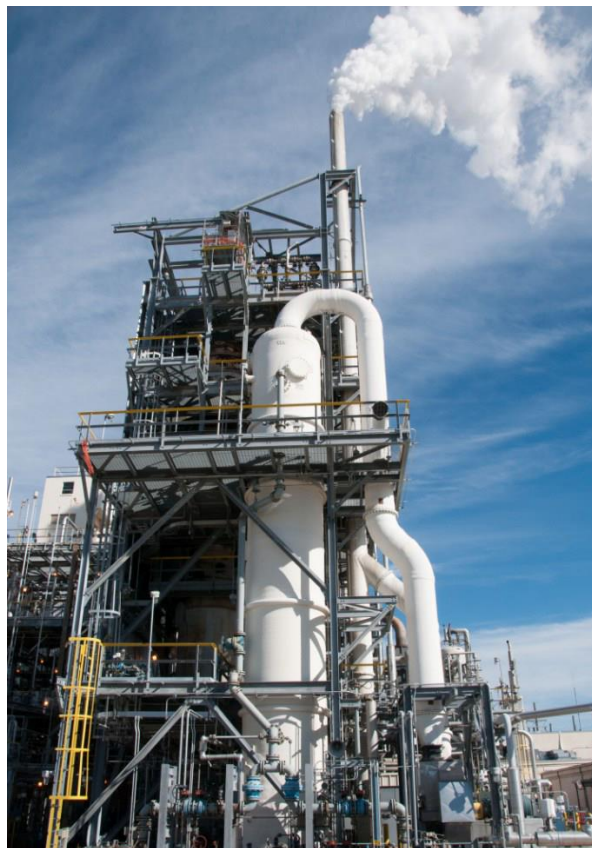


שי שגב



קבוצת בזן
מחויבים למחר

מה יותר מסוכן?



מתקן לטיפול בתחמוצות חנקן (NO_x)
של חברת דו-פונט בטקסס, ארה"ב





קבוצת בזן
מחויבים למחר

מדוע לא ניתן לדעת מה יותר מסוכן?

אין מידע על מה עלול להתרחש:

מה הם תרחישי הסיכון?

מהי חומרתם הפוטנציאלית?

אין מידע על הבקרות/שכבות ההגנה:

אילו שכבות הגנה הותקנו?

כיצד מתוחזקת כל אחת משכבות ההגנה?

מה האפקטיביות של כל אחת משכבות ההגנה?

מה ההסתברות להתממשות כל אחד מתרחישי הסיכון?



מה יותר מסוכן?

4 הרוגים במפעל של חב' דו-פונט לייצור חומרי הדברה בטקסס. שחרור של 12 טון מתיל מרקפטאן ממתקן לטיפול בתחמוצות חנקן (NO_x) התכנון לא לקח בחשבון עיבוי והצטברות נוזלים בקו המתיל מרקפטאן.





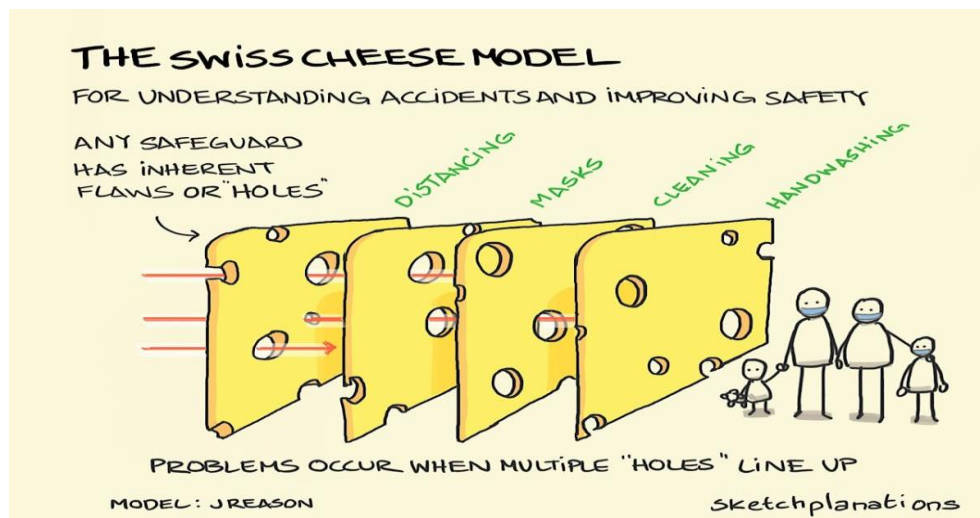
קבוצת בזן
מחויבים למחר



ללא ניתוח סיכונים שיטתי, :
* אנחנו עלולים **לא לזהות** חלק מגורמי הסיכון
(ההסתברות להתממשות גורמי סיכון שאנחנו לא מודעים אליהם היא גבוהה).
גורם סיכון שלא זוהה מהווה תאונה פוטנציאלית
* **לא נוכל להחליט/לחשב אם הסיכון קביל**

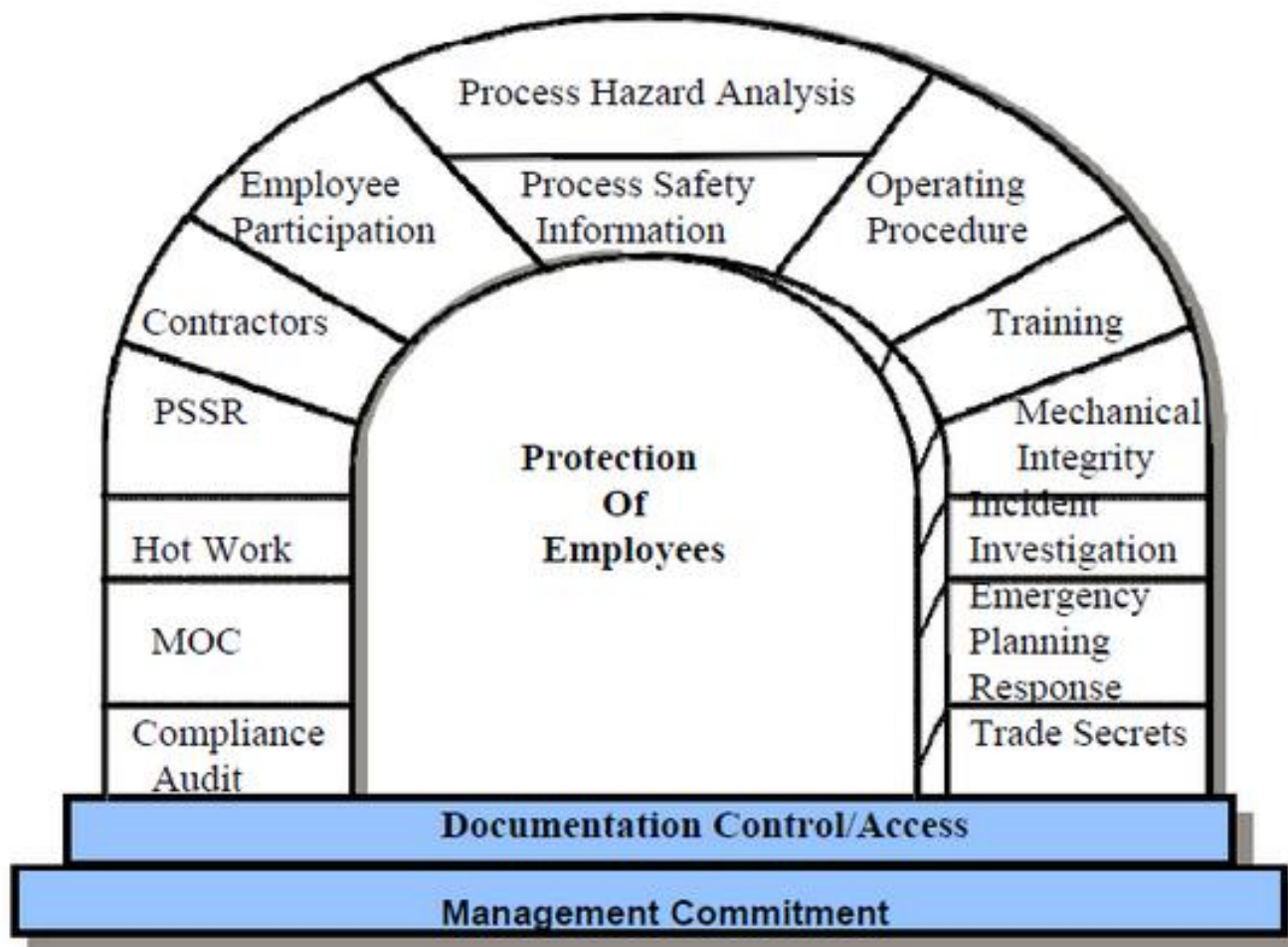
בטיחות היא:

- א- ווידוא שישנם מספיק שכבות הגנה המורידות את רמת הסיכון ל"סיכון קביל".
- ב- ווידוא אפקטיביות שכבות ההגנה.



"When systems and controls deteriorate, everything can come together in the worst possible way." (BP Baker Report)

מערכת לניהול בטיחות התהליך לפי OSHA

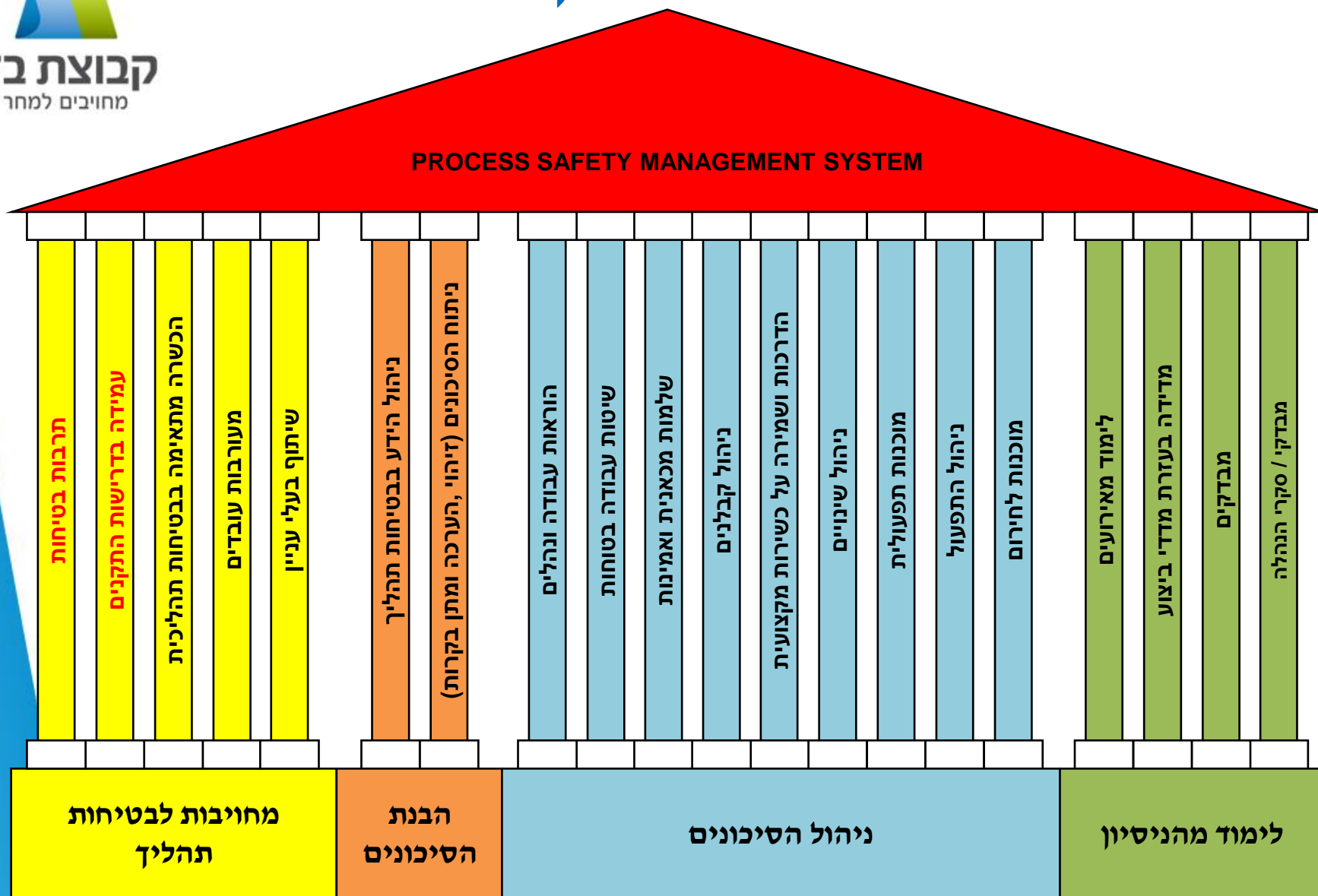


בופאל (1984) - מעל 16,000 הרוגים
 Piper Alpha (1988) - 167 הרוגים
 Phillips 66 (1989) - 23 הרוגים



קבוצות בזן
מחויבים למחר

מערכת לניהול בטיחות התהליך לפי ה-CCPS



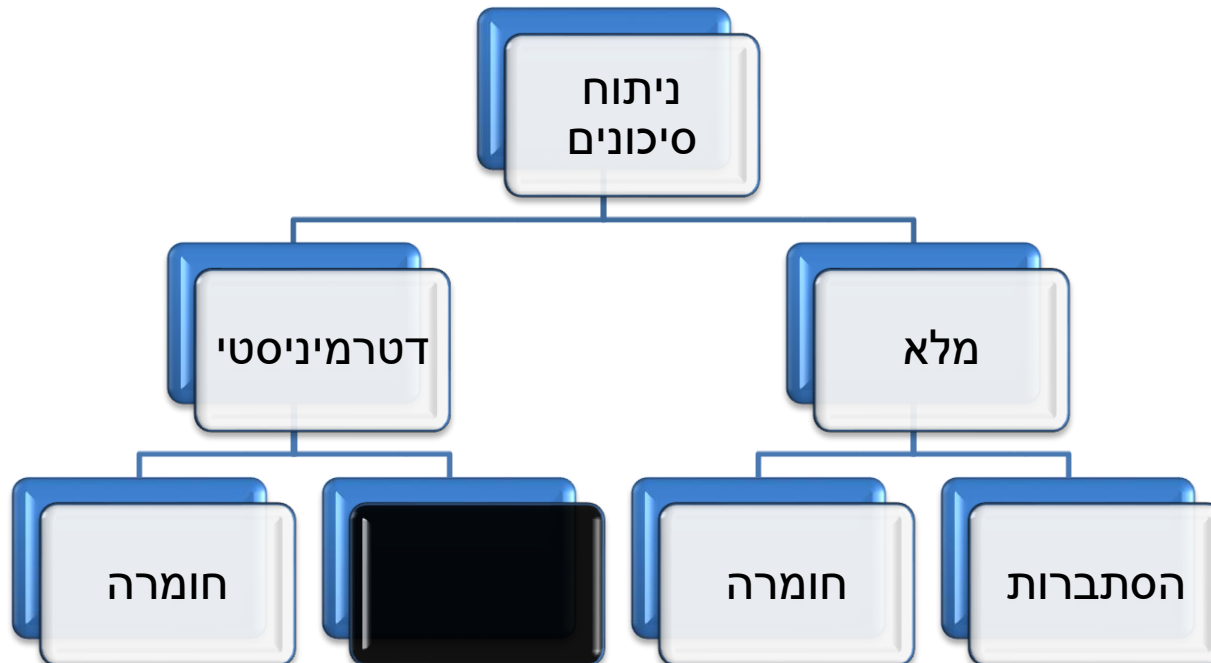
חשיבות ניהול בטיחות התהליך





קבוצת בזן
מחויבים למחר

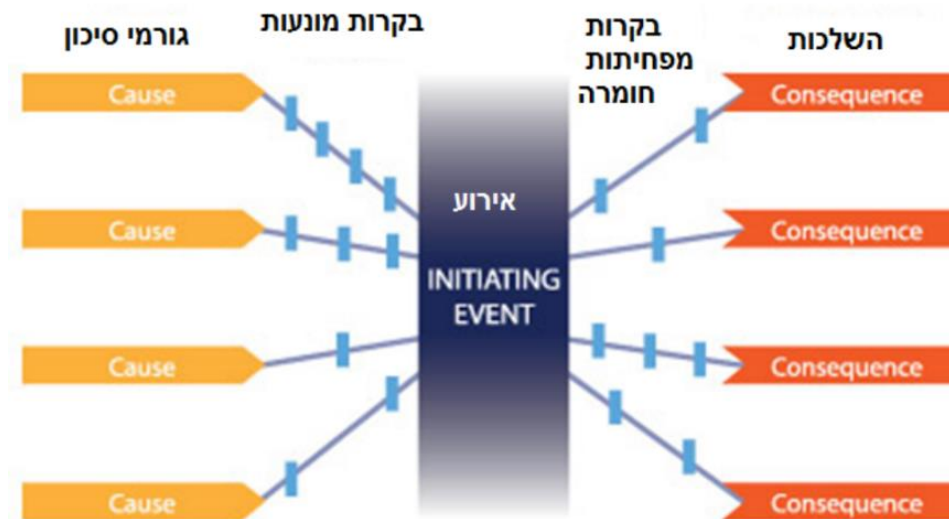
ניתוח סיכונים דטרמיניסטי



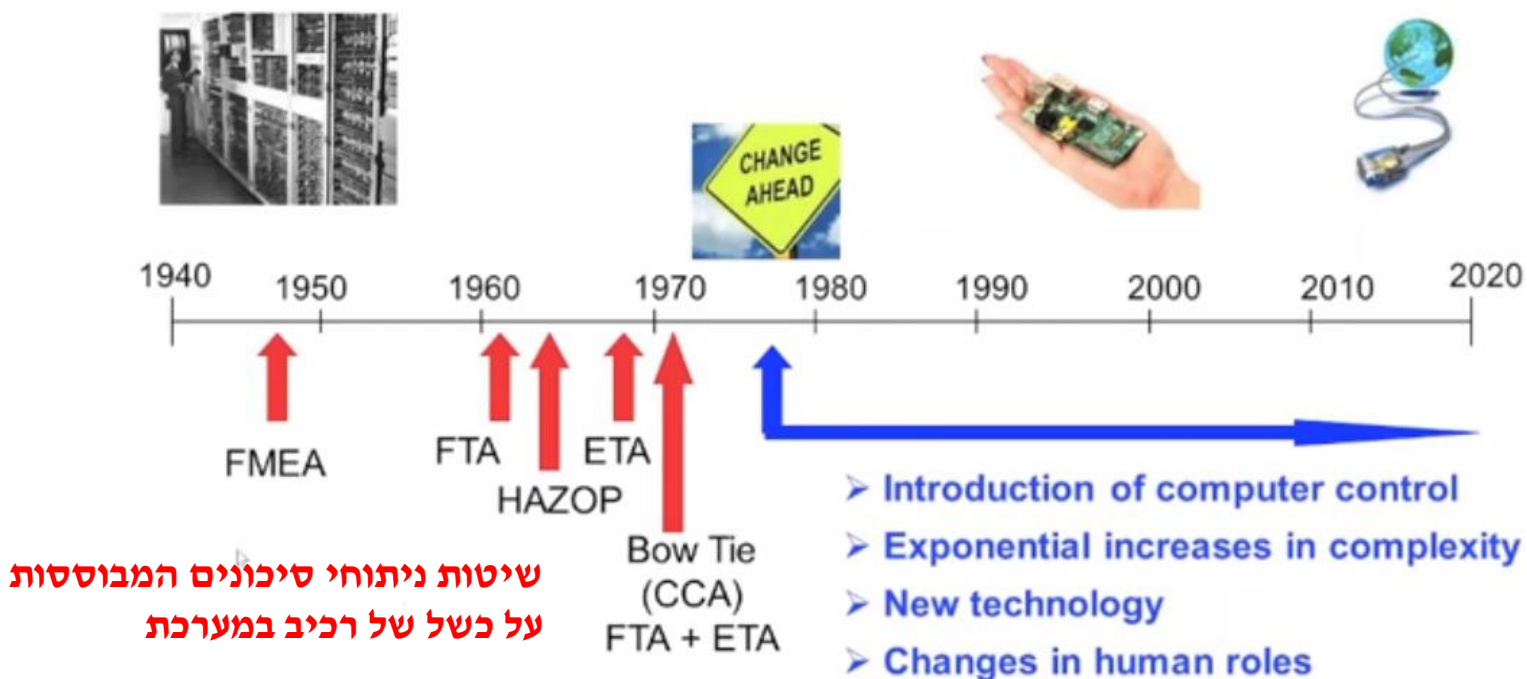
- מטרת ניתוח הסיכונים הדטרמיניסטי:
 - חומרת התרחישים האפשריים לא תעבור סף חומרה שהוגדרה מראש.
- השיטות שימנעו בוודאות מהחומרה לעבור את הסף שהוגדר מראש הן:
 - הרחקה.
 - הקטנה.
- מתי זה ישים באופן מלא?
 - לתכנון מפעל חדש או מיקום שכונת מגורים חדשה.
- בניתוח סיכונים למפעל קיים, הרחקה איננה אפשרית והקטנה איננה מעשית ולכן צריך למצוא שיטות אחרות למניעת הגעת החומרה לציבור.

ניתוח סיכונים דטרמיניסטי

- אינו מנתח את שכבות ההגנה למניעת היווצרות האירוע
- לעיתים קרובות גם אינו מנתח את אפקטיביות שכבות ההגנה להקטנת החומרה
- **עלול לתת בחלק מהמקרים תחושת בטחון מוטעית.**
ובחלק אחר מהמקרים למנוע פיתוח ללא הצדקה אמיתית



כרונולוגיה של שיטות ניתוח הסיכונים





קבוצת בזן
מחויבים למחר

HAZOP - ניתוח סיכונים וכשלים תהליכיים

Hazard and Operability Study

השיטה הנפוצה ביותר בעולם לניתוח סיכונים וכשלים תהליכיים.

ניתוח HAZOP שבוצע ברמה טובה יסייע :

❖ למזער את הסיכונים התהליכיים

❖ לשפר את היעילות התפעולית ולמנוע כשלים תפעוליים.

HAZOP (Hazards and Operability Study)

שיטת ה- HAZOP לזיהוי וניתוח סיכונים פותחה בשנות השישים ע"י חברת ICI עבור התעשייה הכימית לאור ניתוח תאונות שאירעו בתעשייה זו.

יתרונות:

❖ שיטה מובנית לזיהוי סיכונים.

❖ שיטה קלה, מהירה וזולה יחסית לביצוע (בד"כ מספר ימים).

❖ עבודת צוות – פלטפורמה להעברת ידע וניסיון בין חברי הצוות.

חסרונות:

❖ איכות הביצוע תלויה מאוד ברמת הידע והניסיון של חברי הצוות (GIGO).

❖ בכדי לקבל ניתוח טוב הכרחי לעבוד בצורה שיטתית לפי המתודולוגיה (לדוגמא: שאילת כל השאלות ווידוא שהתשובות הניתנות הן אכן תקפות).

זיהוי סטיות אפשריות ממצב תקין:

Guide Word + Property = Deviation

סטייה מורכבת ממשתנה כמו לחץ ומילת מפתח כמו יותר

לדוגמא:

- כאשר המשתנה הוא משתנה פיזיקלי:**

= זרימה בכיוון הפוך	Reverse + Flow
= לחץ נמוך מדי	Low + Pressure
= תגובה גבוהה מהמתוכנן	More + Reaction
- כאשר המשתנה הוא פעולה:**

= אין העברה	No + Transfer
= לא ניתן לנתק את הציוד	No + Isolate
- כאשר המשתנה הוא חומר**

= אין קיטור	No + Steam
= יותר מדי מדלל	More + Diluent



קבוצת בזן
מחויבים למחר

מילות מפתח	דוגמאות לפרמטרים
NO / NOT	לחץ
More	טמפ'
Less	ספיקה
As well as	מפלס
Part of	פאזה
Reverse	הרכב
Other than	ערבוב
Early	קצב ריאקציה
Late	משקל
Before	רעידות / וברציה
After	קצב קורוזיה / ארוזיה

מטריצת סיכונים איכותנית

				הסתברות				
				4	5	6	7	8
חומרה	סיכון לאנשים	נזק לרכוש	סביבה	לא מעשי	נמוכה	בינוני	גבוהה	גבוהה מאוד
קטסטרופה/ אסון המוני	מספר הרוגים	נזק כבד מאוד לרכוש	נזק כבד מאוד לסביבה	סיכון גבוה	סיכון בינוני	סיכון בינוני	סיכון גבוה	סיכון גבוה
חמורה	הרוג אחד	נזק כבד לרכוש	נזק כבד לסביבה					
קריטי	פציעה קשה	נזק בינוני	נזק מקומי					
שולי	פציעה קלה	נזק קל	נזק קל	סיכון בינוני	סיכון בינוני	סיכון בינוני	סיכון גבוה	סיכון גבוה
זניח	פציעה קלה מאוד	נזק קל מאוד	נזק קל מאוד					
				סיכון נמוך				

סיכון = הסתברות X חומרה

כבני אדם יש לנו הטיות בהערכת ההסתברות לאירוע



www.bazan.co.il



תדירויות מומלצות לצורך ניתוחי LOPA

קרבות התדירויות נלקחו מתוך הספר:

Guidelines for Initiating Events and Independent Protection Layers in Layer of Protection Analysis, CCPS (Center for Chemical Process Safety), 2015

- ✦ מומלץ לבחון את רשימת התאום המלאה המופיעה בספר (למחר כל אחד מהתרחישים) לפני שימוש בתדירויות אלו לצורך ניתוח תרחישים בתנאים.
- ✦ התדירויות מגוללות שבדומה חבטון בהתאם לתנאים רכיבתיים וכן שמבוצעות בדיקות תקופתיות ותחזוקה בהתאם לתנאים המקובלים בתעשייה והמלצות היצרנים.
- ✦ הניסיון התפעולי תומך בהסתברות השל

תנאים מרכזיים	תדירות מומלצת	תרחיש	
<ul style="list-style-type: none"> ✦ המטלה אינה מורכבת. ✦ קיימת הוראת עבודה לביצוע המטלה שלב אחר שלב. ✦ האדם המבצע את המטלה הודרך על הוראת העבודה. 	1 שנה	"שעות אנוש" במהלך מטלה המבוצעת בתדירות של פעם בשבוע או יותר	
	0.1	"שעות אנוש" במהלך מטלה המבוצעת בתדירות של בין פעם בשבוע לפעם בחודש	
	0.1	"שעות אנוש" במהלך מטלה לא שגרתית המבוצעת בתדירות של פחות מפעם בחודש.	
	0.1	שעות אנוש בתגובה למצב לא שגרתי	
<ul style="list-style-type: none"> ✦ הציוד הודרך על השימוש הבטוח בציוד המגן האישי ✦ ציוד המגן האישי (למשל) תקין, נקי (במסירות שימוש). ✦ הציוד משתמש בצמי"א בכל פעם שהמשימה הנבחרת מתבצעת. השימוש בצמי"א נדרש בהוראות העבודה (מתבצעות פעולות ניהוליות מודיעין השימוש בצמי"א). 	0.1	שימוש בציוד מגן אישי	
	0.1 / שנה	כשל סיסמת בקרה (BPCS)	
	0.1 / שנה	כשל משאבה/מזרז/מניפה	
	0.1	כשל חינור (אינסטרטק)	
<ul style="list-style-type: none"> ✦ חומר הוואקום רגיל פרק הסף תוכנו סתמי/הספן (או סתמי/הספן מוגד). ✦ קיימת מניעת ניהולית שסוהרת מודיא שא לא ייתכן מצב בו התהליך יעובד ללא הגנה של פרק הסף תקין. ✦ אין סכנת קפיאה של חומר התהליך במהלך הפריקה. ✦ נודל צנרת הבניסה והצינור חושב בהלכה והותקנו תמיכות מכאניות כנדרש. ✦ החומר בו נעשה שימוש בתהליך אינו יוצר סתימות או משקעים ואינו יוצר סכנת זיה. 	0.01	כשל פרק הסף כשל חומר הוואקום כשל התקן משולב שלב (וואקום / פרק הסף) כשל זרימת פיצוץ	
	0.01	כשל תריסי פיצוץ (explosion panels)	
	<ul style="list-style-type: none"> ✦ תריסי הפיצוץ תוכנו בהתאם לתקן 68 NFPA או תקן ש"ע) עבור החומרים בהם נעשה שימוש. ✦ הפיצוץ מוגבל למקום בטוח. 	0.1	כשל מנגנון זרימת יתר (excess flow valve)
		<ul style="list-style-type: none"> ✦ מודיעין - backpressure לאורך מנסן זרימת היתר. ✦ התכנון צריך להשתמש (ב מתודות) של Freeman and Shaw (1988) בכדי מודיא שמונע זרימת היתר (אין ייסגר בתרחיש הספן). ✦ חומרי התהליך אינם יוצרים סתימות או משקעים 	0.1

דף ניתוח LOPA



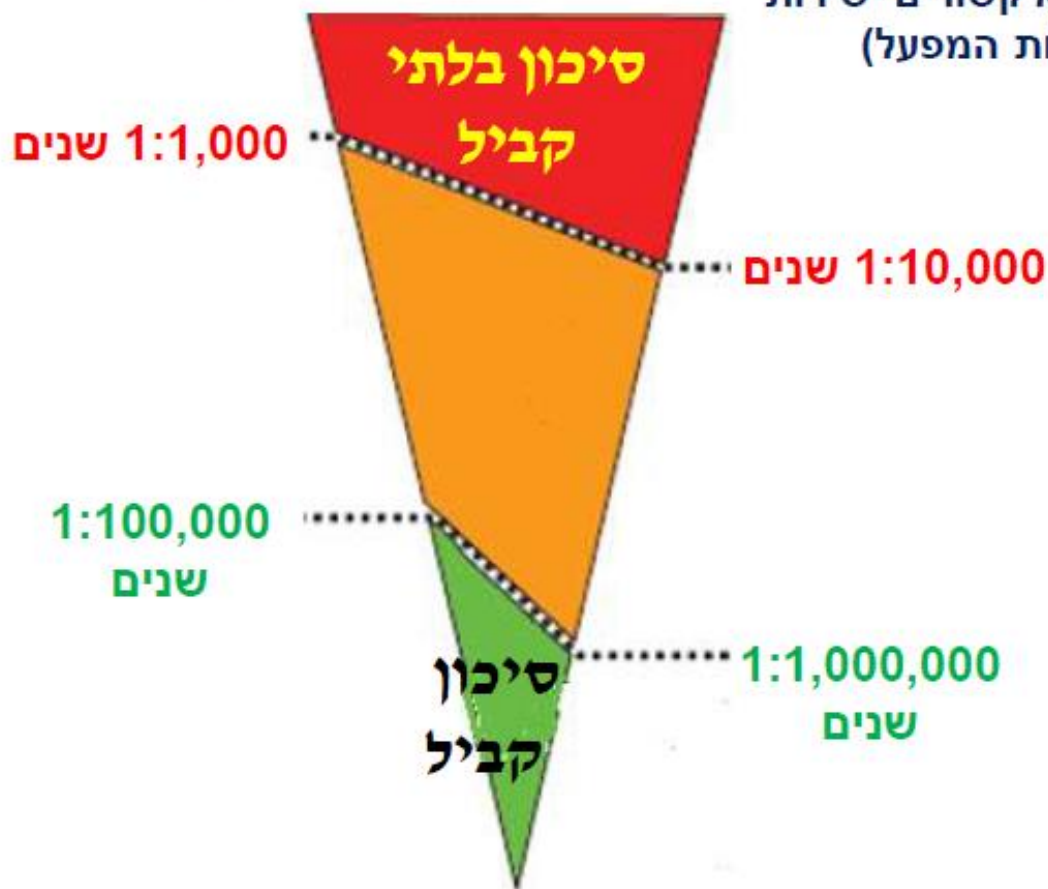
תהליך:		תאריך:	
הסיבה לביצוע ה-LOPA:			
מקור התרחיש:			
מקטע:		סטייה:	
צוות הניתוח:			
מס' התרחיש:		תיאור התרחיש:	
מס' יח' ציוד:		מסמכים ישימים:	
תדירות (לשנה)	הסתברות	סוג	תיאור
השלכות			
כשל התחלתי Initiating Event			
אירועים מאפשרים Enablers and at risk factors			
הסתברות להדעה במצב Conditional Modifier			
הסתברות להצתת אש ופיצוץ			
ההסתברות להמצאות אדם באזור המושפע			
ההסתברות לפגיעה מחשיפה			
אחר			
תדירות התמטשות ההשלכות ללא שכבות הגנה			
שכבות הגנה בלתי תלויות (IPL)			
שכבות הגנה תלויות (non IPLs)			
הסתברות הכשל (PFD) לכל שכבות ההגנה ה"ב"			
תדירות התמטשות ההשלכות עם שכבות ההגנה ה"ב"			
סף הסיכון הקבול שנקבע:			
הנחתת הסיכון הנדרשת:			
השלכות:			
הערות:			

סיכון קביל אישי (תרחישי מוות)

סיכון לעובדים

סיכון לציבור

(אנשים שלא קשורים ישירות
לפעילות המפעל)





קבוצת בזן
מחויבים למחר

פגיעה בעובד	פגיעה קלה	פגיעה עם העדרות OSHA	פגיעה בלתי הפיכה	מספר פגיעות בלתי הפיכות	מוות	רב נפגעים
פגיעה באזרח	ריחות קלים	ריחות כבדים	חשיפה ל-PAC 2	פגיעה הפיכה	פגיעה בלתי הפיכה	מספר פגיעות בלתי הפיכות
פגיעה בסביבה	שפך קל	שפך משמעותי	לפיד גבוה	לפיד שחור	מכל בוער	פיצוץ במתקן
10^{-1} לשנה	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red
10^{-2} לשנה	Green	Yellow	Red	Red	Red	Red
10^{-3} לשנה	Green	Green	Yellow	Red	Red	Red
10^{-4} לשנה	Green	Green	Green	Yellow	Red	Red
10^{-5} לשנה	Green	Green	Green	Green	Yellow	Red
10^{-6} לשנה	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow
10^{-7} לשנה	Green	Green	Green	Green	Green	Green



הבטחת אפקטיביות שכבות הגנה (Hierarchy of controls)

- **בטיחות אינהרנטית (מוטמעת):** ביטול גורמי הסיכון או הקטנת החומרה הפוטנציאלית של התרחיש. גישות מרכזיות: העצמה, החלפה, דילול, צמצום השלכות, חסינות לטעויות

בטיחות
אינהרנטית

- **שכבת הגנה פסיבית:** שכבת הגנה שאינה דורשת תנועה או השקעה של אנרגיה בכדי לפעול

שכבת הגנה
פסיבית

- **שכבת הגנה אקטיבית:** שכבת הגנה הזקוקה למקורות אנרגיה חיצונית בכדי לפעול

שכבת הגנה
אקטיבית

- **שכבת הגנה פרוצדורלית:** נהלים והנחיות עבודה

שכבת הגנה
פרוצדורלית

דוגמא לתרחיש – תינוק נשכח ברכב



חדשות | חרדים | ברנז'ה | בריאות | אוכל ומתכונים | בית וסטייל | משפחה | וידאו | MEN | מוזיקה | **כיכר השבת** | משפט זווית מעניין | גלריות דיגיטל | כלכלה | רכב | יהדות | הדף היומי | דעות | סוכר TALK | מ...
נכון לדעתך חתום הנאישור האדם המעמיק נכחי

בית | חרדים | חדשות חרדים | האבא: "מזכרתי אחרי שלוש שעות, רצתי לאוטו והוצאתי אותו"

טרנדיה באשדוד

האבא: "מזכרתי אחרי שלוש שעות, רצתי לאוטו והוצאתי אותו"

האב החרדי ששכח את בנו הפעוט ברכב ומזכר רק לאחר שעות כאשר כוחות ההצלה נאלצו לקבוע את מותו, משחזר: "שכחתי אותו באוטו ומזכרתי אחרי שלוש שעות, רצתי לאוטו והוצאתי אותו" (חרדים)

קוריוז | כיכר באייר תשעו | 13:56 | 30.05.16



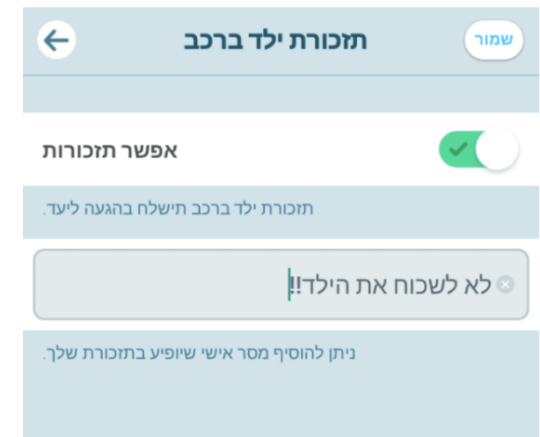
תניות: פרט, אשדוד, הרייז, ילד נשכח ברכב, אבא



היעד החם הבא: סלזסטון
המציא לך

שכבות הגנה פרוצדוראליות:

- * הנחת התיק / טלפון נייד ליד התינוק
- * שימוש בתפס ייעודי
- * הפעלת אפליקציית תזכורת





הכוחות





קבוצת בזן
מחויבים למחר

טיטניק 1912

תוארה ע"י מתכנניה ומומחים אחרים (Shipbuilder Magazine)
כבלתי ניתנת לטביעה ("Practically Unsinkable")

that the latter will make her maiden voyage
July, 1911; and
as far as it is
possible to do so,
these two wonder-
ful vessels are
designed to be
unsinkable.





קבוצת בזן
מחויבים למחר

SS Eastland 1915:



844 הרוגים