

# עקרונות תכן מתקנים קריטיים

הקרית למחקר גרעיני נגב, ארז באר

2019מאי

# עקרונות תכן במתקנים קריטיים:

## הקדמה:

מבין סוגי מתקני התעשייה השונים, הכורים הגרעיניים נחשבים למתקנים הקריטיים ביותר. זאת כיוון ובהפעלתם כרוכים סיכונים בטיחותיים משמעותיים העלולים להסב נזק לא רק למתקן אלא גם לאדם ולסביבה החיצונית .

מערכות החשמל מהוות מרכיב חשוב ביותר ובלתי נפרד עבור מתקנים מהסוג הזה . תפקידן הינו להבטיח את הפונקציות החיוניות לבטיחות של המתקן .

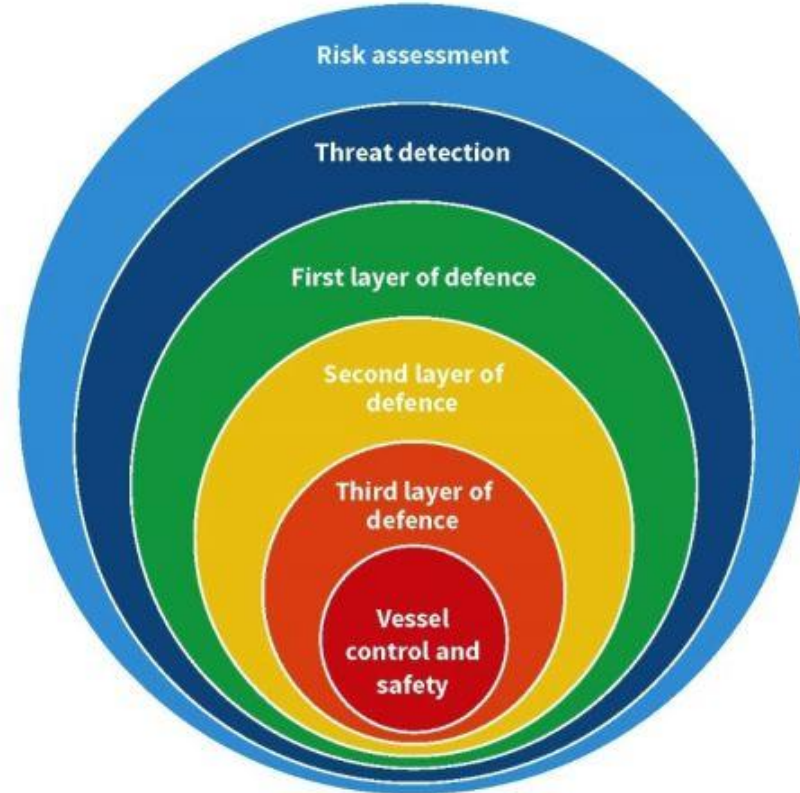
עקרונות תכן מערכות החשמל במתקנים קריטיים נועדו לייצר פלטפורמה מוסדרת המאפשרת לקבל מתקן בטוח ויציב לאורך זמן .

## עיקרי הדברים:

- עקרון ההגנה לעומק (Defense In Depth).
- תאונה בכור הכוח פוקושימה
- עקרונות התכן
- אופן מימוש עקרונות התכן במערכות החשמל

# עקרונות תכן במתקנים קריטיים: עיקרון ההגנה לעומק (Defence In Depth)

מעטפות הגנה המאפשרות למנוע פגיעה בפונקציות החשובות לבטיחות



קביעת פונקציות בכל רמה – מערכות הנועדו לשרת פונקציות יתאמו לרמת הבטיחות.

# עקרונות תכן במתקנים קריטיים:

## עיקרון ההגנה לעומק

### PREVENTION

המערכות מתוכננות כאשר הן בעלות שוליים רחבים המאפשרות להן להיות חסינות בפני תקלות שהוגדרו כאופייניות.



PREVENTION

PROTECTION

MITIGATION

# עקרונות תכן במתקנים קריטיים:

## עיקרון ההגנה לעומק

### PROTECTION

נקיטת פעולות הגנה אקטיביות הכוללות זיהוי ותגובה מהירים בכדי לבצע פעולות אשר נועדו למזער ככל הניתן את "התקלה המורחבת" והנזקים שהיא עלולה ליצור.



PREVENTION

PROTECTION

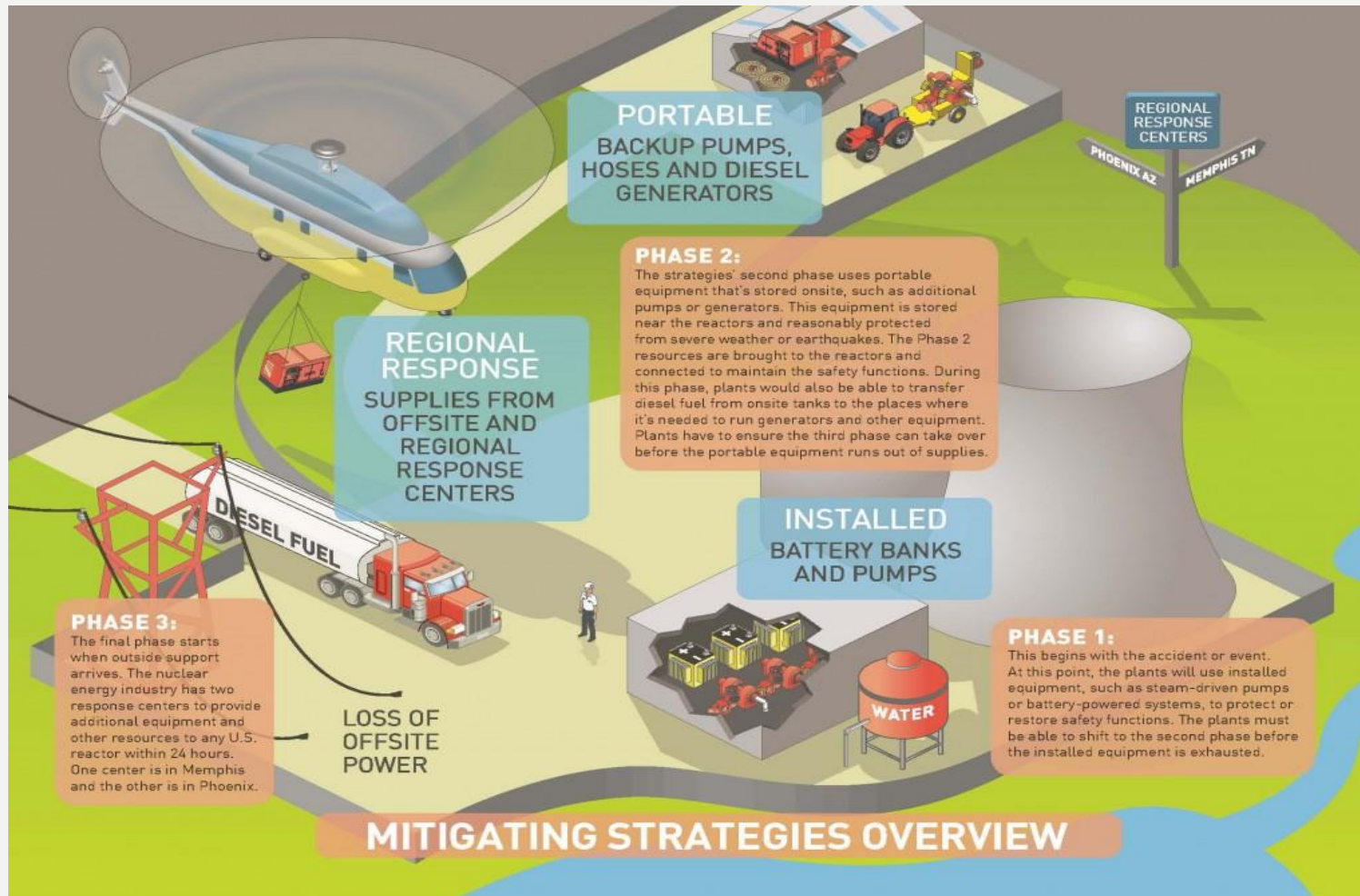
MITIGATION

# עקרונות תכן במתקנים קריטיים:

## עיקרון ההגנה לעומק

### MITIGATION

תכן המאפשר לבצע פעולות  
כך מתוכננות מערכות ששרי



# עקרונות תכן במתקנים קריטיים:

## תקלת הכור הגרעיני בפוקושימה:

ב 11 - במרץ 2011 התרחשה תקלה בשלושה כורים גרעיניים המותקנים בתחנת הכוח



פוקושימה המוצבת לחופה של יפן .

## רצף אירועים:

- רעידת אדמה
- הפסקת חשמל אזורית
- צונאמי
- הצפת חדרי דיזל הגנראטורים
- התכת ליבה

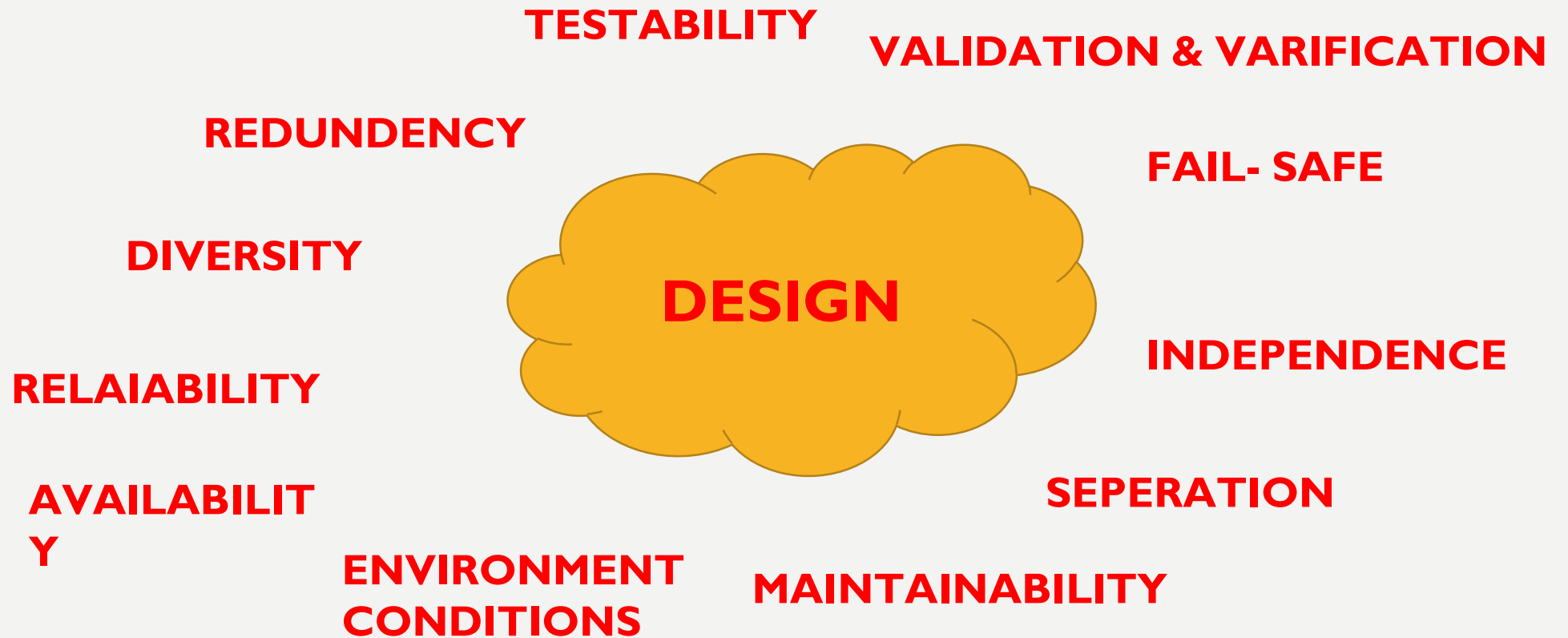
תקלת אבדן קרר (LOFA) כתוצאה מאי אספקת חשמל למשאבות המים.

התמודדות עם תקלות שהן מעבר לבסיס התכן .



עקרונות תכן במתקנים קריטיים:

עקרונות תכן מובילים:



עקרונות תכן במתקנים קריטיים:

תקלה כתוצאה מ"גורם הכשל המשותף": (CCF)

• "אירוע מעורר" פנימי:

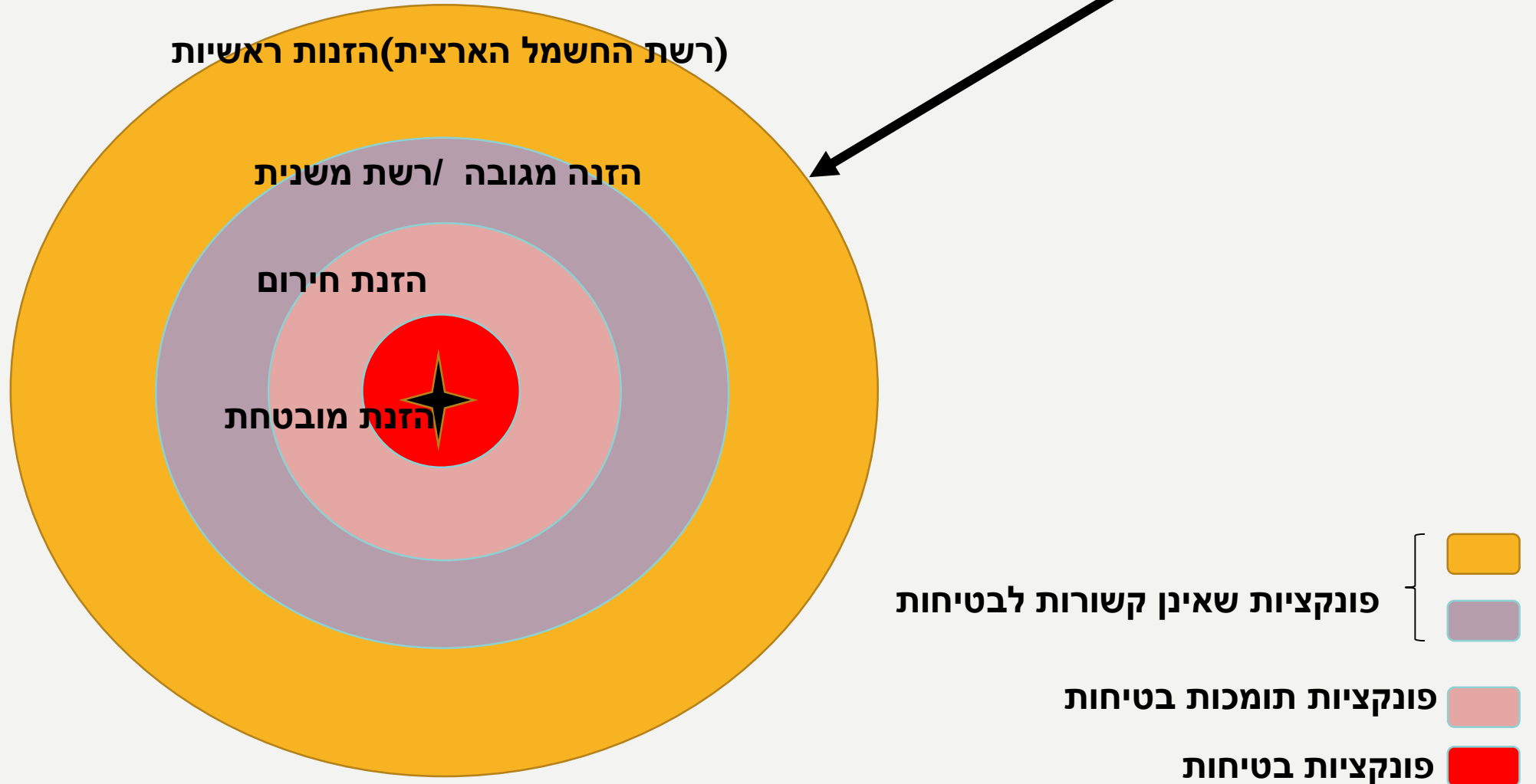
- סייבר
- שריפה
- הפרעות אלמ"ג
- תנאי סביבה (בעיקר במצבי קיצון).

• "אירוע מעורר" חיצוני:

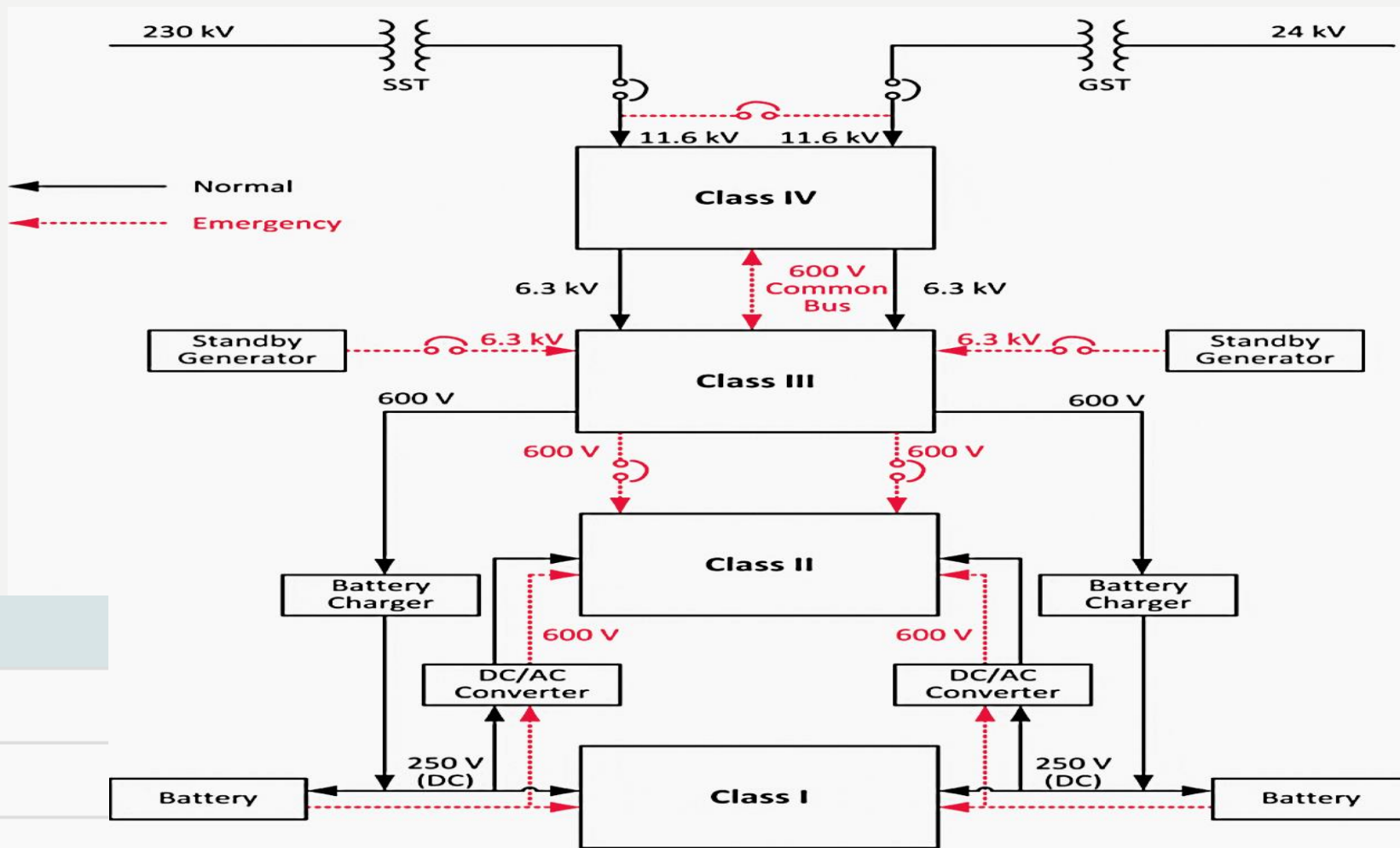
- רעידות אדמה
- סופות
- מלחמה/טילים
- התרסקות מטוס

# עקרונות תכן במתקנים קריטיים:

## אופן מימוש עקרונות התכן עבור מערכות החשמל:



# עקרונות תכן במתקנים קריטיים: אופן מימוש עקרונות התכן עבור מערכות החשמל:



Class of power	System load characteristics
Class I	Power can never be interrupted under postulated conditions
Class II	Power can be interrupted up to 4 milliseconds
Class III	Power can be interrupted up to 5 minutes
Class IV	Power can be interrupted indefinitely

## עקרונות תכן במתקנים קריטיים:

### אופן מימוש עקרונות התכן עבור מערכות החשמל:

- מערכת חשמלית הבנויה מזוג קווי הזנה בלתי תלויים .
- גמישות תפעולית – יכולת לגיבוי הדדי בין קווי הזנה .
- יתירות מלאה בקווי הזנה ומערכות הקשורות לבטיחות.
- הפרדת תשתיות (הזנות, דלקים ועוד) (ברמות בטיחות שונות .
- שימוש בשלושה ערוצים לניטור והגנה) (עיקרון 2003).
- בחירת מערכות אספקה וציוד ברמת אמינות גבוהה) (ניסיון בעולם).
- ערוץ בקרה אחד לפחות מסוג אנלוגי (HARDWARE)

## עקרונות תכן במתקנים קריטיים:

### אופן מימוש עקרונות התכן עבור מערכות החשמל:

- יישום נהלי אחזקה חזויה כחלק מפעילות מניעה .
- התאמה של ציוד לתנאי הסביבה הצפויים בכל מצבי העבודה !
- הכנת תוכנית לאימות ותיקוף של המערכות כחלק אינטגרלי של הפיתוח .
- הנעה והרצה של מנועים גדולים באופן מדורג תוך שמירה על מאפייני הרשת ברמה המקובלת .
- עמידות ברעידות אדמה (בדרגות SL שונות בתלות בקשר לבטיחות).

# עקרונות תכן במתקנים קריטיים:

## סיכום:

- מערכת החשמל במתקנים קריטיים מתוכננת עבור כלל מצבי העבודה (הנורמאליים ואלו הצפויים בתקלות).
- שמירה על "עיקרון ההגנה לעומק" מאפשר למנוע את השפעת התקלות האופייניות על המתקן, לזהות חריגות ולהפעיל מערכות הגנה מתאימות לכל תרחיש ולאפשר לצוותים להתמודד עם האירועים שלאחר התקלה.
- עקרונות התכן וההמלצות המתוארות בסטנדרטיים והמדריכים הבינלאומיים מבוססות על ניסיון הנדסי מצטבר ולימוד מלקחי העבר.

**תודה על ההקשבה**