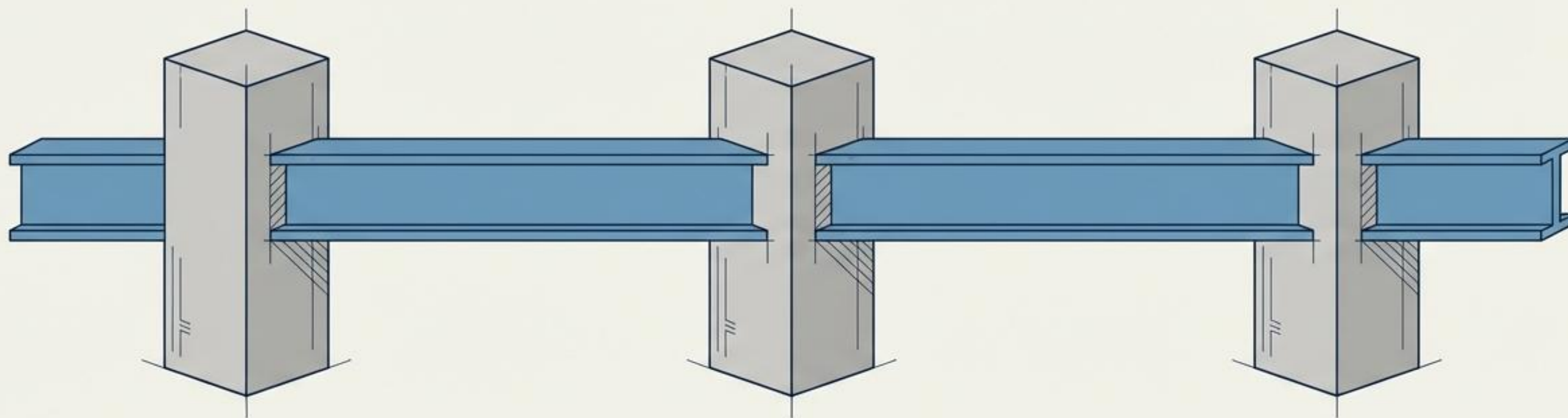


# מרכז הכובד המערכתית

בעלי עניין וממשקי עבודה של מהנדס המערכת

קניין של חיים נוטי - הנדסת  
מערכת וניהול פרויקטים

# סביבת הפעולה: המבנה המטריצי



## ניהול ללא סמכות

מהנדס המערכת אינו מנהל ואינו אחראי ישיר לאנשי הפרויקט (השייכים לקבוצות המקצועיות), אך נדרש להוביל אותם אינטגרטיבית.

## אחידות תהליכית

נדרשת יצירת שפה משותפת וגישור על פני תהליכי עבודה שונים בין הדיסציפלינות (לדוגמה: ניהול דרישות אחיד).

## תנודתיות משאבים

זמינות כוח האדם אינה קבועה. ניהול רציף ומעקב נדרשים כדי למנוע נזק להתקדמות הפרויקט.



# אשכול ניהול ועסקים: סנכרון בין טכנולוגיה לרווחיות



## מנהל החוזה

- 🎯 רווחיות העסקה, עמידה בדגם העלות ואבני הדרך.
- 🤝 מעקב דיווחי עלות (Pert/Cost), ניהול סיכונים ותוכניות עבודה.
- 🧠 ניהול טכני מוקפד לעמידה בתקציב.

## מנהל הפרויקט

- 🎯 הצלחת הפרויקט, רווחיות, עסקאות המשך (SAS).
- 🤝 הגדרת נקודת עבודה אופטימלית (טכנית-כלכלית), דיוני סטטוס, שדרוגים.
- 🧠 חשיבה טכנית ועסקית משולבת בהתנהלות מול הלקוח.

## הנהלה

- 🎯 רווחיות אסטרטגית, שביעות רצון הלקוח.
- 🤝 שערי בקרה, עמידה בל"ז הפרויקט.
- 🧠 ניהול סיכונים שקוף, מעקב דרישות רציף.

## ראש הקו

- 🎯 מינימום שימוש במשאבים משותפים, פיתוח אבני בניין לקו, תזרים מזומנים.
- 🤝 ניהול משאבים קריטיים ופורום קווי.
- 🧠 תכנון משאבים ותשומת לב לאבני בניין לשימוש רחבי.

## הלקוח

**המטרה:** מענה לציפיות במחיר מוסכם.  
**הממשק:** סקרי תיכון, תהליכי אינטגרציה ואישורי תכן.  
**האתגר:** שמירה על אמינות ומקצועיות ללא פשרות.



**המטרה:** שביעות רצון ליצירת עסקאות המשך (SAS).  
**הממשק:** הבנת הלקוח והגדרת אופציות גידול עתידיות למערכת.

**המטרה:** רווחיות, עמידה בלו"ז ומודל עלות.  
**הממשק:** הגדרת נקודת עבודה אופטימלית טכנית-כלכלית, ניהול סיכונים.



# אשכול מחזור חיים וייצור: תכנון לטווח ארוך

פיתוח

ייצור

תחזוקה ומבצעות

## מהנדס בדיקות

הבטחת יכולת בדיקה משלב הפיתוח (כדאיות כלכלית מירבית).

הגדרת מסמך TRD, קונספט בדיקות עצמיות (BIT).

שילוב אורגני מוקדם, כולל חיבור למהנדסי בטיחות ואמינות.



## מהנדס מערכת בייצור

הבטחת יצוריות המוצר באיכות ויעילות.

הקפאת תיקי ייצור, תמיכה טכנית בגש"ים ו-MRB.

הזרקת דרישות יצוריות למיכלולים כבר בשלב הארכיטקטורה.



## מהנדס ILS (תמיכה לוגיסטית)

תחזוקתיות יעילה (ראיית LCC), תמיכה והדרכת לקוח.

קבלת דרישות תחזוקה כחלק מדרישות המערכת ואימותן.

שילוב דרישות תחזוקה בתכנון מיומו הראשון של הפרויקט.



# מעטפת הלקוח והשוק: מעבר לחוזה הקיים

## הפעילות העתידה

### מנהל השיווק

- המטרה: (Sale After Sale), יצירת אופציות גידול והזמנות המשך.
- כללי התנהלות: פגישות עיתיות גם לאחר ההתנעה, בניית ארכיטקטורה המאפשרת צמיחה ומתן משוב שוטף על שביעות רצון הלקוח.

## החוזה הנוכחי

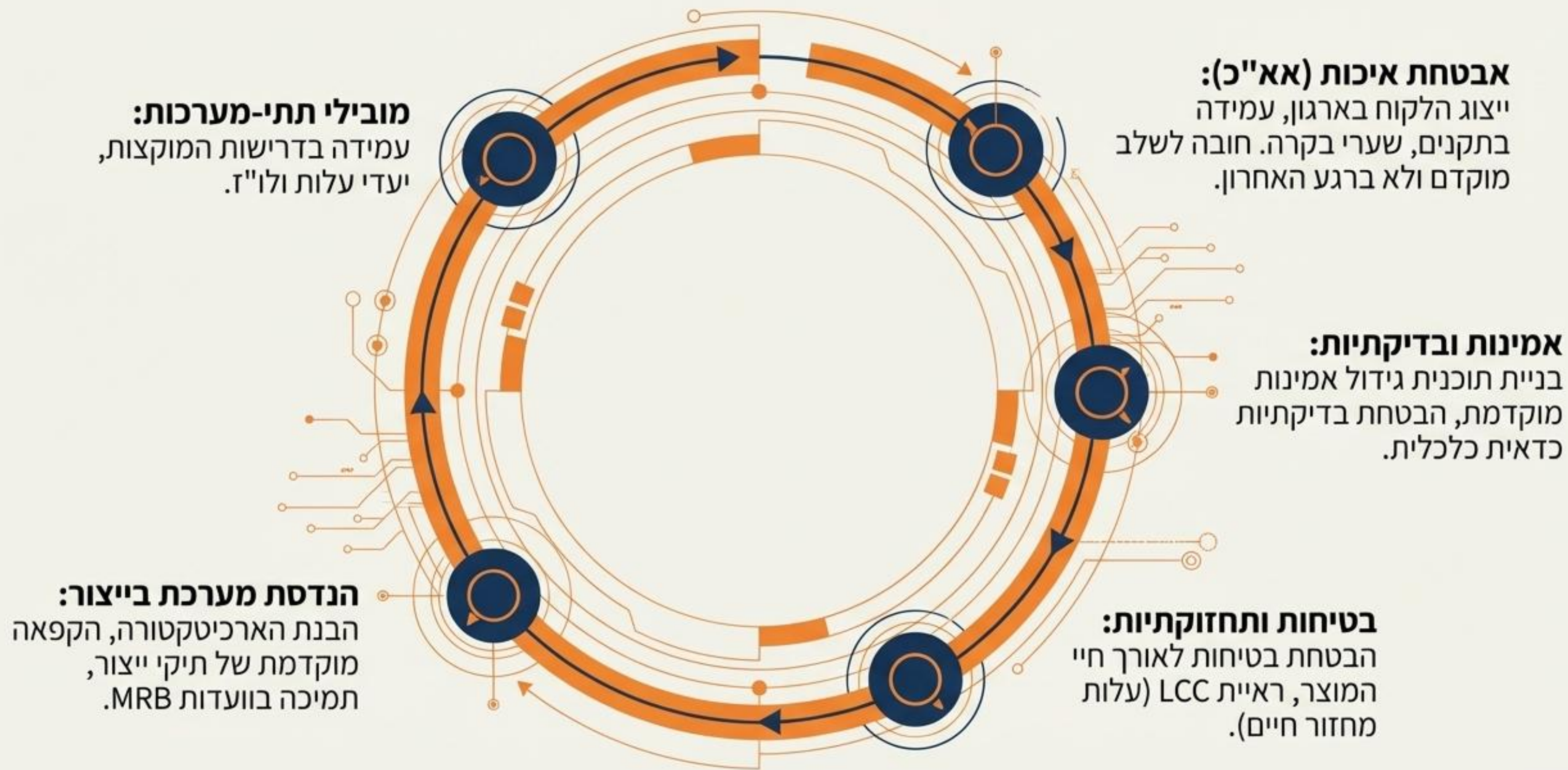
### הלקוח (המזמין הישיר)

- המטרה: קבלת תוצרים במחיר שסוכם ובהתאם לציפיות.
- כללי התנהלות: הקרנת אמינות ומקצועיות בדיונים, סקרי תיכון (SDR/PDR/CDR), ואישורי תכן. מתן מענה מדויק לחוזה תוך שמירה על אינטרס החברה.

### המשתמש הסופי (End User)

- המטרה: מענה לצרכים המבצעיים בשטח.
- כללי התנהלות: הגדרת תרחישי ייחוס ריאליים, שמירת קשר רציף להבנת הצרכים האמיתיים ותיאום ניסויים.

# מעטפת ההנדסה ומחזור החיים - שילוב מוקדם מונע כשלים מאוחרים



## ממשל וביטחון

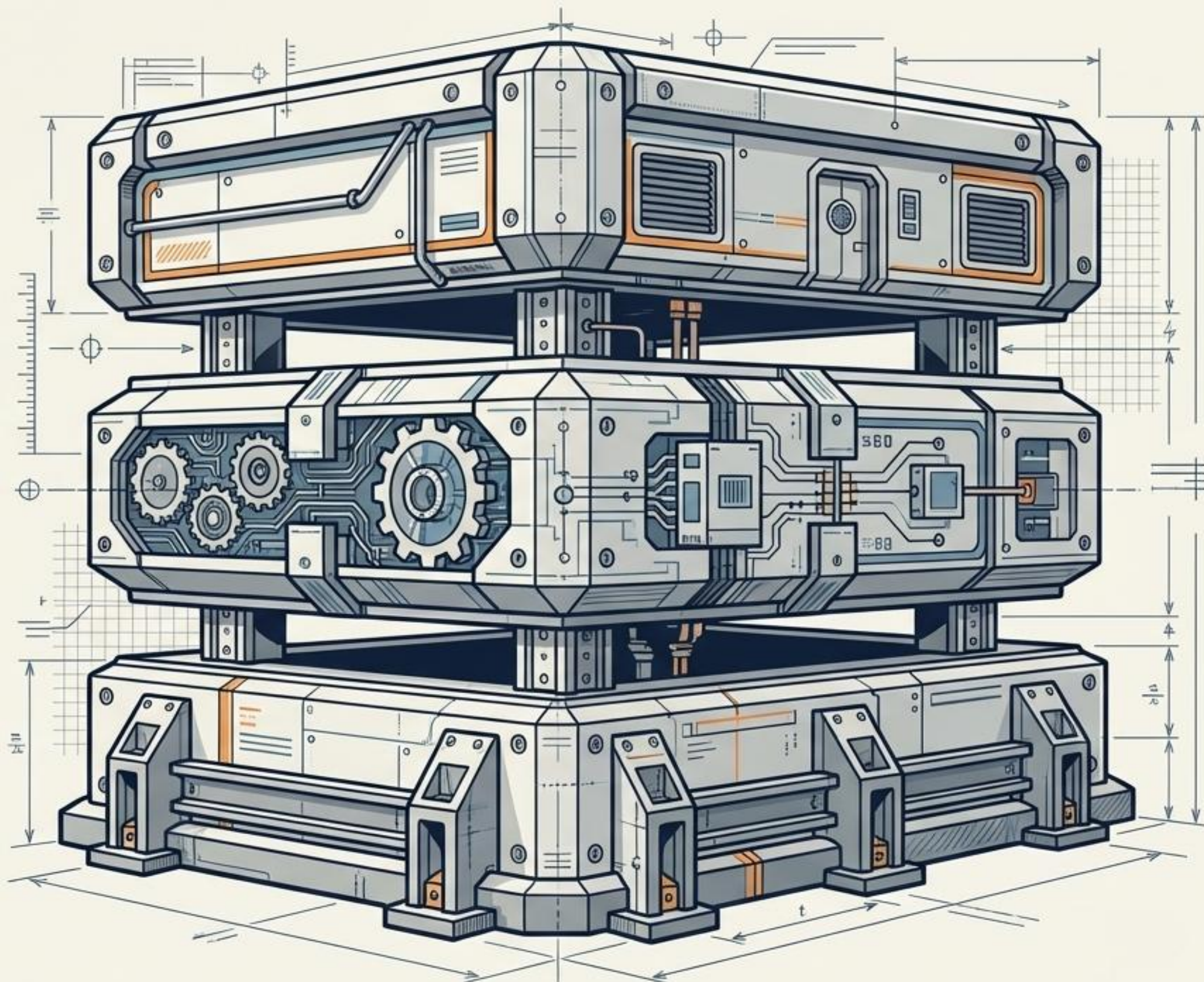
אפ"י, קב"ט וציות: שמירה על נכסים ביטחוניים, סיווגים, היתרי ייצוא והצהרות משתמש סופי. התנהלות לפי נהלי טוהר המידות.

## נכסים ארגוניים

ממונה קניין רוחני (IP): זיהוי פוטנציאל לפטנטים מראש, הסכמי סודיות (NDA). אבני בניין משותפות: שימוש מקסימלי ביכולות קיימות במינימום התאמות, מבלי לפגוע במחויבויות הפרויקט.

## סביבה פרויקטלית

ראש הקו והנהלה: ניהול משאבים קריטיים, וידוא עבודה בתהליכי הנדסת מערכת תקינים. רכש: מעקב צמוד לוודא ש"הזול לא עולה ביוקר" ברמת המערכת.



# שומרי הסף: ציות, נכסים ורכש

## רכש

קשר שוטף למניעת עיכובי שרשרת אספקה וכשלי איכות.

**אזהרת ניווט קריטית:**  
להיזהר שהמוצר ה'זול'  
לא יהיה 'יקר'!

## אבני בניין ופרויקטים מקבילים

שותפות בסקרי תיכון. הגדרת דרישות לשימוש מרבי תוך מזעור פגיעה במחויבויות הפרויקט הקיים.

## ממונה קניין רוחני

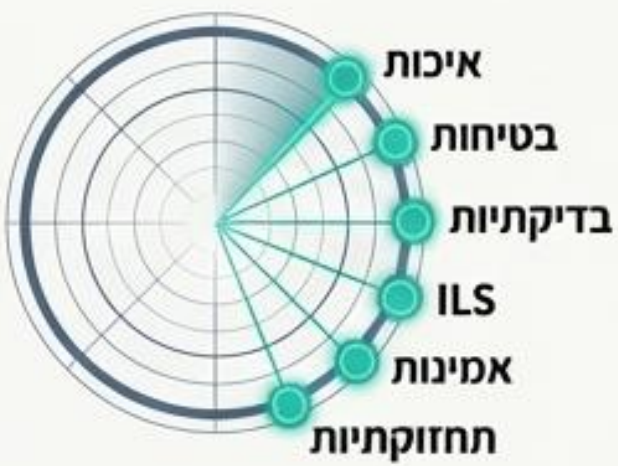
הגנה על נכסי ידע וזיהוי פטנטים. זהירות בפרסום מאמרים ושימוש בהסכמי סודיות (NDA) החל מדיון ההתנעה.

## ציות וטוהר מידות

התנהלות מול קבלני משנה ואישורי מתנות/אירוח (מול סמנכ"ל ציות).

## אפ"י וביטחון

הגנת אמל"ח ותנאי היתרים. טיפול בהצהרות משתמש סופי מול ממונים (אפ"י: גרינשטיין | קב"ט: דוד זבידה).



# ציר האיכות ותכונות המערכת ('Ilities') (The 'Ilities')



## אבטחת איכות (QA) ואמינות

עמידה בתקנים (ISO, CMMI), ועדות MRB, ותוכניות גידול אמינות מבוססות תרחישי ייחוס.

## בטיחות

הבטחת בטיחות המוצר לכל אורך מחזור חיון, וכן בטיחות בעבודה בתהליכי הפיתוח, האינטגרציה והניסויים.

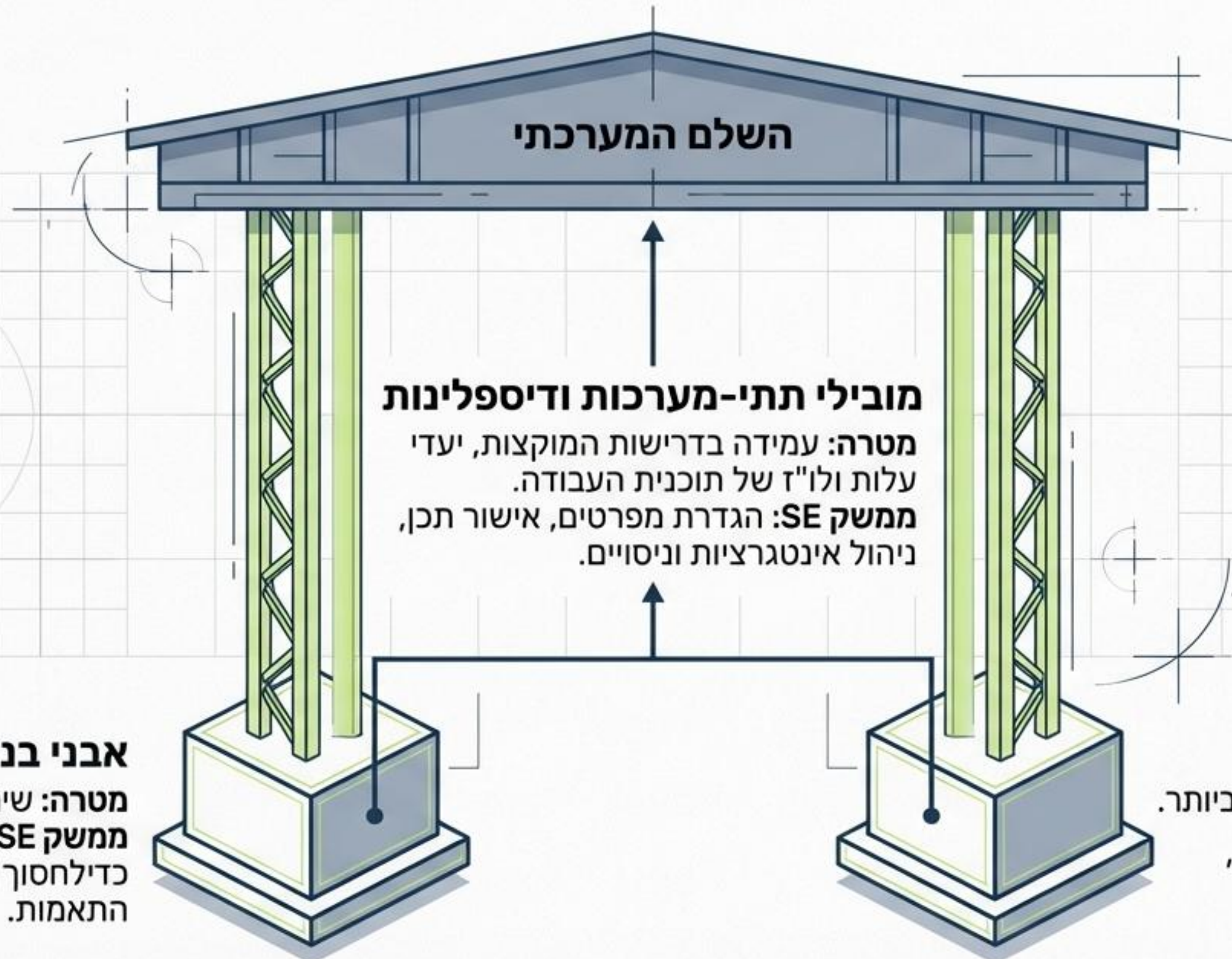
## ILS, בדיקות וייצור

תחזוקתיות בראיית עלות מחזור חיים (LCC), הנדסת בדיקות, והקפאת תיקי ייצור ביעילות כלכלית.

**חוק ברזל: שילוב כלל מהנדסי ה-'Ilities' בשלב מוקדם מאוד בהנדסת המערכת של הפרויקט, ולא ברגע האחרון.**



# ציר הביצוע: דיסיפלינות, אבני בניין ורכש



השלם המערכתי

## מובילי תתי-מערכות ודיספלינות

מטרה: עמידה בדרישות המוקצות, יעדי עלות ולו"ז של תוכנית העבודה.  
ממשק SE: הגדרת מפרטים, אישור תכן, ניהול אינטגרציות וניסויים.

## אבני בניין

מטרה: שימוש חוזר באבני בניין קיימות.  
ממשק SE: שותפות בסיקריי תיכון כדי כדילחסוך מאמץ אינטגרציה ולמזער התאמות.

## רכש (Procurement)

מטרה: ביצוע רכש במחיר הזול ביותר.  
ממשק SE: מעקב צמוד לוודא שהמוצר ה'זול' לא יהפוך ל'יקר' בראייה מערכתית.

# זום-אין: חלוקת מגרשים ביומיום הטקטי



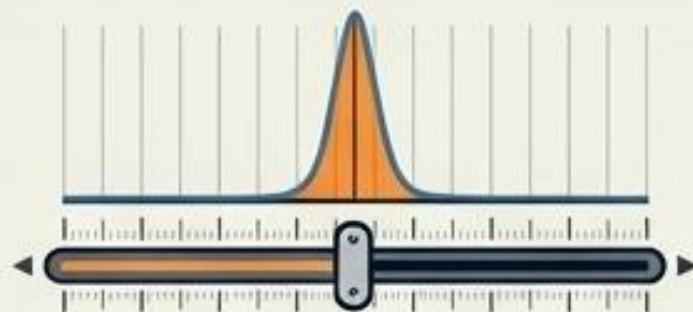
לאחר מיפוי מעטפת בעלי העניין הרחבה, המבחן האמיתי של מהנדס המערכת מתרחש בממשק הישיר מול מובילי המכלולים והדיסיפלינות (חומרה, תוכנה, מכניקה).

גבולות גזרה לא ברורים יוצרים עבודה כפולה, ניגודי עניינים ושטחים מתים. השקפים הבאים משרטטים את החלוקה המדויקת של האחריות - מהרמה המערכתית (מאקרו) ועד רמת המכלול (מיקרו).

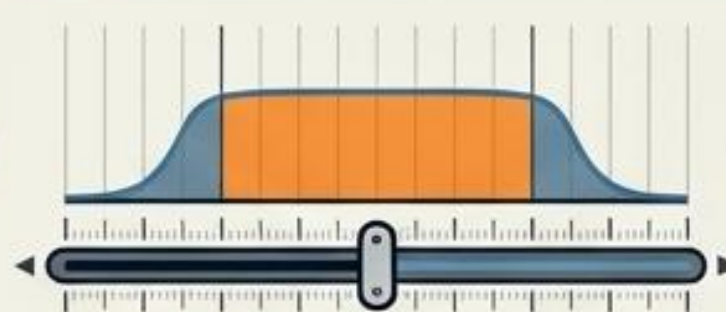
# מהנדס פיתוח

# מהנדס מערכת

גבוהה מאוד  
ומעמיקה

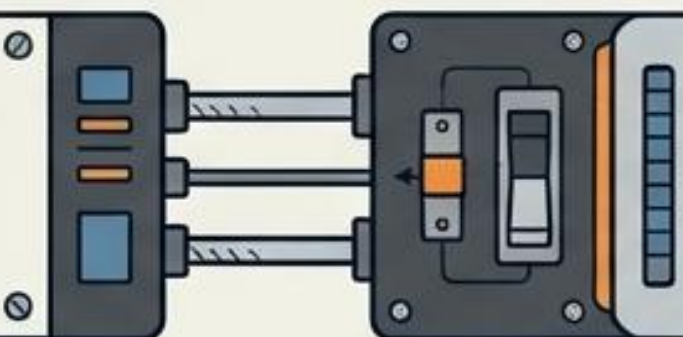


בינונית אך  
רחבה ומקיפה

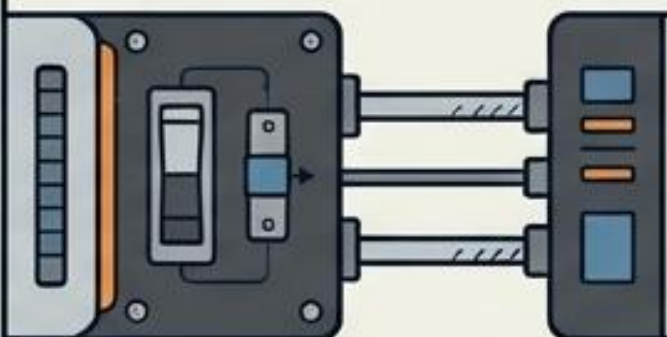


מומחית  
טכנית

מיקוד בניהול צוות  
קווי ישיר



ניהול צוות רחבי  
והובלה ללא סמכות



ניהולית  
מומחית

מצומצמת  
לתת-המערכת או  
לדיסציפלינה



גבוהה, אינטגרטיבית,  
ראייה רחבת על המערכת כולה



השפעה  
הנדסית

מצומצמת, לרוב  
עקיפה

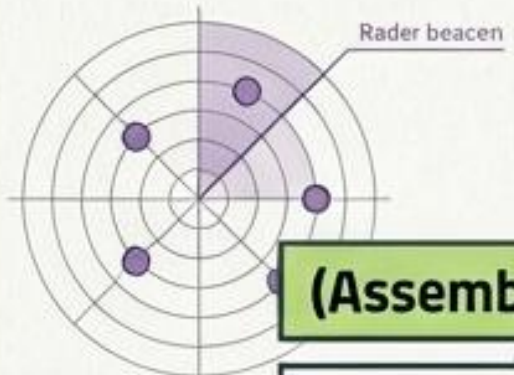


ניכרת וישירה מול  
המזמין והמשתמש הסופי



ליקוח  
חשיפה

# חלוקת מגרשים: אחריות, דרישות ונקודת עבודה



## מיכלול / דיסיפלינה (Assembly)

אחריות כוללת למיכלול ברמה הטכנית והניהולית.

הגדרת דרישות המיכלול כנגזרת ישירה ומלאה מדרישות המערכת.

הגדרת נקודת העבודה של המיכלול הנגזרת מהראייה המערכתית.

## מערכת (System)

אחריות מערכתית ניהולית כוללת (בחפיפה ותיאום עם מנהל הפרויקט).

הגדרת דרישות מערכת ואימות עקיבות (Traceability) לדרישות הלקוח. בקרה שדרישות המיכלול מלאות.

הגדרת נקודת העבודה המערכתית הכוללת (שקלול טכני וכלכלי).

אחריות כוללת

נגזרת מ...

דרישות ועקיבות (Requirements)

נגזרת מ...

נקודת עבודה

נגזרת מ...

קו התפר

## סקרי תיכון

מוביל סקרי תיכון מערכתיים פנימיים ומול הלקוח. מבקר ומשתתף בסקרי המכלולים.

מוביל סקרי תיכון מכלול/דיסציפלינה. משתתף תומך בסקרים המערכתיים.

## תכנון ועבודה

הכנת SEMP (תוכנית הנדסת מערכת). הגדרת תוכנית עבודה מערכתית בתיאום עם מנהל הפרויקט.

תמיכה ב-SEMP. יצירת תוכנית עבודה למכלול המסונכרנת לחלוטין עם הלו"ז המערכתית.

## אחריות ודרישות

אחריות מערכתית כוללת. הגדרת דרישות מערכת ועקיבות לדרישות הלקוח. קביעת נקודת העבודה המערכתית.

אחריות למיכלול. הגדרת דרישות המיכלול מתוך עקיבות לדרישות המערכת. הגדרת נקודת העבודה של המיכלול.

## מגרש המערכת (מהנדס מערכת)

## מגרש המכלול (מוביל דיסציפלינה)

## ממשקים ותקשורת

קשר טכני מול הלקוח, שותפים ברמת המערכת, וניהול משותף של קבלני משנה מערכתיים.

ניהול ותכתובת טכנית מול קבלני המשנה המפתחים עבור המכלול הספציפי.

## ייצור וסיכונים

ניהול סיכונים טכניים מערכתיים. הוצאת סימוכי ייצור לרמת מערכת (בטיחות, צב"די מערכת).

ניהול סיכונים טכניים של המכלול. סימוכי ייצור רלוונטיים למכלול.

## אינטגרציה ואישורים

אחריות על אינטגרציות, ניסויים מערכתיים, ואישור תכן מערכתי כולל. אנליזות ביצועים ברמת מערכת.

אינטגרציות, ניסויים ואישור תכן ברמת המכלול. אספקת נתונים לאנליזות המערכתיות.

## מגרש המערכת (מהנדס מערכת)

## מגרש המכלול (מוביל דיסציפלינה)

# קביעת גבולות הגזרה: אחריות, דרישות וסיכונים

מוביל מכלול / דיסיפלינה

מהנדס מערכת

אחריות למיכלול הספציפי או לדיסיפלינה לדיסיפלינה הטכנית/ניהולית.

אחריות כוללת

אחריות מערכתית טכנית וניהולית (משותפת עם מנהל הפרויקט).

נגזרת דרישות המכלול מדרישות המערכת המערכת ותהליך האישור הפנימי.

ניהול דרישות

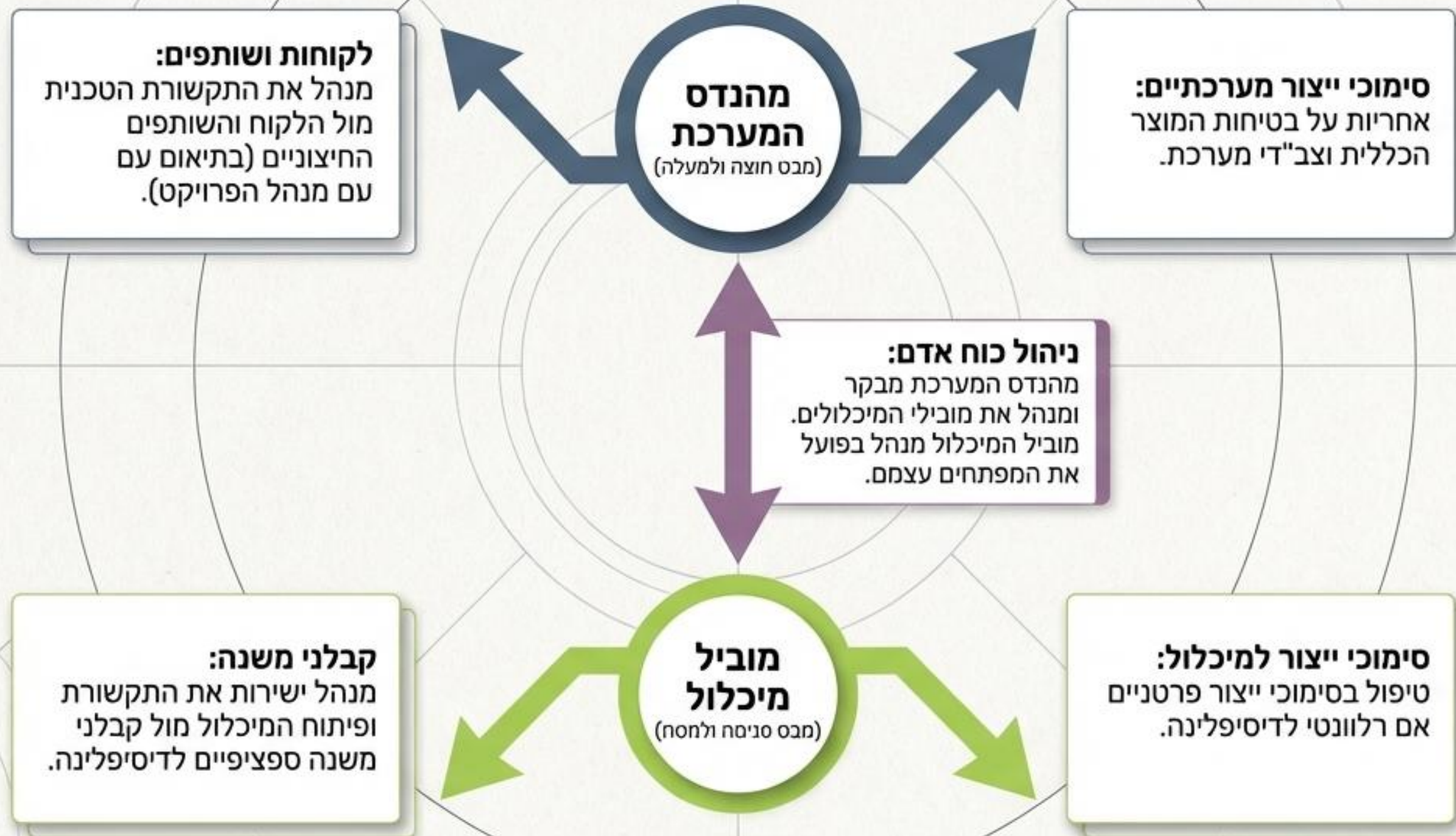
הגדרת דרישות מערכת ועקיבות מלאה לדרישות הלקוח (TRD).

חילוץ נקודת העבודה של המכלול. ניהול סיכונים לוקאליים של הדיסיפלינה.

סיכונים ונקודת עבודה




הגדרת נקודת העבודה המערכתית. ניהול סיכונים טכניים ברמת המערכת הכוללת.

# חלוקת מגרשים: תקשורת - פנים וחוץ



# נקודת האיזון: אומנות הנדסת המערכת



- מנהיגות כמרכז רשת: הכוח האמיתי אינו מסמכות היררכית, אלא מהיכולת לנווט רשת רחבה של בעלי עניין ולהיות צומת מידע. 
- אופטימיזציה כוללת: הבאת הפרויקט לנקודת עבודה אופטימלית - פשרה חכמה בין המצוינות הטכנולוגית לבין המגבלות העסקיות. 
- תיאום מוקדם חוסך כשלים: הפעלה פרואקטיבית של מעטפת התמיכה (איכות, ILS, ייצור) מונעת עיכובים יקרים בשלב האינטגרציה. 

מהנדס מערכת מעולה מבין שכל בעל עניין מחזיק בחתיכה מהפאזל; התפקיד שלו הוא להרכיב את התמונה המלאה.