

הנדסת המערכת בטנק התורכי

בוצע בתעש (קבלן ראשי) בשנים 2002-2006

דן רוגל
מהנדס מערכת ראשי

7/17/2018

תורכיה בענין שלנו



בסד"כ התורכי יש כ 600 טנקי ליאופרד גרמניים, מספר דומה של M60A3, כ 1500 M48 שעברו שדרוג ל A1/3 ועוד כ 300 M60A1 שאת חלקם החליטו להעביר שדרוג עמוק ל T1 (אחרי שפסלו את כל האופציות האחרות במכרז/תחרות שעשו בין כל הגדולים (אמריקאים, צרפתים, אנגלים וגרמנים).

7/17/2018

הדרישות התורכיות (מכרז עולמי)

לקבל טנק עם תכונות "סוף הדרך" ב:

- **ניידות** (משקל, מהירות, תאוצה, מכשולים, שיפועים, מרחק נסיעה)
- **כח אש** (סיכויי פגיעה בכדור ראשון בנסיעה (אדנים וסללום) על מטרה נעה, ביום ובלילה, ע"י תותחן או מפקד)
- **שרידות** (עצירה של מגוון האיומים המודרניים + ABH, עמידות מודולים)
- **הוכחת הביצועים** שבחווה בניסויים יסודיים ללא פשרות וללא שכל ישר (כולל ע"י צוות תורכי)
- להראות שהתכן אינו גבולי
- להוכיח פרמטרי הנדסת אנוש
- להוכיח תחזוקתיות
- הכשרה של הצוותים התורכיים (הדרכות והסמכות בכל שטח)
- הקמת קו ייצור וייצור (175) באחריותנו, העברת ידע לייצור בהמשך
- מחיר העסקה כלה (פתוח, ייצור, תחזוקה, ILS, הדרכות....)

איפה נשרו המתחרים

7/17/2018

תורכיה בענין של התורכים

At the time, **SSM Undersecretary Murat Bayar cancelled three major projects**, including a multi-billion contract with Bell-Helicopter Textron for 145 AH-1Z King Cobra attack helicopters, in a bid **to boost the ailing local defence industry.**

Turkey has spent USD3 billion to USD3.5 billion on new equipment, Bayar told *Jane's*, yet local companies have only benefited from 25 per cent of this amount. **"At least 50 per cent of the TAF's [Turkish Armed Forces] needs should be met by local firms by 2010,"** he said.

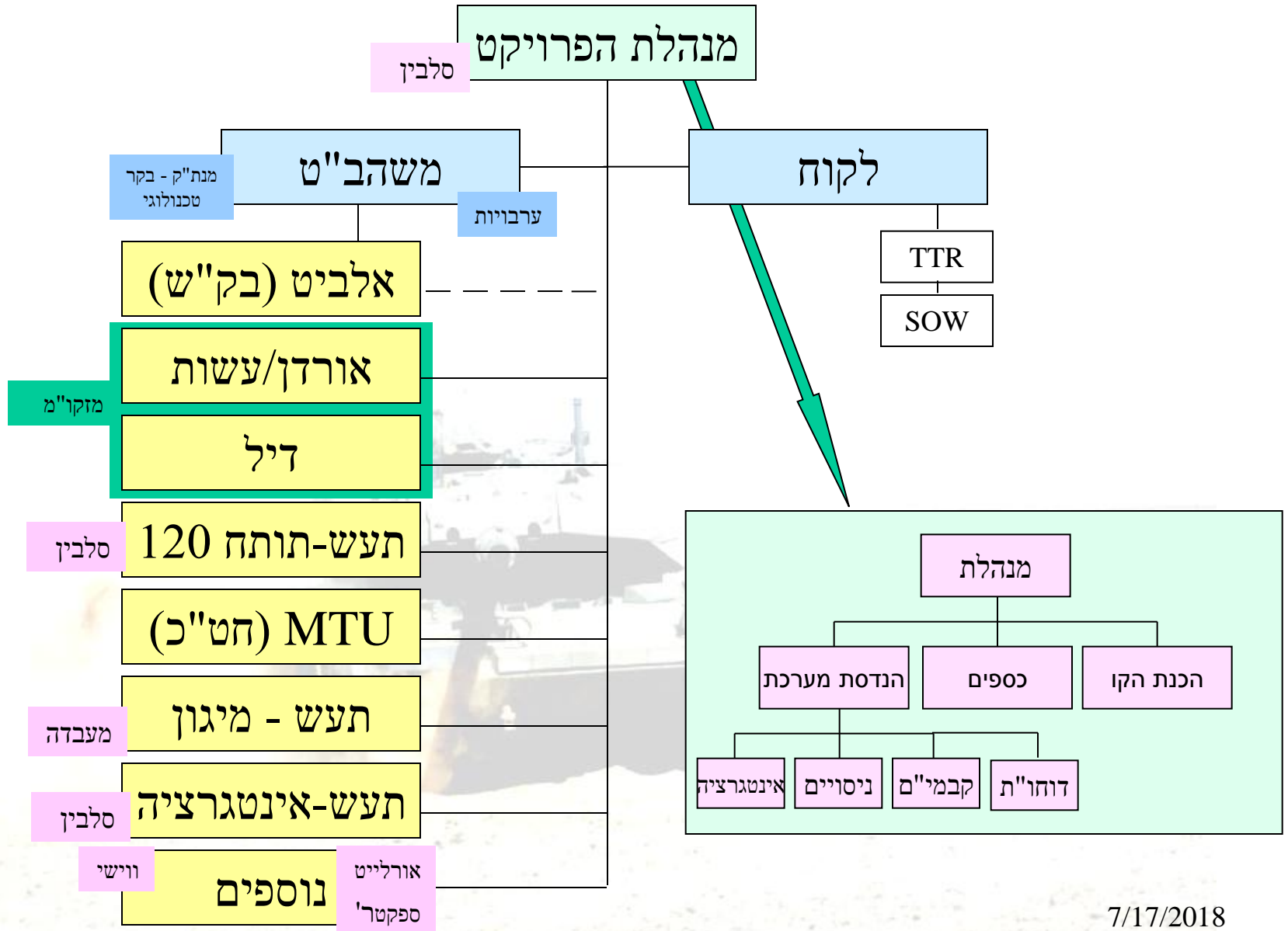
"Turkey is the fourth largest country in imports and the 28th largest in exports," he added. "This is not an acceptable situation; not for a country of Turkey's scale. We have to start from designs and we have to manufacture our products to remedy this. **We have set up subsystems, but we have to move on to the system-integration stage."**

7/17/2018

תעש החליטה בעצה אחת עם אלביט
ועם המשרד ללכת על השבחה עמוקה
(מאד) של המגחים האמריקאים שיש
לתורכים
והקימה מטה תוכנית

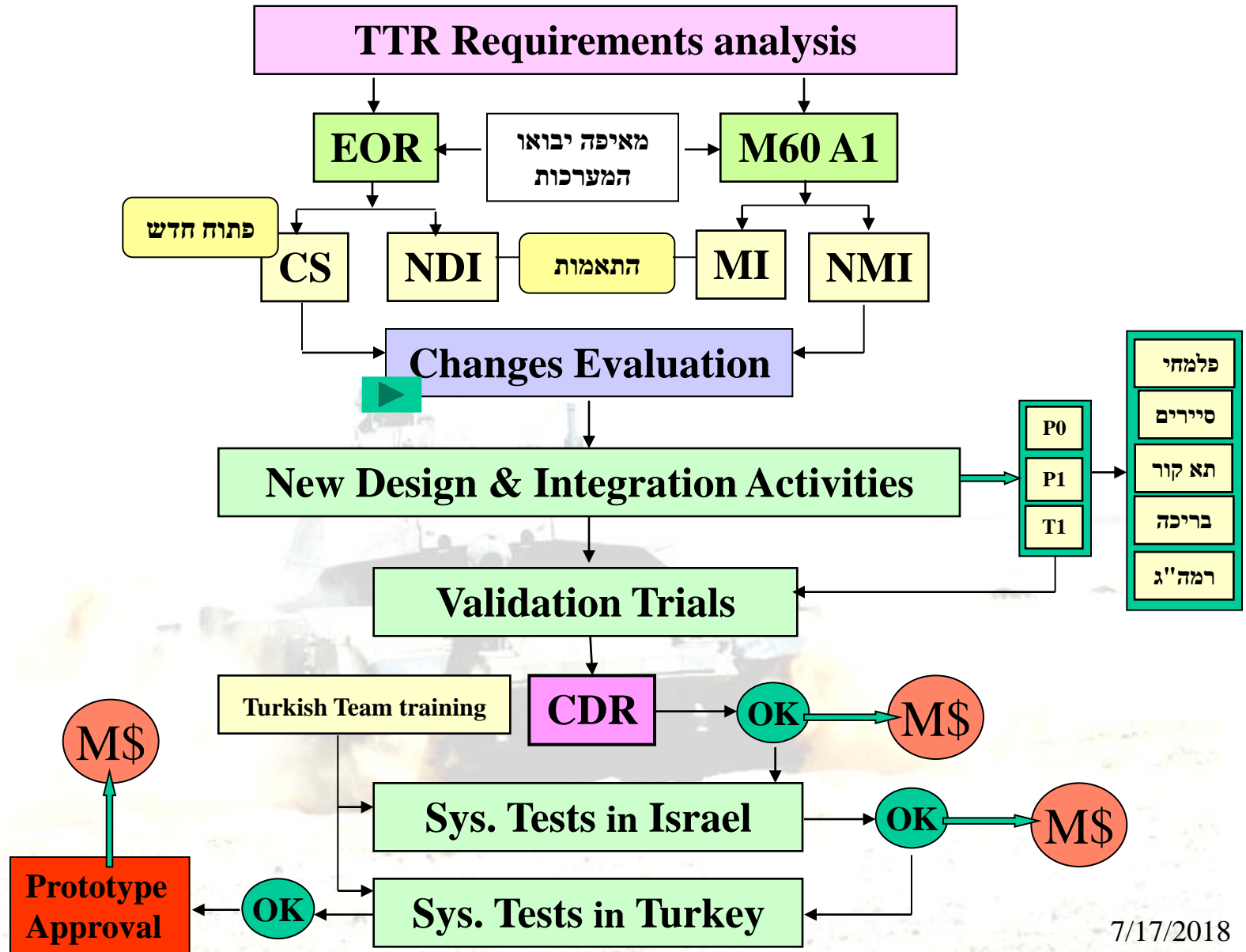
7/17/2018

מבנה הפעילות



7/17/2018

The Development Process



7/17/2018

עד כאן תרשימי זרימה . במקרו נצלול אל תוך הטנק עצמו. אל המיקרו



7/17/2018

שלושת מרכיבי הטנק המסורתיים -

שרידות

ניידות

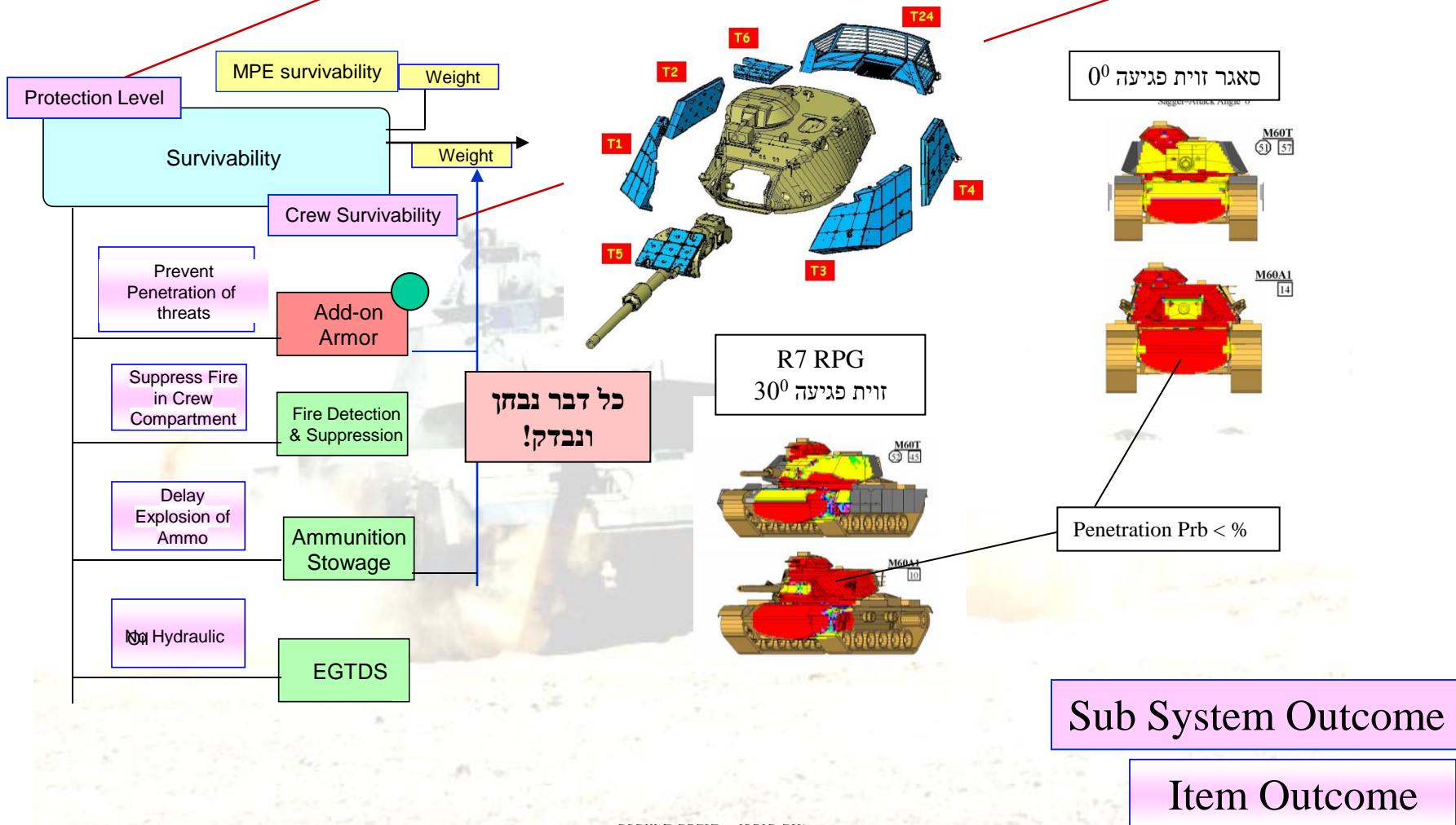
כח אש

כל מרכיב הוא תת מערכת בטנק
נציץ על כל אחת כאילו שרק היא קיימת

7/17/2018

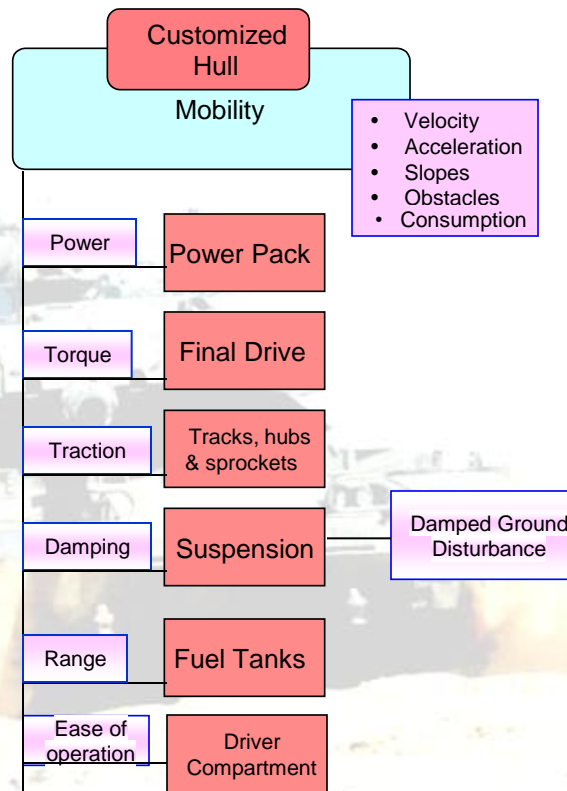
Survivability:

If Hit, avoid being Penetrated if Penetrated, avoid being Killed



Mobility

Run Faster, Climb Steeper, Ride Smoother

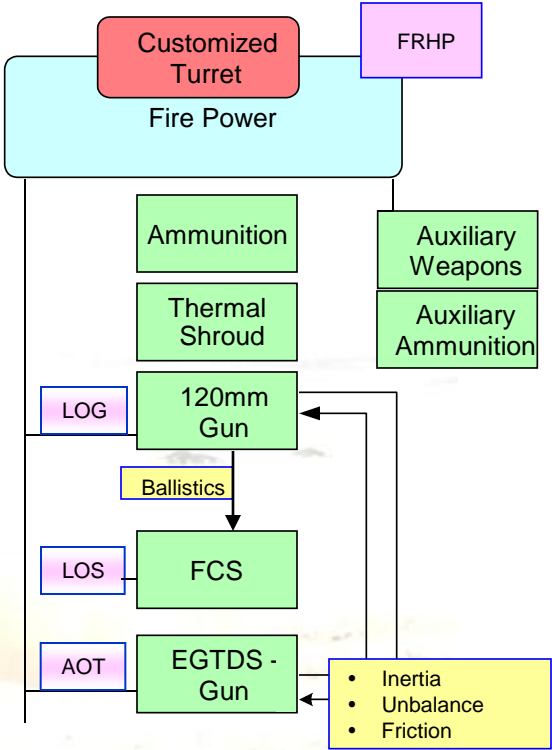


Sub System Outcome

Item Outcome

Fire Power

Shoot Faster, Farer, Hit Better



Sub System Outcome

Item Outcome

7/17/2018

ומזה אל הטנק עצמו

בשרטוט



7/17/2018

ומזה אל הטנק עצמו



ובמציאות

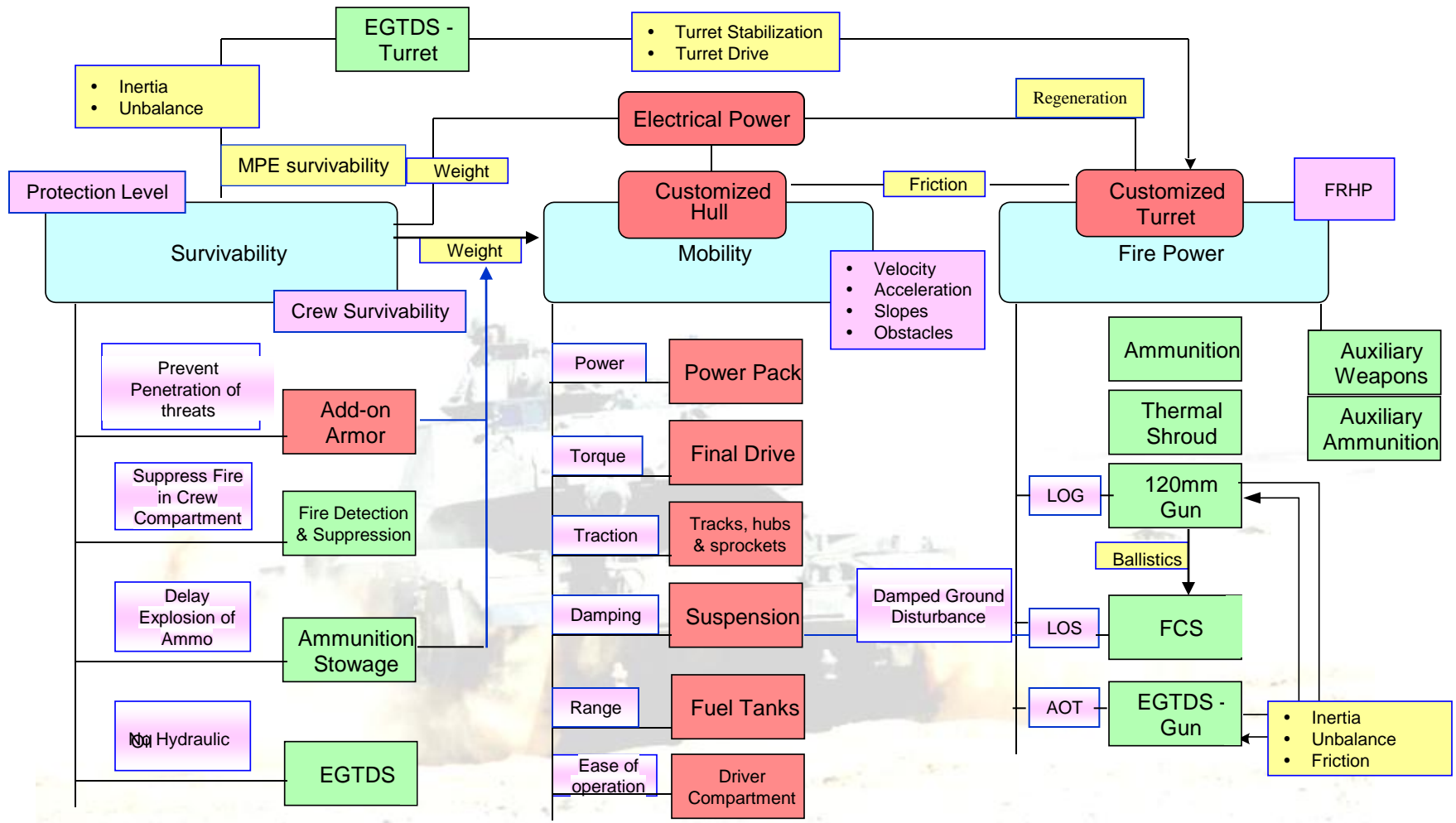
הרי הקצ'קר מזרח תורכיה
חורף 2005 -35°

7/17/2018

ובלוגיקה: הטנק הוא החיבור של כל תתי המערכות למערכת אחת.

זוהי הלב של עבודת המערכת: איך לחלק [משקל (עצמו, אינרציה, אי-איזון)] הספק (אמפר-שעות), נפח, כסף. [ולשמור על כל הדרישות. התורכים לא מוותרים על כלום! שינוי הוא... תהליך זוועה וגם עולה

ביוקר רב



7/17/2018

כמה דוגמאות להשפעות ויחסי גומלין בין תתי מערכות

1. פתוח של מזקו"מ ← לעמוד בסיכויי הפגיעה בכדור ראשון

2. פתוח של AOA ← והשפעתו על דרישות רהיטות
לחתימה ספקטרלית

7/17/2018

מזקו"ם/סכויי פגיעה בכדור ראשון

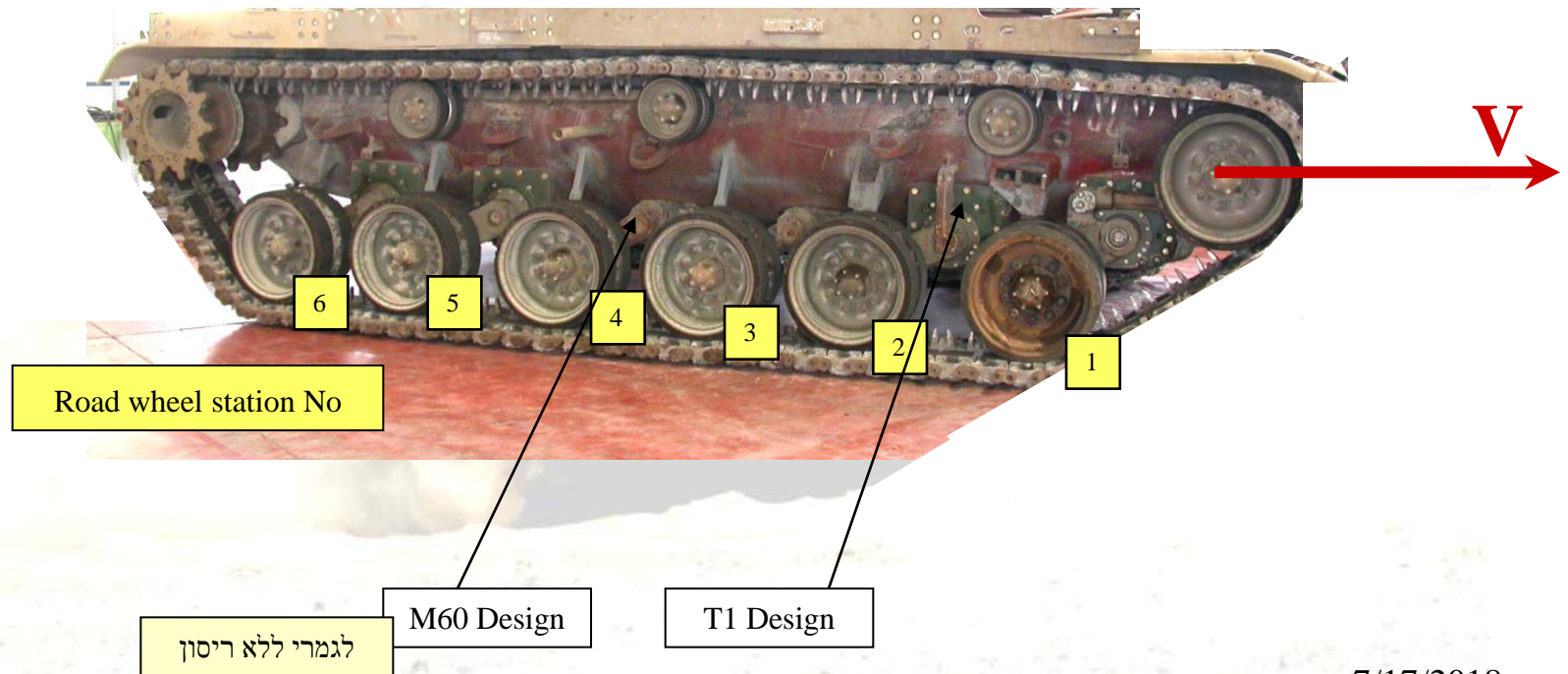


7/17/2018

Customizing a Suspension

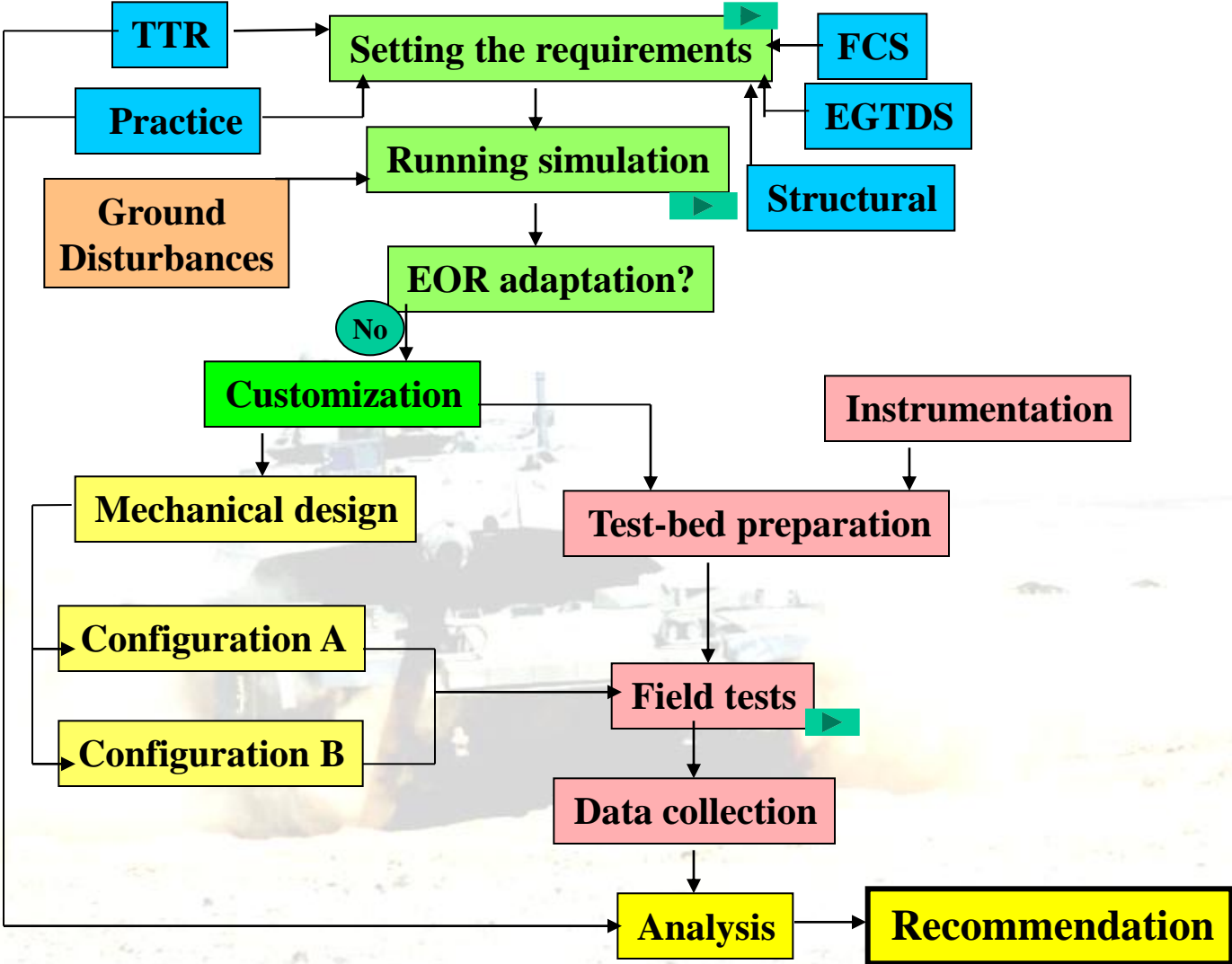
הבעיה:

"המלחמה" של הניידות (הדרישות לביצועים), והעמידה בחוזק וברובוסטיות מול דרישות הריסון הנדרש על מנת להשיג את תכונות הייצוב של הכוונת והתותח (הצריח) לצרכי FRHP. כל זה בנפח ובתצורה (גאומטריה = מיגון התובה) של המזקו"מ הקיים ובאילוצי משקל כבדים.



7/17/2018

Methodology



ספור הסדקים ההתחלה

"ביום בהיר אחד" בעת שפתחו בתובה את הפתחים להכנסת המתאמים (הנראים) עבור המרסנים החדשים שפותחו.... שוד ושבר... התגלו סדקים בריתוך בתפר בין שני חלקי התובה. פניקה טוטלית.. המידע זלג לתורכים. נהול המשבר. איום חמור להמשך הפרויקט.

שליש אחורי של התובה

תפר ריתוך לחבור שני חלקי התובה

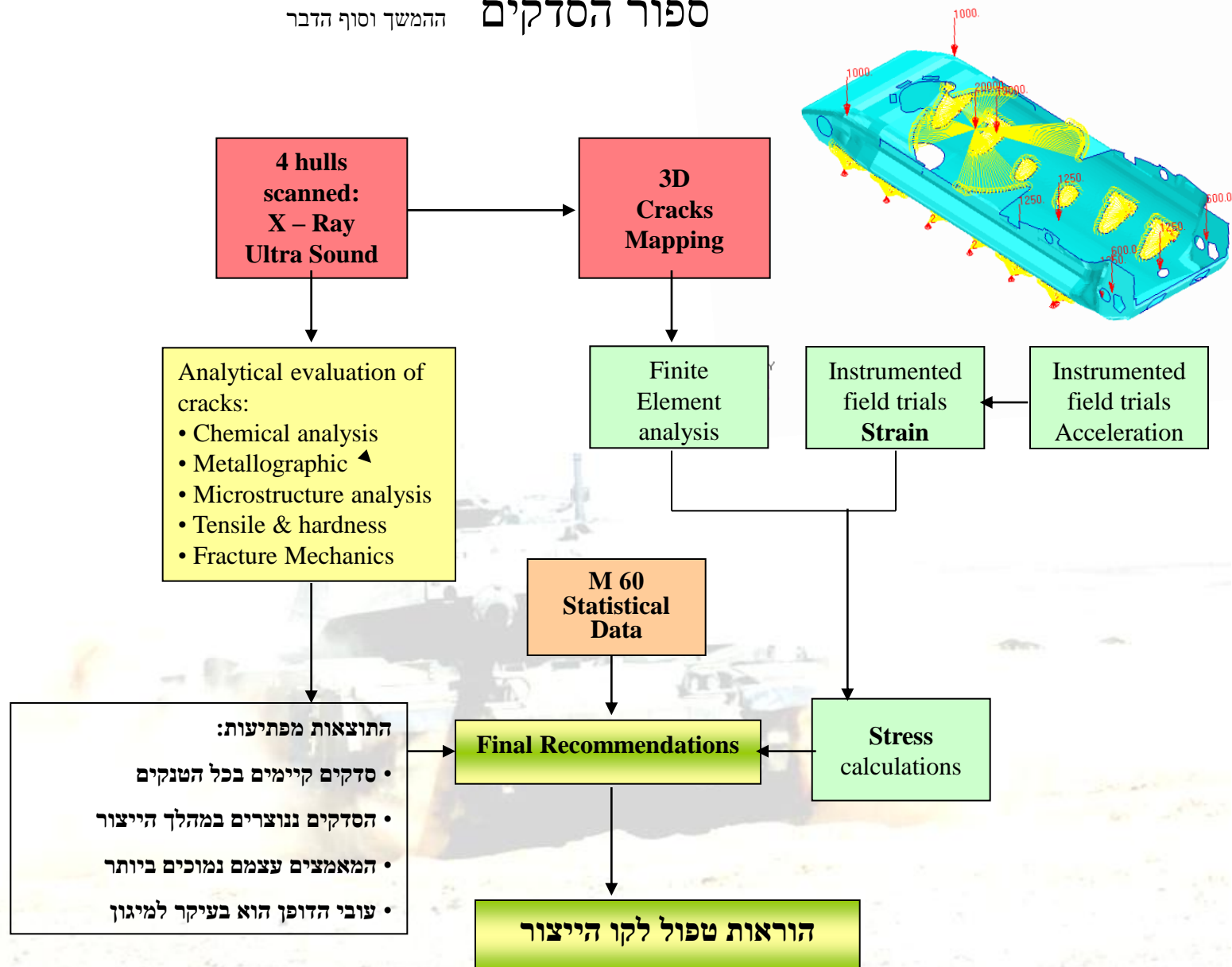
מתאמים עבור התקנת מרסנים חדשים למזקו"מ



7/17/2018

ספור הסדקים

ההמשך וסוף הדבר



7/17/2018

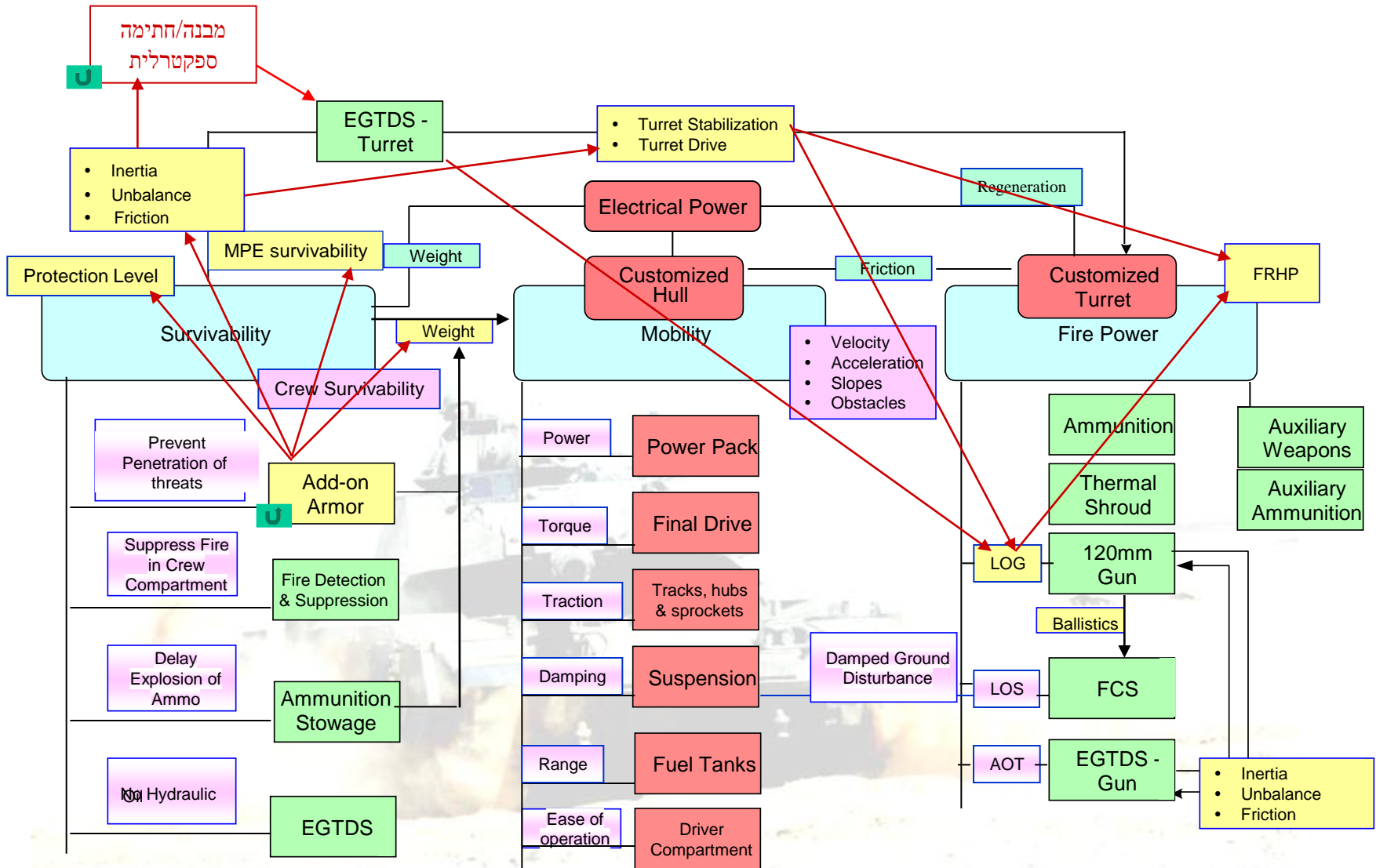
השפעות ויחסי גומלין דוגמא נוספת

מיגון/חתימה ספקטרלית של הטנק



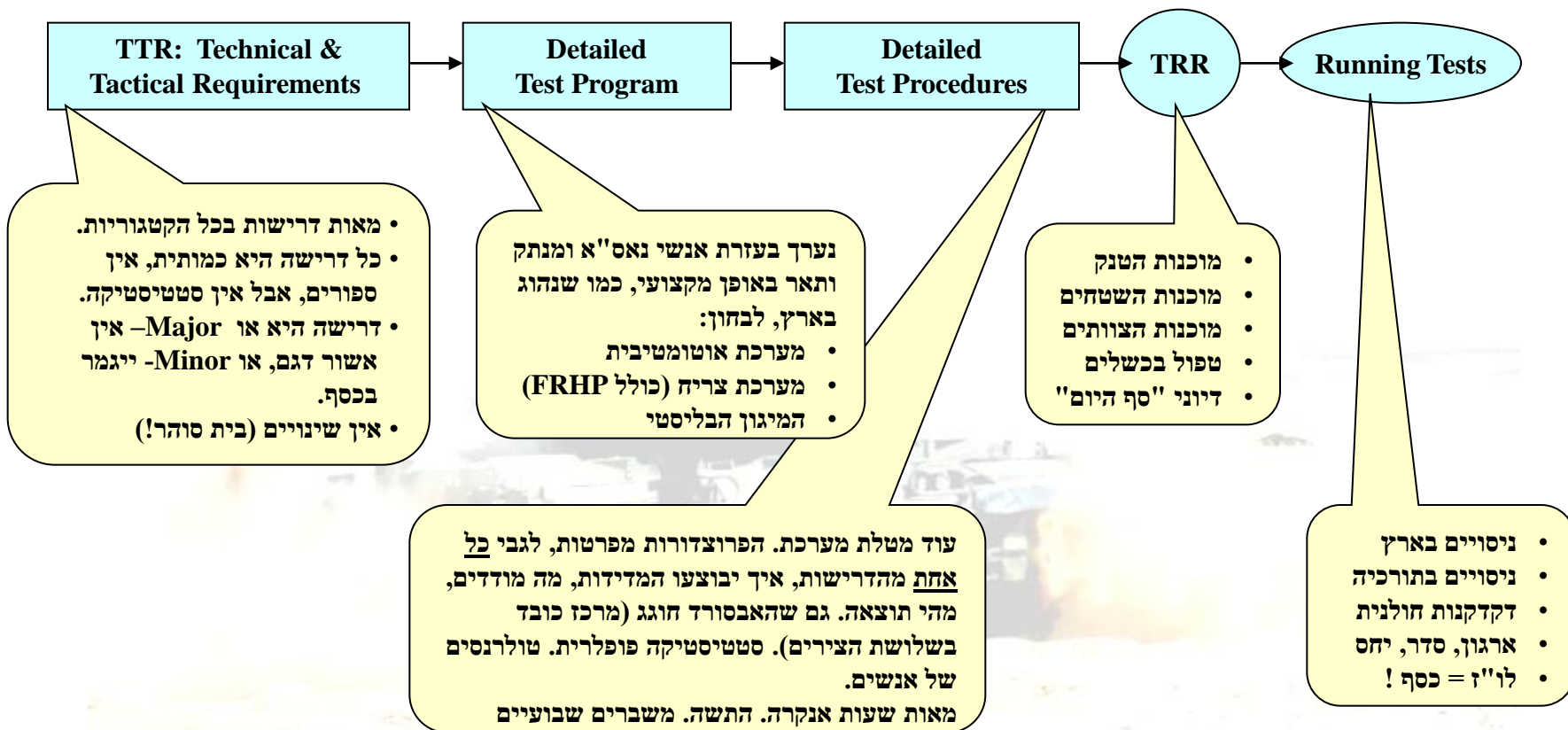
7/17/2018

יחסי הגומלין בין המיגון הנוסף (AOA) לבין סיכויי הפגיעה (FRHP)



The System (Tank) Trials Process

5X



7/17/2018





İSE BAŞLAMADAN
İSİ YAPARKEN
İSİ BİTİMİNDE
EMNİYET TEDBİRİ
ALMAYI UNUTMA



TIRIP

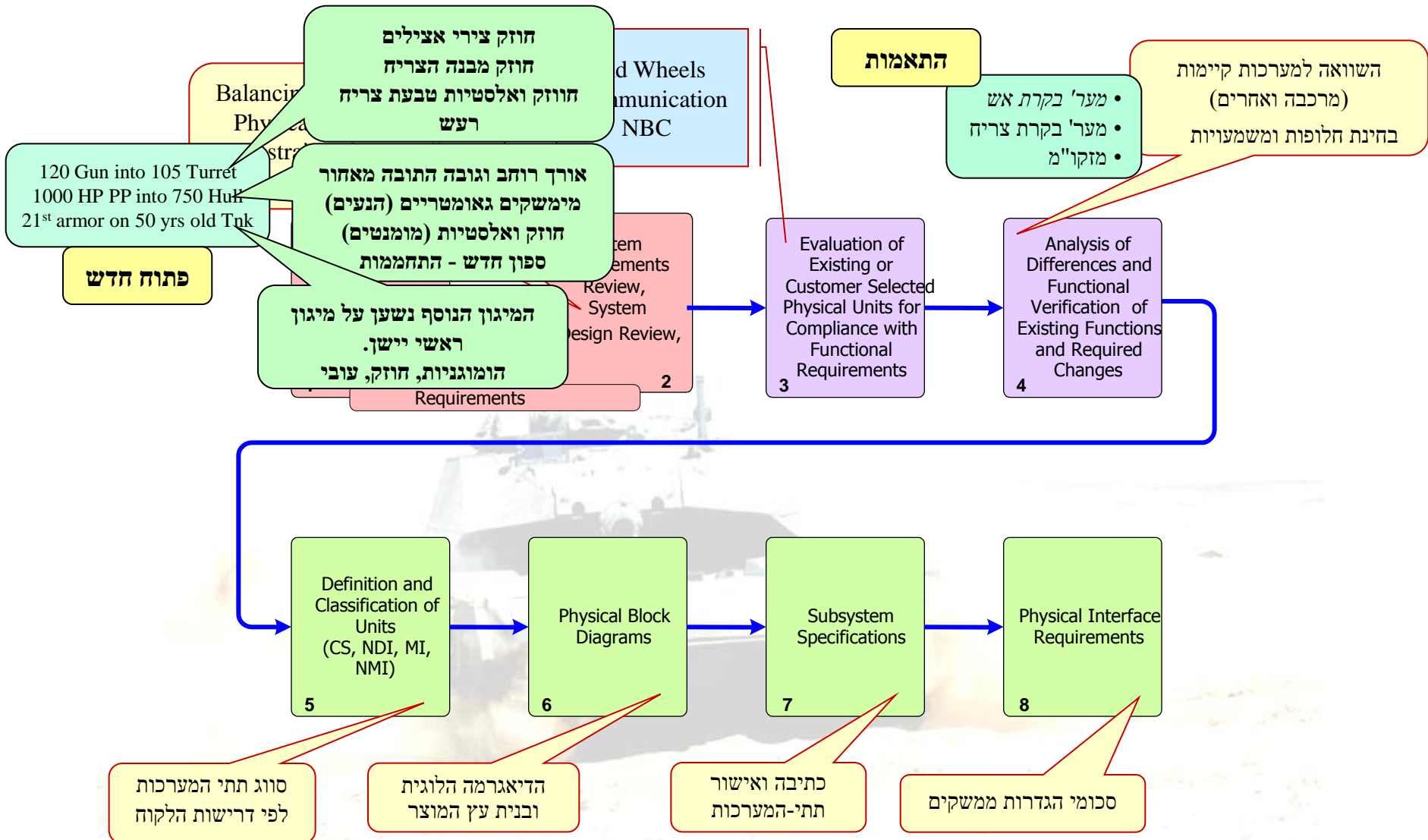
YERİNİZİ
KAYBETMEYİNİZ

תודה על ההקשבה



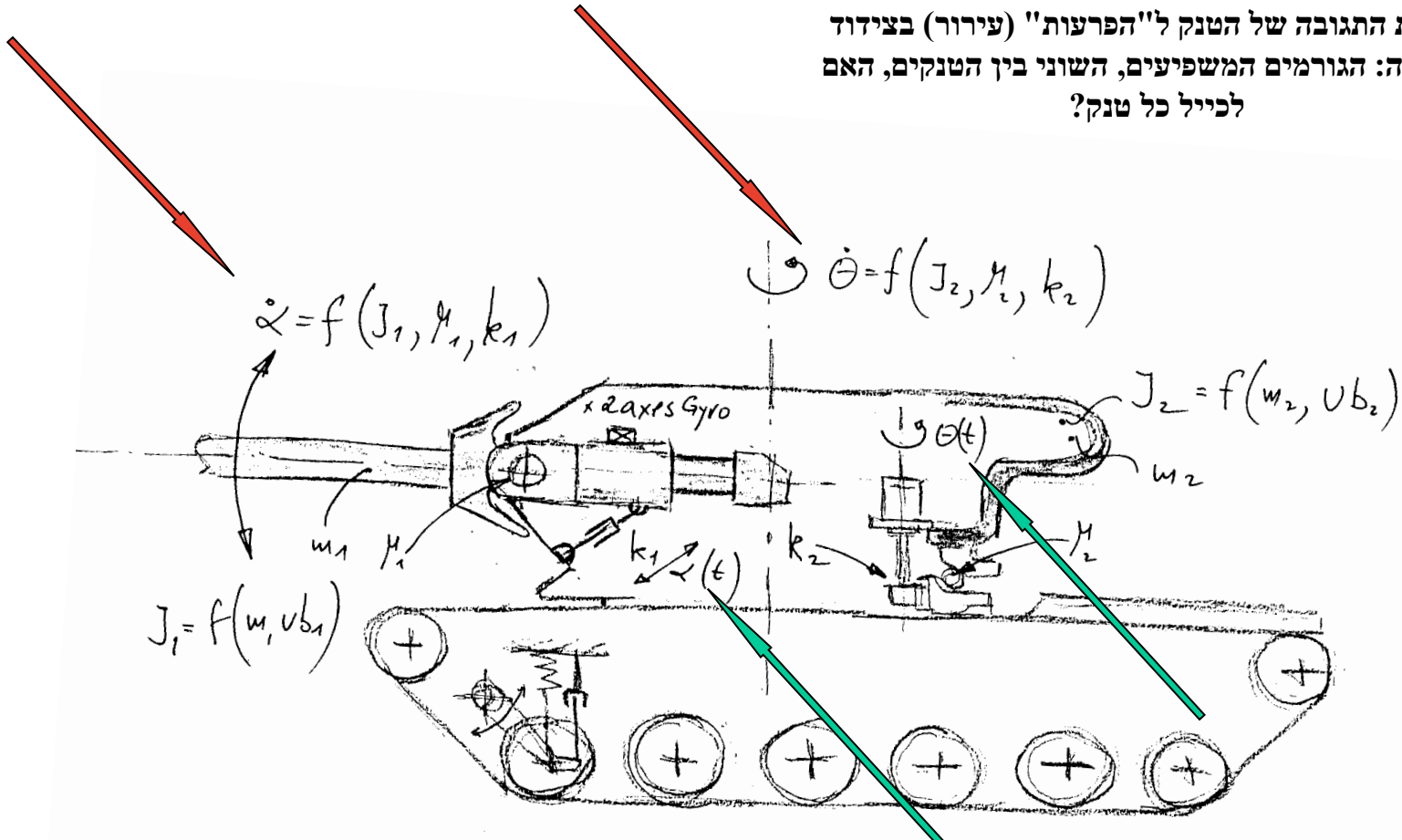
The System Engineering Process

From the Requirements via Functional analysis to the Specs.



החתימה הספקטרלית של הטנק

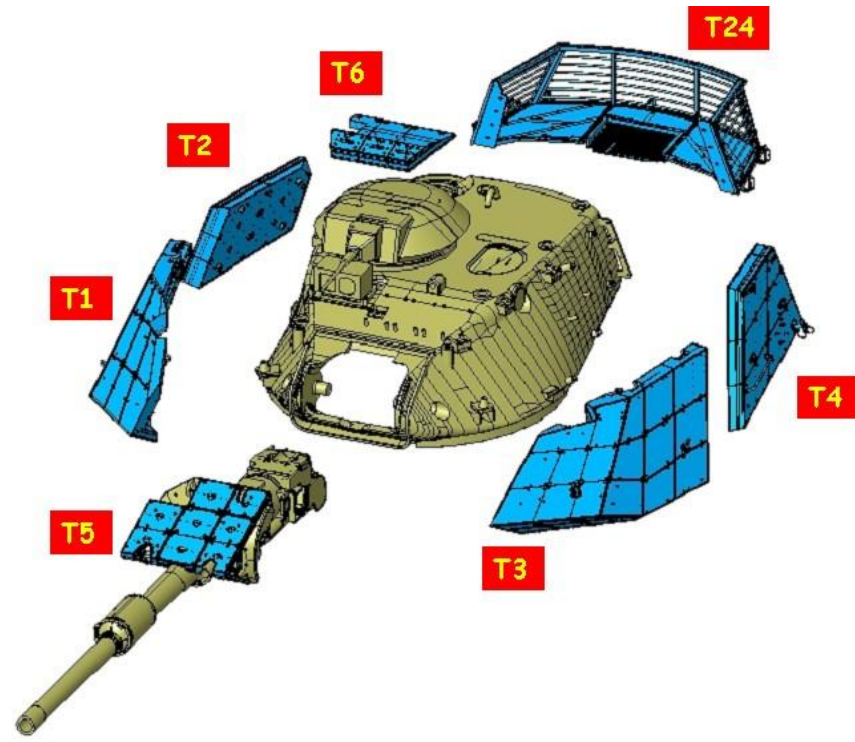
רשימות התגובה של הטנק ל"הפרעות" (עירור) בצידוד ובהגבהה: הגורמים המשפיעים, השוני בין הטנקים, האם לכייל כל טנק?



מבנה ה"מיגון הנוסף" (AOA) ← כשהמיגון עובד, חלקים אקראיים ממנו "מתנדפים"

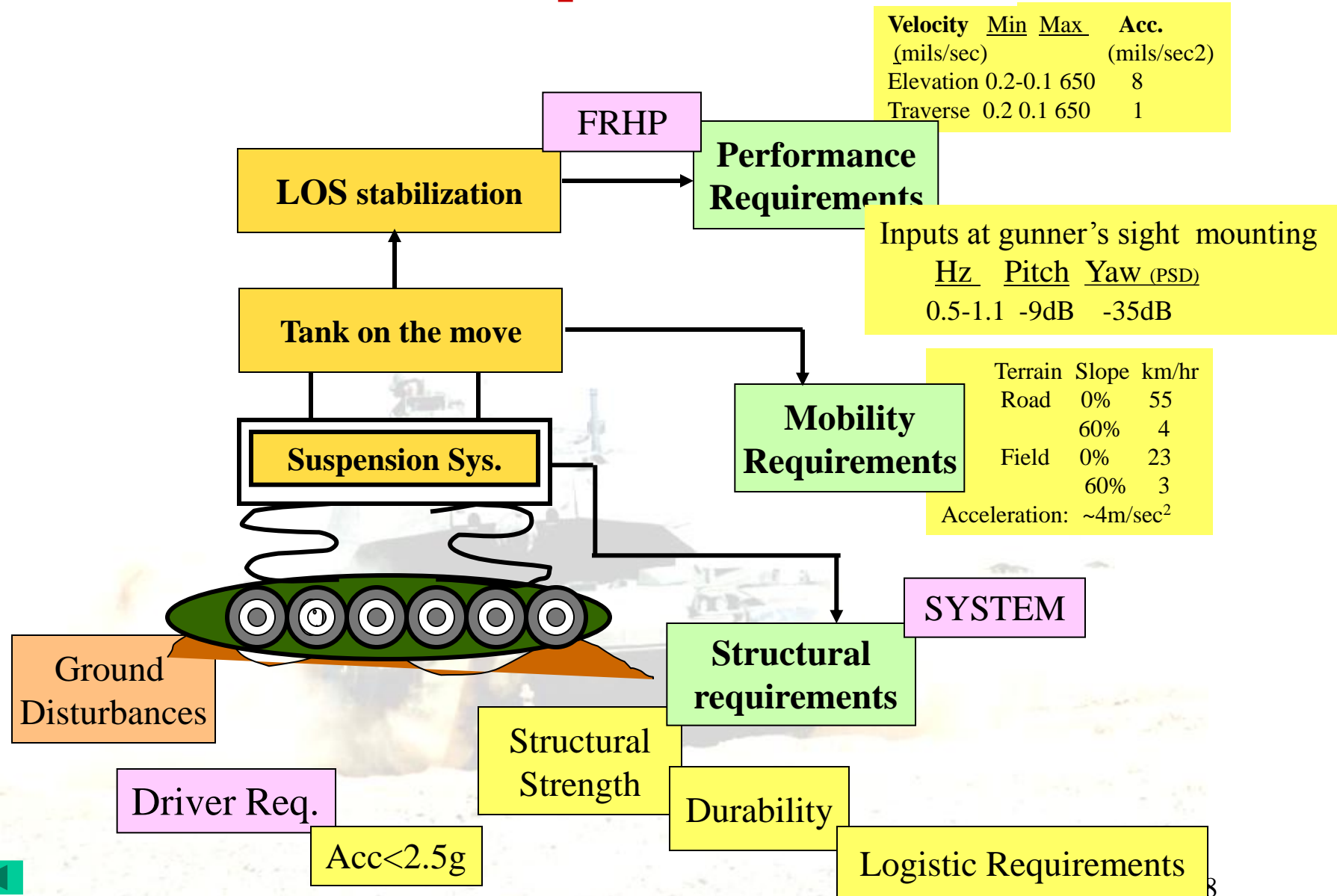
נשים לב:

- הצריח לא סימטרי
- המודולים לא סימטריים (לא בינם לבין עצמם וגם לא בתוכם)
- המשקל עצמו גבוה (מספר טון) שזה כ 25% ממשקל הצריח
- המשקל (כשקיים או כשחסר) הוא על הרדיוס החיצוני.

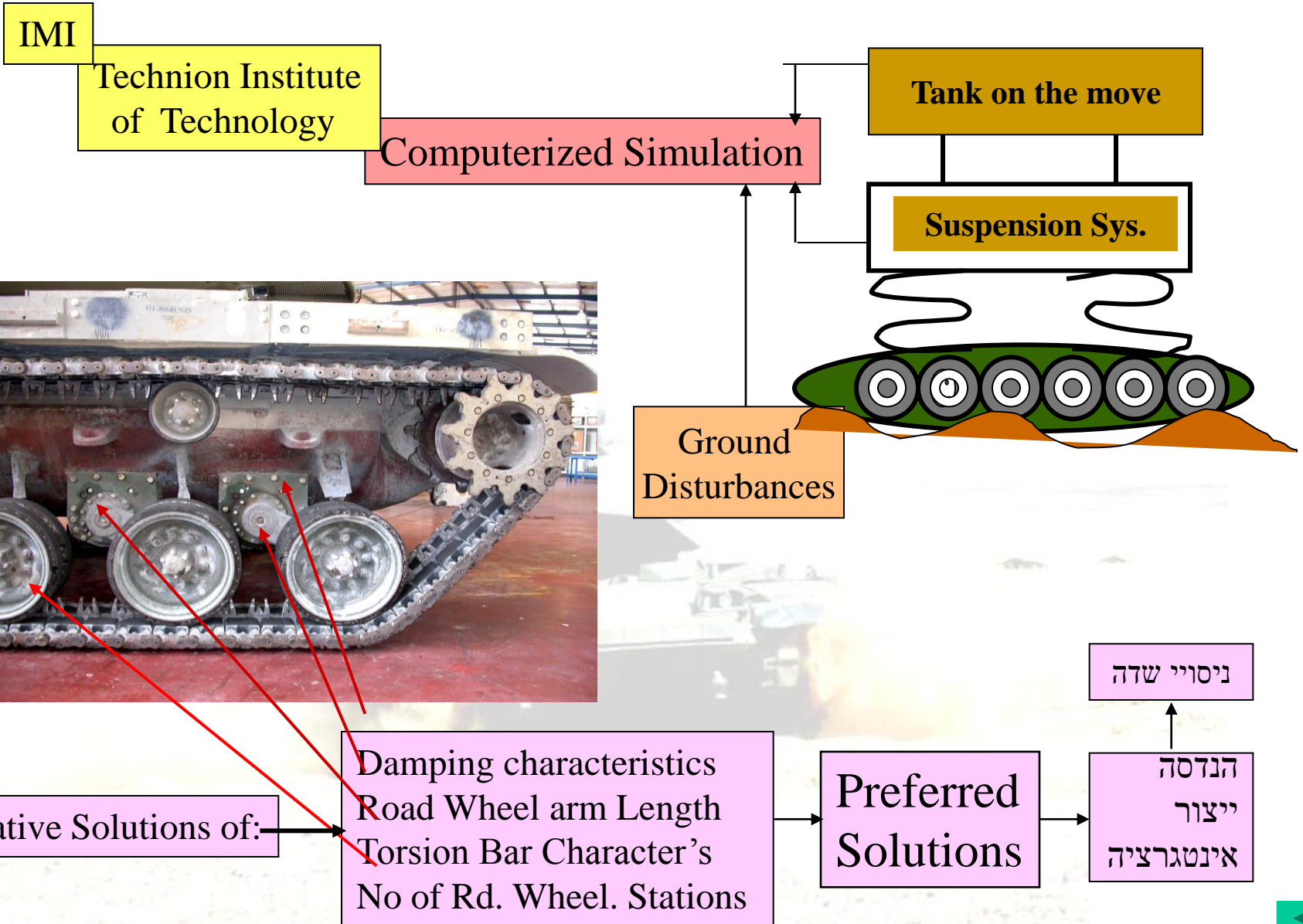


7/17/2018

Requirements



Simulation



Tests on a test bed

Instrumented Turret & Hull

V

1

6

APG on Gravel

- Courses Diversity
 - Gravel
 - APG on gravel
 - Concrete
 - APG on concrete
 - Cross Country including vertical sine (250km)
 - Cross Country (Rocky Golan Heights, 150km)
- Tank Speed: 15 – 25 Km/hr