

# הרצאה 4

## OPM - 4

נתלי לוי

# MBSE – Model Based Systems Engineering



- העיקרון הבסיסי של הנדסת מערכות מבוססת מודלים (MBSE) הוא שהמודל הקונספטואלי של המערכת מבודטא מוקדם ככל האפשר, רצוי כבר בשלב הדרישות.
- MBSE מוגדרת כשימוש פורמלי במודלים לתמיכה בדרישות, תכנון, ניתוח ואימוץ המערכת, תוך שמירה על מודל אחד המתפתח לאורך מחזור חיי המערכת.

# OPM

---

- גישה למידול מערכות המייצגת את הפקוציה, המבנה וההתנהגות של כל מערכת באמצעות שני דברים בלבד:
  - אובייקטים—דברים שקייםים
  - תהליכיים—דברים המשפיעים על אובייקטים
- בנוסף, יש קשרים שמחברים בין האובייקטים וה процесים

# אובייקט



- אובייקט זה דבר שקיים. מצוייר כמלבן עם מסגרת יroke.
- אובייקט פיסי – משהו קיים שאפשר לגעת בו. למשל: נגה. מצוייר עם צל.
- אובייקט אינפורמטי – משהו קיים שאי אפשר לגעת בו. למשל: צבע.
- שם של אובייקט ייכתב תמיד בצורה יחיד

# מצבים

- לאובייקט יכולים להיות מצבים. למשל אובייקט בשם חנות יכול להיות במצב פתוח או במצב סגור.



# דוגמאות אובייקטיבים

---

- זהו את האובייקטיבים בסיפור הבא:

במכללה בראודה מתקיים קורסים שונים, בהם לומדים סטודנטים ומלמדים מרצים. כל סטודנט רשם למספר קורסים ונבחן ב מבחנים המציגים חשיבה. סטודנט יכול להיות במצב אקדמי תקין או לא תקין. כדי לעבור מבחן אקדמי תקין ללא תקין הוא ישתתף בועדה, בה ישתתף גם מרצה מהמכללה.

# פתרון דוגמא

סטודנט

מרצה

קורס

מצב אקדמי

תקין

לא תקין

מבחן

מכלה

# תרגיל - מצא את כל האובייקטים בסיפור

- חברת "טכנו-טרנס" מפתחת רובוטים לניקוי חלונות גורדי שחקים. החברה קיבלה בקשה מיוחדת לפתח רובוט שיאכל לנוקות חלונות בצורה אוטומטית, לזהות לכלוך ולהתאים את לחץ הניקוי לפי עוצמת הלכלוך. המערכת צריכה לכלול חיישני לכלוך, מנועי תנועה וגלאי מיקום כדי למנוע נפילה מהבנייה. בנוסף, הרובוט חייב להיות קל לתחזוקה ולשימוש ידני במקרה חירום. המטרה היא להקטין את הסיכון לעובדי ניקיון ולשפר את הייעילות.
- צרו את האובייקטים והמצבים ב OPCLOUD.
- שימו לב לסמן אובייקט פיסי או אינפורטטיבי.
- הוסיפו מצבים במידת הצורך.
- אל תשכחו לשמור.

# פתרונות



# תהליך

- כל מה שקורה במערכת. מצויר כאליפסה עם מסגרת כחולה.
- מבצע טרנספורמציה לאובייקט:
  - יוצר אובייקט
  - מסיים את חי האובייקט
  - משנה את מצב האובייקט
- שם של תהליך יסתיים תמיד ב ing. (driving, teaching, eating)
- בעברית זה לא משנה.

# תהליך - המשך

- **תהליך פיסי** – טרנספורמציה נראית לעין. למשל: הליכה. מצויר עם צל.
- **תהליך אינפורמטיבי** – טרנספורמציה שאינה נראית לעין. למשל: חשיבה. ללא צל.

Thinking

Walking

## דוגמא תהליכיים

- זהו את התהליכיים בסיפור הבא והוסיפו למודל:

במכללה בראודה מתקיים קורסים שונים, בהם לומדים סטודנטים ומלמדים מרצים. כל סטודנט רשם במספר קורסים ונבחן ב מבחנים המציגים חשיבה. סטודנט יכול להיות במצב אקדמי תקין או לא תקין. כדי לעבור מסטודט אקדמי תקין ללא תקין הוא ישתתף בועדה, בה ישתתף גם מרצה מהמכללה.

# פתרון

---



# תרגיל - הוסיף את כל התהיליכים בסיפור

- חברת "טכנו-טרנס" מפתחת רובוטים לניקוי חלונות גורדי שחקים. החברה קיבלה בקשה מיוחדת לפתח רובוט שיוכל לנוקות חלונות בצורה אוטומטית, לזהות לכלוֹד ולהתאים את לחץ הניקוי לפי עוצמת הלכלוד. המערכת צריכה לכלול חיישני לכלוֹד, מנועי תנועה וגלאי מיקום כדי למנוע נפילה מהבנייה. בנוסף, הרובוט חייב להיות קל לתחזוקה ולשימוש ידני במקרה חירום. המטרה היא להקטין את הסיכון לעובדי ניקיון ולשפר את הייעילות.

# פתרון



# סיכום אובייקטים ותהליכיים



# OPL & OPD

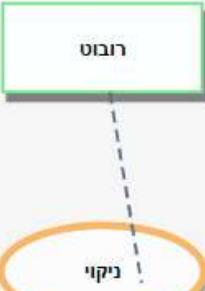


## OPL

1. רגיל or גורד שחקים can be סוג חלון.
2. קשה or קל can be רמת קושי תחזוקה.
3. ידני or אוטומטי can be צורת שימוש.
4. רגיל or חירום can be מבט נתון.
5. נמוכה or גבואה can be גבולה.
6. נמוך or גבואה can be סיכון.

- OPD - Object Process Diagram
  - הדיagramה המצוירה על המסך
- OPL - Object Process Language
  - אוסף משפטים הנוצרים מתוך בניית הדיאגרמה
  - היחס בין OPD ל OPL הוא חד-חד ערכי.
  - כל דבר ב OPD יתבטא במשפטים וכל משפט ב OPL ייצג מבנה כלשהו בдиagramה.
- עוזר להחליט אם הדיאגרמה שבנו היא נכונה.
- נמצא בתחום המסך, מתחת לדיאגרמה.

# קשרים



Exhibition-Characterization  
רובוט exhibits נקי.

Agent  
נקוי handles רובוט.

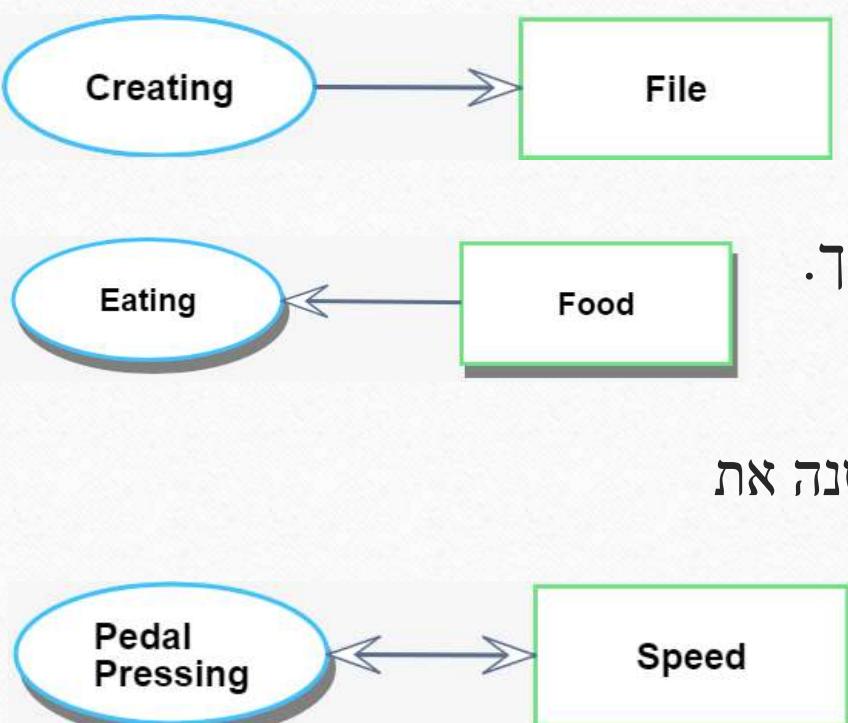
Instrument  
רובוט requires נקי.

Consumption  
רובוט consumes נקי.

Effect  
רובוט affects נקי.

- נועד לחבר בין שני אובייקטים, שני תהליכיים או אובייקט ותהליך.
- ישנו שני סוגי קשרים:
- **קשרים תהליכיים** – מחברים בין תהליך לאובייקט או בין שני תהליכיים
- **קשרים מבנים** – מחברים בין שני אובייקטים

# קשרים תהליכיים



• תוצאה (Result): האובייקט נוצר כתוצאה מהתהליך.

• צריכה (Consumption): האובייקט נהרס כתוצאה מהתהליך.

• השפעה (Effect): התהליך משפיע על האובייקט. ייתכו ומשנה את המצב שלו.

# קשרים תהליכיים

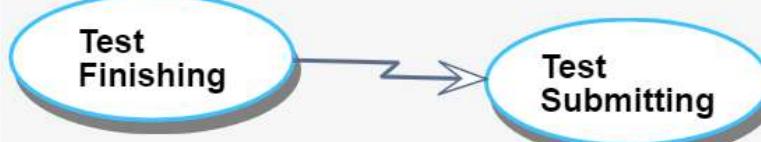
- (סוכן) Agent : האובייקט הוא אדם ובלעדיו התהליך לא יכול להתקיים.



- (כלי) Instrument : האובייקט איננו אדם ובלעדיו התהליך לא יכול להתקיים.



- Invocation : קשר המתקיים בין שני תהליכיים בלבד. כאשר התהליך הראשון מstarts יתחיל מיד התהליך השני.

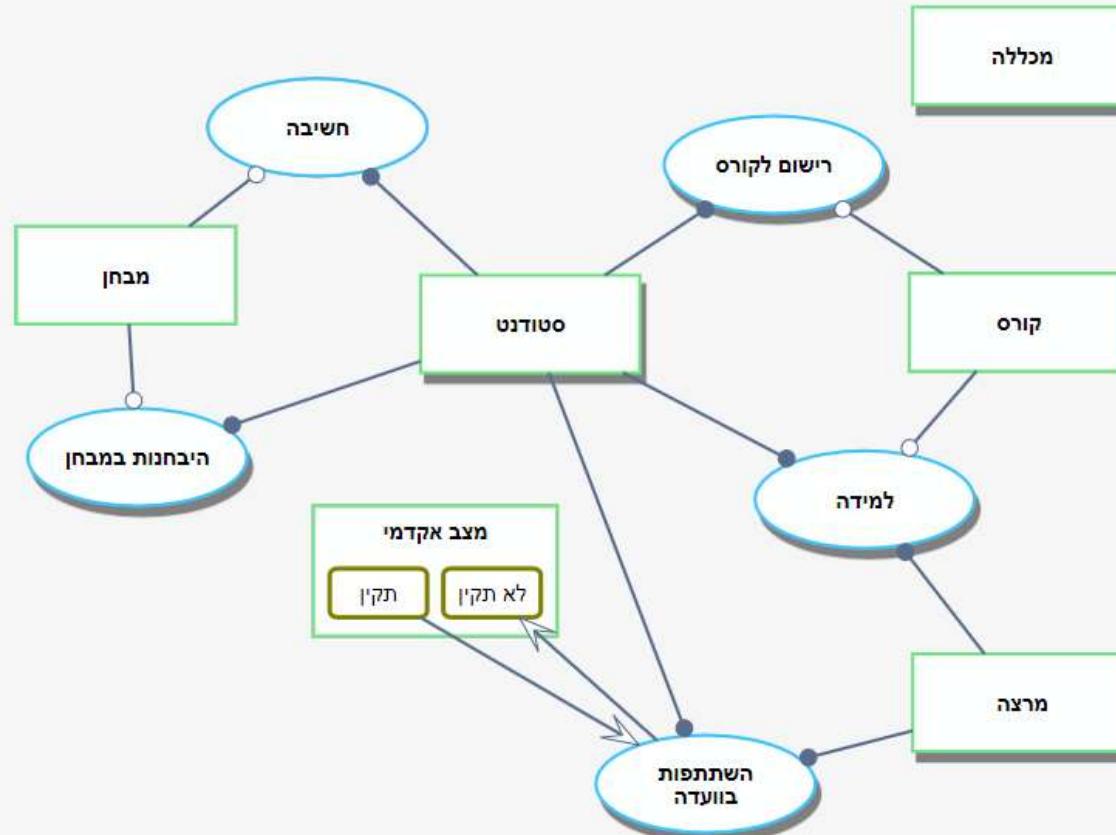


# דוגמא קשיים תהליכיים

---

- זהו את הקשיים התהליכיים בסיפור הבא והוסיפו למודל:  
במכללה ברואדה מתקיים קורסים שונים, בהם לומדים סטודנטים ומלמדים מרצים. כל סטודנט רשם במספר קורסים ונבחן ב מבחנים המציגים חשיבה. סטודנט יכול להיות במצב אקדמי תקין או לא תקין. כדי לעבור מצב אקדמי תקין ללא תקין הוא ישתתף בועדה, בה ישתתף גם מרצה מהמכללה.

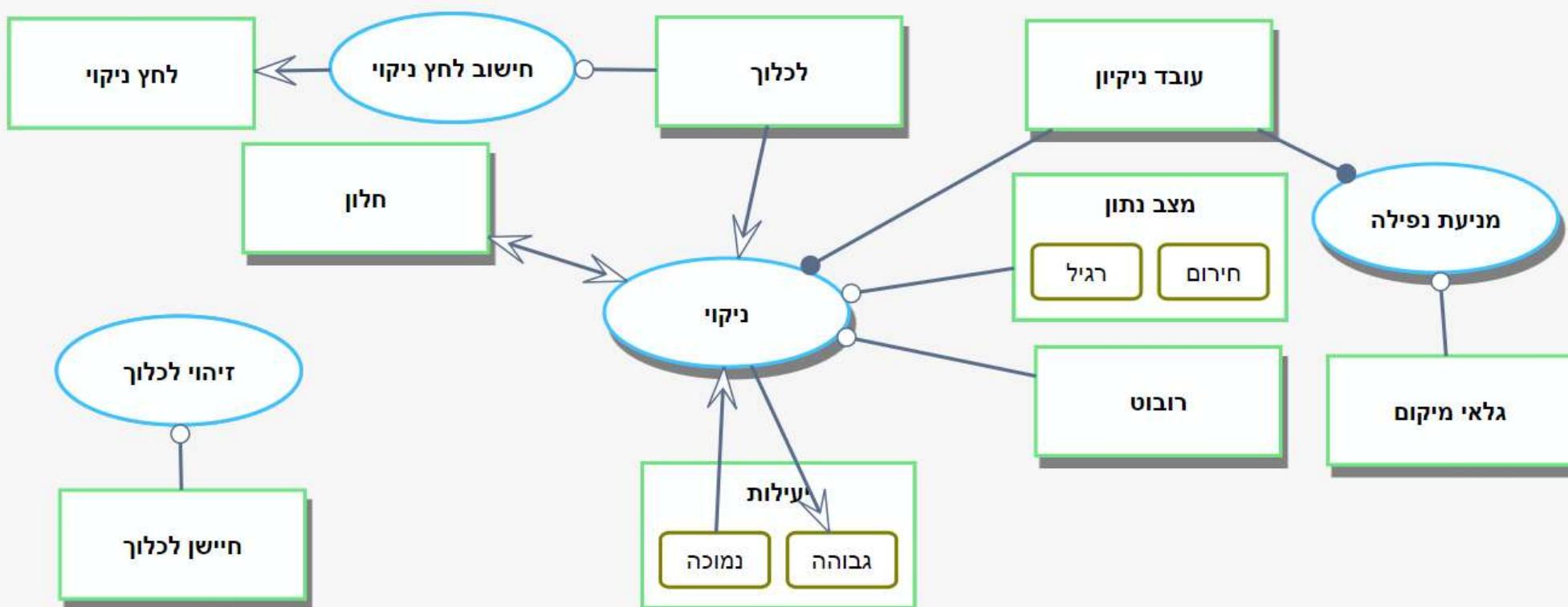
# פתרון



# תרגיל - הוסיףו את כל הקשרים התהיליכיים בסיפור

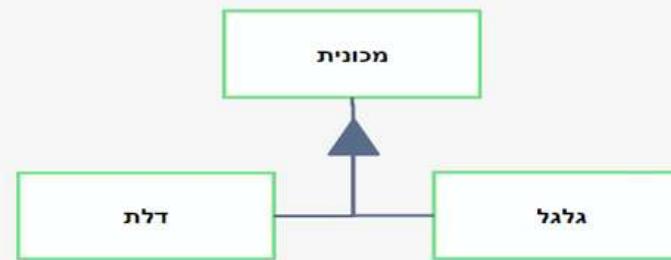
- חברת "טכנו-טרנס" מפתחת רובוטים לניקוי חלונות גורדי שחקים. החברה קיבלה בקשה מיוחדת לפתח רובוט שיוכל לנוקות חלונות בצורה אוטומטית, לזהות לכלוֹד ולהתאים את לחץ הניקוי לפי עוצמת הלכלוד. המערכת צריכה לכלול חיישני לכלוֹד, מנועי תנועה וגלאי מיקום כדי למנוּע נפילה מהבנייה. בנוסף, הרובוט חייב להיות קל לתחזקה ולשימוש ידני במקרה חירום. המטרה היא להקטין את הסיכון לעובדי ניקיון ולשפר את הייעילות.
- הוסיףו את הקשרים התהיליכיים ב OPCLOUD למודל שבו יצרתם את האובייקטים והתהיליכים.
- אל תשכחו לשמר.

# פתרון

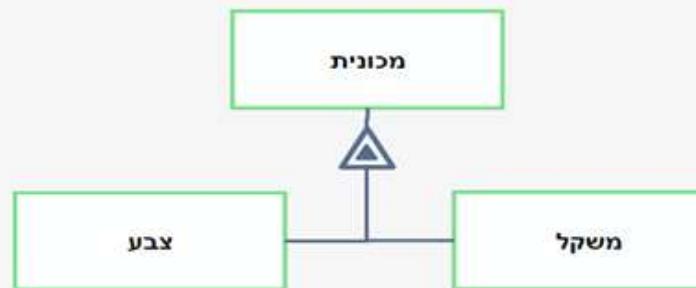


# קשרים מבניים

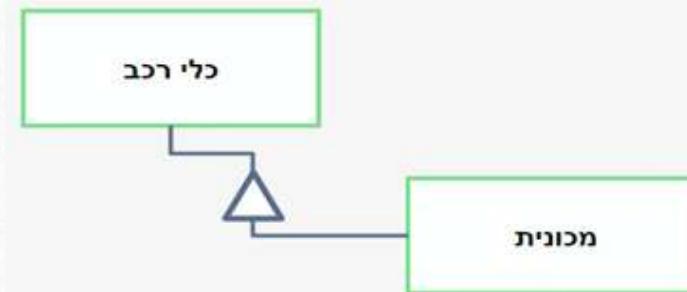
- שלם וחלקו (Aggregation)



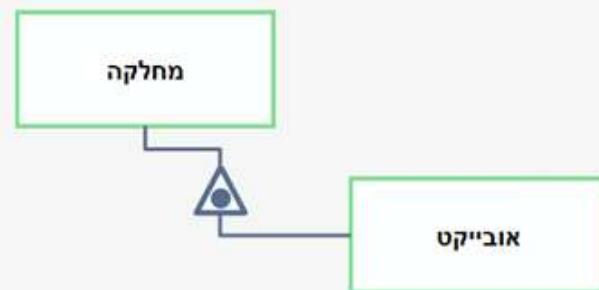
- מאפיין (Exhibition)



# קשרים מבניים



• Generalization (הכללה)



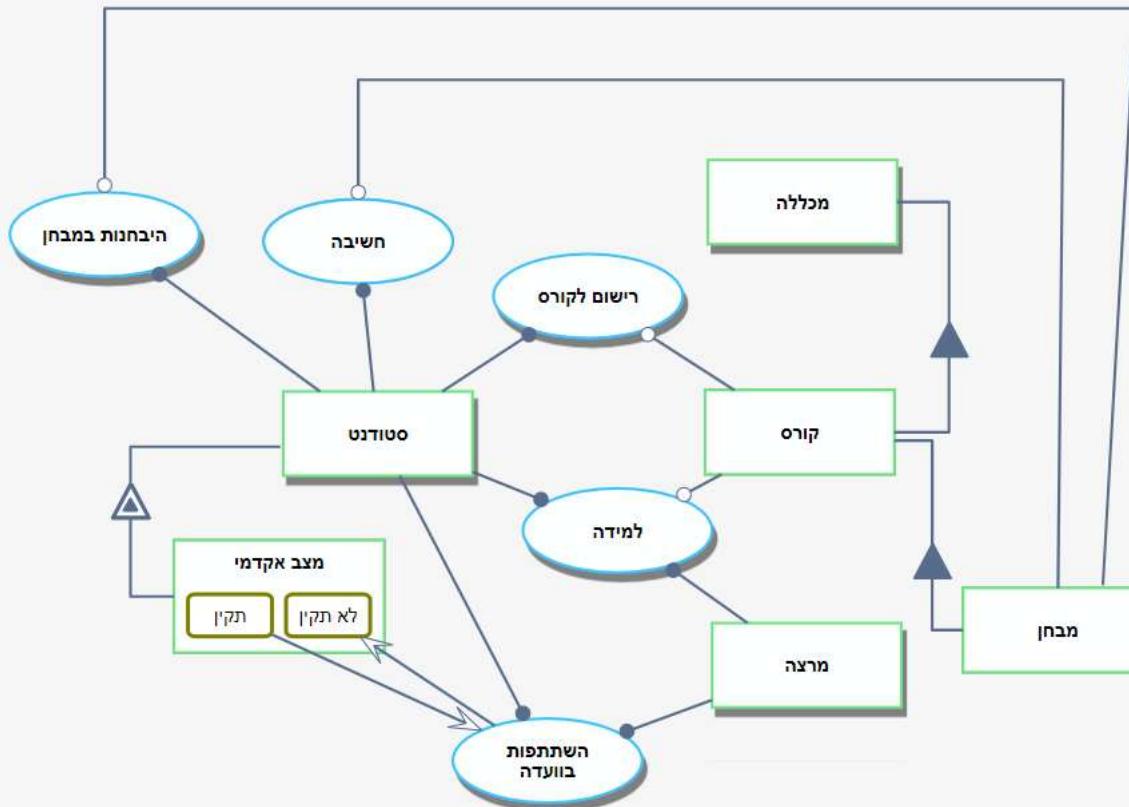
• Classification (מופע\אובייקט של מחלקה)

## דוגמאות קשיים מבניים

- זהו את הקשיים המבנאים בסיפור הבא והוסיפו למודל:

במכללה ברואדה מתקייםים קורסים שונים, בהם לומדים סטודנטים ומלמדים מרצים. כל סטודנט רשם למספר קורסים ונבחן ב מבחנים המצריים חשיבה. סטודנט יכול להיות במצב אקדמי תקין או לא תקין. כדי לעבור מצב אקדמי תקין ללא תקין הוא ישתתף בועדה, בה ישתתף גם מרצה מהמחלקה.

# פתרון

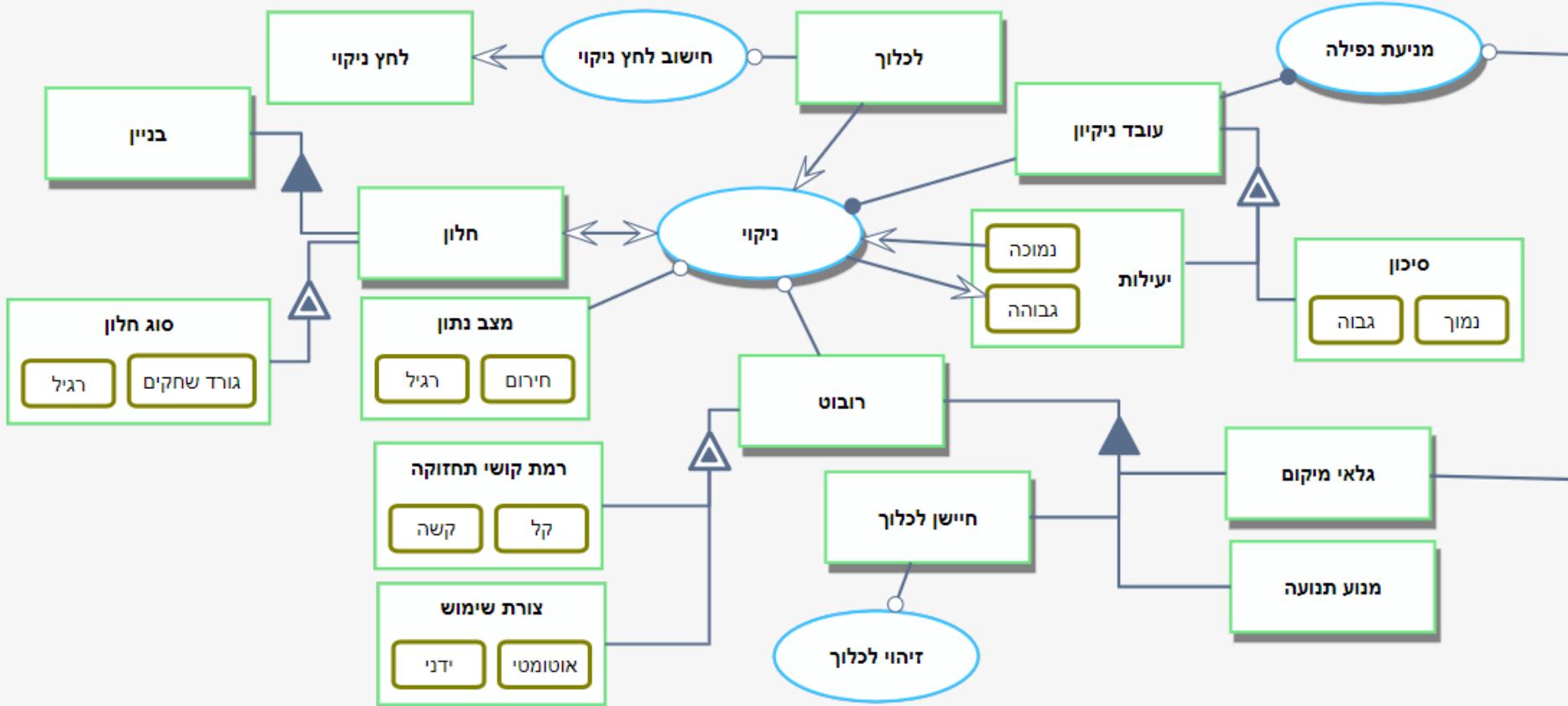


## תרגיל - הוסיפו את כל הקשרים המבנאים בסיפור

---

- חברת "טכנו-טרנס" מפתחת רובוטים לניקוי חלונות גורדי שחקים. החברה קיבלה בקשה מיוחדת לפתח רובוט שיוכל לנוקות חלונות בצורה אוטומטית, לזהות לכלוך ולהתאים את לחץ הניקוי לפי עוצמת הלכלוך. המערכת צריכה לכלול חיישני לכלוך, מנועי תנועה וגלאי מיקום כדי למנוע נפילה מהמבנה. בנוסף, הרובוט חייב להיות קל לתחזקה ולשימוש ידני במקרה חירום. המטרה היא להקטין את הסיכון לעובדי ניקיון ולשפר את הייעילות.

# פתרון



## תרגיל סיכום

**הנוט מקוונת לבגדים** מפתחת מערכת לניהול משלוחים. לכוחות החנות יוכל לפתח הזמנה חדשה. המערכת תבחר את חברת המשלוחים המתאימה ביותר בהתאם להזמנה (כתובת וסוג) ותעדכו את הזמנה סטוס המשלוח. כל חלק במערכת יכול מאפיינים שלו. לכל לקוח ישמו שם, טלפון ומגדל.

הזמנה תכלול מס' הזמנה, שם לקוח, טלפון לקוח, רשימת פרטיים, סטוס הזמנה.

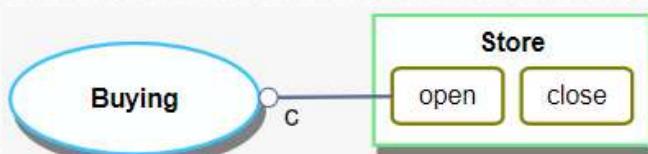
לכל פריט ישמר מקט, שם, צבע ומידה (L, M, S).

עבור כל משלוח ישמרו מזהה חברת משלוחים, מס' הזמנה ומהירות משלוח.

צרו מודל OPM המתאים לסיפור.

# קשרים תהליכיים - המשך

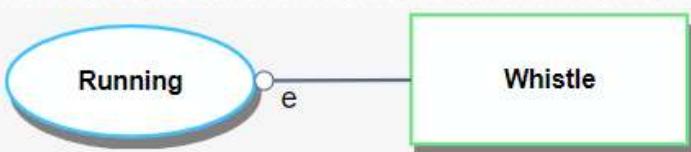
- **קשר תנאי (condition):** לקשר כדי ניתנת להוסיף תנאי. המשמעות היא שניתן יהיה לבצע את ההליך רק בתנאי שהאובייקט נמצא במצב מסוים.



למשל, ניתן לנקוט בחנות רק בתנאי שהוא פתוחה

למשל, ניתן להירשם לקורס רק בתנאי שיש ציון עבור בקורס שלו  
יסומן עם האות c בקצתה הקשר, ליד העיגול הלבן.

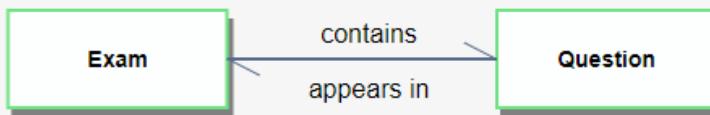
- **קשר אירוע (event):** לקשר כדי ניתנת להוסיף אירוע. המשמעות היא שברגע שאובייקט מעבור במצב מסוים ההליך יתחיל. לחילופין, ברגע שאובייקט נוצר הוא ישר יפעיל ההליך.



למשל, ניתן להתחיל לרוץ רק לאחר שנוצרה שريקה

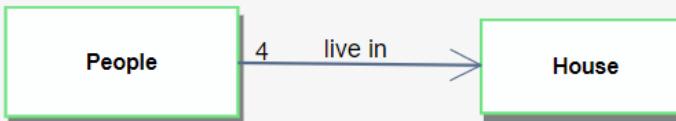
# קשרים מבנים - המשר

- **קשר זיקה:** מתאר קשר שייכות בין שני אובייקטים. ניתן להוסיף ריבוי לקשר זיקה.



- **למשל,** מבחן מכיל שאלות ו שאלה מופיעה ב מבחן.

- **קשר זיקה חד ציוני:** מתאר זיקה של אובייקט אחד לאובייקט אחר. ניתן להוסיף ריבוי לקשר זיקה.



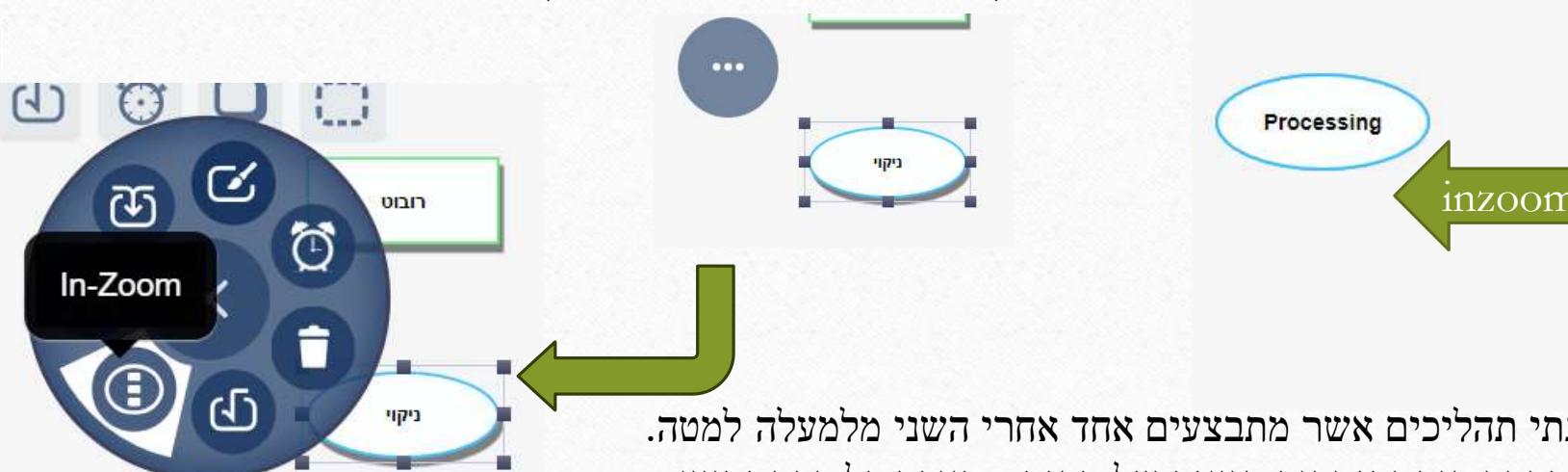
- **למשל,** 4 אנשים שייכים לבית

# הירכיה

- המודל יתחל מdiagרמה שתחילה תהליך אחד מרכזי והאובייקטים המרכזיים שבו. diagרמה זו נקראת SD (System Diagram).
- ניתן לדיבוק את diagרמת על ידי פירוט תתי התהליכיים וחלקי האובייקטים.
- הדיווק יבוצע באחת הדרכים הבאות:
  - Inzoom
  - Unfold
- כל שלב של דיווק יקרא בסדר כרונולוגי: SD1, SD1.1, SD2 וכו'...

# Inzoom

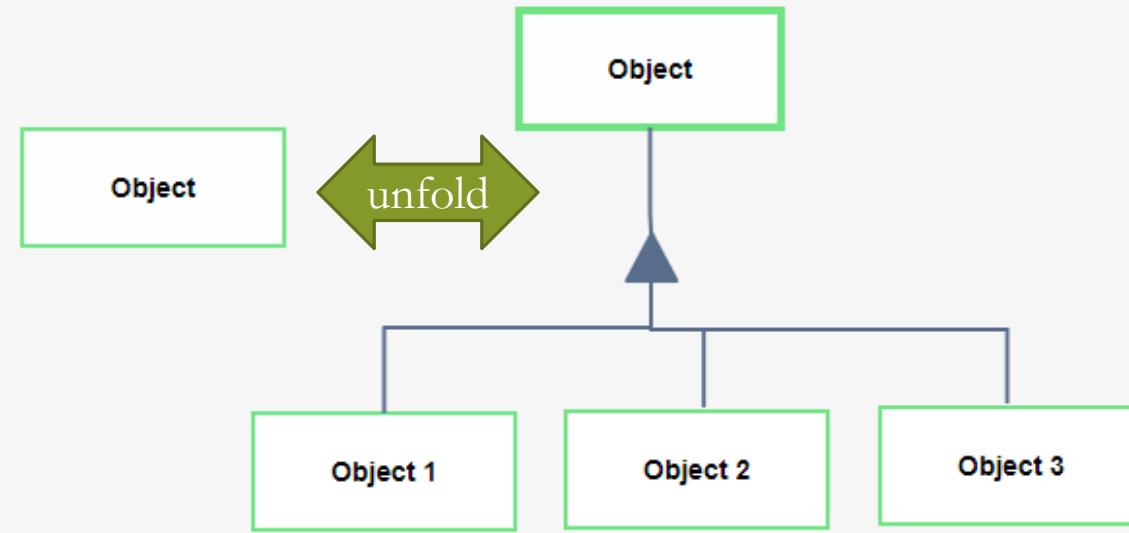
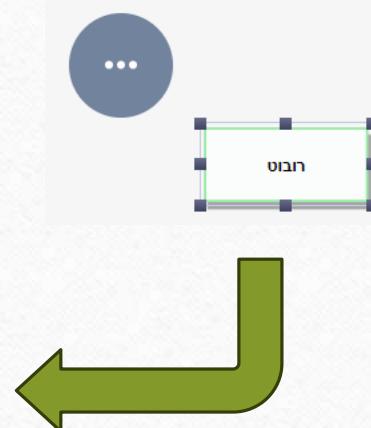
נלחץ על התחליק המבוקש ולאחר מכן נלחץ על שלוש נקודות ליד התחליק שיפתחו את התפריט בו ניתן לבחור ב zoom



הליך processing מורכב משלושה תתי תהליכיים אשר ממבצעים אחד אחריו השני מלמעלה למטה. ניתן לעשות Inzoom גם לאובייקט. במקרה כזה זה יהיה תיאור של מבנה - איפה כל דבר נמצא פיזית.  
אובייקט המופיע בתחום zoom של הליך הוא אובייקט זמני. יעלם לאחר סיום ההליך.

# Unfold

נלחץ על האובייקט המבוקש ולאחר מכן מכוון נלחץ על  
שלוש נקודות ליד האובייקט שיפתחו את התפריט בו  
ניתן לבחור ב unfold



.object1, object2, object3 מרכיב מורכב מהתפליך  
ניתן לעשות גם unfold למתוך והמשמעות של זה היא שההתפליך  
מורכב ממספר תתי תהליכיים ללא משמעות לסדר הcronologgi ביןיהם

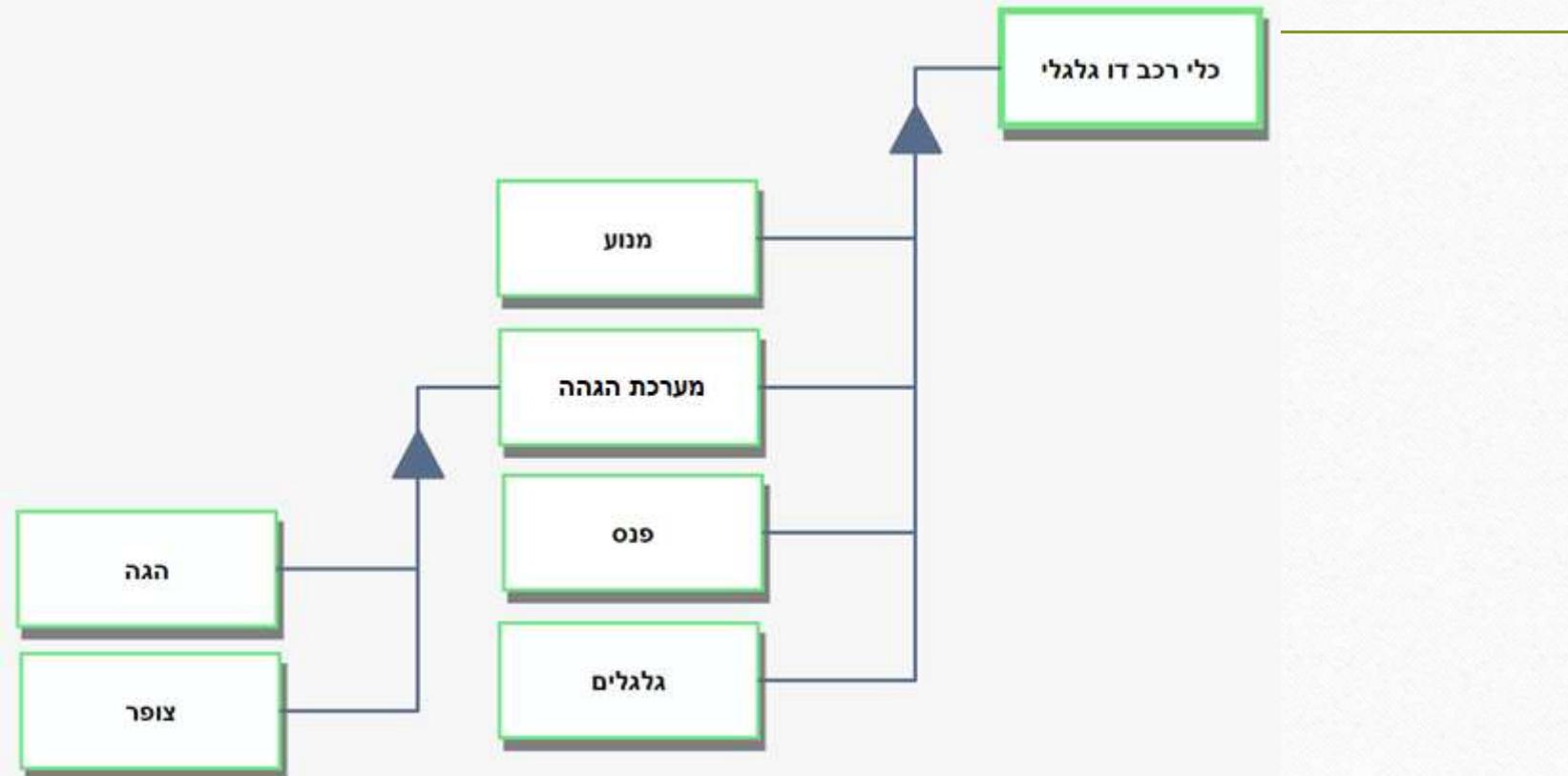
# דוגמא 1

- נרצה לבנות מודל OPM המייצג הפעלת כלי רכב דו-גלגלי.
- ברכב יהיו גלגים, מנוע, מערכת ההגהה, פנס.
- מערכת ההגהה תהיה מורכבת מהגהה והצופר.
- כלי הרכב יידע לנסוע קדימה, לנסוע אחורה, לעצור.
- ברכב יהיה נהג אחד.

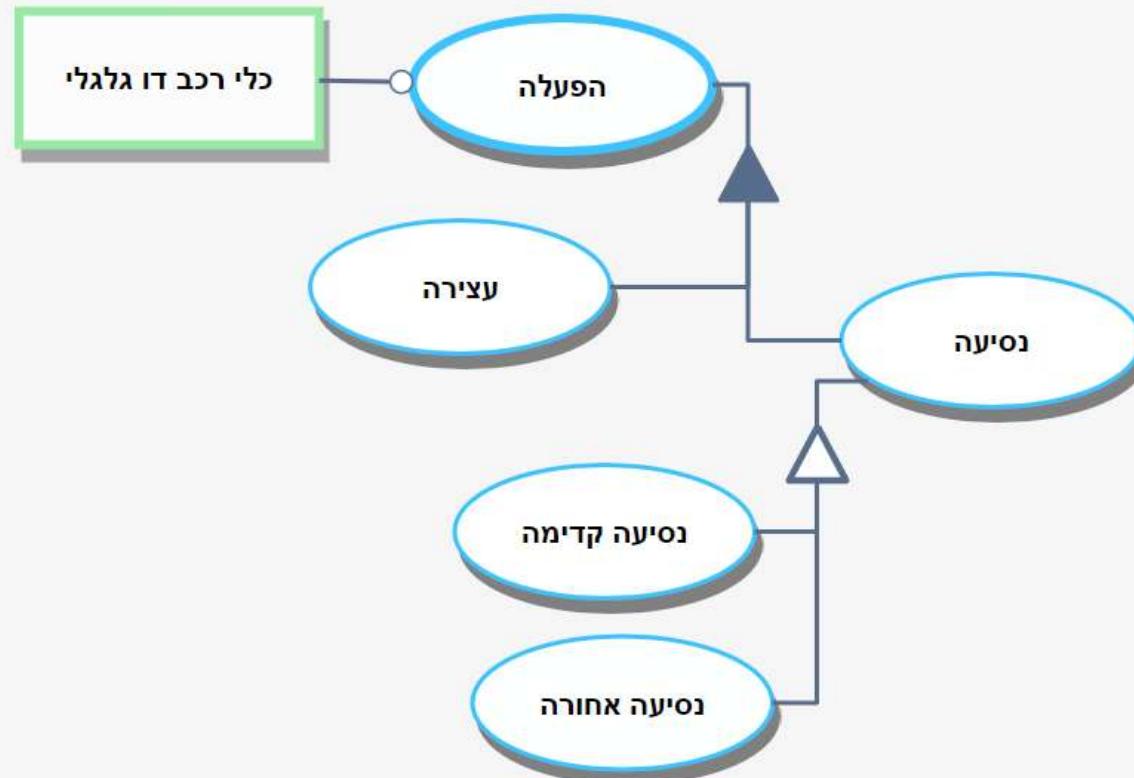
# דוגמא 1 – פתרון SD



# דגם 1 – פתרון SD1



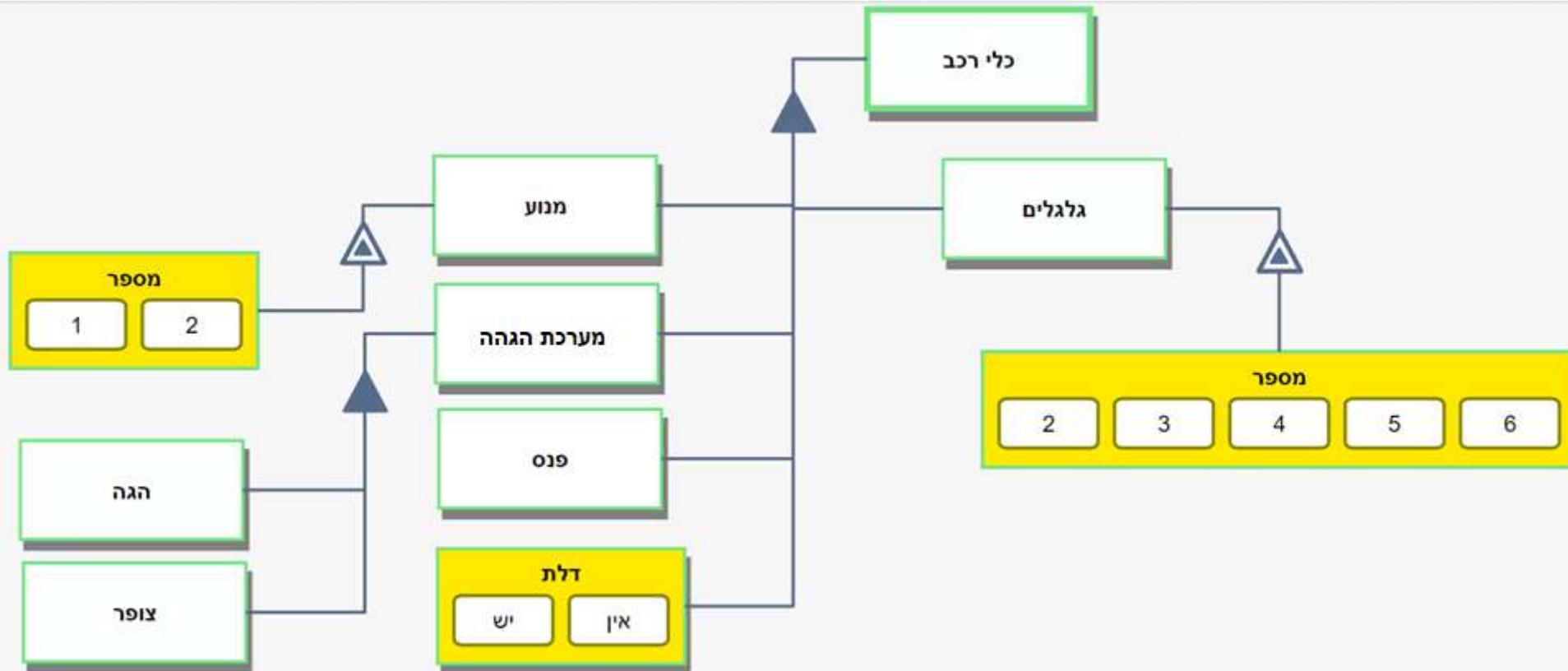
# דגם 1 – פתרון SD2



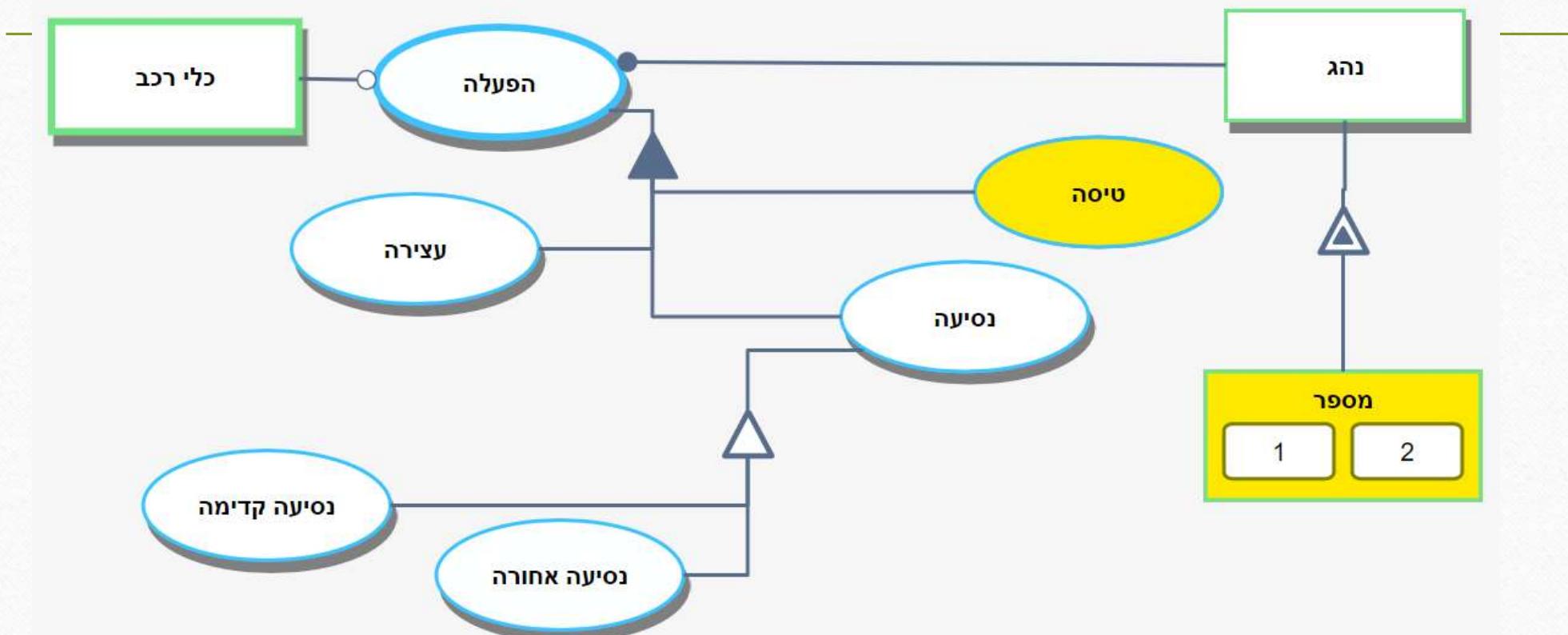
## דוגמא 2

- נדרש לעדכן את המודל מתרגיל 2 בצורה הבאה:
  - כלי הרכב יכול להיות בעל 2-6 גלגלים
  - יכולות להיות לו דלתות
  - יכולים להיות 1-2 נהגים
  - כלי הרכב יכול גם לטוס
  - כלי הרכב יכול להיות דו-מנועי

# דוגמא 2 – פתרון SD1



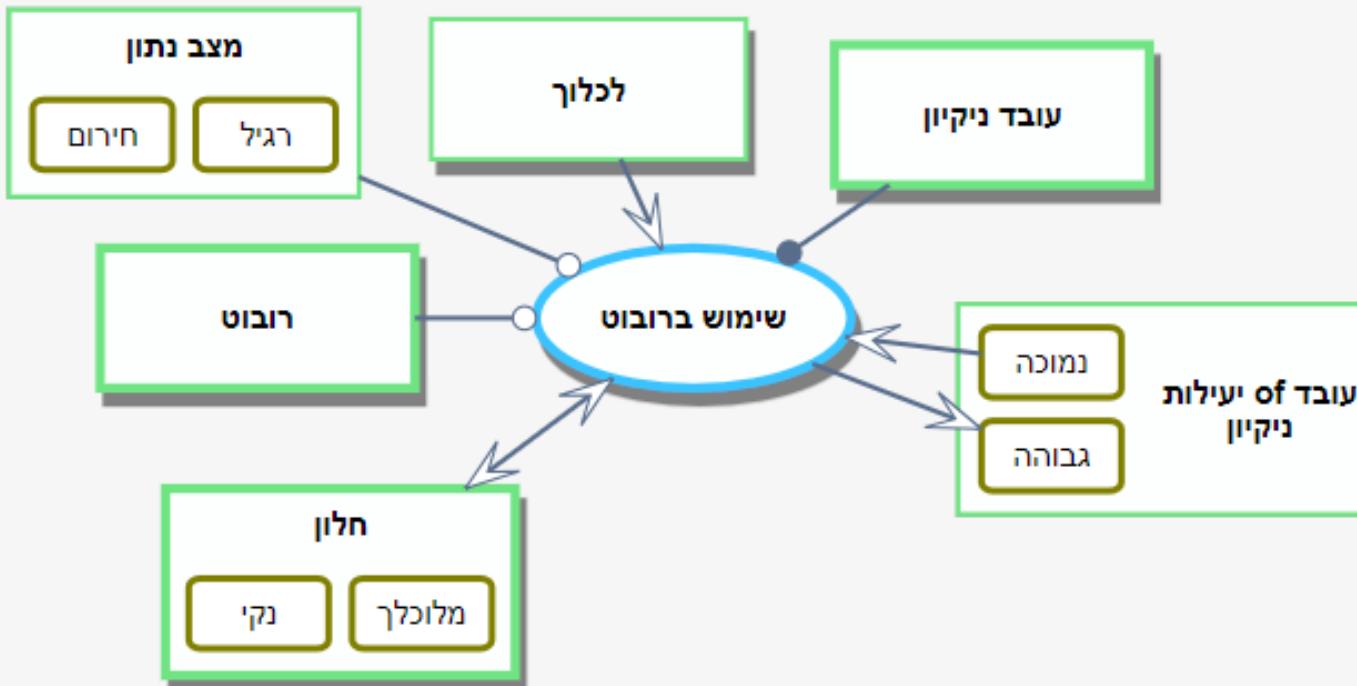
## דגם 2 – פתרון SD2



# תרגיל: שיפור מודל

- שפרו את המודל של טכנו-טנס באמצעות שימוש בהיררכיה וקשרי זיקה, אירוע ותנאי.
- **זיכרון:**
- חברת "טכנו-טנס" מפתחת רובוטים לניקוי חלונות גורדי שחקים. החברה קיבלה בקשה מיוחדת לפתח רובוט שיוכל לנוקות חלונות בצורה אוטומטית, לזהות לכלוֹך ולהתאים את לחץ הניקוי לפי עוצמת הלכלוך. המערכת צריכה לכלול חיישני לכלוֹך, מנועי תנועה וגלי מיקום כדי למנוע נפילה מהבנייה. בנוסף, הרובוט חייב להיות קל לתחזקה ולשימוש ידני במקרה חירום. המטרה היא להקטין את הסיכון לעובדי ניקיון ולשפר את הייעילות.
- כתבו את השיפור במודל חדש (אל תמחקו את הקיים)

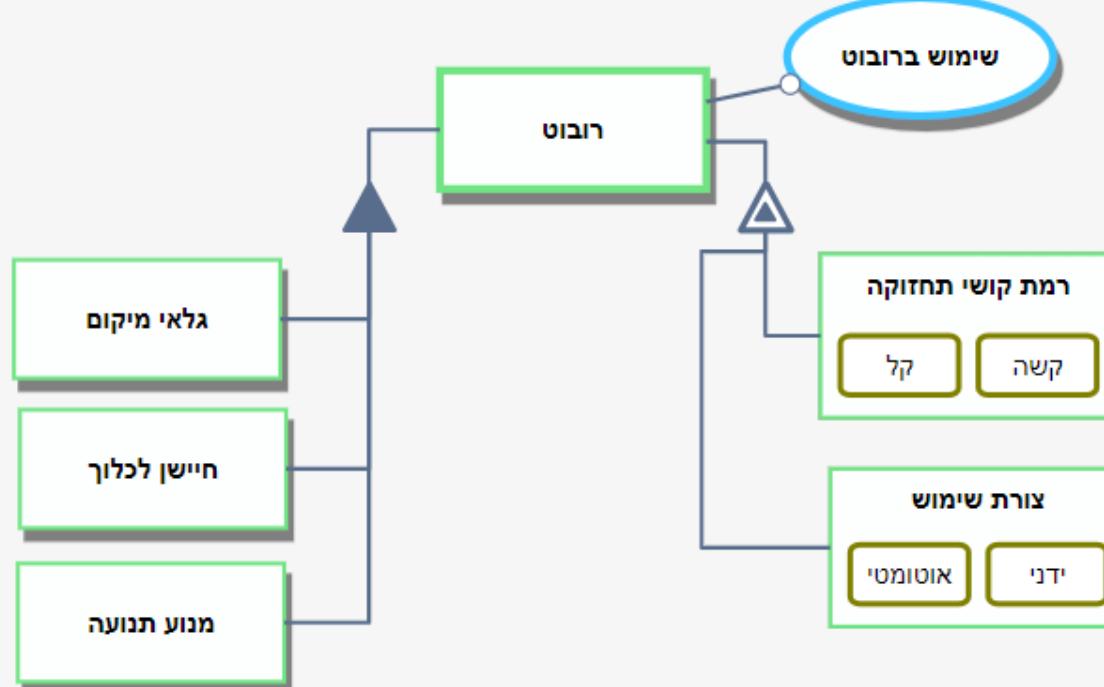
# פתרון



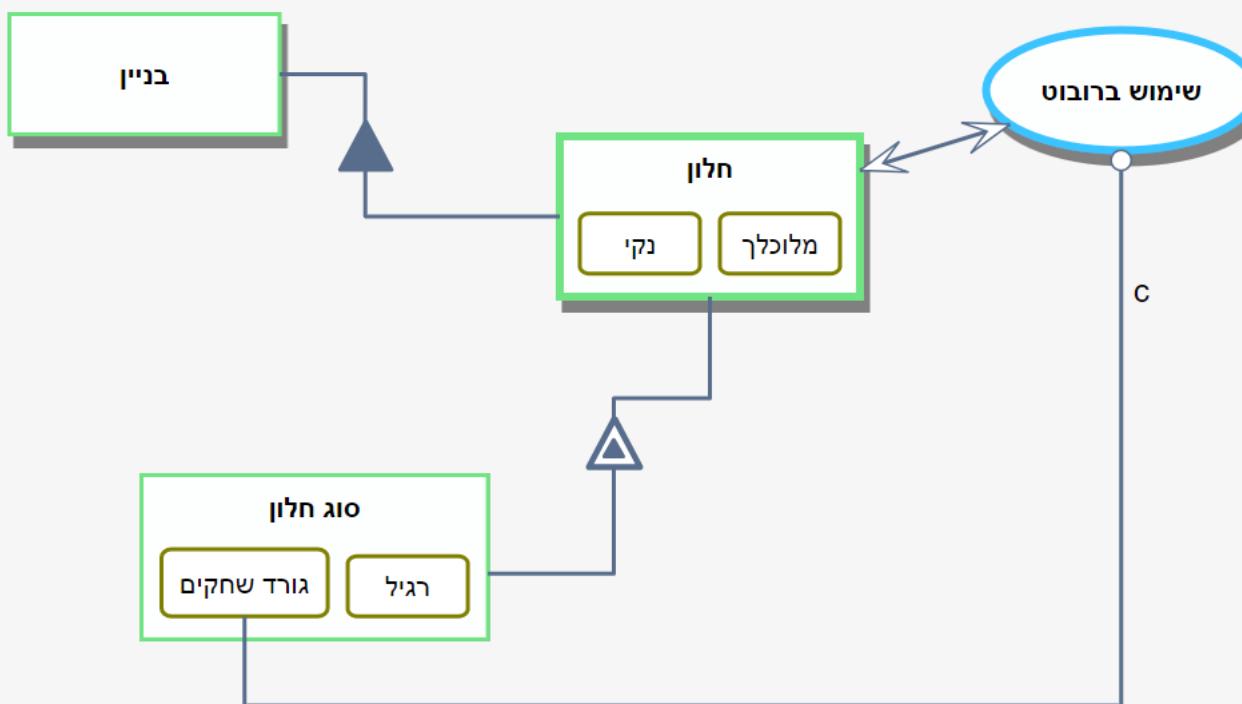
SD

# פתרון - המשר

unfold – SD1 •

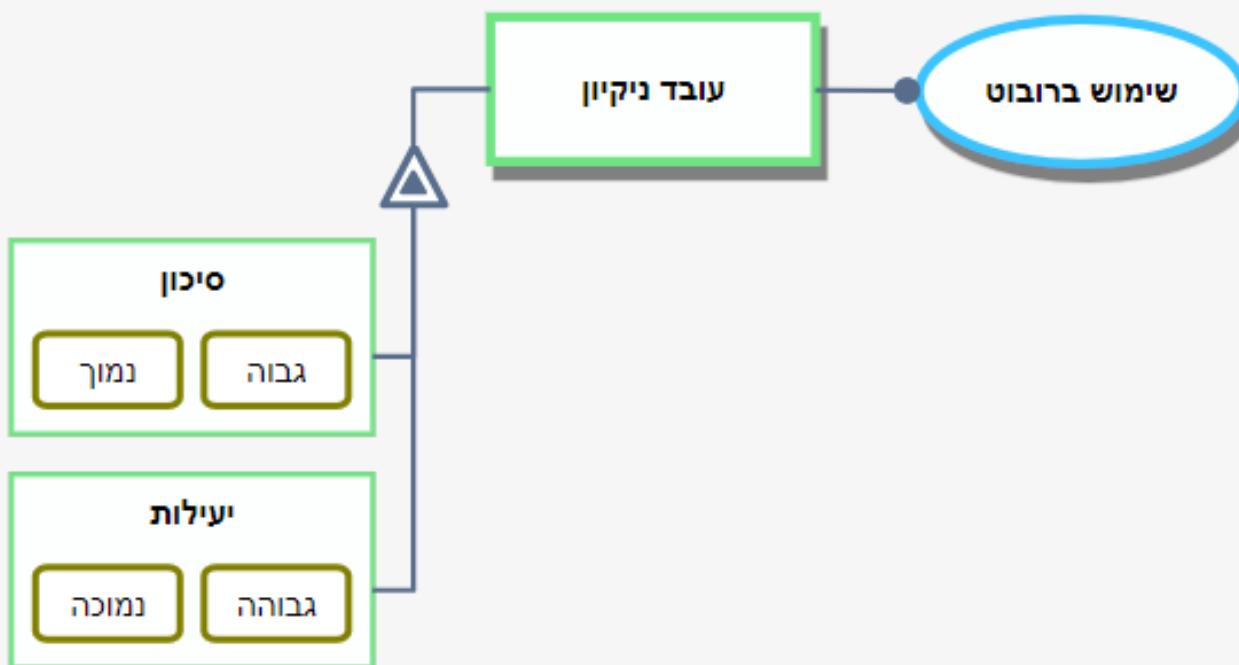


# פתרון - המשר



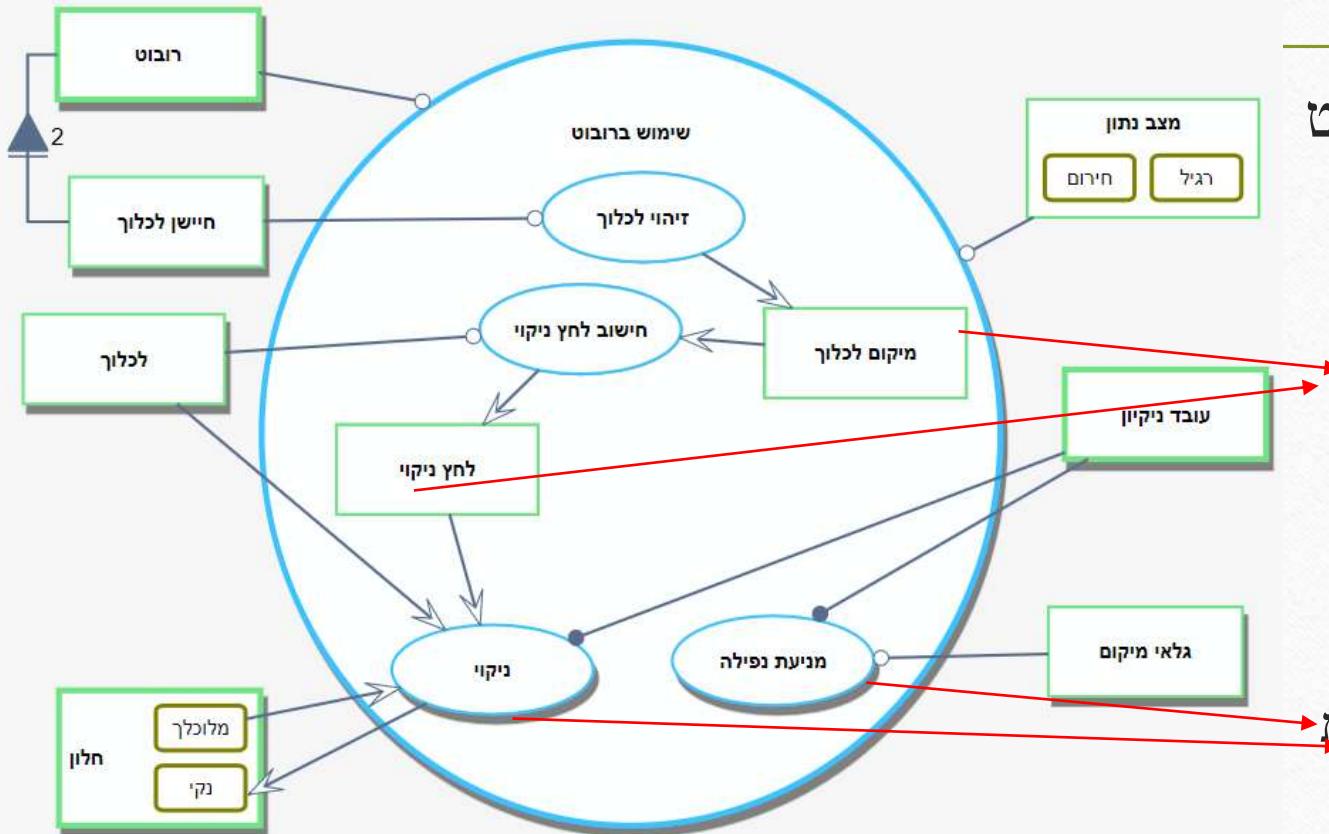
שימוש ב Robbins  
unfold – SD2 •

# פתרון - המשך



• **lezoubd nikyon** – unfold – SD3

# פתרון - המשך



• Inzoom – SD4 לשימוש ברובוט

• ב Inzoom ניתן להוסיפה מצלבים  
כי זה פירוט. כמו ב "חלון"

משתנים זמינים

מתבצעות בו זמניות