

# הרצאה 4 - OPM

נטלי לוי

# MBSE – Model Based Systems Engineering



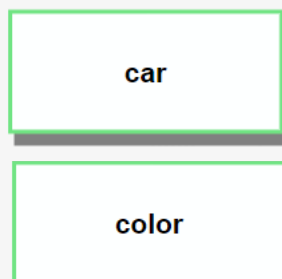
- העיקרון הבסיסי של הנדסת מערכות מבוססת מודלים (MBSE) הוא שהמודל הקונספטואלי של המערכת מבוטא מוקדם ככל האפשר, רצוי כבר משלב הדרישות.
- MBSE מוגדרת כשימוש פורמלי במודלים לתמיכה בדרישות, תכנון, ניתוח ואימות המערכת, תוך שמירה על מודל אחיד המתפתח לאורך מחזור חיי המערכת.

# OPM

---

- גישה למידול מערכות המייצגת את הפונקציה, המבנה וההתנהגות של כל מערכת באמצעות שני דברים בלבד:  
אובייקטים—דברים שקיימים  
תהליכים—דברים שמשפיעים על אובייקטים  
בנוסף, יש קשרים שמחברים בין האובייקטים והתהליכים

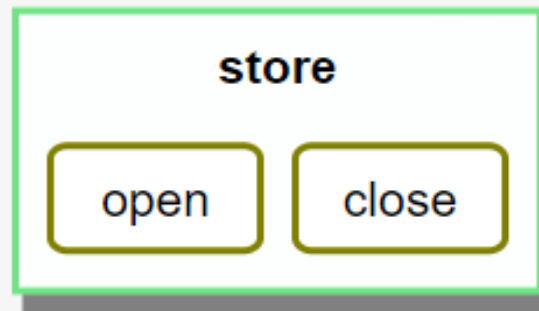
# אובייקט



- אובייקט זה דבר שקיים. מצוייר כמלבן עם מסגרת ירוקה.
- אובייקט פיסי – משהו קיים שאפשר לגעת בו. למשל: נהג. מצוייר עם צל.
- אובייקט אינפורמטיבי – משהו קיים שאי אפשר לגעת בו. למשל: צבע.
- שם של אובייקט יכתב תמיד בצורת יחיד

# מצבים

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





# דוגמא אובייקטים

---

- זהו את האובייקטים בסיפור הבא:

במכללת בראודה מתקיימים קורסים שונים, בהם לומדים סטודנטים ומלמדים מרצים. כל סטודנט נרשם למספר קורסים ונבחן במבחנים המצריכים חשיבה. סטודנט יכול להיות במצב אקדמי תקין או לא תקין. כדי לעבור ממצב אקדמי תקין ללא תקין הוא ישתתף בועדה, בה ישתתף גם מרצה מהמכללה.

# פתרון דוגמא



# תרגיל - מצא את כל האובייקטים בסיפור

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



# פתרון



# תהליך

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

# תהליך - המשך

- תהליך פיסית – טרנספוזיציה נראית לעין. למשל: הליכה. מצוייר עם צל.
- תהליך אינפורמטיבי – טרנספוזיציה שאינה נראית לעין. למשל: חשיבה. ללא צל.



# דוגמא תהליכים

- זהו את התהליכים בסיפור הבא והוסיפו למודל:

במכללת בראודה מתקיימים קורסים שונים, בהם לומדים סטודנטים ומלמדים מרצים. כל סטודנט נרשם למספר קורסים ונבחן במבחנים המצריכים חשיבה. סטודנט יכול להיות במצב אקדמי תקין או לא תקין. כדי לעבור ממצב אקדמי תקין ללא תקין הוא ישתתף בועדה, בה ישתתף גם מרצה מהמכללה.

# פתרון



# תרגיל - הוסיפו את כל התהליכים בסיפור

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



# פתרון



# סיכום אובייקטים ותהליכים



# OPL & OPD

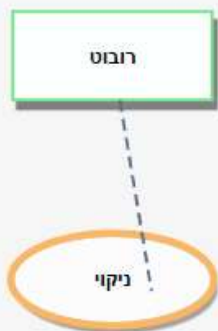


## OPL

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 מצב נתון.
5. נמוכה or גבוהה can be יעילות.
6. נמוך or גבוה can be סיכון.

- OPD - Object Process Diagram  
הדיאגרמה המצוירת 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 בדיאגרמה.
- עוזר להחליט אם הדיאגרמה שבנינו היא נכונה.
- נמצא בתחתי המסך, מתחת לדיאגרמה.

# קשרים

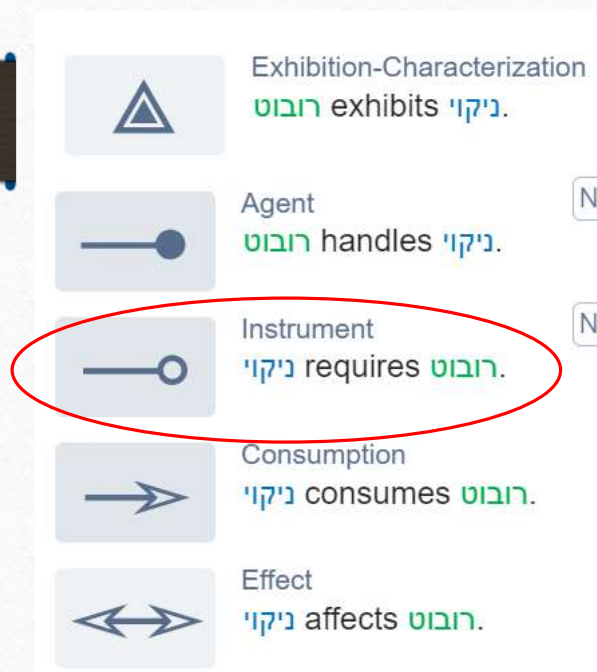


- נועדו לחבר בין שני אובייקטים, שני תהליכים או אובייקט ותהליך.

- ישנם שני סוגים של קשרים:

- קשרים תהליכיים – מחברים בין תהליך לאובייקט או שני תהליכים

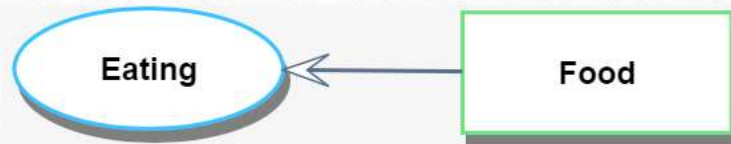
- קשרים מבניים – מחברים בין שני אובייקטים



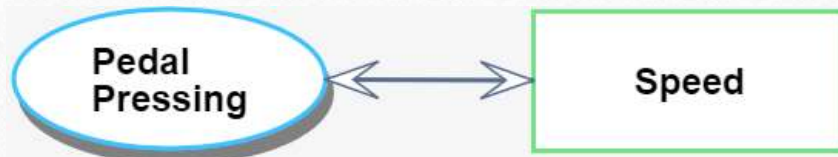
# קשרים תהליכיים



- Result (תוצאה): האובייקט נוצר כתוצאה מהתהליך.



- Consumption (צריכה): האובייקט נהרס כתוצאה מהתהליך.



- Effect (השפעה): התהליך משפיע על האובייקט. ייתכן ומשנה את המצב שלו.

# קשרים תהליכיים

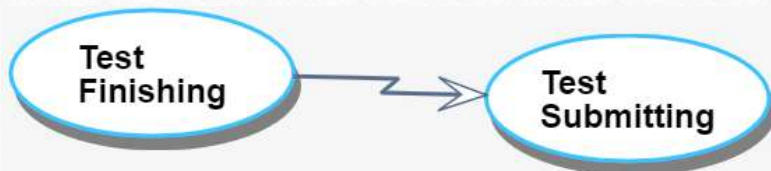
- Agent (סוכן): האובייקט הוא אדם ובלעדיו התהליך לא יכול להתקיים.



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



- Invocation: קשר המתקיים בין שני תהליכים בלבד. כאשר התהליך הראשון מסתיים יתחיל מייד התהליך השני.

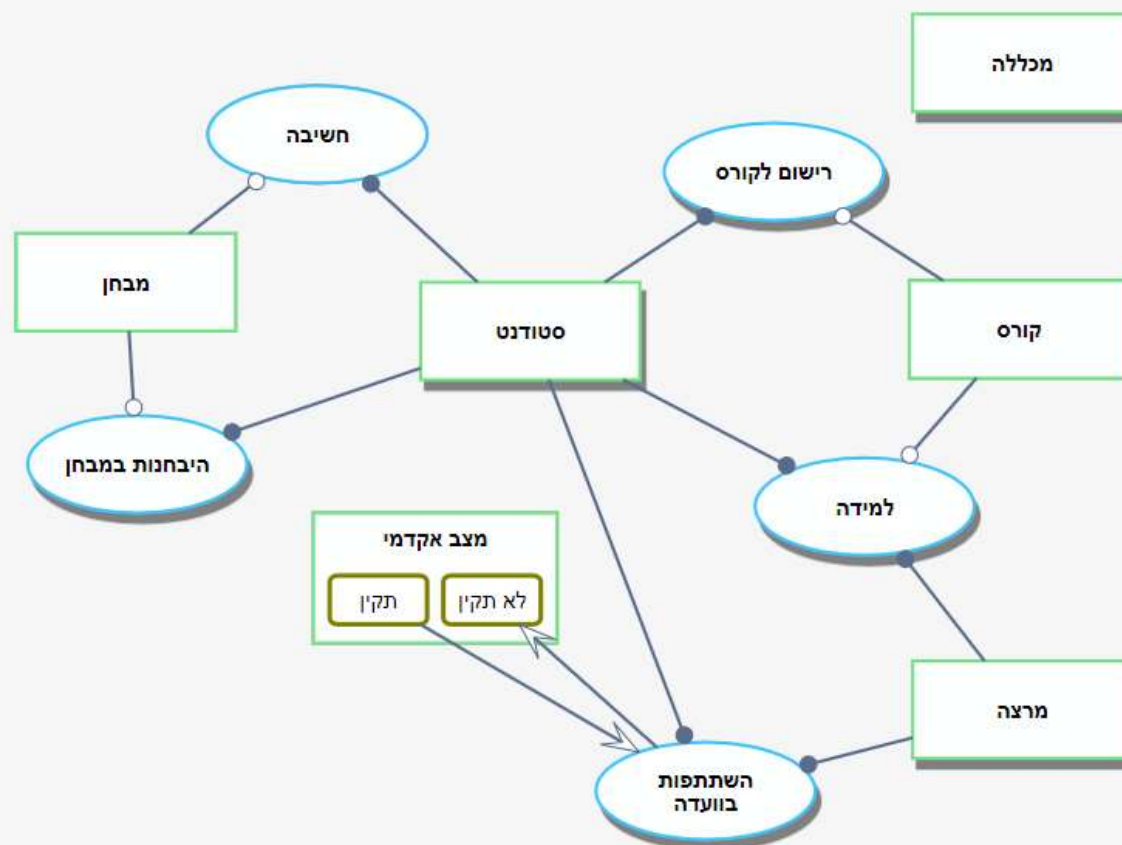




# דוגמא קשרים תהליכיים

- זהו את הקשרים התהליכיים בסיפור הבא והוסיפו למודל:  
במכללת בראודה מתקיימים קורסים שונים, בהם לומדים סטודנטים ומלמדים מרצים. כל סטודנט נרשם למספר קורסים ונבחן במבחנים המצריכים חשיבה. סטודנט יכול להיות במצב אקדמי תקין או לא תקין. כדי לעבור ממצב אקדמי תקין ללא תקין הוא ישתתף בועדה, בה ישתתף גם מרצה מהמכללה.

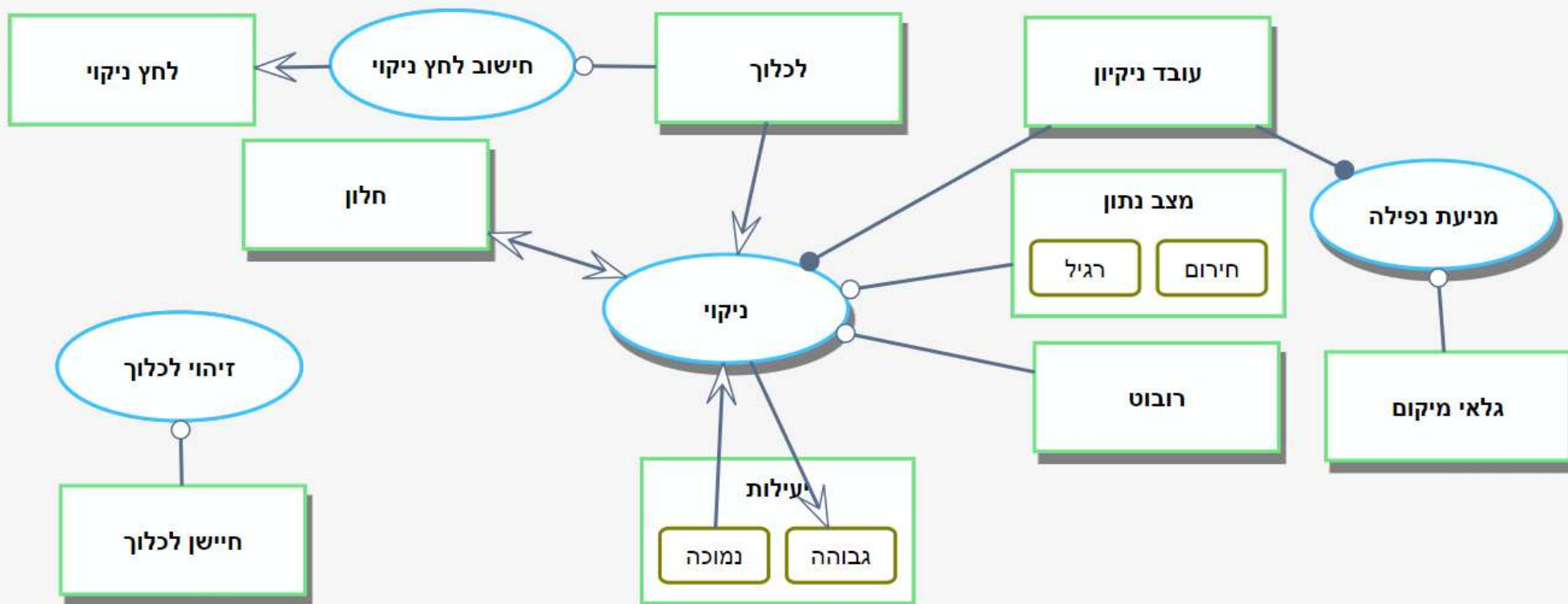
# פתרון



# תרגיל - הוסיפו את כל הקשרים התהליכיים בסיפור

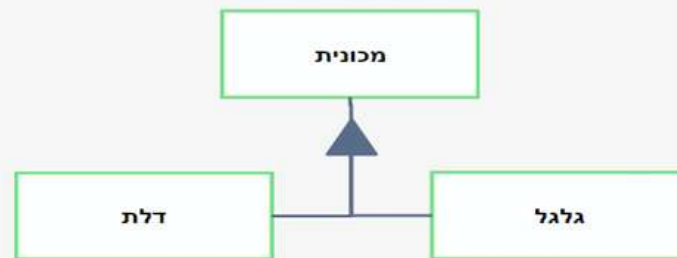
- חברת "טכנו-טרנס" מפתחת רובוטים לניקוי חלונות גורדי שחקים. החברה קיבלה בקשה מיוחדת לפתח רובוט שיוכל לנקות חלונות בצורה אוטומטית, לזהות לכלוך ולהתאים את לחץ הניקוי לפי עוצמת הלכלוך. המערכת צריכה לכלול חיישני לכלוך, מנועי תנועה וגלאי מיקום כדי למנוע נפילה מהבניין. בנוסף, הרובוט חייב להיות קל לתחזוקה ולשימוש ידני במקרה חירום. המטרה היא להקטין את הסיכון לעובדי ניקיון ולשפר את היעילות.
- הוסיפו את הקשרים התהליכיים ב OPCLOUD למודל שבו יצרתם את האובייקטים והתהליכים.
- אל תשכחו לשמור.

# פתרון

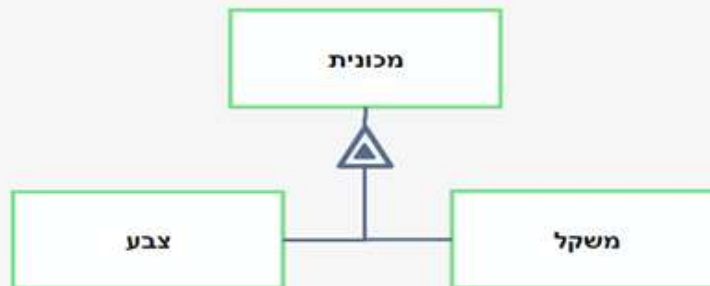


# קשרים מבניים

- שלם וחלקיו (Aggregation)

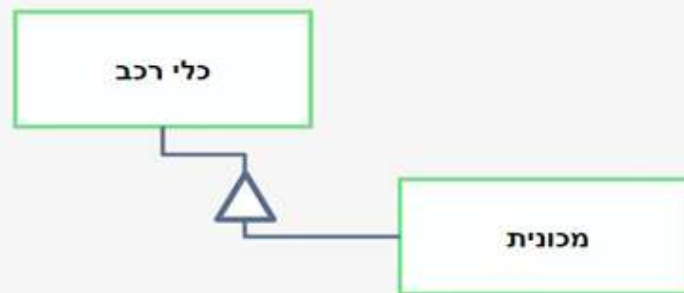


- Exhibition (מאפיין)

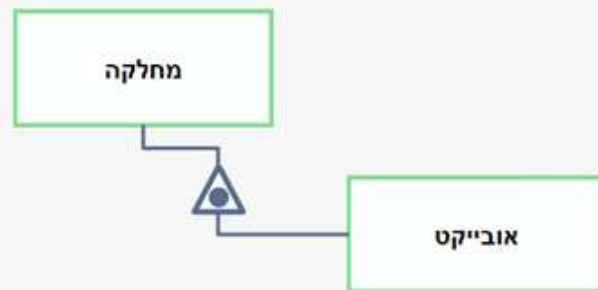


# קשרים מבניים

- Generalization (הכללה)



- Classification (מופע\אובייקט של מחלקה)





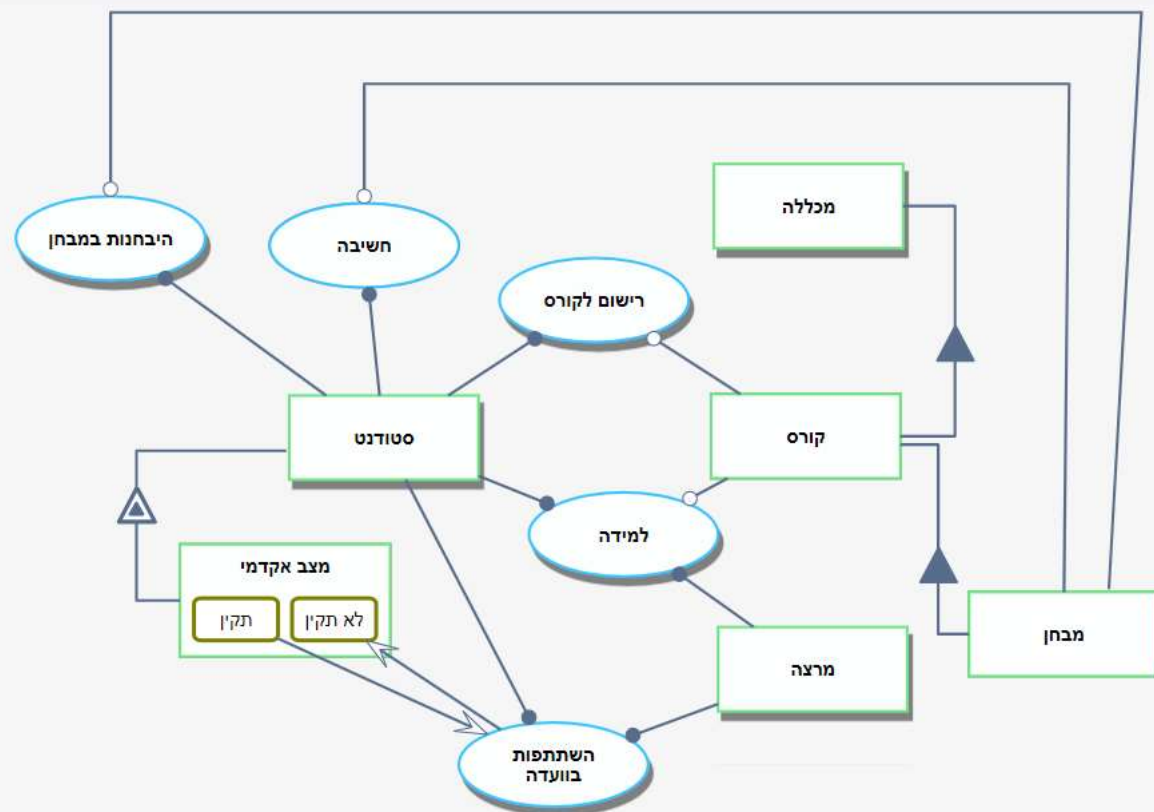
# דוגמא קשרים מבניים

---

- זהו את הקשרים המבניים בסיפור הבא והוסיפו למודל:

במכללת בראודה מתקיימים קורסים שונים, בהם לומדים סטודנטים ומלמדים מרצים. כל סטודנט נרשם למספר קורסים ונבחן במבחנים המצריכים חשיבה. סטודנט יכול להיות במצב אקדמי תקין או לא תקין. כדי לעבור ממצב אקדמי תקין ללא תקין הוא ישתתף בועדה, בה ישתתף גם מרצה מהמכללה.

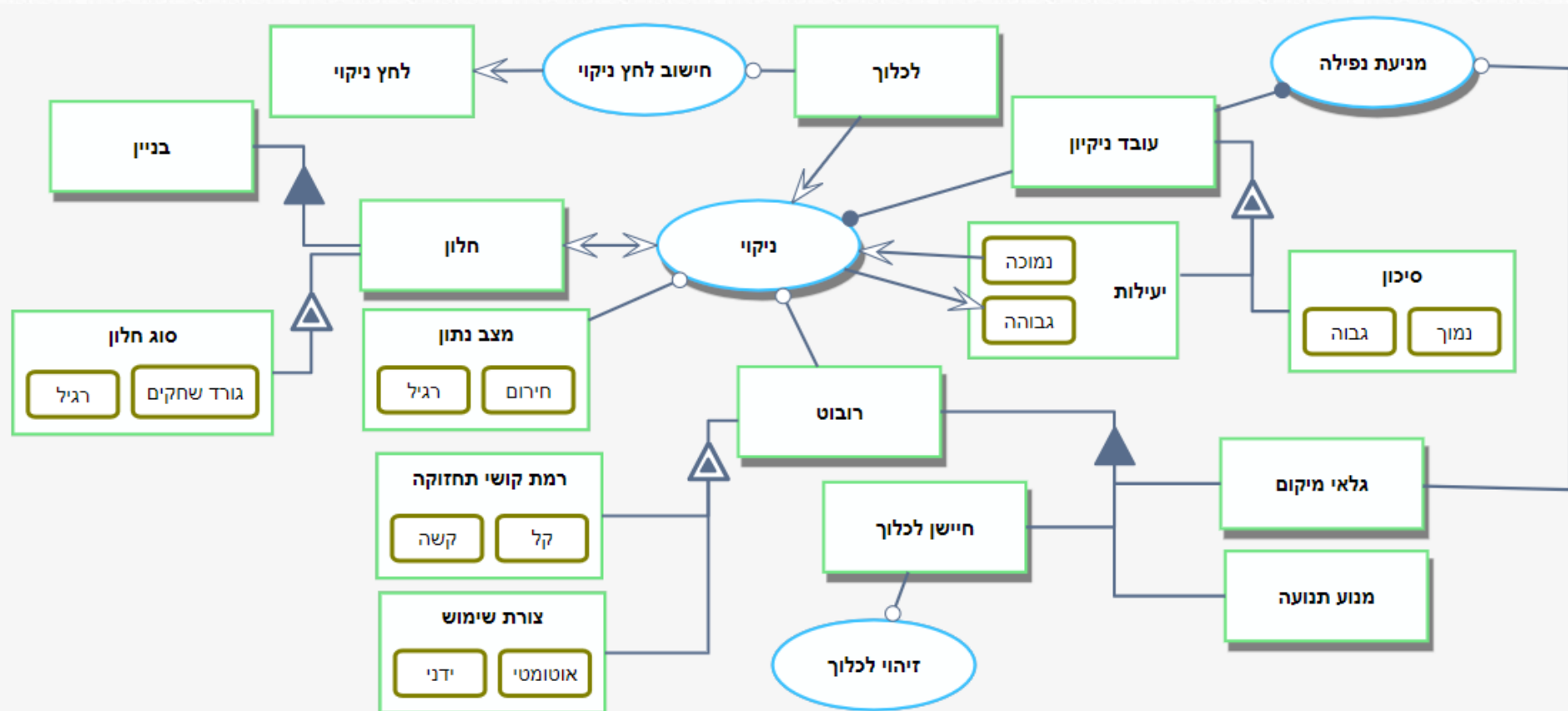
# פתרון



# תרגיל - הוסיפו את כל הקשרים המבניים בסיפור

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

# פתרון



# תרגיל סיכום

**חנות מקוונת לבגדים** מפתחת מערכת לניהול משלוחים. לקוחות החנות יוכלו לפתוח הזמנה חדשה. המערכת תבחר את חברת המשלוחים המתאימה ביותר בהתאם להזמנה (כתובת וסוג) ותעדכן את ההזמנה סטטוס המשלוח. כל חלק במערכת יכיל מאפיינים משלו.

לכל לקוח יישמרו שם, טלפון ומגדר.

הזמנה תכלול מספר הזמנה, שם לקוח, טלפון לקוח, רשימת פריטים, סטטוס הזמנה.

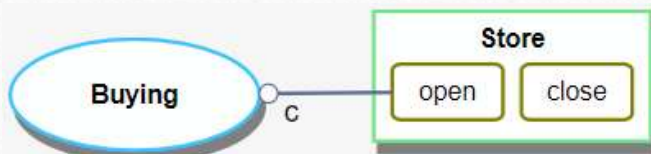
לכל פריט יישמר מקט, שם, צבע ומידה (S, M, L).

עבור כל משלוח יישמרו מזהה חברת משלוחים, מספר הזמנה ומחיר משלוח.

צרו מודל OPM המתאים לסיפור.

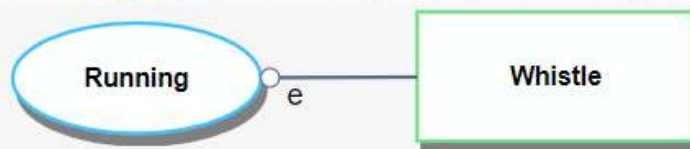
# קשרים תהליכיים - המשך

- קשר תנאי (condition): לקשר כלי ניתן להוסיף תנאי. המשמעות היא שניתן יהיה לבצע את התהליך רק בתנאי שהאובייקט נמצא במצב מסויים.



- למשל, ניתן לקנות בחנות רק בתנאי שהיא פתוחה
- למשל, ניתן להירשם לקורס רק בתנאי שיש ציון עובר בקדם שלו
- יסומן עם האות c בקצה הקשר, ליד העיגול הלבן.

- קשר אירוע (event): לקשר כלי ניתן להוסיף אירוע. המשמעות היא שברגע שאובייקט יעבור למצב מסויים התהליך מיד יתחיל. לחילופין, ברגע שאובייקט נוצר הוא ישר יפעיל תהליך.

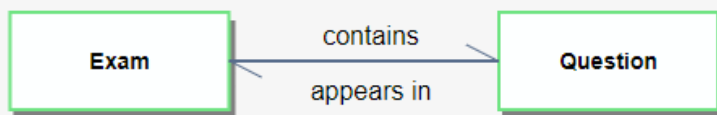


- למשל, ניתן להתחיל לרוץ רק לאחר שנוצרה שריקה



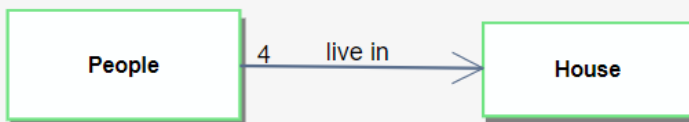
# קשרים מבניים - המשך

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



- למשל, מבחן מכיל שאלות ושאלה מופיעה במבחן.

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



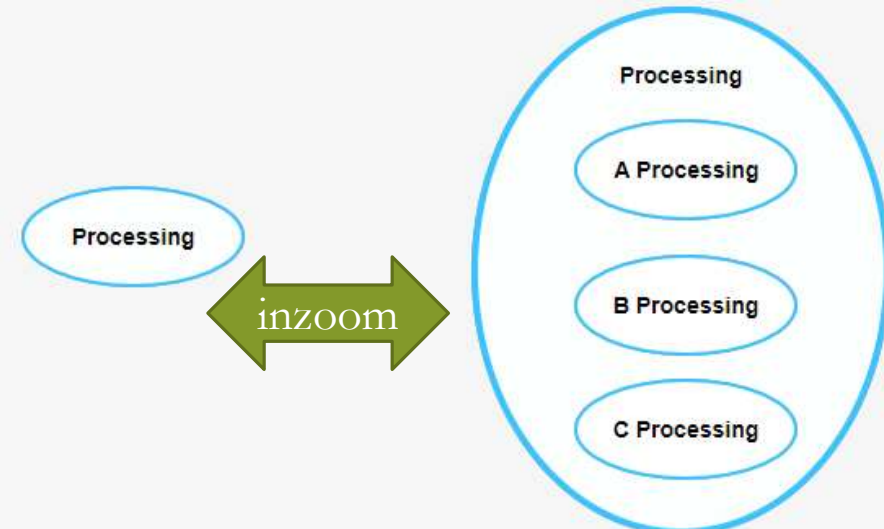
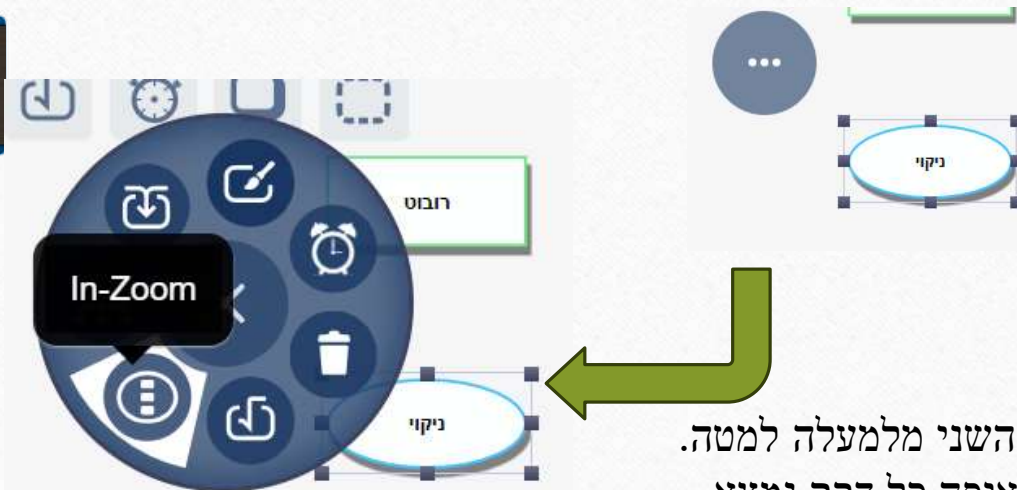
- למשל, 4 אנשים שייכים לבית

# היררכיה

- המודל יתחיל מדיאגרמה שתחיל תהליך אחד מרכזי והאובייקטים המרכזיים שבו. דיאגרמה זו נקראת SD (System Diagram).
- ניתן לדייק את הדיאגרמה על ידי פירוט תתי התהליכים וחלקי האובייקטים.
- הדיוק יתבצע באחת הדרכים הבאות:
  - Inzoom
  - Unfold
- כל שלב של דיוק יקרא בסדר כרונולוגי: SD1, SD1.1, SD2 וכו'...

# Inzoom

נלחץ על התהליך המבוקש ולאחר מכן נלחץ על שלוש נקודות ליד התהליך שיפתחו את התפריט בו ניתן לבחור ב inzoom

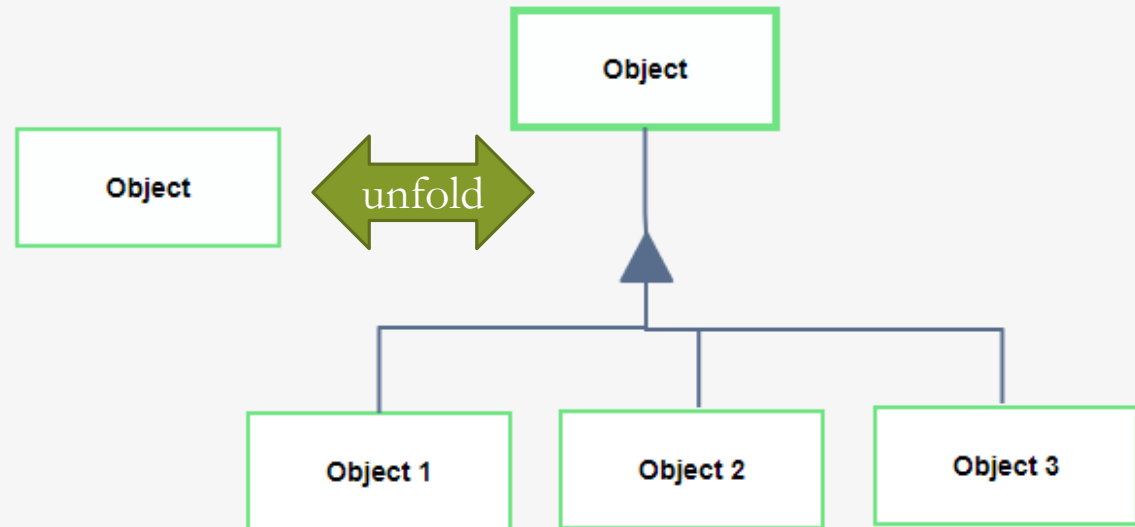
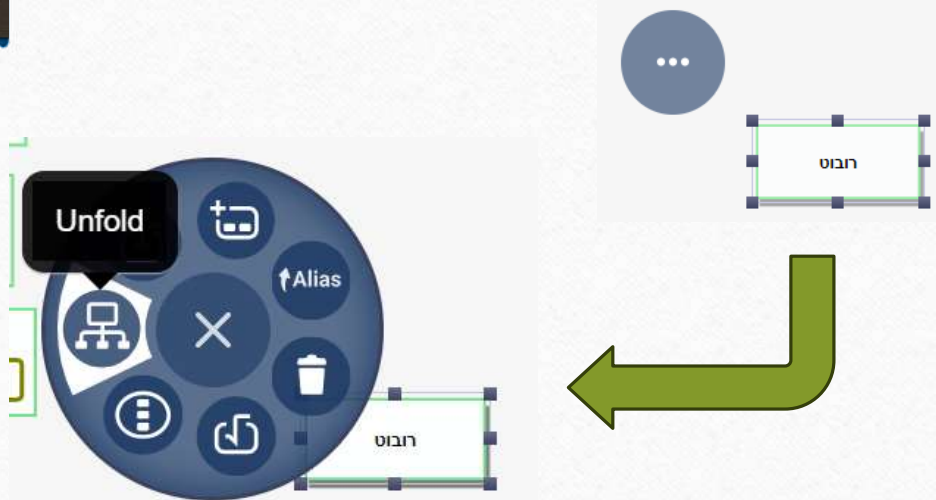


תהליך processing מורכב משלושה תתי תהליכים אשר מתבצעים אחד אחרי השני מלמעלה למטה. ניתן לעשות Inzoom גם לאובייקט. במקרה כזה זהו יהיה תיאור של מבנה - איפה כל דבר נמצא פיסית.

אובייקט המופיע בתוך inzoom של תהליך הוא אובייקט זמני. יעלם לאחר סיום התהליך.

# Unfold

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



Object מורכב מ object1, object2, object3.  
ניתן לעשות גם unfold לתהליך והמשמעות של זה היא שהתהליך  
מורכב ממספר תתי תהליכים ללא משמעות לסדר הכרונולוגי ביניהם

# דוגמא 1

---

- נרצה לבנות מודל OPM המייצג הפעלת כלי רכב דו-גלגלי.
- בכלי רכב יהיו גלגלים, מנוע, מערכת ההגה, פנס.
- מערכת ההגה תהיה מורכבת מההגה והצופר.
- כלי הרכב יידע לנסוע קדימה, לנסוע אחורה, לעצור.
- בכלי הרכב יהיה נהג אחד.

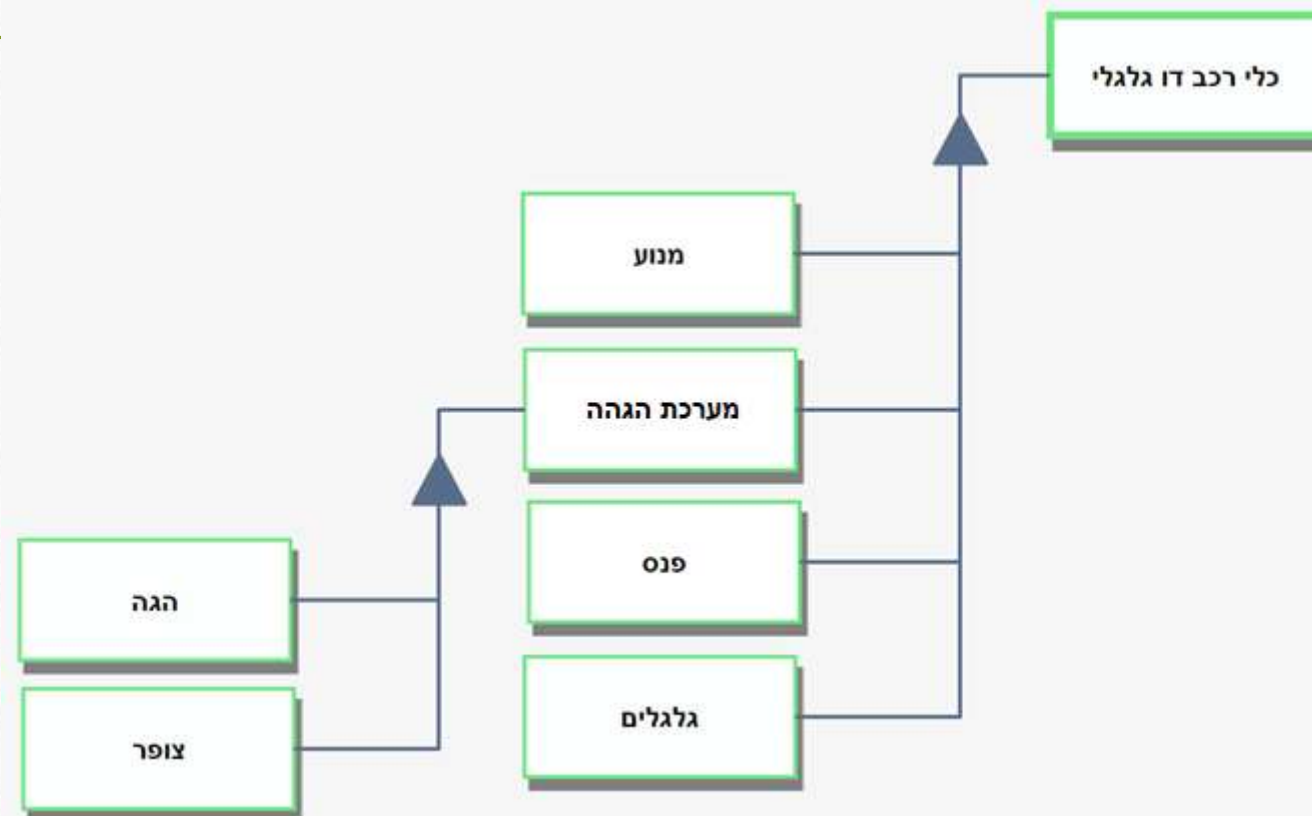
# דוגמא 1 – פתרון SD

---

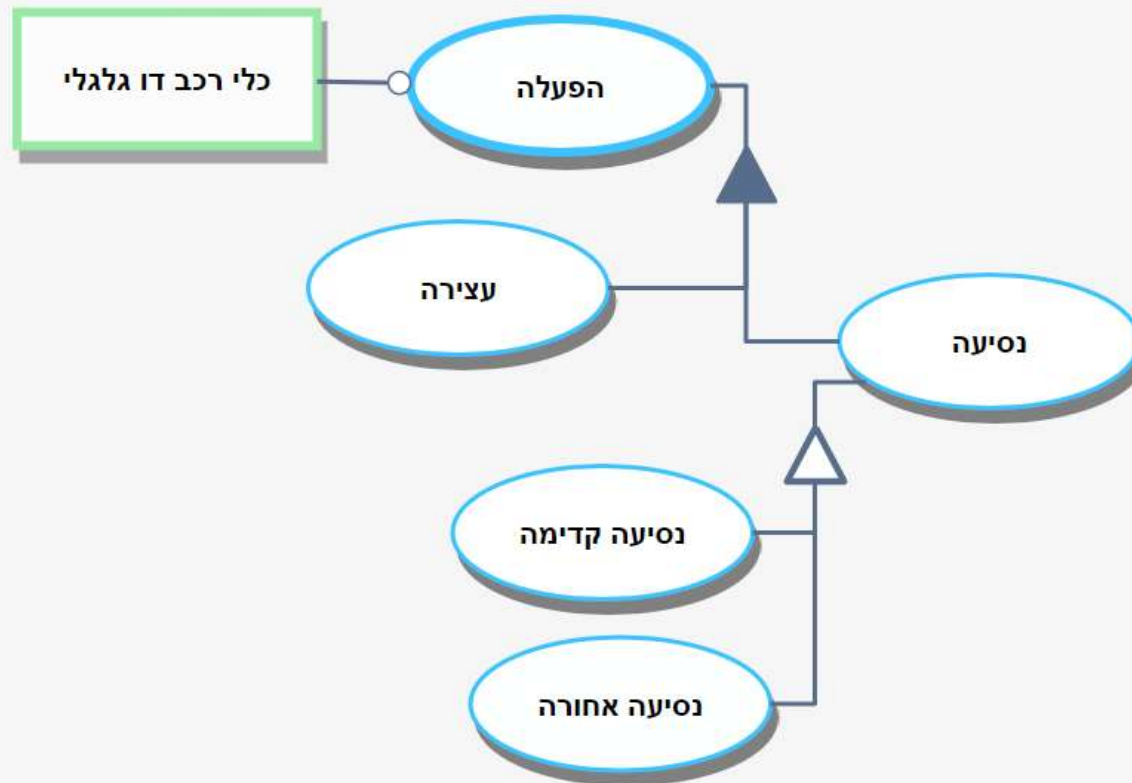




# דוגמא 1 – פתרון SD1



# דוגמא 1 – פתרון SD2



## דוגמא 2

---

- נדרש לעדכן את המודל מתרגיל 2 בצורה הבאה:

- כלי הרכב יכול להיות בעל 2-6 גלגלים

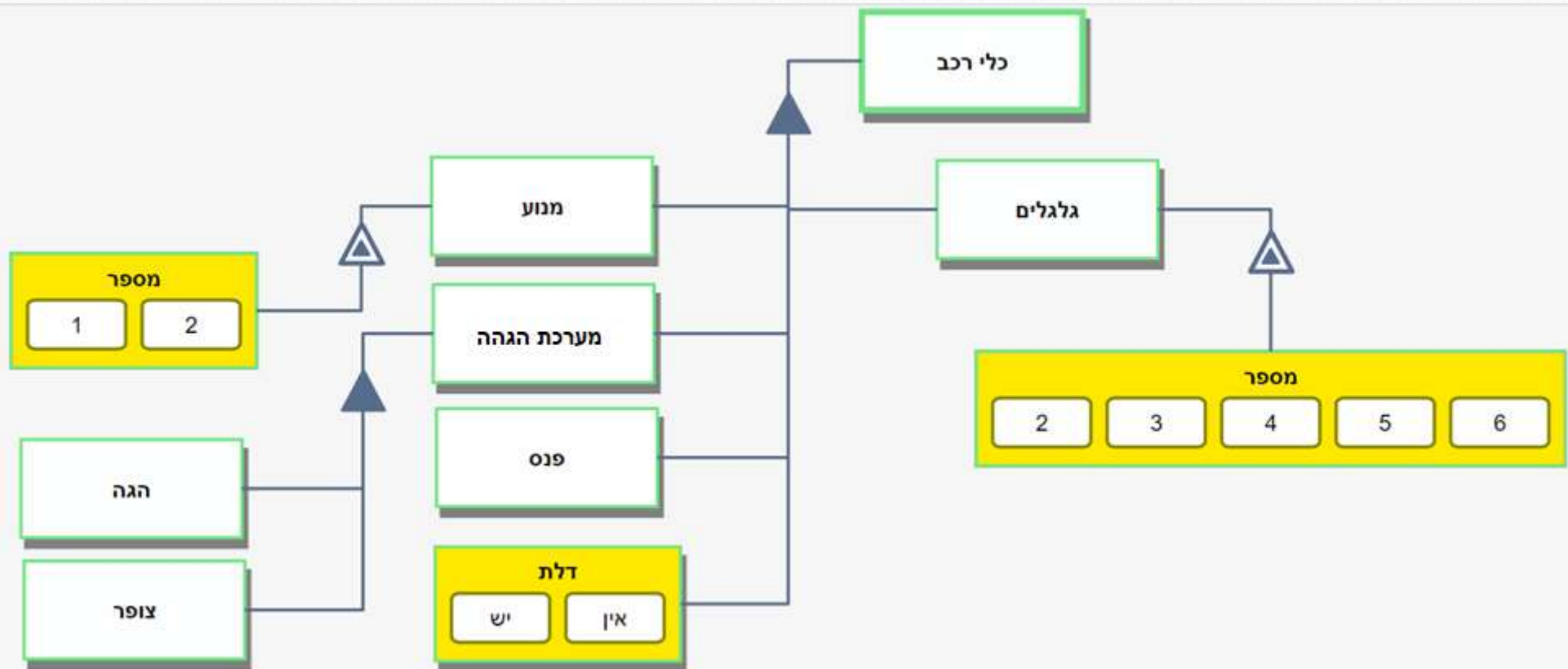
- יכולות להיות לו דלתות

- יכולים להיות 1-2 נהגים

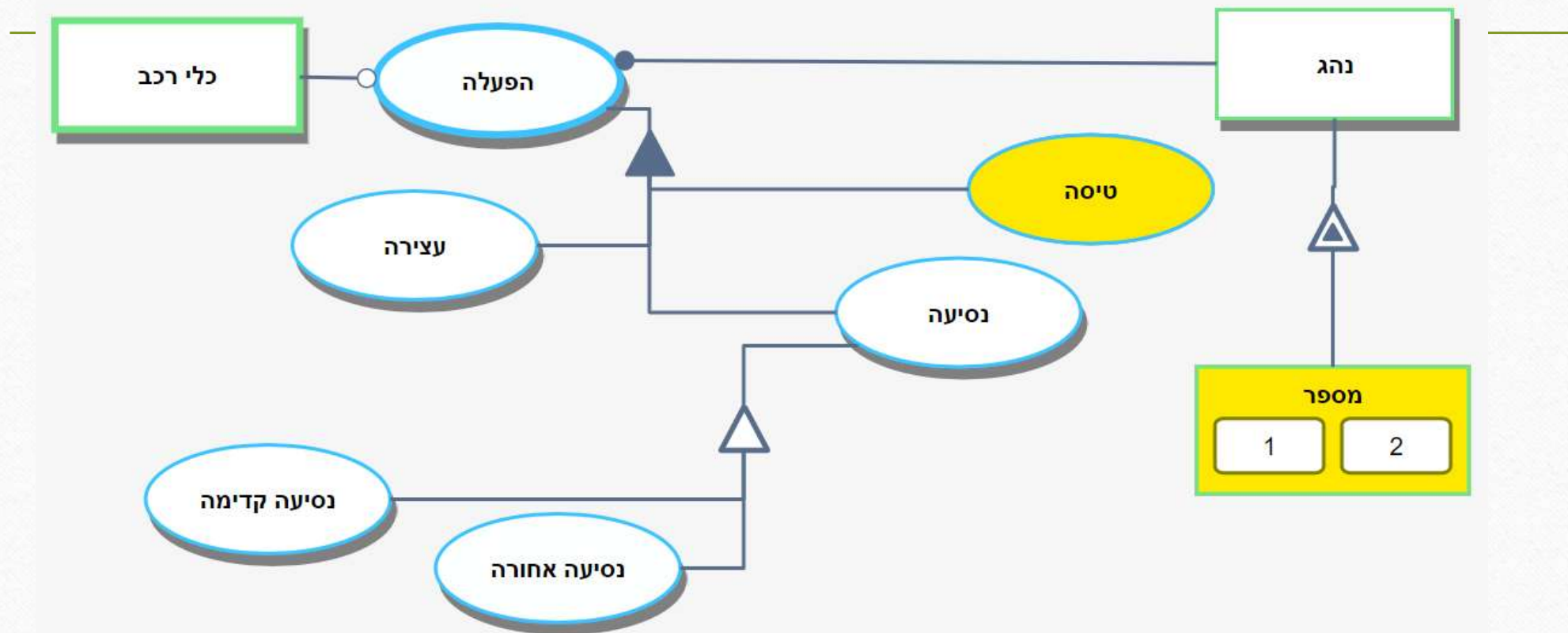
- כלי הרכב יכול גם לטוס

- כלי הרכב יכול להיות דו-מנועי

## דוגמא 2 – פתרון SD1



## דוגמא 2 – פתרון SD2

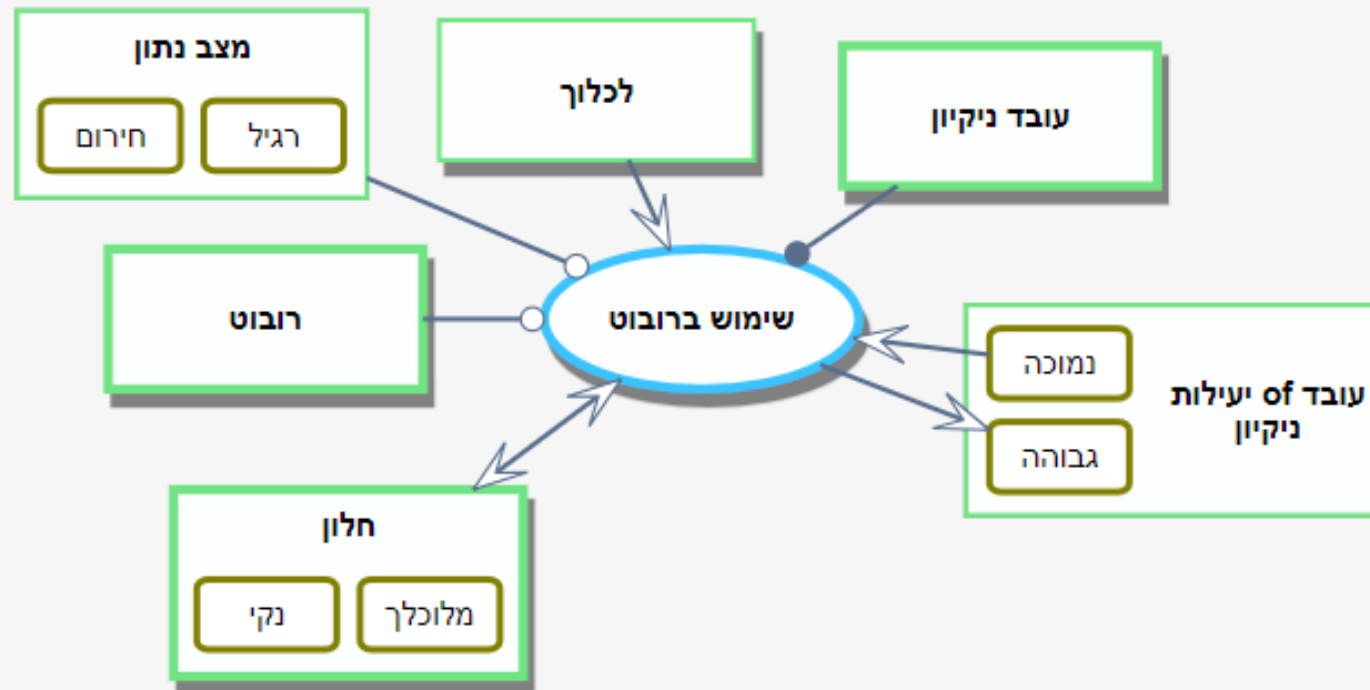


# תרגיל: שיפור מודל

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



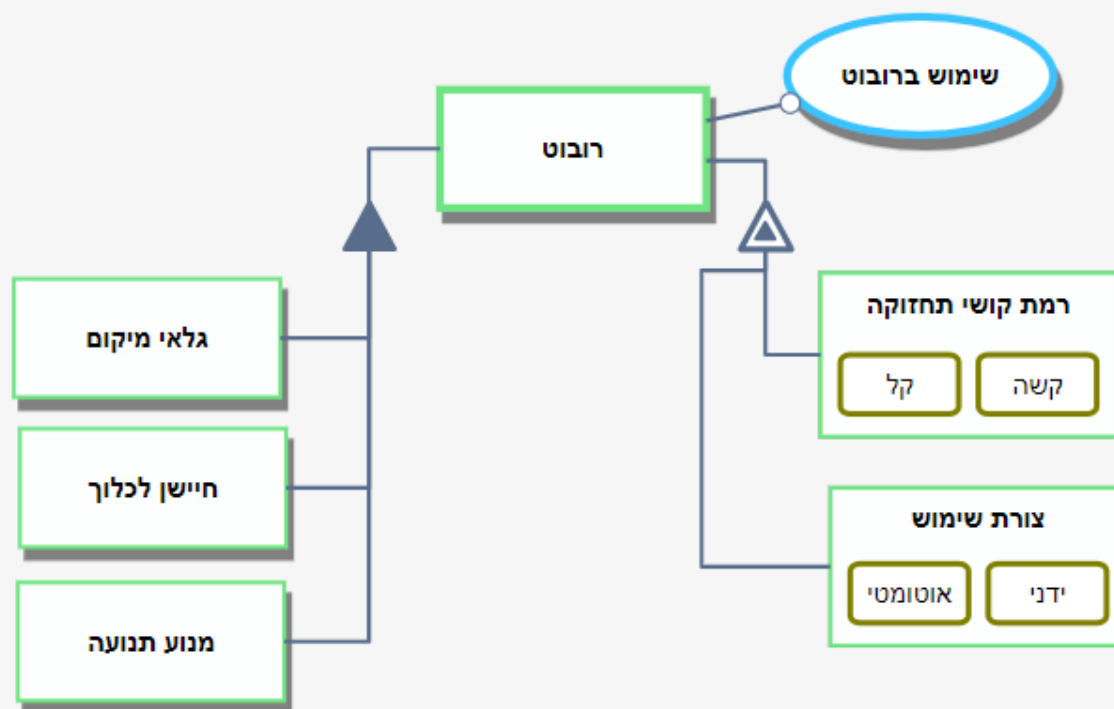
# פתרון



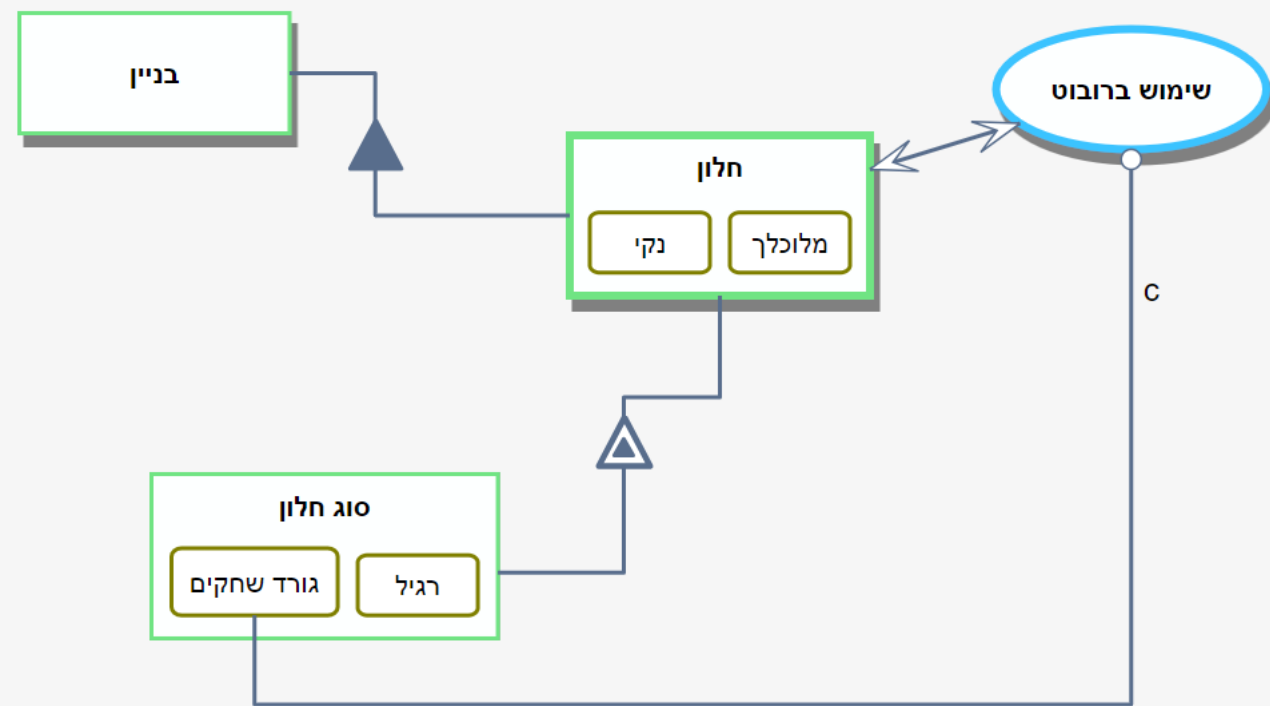
SD •

# פתרון - המשך

• SD1 – unfold לרובוט



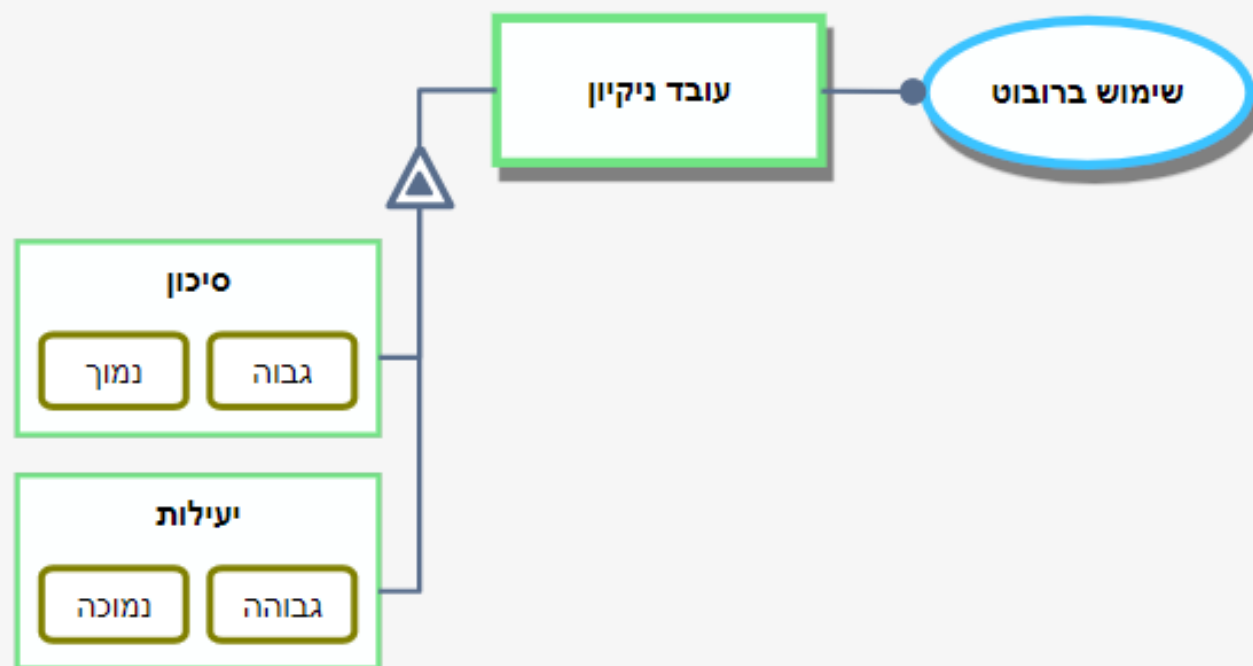
# פתרון - המשך



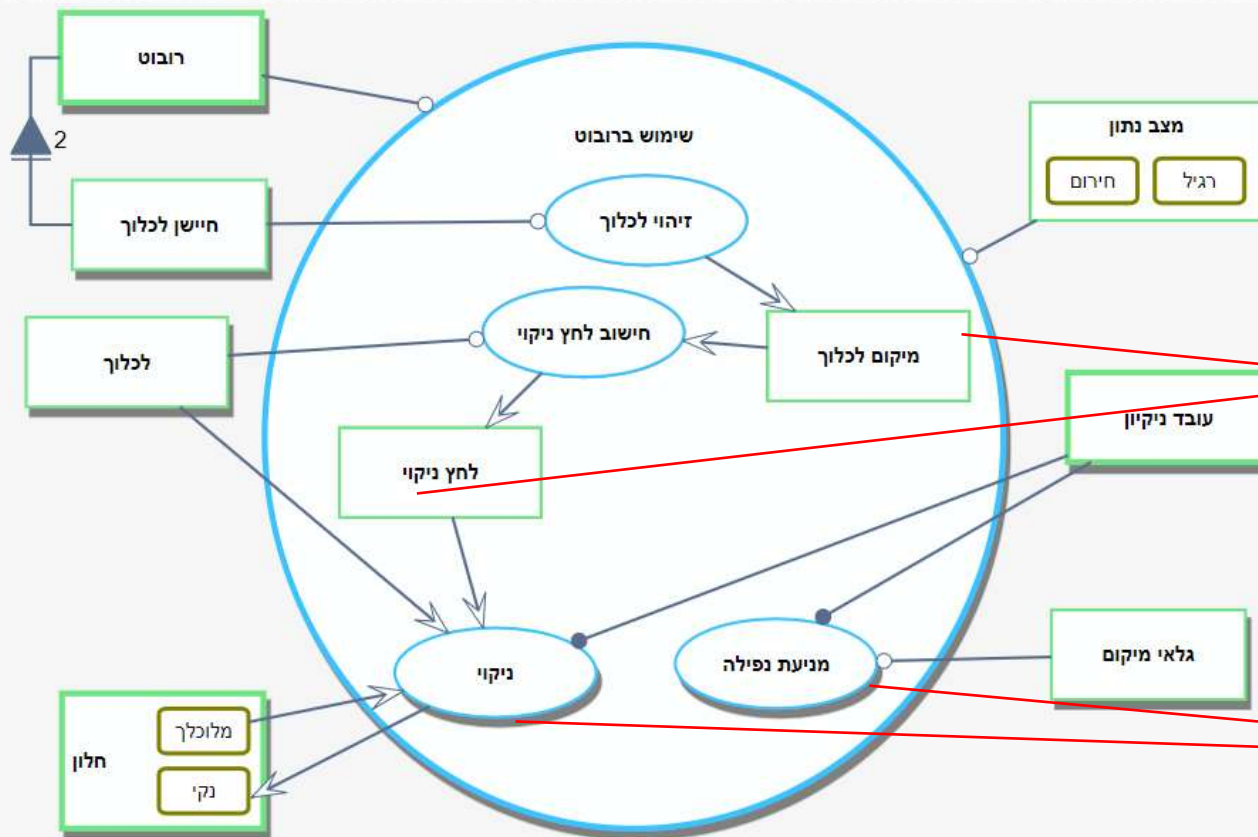
• SD2 – unfold לחלון

# פתרון - המשך

- SD3 – unfold לעובד ניקיון



# פתרון - המשך



• SD4 – inzoom לשימוש ברובוט

• ב Inzoom ניתן להוסיף מצבים כי זה פירוט. כמו ב "חלון"

משתנים זמניים

מתבצעות בו זמנית