

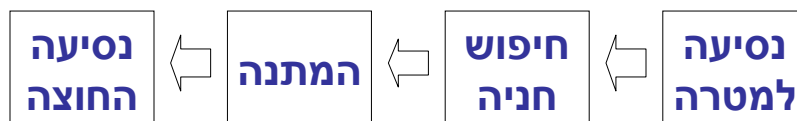
## מודל חיפוש חניה

### סלבה בירפיר

החוג לגיאוגרפיה ולסביבת האדם,  
מעבדה להדמיה סביבתית, בית ספר פורטר ללימודי סביבה  
אוניברסיטת תל-אביב

הדמית תהליכי חיפוש חניה –  
בסיס לבדיקה השוואתית של מדיניות החניה בעיר

מודל חניה מבוסס סוכנים  
כל סוכן (נהג) במודל נוסע למטרה, חונה  
ועוזב את המודל לפי שלבים הבאים:



Environmental Simulation Laboratory המעבדה להדמיה סביבתית

ESLab

### המודל מתבסס על מערכת מידע גיאוגרפי

### שכבות GIS

- Segment
- Junction
- Turn Restrictions
- Parking places

Allow Nulls	Length	Data Type	Column Name
	4	int	IdJunction
✓	8	float	Coordinate_x
✓	8	float	Coordinate_y
	1	bit	Inside
	1	bit	Outside

Allow Nulls	Length	Data Type	Column Name
	4	int	IdParking
✓	4	int	IdSegment
✓	8	float	SegmentPart
✓	1	tinyint	IdParkingState

Allow Nulls	Length	Data Type	Column Name
	4	int	IdTurn
✓	4	int	IdJunction
✓	1	int	IdFromSegment
✓	1	int	IdToSegment

Allow Nulls	Length	Data Type	Column Name
	4	int	IdSegment
✓	4	int	IdFromJunction
✓	4	int	IdToJunction
✓	1	tinyint	IdTrafficDirection

Environmental Simulation Laboratory המעבדה להדמיה סביבתית

ESLab

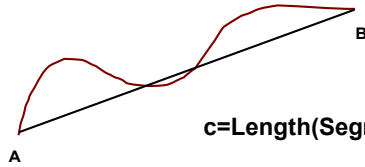
Allow Nulls	Length	Data Type	Column Name
	4	int	IdCar
✓	4	int	IdSegment
✓	8	float	SegmentPart
✓	1	tinyint	IdActivity
✓	1	tinyint	IdDirection
✓	4	int	IdInputJunction
✓	4	int	IdOutputJunction
✓	4	int	IdTarget
✓	2	smallint	TimeParking
✓	1	tinyint	IdTrafficPart
✓	4	int	DistanceToTarget
✓	1	tinyint	CountFreeParkingToStop
✓	1	tinyint	IdCarState

בסיס הנתונים של המודל: מ"ג של רשת כבישים וטבלת סוכנים.

מיקום הרכב ברחוב תוך נסיעה וחניה נקבע על בסיס של *Linear referencing*

Linear referencing:  
Car location is given by a pair  
(ID, position on the link) = (N, 80%)

## פתרון בעיית חישוב מיקום רכב (כאשר קטע רחוב לא ישר)



$$P_{new} = P_{old} + V * \text{Iteration time} * c$$

$$c = \text{Length}(\text{Segment}_{AB}) / \text{Length}(AB) \quad \text{- מהירות}$$

### נוסחה כללית לחישוב מהירות הרכבים:

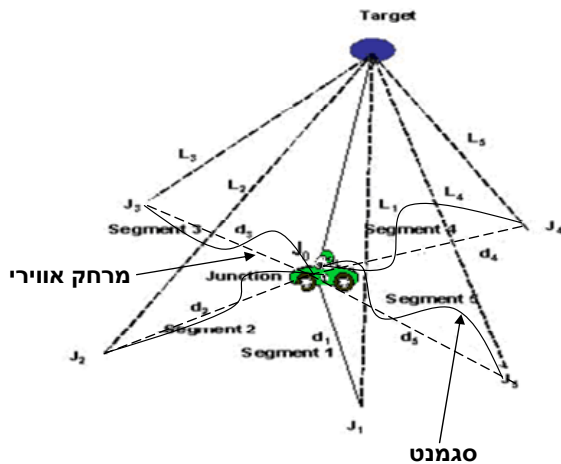
$$V_t = 0, \quad \text{if } S_t \geq S_{\text{max\_density}}$$

$$V_t = V_a(1 - (S_t / S_{\text{max\_density}})) \quad \text{otherwise}$$

"מרחק חניה" -  $R_a$   
 מהירות נסיעה תוך חיפוש חניה -  $V_a$   
 צפיפות רכבים בסגמנט -  $S_t$

## מעבר צומת בעת נסיעה למטרה

הנחות המודל: נהג יכול להעריך את המרחק בין כל צומת לאורך מסלול לבין יעד הנסיעה ובוחר מסלול על בסיס הערכה של מהירות בקטע שלפניו

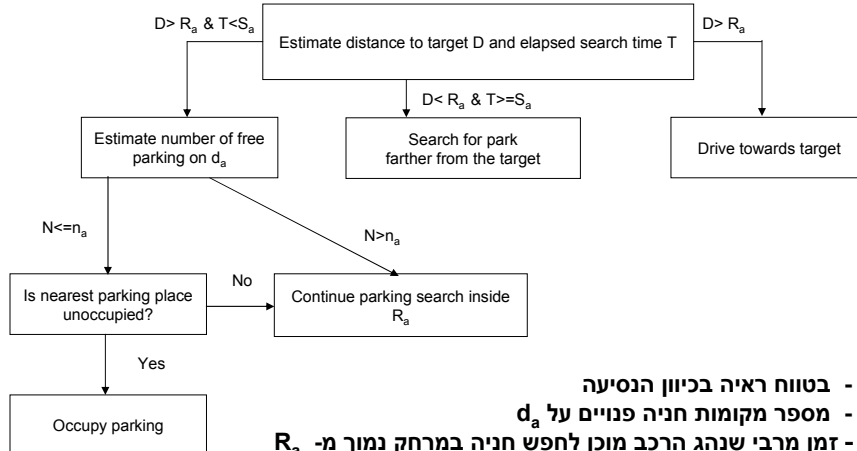


אם נהגי נמצא בצומת  $J_0$  ו-  $t_{(Li)}$  זמן נסיעה מצומת  $J_i$  למטרה, אז נהג בוחר קטע  $i$  שמספק מינימום של  $T_i = t_{(Li)} + t_{(di)}$

## Parking search

הנחת המודל : נהג יכול להעריך מצב החניה לאורך קטע רחוב  
 בטווח ראייה של  $d_a = 25$  מ' לפניו  
 הסתברות  $P_a(n_a)$  לחנות תלויה במספר מקומות פנויים  $n_a$   
 במרחק  $d_a$

הסתברות לחנות	מספר מקומות החניה הפנויים $n_a$ במרחק של $d_a$
0.9	1
0.5	2
0.1	3
0	4+



Environmental Simulation Laboratory המעבדה להדמיה סביבתית

**ESLab**

## ממשק המודל

התרחיש

הפרמטרים של התרחיש

רכב נע

המטרה

רכב חונה

חניה פנויה

סטטיסטיקות: מספר רכבים, נוסעים, חונים, וכו'

Environmental Simulation Laboratory המעבדה להדמיה סביבתית

**ESLab**

## ניסוי השטח נעשה על מנת לאמוד פרמטרים בסיסיים של התנהגות הנהג תוך חיפוש חניה (נבחנים סביב מכללת John Bryce, ת"א)

מספר ניסוי	מרחק תחילת חיפוש חניה. $R_0$ (מטרים)	מהירות תוך חיפוש חניה (קמ"ש)	זמן $S_0$ - חיפוש בדקות	האם נמצא מרחק $R_0$	מהירות עזיבת האזור (קמ"ש)
1	70	15	1	ק	
2	70	20	2	ק	
3	60	15	3	לא	35
4	60	25	3	לא	35
5	60	20	1	ק	
6	60	15	2	ק	
7	70	20	2	לא	30
8	60	15	2	ק	
9	50	20	2	לא	35
10	60	15	3	לא	35
11	60	15	3	ק	
ממוצעים					
34	61.82	17.73	2.18		
סטיית תקן					
2	5.75	3.28	0.72		

נימוקי הבחירה: סיבה ראשית - זמן ההליכה ליעד  
סיבות משניות - בטיחות של חניה, נגישות לחניה (לא יושמו במודל)

Environmental Simulation Laboratory המעבדה להדמיה סביבתית

ESLab

# Demonstration

Environmental Simulation Laboratory המעבדה להדמיה סביבתית

ESLab

## אימות המודל נעשה על בסיס תרחישים

**דוגמת תרחיש (הצגת תיארון):**  
נהגים מגיעים ליעד נקודתי משותף בקצב גבוה ולא עוזבים פרמטרים משותפים בכל התרחישים:

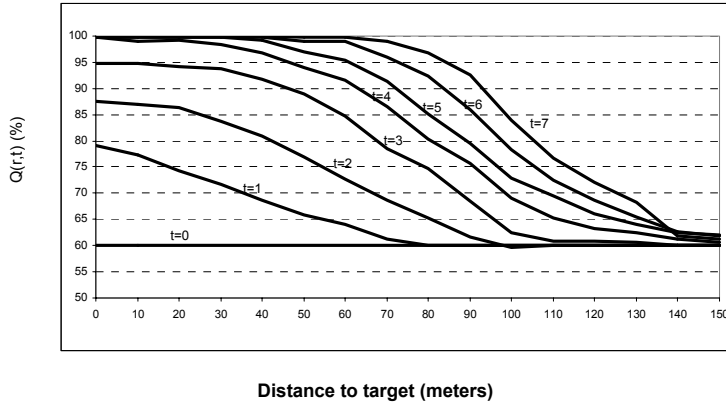
- מהירות תוך חיפוש חניה - 15 קמ"ש
- מרחק למטרה שבו נהג מתחיל חיפוש חניה – 70 מ'
- צפיפות התחלתית של מקומות חניה תפוסים – 60%

**אפיון התרחיש:**

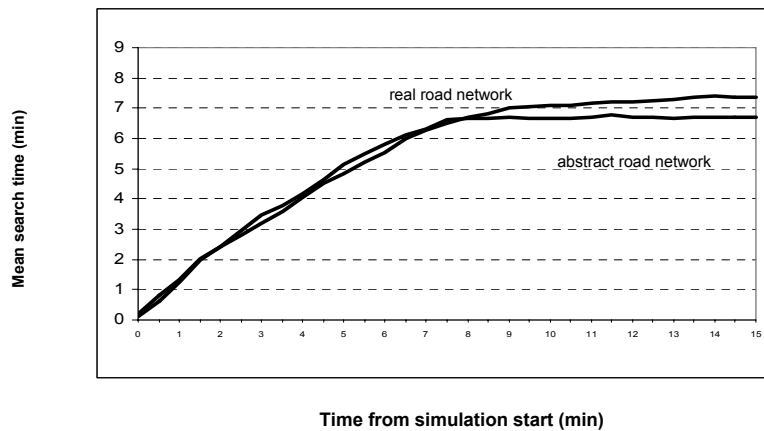
- התפשטות שטח עם צפיפות גבוהה של מכוניות חונות
- זמן חיפוש חניה ממוצע
- המהירות הממוצעת של כלי רכב המחפשים חניה

## תרחיש תיאטרון

$Q(r,t)$  המתארת באחוזים את צפיפות חניות תפוסות



## זמן חיפוש חניה בתרחיש תיאטרון

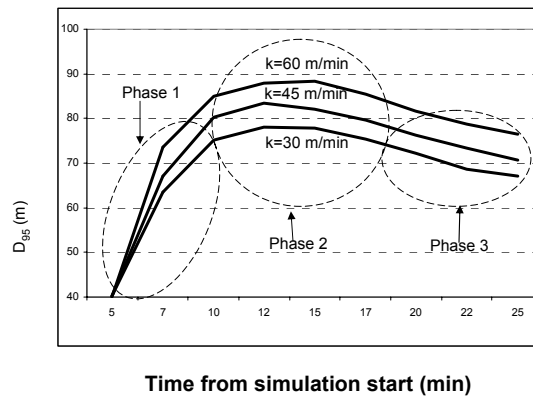


בעיר מופשטת כל התהליכים לוקחים קצת פחות זמן מאשר בעיר אמיתית (רחובות חד-סטריים ואיסורי פניה)

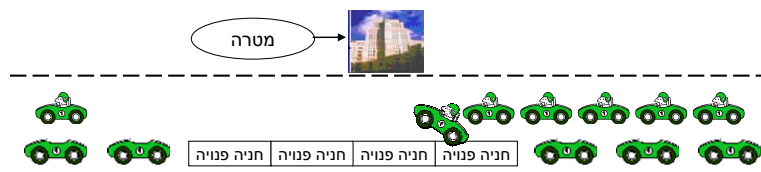
**תרחיש קבלת הפנים:**

הנהגים חונים לפרק זמן קצר – נהגים ראשונים עוזבים לפני שאחרונים מגיעים ליעד.

**Distance  $D_{95}$  from the destination to the 95% boundary**



**תרחיש "רחוב ארוך וצר"**

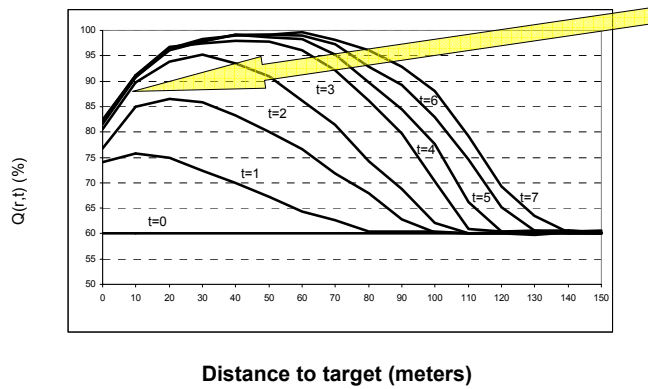


נהגים שחונים ושעוזבים עוצרים תנועה ברחוב;  
 עם העלית התחלופה נהגים אחרים מתקשים להתקרב ליעד  
 וחונים רחוק ממנה.

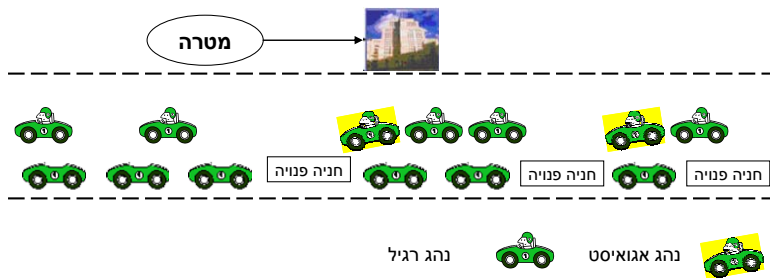


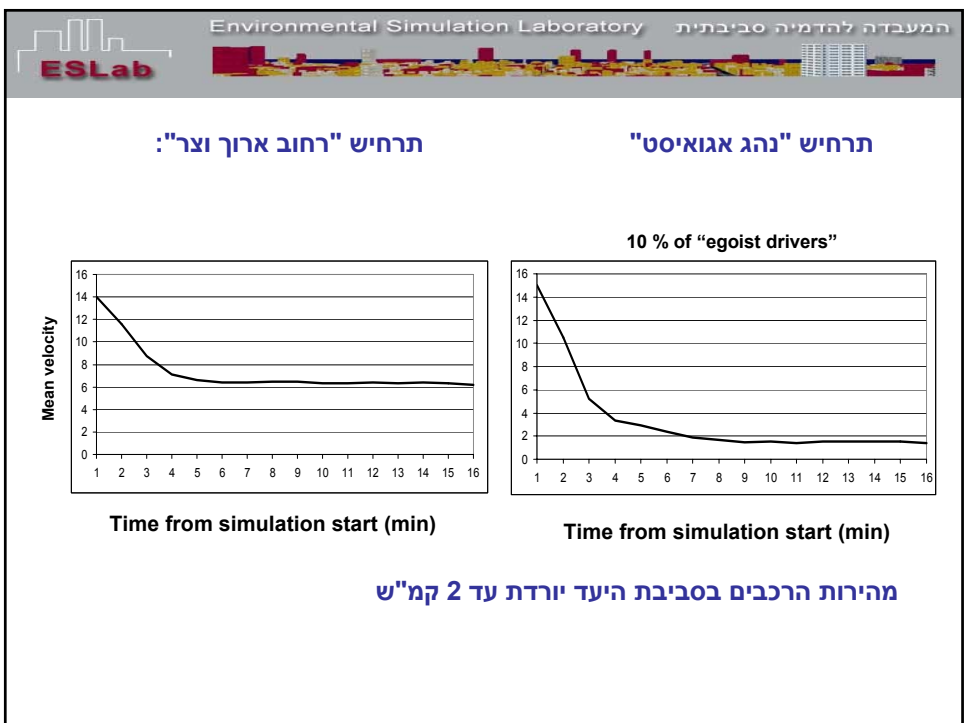
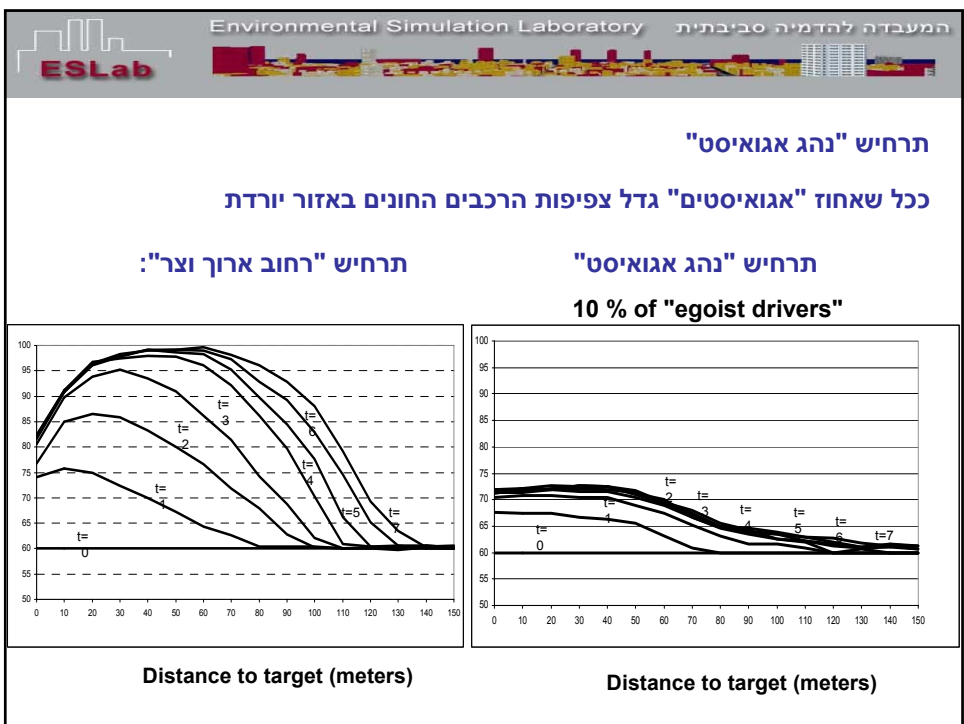
תרחיש "רחוב ארוך וצר":

עם הזמן הצפיפות באזור קרוב ליעד (10-30 מ' מהיעד) יורדת



תרחיש "נהג אגואיסט"







**תוצאות חקר התרחישים מצדיקות שימוש במודל ומעבר לשטח אמיתי  
(המעבר לא ידרש שינוי במסגרת המודל)**

## **חקר מדיניות החניה בעיר - יישום המודל בתל-אביב**

### **בעיות של מדיניות החניה**

מהו מחיר חניה שנהג יהיה מוכן לשלם?  
מהו מספר ומהי התדירות האופטימית של סיורי הפחיקם, מהו הקנס?  
האם ישנם הבדלי התנהגות חניה בין תושבי ת"א ומבקרי עיר?  
איך משפיעים שלטי מידע על תפיסת מקומות חניה פנויים?

### **נתוני שטח נוספים הנדרשים**

קשר בין מחיר החניה לבין נכונות לשלם עבור החניה (בהיבטים שונים)  
תגובת הנהג על אפשרות לקבל קנס (בהיבטים שונים)

### **שינויים במודל**

התחשבות במחיר החניה, אפשרות קבלת קנס וכתוצאה מכך שינוי בהתנהגות הנהג