

# ההשפעה הכלכלית של השקעות בתחבורה ציבורית במטרופולין תל אביב על התוצר

סני זיו, אורן שפיר

הנחייה: פרופ' צביקה אקשטיין וד"ר אביחי ליפשיץ  
מכון אהרן למדיניות כלכלית, המרכז הבינתחומי הרצליה

# תוכן המצגת

- רקע ותוצאות עיקריות
- תרחישי אוכלוסיה, תעסוקה ותחבורה
- מודל השפעת האגלומרציה על התוצר

# רקע ותוצאות עיקריות

# קיומה של מערכת תחבורה יעילה מגדילה את הפריון

- כ-24% מפער הפריון בין ישראל לבין קבוצת מדינות מובילות ("מדינות הסמן")\* מוסבר ברמה נמוכה של הון תשתיות בעיקר תשתיות תחבורתיות (אקשטיין וליפשיץ, 2017).
- הספרות הכלכלית מראה כי הגדלת הצפיפות של עסקים ועובדים בשטח קטן מגדילה את הפריון ("השפעות אגלומרציה") (OECD, 2014) (Combes and Gobillon, 2014), (Duranton and Puga, 2004)
- המנגנונים באמצעותם הפריון גדל כוללים: (1) שיתוף (תשומות, ידע, שימוש בתשתיות), (2) התאמה (3) למידה
- תשתית תחבורתית מאפשרת אגלומרציה
  1. זמני נסיעה קצרים בין מקום המגורים ומקום העבודה
  2. זמני נסיעה קצרים יותר בין מרכזי עסקים
  3. הגדלת נפח ומהירות התנועה העסקית (משאיות)



# קיומה של מערכת תחבורה יעילה מגדילה את הפריון

- עדויות אמפיריות: תוצר לעובד, שכר, פטנטים, תעסוקה, יצירת חברות, כולם גדלים בסביבה עירונית צפופה.



(Rosenthal and Strange, 2004), (Ciccone and Hall 1996), (Ahlfeldt, Redding, Sturm, Wolf 2015), (Hsieh, Morette, 2018), (OECD 2017).

## מטרת המחקר

לכמת את השפעת קיומה של מערכת הסעת המונים במטרופולין תל אביב על התוצר בתרחישי אוכלוסיה ותעסוקה שונים

# תוצאות עיקריות

- תוספת התוצר למשק מהשקעה במערכת הסעת המונים תוך ציפוף התעסוקה במטרופולין תנוע בין 27 ל-110 מיליארד שקל לשנה – בין 1% ל-4.5% מהתוצר הצפוי משנת 2040 ואילך\*.
- ההשפעה היא של תוספת תוצר הנובעת מהשפעות אגלומרציה בלבד ולא כוללת את הגידול הצפוי ברווחה החברתית (הגדלת הפנאי, הקטנת תאונות דרכים, זיהום אוויר וכד')
- תוספת התועלת הכלכלית למשק הלאומי נעה בין 15% ל-30% במונחי תשואה כלכלית.

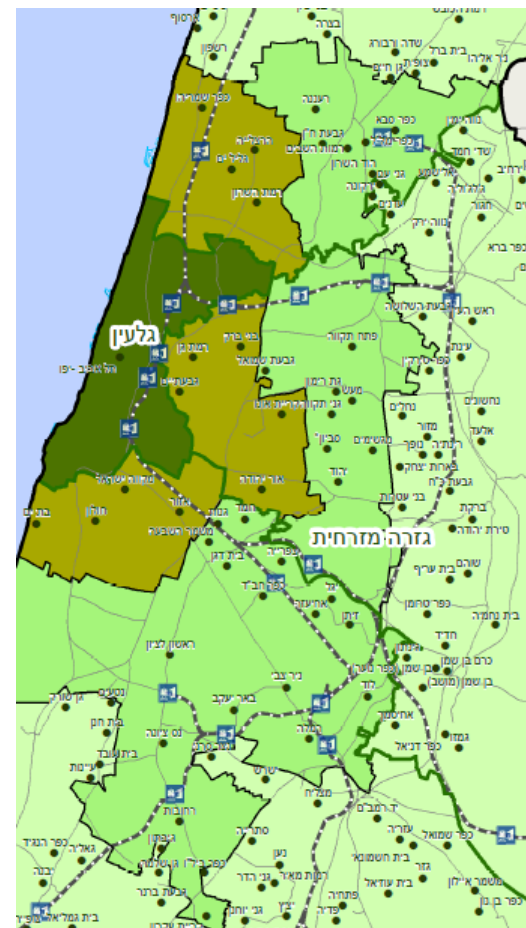
\* הטווח (1% - 4.5%) נובע מתרחישי אוכלוסיה ותעסוקה שונים.

תרחישי

אוכלוסיה תעסוקה ותחבורה  
למטרופולין תל אביב

# מטרופולין תל אביב גדול במונחים אירופים

צפיפות תושבים לקמ"ר	אוכלוסיה		
	אחוז מהמטרופולין	אלפים	הטבעת
8,600	11%	444	גלעין
8,000	23%	962	טבעת פנימית
4,100	29%	1,200	טבעת תיכונה
1,000	37%	1,544	טבעת חיצונית
2,120		4,150	סך הכל



צפיפות מטרופולין תל אביב נמוכה. לדוגמה ברלין צפיפות 3500 (3.5 מיליון תושבים), מדריד 3,700 (5.5) וינה 3000 (1.9), פראג 4,500 (1.3).

כל טבעת, מלבד הגלעין, מחולקת ל-3 גזרות, ובסך הכל 10 איזורים.



# מגמות קיימות - גידול באוכלוסיה ובתעסוקה בטבעות החיצוניות על חשבון המרכז

תעסוקה			אוכלוסיה			הטבעת
אחוז מהתעסוקה	שיעור גידול 2017-2006	2017 אלפים	אחוז מהאוכלוסיה	שיעור גידול 2004-2017	2017 אלפים	
100%	<b>2.1%</b>	1,777	100%	<b>1.8%</b>	4,151	מטרופולין תל אביב
25%	<b>1.3%</b>	439	11%	<b>1.3%</b>	444	גלעין
23%	<b>2.3%</b>	406	37%	<b>2.4%</b>	1,544	טבעת חיצונית

# תרחישי אוכלוסיה, תעסוקה ותחבורה

תחבורה	אוכלוסיה ותעסוקה	
קו אדום בלבד ללא הקמת מטרו	המשך מגמות קיימות של פיזור האוכלוסייה והתעסוקה (מבוסס על המועצה הלאומית לכלכלה)	תרחיש בסיס
מערכת תחבורה מלאה (3 קווי רק"ל + קווי מטרו)	ריכוז אוכלוסייה ותעסוקה באיזורים ליד קווי המטרו (מבוסס על המועצה הלאומית לכלכלה)	תרחיש 1
מערכת תחבורה מלאה (3 קווי רק"ל + 3 קווי מטרו)	<b>אורבניזציה מואצת</b> (מכון אהרון)	תרחיש 2

# אוכלוסיה בתרחישים השונים

2040			2017	תרחיש בסיס – מגמות קיימות ללא מטרו תרחיש 1 – מגמות קיימות עם מטרו תרחיש 2 – אורבניזציה מואצת עם מטרו
תרחיש 2	תרחיש 1	תרחיש בסיס		
13,124			8,713	אוכלוסיית ישראל (אלפים)
8,101	5,991	5,851	4,151	אוכלוסיית המטרופולין (אלפים)
61.7%	45.6%	44.6%	47.6%	אוכלוסיית המטרופולין (באחוז מאוכלוסיית ישראל)

# מועסקים בתרחישים השונים

2040			2017	תרחיש בסיס – מגמות קיימות ללא מטרו תרחיש 1 – מגמות קיימות עם מטרו תרחיש 2 – אורבניזציה מואצת עם מטרו
תרחיש 2	תרחיש 1	תרחיש בסיס		
5,782			3,824	ישראל (אלפים)
3,529	2,568	2,521	1,777	מטרופולין תל אביב (אלפים)
985	636	581	439	גלעין (אלפים)
3.0%	1.6%	1.5%		מטרופולין (אחוז שינוי, 2018-2040)
3.6%	1.6%	1.2%		גלעין (אחוז שינוי, 2018-2040)
2.3%	1.7%	2.1%		טבעת החיצונית (אחוז שינוי, 2018-2040)

# מודל השפעת האגלומרציה על התוצר

# אמידת השפעת האגלומרציה על התוצר

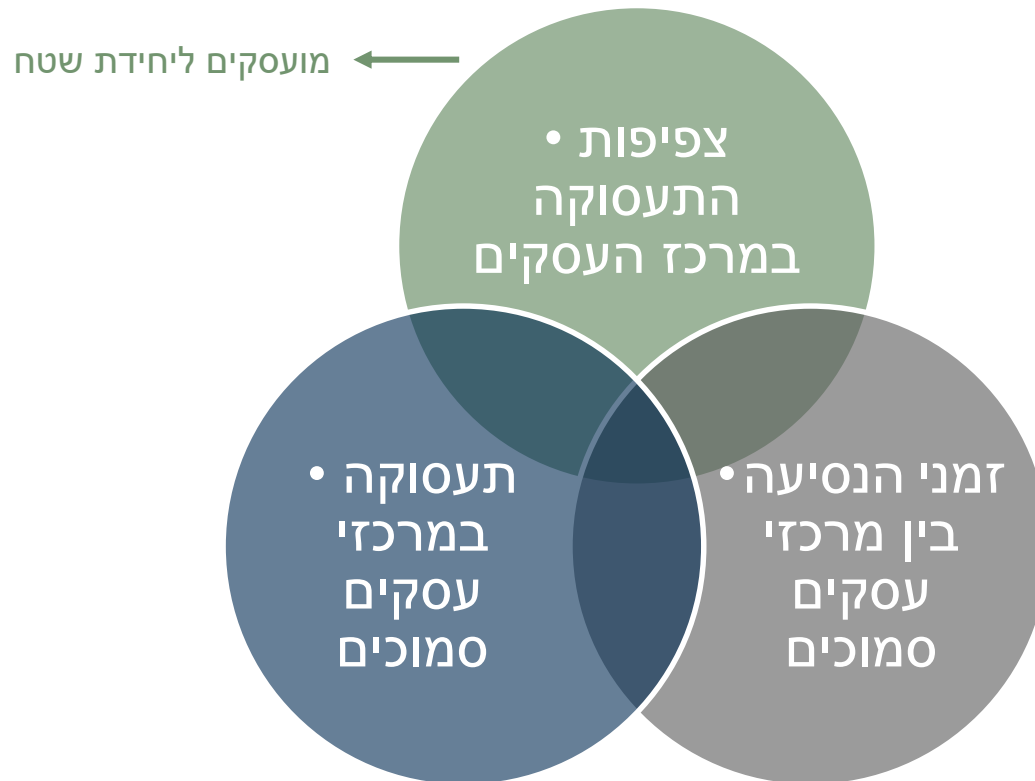
- נאמוד את השפעות הציפוף על התוצר באמצעות פונקציית ייצור, בהתאם למקובל בספרות הכלכלית בתחום

$$Y = U^\gamma f(X)$$

- $f(X)$  – פונקציית ייצור סטנדרטית ( $X$  הוא וקטור של גורמי ייצור)
- $U$  – מדד האגלומרציה המוגדר ע"י צפיפות תעסוקה וזמני נסיעה
- $\gamma$  – הגמישות (מידת השפעת האגלומרציה)

# מדד האגלומרציה

## הוגדר מדד אגלומרציה ל-10 איזורים במטרופולין תל אביב (מרכזי עסקים במטרופולין)



### מדד לאגלומרציה במרכז עסקים

- יגדל כאשר מספר המועסקים במרכז העסקים ביחס לרדיוס שלו
- יגדל כאשר מספר המועסקים במרכזי עסקים סמוכים יגדלו (ככל שקרובים יותר השפעת הגידול במועסקים על האגלומרציה גדלה)
- ייגדל כאשר יקטנו זמני הנסיעה ממרכזי עסקים סמוכים

[לחישוב מדד האגלומרציה: נספח שקף 25](#)

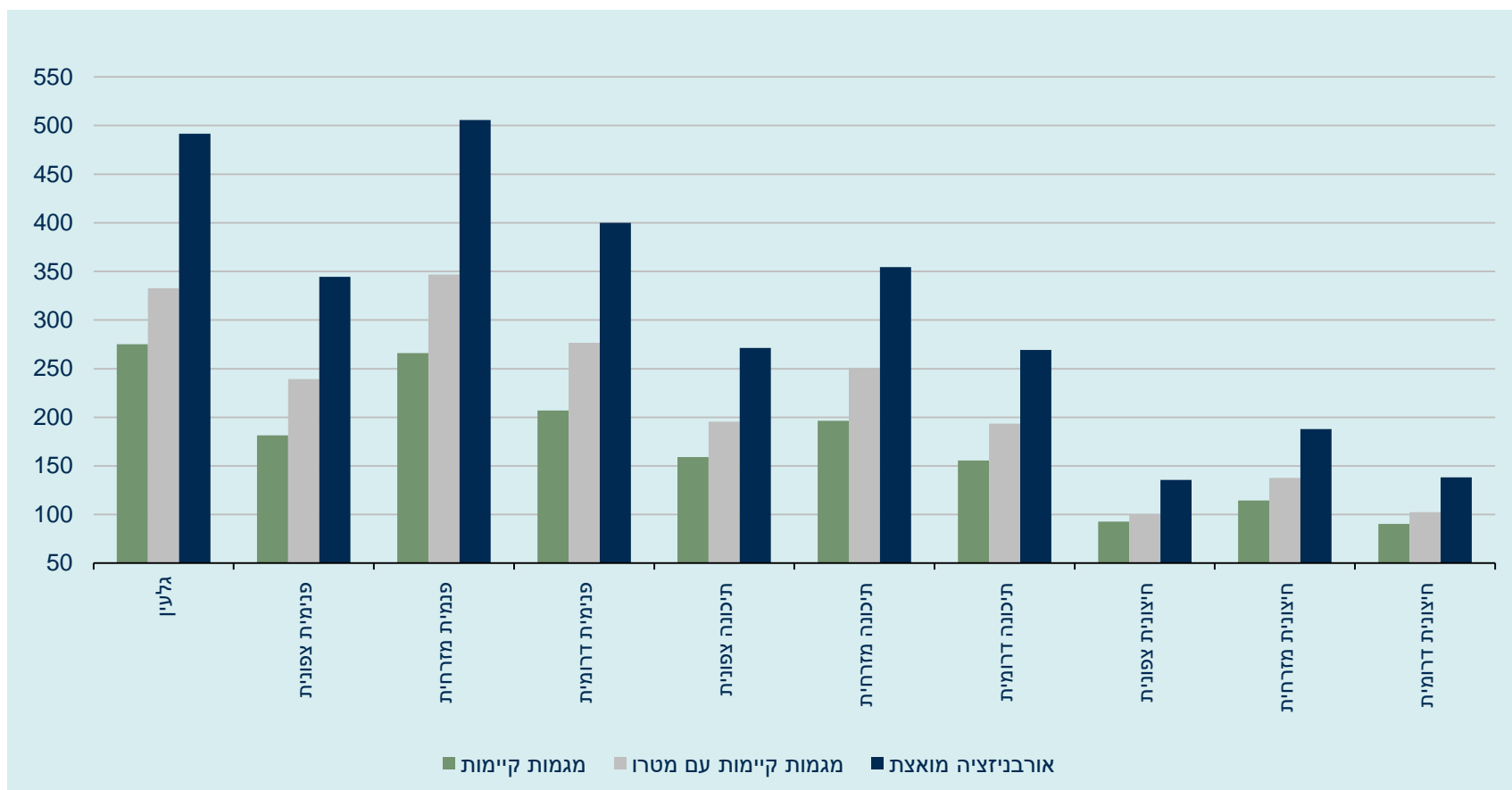
# טווח גמישויות של האגלומרציה על התוצר

בוצעה קליברציה לפונקציית הייצור, התקבלה גמישות של 0.089 וחושבה התוספת לתוצר. גמישות זו עקבית עם הספרות הכלכלית המראה טווח גמישויות שבין 0.04 ל-0.11 - הכפלת האגלומרציה תביא לגידול של בין 0.04 ל-0.11 בתוצר (Rosenthal and Strange, 2004)

חילוץ הגמישות: נספח שקף 26



# האגלומרציה ב-2040 בתרחישי שונים גדלה עם הגדלת הצפיפות התעסוקתית והקטנת זמני הנסיעה



# תוצאות עיקריות

## ההשפעה על התוצר בתרחישים שונים

תוספת תוצר למשק ביחס לתרחיש הבסיס (במיליארדי ש"ח)	הגידול בתוצר לעובד במשק ביחס לתרחיש הבסיס	התוצר ב-2040 (במיליארדי ש"ח)	מועסקים במטרופולין תל אביב ב-2040 (באלפים)	תרחישי אוכלוסיה ותחבורה
-	-	2,534.5	2521.2	<b>תרחיש הבסיס</b>
27.3	1.1%	2,561.8	2568.4	<b>תרחיש 1</b> ריכוז אוכלוסייה ותעסוקה ליד קווי המטרו
111.9	4.4%	2,646.4	3528.9	<b>תרחיש 2</b> אורבניזציה מואצת

# להשקעה בתשתית תחבורתית השפעה על התוצר בנוסף להשפעה על עודף הצרכן

- בעבודה זו הצגנו את ההשפעה של מערכת הסעת המונים על התוצר\*.
- התקבלה תוספת תוצר של בין 27 ל-110 מיליארד שקל לשנת 2040 בין 1% ו-4.5% מהתוצר.
- בנוסף, קיימת השפעה על עודף הצרכן\*\* (willingness to pay), בקיזוז ערכים המהווים double counting.
- תוספת התועלת הכלכלית למשק הלאומי נעה בין 15% ל-30% במונחי תשואה כלכלית (IRR).

\* הגדלת הפריזון והשכר לעובד, הגדלת מספר שעות העבודה ושיעור ההשתתפות, גידול בהכנסות ממיסים.

\*\* הגדלת מספר שעות הפנאי, חסכון בזמן נסיעה, חסכון בעלות תפעול כלי הרכב, ירידה ברמת זיהום האוויר, קיטון במספר תאונות הדרכים, חסכון באנרגיה.

# תודה

# נספח

# מנגנונים להשפעת האגלומרציה

פירמות ועובדים יעילים יותר בסביבות עירוניות צפופות כתוצאה של השפעות חיצוניות חיוביות הנובעות מהתקבצות עסקים ועובדים (OECD, 2017), Agglomeration Effects.

## Learning

- גלישת ידע מהירה יותר
- בין ספקים ללקוחות
- בין מתחרים
- בין עובדים
- בין יזמים

## Matching

- התאמה טובה יותר בין הביקוש להיצע בשל המגוון הרב
- עובדים - התאמה בין מיומנות העובד לבין הנדרש
- השקעות - העדפות השקעה שונות פוגשות ביקושים מגוונים להשקעות

## Sharing

- שיתוף בעלויות הקבועות וניצול יתרונות לגודל
- שיתוף תשתיות
- שיתוף תשומות לייצור
- ניצול יתרונות לגודל בייצור והתמחות
- ניידות עובדים וסחורות
- שיתוף ידע ושיתוף סיכונים



# ממצאים עיקרים להשפעת האגלומרציה

ממצאים	בסיס הנתונים	מקור
הכפלת הצפיפות תגדיל את הפיריון בשיעור שבין 0.025 ל-0.0571	משתני פרייון לעובד באיזורים סטטיסטים שונים באנגליה	Rice and Venbales, 2007
נמצאה גמישות ממוצעת של 0.129 כאשר בענפי התעשייה הגמישות הינה 0.077 (נעה בין 0.038 ל-0.069) ואילו בענפי השירותים הגמישות הינה 0.197 ונעה בין 0.034 ו-0.325	נתוני מיקרו לאלפי חברות באנגליה	Graham, 2007
נמצאו גמישויות שנעות בין 0.148 (תעשיית השירותים) לבין 0.03, עם ממוצע של 0.058 וסטיית תקן של 0.115.	מטה-אנליזה של 729 גמישויות הלקוחות מ-34 מאמרים	Melo et al 2009
מעבר של חוקרים לאשכולות גדולים מגדיל את מספר הפטנטים ואת מספר הציטוטים. גמישות של מספר הפטנטים ביחס לגודל האשכול כ-4%.	נתוני פאנל ארוך טווח של חברות היי טק בעמק הסילקון בארה"ב	Moretti, 2018
הכפלת הנגישות התחבורתית הגדילה את הפרייון ב-4% ואת ההכנסה הלאומית ב-1.5%	נתונים ל-169 איזורים מינהלתיים בשווקהולם לפני ואחרי הקמת המטרו	Börjesson, Jonssonm Lundberg, 2014
גמישות פרייון ביחס לתוצר של 0.07	נתונים לאלפי בניינים בברלין ל-1936, 1986, ו-2006	Ahlfeldt, Redding, Strum and Wolf, 2015

# ממצאים עיקריים להשפעת האגלומרציה

ממצאים	בסיס הנתונים	מקור
הכפלת הצפיפות הכלכלית תגדיל את הפרודוקטיביות ב-6% (פריון)	נתוני 1988 של תפוקה לעובד במדינות בארה"ב	Ciccone and Hall 1996
הכפלת צפיפות התעסוקה מגדילה את הפריון ב-4.5%-5.0%	נתוני ערך מוסף במיגזר הפרטי הלא חקלאי	Ciccone, 2002
הגדלת החלק בתעסוקה של תעשייה בתקופה ראשונה תגדיל את התעסוקה בתקופה השנייה ב-16%-31%	נתונים על חמש תעשיות תעשייתיות ב-224 איזורים מטרופולינים בארה"ב בין 1970-1987	Henderson, Kuncoro and Turner, 1995
הגדלת המרחק ממרכז העיר ב-1% מובילה לירידה של 13% בפריון	נתוני 1980 ל-356 פירמות תעשיתיות בברזיל	Hanson, 1990
הכפלת המרחק לשוק איזורי מקטין את הרווחיות ב-6% (רווחיות)	נתונים לשמונה תעשיות בברזיל	Sveikaukas and othes, 1985
מדד את גמישות התפוקה לעובד ביחס לתפוקת הענף. נמצאו גמישויות שבין 0.02 (תעשיית הנייר) לבין 0.11 בתעשיית הנפט	אמידה לתעשיות הייצור בארה"ב	Henderson, 1986
גמישויות האגלומרציה על שוק המשרדים גבוהות ומגיעות ל-27%	נתונים מטורטו	Mun and Hutchison (1995)



# סקירות ספרות מרכזיות

- Duranton and Puga, 2004, Microfoundations of urban agglomeration economies, Handbook of Regional and Urban Economics, vol.4
- Rosenthal and Strange, 2004, Evidence on the nature and sources of agglomeration economies, vol.4
- Combes and Gobillon, 2014, The empirics of agglomeration economies, vol.5

# בניית מדד האגלומרציה

$$d_{ij} = \theta_{ij} t_{ij} \quad \text{כך שבתרחיש הבסיס מתקיים} \quad U_i = \frac{E_i}{\sqrt{S_i/\pi}} + \sum_{j \neq i} \left( \frac{E_j}{\theta_{ij} t_{ij}} \right) \quad \text{מדד האגלומרציה*}:$$

המדד לאגלומרציה במרכז עסקים  $U_i$ , הוא פונקציה של המועסקים (E) בו ובמרכזים האחרים, השטח שלו (S), וזמני הנסיעה אליו (t) מהמרכזים האחרים.

## מדד האגלומרציה של מרכז עסקים יגדל כאשר:

- יגדל מספר המועסקים במרכז העסקים ביחס לרדיוס שלו (מועסקים ליחידת שטח)
- יגדל מספר המועסקים במרכזי עסקים סמוכים (ככל שקרובים יותר השפעת הגידול במועסקים על האגלומרציה גדלה).
- יקטנו זמני הנסיעה ממרכזי עסקים סמוכים.

## חזרה לשקף מדד האגלומרציה

\* מבוסס על D.Graham כאשר המרחק הפיסי מוחלף בזמני נסיעה עם מקדם מתאים.

# חילוץ הגמישות (קליברציה)

- בהתאם לנתונים חושב לכל איזור מדד אגלומרציה

- בוצעה קליברציה לפונקציית הייצור (באמצעות רגרסיה לינארית, עם משקולות לפי מספר המועסקים)

$$\ln y_i - (1 - \alpha) \ln H_i = \underbrace{\ln A + \alpha \ln k}_{\text{same in all areas}} + \gamma \ln U_i + \varepsilon_i \quad (\alpha = 0.32)$$

כאשר  $y_i$  הינה ההכנסה לעובד בכל איזור.  $A, k, H_i$  הם הפריון, ההון לעובד וההשכלה.

- תוצאות הקליברציה:

$$\ln y_i - 0.68 \ln H_i = 7.2474 + 0.0889 \ln U_i + \hat{\varepsilon}_i$$

- הסטיה בכל איזור משקפת fix effect של האיזור עבור תכונות בלתי נצפות.

# בסיס הנתונים, 2017

מדד האגלומרציה	השכלה (שנות לימוד)	הכנסה חודשית (₪) לעובד	צפיפות תעסוקה (מועסקים לקמ"ר)	מועסקים באלפים	שטח בקמ"ר	שם תא השטח (טבעת וגזרה)
202.5	14.8	14,315	8,466	438.5	51.8	גלעין
132.2	15.0	15,913	1,885	81.8	43.4	פנימית צפונית
198.2	15.1	12,979	4,976	198.6	39.9	פנימית מזרחית
150.2	13.8	11,370	2,707	100.7	37.2	פנימית דרומית
113.1	15.0	15,756	2,133	111.8	52.4	תיכונה צפונית
139.8	14.6	13,854	2,451	175.2	71.5	תיכונה מזרחית
110.8	14.4	12,915	1,547	262.1	169.5	תיכונה דרומית
66.4	14.3	12,005	436	168.5	386.9	חיצונית צפונית
83.7	14.7	12,450	301	84.0	279.0	חיצונית מזרחית
64.1	14.0	12,486	302	156.2	516.7	חיצונית דרומית

## חזרה לשקף האגלומרציה ב-2040

הכנסה לעובד והשכלה תקפים ל- 2016

# השפעת המטרו על התוצר של מטרופולין תל אביב

(מועסקים ומדד אגלומרציה, 2040)

אורבניזציה מואצת עם מטרו (3)		מגמות קיימות עם מטרו (2)		מגמות קיימות ללא מטרו (1)		שם תא השטח (טבעת וגזרה)
מדד אגלומרציה	מועסקים (באלפים)	מדד אגלומרציה	מועסקים (באלפים)	מדד אגלומרציה	מועסקים (באלפים)	
491.6	985.3	332.8	635.7	275.2	581.5	גלעין
344.4	186.4	239.4	118.7	181.5	108.6	פנימית צפונית
505.6	452.5	346.8	288.2	265.9	263.6	פנימית מזרחית
400.0	229.5	276.7	146.2	207.1	133.7	פנימית דרומית
271.4	201.7	195.4	159.1	159.0	158.5	תיכונה צפונית
354.4	316.2	250.8	249.4	196.5	248.5	תיכונה מזרחית
269.2	473.1	193.4	373.1	155.5	371.7	תיכונה דרומית
135.5	282.1	100.1	246.6	92.8	270.1	חיצונית צפונית
187.9	140.6	137.7	122.9	114.5	134.6	חיצונית מזרחית
138.2	261.4	102.3	228.5	90.5	250.3	חיצונית דרומית

# השפעת המטרו על התוצר של מטרופולין תל אביב

(שכר ופער מתרחיש בסיס, 2040)

אורבניזציה מואצת עם מטרו		מגמות קיימות עם מטרו		מגמות קיימות ללא מטרו	שם תא השטח (טבעת וגזרה)
פער ב-%	שכר	פער ב-%	שכר	שכר	
5.3%	15,488	1.7%	14,960	14,709	גלעין
5.9%	17,334	2.5%	16,782	16,374	פנימית צפונית
5.9%	14,128	2.4%	13,662	13,344	פנימית מזרחית
6.0%	12,400	2.6%	12,000	11,695	פנימית דרומית
4.9%	17,035	1.9%	16,544	16,243	תיכונה צפונית
5.4%	15,035	2.2%	14,579	14,267	תיכונה מזרחית
5.0%	13,978	2.0%	13,573	13,312	תיכונה דרומית
3.4%	12,825	0.7%	12,484	12,400	חיצונית צפונית
4.5%	13,429	1.7%	13,063	12,850	חיצונית מזרחית
3.8%	13,389	1.1%	13,036	12,895	חיצונית דרומית

# השפעת המטרו על התוצר במטרופולין ובמשק

תרחיש 3: אורבניזציה מואצת עם מטרו	תרחיש 2 מגמות קיימות עם מטרו	תרחיש 1: מגמות קיימות עם קו אדום בלבד (תרחיש הבסיס)	
3,529	2,568	2,521	סך המועסקים במטרופולין תל אביב, אלפים
48,971	36,067	34,789	כלל תשלומי השכר במטרופולין תל אביב, מיליוני ש"ח לחודש
13,877 (*)	14,043	13,798	שכר ממוצע במטרופולין ת"א, ש"ח לחודש
2,253	3,214	3,261	מועסקים מחוץ למטרופולין תל אביב, באלפים (**)
10,982	10,982	10,982	שכר ממוצע מחוץ למטרופולין ת"א, ש"ח חודשי
73,715	71,359	70,598	סך השכר במשק, מיליוני ש"ח לחודש
12,749	12,342	12,210	שכר ממוצע לעובד במשק, ש"ח לחודש
4.4%	1.1%		שיעור השינוי בתוצר לעובד
458	443	438	התוצר לעובד במשק, אלפי ש"ח
2,646,400	2,561,840	2,534,530	התוצר במשק, במיליוני ש"ח
111,870	27,310		הפער בתוצר

\* השכר הממוצע בתרחיש ג' נמוך יותר מזה שבתרחיש ב', כי יש מועסקים חדשים עם שכר מקורי נמוך יותר. שכרם עלה אך לא השתווה לזה של המועסקים הוותיקים.

\*\* סך המועסקים ב-2040 יעמוד על 5,782 אלף.

# אוכלוסיה ומועסקים במטרופולין תל אביב

בתרחישים שונים (אלפים)

שנת 2040						מצב קיים 2017		
אורבניזציה מואצת עם מטר (3)		מגמות קיימות עם מטר (2)		מגמות קיימות ללא מטר (1)				
מועסקים	אוכלוסיה	מועסקים	אוכלוסיה	מועסקים	אוכלוסיה	מועסקים	אוכלוסיה	
3,529	8,101	2,568	5,991	2,521	5,851	1,777	4,151	סה"כ מטרופולין ת"א
<b>985</b>	<b>1,022</b>	<b>636</b>	<b>547</b>	<b>581</b>	<b>534</b>	<b>439</b>	<b>444</b>	גלעין
868	2,195	553	1,208	506	1,179	382	962	טבעת פנימית
991	2,136	782	1,763	779	1,721	551	1,200	טבעת תיכונית
<b>684</b>	<b>2,748</b>	<b>598</b>	<b>2,474</b>	<b>655</b>	<b>2,416</b>	<b>406</b>	<b>1,544</b>	טבעת חיצונית