

מטרו גוש דן

המטרו כבסיס התוכנית האסטרטגית

יורם שיפטן

ראש המרכז הישראלי לתחבורה חכמה, הטכניון

המטרו כבסיס התוכנית האסטרטגית



2020

מטרו גוש דן | ההשפעות הכלכליות, החברתיות והאורבניות של רשת המטרו בגוש דן

מאת: צוות מומחים, משרד התחבורה, משרד האוצר והמועצה הלאומית לכלכלה

מטרו גוש דן
ההשפעות הכלכליות, החברתיות והאורבניות של רשת המטרו בגוש דן
דוח סגור, יוני 2020

חוות דעת בינלאומית
מאת: Louis Berger, UK

ניתוח אומדני הביקוש, בחינת עלויות והתפעול וחוות דעת על המחקר הכלכלי

2016

תכנית אסטרטגית לפיתוח התחבורה הציבורית בגוש דן

מאת: משרדי התחבורה והאוצר

התוכנית קבעה שהניידות העתידית בישראל חייבת להתבסס על תחבורה ציבורית, בליווי אמצעי מדיניות נוספים, וקבעה יעדים אסטרטגיים לפיתוח

פיתוח התחבורה הציבורית
התוכנית האסטרטגית לפיתוח תחבורה ציבורית בגוש דן
דוח סגור, יוני 2016

חוות דעת בינלאומית על הדוח
מאת: Egis, France

בחינת אומדני הביקוש, פירוט החלופות ודירוגן, המלצה על תוכנית לקידום ואומדן עלויות הקמה והפעלה

2012

תוכנית אסטרטגית לפיתוח התחבורה הציבורית

מאת: משרדי התחבורה והאוצר

התוכנית קבעה שהניידות העתידית בישראל חייבת להתבסס על תחבורה ציבורית, בליווי אמצעי מדיניות נוספים, וקבעה יעדים אסטרטגיים לפיתוח

פיתוח התחבורה הציבורית
תכנית אסטרטגית דצמבר 2012

מתודולוגיה

המחקר משתמש במספר מודלים מסוגים שונים, העיקרי שבהם הוא המודל התחבורתי של תל אביב, מסוג **Activity Based Model**, מהמודלים המתקדמים בעולם המשמש לכל הבדיקות התחבורתיות במטרופולין

השימוש במודל מסוג זה מהווה את ה--state-of-practice ומשמש ברוב המטרופולינים הגדולים בעולם המערבי

חלק עיקרי במחקר מוקדש לבדיקות רגישות והערכת סיכונים, אם במודל ת"א ואם במודלים אחרים המבוססים על מתודולוגיות שונות



החזון לתנועה עירונית



התנועה

הבטחת גישות וניידות טובה לכל האוכלוסייה באופן מבדד, יעיל, ואמין



המרחב

יצירת ניידות וסביבה אורבנית איכותית, ירוקה ובטוחה, אשר מתאימה לצרכי החיים של התושבים.

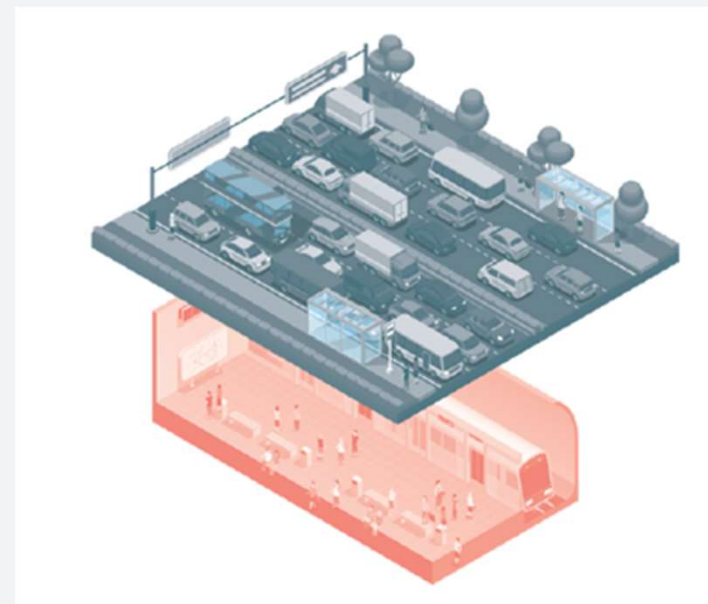


האדם

שיפור איכות חיי התושבים: גישות, בטיחות, בריאות, רווחה, ושוויון הזדמנויות.

המטרה העיקרית של מערכת התחבורה היא לספק ניידות ונגישות לציבור, בצורה יעילה, מקיימת ושוויונית, התומכת בצמיחה כלכלית ואיכות חיים גבוהה

הצורך האסטרטגי

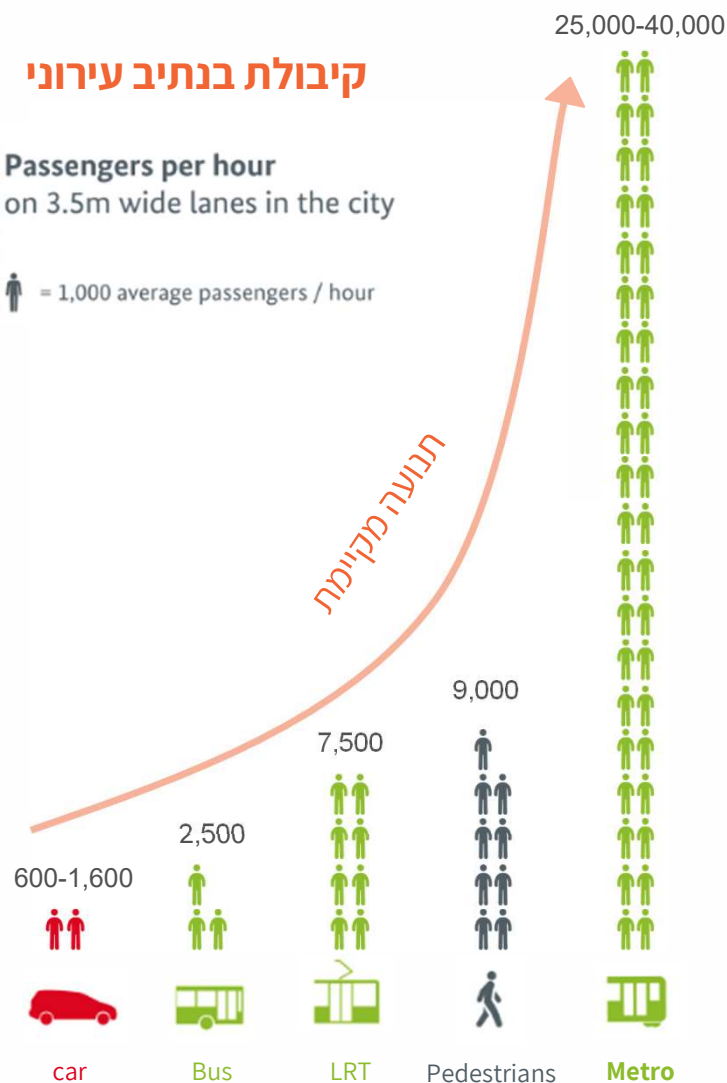


**350 קווי אוטובוס במטרופולין ת"א: מיליון נוסעים ביום
קו מטרו אחד: 800,000 נוסעים ביום**

קיבולת בנתיב עירוני

Passengers per hour
on 3.5m wide lanes in the city

 = 1,000 average passengers / hour

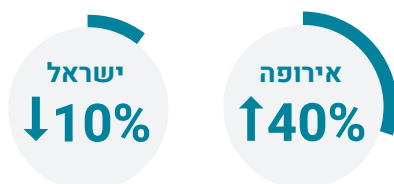


הצורך האסטרטגי

רק מערכת תחבורה ציבורית מבוססת מטרו יכולה לספק את הקיבולת הנדרשת במטרופולין גדולה עם מעל חמישה מיליון תושבים

- באיור ניתן לראות את קיבולת הנתיב – אך חשוב להדגיש שצווארי הבקבוק הם בעיקר ברמה הרשתית, לדוגמה בצמתים וברמפות, ועבור אוטובוסים, גם התחנות עצמן
- המטרו שנוסע מתחת לקרקע נהנה מהפרדת דרך מוחלטת, ללא צמתים או הפרעות, וכך יכול לספק תדירות ומהירות גבוהים התורמים לקיבולת

אחוז הנסיעות בתחבורה הציבורית
נמוך מאוד בהשוואה לערים באירופה



מסך הנסיעות הממונעות

מטרופולין	אוכלוסייה (מיליון)	מספר קווי מטרו	אחוז נסיעות בתח"צ (מנסיעות ממונעות)
לונדון	8.3	11	47%
מדריד	6.5	13	41%
ברלין	3.4	10	46%
ברצלונה	3.2	11	50%
רומא	2.9	3	30%
ליסבון	2.8	4	41%
ת"א 2018	4	0	10%
ת"א 2040	5.4	3	40%

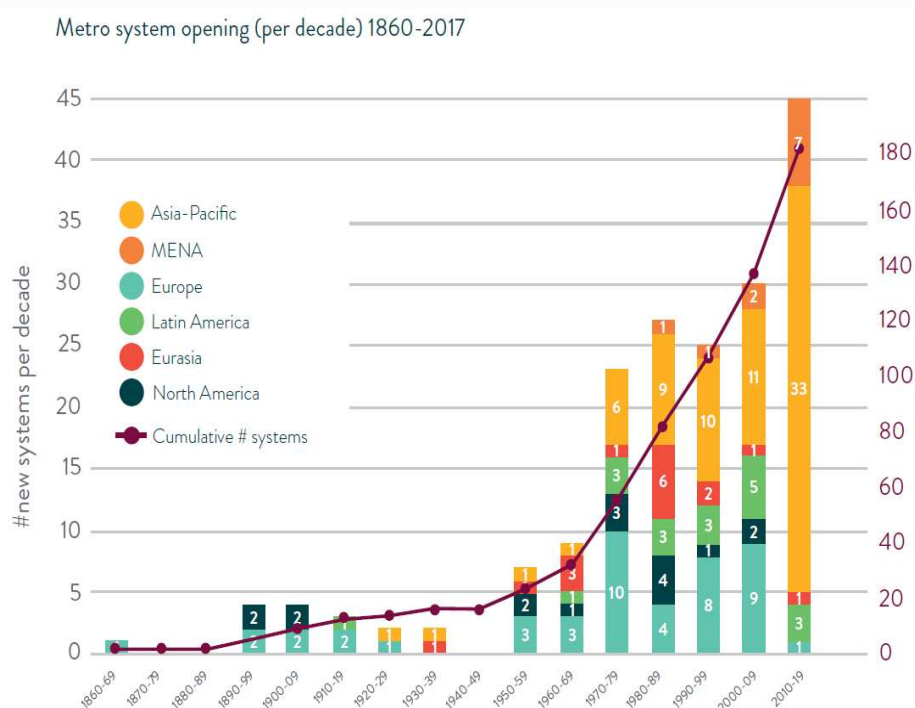
מטרו כבסיס מערכת התחבורה

המטרו מאפשר מערכת תחבורה
מאוזנת, רב-אמצעית, על יתרונותיה
החברתיים, הכלכליים, העירוניים
והסביבתיים

UITP, 2016
סקר הרגלי נסיעה מטרופולין ת"א, 2017
תחזיות המועצה הלאומית לכלכלה, 2019

המגמה העולמית

מערכות מטרו חדשות בעולם



- ברובן המוחלט של המטרופולינים במדינות ה-OECD הכוללות לפחות 5 מיליון תושבים פועלת מערכת מטרו
- באירופה, בכל מטרופולין מעל 3 מיליון תושבים

פתיחתן של מערכות מטרו חדשות, וכך גם הארכה ושיפור רשתות קיימות, במגמת צמיחה עולמית

UITP, world metro figures, 2018

המגמה העולמית



September 26, 2020 | Commuter/Regional, Light Rail, News, Passenger, Rapid Transit

LA Metro's \$400B, 30-Year Transportation Blueprint Approved

Written by Marybeth Luczak, Executive Editor



Grand Paris Express - extending the Paris metro into the suburbs

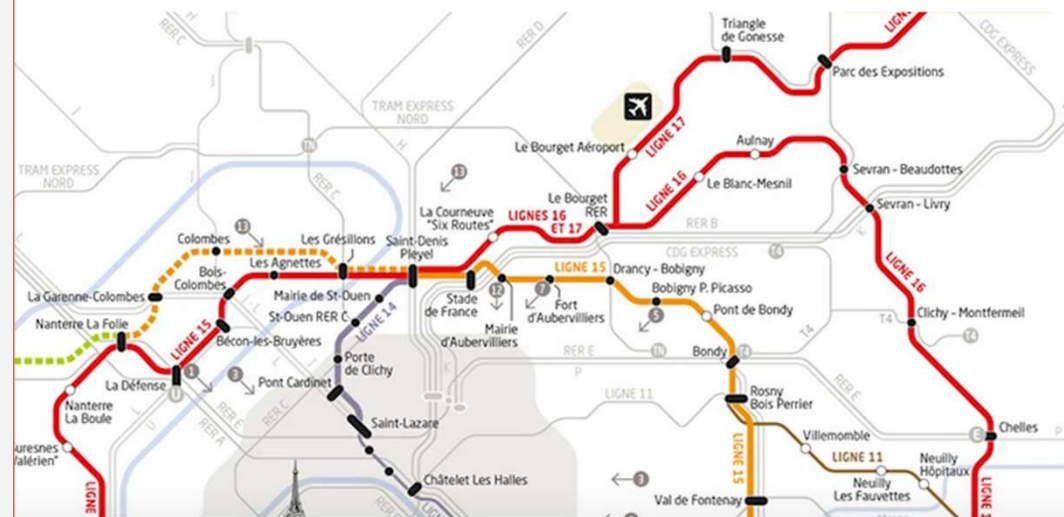
Paris area, France - To keep the city moving and thriving requires a new approach to transportation and infrastructure. And that's precisely what the Grand Paris Masterplan aims to achieve.

Largest

EUROPEAN INFRASTRUCTURE PROJECT IN THE LAST 10 YEARS

200 km

OF NEW LINES



המגמה העולמית

ברצלונה

Barcelona is banning cars from massive new 'superblocks'

Leanna Garfield Oct 11, 2016, 6:13 PM



An aerial shot of Eixample, a district in Barcelona. Alamy

נגישות טובה יותר
למקומות עבודה

אמסטרדם

City of Amsterdam to ban polluting cars from 2030

By Reuters Staff

2 MIN READ



FILE PHOTO: A rising view of Amsterdam from Sky Lounge on the 11th floor of the DoubleTree by Hilton Hotel in Amsterdam April 2, 2015. REUTERS/Michael Kewley

התחדשות עירונית
ציפוף ועירוב
שימושים

לונדון

The City of London is kicking cars off half its roads

As the need to reduce carbon emissions from cities becomes ever more clear, London sets itself on a path to ban cars from half the streets in its city center.



[Photo: Luke Stackpole/Unsplash]

מרחב ציבורי תוסס

פריז

Inside Paris Mayor Anne Hidalgo's Ambitious Plans To Create The Post-Car City

The first female mayor of the French capital wants to clean the city's air and lower its carbon footprint. The solution: more walking, more bikes, more public transport—and fewer cars.



[Photo: rabbit73/istock]

הקטנת התלות ברכב
הגדלת הליכה ורכיבה

המגמה העולמית

ניו יורק

Central Park Goes Car-Free Forever on June 27

The campaign for a car-free park has lasted more than half a century and involved thousands of people. Today's historic announcement by Mayor de Blasio belongs to all of them.

By Ben Fried and David Meyer | Apr 20, 2018 | 32 COMMENTS



שווייניות בתחבורה

הפחתה בזיהום
האוויר והרעש

מדריד



CITYLAB

Madrid Takes Its Car Ban to the Next Level

Starting in November, the city will make clear that downtown streets are not for drivers.

By Feargus O'Sullivan
24:19:42, 2018 GMT+3



הגדלת המסחר
ברחובות

אוסלו

The New York Times

UPDATE

Oslo Puts Up a Stop Sign

Starting in 2019, the Norwegian capital will restrict the use of vehicles in its city center, following a global trend to make popular tourist destinations more pedestrian-friendly.



שטחים ציבוריים

גידול האוכלוסייה

קצב גידול האוכלוסייה בישראל הוא הגבוה ביותר מבין המדינות המפותחות



מטרופולין תל אביב היא הלב העסקי והפיננסי של המדינה ומרכזת חלק נכבד מהפעילות הכלכלית האחראית לרוב התוצר במשק

44% מהאוכלוסייה בישראל 

50% ממקומות העבודה 

62% מהתוצר העסקי 

ללא הגדלה משמעותית של קיבולת מערכת התחבורה, הגידול באוכלוסייה ובצפיפות המגורים יתבטאו בירידה משמעותית באיכות החיים ובצמיחה

United Nations, population division, 2017
הלמ"ס, שנתון סטטיסטי 2017, 2019

הגודש

תוספת לנסיעה של 30 דק'
בשעות העומס

בוקר	ערב	מספר קווי מטר	דירוג הגודש העולמי
 28+ דקות	 27+ דקות	 קווי מטר	תל-אביב מקום 21
 20+ דקות	 23+ דקות	 קווי מטר	ליסבון מקום 81
 15+ דקות	 18+ דקות	 קווי מטר	ברלין מקום 94
 17+ דקות	 14+ דקות	 קווי מטר	מדריד מקום 243

לפי מדד TomTom, תל אביב היא העיר ה-21 הכי גדושה בעולם בשנת 2019, מתוך 416 ערים שנבדקו על פני 57 מדינות ב-6 יבשות שונות

זמן הנסיעה מתארך בכ-90% בשעות השיא

ערים מפותחות וצפופות עם מערכת מטר מאופיינות בפחות גודש ונמצאות בדירוג נמוך יותר, כגון ליסבון(81), סינגפור (96), ברלין (94), או מדריד (243)

TomTom, Traffic index results, 2019

What time was rush hour in Tel Aviv?

	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
12:00 AM	4%	5%	6%	5%	6%	12%	9%
02:00 AM	0%	1%	הגודש הוא מערכת: על פני כל הכבישים ועל פני כל היום - הגודש והפגיעה בנגישות ובניידות אינה בעיה של יוממות בשעות השיא בלבד				
04:00 AM	0%	0%					
06:00 AM	1%	1%	1%	1%	1%	1%	0%
08:00 AM	23%	24%	22%	22%	21%	4%	0%
	70%	72%	67%	67%	62%	12%	0%
10:00 AM	95%	101%	93%	93%	85%	21%	2%
	69%	79%	73%	72%	65%	25%	5%
12:00 PM	43%	53%	50%	49%	45%	29%	9%
	33%	40%	40%	39%	39%	37%	11%
02:00 PM	33%	38%	40%	40%	41%	50%	14%
	36%	41%	43%	45%	45%	46%	14%
04:00 PM	39%	46%	47%	50%	52%	33%	12%
	62%	72%	73%	77%	81%	25%	12%
06:00 PM	76%	88%	91%	94%	99%	18%	14%
	68%	77%	81%	83%	88%	15%	16%
08:00 PM	60%	68%	72%	73%	71%	16%	17%
	45%	55%	56%	57%	56%	15%	22%
10:00 PM	25%	34%	36%	37%	41%	9%	25%
	15%	18%	19%	19%	25%	11%	17%
	13%	14%	14%	14%	18%	13%	12%

1	1	Bengaluru	India	71%	>
2	2	Manila			
3	3	Bogota			
4	4	Mumbai	India	65%	0% >
5	5	Pune	India	59%	>
6	6	Moscow region (oblast)	Russia	59%	↑ 3% >
7	7	Lima	Peru	57%	↓ 1% >
8	8	New Delhi	India	56%	↓ 2% >
9	9	Istanbul	Turkey	55%	↑ 2% >
10	10	Jakarta	Indonesia	53%	0% >
11	11	Bangkok	Thailand	53%	0% >
12	12	Kyiv	Ukraine	53%	↑ 7% >
13	13	Mexico City	Mexico	52%	0% >
14	14	Bucharest	Romania	52%	↑ 4% >
15	15	Recife	Brazil	50%	↑ 1% >
16	16	Saint Petersburg	Russia	49%	↑ 2% >
17	17	Dublin	Ireland	48%	↑ 3% >
18	18	Odessa	Ukraine	47%	>
19	19	Lodz	Poland	47%	↑ 3% >
20	20	Rio de Janeiro	Brazil	46%	↑ 4% >
21	21	Tel Aviv	Israel	46%	↑ 4% >

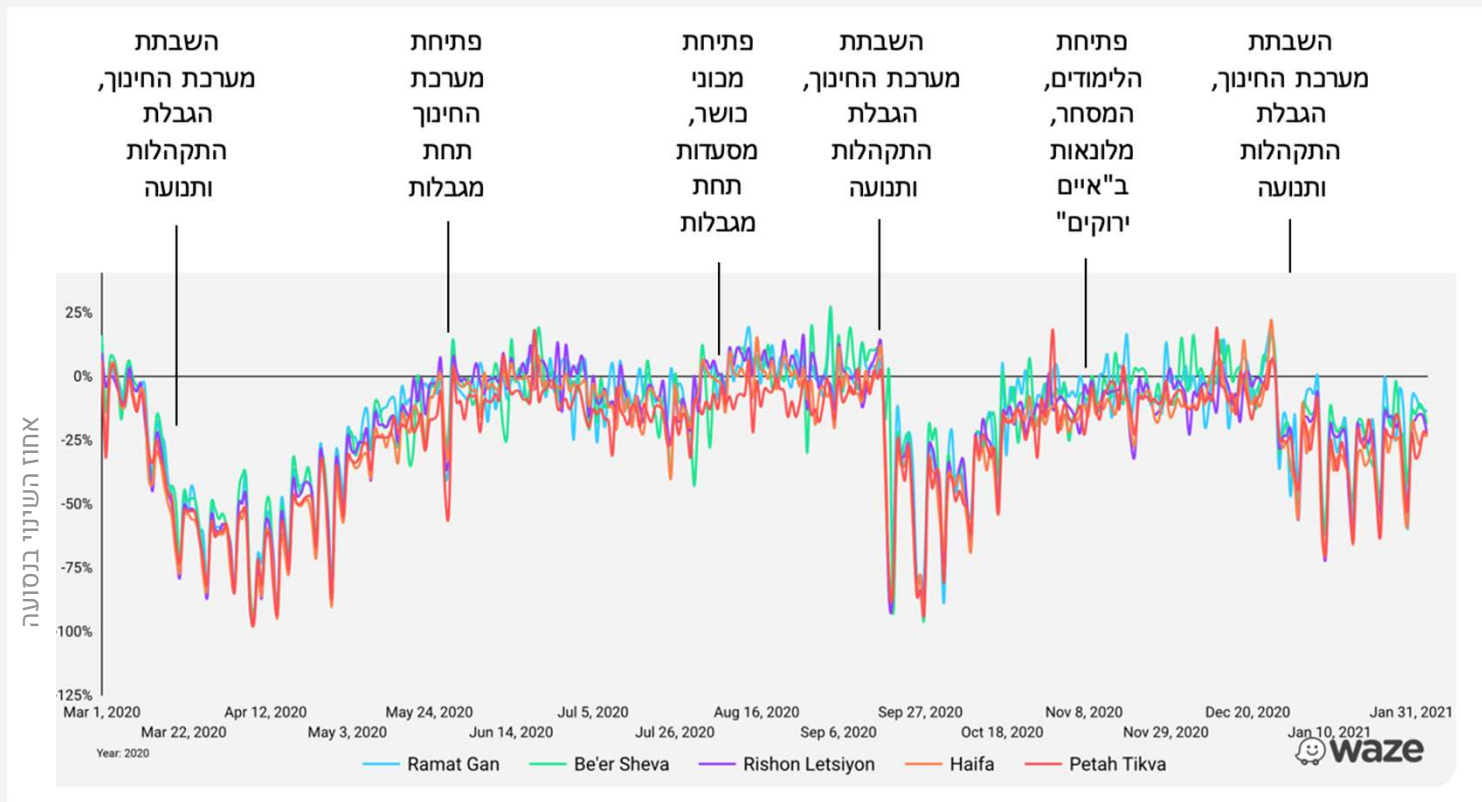
הגודש

המטרו – הכרחי (אך לא מספיק)



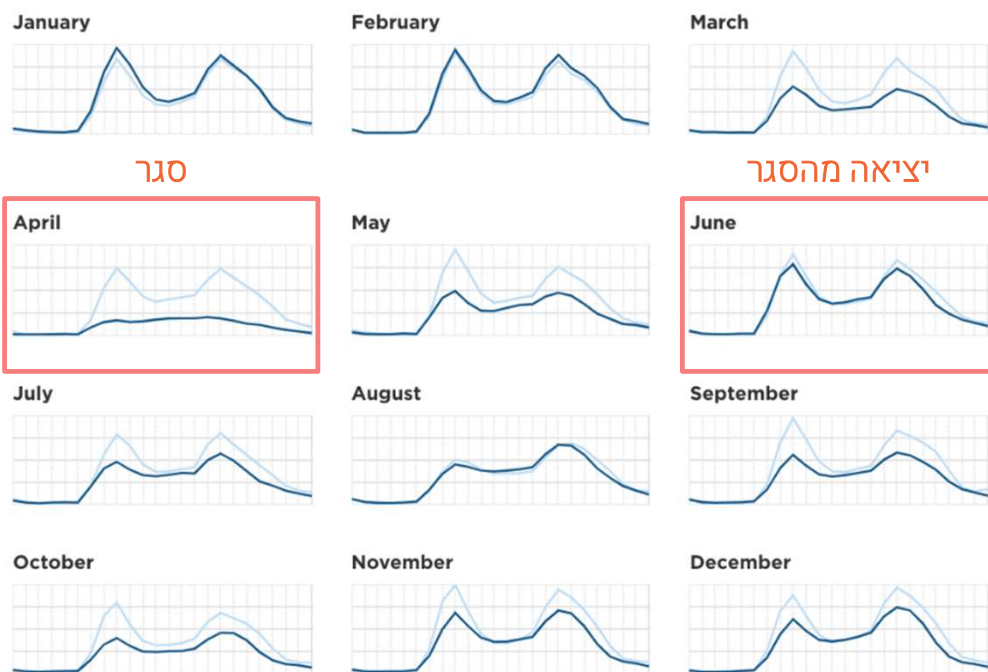
השפעות הקורונה עד כה - נסועה

אחוז השינוי בנסועה ברכב פרטי בישראל לתקופה שלפני הקורונה (ק"מ ליום)



Waze, 2021

גודש בתל אביב - 2019 מול 2020



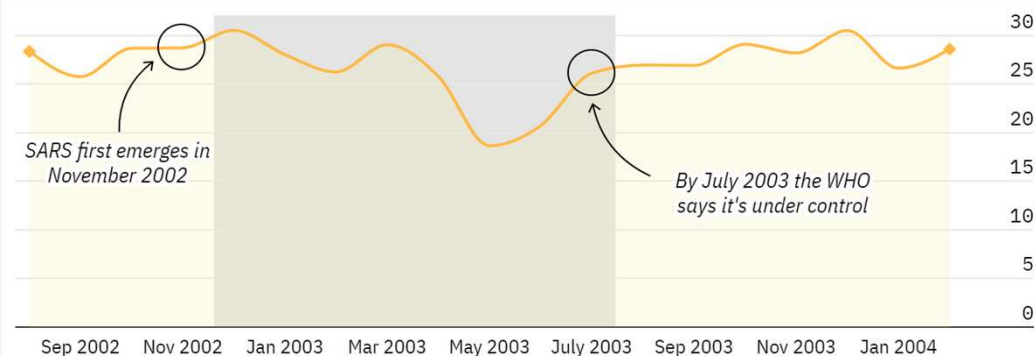
השפעות הקורונה עד כה - גודש

- רק בסגר הראשון נצפה שינוי מהותי בדפוס הנסיעה לעבודה וברמות הגודש
- בין הסגרים - גודש התנועה חוזר לרמות דומות
- נצפית הפחתה מסוימת בשעות השיא, כתלות בהגבלות

TomTom, Tel-Aviv-Full year historical traffic data, 2020

השפעות ה-SARS על נסיעות מתע"ן

טאיפיי



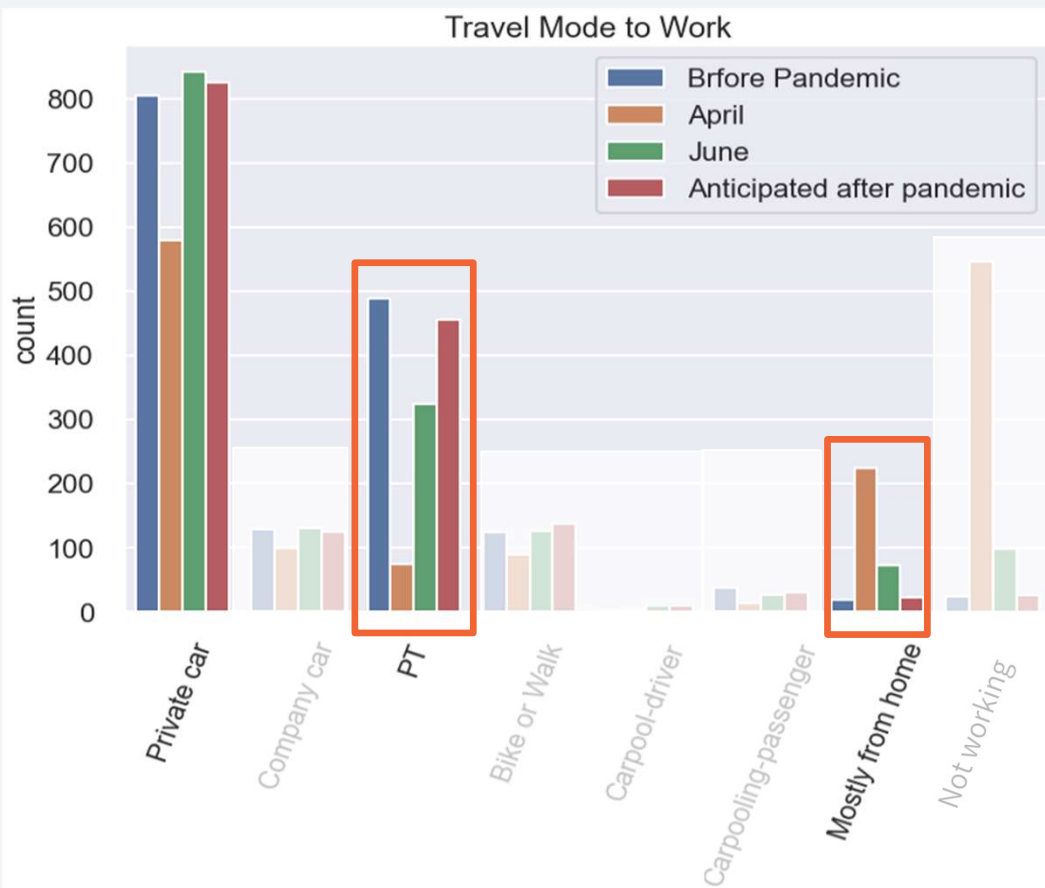
הונג קונג



במהלך מגפת ה-SARS
ירידה של כ-30% במספר
הנוסעים במתע"ן, וחזרה
לנורמה כשנה לאחר
המגיפה

MTR Corp, Taipei Rapid Transit Corp - CityMonitor, 2021

השפעות הקורונה על אמצעי הנסיעה לעבודה



בחזרה היחסית לשגרה בין
הסגר באפריל להקלות
ביוני נצפתה התאוששות
של התחבורה הציבורית,
מגמה שהעובדים צופים
שתמשיך לאחר המגיפה

מדגם מייצג N=1680

Kogus et al., Will COVID-19 accelerate telecommuting? A cross-country evaluation for Israel and Czechia. Paper Submitted for Publication, 2021

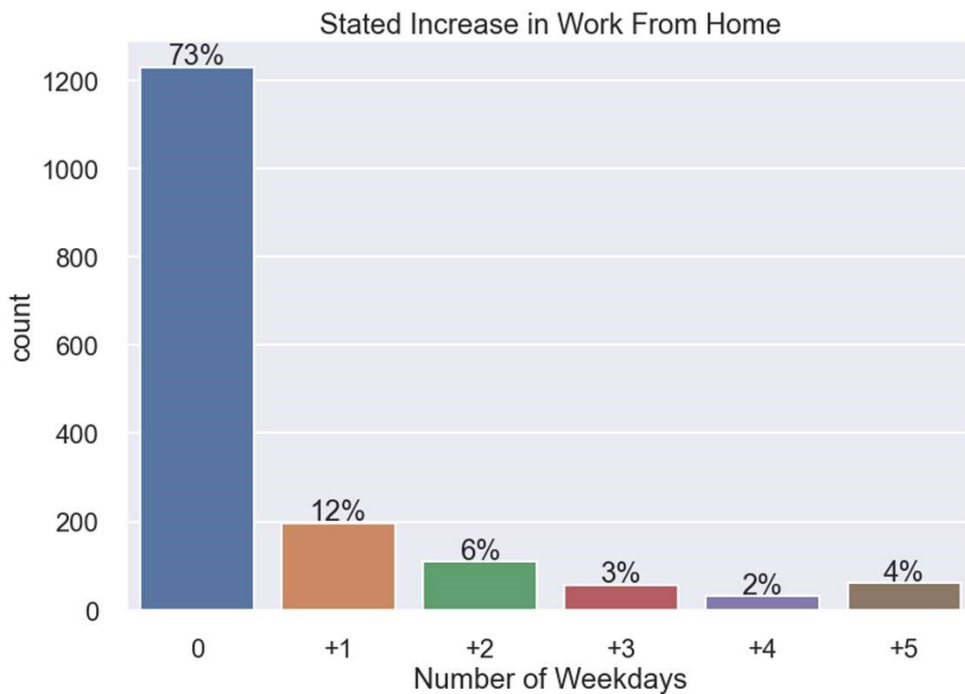
השפעות הקורונה

השפעות המגיפה על התנהגות הנוסעים לטווח ארוך אינן ידועות, אולם יש מה ללמוד מהממצאים שהצטברו עד כה, אם בתקופת הקורונה ואם בהשפעתם של אירועים קיצוניים אחרים על מערכת התחבורה

צפוי גידול בעבודה מהבית (וכך גם בפעילויות אחרות – אם כי פחות), אך נראה שהסיכויים שהיא תפחית את הביקושים בצורה שתיתר את המטרו לא ריאליים, בוודאי לאור גידול האוכלוסייה והעלייה העתידית ברמת החיים

רוב הגידול הוא במעבר ליום או יומיים של עבודה מהבית, הוא אפשרי רק בחלק מענפי התעסוקה, רק חלק מהנסיעות בשעות העומס הן לעבודה, ומחקרים מראים שעובדים מהבית מבצעים יותר נסיעות – מכאן שגם אם כל מקומות התעסוקה בהן ניתן לעבוד מהבית יאפשרו זאת, ההשפעה הצפויה על הנסועה היא כ-5-10%

צפי עובדים לגידול בימי עבודה שבועיים מהבית



סך השינוי בימי עבודה בבית – גידול של 5% (חלק קטן מגדילים עבודה מחוץ לבית, לא מוצג גרפית)

Kogus et al., 2021
 משרד העבודה, דוח תעסוקה, 2021
 סקר הרגלי נסיעה מטרופולין ת"א, 2017
 Asgari et al., Examination of the impacts of telecommuting on the time use of nonmandatory activities, 2016

תוספת קיבולת
למרכזים העסקיים

150 אלף

נוסעים בשעה

=

75

נתיבים מהירים באיילון

עיר	שנת יישום האגרה	אורך מסילת מטרו בק"מ	קווי מטרו נוספים בתכנון
סינגפור	1975	200	6
לונדון	2003	402	5
שטוקהולם	2007	106	4
מילאנו	2008	97	5

אגרת גודש ומטרו

מטרתה של מערכת התחבורה לספק ניידות ושירות בצורה מקיימת
המעודדת צמיחה ורווחה - הגודש אינו חזות הכל

האגרה חשובה כמוסתת ביקוש ומביאה לניצול טוב יותר של הקיבולת
הקיימת, אך היא אינה מגדילה את קיבולת מערכת התחבורה ולא יכולה
להחליף את המטרו בטווח הארוך

אגרת גודש היא מדיניות נכונה המשלימה, ולא מחליפה, תחבורה ציבורית
איכותית בכלל ומטרו במטרופולין גדולה בפרט

ללא אלטרנטיבה טובה לרכב, תידרש אגרה גבוהה ופגיעה משמעותית
בפעילויות כדי להביא לזרימה ללא גודש כלל - וגם שיפור זה לא יספיק

כל הערים הגדולות המפעילות אגרת גודש ממשיכות לפתח את מערכות
המטרו שלהם. סינגפור, הראשונה ליישם אגרת גודש, בנתה 90 ק"מ מטרו
בעשור האחרון ומתכננת לבנות 200 ק"מ נוספים עד 2040

רכבים אוטונומיים, ניידות כשירות ומטרו

ללא מערכת מטרו, רכבים אוטונומיים צפויים להביא לגידול בביקוש לנסיעות ברכב ולהחמרת הגודש (כולם יוכלו לנסוע, לדוגמה)

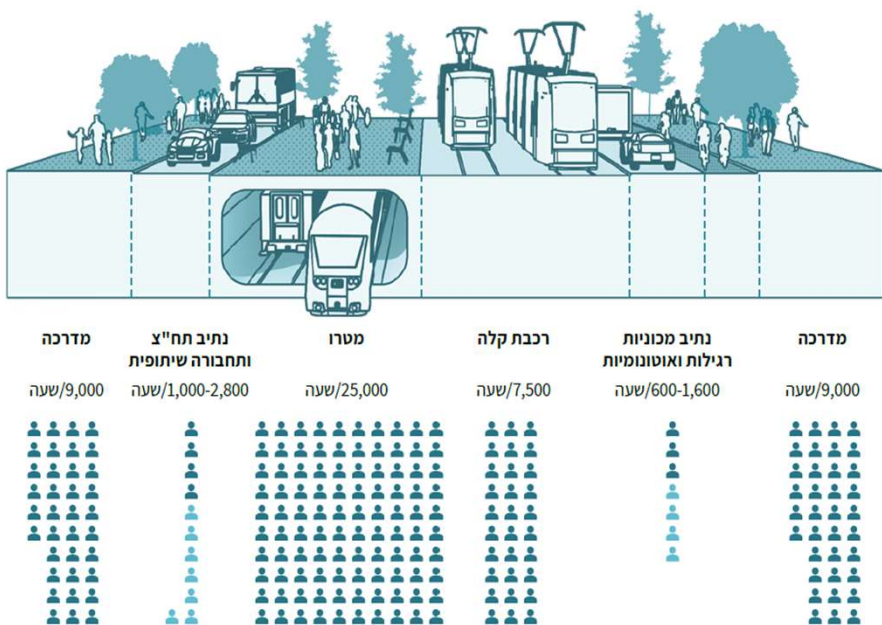
הגדלת הקיבולת מוגבלת בשל מאפייני הרשת ושילוב עם גורמים אנושיים (שאינם מקושרים ברשת)

המטרו יעביר מסה קריטית של אנשים במהירות גבוהה בפרוזדורים העיקריים הצפופים ושירותי ניידות כשירות (אוטונומיים, לא ממונעים ועוד) ישלימו את המטרו בפריסתם הרחבה וגמישותם

ארגון NACTO מדגיש שמערכות התחבורה בעידן הרכב האוטונומי חייבות להישען קודם כל על תחבורה ציבורית עתירת נוסעים כגון מטרו*

רוב המחקרים והנתונים מראים שרוב הנוסעים בשיתוף נסיעות מגיעים מתחבורה ציבורית ולא מרכב פרטי ובכך מגדילים את הנסועה ומחמירים את הגודש**

סימולציות מתקדמות (SimMobility) מראות שלקיבולת המטרו אין תחליף בעולם אוטונומי***



*NACTO, Blueprint for autonomous urbanism, 2017

**Schaller, The new automobility: Lyft, Uber and the future of American cities, 2018

***Basu et al., "Automated mobility-on-demand vs. mass transit: a multi-modal activity-driven agent-based simulation approach, 2018

מערכת תנועה מאוזנת – המטרו מאפשר לוותר על התלות הגבוהה ברכב הפרטי ולעבור למערכת תנועה מאוזנת, עם שירות גבוה מדלת לדלת של מגוון אמצעים, בהתאם למגמה בעולם המערבי

עירוניות חדשה – המטרו מאפשר עירוניות מוטת אדם לצד המשך התפתחות וצמיחה כלכלית של העיר

אין תחליף למטרו – אמצעים כמו אגרות גודש, מדיניות חנייה, שיתוף נסיעות, עידוד עבודה ופעילויות אחרות מהבית ועוד הן אמצעים חשובים, נדרשים, ומשלימים אך הם אינם יכולים להחליף את המטרו



הערות שוליים\ביבליוגרפיה

1. UITP, 2016; 2017, ת"א, נסיעה מטרופולין ת"א, 2019; סקר הרגלי נסיעה מטרופולין ת"א, 2019; תחזיות המועצה הלאומית לכלכלה, 2019
2. UITP, world metro figures, 2018
3. United Nations, population division, 2017
4. הלמ"ס, שנתון סטטיסטי 2017, 2019
5. TomTom, Traffic index results, 2019