

יולי 2025

מתחת לפני השטח

ההזדמנויות לפיתוח תת-הקרקע
בפרויקטים גדולים להתחדשות עירונית

דני ברויטמן

ינאי פרחה

אסף אלחנתי

נסר ח'יר

בית הספר לקיימות ושינויי אקלים
ע"ש גולדמן זוננפלד
אוניברסיטת בן-גוריון בנגב



המרכז למחקרי סביבה וקיימות
האוניברסיטה הפתוחה



The first part of the paper discusses the importance of understanding the cultural context of the research. It highlights the need for researchers to be sensitive to the values and beliefs of the communities they are studying. This is particularly important in the field of education, where cultural differences can significantly impact learning outcomes. The paper then moves on to discuss the challenges of conducting research in diverse cultural settings. It notes that researchers often face difficulties in establishing rapport with participants and in interpreting their responses. To address these challenges, the paper suggests several strategies, including the use of local researchers and the development of culturally appropriate research instruments. The final part of the paper discusses the importance of ethical considerations in cross-cultural research. It emphasizes the need for researchers to obtain informed consent from participants and to ensure that their research does not cause harm or exploitation.

מתחת לפני השטח

ההזדמנויות לפיתוח תת־הקרקע בפרויקטים
גדולים להתחדשות עירונית

דני ברויטמן, ינאי פרוחה, אסף אלחנתי ונסר ח'יר

בהוצאת המרכז למחקרי סביבה וקיימות, האוניברסיטה הפתוחה

מחקר מס' 4/25

יולי 2025

כותבים: פרופ' דני ברויטמן,¹ ד"ר ינאי פרחח,² אדר' אסף אלחנתי,³ ד"ר נסר ח'יר⁴

עריכה: צאלה קליין-בירנבאום, ליליאן כהן

עיצוב גרפי: עינת פרלמן רוגל, ענת וקנין אפלבאום

תרשימים: עינת פרלמן רוגל

רכז מחקרים: עו"ד נמרוד גבע

לציטוט מחקר זה: ד' ברויטמן, י' פרחח, א' אלחנתי ונ' ח'יר (2025), **מתחת לפני השטח:**

ההזדמנויות לפיתוח תת-הקרקע בפרויקטים גדולים להתחדשות עירונית בהוצאת המרכז למחקרי סביבה וקיימות, האוניברסיטה הפתוחה (מחקר מס' 4/25).

מחקר זה התאפשר הודות למענק מטעם המרכז למחקרי סביבה וקיימות באוניברסיטה הפתוחה.

1 הפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

2 המכללה האקדמית תל-חי, החוג לכלכלה וניהול

3 הפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

4 המכללה האקדמית תל-חי, החוג לכלכלה וניהול

על אודות המרכז למחקרי סביבה וקיימות באוניברסיטה הפתוחה

המרכז למחקרי סביבה וקיימות הוקם באוניברסיטה הפתוחה בשנת 2023, במענה למשבר העירוניות המחקרי – יותר מ-90% מתושבי מדינת ישראל מתגוררים ביישובים בעלי אופי עירוני, והצפי הוא שעד שנת 2065 שיעור זה יגדל לכדי 95% מהאוכלוסייה. ישראל הופכת למדינה שהיא עיר אחת גדולה.

בבואנו לשרטט תמונה של החיים העירוניים בישראל בעתיד, אין צורך להרחיק ראות כדי לחזות את ההשפעות של גידול האוכלוסין והצפיפות בתחומים רבים. בנייה צפופה של מגדלים לגובה, אובדן שטחים פתוחים וירוקים, חום מהביל, הצפות בחורפים – כל אלה הולכים ומקצינים. גודש עצום שהולך ומחריף בכבישים וזיהום אוויר גובר הם רק מעט מהתרחישים האפשריים והסבירים העומדים לפתחה של ישראל. כדי להתמודד בהצלחה מול שלל הסיכונים הנובעים מתרחישים אלו, נדרשות ראייה חדשנית לצד תפיסת תכנון בת־קיימה, המגובה בתוכניות עבודה מבוססות נתונים ומדע.

המרכז למחקרי סביבה וקיימות מקדם יוזמות מדעיות ומחקריות שיסייעו בהובלת תהליכי תכנון ב־ר־קיימה במישור המקומי והלאומי, מתוך מטרה להיענות לאתגרים העירוניים של המדינה. מחקרי המרכז מניחים תשתית חיונית לקבלת החלטות מבוססות נתונים – תשתית שתאפשר עתיד עירוני טוב ומקיים יותר. אנו מגבשים את הידע הנחוץ לפיתוח חוסן עירוני ולקידום היערכות לשינויי האקלים, להטמעת אנרגיה מתחדשת וטכנולוגיות מקיימות אחרות בערים, להתחדשות עירונית מתחשבת בסביבה ועוד. כל זאת, מתוך ראייה של קיימות וצדק סביבתי לכל קבוצת האוכלוסייה בישראל. העשייה המחקרית שלנו נועדה לספק מענה מקיף ור־תחומי לאתגרים אלה ואחרים.

במבט לעתיד הלא־רחוק, האתגרים הסביבתיים נעשים ממשיים ואף מחריפים, ובתוך כך קידום מדיניות עירונית בת־קיימה הופך לצו השעה. זו העת לפעול על פי האמרה הידועה: "חושבים עולמית – פועלים מקומית!".

ד"ר אור קרסין,

מייסדת וראשת המרכז למחקרי סביבה וקיימות

תוכן



תקציר	8
1 מבוא	12
1.1 רקע	12
1.2 סקירת ספרות	14
1.3 המוטיבציה של המחקר	20
1.4 מטרות ושאלות מחקר	20
2 שיטת המחקר	22
2.1 עקרונות יסוד תכנוניים	23
2.2 בחינת חלופות והערכת עלויות	31
2.3 תת־הקרקע – באיזה מפלס להתערב?	34
2.4 הפרוגרמה	38
2.5 הערכת תועלות	39
3 ממצאים	44
3.1 תכנון פרויקט בפתח תקווה – מתחם יוספטל	44
3.2 תכנון פרויקט בנשר – תמל/2031/א	51
3.3 ניתוח כלכלי של החלופות (או "איך לרתום יזמים למהלך")	58
3.4 תועלות חיצוניות של פיתוח בתת־הקרקע	61
4 ניתוח הממצאים	64
5 מסקנות והמלצות	70
6 מקורות	72
הכותבים	76
Abstract	iii

« ירידה למטרו ולמעבר
תת־קרקעי, שטוקהולם, שבדיה
(john_loannidis / Pixabay)



תרשימים

- 13 תרשים 1:** צפיפות האוכלוסין בישראל בהשוואה למדינות נבחרות
- 13 תרשים 2:** המחשה של התשתית הבנויה הצפויה במדינת ישראל בשנת 2048 על פי אסיף ופורת (2019)
- 16 תרשים 3:** משמאל, נושאים המופיעים במאמרים שנסקרו; מימין, מספר המאמרים הדנים בהיבט המדובר
- 17 תרשים 4:** מיפוי בין יעדים לפיתוח בר־קיימה (Sustainable Development Goals) לבין הזדמנויות של תת־הקרקע
- 24 תרשים 5:** המחשה של מגרש תלת־ממדי על פי תיקון מס' 33 לחוק המקרקעין
- 27 תרשים 6:** תחנות משמעותיות לקראת אישור תמ"א 1/40
- 30 תרשים 7:** מימין, עמוד השער של "מדריך להקצאת שטחים לצורכי ציבור"; משמאל, עמוד השער של מסמכי "תקן מספר 21.1"
- 33 תרשים 8:** המחשה של אופן חישוב העלויות בפרויקטים באמצעות קובץ גיליון אלקטרוני
- 36 תרשים 9:** למעלה, הסבת קומה 1- לשימוש מגוון בתת־הקרקע. שלושת התרשימים התחתונים מימין לשמאל: סכמת פתחים להחדרת אור טבעי; זרימת אוויר; קרבה למפלס הרחוב בקומה 1-
- 38 תרשים 10:** המצב הקיים מראה את הייחוס של התב"ע המוצעת ללא התערבות בתת־הקרקע מעבר לבניית חניות
- 39 תרשים 11:** מתודולוגיית קביעת הפרוגרמה בפרויקט
- 43 תרשים 12:** משמאל, מפות הערים נשר וחיפה ומיקומי בתי החולים רמב"ם, כרמל ובני ציון; מימין, מפת העיר פתח תקווה ומיקומי בתי החולים בילינסון, מעייני הישועה ותל השומר
- 44 תרשים 13:** התמקמות - תוכנית 410-0856021 מתחם יוספטל, פתח תקווה

45	תרשים 14: מימין, תשריט תוכנית מוצע כולל מספור תתי־המתחמים; משמאל, מפה של מקבצי תתי־המתחמים
50	תרשים 15: סיכום תרחישים לפתח תקווה
52	תרשים 16: למעלה, התמקמות (המתחם ביחס לצירי תנועה ומוקדים מרכזיים); באמצע, תצ"א שעל גביה תתי־המתחמים של הפרויקט; למטה, תשריט מצב מוצע כולל חלוקה לתתי־מתחמים
55	תרשים 17: סיכום תרחישים לנשר
61	תרשים 18: צפי שיעור התמותה בגין טמפרטורות חריגות בעתיד הקרוב בישראל

טבלאות

32	טבלה 1: עלויות פיתוח תת־הקרקע לפי שימושים שונים
41	טבלה 2: הנחות בניתוח הכדאיות הכלכלית במחקר
46	טבלה 3: מספר מ"ר לפיתוח תת־קרקעי בכל תרחיש
46	טבלה 4: מספר מ"ר בתת־הקרקע לפי תת־מתחמים (1-13 ו-17)
48	טבלה 5: דוגמה מפורטת לתרחיש א במתחם בפתח תקווה (חלופה בזיקה לתעסוקה)
53	טבלה 6: טבלת הזכויות לפי תרחישים
56	טבלה 7: דוגמה מפורטת לתרחיש א בזיקה לתעסוקה בפרויקט בנשר
59	טבלה 8: ניתוח החלופות בפרויקט בנשר
60	טבלה 9: ניתוח החלופות בפרויקט בפתח תקווה
68	טבלה 10: הערים הצפופות ביותר בישראל
69	טבלה 11: מספר התושבים בישראל הגרים בערים עם 50,000 תושבים ומעלה, ברמות צפיפות שונות (חישובי המחברים על פי נתוני הלמ"ס)

תקציר



מדינת ישראל היא אחת המדינות הצפופות בעולם. המענה המקובל ללחץ הגובר על משאב הקרקע הוא ציפוף באמצעות התחדשות עירונית. ואולם, יש טענות רבות נגד פרויקטים להתחדשות עירונית כפי שהם מתבצעים, בהן יצירה של מרחבים עירוניים מנוכרים, עומס נוסף על תשתיות תחבורה מקומיות, וטענות על חוסר מוכנות לסיכונים עתידיים בגין שינויי אקלים. הפתרון לשלוש הבעיות הללו טמון (תרתי משמע) במרחב התת-קרקעי שמתחת לפרויקטים להתחדשות העירונית. פרויקטים גדולים להתחדשות עירונית הם הזדמנות חד פעמית לתכנון ולניצול יעיל של משאב זה בשלושה היבטים: (1) יצירת מרחב עירוני פעיל ותוסס בקומת הקרקע על ידי הקצאת פונקציות גם מתחת לקרקע, (2) הכנה של תשתית לחיבור לתחבורה תת-קרקעית עתידית, (3) יצירה של מקלט תרמי זמין מפני גלי חום עתידיים. אלא שכל אלו הם מוצרים ציבוריים, שהשוק הפרטי לא תמיד יכול לספקם. במחקר זה בדקנו אילו שירותים ציבוריים (מלבד תכנון מרתפי חנייה תת-קרקעיים) כדאי וצריך לספק באמצעות פיתוח תת-הקרקע בפרויקטים גדולים להתחדשות עירונית, וזאת באמצעות הכלים, התקינה והחוקים הקיימים.

// הפתרון לשלוש הבעיות הללו טמון (תרתי משמע) במרחב התת-קרקעי שמתחת לפרויקטים להתחדשות העירונית

יש דוגמאות רבות בעולם לפיתוח תת-קרקעי הממלא פונקציות שונות. אלו מצביעים על פיתוח בתת-הקרקע כעל אמצעי משמעותי בפיתוח בר-קיימה של המרחב העירוני. ואולם, המחקרים גם מצביעים על קשיים שבהם נתקל פיתוח בתת-הקרקע, ובהם עלויות גבוהות יותר לעומת בנייה מעל פני הקרקע, אתגרים הנדסיים, ואף קשיים פסיכולוגיים הנובעים מהעברת פעילות אנושית אל מעמקי האדמה.

העיקרון המנחה בעבודה שלנו הוא התבססות על המדיניות הקיימת בישראל בתחום התכנון העירוני, תוך שמירה על כדאיות כלכלית של הפרויקטים. המטרה

« הדמיה לשימוש בתת הקרקע באמצעות AI
(יוצר ע"י ChatGPT) »



היא להראות שפיתוח של תת־הקרקע הוא לא חזון אוטופי בלבד אלא אפשרות מציאותית, בכפוף לתנאים מסוימים. לצורך כך השתמשנו בשני מקרי בוחן של פרויקטים להתחדשות עירונית, אחד בלב אזורי הביקוש (פתח תקווה) והשני במקום קצת יותר מרוחק ממרכז הארץ (נשר). בשני המקרים התבססנו על חוות הדעת הכלכליות הקיימות ושחזרנו את מבנה העלויות והתקבולים שלהם במדויק. בהמשך, הגדרנו כמה חלופות לפרוגרמות תכנוניות המשלבות את מה שקיים בפרויקטים עם אפשרויות שונות של פיתוח בתת־הקרקע שלהם. החלופות נבדלו זו מזו בשימוש העיקרי של הפיתוח בתת־הקרקע – מסחר ותעסוקה, פנאי וספורט או שירותים רפואיים, ובהיקף הפיתוח מתחת לקרקע, גם לרוחב השטח וגם לעומק. לכל אחת מהאפשרויות שהגדרנו התאמנו מודל כלכלי וחישבנו את העלויות והתקבולים העולים מהפיתוח. על מנת להציג חלופות מעשיות, הפיתוח שלנו השתמש בתקן 21.1 של מועצת שמאי המקרקעין, הדורש שיעור רווחיות חזויה מינימלית ליזמים.

בכל החלופות שבדקנו הפיתוח הנוסף בתת־הקרקע הוריד את שיעור הרווחיות ליזם אל מתחת ל-17% הנדרשים על פי תקן 21.1. ואולם, אנו מראים שברוב המקרים ניתן לספק תמריצים ליזם, שיחד עם הנחות סבירות לגבי השבחת הערך של הפרויקט כתוצאה מהפיתוח הנוסף, מעלים את הרווחיות של הפרויקט לרמה הנדרשת. התמריצים שבחנו הם הגדלת זכויות בנייה ליזמים והפחתת אגרות ומיסים. גם כאשר לתמריצים יש עלות תקציבית – למשל הפחתת מיסים ליזם – בטווח הארוך אנו מעריכים שהגידול בהכנסות הרשות המקומית ממיסים יפצה על עלות זו. ניתוח שערכנו באמצעות גרסיה הדונית לגבי הפוטנציאל לעליית ערך דירות כתוצאה מהוספת מרכז רפואי גדול בפתח תקווה ובנשר מראה שתחזית לעליית ערך של כ-10% היא סבירה. עם זאת, ברוב המקרים גם אם עליית הערך תהיה קטנה יותר, הרווח ליזמים יהיה בגובה הנדרש על פי התקן.

מהמחקר אפשר להסיק את המסקנות והממצאים הבאים: ראשית, המודל לפיתוח תת־הקרקע בפרויקטים גדולים להתחדשות עירונית הוא ישים ואפשרי. הוא גם מאפשר לברור את החלופות היותר כדאיות מבין פרוגרמות שונות לפיתוח תת־הקרקע, ומציע כלים לביצוע ניתוחי רגישות ביחס למספר מאפיינים. שנית, על מנת לפתוח את המרחב התת־קרקעי נדרשת התערבות ממשלתית, כדי לעודד ולתמרץ יזמים. למשל, הפחתת מיסים יכולה להפוך במקרים מסוימים פרויקט לא כדאי לכדאי. אבל, מהמחקר עולה שיעיל יותר לתת אישור להגדלת נפח הבנייה המותר, קרי, תוספת זכויות בנייה לשימושים עיקריים. הרווחיות שאלו עשויות להניב יכולה לפצות על העלויות הנוספות שבבנייה תת־קרקעית. כאשר הפונקציות העירוניות הממוקמות בתת־הקרקע הן אטרקטיביות, ניתן לצפות גם לעלייה בנכונות



« קניון סיטילינק בסינגפור הוא קניון תת־קרקעי, המחבר את תחנת ה־MRT סיטי הול ורפֿלס סיטי למרכז המרינה, סאנטק סיטי והטיילת (Terence Ong) »

לשלם עבור המגורים במקום. שילוב של שלושת הגורמים פותח אופק ואפשרויות לפיתוח תת־הקרקע בפרויקטים גדולים של התחדשות עירונית בישראל, גם כעת.

מהמחקר עולה שיעיל יותר לתת אישור להגדלת נפח הבנייה המותר, קרי, תוספת זכויות בנייה לשימושים עיקריים

תועלות חיצוניות אפשריות של פיתוח בתת־הקרקע, כמו שימוש בשטחים אלה כמקלט תרמי באירועי מזג אוויר קיצוניים, יגדילו בוודאי את התועלת שפיתוח כזה מספק ברמה המקומית ואף הלאומית. במחקר הנוכחי לא כימתנו את התועלת הזו, כמו גם תועלות נוספות הנובעות מכך שהוא יחליף פיתוח על חשבון שטחים פתוחים, ויתרום להפחתת יוממות ומכאן גם לירידה בזיהום אוויר. מחקרים קודמים מראים שלאילו עשוי להיות ערך כלכלי גדול, ומדידתם המדויקת היא נושא לעבודה עתידית, כמו גם הרחבת המחקר לאזורים אחרים בישראל, עם מאפיינים גיאוגרפיים, דמוגרפיים וכלכליים־חברתיים אחרים.

1

מבוא

1.1 רקע

מדינת ישראל היא כבר היום אחת המדינות הצפופות בעולם. ואולם, בשונה ממדינות מפותחות אחרות שהצפיפות בהן יחסית גבוהה אבל התחזיות העתידיות לגבי קצב גידול האוכלוסייה מנבאות התמתנות לטווח בינוני, ישראל מציגה שילוב חריג (צעירי וטל, 2021): צפיפות אוכלוסין וריבוי טבעי שמאפיינים בדרך כלל מדינות מתפתחות, לצד כלכלה מפותחת ורמת חיים המתאימות למדינות מפותחות. בתרשימים שבתרשים 1 ניתן לראות את המיקום של ישראל מבחינת צפיפות האוכלוסין, והתחזית של מדד זה לעתיד.

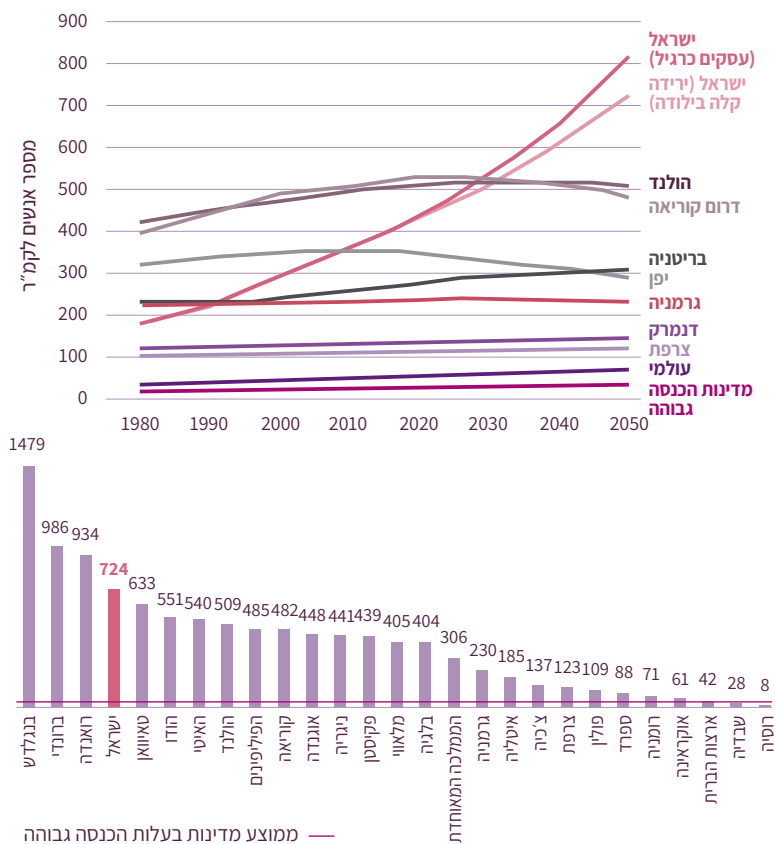
המשמעות התכנונית של הצפיפות הנוכחית וקצב גידול האוכלוסייה הצפוי, היא שצריך להיערך לספק את הצרכים (מבחינת דיור, תעסוקה, תחבורה, חינוך וכו') של אוכלוסייה הולכת וגדלה. האתגר לקראת השנים הבאות הוא גדול כל כך, שמחברי דו"ח על התכנון האסטרטגי לקראת יובל ה־100 של מדינת ישראל שהופק לפני כמה שנים על ידי המרכז לחקר עיר ואזור של הטכניון (אסיף ופורת, 2019) כתבו כך: "... כל מה שפרוס לעינינו היום אינו אלא פחות ממחצית ממה שנפגוש כאן בשנת ה־100 של מדינת ישראל". המשמעות היא שעל מנת לענות על צורכי האוכלוסייה העתידית, יהיה צורך לבנות "עוד ארץ", כפי שממחיש תרשים 2 להלן.

כאילו אתגרים אלו לא היו מסובכים בפני עצמם, המדינה תצטרך להתמודד איתם בתנאים שכנראה יהיו קשים יותר מאלו שאנחנו חווים היום, לפחות בכל מה שקשור לשינויי האקלים. בהקשר הזה, וביחס לעולם, מדינת ישראל נמצאת במצב חמור: על פי הערכת השירות המטאורולוגי הישראלי, קצב עליית הטמפרטורה בישראל בארבעת העשורים מ־1980 עד 2020 היה במוצע גבוה כמעט פי שניים מהקצב העולמי שנמדד באותן השנים (פורשפן ויוסף, 2021), והערכות חדשות יותר מחזקות את הממצאים (יוסף וחובריו, 2024). אחת ההשפעות של שינויי האקלים היא גלי חום תכופים וממושכים יותר, הגורמים לתמותה עודפת חדה ומובהקת (מבקר המדינה, 2024).

שלוש התופעות האלו – הצפיפות הנוכחית, הצפי לגידול האוכלוסייה, והאיום של גלי חום עתידיים – הן המוטיבציה והרקע למחקר הנוכחי. תופעת הצפיפות ניכרת

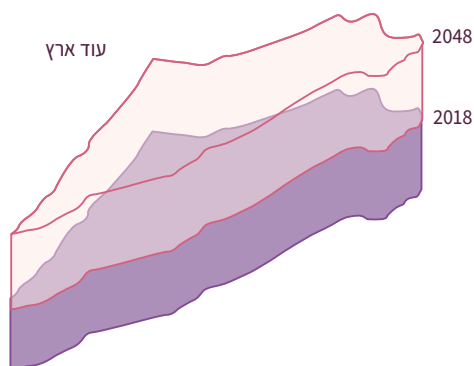
תרשים 1: צפיפות האוכלוסין בישראל בהשוואה למדינות נבחרות

« למעלה, צפיפות האוכלוסין לאורך זמן; למטה, התחזית הצפויה ל-2050. צעירי וטל (2021) (דו"ח "כושר נשיאה לאומי: עתיד צפוף – תחזית גידול אוכלוסיית ישראל בשנים 2050-2030 והשלכותיה על תחומי חיים מרכזיים", שם הם תרשים 3 ותרשים 2 בהתאמה).



תרשים 2: המחשה של התשתית הבנויה הצפויה במדינת ישראל בשנת 2048 על פי אסיף ופורת (2019)

« דו"ח "ישראל 100 – תכנון אסטרטגי לישראל לקראת 2048", שם הוא תרשים 1



בעיקר באזורים העירוניים, ובפרט באזור המרכז. המענה המקובל ללחץ הגובר על משאב הקרקע הוא ציפוף, או בשמו המקובל בישראל, "התחדשות עירונית". למרות הכוונות הטובות והתרומה שלהם לניצול יעיל יותר של משאבי הקרקע, יש טענות רבות נגד פרויקטים להתחדשות עירונית כפי שהם מתבצעים היום. הראשונה שבהן היא יצירה של מרחבים עירוניים מנוכרים, עם מגדלים המתנשאים לגובה ומעט מאוד פעילות ואינטראקציה חברתית במפלס הרחב. השנייה מתייחסת לעומס הנוסף שפרויקטים להתחדשות עירונית משיתים על התשתיות המקומיות בכלל (מים, ניקוז, ביוב וכו'), ובפרט על תשתיות התחבורה, הרעועות לפעמים ממילא. אנחנו מוסיפים לאלו ביקורת שלישית: היעדר התייחסות לאיום, בטווח הבינוני והרחוק, של אירועים קיצוניים כתוצאה משינוי האקלים. אחד המרכזיים שבהם במקרה הישראלי הוא, כאמור, התגברות העוצמה והתדירות של גלי חום, והצורך לספק להם מענה עבור אוכלוסייה צפופה במסגרת מחסור אנרגטי שצפוי במקרים אלו.

אנחנו טוענים שחלק מהפתרון לשלוש הבעיות הללו טמון (תרתי משמע) במרחב התת־קרקעי שמתחת לפרויקטים להתחדשות העירונית. כיום, הפוטנציאל הגלום במרחב התת־קרקעי בישראל עדיין רחוק מכדי מימוש מיטבי, ומסתכם לרוב אך ורק בתכנון מרתפי חנייה: פרויקטים גדולים להתחדשות עירונית הם הזדמנות חד־פעמית לתכנון ולניצול יעיל של משאב זה, לפחות באזורים שבהם פרויקטים אלו מקודמים.

חדשנות המחקר טמונה בעיקר בניתוח העלויות הכרוכות בפיתוח של מרחב תת־קרקעי, ובשימוש בגישת המוצרים הציבוריים לבחינת בעיית פיתוח תת־הקרקע (תת"ק) בפרויקטים גדולים להתחדשות עירונית. טבעם של מוצרים ציבוריים גורם לכך שהכמות שמספק השוק הפרטי קטנה מדי. במקרה של פרויקטים להתחדשות עירונית, המוצרים הציבוריים המדוברים הם מרחב ציבורי חי ותוסס, מתן אפשרויות לפתרונות תחבורה עתידיים והכנה להתמודדות עם משבר האקלים. על מנת שיזמים פרטיים יספקו כמות סבירה מהם, יש לעגן אותם בחוק, ו/או לתת תמריצים ליזמים כדי שיספקו אותם. זאת, כי עלות של פרויקט עם פיתוח של תת־הקרקע מעבר לנעשה כיום (חניות ומחסנים) תהיה גבוהה יותר מזו של פרויקט רגיל. מצד שני, אפשר אולי לכמת את התועלות, הנוכחיות והעתידיות, שבאספקת שירותים ציבוריים אלו.

1.2 סקירת ספרות

תחום הפיתוח התת־קרקעי באזורים אורבניים הוא כר נרחב למחקר מדעי בשנים האחרונות. לטובת העבודה הנוכחית נסקרו 57 מאמרים הדנים בפיתוח תת־קרקעי

« ShopVille בציריך, שוויץ. תושבים נעים
במסדרון קניות תת־קרקעי בתחנת
הרכבת המרכזית
(Octavian Lazar / Shutterstock)

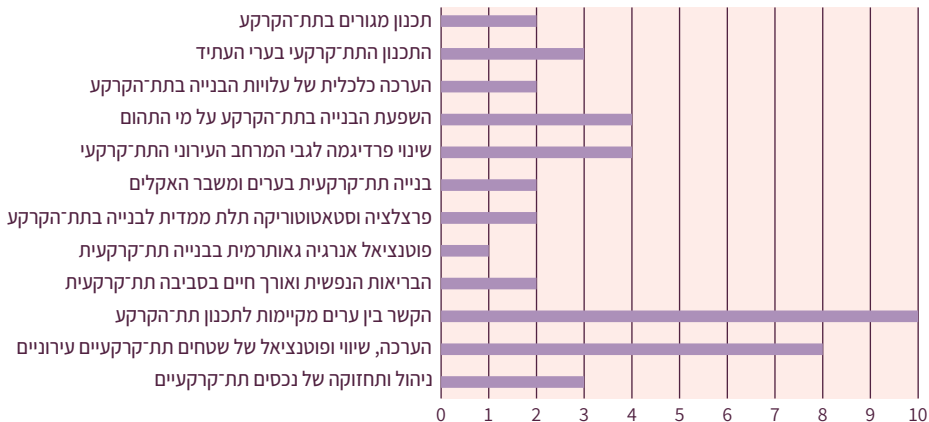


באופן כללי, מתוכם כ־44 נמצאו רלוונטיים ספציפית למרחבים עירוניים. מבחינה גיאוגרפית, רוב המחקרים ומקרי הבוחן מגיעים מסין, ומתייחסים למגוון האזורים המטרופוליטניים הקיימים שם. ערים אירופיות שמוזכרות במחקר הן בעיקר הלסינקי ולונדון, וביבשת אמריקה העיר המוזכרת ביותר היא מונטריאול שבקנדה. בנוסף, קיימים מקרי בוחן נוספים ממגוון מדינות, כמו שווייץ, קוריאה, איראן וסנגל.

רוב המאמרים דנים בתכנון המרחב העירוני בתת־הקרקע בעקבות התגברות תהליכי העיור, הציפוף העירוני הנדרש (או שיידרש בעתיד הקרוב), ובהתאם לכך, התמעטות השטחים הלא מבונים בתוך הערים או בקרבתן. במספר מאמרים מציינים את הצורך בחידוד תהליכים סטטוטוריים, משפטיים ורגולטוריים בעקבות הצורך בתכנון תת־קרקעי. בהתאם לכך, עולה הצורך לייצר מערכת תלת־ממדית של פרצלציה, זכויות בנייה ויעודי קרקע, שתתאים גם לאתגרים החדשים שבנייה תת־קרקעית מציבה בפני המתכננים.

היבטים נוספים שמופיעים במספר מקורות הם ההשפעות האפשריות (הן חיוביות הן שליליות) של הבנייה התת־קרקעית על מי תהום ועל מאגרי מים תת־קרקעיים, הפוטנציאל להפחתת צריכת האנרגיה והתמודדות עם משבר האקלים, אפשרות השימוש בתת־הקרקע כמקלט כשהטמפרטורה עולה (בייחוד במקומות שאי החום העירוני בולט בהם במיוחד) ובכלל, על מגוון היבטים של הקיימות העירונית. תרשים 3 מראה ניתוח של הנושאים הנידונים ביותר במאמרים שנבחנו.

תרשים 3: משמאל, נושאים המופיעים במאמרים שנסקרו; מימין, מספר המאמרים הדנים בהיבט המדובר

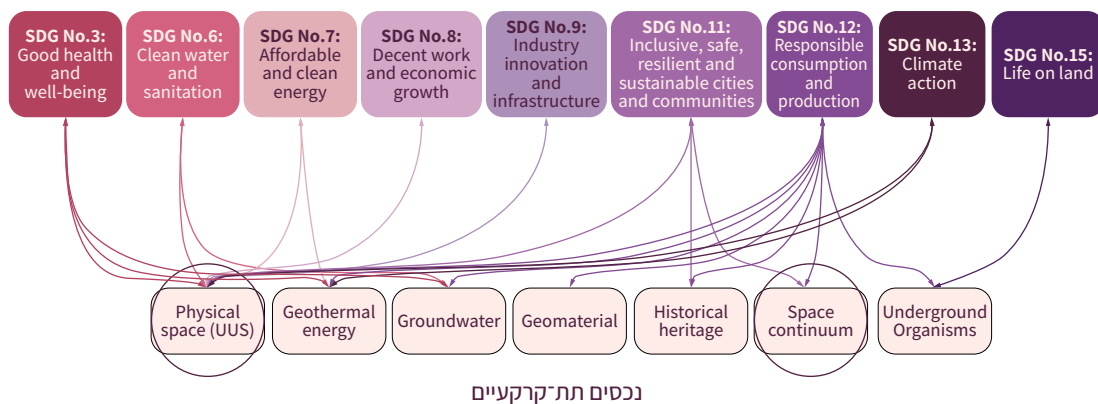


ניתן לראות ששני ההיבטים הנידונים ביותר קשורים לשני נושאים שנוגעים לליבת המחקר הנוכחי: מצד אחד, התרומה האפשרית של הפיתוח התת־קרקעי ליצירת ערים מקיימות יותר, ומצד שני, הכלים שאולי יאפשרו לממש את האפשרויות האלו. זו הסיבה שבחרנו להתמקד בסקירת הספרות הקצרה הזו בשני מאמרים ספציפיים שדנים בהרחבה בנושאים אלו.

לא מעט עלויות קשורות לפיתוח התת־קרקע, והן לא רק כלכליות אלא במגוון תחומים חברתיים וסביבתיים (Qiao et al., 2019a). למרות זאת, ההזדמנויות הטמונות בפיתוח תת־הקרקע קשורות לרוב היעדים לפיתוח בר־קיימה שקבע האו"ם בשנת 2015. לכן, האתגרים והפתרונות של הפיתוח התת־קרקעי בערים מצריכים מיפוי (קונצפטואלי ופיזי) מדויק. תרשים מספר 4 מראה את הקשרים בין היעדים הרלוונטיים, לבין ההזדמנויות שיש בתת־הקרקע.

תרשים 4: מיפוי בין יעדים לפיתוח בר־קיימה (Sustainable Development Goals) לבין הזדמנויות של תת־הקרקע (Qiao et al., 2019a)

יעדי הפיתוח בר־הקיימה



נכסים תת־קרקעיים

בתרשים 4 מודגשות שתי הזדמנויות הקשורות ישירות למטרת המחקר הנוכחי: מצד אחד, יצירת מרחב פיזי נוסף מתחת לשטחים הבנויים הקיימים, ומצד שני, הבטחת רציפות תפקודית בין שני סוגי המרחבים, על־קרקעיים ותת־קרקעיים. זו הסיבה לכך שפרויקטים להתחדשות עירונית הם כל כך חשובים לפיתוח תת־הקרקע (Cui et al., 2021): שימוש מושכל בתת־הקרקע עשוי להניב יתרונות גדולים לפרויקטים



להתחדשות עירונית, כגון עירוב שימושים, וציפוף גדול עוד יותר מזה שניתן לתכנן בשימוש על הקרקע בלבד. זאת, כאשר פרויקטים אלו עשויים לתרום גם לעיר בכללותה, בהפיכתה ליותר מקיימת, פחות פקוקה, ועם היצע גדול אף יותר של שטחים פתוחים בתוכה (Cui et al., 2021).

ואולם, בפני פיתוח המרחב התת־קרקעי בערים עומדים קשיים אובייקטיביים רבים: הראשון במעלה, והסיבה העיקרית לכך שקשה לתכנן פרויקטים מסוג זה, הוא עלותם הגבוהה ביחס לבנייה מעל הקרקע (Qiao et al., 2017). האתגרים הפיננסיים שבפיתוח התת־קרקע מתחילים באופן הערכת השווי של שטחים תת־קרקעיים (Pasqual & Riera, 2005; Mavrikos & Kaliampakos, 2021). אבל העלות הגבוהה נגרמת בעיקר בגלל הצורך בחפירה אינטנסיבית בקרקע, יחד עם הבעיות ההנדסיות הייחודיות שהמרחב התת־קרקעי מציב בפני המתכננים (Nelson, 2016). למרות זאת, במהלך השנים האחרונות פותחו מודלים כלכליים שמתמודדים היטב עם הפיתוח התת־קרקעי (Kaliampakos et al., 2016), כולל ההשפעות החיצוניות שלו (Dong et al., 2021), וההשפעות הרחבות יותר של פיתוח התת־קרקע במעגלים רחבים יותר (Li et al., 2016; Tender et al., 2017). כיום ניתן למצוא בספרות המדעית מגוון מקרי בוחן לפיתוח תת־קרקעי במגוון רחב של שימושים, הכוללים הערכות כלכליות רבות (Xie et al., 2021; Lin et al., 2022; Qiao et al., 2022).

בפני פיתוח המרחב התת־קרקעי בערים עומדים קשיים אובייקטיביים רבים: הראשון במעלה, והסיבה העיקרית לכך שקשה לתכנן פרויקטים מסוג זה, הוא עלותם הגבוהה ביחס לבנייה מעל הקרקע

ואולם, לא רק אתגרים פיננסיים והנדסיים עומדים בפני יוזמות לפיתוח תת־הקרקע, אלא גם אתגרים פסיכולוגיים. המרחב התת־קרקעי העירוני נתפס בדרך כלל כמקום מסתורי, חשוך ואפילו מפחיד, הראוי מבחינת השימושים בעיקר להנחת תשתיות, או, לכל היותר, לשימושים לזמן קצר בלבד (Lee et al., 2017). בין השימושים האלו תחבורה ציבורית (תחנות מטר, מעברים ביניהן וכו'), מסחר אגבי (למשל, חנויות במעברים תת־קרקעיים שהצדקתם הכלכלית היחידה היא שאנשים עוברים שם), וכשמדובר בבניין בודד או בקומפלקס של בניינים – שימושי חניה כמובן.

1.3 המוטיבציה של המחקר

המחקר הנוכחי שואף להראות שמצד אחד, פיתוח עירוני תת־קרקעי בישראל בתנאים הקיימים כיום הוא אפשרי, לפחות תחת הנחות מסוימות. זו הסיבה להתמקדות בפרויקטים להתחדשות עירונית, שיכולים לדעתנו לשמש הזדמנות לפריצת דרך בתחום.

מצד שני, פיתוח תת־קרקעי בעולם כבר מזמן אינו רק קשור לתשתיות ומנהרות תחבורה. אחת הדוגמאות הבולטות לשימושים מגוונים בתת־הקרקע העירונית היא הלסינקי, שבה קיימים, מלבד רכבת תחתית מפותחת, מתקני ספורט, בריכת שחייה, ואפילו כנסייה תת־קרקעית.¹ מרכזי קניות תת־קרקעיים, לפעמים משולבים עם תחנות רכבת תחתית ולעיתים עומדים בפני עצמם, קיימים בכמה ערים בעולם, כמו למשל מונטריאול² ולונדון.³ גם בישראל יש דוגמאות לשימושים תת־קרקעיים מגוונים, כמו למשל בריכת השחייה ב־YMCA בירושלים,⁴ האגף החדש של מוזיאון תל אביב,⁵ או המרכז האונקולוגי החדש בבית החולים שערי צדק בירושלים. אומנם כל הדוגמאות המקומיות נבנו בעבור גופים ציבוריים גדולים, אך אנחנו משוכנעים שניתן לפתח מרחבים תת־קרקעיים גם לשימושים עירוניים יומיומיים, כמו מסחר, תעסוקה וספורט, עבור שכונות מגורים רגילות, בתנאי שהפיתוח ייעשה בקומה הסמוכה לפני הקרקע (קומה 1-). פיתוח תת־קרקעי מסוג זה יכול להיות זמין, לא יקר מדי, ועם פוטנציאל להחיות את קומת הקרקע ואת מפלס הרחוב בשכונות מגורים.

1.4 מטרות ושאלות מחקר

מטרת המחקר היא להראות שלפרויקטים גדולים להתחדשות עירונית יש קנה מידה שעשוי להתאים לפיתוח משמעותי של המרחב התת־קרקעי תחתם. במילים אחרות, פרויקטים אלו יכולים לאפשר יוזמה של הרשויות המקומיות מצד אחד, ומעורבות של קבלנים פרטיים מצד שני, תוך ניצול היתרונות לגודל. זאת מכמה סיבות: ראשית,

¹ https://www.hel.fi/static/hel2/ksv/julkaisut/esitteet/esite_2009-8_en.pdf

² <https://www.myhelsinki.fi/en/see-and-do/sights/temppeliaukio-church>

³ <https://www.mtl.org/en/experience/guide-underground-city-shopping>

⁴ <https://www.fosterandpartners.com/projects/canary-wharf-underground-station>

⁵ <https://www.ymcasport.org.il/swimming-pool>

⁶ <https://www.tamuseum.org.il/he/about/buildings-and-architecture/amir-building>



« פנים כנסיית טמפליאוקיון (הידועה גם ככנסיית הסלע) בהלסינקי, פינלנד
(Eduardo Cabanas / Shutterstock)

היקף הבנייה עשוי להצדיק פיתוח תת־קרקעי מבחינה הנדסית וכלכלית. שנית, יש לרשות המקומית תמריצים תכנוניים ומנופי לחץ שניתן להפעיל. לבסוף, המדינה עצמה, ולא רק הרשות המקומית המעורבת ישירות, יכולה להציע תמריצים כלכליים ותכנוניים, בנוסף למנופי לחץ אחרים שיש לה.

לכן שאלות המחקר הספציפיות הן:

1. מהן התועלות והעלויות הצפויות באלטרנטיבות השונות לפיתוח תת־הקרקע?
2. מה ניתן לעשות באמצעות הכלים, התקינה והחוקים הקיימים?
3. איזה סל של שירותים ציבוריים ניתן לספק באמצעות פיתוח תת־הקרקע בפרויקטים אלו?

2

שיטת המחקר

המחקר התמקד בשני פרויקטים להתחדשות עירונית, שלדעתנו יכולים להיות מקרה בוחן לפיתוח תת־קרקעי. מצד אחד, שני הפרויקטים האלו שונים בהיקף שלהם, בפרישה המרחבית ובמיקומם הגיאוגרפי. מצד שני, הם בני־השוואה מבחינה כמותית. כלומר, אחד גדול ביחס לשני, אבל לא בסדרי הגודל. לפעמים נשמעת טענה שפיתוח תת־קרקעי אפשרי רק במקומות שעלות הקרקע בהם מספיק גבוהה, ולכן בחרנו את אחד ממקרי הבוחן באזור המרכז, כלומר במקום שעלות הקרקע גבוהה, והשני במקום שהעלות בו נמוכה יותר. כך נוכל להתייחס לשאלה המסקרנת, עד כמה פיתוח תת־הקרקע רגיש למחיר הקרקע על פני השטח.

הפרויקט להתחדשות עירונית הראשון הוא בעיר נשר, באזור שהביקוש בו קיים אבל לא מאוד גבוה (תוכנית "תמל" / 2031 / א").⁶ זוהי תוכנית מסוג "פינוי בינוי", עם 141 יחידות של דיור קיים, שאמורות לצמוח לכדי 1,005 יחידות דיור בסיום הפרויקט. האזור הוא במרכז העיר נשר, צמוד לשכונות מגורים, ליד אזור התעשייה והתעסוקה הראשי. בנוסף, הפרויקט נמצא לצד כביש ראשי של העיר ולצד תוואי רכבת קלה מתוכנן לפי תוכנית אסטרטגית. מבחינת הנתונים הזמינים עבור הפרויקט, המסמך החשוב ביותר מבחינתנו הוא חוות דעת על כדאיות כלכלית, ונתבסס בעיקר עליו. אבל בנוסף אליו קיימים גם תקנון, תשריט, עקרונות לטבלת איחוד וחלוקה, עקרונות בינוי ופיתוח, נספח חברתי, סקר גיאולוגי ופרוגרמה לצורכי ציבור.

פרויקט ההתחדשות העירונית השני נמצא במרכז הארץ, בלב אחד מאזורי הביקוש: תוכנית "410-0856021" בעיר פתח תקווה. זוהי גם תוכנית להתחדשות עירונית מסוג פינוי־בינוי בתוך המרקם העירוני של פתח תקווה, צמוד לתחנת המטרו העתידית יוספטל, וגם לטבעת השנייה של העצמת הבנייה סביב תחנת המטרו. במסגרת התוכנית, 1,256 יחידות הדיור הקיימות יוכפלו כמעט פי ארבעה, לכ־4,700 יחידות דיור. גם עבור התוכנית הזו, בנוסף לדו"ח בדיקת ההיתכנות הכלכלית המפורט שהוא המסמך העיקרי עבורנו, קיימים דו"ח הצללות ואקלים, דו"ח סביבתי, נספח חברתי, ופרוגרמה לצורכי ציבור.

6 כל המידע התכנוני של הפרויקט זמין ב: <https://mavat.iplan.gov.il/SV4/1/3005290850/310>

7 כל המידע התכנוני של הפרויקט זמין ב: <https://mavat.iplan.gov.il/SV4/1/4005067830/310>

כדי להעריך את העלויות של אפשרויות שונות לפיתוח תת־הקרקע, נתבסס על הכללים התקפים כרגע בישראל. בהיבט המשפטי, תיקון מס' 33 לחוק המקרקעין מאפשר לחלק תא שטח למספר שכבות אופקיות וכך מאפשר זכויות תלת־ממדיות בקרקע. בהיבט התכנוני, המסמך המכונן הוא תמ"א 1/40 המאפשר תהליכי תכנון ופיתוח של מרחבים תת־קרקעיים. בנוסף לכך, אנחנו נצמידים למסמך "מדריך להקצאת שטחים לצורכי ציבור" ומחילים את ההמלצות שלו על תת־הקרקע, בניסיון לספק את הצרכים במרחב זה במקום מעל הקרקע. לבסוף, מבחינה כלכלית, המנגנון המקובל להבטחת כדאיות כלכלית של פרויקטים להתחדשות עירונית הוא תקן 21.1 שנקבע על ידי מועצת השמאים, המבטיח שיעורי רווח נדרש כדי שיהיה תמריץ ראוי למימוש התוכנית. אנחנו בוחנים אילו שימושים ניתן לבנות בתת־הקרקע תוך הכנסתם במסגרת אותו תחשיב כדאיות כלכלית ואבטחת רווחיות של יזם הפרויקט. בהמשך נפרט כל אחד מהמנגנונים הללו.

2.1 עקרונות יסוד תכנוניים

2.1.1 זכויות תלת־ממד

זכויות תלת־ממד במקרקעין מתייחסות להסדרים משפטיים שמפרידים בין הזכויות השונות על חלקי מקרקעין על פני הקרקע, מתחתיה ומעליה, כך שניתן להעניק זכויות נפרדות ומוגדרות לכל אחת מהשכבות הנ"ל.

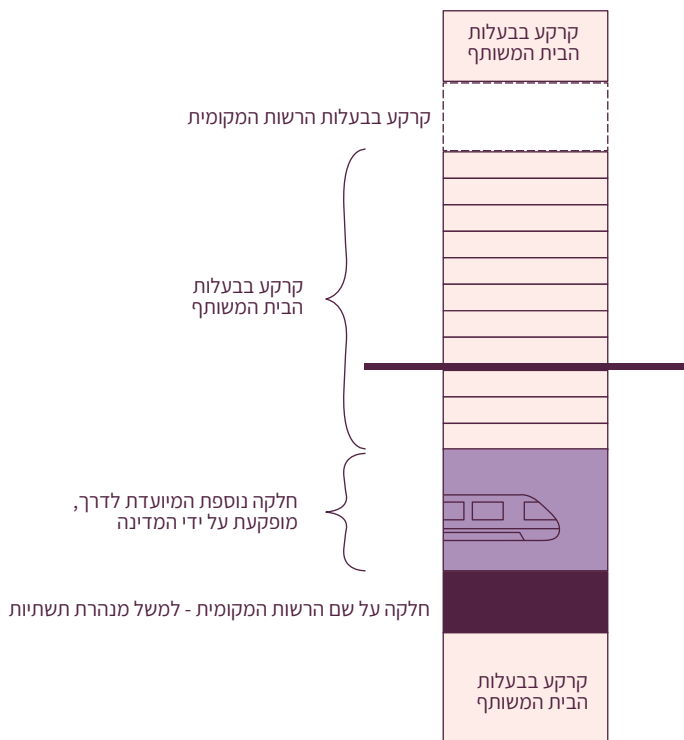
סעיף 11 לחוק המקרקעין, תשכ"ט – 1969, קבע כי הבעלות בשטח של קרקע הינה אינסופית וחולשת לא רק על השטח שנמצא על פני הקרקע, אלא גם על זה שנמצא מתחתיו ואף מעליו. סעיף 13 לחוק המקרקעין קבע שאין תוקף לעסקה בחלק מסוים במקרקעין.

לאור ההתפתחויות הטכנולוגיות שמאפשרות לקדם פרויקטים על פני שכבות קרקע שונות, צפיפות האוכלוסייה, התשתיות המתרחבות, שימוש בתת־הקרקע ומגמת עירוב השימושים, אושר בדצמבר 2018 בכנסת תיקון מס' 33 לחוק המקרקעין, התשע"ט – 2018, שמכוחו ניתן לחלק תא שטח למספר רבדים ושכבות וליצור באמצעות חלוקה זו רישום קנייני תלת־ממדי, כך שכל רובד יזכה לרישום קנייני נפרד. הבעלות לאחר התיקון איננה עוד "מקשה אחת", כי אם רבדים של זכויות הניתנים להפרדה. כלומר, ניתן לפצל את הבעלות במרחב האנכי ולרשום במרשם המקרקעין בעלות נפרדת בחלק מסוים מהמרחב האנכי של החלקה, על שם בעלים שאינו בהכרח הבעלים של יתרת החלקה. התיקון הוסיף הגדרת "חלקה תלת־ממדית", אשר תחמה את גבולות העומק והגובה של החלקה והגבילה את הבעלות בה לגבולות שנקבעו. בסעיף 14א הוגדרה חלקה תלת־ממדית כ"יחידה

נפחית שגבולותיה רשומים באופן תלת־ממדי, המצויה בעומק שמתחת לקרקע או בחלל הרום שמעליה, במקרקעין רשומים".

בעקבות תיקון מס' 33 לחוק המקרקעין הותקנו תקנות התכנון והבנייה (רישום מגרש תלת־ממדי), התש"ף - 2020, התאפשר קביעת מגרש תלת־ממדי ובכך נוצרה פלטפורמה יעילה ומהירה לרישום תכנון מודרני רב־שכבתי שיצרה ודאות משפטית; מנהל התכנון פרסם את המדריך ליצירת מגרש תלת־ממדי שמקדם שימושים מעורבים לניצול מרבי של הקרקעות כדי להשתמש במרב האפשרויות הכלכליות בקרקע, ופיצויי ההפקעה קטנו כי ניתן מענה לקשת רחבה של מקרים שבהם המדינה נאלצת להפקיע חלק מהמקרקעין הנמצא ברובד שמתחת לפני הקרקע - בעלי הקרקע המופקעת יוכלו להמשיך להחזיק בבעלות בחלק ממנה ולעשות בה שימוש.

תרשים 5: המחשה של מגרש תלת־ממדי על פי תיקון מס' 33 לחוק המקרקעין



« בניית מעבר חצייה תת־קרקעי. עבודות
הכנה לבטון ויציקת טפסות. בניית מנהרה
להולכי רגל ומעברים תת־קרקעיים
(Maksim Safaniuk / Shutterstock)



2.1.2 תמ"א 1/40

מדינת ישראל החלה להתעניין בקידום התכנון התת־קרקעי כבר בשנת 2007, מיד לאחר מלחמת לבנון השנייה, שהציפה את הצורך הממשי במרחבים ממוגנים תת־קרקעיים. צורך זה התגלגל מתוכנית למיגון בשעת חירום לתוכנית מתאר ארצית למיגון ופיתוח המרחב התת־קרקעי, שמטרתה להניע תהליכי תכנון ופיתוח של מרחבים תת־קרקעיים – תמ"א 1/40.

מתן אפשרות לרישום זכויות תלת־ממד לצד קידום תמ"א 40, וכן תמ"א 1/40 ותמ"א 40 ג, יחוללו שינוי בתכנון בישראל ואמורים להניע את הליכי התכנון התת־קרקעי ולשפר את מיגון האוכלוסייה.

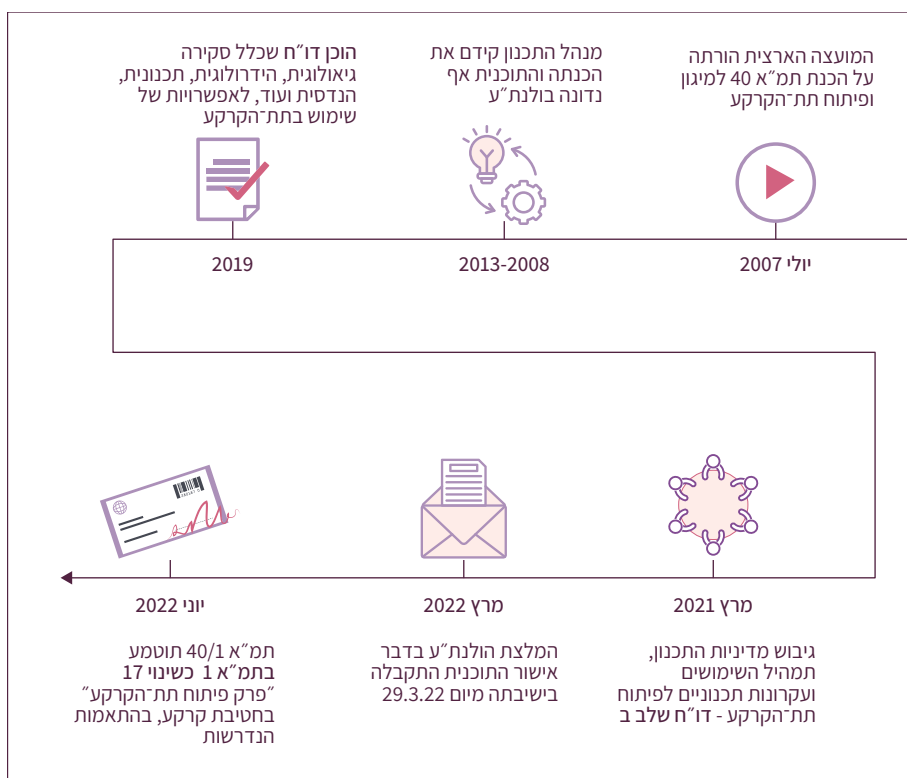
תמ"א 40 היא תוכנית מתאר ארצית ייעודית, שמטרתה להסדיר את פיתוח התשתיות התת־קרקעיות ופיתוח אמצעי מיגון לשעת חירום במדינת ישראל. מטרת התוכנית היא להגדיל ולייעל שימוש במרחב התת־קרקעי על ידי מתן מענה לצרכים גוברים של תשתיות כמו חניונים תת־קרקעיים, תחבורה ציבורית (מנהרות רכבת ומטרו), מתקני אנרגיה, מערכות ביוב, מים וניקוז, לצד שמירה על הקיימות ואיזון בין צורכי הפיתוח לבין שמירה על הקרקע.

לאור הצורך ההולך וגובר בניצול יעיל של הקרקע, בהתחשב בכך שמשאב הקרקע הינו מוגבל ולאור העובדה כי קיימים פערי מיגון משמעותיים במדינה, המליצה המועצה הארצית לתכנון ולבנייה לממשלה במאי 2022 על אישור תוכנית תמ"א 1/40. מטרת העל של התוכנית הן: (1) שינוי התפיסה והיחס אל המרחב התת־קרקעי בתהליכי התכנון בארץ באמצעות הנעת תהליכי התכנון והפיתוח של מרחבים תת־קרקעיים ויצירת קישוריות ביניהם, כדי לייעל את השימוש בקרקע ולשמר מקסימום שטחי קרקע על־קרקעיים ערכיים לצרכים חברתיים סביבתיים, נופיים וכלכליים שונים; (2) שיפור מיגון האוכלוסייה על ידי הקטנת פערי המיגון הקיימים באמצעות תוספת אזורים ממוגנים כדי לאפשר רצף תפקודי במצבי חירום, תוך ניצול הזדמנויות שמאפשרת הבנייה התת־קרקעית בנוסף לאמצעי מיגון על־קרקעיים. לאחר אישור תמ"א 1/40 הבנייה התת־קרקעית הוטמעה כפרק תת־הקרקע בתמ"א 1, תחת סעיף 17.

במאי 2023 הודיעה המועצה הארצית לתכנון ולבנייה על הכנת תוכנית מתאר ארצית לחיזוק מבנים מפני רעידות אדמה – תמ"א 40 ג. באמצעות תמ"א זו יינתן "מסלול ירוק" לרישוי לחיזוק מבנים בלבד. המטרה היא לתקן את כל תוכניות המתאר המקומיות או המפורטות, בנושאים שבהם התמ"א עוסקת – שטחי בנייה,

קווי בניין, מרחק בין בניינים, תכסית והוראות בינוי אחרות. זאת, על מנת לאפשר להגיש בקשה להיתר מכוח התוכניות המפורטות והוראות התמ"א גם יחד, לביצוע עבודות חיזוק מבנים קיימים מפני רעידות אדמה במגרשים שבהם יש מבנה טעון חיזוק. אם הבקשה להיתר אינה חורגת מהוראות התמ"א, תיחשב הבקשה להיתר כבקשה להיתר תואם תוכנית, דבר שייעל ויקצר את הליך הרישוי.

תרשים 6: תחנות משמעותיות לקראת אישור תמ"א 1/40



תיאור של ציר הזמן שעברה תמ"א 1/40 לפיתוח תת־הקרקע עד לאישורה ביוני 2022

21.1.3 תקן מספר 21.1

תקן מספר 21 בדבר פירוט מזערי נדרש בשומות מקרקעין המבוצעות לצורך בדיקה שמאית כלכלית לתוכנית פינוי־בינוי, נקבע בשנת 2012 על ידי מועצת השמאים כדי לבחון את כדאיותם הכלכלית של פרויקטים להתחדשות עירונית. הוא נועד ליצור



שפה משותפת לבחינת ההיבטים הכלכליים של מיזמים של התחדשות עירונית ולאמוד את ההיתכנות הכלכלית למתחם התכנון המיועד להתחדשות, בכלים שמאיים וכלכליים.

תקן מספר 21.1, שעודכן בחודש יוני 2022, מיועד לשמש לבדיקות כדאיות של מיזמי "פינוי בינוי", וממצאי הבדיקות הם התמורה הראויה אשר יש לתת לבעלי הדירות במתחם, התכנון המיטבי מצד הוועדה המקומית והרווח היזמי המגיע לחברה היזמית.

לפני עדכון התקן האחרון, כדי שפרויקט יהיה כדאי מבחינה כלכלית ויאפשר ליזם פרטי לבצע אותו, נדרש רווח בשיעור של כ-20% בממוצע. בשלב עדכון התקן נקבע כי מסמך צד מאת השמאי הממשלתי, שפורסם בד בבד עם התקן, יקבע רווח מינימלי לפי אזורים. להלן ערכי הרווח היזמי המזעריים, המהווים תמריץ מינימלי ראוי למימוש תוכנית "פינוי בינוי" ע"פ השמאי הממשלתי הראשי, על פי מפתח של שלושה אזורים: בתל אביב-יפו שיעור הרווח המזערי נקבע ל-14%. באזור גוש דן (דרומית לנתניה, צפונית ליבנה, ומערבית לכביש 40, לא כולל לוד ורמלה) ובירושלים השיעור הוא 16%. ביתר האזורים הוא נקבע ל-17%.

דו"ח לפי תקן 21.1 נערך על ידי שמאי מקרקעין וכולל שלושה חלקים: בדיקת כדאיות כלכלית לתוכנית המוצעת לפינוי בינוי, בדיקת התמורה לבעלי דירות אופייניות והתייחסות לדירה מסוימת השונה משאר הדירות במתחם.

מטרתו המרכזית של התקן היא לאזן בין שלושה גורמים עיקריים בפרויקט: יזם שרוצה למקסם את רווחיו; בעלי דירות שרוצים למקסם את התמורה; ומוסדות התכנון אשר מטרתם למקסם את התכנון בצורה מיטבית. בעריכת תקן 21.1 מתקיים שיווי משקל כלכלי תכנוני בין שלושת הגורמים, שנועד להגביר את הוודאות מצד כל הגורמים הקשורים לפרויקט וכן לפתור חסמים העולים מהשטח.

2.1.4 המדריך להקצאת שטחים לצורכי ציבור

לעיתים קרובות תכנון מבני הציבור והקצאת הקרקע נקלעים לעימות אל מול שיקולים אחרים. משום כך, על מתכנן התוכנית מוטלת החובה לאזן בין הגורמים השונים ולייצג נאמנה את צורכי הציבור. לכן לא די בהקצאת שטחים במסגרת התוכנית לצורכי ציבור על פי הנורמות המחייבות. על המתכנן להביא בחשבון שיקולים נוספים שידועים כמשפיעים מזווית המשתמש, כמו פריסת מוסדות הציבור, טופוגרפיה של המגרש, התחשבות בנגישות נוחה למי שצריך וכו'.

המדריך להקצאת שטחים לצורכי ציבור נועד בעיקר לשמש כלי עזר למתכנן ולמוסד התכנון בגיבוש תוכנית וקידומה בהליך הסטטוטורי. בנוסף, המדריך מיועד לשמש כלי עזר בידי הרשות המקומית לצורך ניהול שוטף של שטחי הציבור שברשותה, וזאת לעת תכנונם, מימונם והקמתם בפועל.

לצורך מימוש יעדים אלו, הוגדרו מספר עקרונות מרכזיים העומדים בבסיס המדריך כדלקמן: (1) לענות על צורכי הציבור לא רק בקרקע אלא גם בשטח בנוי; (2) ניצול אינטנסיבי ורב-שימושי של הקרקע לצורכי ציבור; (3) אבחנה בין אזורי תכנון שונים: מתחם חדש מול מרקם בנוי (התחדשות עירונית); (4) התאמה פרטנית של מאפייני אוכלוסיית היעד (בהתאם למאפייני אזור התכנון ולאירוע התכנוני); (5) מתן גמישות לשימוש בפועל בשטחים לצורכי ציבור.

על בסיס עקרונות אלו גובשו במסגרת המדריך כללי תכנון והקצאה של שירותי ציבור שונים, שעל בסיסם יכול צוות התכנון להגדיר בתוכנית את המענה התכנוני, בהתאם לצורכי האוכלוסייה ולמאפייניה באותו מקום. שירותי הציבור הנכללים במדריך כוללים את השירותים הבאים: חינוך, בריאות, רווחה, תרבות וקהילה, דת, ספורט, חירום, שירותים כלל-עירוניים והמרחב הציבורי הפתוח.

תרשים 7: מימין, עמוד השער של "מדריך להקצאת שטחים לצורכי ציבור"; משמאל, עמוד השער של מסמכי "תקן מספר 21.1"



2.2 בחינת חלופות והערכת עלויות

אזור המחקר כולל שני פרויקטים: הראשון בשכונת תל חנן בעיר נשר שמוצעות בו 843 יח"ד והשני בשכונת יוספטל בפתח תקווה שמוצעות בו 3,353 יח"ד.

טבלה 1 מציגה את עלויות פיתוח תת־הקרקע לפי שימושים שונים. עלויות אלה מתבססות על כמה מקורות. בראש ובראשונה מחירון דקל,⁸ שהוא מחירון לאומדן עלויות בענף הבנייה ונחשב למקובל בענף. כמו כן השתמשנו במפתח עלויות הבנייה של דו"ח בדיקת היתכנות כלכלית מבוססת הנחה לפי תקן שמאות מס' 21.1, בפרויקט נשר⁹ ובפרויקט פתח תקווה.¹⁰ בנוסף, השתמשנו בחוות דעת שמאיות של שמאים מכריעים לפי חוק תכנון ובנייה,¹¹ וקווים מנחים שפרסם משרד המשפטים.¹² בהתאם לכך קבענו עלות הקמה למ"ר תת־קרקעי לפי סוגי השימושים השונים (הוצאות תכנון, אגרות והיטלים ונלוות חושבו בנפרד). למשל, עלות הקמת מ"ר למרתף חנייה "סטנדרטי" נעה בין 2900–4200 ש"ח. לפונקציות מגוונות כמו בריכת שחייה, אולמות ספורט, מסחר, משרדים וכו' היא נעה בין 6,000–10,000 ש"ח. לפונקציות מורכבות כמו בתי חולים ומרפאות עלות פיתוח תת־קרקעית יכולה להגיע ל־13,000 ש"ח. זאת, לפי הספרות המדעית הבינלאומית (Ullah & Park, 2016; Sdino et al., 2021) ולפי דו"חות מקצועיים שחוברו בארץ, כמו ההנחיות לתכנון מחלקות אשפוז בבית חולים כללי,¹³ ודו"ח הוועדה לבחינת הרחבת שירותי הרפואה בדרום.¹⁴

<https://cloud.dekel.co.il/Login.aspx> 8

<https://mavat.iplan.gov.il/SV4/1/3005290850/310> 9

<https://mavat.iplan.gov.il/SV4/1/4005067830/310> 10

https://www.gov.il/he/departments/dynamiccollectors/decisive_appraisal_decisions?skip=0&Block=7051&Plot=50 11

<https://www.gov.il/BlobFolder/dynamiccollectorresultitem/guideline18new/he/kavim18new.pdf> 12

<https://www.gov.il/he/pages/hosp-plan> 13

<https://www.gov.il/he/pages/darom> 14

טבלה 1: עלויות פיתוח תת־הקרקע לפי שימושים שונים

סוג שימוש	עלות (בשקלים למ"ר)
תוספת – תרחיש א – אופציה 1 – תוספת מסחר	7,000
תוספת – תרחיש א – אופציה 1 – תוספת פנאי וספורט	6,000
תוספת – תרחיש א – אופציה 1 – תוספת ציבורי	9,000
תוספת – תרחיש ב – תוספת מסחר קמעונאי ועוד	7,000
תוספת – תרחיש ב – אופציה 1 – תוספת פנאי וספורט – בריכה וספא	10,000
תוספת – תרחיש ב – אופציה 1 – תוספת פנאי וספורט – אולמות אימון	6,000
תוספת – תרחיש ב – אופציה 1 – תוספת ציבורי – רב תכליתי	10,000
תוספת – תרחיש ב – אופציה 1 – תוספת משרדים	7,500
תוספת – תרחיש ב – אופציה 1 – חיבור מתחמים	2,900
תוספת – תרחיש ב – אופציה 1 – תוספת שטחי חניה	2,900
תוספת – תרחיש א – אופציה 2 – מרכז שירותים ועוד	7,000
תוספת – תרחיש א – אופציה 2 – חדר כושר וסטודיו	6,000
תוספת – תרחיש א – אופציה 2 – ספרייה שכונתית ועוד	8,500
תוספת – תרחיש א – אופציה 2 – משרדים	7,500
תוספת – תרחיש א – אופציה 2 – מרפאות	8,000
תוספת – תרחיש ב – מתחם מזון מהיר	7,000
תוספת – תרחיש ב – בריכה טיפולית	11,000
תוספת – תרחיש ב – מלתחות	5,000
תוספת – תרחיש ב – משרדים ועוד	7,500
תוספת – תרחיש ב – מרכז רפואי עירוני	13,000
תוספת – תרחיש ב – חיבור בין מתחמים	2,900
תוספת – תרחיש ב – שטחי חניה	2,900
תוספת – תרחיש א – אופציה 3 – תוספת מסחר	7,000
תוספת – תרחיש א – אופציה 3 – תוספת פנאי וספורט	6,000
תוספת – תרחיש א – אופציה 3 – תוספת ציבורי	9,000
תוספת – תרחיש א – אופציה 3 – משרדים	7,500
תוספת – תרחיש ב – בית קפה ומסעדות	7,000
תוספת – תרחיש ב – מרכז שירותים	5,000
תוספת – תרחיש ב – סופרמרקט שכונתי	7,000
תוספת – תרחיש ב – מגרש כדורגל/כדורסל	10,000
תוספת – תרחיש ב – אודיטוריום	10,000

סוג שימוש	עלות (בשקלים למ"ר)
תוספת - תרחיש ב - מחסנים לוגיסטיים	5,500
תוספת - תרחיש ב - משרדים	7,500
תוספת - תרחיש ב - חיבור בין מתחמים	2,900
תוספת - תרחיש ב - שטחי חניה	2,900
עלות בנייה - בית חולים	13,000

נבחנו מספר חלופות אפשריות לשימושים תת־קרקעיים, כגון חניות, שטחים ציבוריים, שטחי מסחר ומשרדים, שימושים ציבוריים ברמה עירונית וכו'. שלב מקדים במחקר שלנו היה יצירת קבצי גיליון אלקטרוני המשחזרים את בדיקות ההיתכנות הכלכלית של הפרויקטים, לפי ההנחות השונות הקיימות בחוות הדעת שצורפו לאישור הפרויקטים (תמונה מתוך הקובץ מופיעה בתרשים הבא). לאחר מכן בנינו מודל שבוחן את התוצאה הסופית - אחוז הרווח היזמי הנדרש ע"פ תקן 21.1 - לאחר שמביאים בחשבון שינויים בהיקפי הבנייה לפי החלופות השונות של פיתוח בתת־הקרקע. לאחר מכן, במקרים שבהם פיתוח בתת־הקרקע הוריד את שיעור הרווח של היזמים אל מתחת למתחייב בתקן 21.1, כללנו במודל דרכים אפשריות לתמרץ את היזמים, שיאפשרו להם להגיע לשיעור הרווחיות המתחייב מהתקן.

תרשים 8: המחשה של אופן חישוב העלויות בפרויקטים באמצעות קובץ גיליון אלקטרוני

נתונים במונחים מתוך דוח שמאי לפי תקן 21.1				
פירוט הוצאות במתחם				
עלויות קידום תבוע	סר"כ באג"מ			
	אדריכלות תכנון תב"ע	800		
	יועצים תב"ע	300		
	תשלום הוצאות אג"מ דירים 1% מתכנון כלל תשלום	15,819		
	סר"כ עלויות יזום	16,919		
עלויות יחידות היזום	כמות (מ"ר)			
	הוצאות	סר"כ אל"פ	עלות ליחידה	פירוט:
	11,716	428	250	הריסה ופינוי (אופן) שטח ברוטו קיים)
	סעיף 14.3.3 עמוד 37	487,880	5,200	שטח על ידי דירות
	סעיף 14.3.3 עמוד 37	5,238	4,500	שטח על מסחר/תעסוקה/בית מגורים
	סעיף 14.3.3 עמוד 37	19,513	2,300	מפנסות פיתוח
	סעיף 14.3.3 עמוד 38	120,101	2,900	מתחם חניה
		80,192	7,000	תוספת - שלב א - אופציה 1 - תוספת מסחר
		19,290	6,000	תוספת - שלב א - אופציה 1 - תוספת מאי וספורט
		12,780	9,000	תוספת - שלב א - אופציה 1 - תוספת ציבור
	במחיצת שטח תוכנית	4,800	300	פיתוח חצר אקוט
	כולל פ"מ שלא ניתן לקלוט וכולל פיתוח חצר	8,386	6,055	מחלת תוכנית - שטחי ציבור ברוטו משטפת
			758,608	סר"כ עלות בית ישיבה
עלויות עקיפות	כמות (מ"ר או יחיד)			
	הוצאות	סר"כ אל"פ	עלות ליחידה	פירוט:
	סעיף 14.3.3 עמוד 37	36,700	350	אבטחה והיטל פיתוח - שטח על כלל
	סעיף 14.3.3 עמוד 37	10,354	250	אבטחה והיטל פיתוח - מחצית חניה
		4,010	350	אבטחה והיטל פיתוח - אופציה 1 - תוספת מסחר
		1,125	350	אבטחה והיטל פיתוח - אופציה 1 - תוספת מאי וספורט
		497	350	אבטחה והיטל פיתוח - אופציה 1 - תוספת ציבור
	סעיף 14.3.2 עמוד 37	14,140	20,000	תכנון ויועצים לאור אישור התב"ע (יחיד)
		382	150	תכנון ויועצים מסחר ותעסוקה ומבנה ציבור
			2,549	

2.3 תת־הקרקע – באיזה מפלס להתערב?

פיתוח שימושים מגוונים בתת־הקרקע מציב אתגרים משמעותיים, ובראשם הקושי בהחדרת אור טבעי, הניתוק ממפלס הרחוב והצורך באוורור נאות המאפשר שהייה ממושכת. אף שניתן להתגבר על אתגרים אלו, עלויות הפיתוח הנדרשות גבוהות משמעותית (Qiao, 2019b).

עם זאת, התמקדות במפלס התת־קרקעי הראשון (1-) מציעה פתרון אפקטיבי להתמודדות עם אתגרים אלו. הסבת מרתף החניה הראשון לשימושים עירוניים מגוונים – כגון מסחר, תרבות, פנאי, ספורט, מבני ציבור, שירותי בריאות ותעסוקה – מאפשרת ניצול יעיל יותר של המרחב התת־קרקעי.

עם זאת, התמקדות במפלס התת־קרקעי הראשון (1-) מציעה פתרון אפקטיבי להתמודדות עם אתגרים אלו. הסבת מרתף החניה הראשון לשימושים עירוניים מגוונים – כגון מסחר, תרבות, פנאי, ספורט, מבני ציבור, שירותי בריאות ותעסוקה – מאפשרת ניצול יעיל יותר של המרחב התת־קרקעי

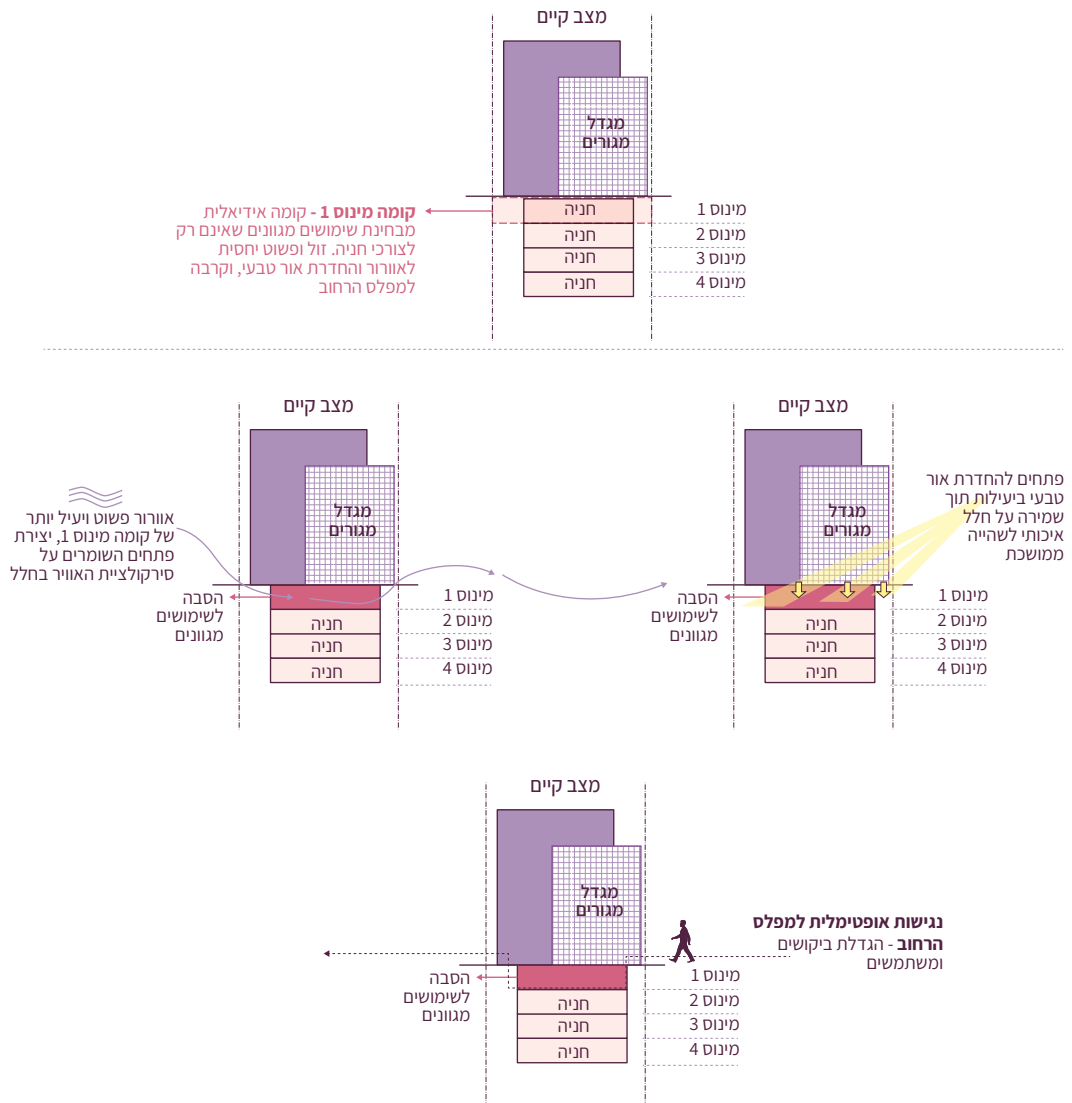
הקרבה למפלס הקרקע מקלה משמעותית על התמודדות עם החסמים המסורתיים: ניתן ליצור בקלות יחסית פתחים להחדרת אור טבעי, המאפשרים תאורה טבעית ושהייה ממושכת. בנוסף, ניתן לפתח מערכת אוורור יעילה באמצעות יצירת פתחים למפלס העליון, המאפשרת זרימה טבעית של אוויר בחללים אלו.

יתרון משמעותי נוסף של פיתוח במפלס 1- הוא הנגישות המיטבית. על מנת למשוך אנשים לשימושים המגוונים בתת־הקרקע, כדוגמת מסחר, עליהם להיות נגישים ככל האפשר ולתפקד כחלק אינטגרלי מהרחוב העירוני. ירידה של קומה אחת בלבד ממפלס הרחוב מגדילה משמעותית את הסיכוי שמשתמשים יגיעו לפונקציות אלו ויעשו בהן שימוש יומיומי.

« המרכז האונקולוגי החדש
בשערי צדק, ירושלים
(אדר' אסף אלחנתי)



תרשים 9: למעלה, הסבת קומה 1- לשימוש מגוון בתת־הקרקע. שלושת התרשימים התחתונים מימין לשמאל: סכמת פתחים להחדרת אור טבעי; זרימת אוויר; קרבה למפלס הרחוב בקומה 1-



לצורך בחינת המשמעויות התכנוניות והכלכליות של הוספת שימושים בתת־הקרקע, נערכה השוואה בין שלושה תרחישים לבין המצב המוצע בתב"ע החדשה של המתחם. התרחישים מדורגים על פי היקף זכויות הבנייה המוקצות לשימושים מגוונים בתת־הקרקע, החל מתרחיש ראשון בעל היקף זכויות מצומצם, ועד לתרחיש שלישי ובו היקף הזכויות הרחב ביותר.

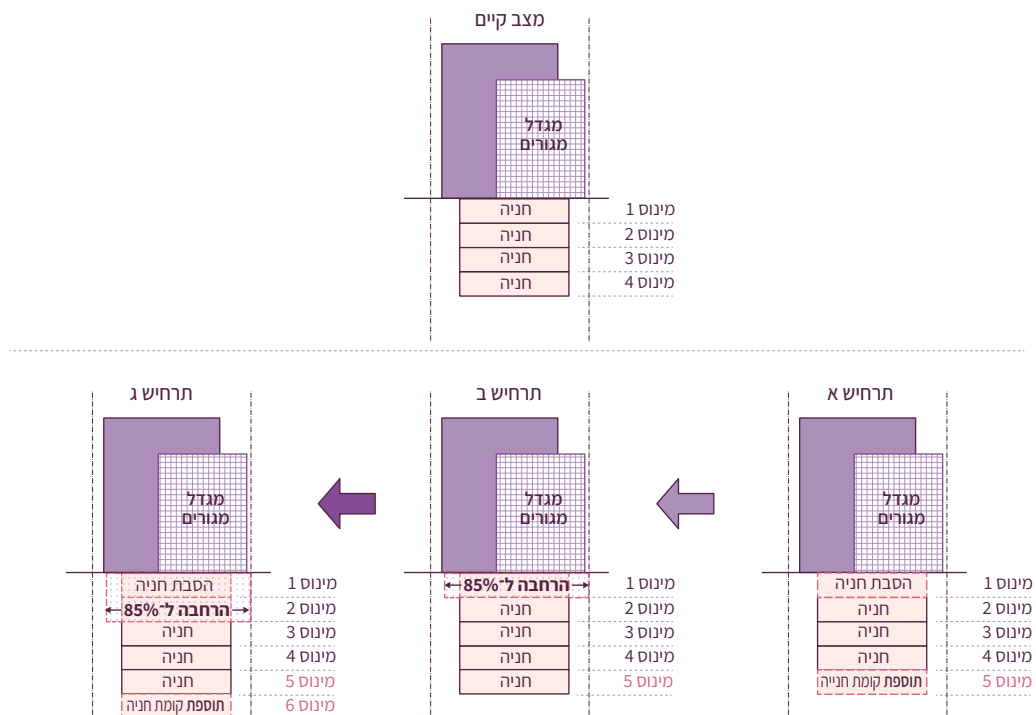
המצב הקיים, המבוסס על התוכנית החדשה המאושרת למתחם, מייעד את המפלסים התת־קרקעיים לחניה ולמתקנים הנדסיים בלבד. תרחיש זה, המשקף את המצב התכנוני ללא ההתערבות המוצעת במחקר, ישמש כנקודת ייחוס לחישוב וניתוח היקף זכויות הבנייה התת־קרקעיות בכל אחד מהתרחישים המוצעים.

התרחיש הראשון (תרחיש א) מציע הסבה תכנונית של קומת החניה במפלס 1- לשימושים עירוניים מגוונים, תוך העתקת החניה לקומה תת־קרקעית נוספת שתיחפר מתחתיה. לדוגמה, אם במצב המוצע של התוכנית הנבדקת ישנם בממוצע כארבעה מפלסים תת־קרקעיים עבור חניה, מפלס 1- יהפוך להיות מפלס עם שימושים עירוניים מגוונים, ומפלס נוסף, 5-, יתווסף עבור אותה חניה שנגרעה בשל ההסבה. הרציונל לכך כפול: ראשית, המיקום הקרוב למפלס הקרקע מאפשר, באמצעים תכנוניים ובעלות מינימלית יחסית, להפוך את החללים לראויים לשהייה ממושכת ולפעילות אנושית אינטנסיבית. שנית, בעוד שעלות הקמת חניונים בתת־הקרקע היא המינימלית מבין השימושים התת־קרקעיים האפשריים, שימושים אחרים דורשים מעטפת מתקדמת יותר ועלויות פיתוח גבוהות יותר. לפיכך, קיים היגיון כלכלי־תכנוני בדחיקת החניות למפלסים התת־קרקעיים העמוקים יותר, ומיקום השימושים העירוניים המגוונים במפלס הקרוב לפני הקרקע.

התרחיש השני (תרחיש ב) מרחיב את התרחיש הראשון ומציע להגדיל את ה"תכסית" (שטח הקרקע המכוסה על ידי מבנה) של קומה 1- עד ל-85% משטח המגרש. קביעת היקף זה נגזרת מהוראות תמ"א 1, המחייבת הותרת מינימום 15% משטח המגרש פנוי מבינו לצורך חלחול מי נגר עילי.

התרחיש השלישי (תרחיש ג) הוא ההצעה המרחיבה ביותר, והוא משלב את הרחבת התכסית שהוצעה בתרחיש השני עם הכפלת שטח הפעילות במפלס התת־קרקעי הראשון. בדומה לתרחיש הראשון, גם כאן מועתקת קומת החניה למפלס נוסף, עמוק יותר. תרחיש זה מציע את היקף זכויות הבנייה המקסימלי עבור שימושים עירוניים מגוונים בתת־הקרקע.

תרשים 10: המצב הקיים מראה את הייחוס של התב"ע המוצעת ללא התערבות בתת־הקרקע מעבר לבניית חניות



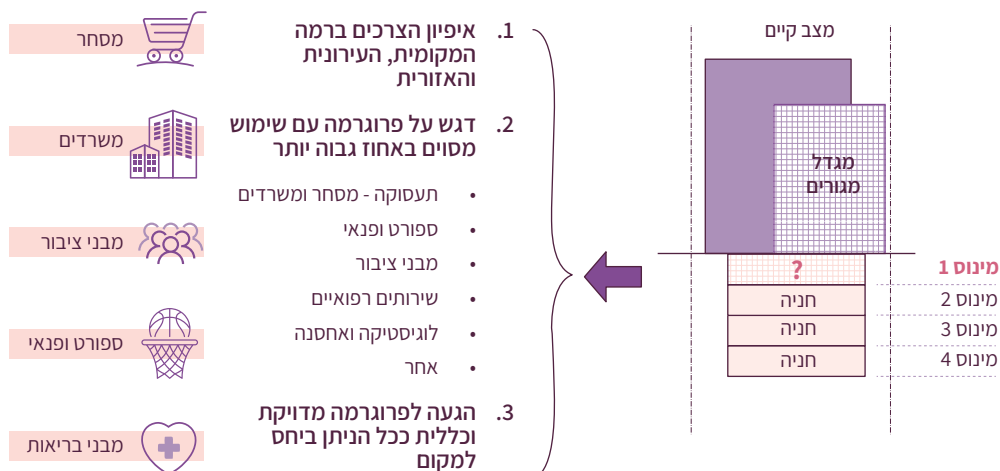
« תרחישים א' ו'ג מתארים את שלושת התרחישים המוצעים לתוספת זכויות בתת־הקרקע בעבור שימושים עירוניים מגוונים

2.4 הפרוגרמה

הפרוגרמה המוצעת לשימושים העירוניים בתת־הקרקע היא מרכיב מפתח במחקר, בשל השפעתה המכרעת על עלויות ההקמה, הרווחיות והערך המוסף של הפרויקט. גיבוש פרוגרמה אופטימלית, העומדת בדרישות הרווחיות היזמית על פי תקן 21.1, התבסס על תהליך מתודולוגי מובנה: תחילה בוצע אפיון מקיף של צרכים וביקושים ברמה המקומית והאזורית, בעקבותיו זוהו השימושים המרכזיים הפוטנציאליים – תעסוקה (מסחר ומשרדים), ספורט ופנאי, מבני ציבור, שירותים רפואיים ומערכים לוגיסטיים. לבסוף, בוצעה התאמה מדויקת של השימושים למרחב העתידי של

הפרויקט וכימות שלהם במטרים רבועים, כך שאפשר להעריך כמותית את העלויות, התשואות וההשפעה הכוללת על הפרויקט.

תרשים 11: מתודולוגיית קביעת הפרוגרמה בפרויקט



לבסוף, יהיה ניתן לבחון כל פרויקט לפי שלושת התרחישים שהוצגו קודם לכן, ובנוסף לכך להשוות כל תרחיש לשלוש הצעות פרוגרמטיות שונות לפחות, כך שיהיה ניתן לבחון מנעד רחב של השפעות של סוגי השימושים, הכמות שלהם ותמהילם ביחס להיתכנות הכלכלית של הפרויקט.

2.5 הערכת תועלות

בחינת החלופות השונות לפיתוח תת־הקרקע התבצעה מנקודת המבט היזמית, תוך שימוש בתקן 21.1 של מועצת שמאי המקרקעין. הוספת פיתוח בתת־הקרקע לפי החלופות שנסקרו משפיעה על הכדאיות הכלכלית של הפרויקטים בשני אופנים: מצד אחד, הפיתוח יוצר שטחים נוספים שהיזם יכול להשכיר, עם דמי שכירות שונים עבור השימושים השונים כפי שנפרט בהמשך. אלו תורמים להכנסות היזם, ואנו מחשבים את הערך הנוכחי של דמי השכירות השנתיים שמתווספים לתקבולים. מצד שני, לפיתוח של תת־הקרקע יש עלויות משמעותיות, וככל שהשימוש המיועד לשטחים התת־קרקעיים מורכב יותר, עלויות היזם לכל מ"ר גבוהות יותר, כפי



« דלת המובילה מחניון תת־קרקעי מתחת לרחובות הלסינקי, בירת פינלנד
(Jukka Heinovirta / Shutterstock) »

שהוסבר לעיל. בהתאם לכך, פיתוח בתת־הקרקע של קומה נוספת מעבר לקומה 1- הוא בעל עלויות גבוהות יותר למ"ר מזה שבקומה מעליו.

חישובי הכדאיות הכלכלית מביאים בחשבון גם את עלות ההון ליזם ואת הסיכון הכלכלי. בהתאם לכך, נעשה שימוש בשיעור הון נמוך יותר בפרויקט בפתח תקווה, שהוא באזור ביקוש במרכז הארץ, מזה שבו השתמשנו בנשר, פרויקט באזור פריפריה. בפתח תקווה שיעור ההון הוא 7.5% ובנשר שיעור ההון הוא 9%. שיעורי הון אלה דומים לאלו שבהם נעשה שימוש בחוות הדעת הכלכליות של היזמים, אך זה בנשר הוא גבוה יותר; כתוצאה מכך הניתוח נותן תוצאות שמרניות יותר לגבי הכדאיות של פיתוח תת־הקרקע בפריפריה, מה שמשקף לדעתנו את המציאות בצורה נכונה יותר.

טבלה 2: הנחות בניתוח הכדאיות הכלכלית במחקר

סעיף	הערך במודל (ש"ח\מ"ר)
דמי שכירות מסחר ומשרדים	55 ש"ח\מ"ר
דמי שכירות מבני ציבור וספורט	30 ש"ח\מ"ר
דמי שכירות מרפאות ומרכזים רפואיים	100 ש"ח\מ"ר
שיעור הון	בפתח תקווה 7.5%, בנשר 9%

כדי להגיע לשיעור רווח של 17% המתחייב מתקן 21.1, השתמשנו בשלושה מנגנונים שונים:

- הגדלת זכויות בנייה למגורים הניתנות ליזם בפרויקט. כך למשל, אם בפרויקט המקורי גובה מגדלי המגורים הוא 30 קומות, תוספת זכויות בנייה של 10% פירושה בניית שלוש קומות נוספות. הדבר מגדיל כמובן את תקבולי היזם ממכירת דירות, אך גם את עלויות הבנייה הישירות והעקיפות.
- הורדת מיסים. זו הנחה (באחוזים) שניתנת ליזם על אגרות והיטלי הפיתוח עבור הפיתוח בתת־הקרקע בלבד. גובה האגרות האלה הוא 350 ש"ח\מ"ר בנשר ו-450 ש"ח\מ"ר בפתח תקווה. שימוש בהנחות על אגרות והיטלים הוא נפוץ, ולפעמים ההנחה יכולה להגיע ל-100% – ביטול בפועל של המס.
- עלייה בערך הדירות הנמכרות כתוצאה מהפיתוח התת־קרקעי. סוגי הפיתוח בתת־הקרקע שאנחנו בוחנים במחקר זה הם כאלו המספקים שירותים לתושבים, ולכן הם רצויים מבחינתם. כך, העובדה שהפיתוח בתת־הקרקע מאפשר קרבה גדולה יותר למרכזי מסחר, תעסוקה, פנאי, ספורט ורפואה

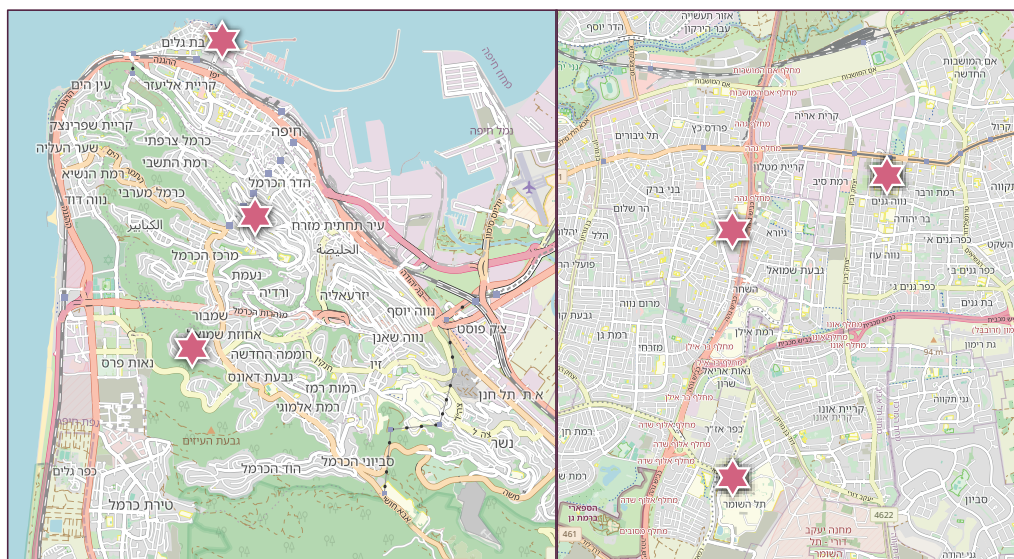
אמורה להעלות את מחירי הדירות במתחם. קיימים יסודות תיאורטיים לעליית הערך הזו, למשל במודל העיר החד-מרכזית הנפוץ בתחום הכלכלה העירונית (Brueckner, 2011). קיימים גם מחקרים אמפיריים רבים בנושא, שבהם נעשה שימוש בשיטת הרגרסיה ההדונית כדי לבדוק את השפעתם של גורמים שונים על מחירי דיור (Peng and Chiang, 2019; Propheter, 2022; Breunig et al., 2015).

המגננון המתואר ב-3 מסתמך על כך ששוק הנדל"ן יידע לתמחר את ההשפעה של קרבה לשירותים אלה, ולכן לא השתמשו בו בצורה נרחבת. עם זאת, כדי לוודא שאכן תוצאות הקיימות בספרות תקפות גם בישראל, ערכנו ניתוח הדוני של השפעת המרחק לבתי חולים על מחירי דיור בפתח תקווה ובנשר-חיפה. הבדיקה התבצעה בעזרת נתוני עסקאות נדל"ן מהשנים 1998–2023. המשתנה התלוי הוא מחיר מכירה של נדל"ן למגורים, והמשתנים המסבירים הם שטח בנוי (מ"ר), גיל הבית, מספר חדרים, ומרחק מבית החולים הקרוב ביותר; בחיפה ובנשר בתי החולים היו רמב"ם, כרמל ובני ציון, כולם בתי חולים עם חדר מיון. בניתוח של פתח תקווה נעשה שימוש בבתי החולים בילינסון, תל השומר ומעייני הישועה.

תוצאות הרגרסיה מראות שקיצור של קילומטר אחד במרחק לבית החולים הקרוב ביותר מעלה את מחיר הנכס ב-2%–3.7%. מכאן, שהקמת מרכז רפואי מתחת לפרויקט הייתה מעלה את ערך הדירות בעד כ-10%

בפתח תקווה מספר התצפיות ברגרסיה היה 51,500. תוצאות הרגרסיה מראות שקיצור של קילומטר אחד במרחק לבית החולים הקרוב ביותר מעלה את מחיר הנכס ב-2%–3.7%. כך למשל, בעבור דירה בשווי של 2,000,000 ש"ח, המשמעות היא עלייה של 40,000 עד 74,000 ש"ח בערך הדירה אם בית החולים מתקרב ב-1 ק"מ. המרחק הממוצע של דירה מבית חולים במדגם שאיתו נערכה הרגרסיה הוא 2 ק"מ, ואילו המרחק של הפרויקט מבית החולים הקרוב ביותר (בילינסון) הוא כ-3.5 ק"מ. מכאן, שהקמת מרכז רפואי מתחת לפרויקט הייתה מעלה את ערך הדירות בעד כ-10%.

תרשים 12: משמאל, מפות הערים נשר וחיפה ומיקומי בתי החולים רמב"ם, כרמל ובני ציון; מימין, מפת העיר פתח תקווה ומיקומי בתי החולים בילינסון, מעייני הישועה ותל השומר (© המרכז למיפוי ישראל)



בנשר מספר התצפיות ברגסיה, שכללה גם תצפיות על נדל"ן בחיפה, היה 77,300. קיצור של קילומטר אחד במרחק לבית החולים הקרוב ביותר מעלה את מחיר הנכס ב-3.7%-4.1%. כאשר השתמשנו בנתונים של נשר בלבד, כ-7,000 תצפיות, ההשפעה על המחיר הייתה גדולה בהרבה, והגיעה לכ-10% לקילומטר. המרחק הממוצע של דירה בנשר במדגם מבית חולים הוא 5.5 ק"מ, ושל דירה בחיפה 2.7 ק"מ. המרחק של הפרויקט מבית החולים הקרוב ביותר (בני ציון או רמב"ם) הוא יותר מ-6 ק"מ. מכאן, שהקמת מרכז רפואי מתחת לפרויקט הייתה מעלה את ערך הדירות בשיעור שיכול להגיע אף ל-20%.

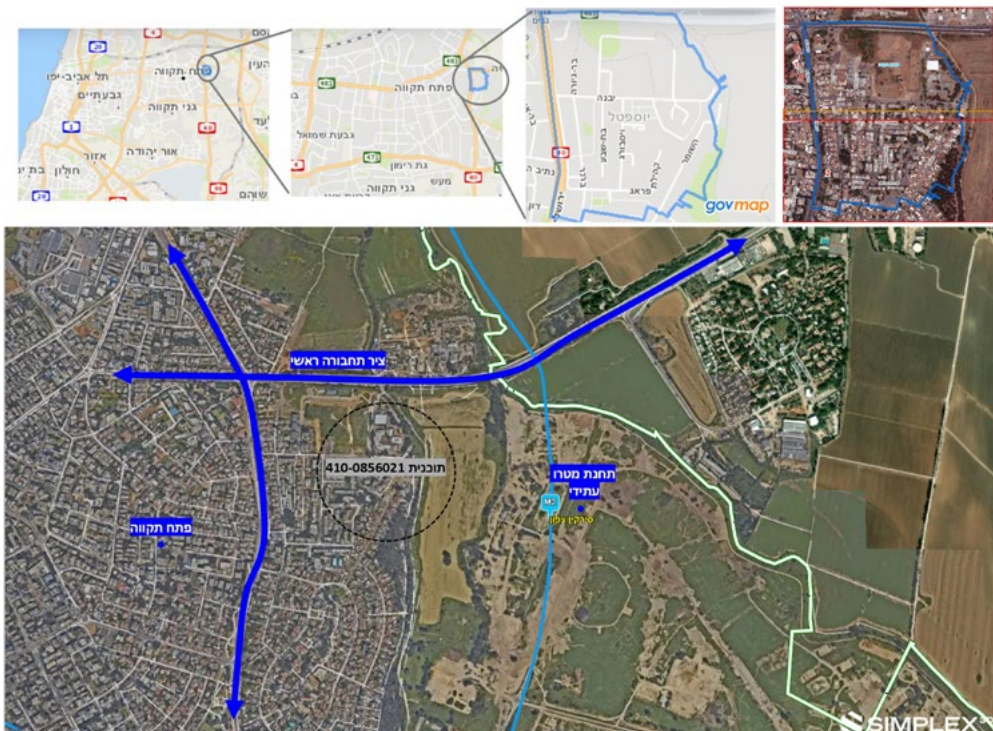
בניתוח הכדאיות הכלכלית שערכנו בהמשך, השתמשנו בערכים קטנים יותר של עלייה בערך הדירות, שהגיעו רק עד ל-8%, ולרוב לפחות מכך.

ממצאים

3

3.1 תכנון פרויקט בפתח תקווה - מתחם יוספטל

תרשים 13: התמקמות - תוכנית 410-0856021 מתחם יוספטל, פתח תקווה
(© המרכז למיפוי ישראל)



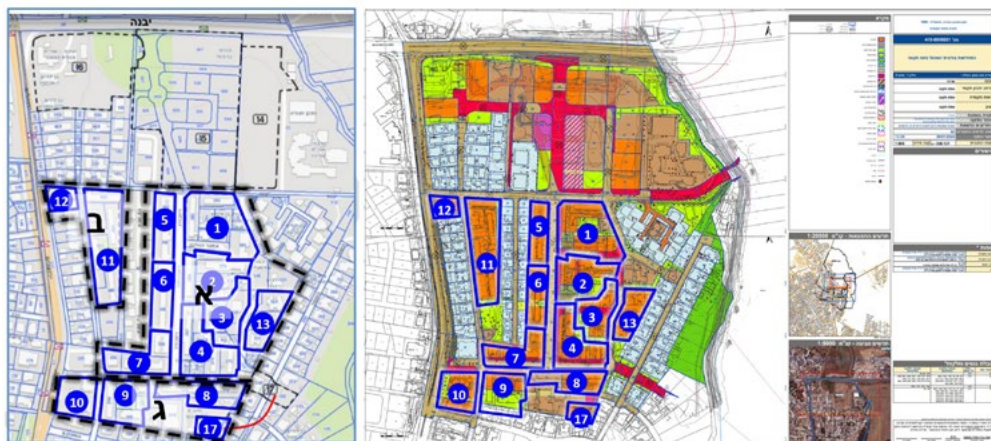
מתחם יוספטל ממוקם באזור אסטרטגי במזרח פתח תקווה, המשלב נגישות לצירי תחבורה ראשיים ובמרחק של כ-500 מטרים מתחנת המטרו העתידית "סירקין צפון" (המתוכננת במסגרת תמ"א 70). המיקום האסטרטגי, יחד עם התוספת המתוכננת

של כ-5,000 יחידות דיור (שיאכלסו כ-15,000 תושבים), מייצר הזדמנות להפיכת המתחם למוקד עירוני משמעותי.

המתחם מחולק ל-17 תתי-מתחמים, 14 מתוכם (תתי-מתחמים 1-13 ו-17) מיועדים לפינוי-בינוי ונכללים בתחשיב הרווחיות על פי תקן 21.1. שלושת המתחמים הנותרים, המוגדרים כקרקע חדשה משלימה, אינם נכללים בניתוח הכלכלי ובהצעות הפרוגרמטיות. התשריט המצורף מציג את התוכנית המוצעת ומדגיש את 14 תתי-המתחמים הנכללים בניתוח הכלכלי.

לצורך הפשטות ומבחינה תכנונית, המתחם ותתי-המתחמים חולקו ל-3 מקבצים (א, ב ו-ג), ולכל אחד מהם מאפיינים שונים בהצעות לפרוגרמות השונות בכל אחד מהתרחישים.

תרשים 14: מימין, תשריט תוכנית מוצע כולל מספור תתי-המתחמים; משמאל, מפה של מקבצי תתי-המתחמים © (תב"ע עכשיו)



תחשיב זכויות הבנייה בעבור שימושים בתת-הקרקע בכל אחד מהתרחישים השונים נעשה בהתאם לתוכנית המוצעת והתבסס על ניתוח הזכויות שהוצג בדוח השמאי של הפרויקט. להלן מספרי המטרים הרבועיים בכל אחד מהתרחישים שהתקבלו בפרויקט זה:

טבלה 3: מספר מ"ר לפיתוח תת־קרקעי בכל תרחיש

תרחיש ג: במתחמים 13-17 ו־	תרחיש ב: (סה"כ השטח) במתחמים 13-17 ו־	תרחיש א: הסבת קומה 1- (תת"ק) מהשטחים הקיימים והקצאת קומת תת"ק לחניה נוספת - מתחמים 13-17 ו־
333,820	166,910	44,485

התחשיב בתרחיש הראשון התבסס על 14 תתי־המתחמים שנבדקו לפי נתוני זכויות הבנייה בתת־הקרקע בכל אחד מהמגרשים בתוכנית זו: תחילה, נאספו נתוני גודל המגרשים בכל אחד מתתי־המתחמים, סך השטח התת־קרקעי המוצע בכל אחד מתתי־המתחמים, מספר קומות בתת־הקרקע (במקרה הזה 4 קומות בערך), וכך חושב שטח של קומה ממוצעת בכלל המתחם בתת־הקרקע, האחוז של אותו תת־מתחם ביחס לשאר הפרויקט. משם, חושבו גם התרחישים השני והשלישי:

טבלה 4: מספר מ"ר בתת־הקרקע לפי תת־מתחמים (13-1 ו־17)

חלוקה בין תתי־מתחמים				
שטח של קומה אחת תת"ק	מספר קומות תת"ק מוצעות	סך שטח תת"ק במתחם	גודל מגרש	
8,154	4	32,619	14,462	מתחם 1
4,590	4	18,363	9,256	מתחם 2
2,449	4	9,796	5,762	מתחם 3
4,151	4	16,605	11,721	מתחם 4
3,270	4	13,083	15,392	מתחם 5
3,298	4	13,192	11,640	מתחם 6
3,855	4	15,420	10,934	מתחם 7
3,301	4	13,205	9,321	מתחם 8
2,409	4	9,636	5,668	מתחם 9
2,169	4	8,677	7,593	מתחם 10
2,449	4	9,796	24,090	מתחם 11

חלוקה בין תתי־מתחמים				
שטח של קומה אחת תת"ק	מספר קומות תת"ק מוצעות	סך שטח תת"ק במתחם	גודל מגרש	
1,220	4	4,882	4,308	מתחם 12
1,979	4	7,917	8,120	מתחם 13
1,187	4	4,750	5,762	מתחם 17
44,485	סה"כ			

במסגרת ניתוח הפרויקט בפתח תקווה, גובשו שלוש חלופות פרוגרמטיות מרכזיות: האחת מתמקדת בתעסוקה, השנייה במבני ציבור, ספורט ופנאי, והשלישית בשירותי בריאות. כל חלופה, לצד התמקדותה בשימוש העיקרי, משלבת מערך שימושים משלימים ומגוונים המותאמים למאפייני האזור ותומכים בתכלית המרכזית של כל חלופה. כמו כן, כל אחת מהחלופות נבחנה בשני תרחישים לפחות, הנבדלים בהיקף זכויות הבנייה המוקצות לשימושים עירוניים מגוונים בתת־הקרקע.

החלופה הראשונה – זיקה לתעסוקה. התרחיש הראשון מתמקד במקבץ א (המתחם המערבי הסמוך לתחנת המטרו העתידית), שמתוכנן לשמש כמרכז עסקים ותעסוקה המחובר לתחנת "סירקין צפון" באמצעות מעבר תת־קרקעי. הקרבה לתחנת המטרו, הצפויה לייצר תנועת אנשים אינטנסיבית, מבססת פוטנציאל ביקושים גבוה לפעילות עסקית בעבור תושבי השכונה העתידית ומבקרים חיצוניים. שני המקבצים הנוספים מתוכננים להציע שימושים משלימים בדגש על פנאי, מבני ציבור, ספורט ושירותי בריאות. בעוד מקבץ א מתוכנן לפעילות אינטנסיבית, המקבצים המשלימים מתוכננים בהיקף מצומצם יותר, במטרה לשרת בעיקר את דיירי 5,000 היחידות החדשות במתחם ולצמצם את היוםמות של תושביו. טבלה 5 מפרטת את השימושים המוצעים במסגרת תרחיש א ואת השטח הבנוי של כל אחד מהם.

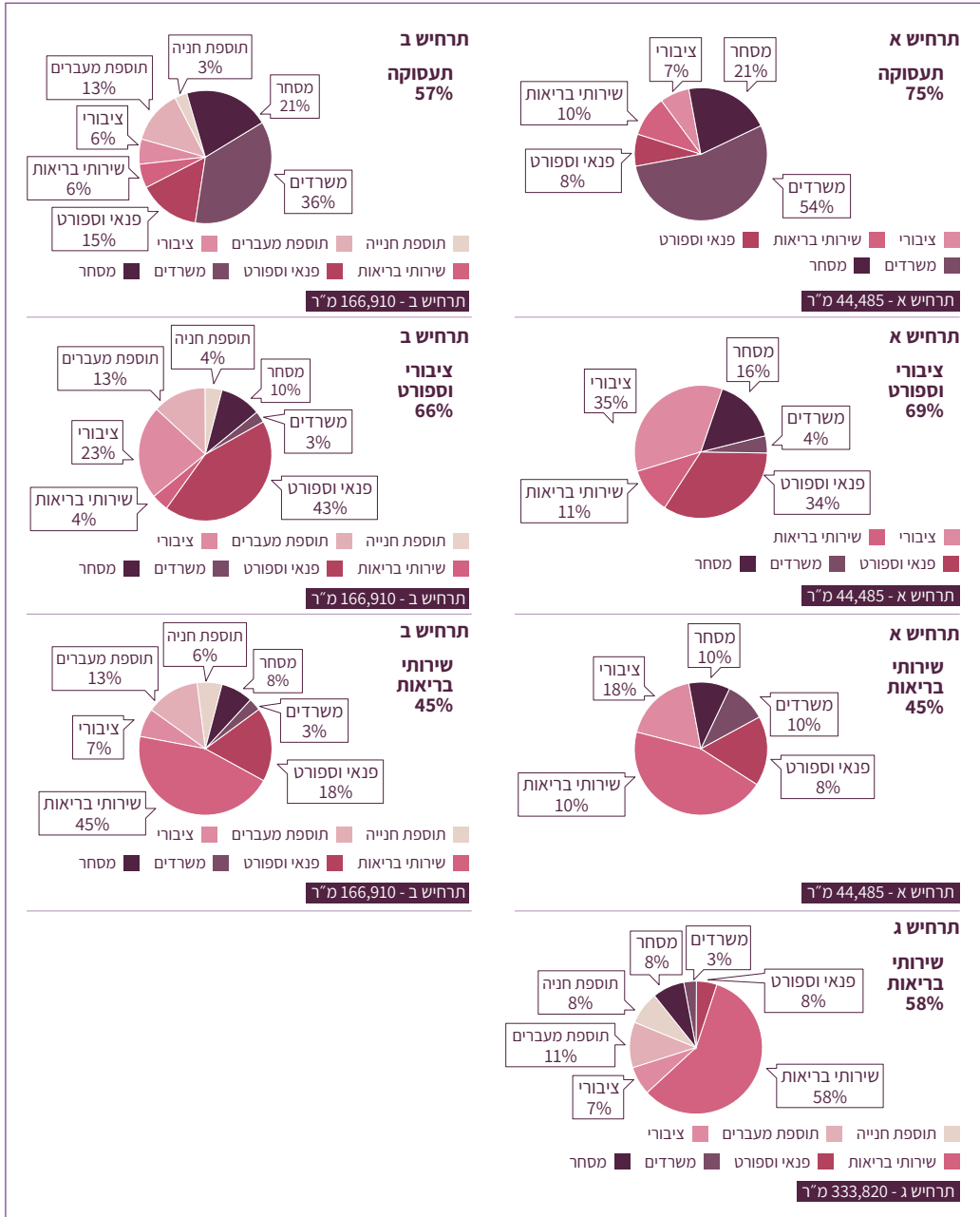
התרחיש השני, הרחב יותר, מציע יצירת ציר עירוני תת־קרקעי אינטנסיבי המשלב מסחר, המחבר בין מקבץ א למקבצים האחרים ולתחנת המטרו, ומעבה את המתחם עם עסקים נוספים. היקף זכויות הבנייה ותמהיל השימושים המוצע בכל תרחיש מוצגים בתרשים 15.

טבלה 5: דוגמה מפורטת לתרחיש א במתחם בפתח תקווה (חלופה בזיקה לתעסוקה)

חלופה אזור תעסוקה (מסחר ומשרדים) – 44,485 מ"ר				תרחיש א
סה"כ	הערות	שטח (מ"ר)	פונקציה	
9,400	שטח של 1600 מ"ר ועוד 400 מ"ר תפעולי	2000	סופרמרקט כולל שטח תפעולי	שימוש מסחרי
		400	מרכול	
		800	מרכז שירותים: מכבסה, בית מרקחת, סניף שליחויות / דואר / מספרה	
	בין 75 ל-50 מ"ר ליחידה	600	חנויות קטנות (אקססורייז/ תכשיטים/מתנות)	
	בין 80 ל-100 מ"ר	350	מרכזי שירותים נוספים: מכוני הדפסה, סניף בנק, סוכנויות	
		1200	שירותי הסעדה (בית קפה, חנות מזון מהיר)	
	מסעדה גדולה (400 מ"ר), בתי קפה, חנויות מזון	1700	מרכז קולינרי	
	ציפורניים, מספרה, מרכז טיפוח	600	מרכז טיפוח ואסתטיקה	
	חנות יצירה, צעצועים, ספרים – 400 מ"ר	800	חנויות ספרים ופנאי	
	חלל פתוח, מכונות משחק	500	מתחם הפעלות ילדים	
	ביטוח, סוכנויות (150 מ"ר לחנות)	450	שירותים מקצועיים	
23,700	בין 2000–3000 מ"ר, סה"כ 5 חברות	11000	משרדים גדולים: חברות גדולות, הייטק	משרדים
	שטח שנע בין 400–1200 מ"ר, סה"כ 15 חברות	8700	משרדים בינוניים	
	יחידות להשכרה, חללים גמישים, שטח ממוצע לכל יחידה 50–100 מ"ר, סה"כ 45 יחידות	4000	משרדים קטנים	

חלופה אזור תעסוקה (מסחר ומשרדים) – 44,485 מ"ר				תרחיש א
סה"כ	הערות	שטח (מ"ר)	פונקציה	
3,650		800	חדר כושר	פנאי וספורט
		550	מרכז אימון פונקציונאלי	
		800	מרכז ספורט משולב	
		500	סטודיו לאימונים אישיים	
		1000	סטודיו לריקוד/חוגים	
4,400	מרפאות שיניים, אסתטיקה, רפואה פרטית 150 מ"ר בממוצע לכל קליניקה	1500	מרפאות פרטיות	שירותי בריאות
		1500	מרפאה שכונתית	
		400	בית מרקחת	
		1000	מעבדות רפואיות	
3,140	מוטב שכל המרכז הציבורי יהיה צמוד לשאר החללים כדי ליצור גמישות בשימושים	600	ספרייה שכונתית	ציבורי
	מוטב שכל המרכז הציבורי יהיה צמוד לשאר החללים על מנת ליצור גמישות בשימושים	350	מרכז נוער/העשרה	
	מוטב שכל המרכז הציבורי יהיה צמוד לשאר החללים על מנת ליצור גמישות בשימושים	800	מרכז קהילתי	
	מוטב שכל המרכז הציבורי יהיה צמוד לשאר החללים על מנת ליצור גמישות בשימושים	150	מועדון נוער	
		400	משרדי ממשלה	
		600	מתחם כנסים	
	מוטב שכל המרכז הציבורי יהיה צמוד לשאר החללים על מנת ליצור גמישות בשימושים	240	חדר חוגים	

תרשים 15: סיכום תרחישים לפתח תקווה



« שורה עליונה חלופה בזיקה לתעסוקה (תרחיש א+ב); שורה שנייה, חלופה עם זיקה למבני ציבור, ספורט ופנאי (תרחיש א+ב); שתי שורות אחרונות, חלופה עם זיקה לשירותי בריאות (תרחיש א+ב+ג) »

החלופה השנייה – זיקה למבני ציבור, ספורט ופנאי. התרחיש הראשון, המצומצם יותר, מציע תכנון מרכז מסחרי המקשר בין הפונקציות הציבוריות והכלל-עירוניות בכל המקבצים. הפונקציות הציבוריות המשמעותיות, כמו מרכז ספורט ומרכז תרבות, ממוקמות במקבץ א בשל קרבתו לתחנת המטרו העתידית, במטרה לשרת את כל תושבי העיר.

החלופה השלישית – זיקה לשירותי בריאות. החלופה נבחנה בשלושת התרחישים האפשריים:

התרחיש הראשון מציע הקמת מרפאה עירונית מרכזית במקבץ א, עם שתי מרפאות קופות חולים שכונתיות במקבצים ב ו-ג. במרפאות השכונתיות יהיו קליניקות של רופאים פרטיים, מכונים ומעבדות כשירותים משלימים. בכל המקבצים מתוכננים שטחי מסחר, משרדים למקצועות חופשיים ומספר מצומצם של שירותי ציבור.

כל חלופה משלבת מערך שימושים משלימים ומגוונים המותאמים למאפייני האזור ותומכים בתכלית המרכזית של כל חלופה. כל אחת מהחלופות נבחנה בשני תרחישים לפחות

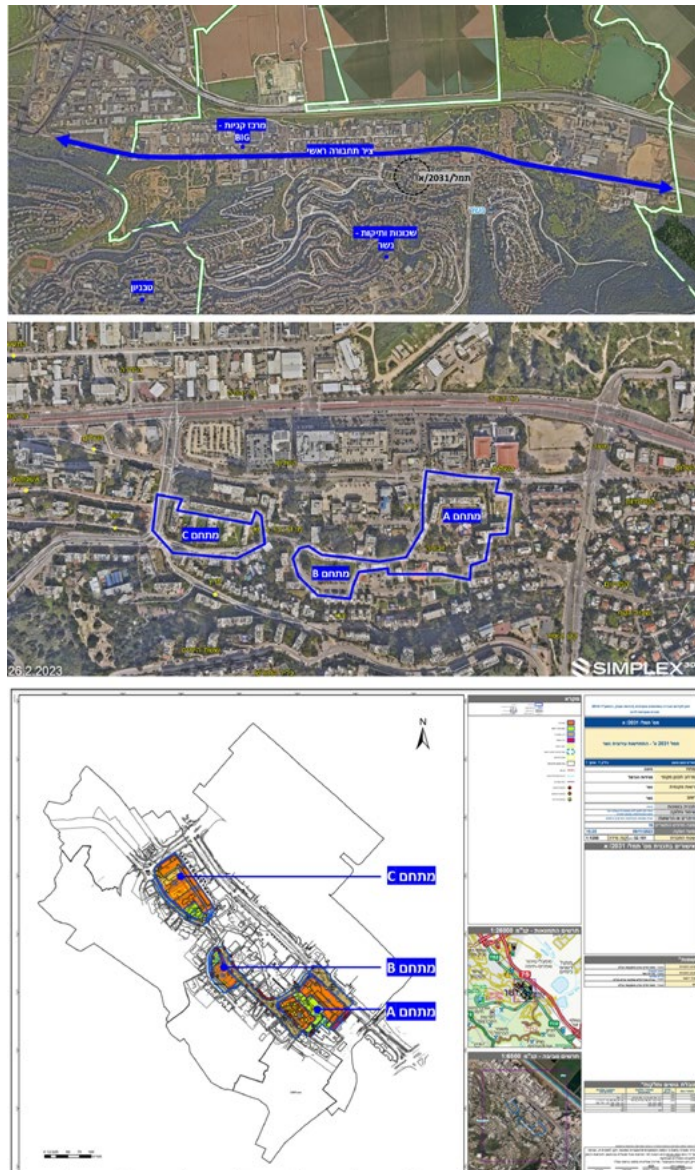
התרחיש השני, המציע הרחבת תכנית המגרשים בתת-הקרקע, מתמקד בתכנון מרכז רפואי משמעותי או בית חולים שישרת את פתח תקווה והסביבה, יחד עם מסחר נלווה ופונקציות ציבוריות.

התרחיש השלישי, הרחב ביותר, מציע להרחיב את המרכז הרפואי או בית החולים לשני מפלסים תת-קרקעיים, תוך מקסום פוטנציאל השטח.

3.2 תכנון פרויקט בנשר – תמל/2031/א

הפרויקט ממוקם בשכונת תל חנן הוותיקה בנשר, ומחולק לשלושה מתחמים (A, B ו-C, כמוצג בתרשים מס' 16). המיקום האסטרטגי של הפרויקט צמוד לציר תחבורה ראשי המקשר בין שכונות המגורים לאזור התעשייה, וכן בסמיכות למתחם העירייה ולמרכז העיר נשר. בתצורתו המלאה, הפרויקט צפוי לכלול כ-1,000 יחידות דיור חדשות, שיאכלסו כ-3,000 תושבים חדשים.

תרשים 16: למעלה, התמקמות (המתחם) ביחס לצירי תנועה ומוקדים מרכזיים; באמצע, תצ"א שעל גביה תתי-המתחמים של הפרויקט; למטה, תשריט מצב מוצע, כולל חלוקה לתתי-מתחמים (© תב"ע עכשיו)



חישוב היקף השטחים התת־קרקעיים הנוספים לפרויקט התבסס על ניתוח שטחי תת־הקרקע המוצעים בכל מתחם ומספר קומות החניה התת־קרקעיות המתוכננות. על בסיס נתונים אלו חושבו תרחישים א, ב ו־ג (כמפורט בטבלה 6). בעוד שתרחיש א מציע כ־13,600 מ"ר של שטחים לשימושים עירוניים תת־קרקעיים, תרחיש ג מרחיב היקף זה לכ־59,000 מ"ר.

טבלה 6: טבלת הזכויות לפי תרחישים

תרחיש א			
תרחיש ב			
תרחיש ג			
13,608			
29,458 מ"ר			
58,918 מ"ר			

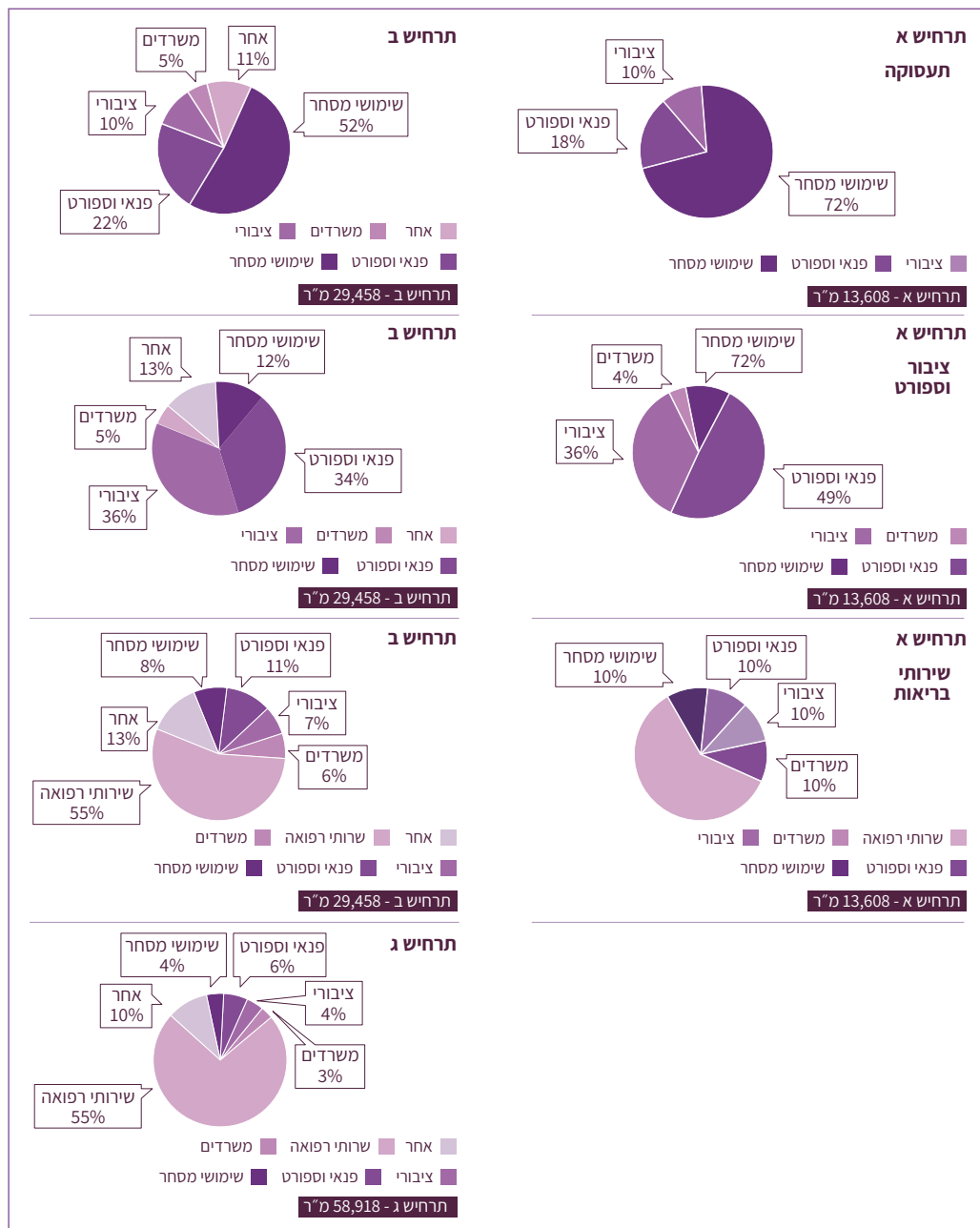
תרחיש א – פירוט			
מתחם C	מתחם B	מתחם A	
7,154	1,853	9,639	גודל מגרש
17,880	6,580	24,014	סך שטח תת"ק במתחם
3	4	4	מספר קומות תת"ק מוצעות
5,960	1,645	6,003	שטח של קומה אחת תת"ק
13,608			סה"כ שטח תת"ק של קומה אחת מוצעת

החלופה הראשונה – זיקה לתעסוקה. התרחיש הראשון מציע הסבת המרחב למוקד העסקים המרכזי של נשר, על בסיס מיקומו האסטרטגי בעיר ופוטנציאל השירות לשכונות הקיימות ואלו שייבנו במסגרת תנופת הבנייה הצפויה בעיר. התכנון כולל שלושה מרכזים מסחריים מקומיים, אחד בכל מתחם, המשלבים שירותים מגוונים, מסחר קמעונאי ועסקים קטנים, במטרה לשרת בעיקר את תושבי המתחמים החדשים. לעומת זאת, התרחיש השני מציע תכנון מרכז מסחרי־עסקי רציף ומקושר, שישרת את המתחם כולו וימשוך אליו גם את תושבי השכונות הסמוכות. תכנון זה מבקש ליצור חלופה עירונית חיונית לפאוור סנטר הקיים מעבר לכביש, אשר מנותק מרקמת העיר ומשרת בעיקר מבקרים חיצוניים, תוך יצירת חוויה עירונית אותנטית. טבלה 7 מפרטת את השימושים והשטח הבנוי שלהם בחלופה זו.

« כיכר העיצוב דונגדאמון (DDP) בסיאול.
יש לה שלוש קומות מתחת לאדמה וארבע
קומות מעליה (tawatchai07 / Freepik)



תרשים 17: סיכום תרחישים לנשר



« שורה עליונה, חלופה עם זיקה למבני ציבור, ספורט ופנאי (תרחיש א+ב); שורה שנייה, חלופה בזיקה לתעסוקה (תרחיש א+ב); שורות תחתונות, חלופה עם זיקה לשירותי בריאות (תרחיש א+ב+ג) »

טבלה 7: דוגמה מפורטת לתרחיש א בזיקה לתעסוקה בפרויקט בנשר

דגש מסחרי 13,608 מ"ר				תרחיש א
סה"כ	הערות	שטח (מ"ר)	פונקציה	
9,900		1500	סופרמרקט	שימוש מסחרי
		400	מרכול	
	100 מ"ר לכל יחידה, כולל שטח אחסנה. ניתן לאחד שתי חנויות לחנות גדולה	1000	חנויות ספורט והלבשה	
	אחת גדולה 400 מ"ר, ועוד ארבע קטנות	800	חנויות כלי בית ועיצוב (1,000 מ"ר)	
		1000	אלקטרוניקה, מחשוב ותקשורת, סלולר	
		500	מרכז שירותים: מכבסה, בית מרקחת, סניף שליחויות / דואר / מספרה	
	בין 75 ל-50 מ"ר ליחידה	400	חנויות קטנות (אקססוריז/תכשיטים/מתנות)	
	בין 80 ל-100 מ"ר	350	מרכזי שירותים נוספים: מכוני הדפסה, סניף בנק, סוכנויות	
		200	שירותי הסעדה (בית קפה, חנות מזון מהיר)	
	מסעדה גדולה (400 מ"ר), בתי קפה, חנויות מזון מתמחות	1200	מרכז קולינרי	
	מכון ציפורניים, מספרה, מרכז טיפוח	500	מרכז טיפוח ואסתטיקה	
	חנות יצירה, צעצועים, ספרים ראשית 400 מ"ר	600	חנויות ספרים ופנאי	
	חנות אופנה גדולה 400 מ"ר, חנויות בינוניות, הנעלה	1000	חנויות אופנה וסטוק	
	מרפאת שיניים, מרפאה אסתטית (150 מ"ר לחנות)	450	שירותים מקצועיים	
2,415		600	חדר כושר	פנאי וספורט
		485	מרכז אימון פונקציונאלי	
		600	מרכז ספורט משולב	
		330	סטודיו לאימונים אישיים	
		400	סטודיו לריקוד/חוגים	

דגש מסחרי 13,608 מ"ר				תרחיש א
סה"כ	הערות	שטח (מ"ר)	פונקציה	
1,320	מוטב שכל המרכז הציבורי יהיה צמוד לשאר החללים כדי שהשימוש יהיה גמיש	400	ספרייה שכונתית	ציבורי
	מוטב שכל המרכז הציבורי יהיה צמוד לשאר החללים כדי שהשימוש יהיה גמיש	250	מרכז נוער/העשרה	
	מוטב שכל המרכז הציבורי יהיה צמוד לשאר החללים כדי שהשימוש יהיה גמיש	400	מרכז קהילתי	
	מוטב שכל המרכז הציבורי יהיה צמוד לשאר החללים כדי שהשימוש יהיה גמיש	150	מועדון נוער	
	מוטב שכל המרכז הציבורי יהיה צמוד לשאר החללים כדי שהשימוש יהיה גמיש	120	חדר חוגים	

החלופה השנייה – זיקה למבני ציבור, ספורט ופנאי. התרחיש הראשון מציע פיתוח מוקדי ספורט ופנאי מגוונים ופונקציות ציבוריות המותאמים לצורכי תושבי המתחמים והשכונות הסמוכות. התכנון מציע התמחות ייחודית לכל מתחם: מרכז כושר במתחם A, בריכת שחייה במתחם B, ומוקד תרבות במתחם C הכולל פונקציות ציבוריות מסחריות כגון תיאטרון/קולנוע, מרכז כנסים או מתנ"ס קהילתי מורחב. התרחיש השני מציע פיתוח מתחם אינטגרטיבי רציף המחובר בין כלל הפונקציות השונות. תכנון זה נועד לתת מענה לגידול הדמוגרפי המשמעותי הצפוי בנשר בעשורים הקרובים, בהתאם לתוכנית המתאר הכוללנית (ראו תוכנית מתאר כוללנית לנשר 355-0753905)¹⁵ המתוכננת להוסיף אלפי יחידות דיור חדשות.

החלופה השלישית – דגש על שירותי בריאות. כיום חסרים בנשר שירותי רפואה והתושבים מקבלים את עיקר השירותים בחיפה. ואולם, בעוד מספר עשורים מספר התושבים בנשר צפוי להכפיל את עצמו והם יזדקקו לשירותי רפואה נוספים. שירותים אלו או מרכז רפואי עשויים לשרת את נשר וגם את תושבי הקריות בסביבה.

15 תוכנית מתאר כוללנית לנשר 355-0753905 ניתן לראות באתר מנהל התכנון: <https://mavat.iplan.gov.il/SV4/1/3001005745/310>

בתרחיש הראשון יוצרים מתחמי מרכזים שכונתיים כמו קופות חולים וגם קליניקות פרטיות, ובתרחיש השני ניתן להקים מרכז רפואי, כי מדובר במתחם שלם. בתרחיש השלישי, המורחב מבחינת זכויות בנייה בתת־הקרקע, ניתן להקים מרכז רפואי גדול או בית חולים שישרת את נשר והערים הסובבות (ראו תרשים 17).

על מנת לנסות ולהגיע לשיעור רווח של 17% המתחייב מתקן 21.1, השתמשנו בשלושה מנגנונים שונים: הגדלת זכויות בנייה למגורים, הורדת מיסים (אגרות והיטלי פיתוח עבור הפיתוח בתת־הקרקע בלבד), והנחות על עלייה בערך הדירות הנמכרות כתוצאה מהפיתוח התת־קרקעי. יש למדוד את הכדאיות הכלכלית לא רק לפי הרווח ליזם, אלא גם לפי תועלות חיצוניות, שאינן משתקפות במחירי השוק

3.3 ניתוח כלכלי של החלופות (או "איך לרתום יזמים למהלך")

כאמור, על מנת לנסות ולהגיע לשיעור רווח של 17% המתחייב מתקן 21.1, השתמשנו בשלושה מנגנונים שונים: הגדלת זכויות בנייה למגורים, הורדת מיסים (אגרות והיטלי פיתוח עבור הפיתוח בתת־הקרקע בלבד), והנחות על עלייה בערך הדירות הנמכרות כתוצאה מהפיתוח התת־קרקעי. הטבלאות הבאות מסכמות את התוצאות בעבור מקרה הבוחן של נשר, ובעבור מקרה הבוחן של פתח תקווה. בכל שורה בטבלאות רואים את החלופה הרלוונטית (בעמודת "חלופה"), לידה את שיעור הרווח היזמי ללא התערבות (כלומר, מה היה מרווח היזם לו היינו מחייבים אותו לפתח את תת־הקרקע על פי החלופה המדוברת), אבל ללא שינוי נוסף בתוכנית, ללא הנחות כלשהן, וללא שום שינוי צפוי בנכונות לשלם בעבור הדירות שייבנו. לבסוף, בעמודה הימנית ובצורה גרפית, יש דוגמה למנגנון שעשוי "להציל את המצב", כלומר, להחזיר את היזם לרווח של 17% גם אם לוקחים בחשבון את תוספת פיתוח תת־הקרקע. כפי שמשקף בטבלאות, יש מצבים שבהם זה אפשרי ויש כאלו שלא.

3.3.1 ניתוח חלופות – נשר

טבלה 8: ניתוח החלופות בפרויקט בנשר

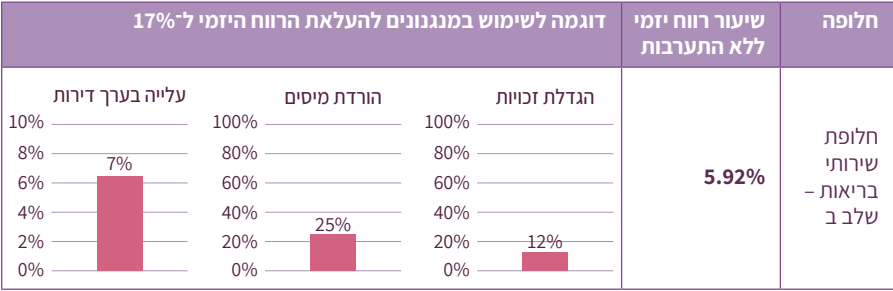
דוגמה לשימוש במנגנונים להעלאת הרווח היזמי ל-17%			חלופה	שיעור רווח יזמי ללא התערבות
הגדלת זכויות 100% 80% 60% 40% 20% 0% 11%	הורדת מיסים 100% 80% 60% 40% 20% 0% 10%	עלייה בערך דירות 10% 8% 6% 4% 2% 0% 2%	תעסוקה – שלב א	10.71%
הגדלת זכויות 100% 80% 60% 40% 20% 0% 15%	הורדת מיסים 100% 80% 60% 40% 20% 0% 25%	עלייה בערך דירות 10% 8% 6% 4% 2% 0% 5%	תעסוקה – שלב ב	6.47%
הגדלת זכויות 100% 80% 60% 40% 20% 0% 10%	הורדת מיסים 100% 80% 60% 40% 20% 0% 50%	עלייה בערך דירות 10% 8% 6% 4% 2% 0% 4%	מבני ציבור, ספורט ופנאי – שלב א	9.2%
הגדלת זכויות 100% 80% 60% 40% 20% 0% 16%	הורדת מיסים 100% 80% 60% 40% 20% 0% 75%	עלייה בערך דירות 10% 8% 6% 4% 2% 0% 6%	מבני ציבור, ספורט ופנאי – שלב ב	4.45%
הגדלת זכויות 100% 80% 60% 40% 20% 0% 3%	הורדת מיסים 100% 80% 60% 40% 20% 0% 0%	עלייה בערך דירות 10% 8% 6% 4% 2% 0% 1%	חלופת שירותי בריאות – שלב א	14.93%

חלופה	שיעור רווח יזמי ללא התערבות	דוגמה לשימוש במנגנונים להעלאת הרווח היזמי ל-17%
חלופת שירותי בריאות – שלב ב	8.02%	הגדלת זכויות הורדת מיסים עלייה בערך דירות
חלופת שירותי בריאות – שלב ג	-0.95%	בחלופה זו, הרווח היזמי עלה ל-9% בלבד לאחר הגדלה של זכויות הבנייה ב-100% והורדת מיסים ב-100%, יחד עם עלייה של 8% בערך הדירות. מכאן שלא ניתן להגיע לרווח יזמי של 17% בתרחיש סביר.

3.3.2 ניתוח חלופות – פתח תקווה

טבלה 9: ניתוח החלופות בפריקט בפתח תקווה

חלופה	שיעור רווח יזמי ללא התערבות	דוגמה לשימוש במנגנונים להעלאת הרווח היזמי ל-17%
תעסוקה – שלב א	5.13%	הגדלת זכויות הורדת מיסים עלייה בערך דירות
תעסוקה – שלב ב	-1.81%	הגדלת זכויות הורדת מיסים עלייה בערך דירות
חלופת שירותי בריאות – שלב א	6.12%	הגדלת זכויות הורדת מיסים עלייה בערך דירות



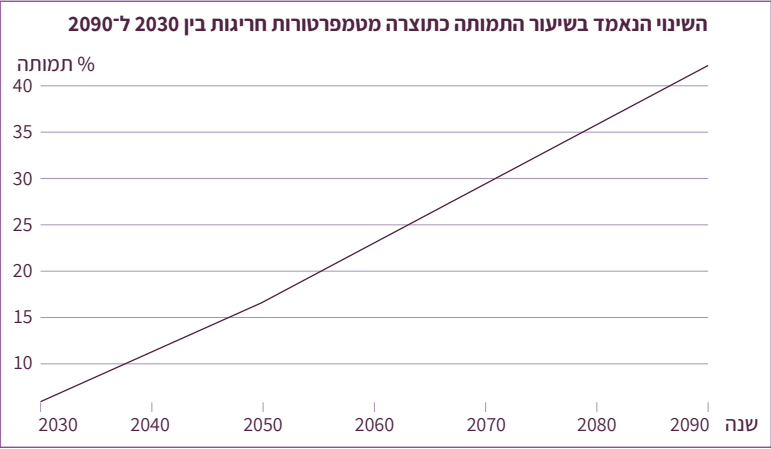
3.4 תועלות חיצוניות של פיתוח בתת־הקרקע

פיתוח בתת־הקרקע חשוב לא רק ליזמים ולבעלי הנכסים. מכאן שיש למדוד את הכדאיות הכלכלית לא רק לפי הרווח ליזם, אלא גם לפי תועלות חיצוניות, שאינן משתקפות במחירי השוק.

3.4.1 תת־הקרקע כמקלט חום

לפי נתוני האו"ם (Human Climate Horizons, 2024), בשנת 2030 כ־1% ממקרי המוות בישראל יהיו עקב שינויים בטמפרטורות. ב־2050 קרוב ל־3%, וב־2090 כ־6%. האומדן ל־2030 עומד על כ־600 מקרי מוות בשנה.

תרשים 18: צפי שיעור התמותה בגין טמפרטורות חריגות בעתיד הקרוב בישראל



בארצות הברית קיימים "מרכזי צינון", Cooling centers – בנייני ציבור הנפתחים לציבור בימים של חום קיצוני ומספקים סביבה ממוזגת, שירותי רפואה ומים. המרכזים ממוקמים באזורים שבהם יש סיכוי גבוה יותר לתנאי חום קיצוניים – כל הארץ במקרה של ישראל – ובקרבת אוכלוסיות רגישות. אנו מציעים להשתמש במרחבים בתת־הקרקע גם למטרה זו.

במחקר של המשרד להגנת הסביבה (ימין ושמאלי, 2022) נמצא כי 88.5% מהתמותה העודפת מחום בשנים 2012–2020 הייתה בקרב אנשים מעל גיל 70. לפי נתוני הלמ"ס (קובץ הרשויות המקומיות, 2022), צפיפות האוכלוסייה בנשר היא 1,835 נפש לקמ"ר ובעיר קיים אחוז גבוה מהממוצע הארצי של אוכלוסייה מעל גיל 75, המוגדרת כפגיעה במיוחד: 8.4%, לעומת 5.3% בממוצע כלל־ארצי. אם נניח שמרכז צינון יכול לשרת אוכלוסייה בשטח של כ־1 קמ"ר מסביבו, נגיע ל־150 נפשות בערך מקרב אוכלוסייה זו שיכולות להשתמש בשירות.

פרמטרים אחרים שמשמשים את המרכז לבקרה ומניעה של מחלות בארה"ב (CDC) כדי לדרג פגיעות של אוכלוסייה הם מצב כלכלי, שיעור אבטלה, אוכלוסייה צעירה, רמת השכלה, נכות. לפי נתוני הלמ"ס, יש פחות אוכלוסייה צעירה בנשר מהממוצע הארצי, ואילו המצב הכלכלי ורמת ההשכלה הם מעל לממוצע הארצי.

את הערך הכלכלי של מניעת מוות ניתן למדוד באמצעות מושג הנקרא "הערך הסטטיסטי של חיי אדם" VSL, שבמחקר בינלאומי (Viscusi and Masterman, 2017) נאמד עבור ישראל ב־6.1 מיליון דולר. כמובן שהערך יכול להשתנות לפי גיל, אך ניתן לקבל מושג על סדר הגודל. במחקר הנוכחי לא יכולנו לאמוד את המשמעות של פיתוח בתת־הקרקע בפרויקט של התחדשות עירונית על מניעת מקרי מוות בעקבות חום קיצוני, אך הנתונים שהצגנו מראים שגם ירידה קטנה בהסתברות למקרים כאלה יכולה להיות בעלת ערך רב.

3.4.2 מניעת פיתוח בשטחים פתוחים

ניתן להניח כי אם לא ייעשה שימוש בתת־הקרקע לפיתוח של שימושים מסחריים, ציבוריים, רפואיים ואחרים כפי שמציע מחקר זה, הפיתוח הזה ימשיך להתקיים כפי שהיה עד כה, מעל לקרקע. המשמעות היא שימוש בשטחים פתוחים, חקלאיים ואחרים, שיוסבו לפיתוח נדל"ן. מחקרים אמפיריים מוצאים באופן עקבי ערך כלכלי חיובי של שטחים פתוחים, בין אם ערך משימוש למבקרים בשטחים הפתוחים או למי שגרים בקרבתם, ובין אם ערך שלא משימוש לגבי קיום כללי של שטחים פתוחים

(פליישר, צור ובר אוריון, 1999; רוזנטל וחוב', 2009; Brander and Koetse, 2011; בקר, 2013). לפי תוצאות המחקרים הקיימים, צירוף של ערכים אלה לתועלות של פיתוח בתת־הקרקע יוסיף בין 5–10 ש"ח\מ"ר לתועלות של פרויקט הכולל פיתוח בתת־הקרקע.

3.4.3 הפחתה של זיהום אוויר והקטנת היוםמות

שכונות העוברות התחדשות עירונית מאסיבית צפויות להכפיל ואף לשלש את מספר משקי הבית והתושבים בשטחן. כיום, בהיעדר פתרונות תחבורה הולמים, תושבי שכונות אלו נאלצים להסתמך על רכבים פרטיים. מצב זה מחריף לאור העובדה שמרכזי התעסוקה ממוקמים בשולי הערים ובמרחק ניכר משכונות המגורים, וזה גורם לעומסי תנועה כבדים, לזיהום אוויר משמעותי ולבזבוז זמן יקר.

לעומת זאת, ניצול תת־הקרקע למגוון שימושים, כגון תעסוקה ומסחר, עשוי להפחית משמעותית את זמני היוםמות. הקרבה הפיזית לשירותים ולמקומות תעסוקה תצמצם את התלות ברכב הפרטי ותקצר את משך הנסיעה היומי הממוצע של תושבי השכונה. כתוצאה מכך, יפחת העומס על התשתיות העירוניות ותקטן טביעת הפחמן הנובעת משימוש ברכבים פרטיים באזורים אלו (Cui et al., 2021).

« יוצר ע"י ChatGPT »



ניתוח הממצאים

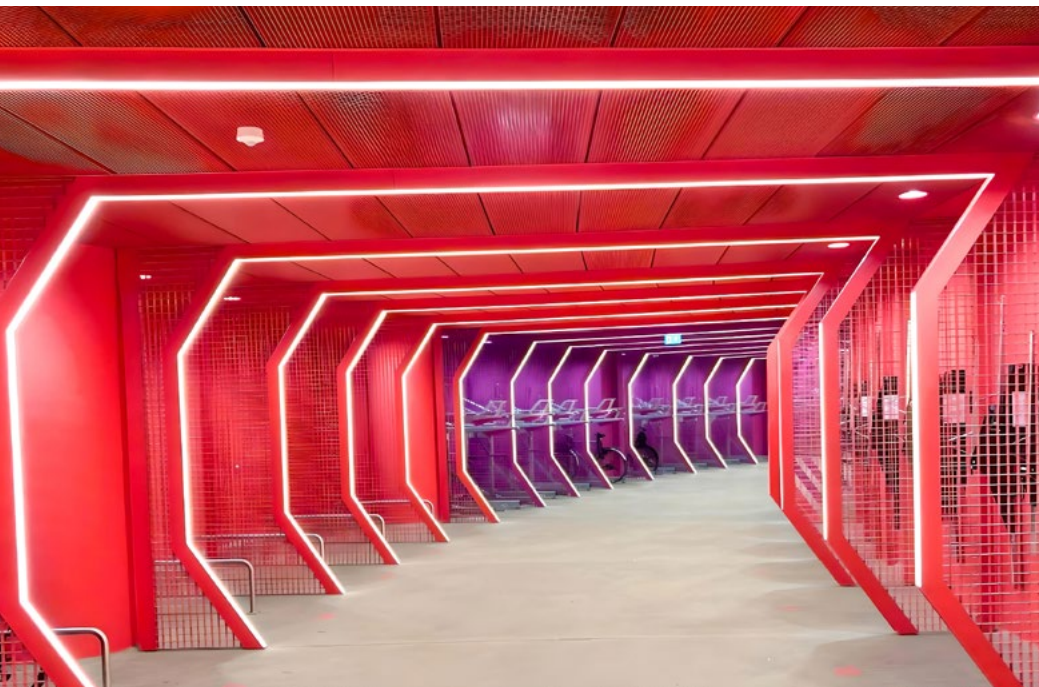
החלופות שהוצגו בפרק הממצאים לפיתוח בתת־הקרקע בפרויקטים בפתח תקווה ובנשר הן דוגמאות בלבד לפיתוח מסוג זה. אך הן ממחישות היטב את מה שידוע בעולם התכנון: אין פתרונות אחידים לתכנון שמתאימים באותה מידה לכל אזור, בכל יישוב ובכל פרויקט ביישוב נתון. השימושים שיוקצו לתת־הקרקע צריכים להתחשב בצורכי האוכלוסייה והאזור, ולתת פתרון ארוך טווח לשינויים בצרכים אלה, תוך התאמה למגבלות הגיאוגרפיות הקיימות בכל אתר נתון.

ניתן לראות שההשפעה של פיתוח בתת־הקרקע על רווחיות היזם בפרויקטים שבחנו היא שונה. הסיבה העיקרית לכך היא שהפרויקט בפתח תקווה גדול ומורכב יותר, ופיתוח בתת־הקרקע מצריך גם תוספת של שטחים פחות רווחיים, כמו חניית וחניבור בין מתחמים



ניתן לראות שההשפעה של פיתוח בתת־הקרקע על רווחיות היזם בפרויקטים שבחנו היא שונה: עוד לפני התמריצים והעלייה בערך הדירות, שיעור הרווחיות של הפרויקט בנשר גבוה מזה בפתח תקווה (טבלאות 8–9). הסיבה העיקרית לכך היא שהפרויקט בפתח תקווה גדול ומורכב יותר, ופיתוח בתת־הקרקע מצריך גם תוספת של שטחים פחות רווחיים, כמו חניית וחניבור בין מתחמים. בפרויקט בפתח תקווה יש שיעור גדול יותר של שטחים כאלה, והדבר משפיע על רווחיותו. ואולם, יש הבדל נוסף שלא רואים בשיעור הרווח היזמי במודל: עלות הקרקע בפתח תקווה, המוגדרת כאזור ביקוש גבוה יחסית לנשר, גבוהה יותר. לכן, פיתוח בהיקף דומה של שטחי מסחר, מרכז רפואי ושימושים ציבוריים מעל לקרקע היה מצריך רכישת קרקעות יקרות, ועלות חלופית זו מגדילה עוד יותר את כדאיות הפיתוח התת־קרקעי.

העיקרון של שילוב שימושים מסחריים, היוצרים תעסוקה ומאפשרים צמיחת יזמות, יחד עם טיפול בצרכים בסיסיים של האוכלוסייה כגון שירותי בריאות, ושירותים



« תחנת חניון תת־קרקעית לאופניים (Meister Proper / Shutterstock)

ציבוריים לאוכלוסייה כגון מרכזי פנאי וספורט, הוא בסיס טוב לתוכניות עתידיות. פיתוח בתת־הקרקע לא ישרת רק את מי שגר ממש מעליו, אלא ישרת אוכלוסייה נוספת מהשכונה ומהעיר. כך, תוכניות להתחדשות עירונית יצליחו לא רק לתת פתרון דיור לאוכלוסייה שגדלה בקצב מהיר, אלא גם לצקת חיים במרחב העירוני באזורים שעד כה לא היו בהכרח חלק ממרכז העסקים והשירותים הראשי בעיר.

החלופה בפתח תקווה, שבה משתרע הפרויקט על שטח גדול יחסית, אפשרה לנו להוסיף לפיתוח בתת־הקרקע את הקישוריות לפרויקט המטרו של גוש דן, שתחנה שלו מיועדת להיות בקרבת מקום. בכך, ההצעה שלנו במקרה זה מתייחסת לאחת הבעיות המרכזיות שרצינו לפתור כבר בראשית המחקר הנוכחי: מתן פתרון מקיים לבעיות תחבורה שקיימות כיום במרחב העירוני בישראל, ושבירור שרק יחמירו בעתיד.

החלופה בנשר מאפשרת להסיט את המרכז המסחרי בעיר ממיקומו הנוכחי, המנותק בפועל מהתושבים על ידי כביש מרובה נתיבים ומחסומים גיאוגרפיים, למיקום שהוא בלב אזור המגורים בעיר, במרחק הליכה לרבים מתושביה. כל זאת,

תוך הצגת חלופות שהן ברובן הגדול בנות־ביצוע מנקודת מבטו של הקבלן־היזם בפרויקט ההתחדשות העירונית.

הניתוח הכלכלי של החלופות לפיתוח בתת־הקרקע לפי תקן 21.1 ממחיש את הכדאיות הזו בבירור: לרוב, פיתוח מהסוג המוצע בתת־הקרקע לא יגרום לפרויקט להיות הפסדי, אך הוא יקטין את שיעור הרווח אל מתחת למה שנדרש כדי להבטיח שהפרויקט לא ייקלע לקשיים תזרימיים בעתיד. כדי להעלות את שיעור הרווח נדרשת התערבות ממשלתית, בין אם מהעירייה או ממשרדי הממשלה, ואנחנו בחנו שתי צורות אפשריות של התערבות כזו: (א) מתן זכויות בנייה נוספות, אך לדעתנו סבירות, ליזם. אלו משתלבות גם עם הצורך לספק דיור נוסף תוך חיסכון בשטחים פתוחים; (ב) מתן הקלות באגרות ובהיטלי פיתוח, גם הן בתחום סביר לפי השימושים המיועדים של תת־הקרקע. בהקשר זה לא הבאנו בחשבון את העלייה בהכנסות הרשות המקומית כתוצאה מגביית ארנונה מהעסקים שיוקמו בתת־הקרקע. לצורך המחשה, בנשר, שבה האגרות בניתוח שלנו הן בסכום של 350 ש"ח למ"ר, הארנונה השנתית לשימושים מסחריים היא ברוב המקרים גבוהה מ־120 ש"ח למ"ר, כך שתוך כשלוש שנים ההנחה באגרות ובהיטלים תחזיר את עצמה.



« שימוש בתת־הקרקע למתחם קניות (Pixabay)

**הניתוח הכלכלי של החלופות לפיתוח בתת־הקרקע
לפי תקן 21.1 ממחיש את הכדאיות הזו בבירור:
לרוב, פיתוח מהסוג המוצע בתת־הקרקע לא
יגרום לפרויקט להיות הפסדי, אך הוא יקטין את
שיעור הרווח אל מתחת למה שנדרש כדי להבטיח
שהפרויקט לא ייקלע לקשיים תזרימיים בעתיד**



המנגנון הנוסף שיאפשר להגיע לרווחיות גדולה יותר הוא כוחות השוק, שיאפשרו למכור דירות בפרויקטים במחיר גבוה יותר בגלל סל השירותים והעירוניות המשופר שהם מציעים. ביחס למנגנון זה נקטנו במחקר בגישה זהירה ושמרנית יחסית, שבה מחירי הדיור בפרויקט עולים ב־7% לכל היותר כתוצאה מפיתוח מתת־הקרקע, אם כי להערכתנו בפועל ייווצר ערך גדול בהרבה.

ההצדקה להתערבות הממשלתית היא שמדובר בפרויקטים בעלי תועלות חיצוניות ברורות, גם אם לא חישבנו אותן במחקר זה. התועלות החיצוניות הן ביצירת מרחב עירוני פעיל ותוסס בקומת הקרקע על ידי הקצאת פונקציות מתחתיה, גם לדיירי הפרויקטים וגם לאלו בסביבתם; מענה לפיתוח שאינו בא על חשבון שטחים פתוחים, שלהם תועלות מוכחות והשפעה חיובית על מחירי נדל"ן; אספקת שירותים רפואיים בקרבת התושבים, שגם הם כאמור מעלים את ערכי הנדל"ן; ומתן מענה לצורך אפשרי במקלטי חום בעתיד בגלל אירועי אקלים קיצוניים, שההסתברות להם הולכת וגדלה.

כפי שניתן לראות בממצאים, לא הייתה כדאיות כלכלית ליזם גם לאחר מתן הטבות נדיבות בזכויות בנייה ובהפחתת מיסים במקרה של הקמת מרכז רפואי גדול / בית חולים מתחת לקרקע. מכיוון ששירותים מסוג זה זוכים בכל מקרה לסבסוד גדול מהמדינה בהקמתם וגם בזמן תפעולם, ייתכן שהדבר יבטיח כדאיות מבחינת היזם, אך אנו לא בחנו סובסידיות ישירות מסוג זה במחקר.

לבסוף, חשוב להדגיש כי פרויקטים להתחדשות עירונית המתוכננים כיום צפויים לשרת את השכונות המתחדשות למשך 80–100 השנים הבאות. לאחר השלמת פרויקטים מסיביים אלה והטמעת השינויים המבניים בשכונה, התערבות רטרואקטיבית לפיתוח תת־הקרקע תהיה כמעט בלתי אפשרית מבחינה הנדסית, ויקרה פי כמה בהשוואה לביצועה בשלב ההריסה הראשוני. לפיכך, דחיית שילוב שימושים עירוניים מגוונים בתת־הקרקע בשלב התכנון המוקדם עלולה להוביל

לחסם משמעותי בעתיד, במיוחד מהיבט כלכלי, ולכן מוטב לחשוב על פתרונות ותמריצים לקידום כבר בשלב מוקדם.

את ניתוח הממצאים והמסקנות כדאי לסיים בבחינת המצב כפי שהוצג בתחילת המסמך: ישראל היא מדינה חריגה בנוף המדינות המפותחות מבחינה דמוגרפית. היא משלבת צפיפות עכשווית גבוהה, עם תחזיות לקצב מואץ בגידול האוכלוסייה. ואולם, לנוכח המסקנות הכלכליות שהצגנו נשאלת השאלה: האם פיתוח תת־קרקעי אכן נדרש בישראל כעת, או שלא כדאי ללכת בכיוון זה? אפשר לבחון את גודל האוכלוסייה וצפיפותה בערים בעולם שיש בהן פיתוח תת־קרקעי משמעותי. דוגמה ראשונה עשויה להיות מונטריאול, עם קצת פחות מ־2 מיליון תושבים, ועם צפיפות אוכלוסייה של 4,838 תושבים לקמ"ר נכון ל־2024. דוגמה שנייה היא הלסינקי, עם 1.3 מיליון תושבים וצפיפות אוכלוסייה של 1,619 תושבים לקמ"ר. מובן ששתי הדוגמאות גדולות מדי ביחס לערים ישראליות כשבוחנים את מספר התושבים הכולל. אולם יש בהחלט מקום להשוואת צפיפויות יותר רלוונטיות לנושא. טבלה 10 מציגה את הערים הצפופות בישראל.

טבלה 10: הערים הצפופות ביותר בישראל

עיר	צפיפות לקמ"ר	אוכלוסייה (אלפים)
בני ברק	30,454.6	223.8
מודיעין עילית	20,953.2	87.5
גבעתיים	18,060.6	58.6
בת ים	15,997.9	131.1
ביתר עילית	13,955.0	69.3
קריית מוצקין	13,389.0	51.4
רמת גן	10,214.3	167.8
חולון	10,134.2	193.0
תל אביב־יפו	9,580.7	495.2
ירושלים	8,155.3	1,028.4
פתח תקווה	7,450.2	267.2
נתניה	7,408.3	233.5
כפר סבא	6,904.2	100.0
רחובות	6,457.4	153.4
רמלה	6,297.9	84.3
לוד	6,139.2	90.8

בטבלה, שהיא רק חלק מהרשימה המלאה שמופיעה באתר הלמ"ס על האוכלוסייה העירונית בישראל בשנת 2023 (למ"ס 2025), יש נוכחות בולטת לערים במרכז הארץ, עם כמה יוצאים מן הכלל (קריית מוצקין וביתר עילית). צפיפות האוכלוסין בכל הערים שבטבלה 10 היא כשלעצמה גבוהה בהרבה מהצפיפות הממוצעת במונטריאול או בהלסינקי.

על מנת לערוך השוואה מתאימה יותר לדעתנו למקרה הישראלי, ולפי סטנדרט בינלאומי מקובל, אימצנו את ההגדרה של עיר עם צפיפות גבוהה לפי האיחוד האירופי (EU, 2018). האיחוד מגדיר עיר צפופה כעיר עם לפחות 50,000 תושבים, ולפחות 1,500 נפש לקמ"ר. בהתאם להגדרה זו חישבנו את טבלה 11, כדי לבדוק כמה מתושבי ישראל גרים בערים צפופות.

לדעת המחברים, טבלה 11 מוכיחה שכבר כיום יותר משליש מתושבי ישראל גרים בערים שרמת הצפיפות בהן גבוהה מאוד ברמה בינלאומית, ולכן פיתוח בתת־הקרקע עשוי להיות בהן רלוונטי

טבלה 11: מספר התושבים בישראל הגרים בערים עם 50,000 תושבים ומעלה, ברמות צפיפות שונות (חישובי המחברים על פי נתוני הלמ"ס)

סך צפיפות	מספר ערים	סה"כ אוכלוסייה
לפחות 1,500 נפש\קמ"ר	39	5.99 מיליון
לפחות 3,000 נפש\קמ"ר	31	5.26 מיליון
לפחות 5,000 נפש\קמ"ר	19	3.66 מיליון
לפחות 9,000 נפש\קמ"ר	9	1.47 מיליון

מטבלה 11 ניתן לראות שלפי ההגדרה של האיחוד האירופי, כמעט 6 מיליון ישראלים גרים היום בערים צפופות ברמה דומה לזו של הלסינקי. אם מחמירים את דרישות הצפיפות (למשל, 3,000 תושבים לקמ"ר ואף יותר), כמובן שמספר הערים שבהן התנאי מתקיים מצטמצם, וגם האוכלוסייה הכוללת העונה להגדרה, כפי שרואים בשורות 2, 3, ו-4 של טבלה 4. למשל, 3.66 מיליון ישראלים גרים ברמת צפיפות דומה לזו של מונטריאול (כמעט 5,000 תושבים לקמ"ר). לדעת המחברים, טבלה 11 מוכיחה שכבר כיום יותר משליש מתושבי ישראל גרים בערים שרמת הצפיפות בהן גבוהה מאוד ברמה בינלאומית, ולכן פיתוח בתת־הקרקע עשוי להיות בהן רלוונטי.

מסקנות והמלצות

המלצה 1: קידום פיתוח בתת־הקרקע לשימושים מגוונים מעבר לחניה ושימושים הנדסיים הוא כדאי ואף הכרחי בישראל, שבה ללא המרחב התת־קרקעי לא ניתן לטפל בלחץ הגובר על משאב הקרקע.

המלצה 2: קידום תכנון מהסוג האמור לעיל חייב להתבצע באופן מושכל, המתחשב בצרכים ובמגבלות של כל אזור ועיר, לצורך מימוש מוצלח של פרויקטים להתחדשות עירונית.

המלצה 3: ניתן להשתמש בכלים הקיימים כדי להעריך את הכדאיות הכלכלית של פרויקטים כאלה, אך בנוסף צריך גם להתייחס אליהם כפיתוח לצורכי ציבור, היוצר תועלות שאינן בהכרח באות לידי ביטוי בתקבולים גדולים יותר ליזם.

המלצה 4: על גופי התכנון לאפשר במידת הצורך הגדלה של אחוזי בנייה ליזמים כדי לאפשר פיתוח בתת־הקרקע. ההמלצה מתאימה גם לצורך לחסוך בשטחים פתוחים לאספקת דיור.

המלצה 5: על רשויות מקומיות ורשות מקרקעי ישראל לאפשר במידת הצורך הפחתה של אגרות והיטלי פיתוח, כדי שפרויקטים הכוללים פיתוח בתת־הקרקע יעמדו בדרישת הרווחיות בשלב התכנון. הפיתוח ייצור לרשויות הכנסות מארנונה שיכסו את ההפסדים משלב הפיתוח.

המלצה 6: פיתוח בתת־הקרקע נותן גם מענה לצורכי התגוננות מפני אירועי אקלים קיצוניים וגם מאיזמים ארציים יותר כגון התקפות טילים, וככזה יש לו תועלות נוספות באירועים שההסתברות להתרחשותם לרוב נמוכה, אך הנזק הפוטנציאלי שלהם גדול. חישוב התועלת הכלכלית של פתרונות אלו צריך להיות מובא בחשבון בניהול הסיכונים של הרשויות המקומיות.

המלצה 7: כפי שניתן לראות כבר במקרה של פרויקטים גדולים של תשתית, כדוגמת הרכבת הקלה והמטרו בגוש דן, דחייה של פרויקטים כאלה לעתיד מגדילה בצורה משמעותית את המורכבות ואת העלויות שלהם. הזמן הנכון לתכנון פיתוח של תת־הקרקע הוא עכשיו. כל דחייה תגדיל עלויות עתידיות של פיתוח כזה, ותקטין את ההיתכנות שלו. במילים אחרות, אם זה לא יקרה כבר בשלב התכנון, זה אולי לא יקרה לעולם.

« שימוש בתת־הקרקע כמסדרונות מעבר
(Benoit Daoust / Shutterstock)



מקורות

- אסיף, ש' ופורת, ע' (2019). "ישראל 100 – תכנון אסטרטגי לישראל לקראת 2048". המרכז לחקר העיר והאזור, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל.
- בקר, נ' (2013). הערכה כלכלית ראשונית של שירותים אקולוגיים בשטחים טבעיים וחקלאיים בישראל. המשרד להגנת הסביבה.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2024). הרשויות המקומיות בישראל – קובצי נתונים לעיבוד 1999–2022.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2025). אוכלוסייה וצפיפות לקמ"ר יבשתי ביישובים שהיו בהם 5,000 תושבים ויותר ב־31.12.2023.
- יוסף, י', צפורי, א', אילוטוביץ, א', כרמונה, י', חלפון, נ', אוזן, ל', בהר"ד, ע', פורשפן, א', לוי, י', וגבעתי, ע' (2024). ניתוח מגמות אקלימיות ואירועי קיצון בישראל לאורך המאה ה־21. דו"ח מחקר מס' 4000-0804-2024-0000015, השירות המטאורולוגי.
- ימין, ד' ושמואלי, א' (2022). תמותה עודפת בישראל בשל גלי חום – מחקר ראשוני עבור המדענית הראשית של המשרד להגנת הסביבה.
- מבקר המדינה, 2024. פעולות ממשלת ישראל והיערכותה למשבר האקלים – ביקורת מעקב מורחבת.
- צעירי, י', וטל, א' (2021). "כושר נשיאה לאומי: עתיד צפוף – תחזית גידול אוכלוסיית ישראל בשנים 2030–2050 והשלכותיהן על תחומי חיים מרכזיים". צפוף – הפורום לאוכלוסיה, סביבה וחברה.
- פורשפן, א' ויוסף, י' (2021). "ישראל מתחממת?". השירות המטאורולוגי הישראלי (<https://ims.gov.il/he/node/1431>)
- פליישר, ע', צור, י', בר אוריון, ט' (1999). הערך הכלכלי של שטחים פתוחים בישראל. המכון לחקר מדיניות ושימוש קרקע, קק"ל.

רוזנטל, ג', יהושע, נ', היימן, ב', וקשטן, א' (2009). אומדן הערך הכלכלי של שטחים פתוחים. מכון דש"א.

Brander, L. M., & Koetse, M. J. (2011). The value of urban open space: Meta-analyses of contingent valuation and hedonic pricing results. *Journal of Environmental Management*, 92(10), 2763-2773.

Breunig, R., Hasan, S., & Whiteoak, K. (2019). Value of playgrounds relative to green spaces: Matching evidence from property prices in Australia. *Landscape and Urban Planning*, 190, 103608.

Brueckner, J. K. (2011). *Lectures on Urban Economics*. MIT press.

Cui, J., Broere, W., & Lin, D. (2021). Underground space utilisation for urban renewal. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 108, 103726.

Dong, Y. H., Peng, F. L., Qiao, Y. K., Zhang, J. B., & Wu, X. L. (2021). Measuring the monetary value of environmental externalities derived from urban underground facilities: Towards a better understanding of sustainable underground spaces. *Energy and buildings*, 250, 111313.

European Commission (2018). Methodological manual on territorial typologies — 2018 edition. <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-manuals-and-guidelines/-/ks-gq-18-008>

Kaliampakos, D., Benardos, A., & Mavrikos, A. (2016). A review on the economics of underground space utilization. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 55, 236-244.

Li, H., Li, X., & Soh, C. K. (2016). An integrated strategy for sustainable development of the urban underground: From strategic, economic and societal aspects. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 55, 67-82.

- Lin, D., Broere, W., & Cui, J. (2022). Underground space utilisation and new town development: Experiences, lessons and implications. *Tunnelling and underground space technology*, 119, 104204.
- Mavrikos, A., & Kaliampakos, D. (2021). An integrated methodology for estimating the value of underground space. *Tunnelling and underground space technology*, 109, 103770.
- Nelson, P. P. (2016). A framework for the future of urban underground engineering. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 55, 32-39.
- Pasqual, J., & Riera, P. (2005). Underground land values. *Land Use Policy*, 22(4), 322-330.
- Peng, T. C., & Chiang, Y. H. (2015). The non-linearity of hospitals' proximity on property prices: Experiences from Taipei, Taiwan. *Journal of Property Research*, 32(4), 341-361.
- Propheter, G. (2023). Sports Facilities as a Housing Amenity: Do Prices Follow Facilities?. *Journal of Sports Economics*, 24(4), 443-474.
- Qiao, Y. K., Peng, F. L., & Wang, Y. (2017). Monetary valuation of urban underground space: A critical issue for the decision-making of urban underground space development. *Land Use Policy*, 69, 12-24.
- Qiao, Y. K., Peng, F. L., Sabri, S., & Rajabifard, A. (2019a). Socio-environmental costs of underground space use for urban sustainability. *Sustainable Cities and Society*, 51, 101757.
- Qiao, Y. K., Peng, F. L., Sabri, S., & Rajabifard, A. (2019b). Low carbon effects of urban underground space. *Sustainable cities and society*, 45, 451-459.

- Qiao, Y. K., Peng, F. L., Wu, X. L., & Luan, Y. P. (2022). Visualization and spatial analysis of socio-environmental externalities of urban underground space use: Part 1 positive externalities. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 121, 104325.
- Sdino, L., Brambilla, A., Dell'Ovo, M., Sdino, B., & Capolongo, S. (2021, July). Hospital construction cost affecting their lifecycle: An italian overview. *Healthcare*, 9 (7) p. 888. MDPI.
- Tender, M. L., Couto, J. P., & Bragança, L. (2017). The role of underground construction for the mobility, quality of life and economic and social sustainability of urban regions. *REM-International Engineering Journal*, 70(3), 265-271.
- Ullah, U., & Park, J. S. (2016). A Comparative Analysis of Patient Visibility, Spatial Configuration and Nurse Walking Distance in Korean Intensive Care Units (ICUs)-Focused on single corridor, Pod and Composite type units. *Journal of The Korea Institute of Healthcare Architecture*, 22(4), 37-45.
- UNDP Human Climate Horizons (2024). Lee, E. H., Christopoulos, G. I., Kwok, K. W., Roberts, A. C., & Soh, C. K. (2017). A psychosocial approach to understanding underground spaces. *Frontiers in psychology*, 8, 452.
- Viscusi, W. K., & Masterman, C. J. (2017). Income elasticities and global values of a statistical life. *Journal of Benefit-Cost Analysis*, 8(2), 226-250
- Xie, H., Zhang, Y., Chen, Y., Peng, Q., Liao, Z., & Zhu, J. (2021). A case study of development and utilization of urban underground space in Shenzhen and the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 107, 103651.



הכותבים

פרופ' דני ברויטמן

פרופ' ברויטמן הוא חבר סגל בפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים בטכניון – מכון טכנולוגי לישראל. הוא עוסק בתפר שבין הכלכלה העירונית ואזורית, הכלכלה הסביבתית, והגיאוגרפיה העירונית.



ד"ר ינאי פרחא

ד"ר פרחא הוא מרצה בכיר בחוג לכלכלה וניהול במכללה האקדמית תל-חי, אוניברסיטה בהקמה. הוא עוסק בכלכלה סביבתית וחקלאית, ומשתמש במחקריו בכלים מתחומי הכלכלה העירונית והאזורית.



אדר' אסף אלחנתי

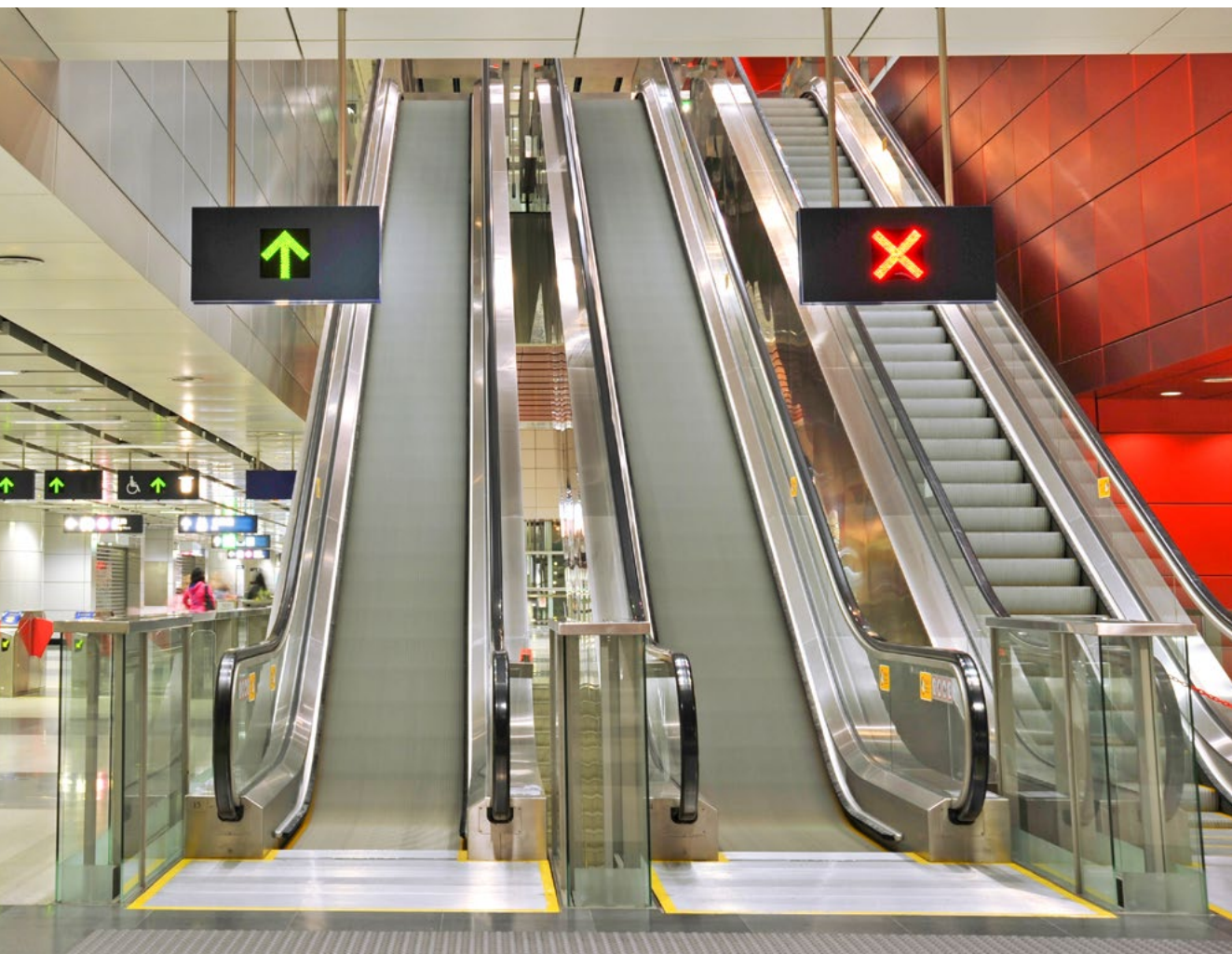
אדר' אלחנתי הוא בעל תואר מגיסטר M.A. בארכיטקטורה ותכנון ערים מהפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים בטכניון – מכון טכנולוגי לישראל. עבודת הגמר שלו עסקה בפיתוח תת-הקרקע בהתחדשות עירונית.



ד"ר נסר ח'יר

ד"ר ח'יר הוא שמאי מקרקעין מוסמך, מנהל תחום ברשות המיסים ומרצה בחוג לכלכלה וניהול במכללה האקדמית תל-חי, אוניברסיטה בהקמה. הוא עוסק בכלכלה עירונית ובשמאות מקרקעין.





« מדרגות נעות שמותאמות לקניית במתחם תת־קרקעי (Sevenke / Shutterstock)

exemptions), in the long term we estimate that these will be covered by the increase in the local authority's income from property taxes. The willingness-to-pay analysis was conducted using a hedonic regression about the potential increase in the value of properties following the construction of a large medical center. The results show that in Petah Tikva and Nesher, an increase of 10% in the value of apartments in the project is reasonable. However, in most cases, even if the increase is smaller, the entrepreneur's profit is expected to reach the required level.

The following conclusions can be drawn from the research: First, the model for underground development in large urban renewal projects is feasible, and our method makes it possible to analyze what are the best alternatives for underground development, while performing sensitivity analyses. Second, government intervention is still vital to incentivize underground development. The research shows that increasing the allowed built area in a project is the most effective incentive, since this can compensate for the additional costs of underground development. When urban underground functions are attractive, an increase in the willingness to pay for living in the area can be expected. A combination of the three factors opens new horizons for the underground development of large urban renewal projects in Israel.

Possible external benefits of underground development, such as their use as a thermal shelter during extreme weather events, will surely increase their utility at the local and even national level. There are additional benefits, as the preservation of open spaces due to increased underground development. In the current study, we did not quantify these utilities. However, previous studies showed that these may have a great economic value, and their exact measurement is a subject for future work, as well as expanding the research to other regions in Israel, with other geographic, demographic, and socio-economic characteristics.

higher costs compared to construction above ground, engineering challenges, and even psychological difficulties arising from moving part of the human activity underground.

The guiding principle in our work is to stick to the existing urban planning policy in Israel, while maintaining the economic viability of the projects. The goal is to show that underground development is not just a utopian vision, but a realistic possibility, albeit subject to certain conditions. For this purpose, we used two case studies of urban renewal projects, one in the heart of a high demand area (Petah Tikva) and the other located farther from Israel's core metropolitan area (Nesher). In both cases, we based our analysis on the existing economic reports of these projects, accurately reproducing the structure of their costs and revenues. We then proposed planning alternatives that combine the existing projects' features, along with various possibilities of development in their underground. These alternatives differed from each other regarding the main assigned use of the underground: commerce and employment, leisure and sports, or medical services. They also differ in the intensity of the underground development both regarding the built area, and the depth. For each one of these options, we adjusted the economic model and calculated the costs and revenues arising from the analysis. To be consistent with the accepted practice, our analysis used the official standard of the Board of Real Estate Appraisers, which requires a minimum profitability rate for developers.

In all the alternatives we tested, the additional development of the underground lowered the rate of profitability below the 17% required by the standard. However, we show that in most cases it is possible to provide incentives to the entrepreneur, that together with reasonable assumptions regarding an increased willingness to pay for apartments in the project, may raise the profitability of the project to the required level. Some of these incentives are additional building rights or lower fees and taxes. Even when the incentives have a budget cost (e.g., tax



Abstract

The State of Israel is one of the densest countries in the world. The common response to the increasing pressure on the national land resources is densification, mainly through urban renewal projects. However, the way these projects are being carried out raised several claims against them. Among others, the creation of alienated urban spaces, the imposition of additional burden on local transportation infrastructures, and lack of planning for potential future risks due to climate change. A possible solution to these problems lies in the underground space beneath these projects. Large projects for urban renewal may be a once-in-a-life-time opportunity for planning and efficient utilization of this resource in three ways: (1) creating an active and vibrant urban space on the ground floor by placing some land uses underground, (2) preparing the infrastructure for a physical connection to possible future underground transportation facilities, (3) creating a readily-available thermal shelter against potential future heat waves. The problem with these uses of underground space is that they represent public goods that the private market cannot (or may not want) to provide. In this study, we examined which public services (besides the design of underground parking basements) can, and should be provided, through the development of the underground in large urban renewal projects, using the existing tools, regulations, and laws.

There are many examples in the world of underground development that fulfills different functions. These emphasize the role of underground development as a significant means in the sustainable development of the urban space. However, these studies also point to inherent difficulties that underground development entails, including

Below the Surface

The Opportunities for Subsurface Development in Large Urban Renewal Projects

Authors:

Prof. Dani Broitman

Faculty of Architecture and Town Planning, Technion – Israel Institute of Technology, danib@technion.ac.il

Dr. Yanay Farja

Department of Economics and Management, Tel-Hai College, yanay@telhai.ac.il

Ar. Asaf Alhanaty

Faculty of Architecture and Town Planning, Technion – Israel Institute of Technology, asafalx@gmail.com

Dr. Nasr Kheir

Department of Economics and Management, Tel-Hai College, hiras@m.telhai.ac.il