

עלויות ותועלות של בנייה ירוקה בישראל ובעולם

הערכות ארגון ה-OECD גורסות כי במדינות המפותחות ענף הבנייה אחראי על 25%-40% מצריכת האנרגיה ו-33%-50% מצריכת חומרי הגלם. בנוסף, תעשיית הבנייה מייצרת כ-10%-44% מהפסולת המוצקה בעולם.¹ בישראל, חברת מקנזי העריכה בשנת 2009 כי צריכת החשמל המיוחסת לבניינים עומדת על כ-60% מצריכת החשמל הכללית במדינה, וכי בניינים אחראים לכמעט שליש מפליטות גזי החממה במדינה.² באותה שנה צריכת המים המיוחסת לבתים הייתה כ-38% מכלל המים שסופקו לצרכנים.³ אחד האמצעים הנפוצים כיום בעולם להתמודדות עם נתונים מסוג זה לטובת הפחתת צריכת המשאבים הינה הטמעה של עקרונות הבנייה הירוקה בבניינים חדשים ובשיפוץ של בניינים קיימים באמצעות תקנים לבנייה ירוקה.

התקנים השונים לבנייה ירוקה מהווים מעטפת לפעולות בתחומים שונים בתהליך הבנייה כגון: אנרגיה, מים, פיתוח האתר, טיפול בפסולת, תפעול ותחזוקה ועוד. התקנים הנמצאים כיום בשימוש הינם תקנים בינלאומיים לצד תקנים מקומיים. תפוצתם של התקנים משני הסוגים הולכת וגדלה בשנים האחרונות על רקע העלייה בהטמעת הבנייה הירוקה במדינות רבות בעולם. במחקר שנעשה על ידי חברת McGraw Hill עבור המועצה העולמית לבנייה ירוקה נמצא כי היקף הפעילות בתחום הבנייה הירוקה בקרב חברות של יזמים, אדריכלים, מהנדסים ויועצים ב-9 מדינות⁴ נמצא במגמת גידול משמעותית בשנים האחרונות. ב-2009 דובר על היקף פעילות של 60% פרויקטים ירוקים (מכלל הפרויקטים) ב-13% מהחברות, וב-2012 ב-28% מהחברות עם צפי לגידול היקף הפעילות הירוקה ל-60% ב-51% מהחברות עד שנת 2015. עוד נמצא כי במדינות אלו היקף הפרויקטים של בנייה ירוקה מכלל הבנייה עומד על ממוצע של 38% בנייה ירוקה, כאשר המובילה היא סינגפור עם 66% בנייה ירוקה מכלל הבנייה ולאחריה בריטניה עם 52%.⁵

בסקירה של נתוני עלויות בנייה ירוקה כפי שנבדקו בישראל ובעולם בשנים האחרונות נמצא כי עלות ההשקעה בבנייה ירוקה משתנה בהתאם לרמת ההסמכה של תקן הבנייה הירוקה והיא מהווה בישראל בין 5%-1% מהעלות הכוללת של הבנייה בבנייני משרדים, מגורים ומלונאות. נתונים אלו שנמצאו בישראל תואמים את הנתונים שנמצאו בחו"ל, המציינים טווח של 10%-0% כאשר על פי רוב הפרמיה הירוקה להסמכה בסיסית הינה בטווח של 0%-2%. חשוב לציין כי במדינות מפותחות בעולם חלק ממרכיבי הבנייה הירוקה הוטמעו במהלך השנים בבנייה הסטנדרטית ולכן עלות התוספת עבור בנייה ירוקה נמוכה יחסית. כמו כן, עם הגידול בפרויקטים של בנייה ירוקה והטמעת פרקטיקות של בנייה ירוקה בתפוצה רחבה, העלויות המשיכות לבנייה ירוקה הולכות ויורדות עם הזמן. כמו כן הטמעה רחבה של בנייה ירוקה מובילה להתפתחותם של שווקים מקומיים לבנייה ירוקה אשר מוזילים את העלויות ומאפשרים מענה רחב ופותרות מגוונים לדרישות הרגולטוריות.

1 OECD, 2003

2 דוח מקנזי, 2009

3 רשות המים, סקר צריכה, 2011

4 ארה"ב, אוסטרליה, בריטניה, נורבגיה, גרמניה, סינגפור, איחוד האמירויות, דרום אפריקה, ברזיל

5 McGraw Hill, USGBC, WGBC, "World Green Building Trends", 2013 pg. 7

מחקרים בישראל ובעולם מראים תועלות כלכליות ותועלות סביבתיות להטמעה של בנייה ירוקה, כאשר החזר ההשקעה מתבטא בעיקר בצמצום צריכת האנרגיה והמים וירידה בהוצאות התפעול והתחזוקה. בכל המקרים נמצא כי ההשקעה הנוספת בגין הבנייה הירוקה מחזירה את עצמה תוך מספר שנים. תועלות נוספות שלא ניתן לכמת כלכלית אך הינן בעלות השפעות כלכליות קשורות בשביעות רצון המשתמשים במבנה, שיפור בבריאות המשתמשים ועלייה בפרודוקטיביות של עובדים ותלמידים. כמו כן, לבנייה ירוקה תועלות גם ברמה הלאומית הבאות לידי ביטוי בביטול הצורך בהקמת תחנות כח חדשות, בצמצום הקמה של תשתיות בינוי חדשות ובהגברת העמידות הלאומית מול תנודות בשוק האנרגיה העולמי.

1. עלויות הבנייה הירוקה בישראל

1.1 מבני מגורים

- מחקר שערכו הכלכלנים חגי קוט וד"ר דיוויד כץ ביוזמת המועצה הישראלית לבנייה ירוקה ניתח את העלויות הכלכליות של בנייה ירוקה והשווה אותן לעלויות של בנייה קונבנציונאלית בהתבסס על שני מקרי מבחן של בנייני מגורים אשר קיבלו תו ירוק בדרגת מצטיין לפי התקן לבנייה ירוקה ת"י 5281 בישראל. מהמחקר עולה ששיעור ההשקעה הנוספת הנדרשת בגין עמידה בתקן לבנייה ירוקה ביחס לעלות הבניינים הוא **4.1% ו-2.1%**⁶

- מחקר שערכו זיו לזר ונתן חילו ביוזמת התאחדות בוני הארץ העלה תוצאה דומה. על פי מחקר זה, תוספת העלות הנדרשת לעמידה בתקן לבנייה ירוקה הינה **5%** מעלות בניית דירה טיפוסית.⁷

חשוב להדגיש שעלות ההשקעה הנוספת בבנייה ירוקה בשיעור מסוים אין משמעותה עליה במחיר הדירה לצרכן באותו שיעור אלא בשיעור נמוך הרבה יותר. זאת משום שערך הקרקע אינו משתנה. אם נניח שעלות הבנייה מהווה 50% מהעלות הכוללת של הבניין לצרכן (ערך הקרקע ורווחי היזם מהווים 50% נוספים), הרי שתוספת העלות לצרכן בגין ההשקעה בבנייה ירוקה הינה מחצית משיעור העלות הנוספת של הבנייה.

1.2 מבני משרדים

- מחקר שערכה נגה לבציון נדן בחן את שיעור תוספת העלות עבור הרכיבים הירוקים בבניית מבנה המכון הגיאולוגי בירושלים אשר נמצא בבנייה בימים אלו. מהממצאים עולה כי עלות התוספת לבנייה ירוקה מגיעה ל-**1.06%** בלבד מסה"כ עלות הפרויקט.⁸

- מחקר של חברת "פארטו הנדסה" עבור מינהל נכסי הדיור הממשלתי הגדיר רשימת נושאים של בנייה ירוקה להטמעה במסגרת שינוי המפרט הקיים עבור שכירות של מבנה ממשלתי. הדו"ח מצא שהכדאיות הכלכלית בביצוע העבודות המתוארות במסגרת המסמך הינה גבוהה. המדדים הכלכליים הכוללים מצביעים על שיעור תשואה פנימי של 63% לשנה ועל **תקופת קצרה של 1.7 חודשים בלבד להחזר ההשקעה**.⁹

6 חגי קוט וד"ר דיוויד כץ, "עלויות בנייה ירוקה בבנייני מגורים בישראל", המועצה הישראלית לבנייה ירוקה, 2013
7 זיו לזר ונתן חילו, "עלויות בנייה ירוקה למגורים לפי תקן 5281", התאחדות בוני הארץ, 2012

8 נגה לבציון נדן, "עלות בניית משרדים בבנייה ירוקה", 2014

9 פארטו הנדסה, "הטמעת עקרונות לבנייה ירוקה ותכנון בר קיימא במרכזי הדיור הממשלתי", עבור מינהל נכסי הדיור הממשלתי, 2008

1.3 מבני חינוך

- מחקר של הכלכלנית נגה לבציון נדן מצא כי העלות הנוספת של מרכיבי הבנייה הירוקה בבתי ספר בתל אביב עומדת על 183 ש"ח למ"ר, שהינה כ- 2.5-2.7% מעלות בניית בית הספר. זאת לעומת עלות נוספת של 289 ש"ח למ"ר בבתי ספר בשאר הארץ, **המהווה 4.5-6.3%** מעלות הבנייה הכוללת.¹⁰
- מחקר ביוזמת עיריית תל אביב בחן את תוספת העלות לטובת בניית בית ספר בעל תקן בנייה ירוקה. במחקר נבחן בית ספר בפתח תקווה אשר תוכנן לעמוד בתקן לבנייה ירוקה. המחקר הראה כי התוספת הדרושה לטובת הסמכת בית הספר על פי התקן לבנייה ירוקה עומדת על כ- 1.5 מיליון ש"ח **המהווה 8.8%** מהעלות הכוללת של בניית בית הספר.¹¹
- מחקר נוסף שנערך על ידי חברת "יפתח הררי אדריכלים" עבור עיריית תל אביב בחן בית ספר ירוק שנבנה במתחם הגוש הגדול בתל אביב. מחקר זה הראה כי תוספת העלות הנדרשת עבור עמידה בתקן לבנייה ירוקה עומדת על 1.9 מיליון ש"ח **המהווה 8.4%** מהעלות הכוללת של המבנה.¹²
- מחקר אחר שנערך ביוזמת אגף הקצאות ובקרת מבנים של מפעל הפיס, בחן בית ספר יסודי בירושלים אשר תוכנן לעמוד בתקן לבנייה ירוקה. המחקר מצא כי עלות התוספת עבור בנייה ירוקה עמדה על 2 מיליון ש"ח **המהווה 14%** מעלות הבנייה.¹³

ניתן לראות כי העלויות להטמעת עקרונות הבנייה הירוקה במבני חינוך נעים בטווח שבין 2.5% ל-14% מעלות הבנייה הכוללת. השונות הגדולה בנתונים העולים מבדיקות של בתי ספר דורשים הסתכלות נוספת ובדיקות נוספות וכן איתור של פעולות שניתן לעשות על מנת להוזיל עלויות אלו. חשוב לציין כי בתי הספר ממומנים על ידי משרד החינוך על פי סטנדרט קבוע למ"ר. תקציב זה אינו כולל את עלויות הפיתוח שעלויות להיווצר בשל נושאים הנדסיים, כך שלבתי ספר הנמצאים באזורים בהם נדרשות התאמות הנדסיות משרד החינוך מעניק מימון נוסף. בנוסף לשוני בתקצוב של משרד החינוך קיים גם שוני בתוספת שמשקיעה העירייה בכל אחד מבתי הספר. עקב כך, נוצר שוני בסטנדרט הבנייה של בתי הספר ברשויות שונות, ופער זה בא לידי ביטוי גם בשוני משמעותי בתוספת העלות הנדרשת לשם הסמכת בית הספר על פי התקן לבנייה ירוקה.

1.4 מלונאות

- מחקר שנערך על ידי חברת AVIV AMCG עבור משרד התיירות ניתח עלויות ביצוע של שיפוץ ירוק של מלון קיים ובניית מלון ירוק חדש ששניהם יעמדו בתקן לבנייה ירוקה ת"י 5281. תוצאות הניתוח הראו כי העלות המוערכת כתוספת לבנייה הקיימת על מנת לעמוד בתקן הבנייה הירוקה הינה **1.96%** מהעלות הכוללת של תכנון וביצוע הפרויקט לבניית המלון החדש. בנוסף הראה המחקר כי העלות המוערכת כתוספת לבנייה הקיימת על מנת לעמוד בתקן הבנייה הירוקה עבור שיפוץ מלון ישן הינה בסביבות **1.6%** מהעלות הכוללת של תכנון וביצוע הפרויקט. בניתוח כדאיות תוספת ההשקעה הנדרשת לביצוע בנייה ירוקה הוסק כי **ההשקעה משתלמת ומחזירה את עצמה תוך 4-1 שנים בלבד**.¹⁴

10 נגה לבציון נדן, "עלויות בבניית בתי ספר בבנייה ירוקה", 2013

11 נגה לבציון נדן, "עלויות בניית בתי ספר בבנייה ירוקה", 2013

12 יפתח הררי אדריכלים, "תקצוב בנייה ירוקה במבני חינוך", עבור עיריית תל אביב, 2013

13 נגה לבציון נדן, "עלויות בניית בתי ספר בבנייה ירוקה", 2013

14 שגי אלוני ואנני גלר בלבן, "בדיקת כדאיות כלכלית לבניית מלונות לפי התקן הישראלי לבנייה ירוקה", עבור אגף פיתוח, משרד התיירות, 2013

2. עלויות הבנייה הירוקה בעולם

2.1 מבני מגורים

- מחקר שנערך בארה"ב השווה בין העלויות של בנייה קונבנציונאלית לעלויות של בנייה ירוקה. המחקר בחן 33 בניינים מוסמכי התקן האמריקאי לבנייה ירוקה (LEED) בקליפורניה, ומצא שתוספת העלות עבור הסמכת המבנים לתקן לבנייה ירוקה הינה בממוצע 1.84% בלבד. יש לציין כי תוספת העלות נעה בין 0.66% עבור מבנה ירוק בסיסי לבין 6.5% עבור הסמכת המבנה ל- LEED Platinum, שהוא הדירוג הגבוה ביותר האפשרי.¹⁵
- מחקר בינלאומי שבדק 150 בניינים ב-11 מדינות בעולם מצא שתוספת העלות הנדרשת עבור בניית מבנים ירוקים נעה בין 1-2% יותר מבניינים קונבנציונאליים דומים, ורק לעיתים רחוקות הגיעה העלות לתוספת של 4% או יותר.¹⁶ המחקר מצא גם שהשימוש באנרגיה במבנים הירוקים פחת ב-33% וחסכון זה לבדו הספיק בכדי לכסות את תוספת העלות.¹⁷
- מחקר בינלאומי דומה שכלל מדגם גדול אף יותר של 300 בניינים בשבע מדינות שונות מצא שתוספת העלות עבור בניינים ירוקים הייתה נמוכה מ- 2% בממוצע.¹⁸

2.2 מבני משרדים

- מחקר שנערך בארה"ב בחן את תוספת העלות הנדרשת לטובת בנייה של סניפי בנק ירוקים. המחקר מצא כי תוספת העלות עבור הסמכת המבנים ל- LEED נעה בין 2% ל-3% מעלויות הבנייה ופחות מ- 2% מסך עלויות הפרויקט.¹⁹
- מחקר נוסף שנערך בניו יורק בחן את עלות הבנייה של בנייני משרדים ירוקים בעיר. המחקר מצא שהעלות הממוצעת של בניית בניין משרדים מוסמך LEED הייתה נמוכה ב- 6% מעלות בניית בניינים קונבנציונאליים. תוצאות כאלו מאשרות עדויות לפיהן בניית ירוק יכולה להיות אף זולה יותר מבניית בניין קונבנציונאלי. סימוכין נוספים לטענה זו מקורן ברשת בנקים בארצות-הברית אשר מצאה שהיא חסכה \$80,000 בעלויות הבנייה של כל סניף באמצעות בנייה לפי סטנדרטים של LEED.²⁰

Kats, G., et al, 2003. The costs and financial benefits of green buildings. Sacramento, CA: California Sustainable Building Task Force 15

Kats et al 2008 16

Kats, G, James M, Apfelbaum S, Darden T, Farr D, Fox R. 2008. Greening buildings and communities: costs and benefits 17

Kats, G. 2010. Greening Our Built World: Costs, Benefits, and Strategies. Island Press. Washington DC 18

Mapp, C., M.E.C. Nobe, and B. Dunbar. 2011. The Cost of LEED—An Analysis of the Construction Costs of LEED and 19 Non-LEED Banks. Journal of Sustainable Real Estate 3(1): 254-273

Lockwood, C. 2007. The green quotient: Q&A with Brenna S. Walraven. Urban Land, 66, 118-119 20

2.3 מבני חינוך

- במחקר שנערך בארה"ב והתמקד בעלויות הבנייה של בתי ספר ירוקים מוסמכי LEED מצאה חברת Turner Green Buildings כי תוספת העלות בגין בנייה ירוקה של בתי ספר נעה בין 0.8% עבור בית ספר מוסמך LEED ברמה בסיסית לבין 11.5% עבור בית ספר המוסמך LEED Platinum.²¹
- מחקר נוסף שבחן את עלויות הבנייה של 20 בתי ספר ירוקים ברחבי ארצות-הברית מצא שעלות הבנייה של בתי ספר ירוקים הייתה גבוהה ב-2% בממוצע מזו של בתי ספר קונבנציונאליים דומים.²²

2.4 סוגי מבנים נוספים

- סקירה בינלאומית רחבה שביצעה המועצה העולמית לבנייה ירוקה בשיתוף חברת SKANSKA בחנה עשרות מחקרים שנערכו במהלך העשור האחרון בנושא עלויות הבנייה הירוקה במדינות שונות ובסוגי מבנים שונים. סקירה זו כללה מחקרים ממדינות: ארה"ב, בריטניה, סינגפור, אוסטרליה וישראל. מהסקירה הבינלאומית עולה כי תוספת העלות בגין בנייה ירוקה נעה לרוב בין 0-4% בגין הסמכה בסיסית. כמו כן, תוספת העלות עבור רמות גבוהות יותר של הסמכה נעה בין 10-0%.

3. תועלות הבנייה הירוקה

- בפרויקטים של בנייה ירוקה אשר הוסמכו על פי תקן מוכר ומוסכם ניתן לראות צריכת אנרגיה מופחתת אשר באה לידי ביטוי בעלויות תפעול מופחתות. כך, בבדיקה שנעשתה בארה"ב נמצא כי בניינים ירוקים שהוסמכו על פי ה-LEED חסכוניים באנרגיה בשיעור של 25%-30% בהשוואה לבניינים קונבנציונאליים, כאשר בדיקה דומה שנערכה בניו זילנד מצאה שיעור חסכון גבוה יותר הנע בטווח בין 35%-50%.²⁴ עוד נמצא כי ככל שרמת ההסמכה גבוהה יותר, כך גם שיעור החסכון באנרגיה גבוה יותר.
- במחקר נוסף אשר בחן את שיעור ההשקעה ביחס לתועלות, נמצא כי תוספת של 2% בהוצאות הבנייה עבור הטמעת אמצעים לבנייה ירוקה צפויה להחזיר תוך 20 שנים סכום השווה לפי 10 מההשקעה הראשונית. הבדיקה נעשתה ב-33 פרויקטים מוסמכי LEED בארה"ב.²⁵

²¹ Turner Green Buildings. 2005. Survey of green building plus green building in K-12 and higher education. New York: Turner Construction

²² Kats, G. 2006. Greening America's schools costs and benefits. Capital E
WGBC, "The Business Case for Green Building", 2013

²⁴ WGBC, "The Business Case for Green Building", 2013, pg 51

²⁵ WGBC, "The Business Case for Green Building", 2013, pg 56

- בבדיקה שנעשתה בישראל על ידי המועצה הישראלית לבנייה ירוקה במסגרת מחקר עלויות בנייה ירוקה בבנייני מגורים נמצא כי בכדי להחזיר את ההשקעה הנוספת בבנייה ירוקה בפרק זמן של 30 שנה ובהנחה כי מחירי החשמל והמים ימשיכו לעלות כפי שעלו בשנים האחרונות, עם שער ניכיון של 3%, ובהתאם להנחה בה 90% מהחיסכון מקורו בחיסכון בחשמל ו-10% מקורו בחיסכון במים, נדרש חיסכון של 12.6%-27.5% בצריכת האנרגיה ו-1.7%-3.8% בצריכת המים על מנת להחזיר את ההשקעה. נתוני חיסכון אלו אינם שונים מנתונים שנמצאו במחקרים בעולם בדבר שיעור החיסכון באנרגיה ובמים בבניינים ירוקים.²⁷
 - במחקר של חברת McGraw Hill עבור המועצה העולמית לבנייה ירוקה בו נבחנו נתונים מתשע מדינות, נמצא כי החזר ההשקעה הממוצע עבור בנייה ירוקה הינו 8 שנים בבנייה חדשה ו-7 שנים בפרויקטים של שיפוצים. עלויות התפעול צפויות לרדת בשיעור של 8% בשנה הראשונה ועד 15% לאחר 5 שנים.²⁸
 - מחקר שבחן את התועלות הסביבתיות כתוצאה מיישום התקן לבנייה ירוקה ב-428 בניינים ברחבי אוסטרליה, מצא כי החיסכון במי שתייה מכלל הבניינים שהוסמכו שווה ל 1,300 בריכות שחייה אולימפיות בשנה, החיסכון בפליטות גזי חממה שווה להורדתם של 172,000 כלי רכב מהכביש כל שנה (שווה ערך ל-650,000 טון פחמן שנתי) והחיסכון בחשמל שווה לשימוש השנתי הממוצע של 76,000 בתי אב באוסטרליה.²⁹
- חשוב לציין כי לעיתים פוטנציאל החיסכון באנרגיה ובמים בבניינים ירוקים אינו ממומש בהתאם לתכנון. על מנת להתגבר על מה שמכונה performance gap ולהגיע לאחוזי החיסכון האופטימאליים שיביאו הן להחזרי ההשקעה והן לחיסכון בצריכת משאבים חשוב לראות בבנייה הירוקה תהליך מתמשך שאינו מסתיים בפעולה אחת של התכנון והבנייה אלא ממשיך לניהול ותפעול נכונים של הבניין, אופטימיזציה מתמשכת של המערכות והעלאת מודעות של המשתמשים לאלמנטים הירוקים ולאופן התפעול של הבניין.

© המועצה הישראלית לבנייה ירוקה, פברואר 2014

26 המחיר הריאלי של החשמל עלה במוצע ב-0.8% בשנה ב-10 השנים בין יולי 2002 ויולי 2012, ואילו המחיר של התעריף הגבוה ביותר למים עלה 4.37% בשנה בין יולי 1997 ויולי 2012.

27 חגי קוט וד"ר דויד כץ, "עלויות בנייה ירוקה בבנייני מגורים בישראל", המועצה הישראלית לבנייה ירוקה, 2013

28 McGraw Hill, USGBC, WGBC, "World Green Building Trends", 2013, pg. 9

29 Green Building Council of Australia, "The Value of Green Star- A Decade of Environmental Benefits", May 2013