

נספח 1. תמונות בתי הספר שהוסמכו לפי ת"י 5281



תמונה 1: בית ספר נופי ים, תל-אביב



תמונה 2: בית ספר רקפות, קריית ביאליק



תמונה 3: בית ספר ש"י עגנון, כפר-סבא

נספח 2. אלמנטים ירוקים בבית הספר נופים



חלונות בכיתת לימוד: הצללה + פתיחה מסוג 'קיפ' – חלון הנפתח בחלקו העליון באמצעות ציר אנכי (כלפי פנים או חוץ). החלון מאפשר אוורור של החלל, תוך הגבלה של זווית הפתיחה מטעמי בטיחות או פרטיות

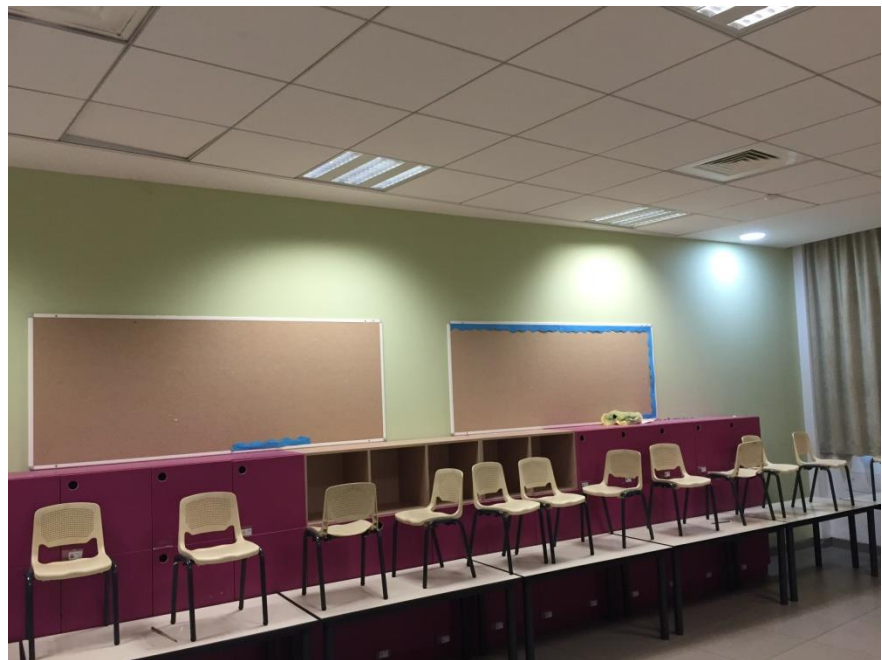


מסדרון – תאורה טבעית



חצר חיצונית מוצללת

נספח 3. אלמנטים ירוקים בבית הספר ש"י עגנון



כיתת לימוד: מיזוג מרכזי



גינת משחקים מוצללת

נספח 4 – מרכיבי בנייה ירוקה בכתב כמויות, לפי בית ספר

בטבלה ד1 מוצגות התוצאות הפרטניות של אומדני עלות הבנייה של בתי-הספר הירוקים שנכללו במחקר: נופי ים תל-אביב, שכונה 80 כפר סבא, ורקפות קריית ביאליק. בנוסף לבדיקה השוואתית של עלויות למ"ר עבור שלושת בתי-הספר הירוקים, נבדקו גם עלויות למ"ר של שני בתי-ספר אחרים בתל-אביב: דרויאנוב (בשלבי הסמכה לתקן) וצוקי אביב (טרום שלב הסמכה). ניתוח השוואתי זה היווה את הבסיס לאמידת תוספת העלות הכרוכה בבנייה ירוקה. הניתוח מבוסס על הפירוט המלא של כל הסעיפים בכתב הכמויות. שתי העמודות הימניות בטבלה כוללות את מספר ושם הפרק בכתב הכמויות. בעמודות שמאלן מוצגת בצורה השוואתית העלות הכוללת למ"ר של כל אחד מהפרקים.

טבלה ד1: סיכום עלויות למ"ר בבתי-ספר ירוקים, לפי פרקי כתב הכמויות (בש"ח ללא מע"מ)

שם בית הספר ועלות כוללת בש"ח (ללא מע"מ)					כתב כמויות	
צוקי אביב	ש"י עגנון	רקפות	נופי ים	דרואנוב	שם הפרק	מספר הפרק
55	23	56	7	146	עבודות עפר	01
1,259	1,534	1,289	902	1,533	עבודות בטון יצוק באתר	02
0	0	0	90	0	מוצרי בטון טרום	03
54	37	71	115	42	עבודות בנייה	04
270	324	238	57	199	עבודות איטום	05
309	226	170	55	248	נגרות אומן ומסגרות פלדה	06
286	114	161	258	307	מתקני תברואה	07
453	522	426	541	307	עבודות חשמל	08
235	142	418	151	110	עבודות טיח	09
267	428	289	216	423	עבודות ריצוף וחיפוי	10
70	39	51	25	50	עבודות צביעה	11
480	361	350	487	280	עבודות אלומיניום	12
36	0	80	0	137	עבודות אבן	14
365	636	255	137	720	מיזוג אוויר	15
62	150	0	80	54	מתקני מעלית	17
0	0	4	0	0	טלפוניה	18
107	0	0	0	29	מסגרות חרש	19
269	519	181	299	343	אלמנטים מתועשים בבניין	22

שם בית הספר ועלות כוללת בש"ח (ללא מע"מ)					כתב כמויות	
226	0	113	138	277	כלונסאות קדוחים ויצוקים באתר	23
12	0	0	0	0	נגישות	27
10	0	0	16	119	ריהוט וציוד מורכב בבניין	30
0	0	48	119	238	מערכת גילוי וכיבוי אש	34
0	0	41	21	15	מערכת כריזה	35
54	0	0	84	37	מקלט, מרחב מוגן	59
0	0	0	17	0	עבודות ביומית ופיגומים	60
0	0	3	0	0	מערכת אנטנה מרכזית	67
51	0	184	0	0	עבודות נוספות	99
4,930	5,056	4,430	3,815	5,614	סה"כ עלות בנייה (ש"ח למ"ר)	

ניתוח הנתונים המופיעים בטבלה א' שימש גם לצורך הכוונה בנושא התועלת הצפויה. הנחת העבודה הייתה שהשקעה תקציבית גבוהה יותר במרכיב ירוק לצורך עמידה בדרישות ת"י 5281, צפויה להגדיל את התועלת הכלכלית. כך לדוגמה, השקעה גבוהה יותר בבידוד ואיטום צפויה להקטין את עלויות החשמל, בשל היכולת לשמר את הטמפרטורה בכיתה בצריכת חשמל נמוכה יותר.

הממצאים המוצגים בטבלה א' מצביעים גם על שונות בהשקעה בין בתי הספר. כך למשל, בבית ספר ש"י עגנון ניכרת השקעה גבוהה בעבודות בטון, ריצוף וחיפוי, ומיזוג אויר. לעומת זאת, בבתי הספר צוקי אביב ורקפות ניכרת השקעה רבה בעבודות אלומיניום (צוקי אביב) ועבודות טיח (רקפות), והשקעה נמוכה יחסית במיזוג אויר.

בנוסף לניתוח ההשוואתי הכולל, ביצענו ניתוח השוואתי מפורט של העלויות הנוספות הנובעות מבנייה ירוקה, המתמקדות בפרקים הבאים: בנייה, איטום, חשמל, טיח, אלומיניום, מיזוג אויר, אלמנטים מתועשים בבנייה.

פירוט נוסף לגבי נתונים אלו ניתן למצוא בדו"ח המלא שהוגש למשרד הגנת הסביבה הנמצא בקישור הבא: www.bit.ly/2otcL8L

נספח 5. ניתוח עלות-תועלת וניתוח רגישות

השיטה שימושית במיוחד כאשר עלויות ותקבולים מפרויקט ציבורי מתקיימים בתקופות שונות ולאורך זמן. כך, בהקשר של בנייה ירוקה, עיקר העלויות מושקע בהקמה, בעוד שהתועלת מתקבלת לאורך חיי המבנה. הערך הנוכחי הנקי (Net Present Value - NPV) של התועלת הנקייה (Net Benefit - NB) התועלת בניקוי העלות) הוא פונקציה של התועלת השנתית הנקייה, שער ההיוון, ומספר התקופות, כמוצג במשוואה הבאה:

$$NPV(NB) = \sum_{t=0}^N \frac{(B_t - C_t)}{(1 + i)^t}$$

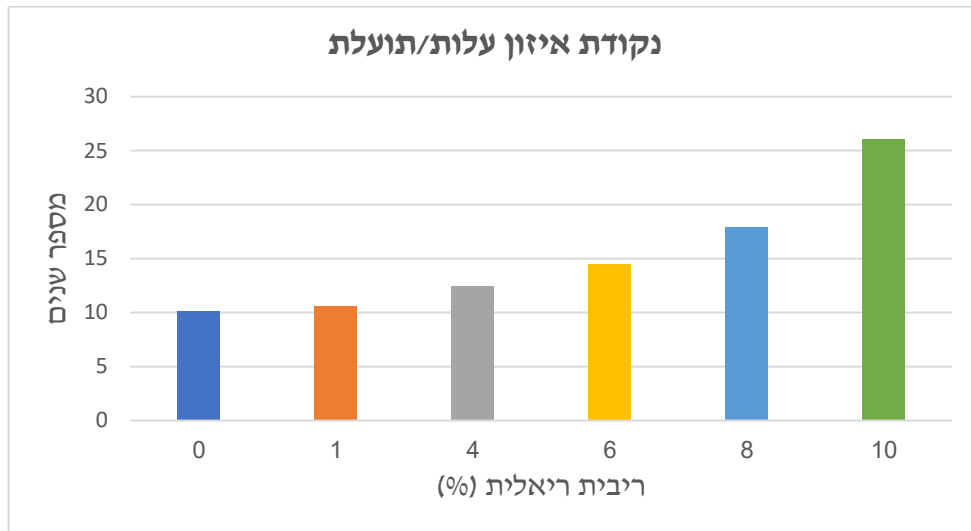
כאשר B_t , C_t הם אומדני התועלת והעלות בתקופה t בהתאמה, i שער ההיוון (ריבית), ו- N משך הפרויקט המשוער (מקובל 20 – 30 שנה).

לצורך תיקוף התוצאות, בוצע ניתוח רגישות של האומדנים. בתרחיש הבסיס נותחו הנתונים ללא השינויים שחלו במחירי החשמל והמים, ועם ריבית ריאלית אפסית. בתרחיש זה ההגעה לנקודת איזון והחזר השקעה היא לאחר כ-10.1 שנים. לאחר 20 שנים ניתן להגיע לרווח כלכלי ריאלי של כמיליון ₪.

הניתוח הראשוני, בחן תרחיש של ריבית ריאלית של 4% לשנה, שבו ניתן להגיע לנקודת איזון והחזר השקעה לאחר כ-12.5 שנים. בבדיקה לטווח הזמן בינוני של 20 שנים ניתן להגיע לרווח כלכלי מהוון של כ-436,114 ₪.

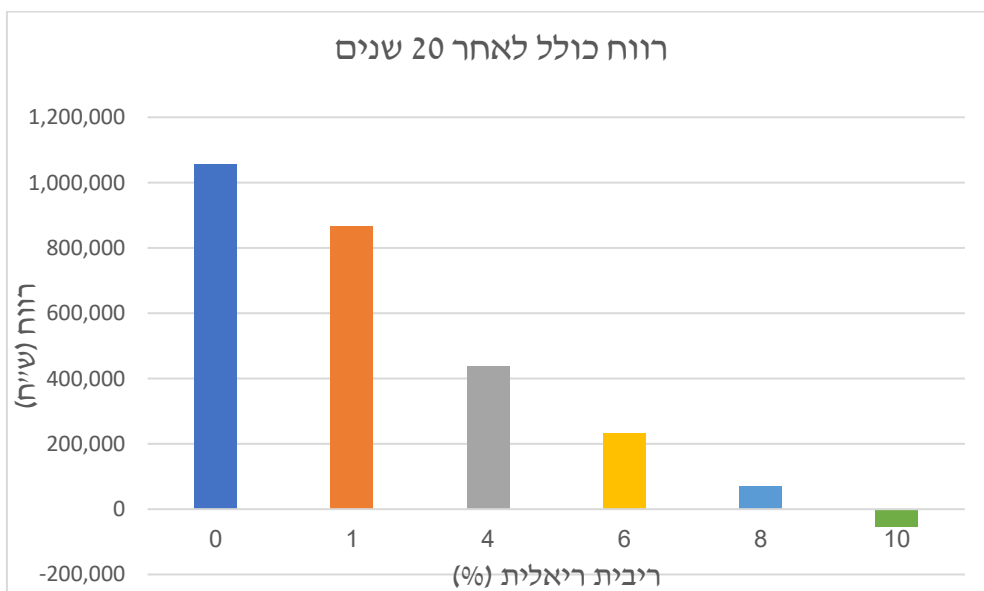
בהמשך, בהתאם לממצאים מניתוח מגמות המחירים בפועל, המצביעים על ירידה שנתית במחירי החשמל בשיעור של כ-1% ובמחירי המים בשיעור של כ-0.8%, ותחת הנחה של ריבית ריאלית של 4% לשנה, מתקבלת נקודת איזון והחזר השקעה לאחר כ-13.4 שנים. בבדיקה לטווח הזמן בינוני של 20 שנים ניתן להגיע לרווח כלכלי של מהוון של כ-326,590 ₪.

בנוסף לכך, מכיוון שהשינויים במחירי החשמל והמים אינם יציבים ואינם מובהקים, נערך ניתוח רגישות ללא שינוי במחירי החשמל והמים, לבחינת ההשפעה של שינוי הריבית הנומינלית לערכים הבאים: 1%, 6%, 8%, 10%. הניתוח מלמד שניתן להגיע לנקודת איזון והחזר השקעה ב-10.6, 14.5, 17.9, 26.1 בהתאמה. בסיכום השוואתי של הערכים השונים של הריבית הריאלית השנתית, כאשר נתונים מחירי החשמל והמים נותרים ללא שינוי, ניתן לראות את השפעת הריבית על הכדאיות הכלכלית, אשר נעה בין 10.1 שנים לבין 26.1 שנים הנדרשים להגעה לנקודת איזון מבחינת השקעה עודפת בעלויות הבנייה ה'ירוקה' של מוסדות חינוך אל מול החזר ההשקעה שנובע מהתועלת. בתרשים ה-1 מוצגים הממצאים בצורה סכמתית.



תרשים ה-1: מספר השנים הנדרשות להגעה לנקודת איזון עלות/תועלת כתלות בריבית הריאלית

נוסף על כך, ניתן לבחון השוואתית את תוצאות ניתוח העלות/תועלת מבחינת ערכי רווח/הפסד לאחר 20 שנים. הממצאים, אשר אינם כוללים עלויות החלפה או שדרוג של מערכות, מצביעים על רווח ריאלי מהוון גבוה של יותר מ-1 מיליון ש"ח עבור ריבית נומינלית שנתית אפסית, ועד הפסד מינימלי המתקבל במקרה של ריבית ריאלית שנתית גבוהה מאוד של 10%. בתרשים ה-2 מוצגים הממצאים בצורה סכמתית.



תרשים ה-2: רווח/הפסד לאחר 20 שנים כתלות בריבית הריאלית