



בית-ספר בשכונת הזמר העברי מבנה חינוך, כפר-סבא, ישראל.

בנייה ירוקה מקרה מבחן

בית הספר הוא המועמד הראשון בישראל לתקן האמריקאי בדרגת זהב (LEED Gold). בית הספר נבנה על מגרש של כ- 12 דונמים והוא כולל 18 כיתות לימוד, ספרייה, מעבדות מחשבים, מעבדת שפות ומנהלה. מבני בית הספר חובקים חצר מרכזית רחבה המציעה שטחי משחק, חללי לימוד א-פורמאלי, אלמנטים לימודיים לחינוך סביבתי ושטחים פתוחים להפוגה ולמנוחה.

רקע

תפיסת הקיימות של בית הספר נוגעת בכל תחומי החיים המתנהלים בין כוליו ובמרכזה תכנית לימודים המדגישה את הקשר בין התלמיד לסביבה ולקהילה. מתוך תפיסה פדגוגית זו, תוכננו המגרש ומבני בית הספר באופן הנותן מענה לכך נרחב של פעילויות חינוכיות בתחומי איכות הסביבה והאקולוגיה. שטחים נוספים הצמודים לבית הספר הוכשרו לטובת גידולים חקלאיים כחלק מתכנית לימודית החושפת את התלמידים לייצור מזון והמודדת אותם לעסוק בפעילות חוץ בריאה וחיונית.

בתכנון המבנים שולבו אלמנטים לאקלום פאסיבי לצד מערכות אנרגטיות יעילות; מערכת "תקרה-רצפה קורנת" המשולבת עם עיבוי גיאותרמי, מעטפת בעלת ערכי בידוד תרמי גבוה, גג ירוק, מערכות להספקת אוויר צח לכיתות הלימוד ועוד. בכל הפרויקט נעשה שימוש באלמנטים באיכות גבוהה העומדים בתקנים אמריקאיים מחמירים לשימוש בבתי-ספר כגון שימוש בחומרים ירוקים, זיגוג איכותי ועוד, וכן הותקנו מערכות ניטור ובקרה של צריכת המים והחשמל והוטמעה מערכת לניהול אשפה.

בית הספר בשכונת הזמר העברי בכפר סבא הוא דוגמה לגישת תכנון עדכנית של מבני ציבור בכלל ושל מבני חינוך בפרט, השמה דגש על הקשר החינוכי והקיומי בין האדם לסביבה ומצליחה ליצור פרויקט אדריכלי מעורר השראה.

איכות פנים מבנית

בית הספר מתוכנן לנחות תרמית אופטימלית בכל עונות השנה המובטחת על-ידי מערכת מיזוג אוויר המספקת לכל חלל מאוכלס אוויר צח באמצעות מערכת תעלות ותריסים מיחידות אספקת אוויר צח הממוקמות על הגג. כמות האוויר לכל חלל נקבעה ע"פ דרישות תקן ASHRAE 62.1. אוויר רווי בפחמן דו-חמצני שצריך להיפלט מהמבנה מוחזר ליחידות לצורך החלפת חום עם אוויר צח נכנס באמצעות מחליף חום מיוחד מטיפוס "גלגל אנתלפיה". בצורה כזו מובטחת **הספקת אוויר צח רווי בחמצן** לחלל הכיתות תוך ניצול האנרגיה הדרושה לחימום או לקירור האוויר הצח.

האתגר האקוסטי הקיים בכל פרויקט של מבנה חינוך הוכפל בפרויקט זה בשל הבחירה במערכת אקלום מסוג תקרה-רצפה קורנת. מערכת אקלום זו מבוססת על חשיפה של לפחות 50% התקרה, השוללת אפשרות התקנת תקרה אקוסטית בכל השטח.

הפתרון האקוסטי והאסטטי שנבחר הוא התקנת אריחי מתכת בכל השטח, אך ברמת חירור שונה. רמת החירור השונה מאפשרת מחד את הבליעה האקוסטית, בחירור מיקרו, ואת תפקוד מערכת האקלום, בחירור מרווח של 60%. על-מנת למקסם את הבליעה האקוסטית בכיתות הונחו מעל מספר אריחים מחוררים בחירור מיקרו בד וצמר שלעים, והחלק העליון של הקירות הנושק לתקרה חופה גם הוא באריחים אקוסטיים.

אנרגיה

העמדת המבנה עד ציר דרום-צפון מאפשרת ליהנות מקרינת שמש ישירה בחורף ולהתגונן מפניה בקיץ. התעגלות החזית מספקת הצללה מבנית לאורך כל שעות פעילות בית-הספר, ויוצרת מהשטח שבין מבנה הכיתות למבנה המנהלה - חלל חיצוני שימושי.

מעטפת המבנים מבודדת ברמה גבוהה והיא בעלת ביצועים תרמיים מעולים (HIGH PERFORMANCE ENVELOP).



דרוג	מועמד ל- LEED GOLD לפי LEED FOR SCHOOLS v 2009
סוג פרויקט	מבנה חינוך- בית ספר יסודי
מיקום	שכונת הזמר העברי, כפר סבא
שטח בנוי	3,400 מ"ר
מספר מבנים/קומות	מבנה מנהלה חד קומתי, מבנה ספרייה חד קומתי, מבנה כיתות דו קומתי
יזם	עיריית כפר סבא, החברה הכלכלית כפר סבא
אדריכל בנייה	Knafo Klimor Architects
שרותי הנדסה	טומי עברון הנדסת בניין
מנהל הפרויקט	גלעד אמיר - ע. יפה ניהול פרויקטים
יעוץ סביבתי	הושפט אהרוני - אסא אהרוני מהנדסים
פיתוח נוף	בר וולקוביץ'-אמיר ממשרד צור-וולף אדריכלי נוף
אכלוס צפוי	ספטמבר 2012



בית-ספר בשכונת הזמר העברי מבנה חינוך, כפר-סבא, ישראל.



ערכי הבידוד התרמי של הגג, הקירות והזכוכיות עומדים בדרישות מינימאליות של תקן ASHRAE 90.1-2010 לצריכת אנרגיה ובדרישות התקן הישראלי 1045 חלק 2 "בידוד תרמי של מוסדות חינוך" תוך שיפור הבידוד התרמי בעשרות אחוזים ביחס לדרישות התקן.

חתכי הקיר החיצוניים מורכבים מחיפוי חיצוני, בטון בעובי 20 ס"מ, צמר זכוכית 24 ק"ג בעובי 2.5 ס"מ, מרווח אוויר, מחסום אדים ע"י יריעות פוליאטילן בעובי 0.15 מ"מ ולוח גבס בעובי 1.6 ס"מ.

חזיתות המבנים חופו בלוחות HPL ובאריחי קלינקר. חתך התקרה העליונה הוא; יריעה ביטומנית בעובי 0.5 ס"מ, בט-קל 1200 בעובי 0.5 ס"מ, לוח פוליסטירן מוקצף קשיח F30 בעובי 11 ס"מ ובטון בעובי 20 ס"מ החלק החשוף של הגג נצבע בצבע לבן על-מנת להשיג **מקדם SRI** (solar reflectance index) מעל 0.76. צביעת הגג **בצבע בהיר** מונעת ספיגת חום כתוצאה קרינה ישירה, חום אשר נפלט לחלל המבנה ולסביבה ואחראי לתופעת אי-חום עירוני.

מעטפת זו מאפשרת חסכון משמעותי בצריכת אנרגיה לטובת אקלום ומייצרת תנאי נוחות בחלל לאורך כל עונות השנה.

אקלום המבנים נעשה באמצעות מערכת אקלום ייחודית מטיפוס "**תקרה-רצפה קורנת**" משולבת עם **עיבי גיאותרמי**. מערכת האקלום מייצרת תנאי נוחות תרמיים קבועים בדומה ל**לאפקט מערה** על-ידי העברת חום האדמה למבנה בחורף וסילוק חום מהמבנה בקיץ. עקרון הפעולה של המערכת הוא הסעת חום בצורת מים המותקנת ברצפה ובתקרת המבנים ובעובי האדמה. ברצפות מותקנת צנרת פלסטית בקוטר 20 מ"מ המזרימה מים שמסלקים או מספקים אנרגיה למבנים, ובאדמה מצוי מחליף החום המורכב מ-20 קידוחים בעומק 120 מטר ובתוכם צנרת פלסטית בקוטר 20 מ"מ ובאורך כולל של כ-4 קילומטר.

שיטת אקלום זו מאפשרת לשמור על טמפרטורה קבועה בחלל ולחסוך כ-50% בצריכת האנרגיה בהשוואה למערכות מיזוג קונוונציונלית.

כמו-כן נשלטת מערכת האקלום ומבוקרת על-ידי **מערכת בקרה** ממוחשבת מטיפוס DDC הכוללת חיישני נוכחות טמפרטורה, לחות, אנתלפיה ו CO2.

תאורה

הארת חללי הכיתות מבוססת על **אור טבעי** החודר דרך חלונות הפונים צפונה ומספקים תאורה אחידה. בכל החלונות הותקנה **זכוכית בידודית בעלת ביצועים אנרגטיים** מעולים מסוג SOLARBAN Z-75, ערך **SHGC** (SOLAR HEAT GAIN COEFFICIENT) של 0.23 ו**מקדם העברת אור** של 45%. הפיצוי על מקדם העברת אור נמוך יחסית נעשה על-ידי הגדלת שטח החלונות לכדי 20% משטח הרצפה. התאורה הטבעית מייצרת את השימוש בתאורה מלאכותית במרבית שעות הפעילות של בית הספר, יחד עם זאת תאורה מלאכותית נדרשת מסופקת על-ידי גופי תאורה **בנצילות גבוהה** לפי תקן ASHRAE 90.1. מערכת התאורה נשלטת ומבוקרת על-ידי מערכת בקרה ממוחשבת מטיפוס DDC הכוללת חיישני נוכחות והפחתה של עוצמת הארה של גופי תאורה סמוכים לחלונות על-מנת למנוע זיהום אור לילי.

מים

כל האביזרים הסניטריים עומדים בדרישות חסכון מחמירות המביאים לחיסכון של 35% בהשוואה למבנה הבסיסי. לטובת פיתוח נוף נעשה שימוש בצמחייה מקומית וחסקונית במים המושקית במי גשמים הנאספים מגגות המבנים. בנוסף הוקמה שלולית חורף להשהיית מי נגר עילי ונקדחו בורות חלחול להחדרתם.

חומרים

שימוש בחומרי בנייה **בעלי תו ירוק** כדוגמת בלוקי גבס של חברת אשכונד, פלטות גבס של חברת אורבונד, ריצופית ופלטטומר של חברת תרמוקור, בידוד של חברת גולומט ועוד. היקף השימוש בחומרים בעלי תו ירוק בפרויקט הגיע ל-25% מהעלות (אופן המדידה לשימוש בחומרים ב-LEED), והשימוש **בחומרים מקומיים** עומד על היקף של 60% מהעלות.

כל החומרים עומדים בדרישות תקן SOUTH COAST AIR MANAGEMENT DISTRICT RULE # 1168 לפליטת תרכובות אורגניות נדיפות (VOC). כל העץ בשימוש בפרויקט נושא את אישור ה-FSC לניהול אחראי של יערות.



בית-ספר בשכונת הזמר העברי מבנה חינוך, כפר-סבא, ישראל.



טיפול בפסולת

בבית הספר תוכנן חדר מיחזור ייחודי המאפשר הפרדת פסולת ל-6 סוגים: פסולת אורגנית, נייר, קרטון, מתכת, פלסטיק וזכוכית וכן קומפוסטרים לטיפול בפסולת אורגנית רקבובית. כיתות הלימוד וחצרות בית הספר יצוידו במיכלי מיחזור המאפשרים הפרדת אשפה במקור לשלושה זרמים: פסולת אורגנית, נייר למיחזור ופלסטיק למיחזור מתוך כוונה לשתף את התלמידים באופן פעיל ויומיומי בתהליך המיחזור. ניהול פסולת בזמן הבנייה נעשה בהתאם לנהלי LEED מחמירים; כל פסולת הבנייה באתר הועברה לאתר המיחזור פסולת בהרצלייה.

ניהול

במהלך הבנייה נמנע זיהום וצומצמה למינימום הפגיעה בסביבה בהתאם לנהלי LEED המנחים למניעת הזרמת משטפים, מניעת מפגעי רעש ואבק לסביבת השכנים ומניעת חדירת שפכים ודלקים במגרש.

תחבורה ונגישות

בית הספר בשכונת הזמר העברי נמצא בלב שכונת מגורים חדשה הבנויה בצפיפות גבוהה. שלושה שבילי אופניים מאפשרים גישה ברכיבה נוחה ובטוחה אל בית-הספר וממנו, וכן ברדיוס של 400 מ' יופעלו שישה קווי אוטובוס עירוניים המאפשרים הגעה לבית הספר בתחבורה ציבורית.

פיתוח נופי ושימור טבע

בפיתוח הנוף של בית הספר הושקעה מחשבה רבה ויצירתיות שהביאו לשילוב אלמנטים ייחודיים כמו שלולית חורף, חלקת גידולי שדה, כיתות חוף ועוד.

שלולית חורף, בכניסה לבית הספר משמשת כמבואה המובילה לאמפי-תאטרון נופי המיועד להתכנסות של עד שש כיתות ומשמש גם ככיתת חוף.

חורשת עצי ארץ-ישראל העוטפת את האמפי-תאטרון ממערב משלבת ערכים אקולוגיים ולימודיים כמו זריעה בהתזה של פרחי בר והטמנה של פקעות ובצלים, הצבת **תיבות קינון** לציפורים ושילוט הנושא את שמות הצמחים. החצר האחורית של בית-הספר משלבת **חקלאות אורגנית** הכוללת חלקות גידולי שדה, כרם, פרדס ובוסתן, שידושנו בדשן אורגני שיוצר במקום על ידי קומפוסטרים, וכן כיתת חוף המאפשרות קיום לימודי חקלאות אקולוגית מעשיים כחלק מתכנית הלימודים.

אלמנט לימודי נוסף ששולב בחצר בית הספר הוא **חלון הצצה** על שלוחת המחלקים של מערכת האקלים הגיאותרמית.

גגות מבנה הספרייה ומבנה המנהלה יפותחו במסגרת שלב ב' **כגנות ירוקים** נגישים המספקים בידוד תרמי ואקוסטי, המאפשרים שהיית נגר-עילי ומעשירים את המגוון האקולוגי. הגגות ישמשו כלי חינוכי מוחשי ומידי עבור התלמידים.

כל הצמחייה היא מקומית וחסכונית במים ומרבית המשטחים במגרש מורכבים ממצעים מחלחים המשלבים אדמה מקומית ומאפשרים חלחול נגר-עילי.

קהילה, חברה וחינוך

התלמידים יזכו לתכנית לימודים ייחודית העוסקת בקיימות ובאיכות הסביבה, כאשר המבנים עצמם משמשים כלי לימוד חווייתי של הנושאים הסביבתיים הנלמדים.

לצד בית הספר תוקמנה גינות ירק לחקלאות אורגנית לטובת התלמידים כאמצעי להשלמת נדבך נוסף בתכנית הכללית ללימודי הקיימות.

הפעלת מתחם הספורט של בית הספר תהיה עצמאית ותאפשר שימוש לטובת הקהילה ללא תלות בפעילות בית-הספר, דוגמה לניצול מיטבי של משאב קיים ואמצעי לחיזוק קשרי קהילה.



סייעו בכתיבה:

ויקטור אבקסיס ויונתן מאירי

ממשרד Knafo Klimor Architects

יהושפט אהרוני ממשרד אסא אהרוני מהנדסים

אדריכלות נוף:

בר וולקוביץ'-אמיר

ממשרד צור-וולף אדריכלי נוף



ILGBC
המועצה הישראלית
לבנייה ירוקה

יגאל אלון 155,

תל-אביב, מיקוד 67443

טלפון 03-7365498

פקס 03-7365496

www.ilgbc.org

