

## סיכום פעילות במסגרת הקול הקורא לשיתופי פעולה בין אקדמיה ותעשייה

בצלאל, חברת נגב אקולוגיה, חברת נשר, חברת קדמור מהנדסים, עירית

ירושלים, ומכון קזאלי באוניברסיטה העברית

Bezalel  
Academy of  
Arts and Design  
Jerusalem



Mount Scopus, P.O.B 24046  
91240 Jerusalem, Israel  
Tel: +972(0)2-5893333  
Fax: +972(0)2-5823094  
www.bezalel.ac.il

תרשים 1 – צילום: יעפת זילר

ערי ישראל מתמודדות עם מאות אלפי טונות של גזם בשנה הנוצר כחלק מתהליכי התחזוקה השוטפת של גנים ופארקים. ברוב המקרים, גזם זה מרוסק והופך לפתיתים שימשו לחיפוי קרקע בתהליך יקר של Down Cycling. האתגר בפרויקט זה היה לפתח שיטת עיצוב וייצור אשר תעשה שימוש בענפי הגזם לפני שהם נכנסים למרסקת הגזם, בכך לבחון את האפשרות לחסוך את עלות הריסוק, ולהציע מנגנון שימוש חוזר חדשני לזרם פסולת זה.

מוטיבציה נוספת לפרויקט הייתה להציע אפשרות להחזיר למרחב העירוני את הצל שנלקח ממנו בתהליך הגיזום על-ידי פיתוח אלמנט הצללה חדש הבנוי בעיקר מענפי הגזם (Up-Cycling).

המסגרת האקדמית בה נערך הפרויקט היא קורס קיץ ייחודי אשר נערך במהלך חודשים אוגוסט עד אוקטובר 2018 במחלקה לארכיטקטורה בצלאל. הקורס, אשר היה מיועד לסטודנטים משנה ג' במסלול לתואר ראשון באדריכלות, מתמקד בפיתוח תהליכי בניה אקספרימנטליים תוך שילוב של מתודולוגיות עיצוב דיגיטליות עם חומרי בנייה טבעיים. בתחילה, קיבלו הסטודנטים הרצאות עומק מהשותפים לפרויקט: נציגי נגב אקולוגיה העבירו הרצאה על אתגרי ותהליכי המחזור בישראל ובעולם, נציגי חברת נשר – על תהליכי ייצור המלט, תכונותיו, וההיבטים הסביבתיים בתהליך, נציגי מכון קזאלי – על האפשרות לפיתוח חומרי הדפסה תלת ממדית מחומרים טבעיים וממוחזרים, ונציגי חברת "קדמור מהנדסים" – על האתגרים הנדסיים איתם התמודדנו בפרויקט.

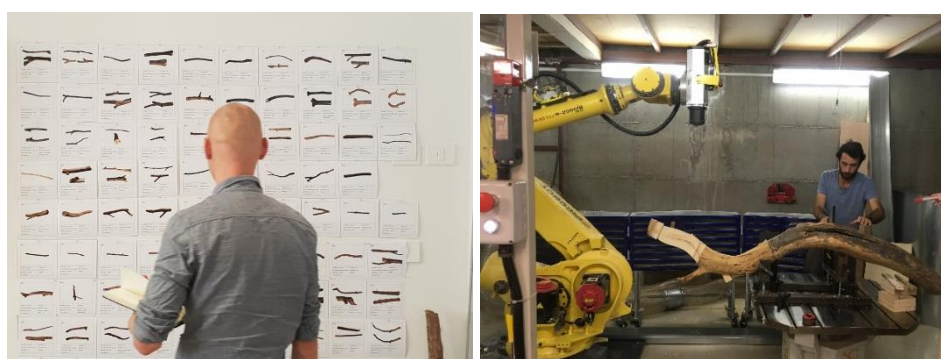


למדנו, כי רוב תהליכי המחזור היום מייצרים מוצרים פחותים באיכותם ביחס לחומרי הגלם, וכי בעולם בכלל ובישראל בפרט ישנו משבר חמור של חומרי גלם איכותיים. ולכן הסקנו כי תהליכי עבודה שיאפשרו מחזור ושימוש חוזר של חומרי גלם בתעשיית הבניה הוא חשוב ביותר.



תרשים 2 – חומר הגלם לפרויקט – ענפי גזם מזנים שונים ואיכויות שונות.

לצורך עבודה עם חומרים לא רגולריים כגון ענפי הגזם, פיתחו הסטודנטים טכניקה לסריקה תלת ממדית ויצרו קטלוג דיגיטלי של הענפים אשר התייחס הן לגיאומטריה, והן לאיכויות השונות שלהם. לאחר מכן, פיתחו את הצורה של המבנה תוך שימוש בקוד לאופטימיזציה אקלימית והנדסית אותו הם כתבו במיוחד לפרויקט. השלב הבא היה פיתוח מחברים ייחודיים לחלקי המבנה השונים. מכיוון שכל ענף היה שונה בצורתו, המחברים גם הם היו רבים ושונים ולכן בוצעו בפועל על-ידי זרוע רובוטית. הרכבת החלקים נעשתה בצורה ידנית בחצר המחלקה לארכיטקטורה בבצלאל.



תרשים 3 – תמונות מהתהליך: משמאל, קטלוג הענפים הסרוקים. מימין, העבודה עם הזרוע הרובוטית



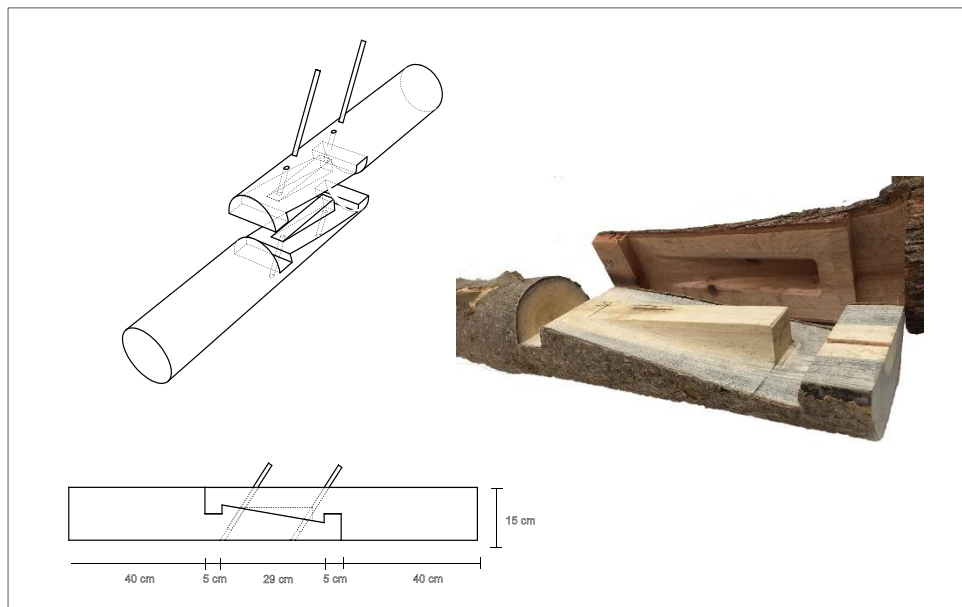


אנו מזהים בפרויקט ערכים הסביבתיים רבים. ביניהם:

1. הוכחת התכנות לפיתוח מתודה לשימוש חוזר של אלמנטים מבניים בעלי צורות מורכבות
2. התחברות לזרם חומרים עירוני ובתוך כך, הורדת עומס מהתשתיות המקומיות לטיפול בפסולת, והחזרה של חומר גלם באיכות גבוהה לעיר
3. החזרת צל שאבד בתהליך הגיזום למרחב העירוני
4. שימוש בחומרים טבעיים ומקומיים
5. חינוך סטודנטים לאדריכלות בחשיבות של פתרונות עיצוביים מקיימים

יחד עם זאת, האתגרים איתם התמודדנו היו:

1. השימוש באלמנטים לא רגולריים מקשה על מציאת תחליפים לאלמנט מבני שנהרס: מכיוון שהמבנה הסופי מורכב מאלמנטים ספציפיים ובעלי גיאומטריה ייחודית, במידה ואחד האלמנטים נהרס, קשה למצוא לו תחליף.
2. כמצופה מתהליך חדשני, הוא התבסס על טכנולוגיות וכלים שנלקחו מתחומים אחרים מכיוון שאין טכנולוגיה ייעודית לתהליך כזה. אי לכך, ישנם מקרים רבים בהם נדרשים להתאים את הכלים למשימות השונות, ולעיתים זה כמעט בלתי אפשרי.
3. קשה לקבוע את סיבולת העץ לצורך הגדרות הנדסיות ולכן נלקחים מקדמי ביטחון גבוהים



תרשים 4 – תכנון מול ביצוע של מחברי הקשת.

בסופו של התהליך, אנו מאמינים כי המשך פיתוח טכנולוגיות בנייה ומתודות עיצוב העושות שימוש בחומרים וצורות לא סטנדרטיות יפתחו עולם של הזדמנויות לשימוש חוזר של חומרי גלם בתעשיית הבנייה.



למידע נוסף על תהליכי הפיתוח בקורס אנא בקרו בבלוג שלנו (לינק)  
לסרט שמסביר את תהליך פיתוח הפרויקט (לינק)



תרשים 5 – מחברים תוצרי העבודה של הזרוע הרובוטית

אימפקט (עד כה):

- הפרויקט ושיתוף הפעולה הוצג במסגרת "בתים פתוחים" בירושלים במהלך חודש אוקטובר 2018.
- הפרויקט פורסם באתר האינטרנט של המחלקה לארכיטקטורה ושל בצלאל
- עד כה נרשמו יותר מ 1300 צפיות בבלוג של הפרויקט. הכניסות נרשמו מישראל, צרפת, ארה"ב, וגרמניה.
- הפרויקט הוצג בכנס של ארגון AICAD בשיקגו, והתקבל להצגה בכנס Creative Collaborations: Arts, Design and Human Robot Interaction אשר יערך באוניברסיטת באר שבע בינואר 2019