

## גבולות רכים (Soft(ware) boundaries

אוצרים: אדריכלית שלי כהן ואדריכל יאשה גרובמן<sup>1</sup>.

**שם התערוכה, 'Soft(ware) boundaries', מתייחס הן לפן הדיגיטלי של התערוכה והן לקווי המתאר של הפרוייקטים המוצגים בה: קווים רכים, חלקים ומקופלים<sup>2</sup>.** במאמר זה ננסה להציג את העבודות בתערוכה ולפרוש את המשמעויות העולות ממנה דרך אנליזה של המושגים רכות, Soft(ware) - תוכנה או מדיה דיגיטלית, וגבולות.

'גבולות רכים' הוא מונח רב משמעי האוצר בתוכו דיון בהיבטים שונים של האדריכלות העכשווית: אמצעי הייצור הטכנולוגיים, ההבחנות האסתטיות והסגנוניות, הסוגיות המרחביות וההשלכות התרבותיות של המפנה הדיגיטלי באדריכלות המערבית.

האדריכלות הדיגיטלית או העקומלינארית (curvilinear), נתפשת בעיני יוצריה כחלק מן ההתפתחות הטבעית באדריכלות. כלומר, כאבולוציה ולא כרבולוציה. במלותיו של הפילוסוף אנדרו בנג'מין: "שוב, בפעם הראשונה", הטכנולוגיה משנה את האובייקט האדריכלי. היא מאפשרת לתכנן ולייצג עולם צורני, שאותו לא ניתן היה ליצור, להציג ולממש ללא אמצעים טכנולוגיים אלה.

קווי המתאר של המבנים המוצגים עובדו ממשטחים ומעקומות וחושבו באמצעות מחשב. אלה הם קווי מתאר בעלי מורכבות גיאומטרית חדשה, המתבססת על גיאומטריה שאיננה אוקלידית (non-euclidean geometry) ושעושה שימוש בכלים מתמטיים חדשים כ"נרבים" (nurbs, non-uniform- rational- B-splines). כלים אלה הפכו בשנים אחרונות לכלים סטנדרטים בכל התוכנות התלת מימד הנמצאות בשימוש אדריכלים, וביניהן, 3Dmax, Catia, Forun Z, Rhino, Maya, 3DViz ועוד.

**התוכנית והחתך** אינם מספקים עוד ככלי ייצוג ראשיים עבור האדריכלות הדיגיטלית, שכן הם אינם מסוגלים לתאר את המורכבות הגאומטרית של האובייקטים החדשים. לעומתם, מושא התכנון מיוצג ונבחן באופן דינמי ומאין ספור זוויות, בתוכנות התלת ממד העדכניות. מעבר איטי מתרחש אם כן, מתוכנות השרטוט הקונבנציונליות המתייחסות לקווים, לתוכנות החדשות המתייחסות לאובייקטים (object oriented design).

קווי המתאר של האדריכלות הדיגיטלית אליה נתייחס, אינם רכים באופן מילולי, אלא באופן סינאסטטי. כלומר, כזה שמשאיל מחוש הראיה לחוש המישוש. נכון יותר לתארם כחלקים - תואר אחר השואב משני החושים - או כעקומים. הרכות המטפורית של קווי המתאר נקשרת לדימוי קפלי הבגד הברוקי אליו מתייחס דלז בספרו 'הקיפול'. בספר זה הקיפול מוצב כמושג המכוון את המטאפיזיקה והמתמטיקה של לייבניץ ומאפיין את רוח הברוק.

על פי המטאפיזיקה של לייבניץ, כפי שדלז קורא אותה, הגוף מלא בנוזל. הוא אלסטי, גמיש, ואינו מתחלק לחלקים אלא לאינסוף קיפולים. הקיפול אינו מיוחד רק את המטאפיזיקה אלא מתבטא במתמטיקה של לייבניץ שעוסקת במשפחה של עקומות. הקיפול הוא כוח המאפשר יצירת אינסוף וריאציות. נקודות מבט שונות מתבוננות בווריאציות אלה, בעוד שהנפש היא זו שמאפשרת את קיומן של נקודות המבט הללו. העולם החומרי מתקיים אם כן באופן וירטואלי בקיפולי הנשמה, במונאדות.

השפעת דלז נוכחת באדריכלות הדיגיטלית הן בשימוש במשטחים הנוצרים מעקומות, והן בנטייה למעברים חלקים בין הגופים האדריכליים. המונאדה של לייבניץ היא מצב של אחדות שמאחדת את הריבוי. הקיפול האינסופי, על פי דלז, עובר בין החומר לרוח ובין הפנים לחוץ. הנטייה הפילוסופית לאחדות מוצאת את ביטויה האדריכלי בביטול הדיסטומיות בין התקרה לרצפה, בין פנים לחוץ, בין הבניין לסביבתו. העדרן של הבחנות חד משמעיות בין מרכיבי המבנה האדריכלי מקנה משמעות נוספת לרכות בתערוכה.

---

<sup>1</sup> אדריכלית שלי כהן - אוצרת הגלריה בבית האדריכל. לומדת לתואר שני במכון כהן להיסטוריה ופילוסופיה של המדעים והרעיונות, אוניברסיטת ת"א, מוסמכת לאדריכלות מן הטכניון, בוגרת פילוסופיה ותולדות האמנות, אוניברסיטת ת"א, בוגרת הסמינר לתרבות חזותית, אוצרות וביקורת, קמרה אובסקורה. עבדה בין השאר, על פרויקטים בינלאומיים בשיתוף עם משרד האדריכלים ז'אן נובל. זוכת פרס רכטר לאדריכל צעיר, 2003.

אדריכל יאשה גרובמן- דוקטורנט לאדריכלות בטכניון. עבודת הדוקטורט עוסקת בהשלכות בנייניות של אדריכלות דיגיטאלית. מוסמך לאדריכלות מבצלאל, בעל תואר שני באדריכלות מן AA, בלונדון (Design reaserch laboratory –Drl). מייסד גרובמן אדריכלים 2000, ושותף באקסלרוד-גרובמן אדריכלים 2002. עבד במשרדי האדריכלים חיוטין, ניר חן בישראל וזאהה חדיד בלונדון.

בעוד שהדה-קונסטרוקציה פרקה את האובייקט האדריכלי - הקופסא המודרניסטית - הרי שהחל משנות ה-90 של המאה הקודמת, **האדריכלות הדיגיטלית חוזרת ומאחדת את המבנה האדריכלי, מרככת ומפסלת אותו מחדש.** באדריכלות החדשה, ההמשכיות החליפה את הפרגמנטריות והקייטוע. עם זאת, אין לטעות בהבנת האדריכלות הדיגיטלית כאדריכלות הומוגנית: הקיפול מאפשר אחדות רעיונית ופיזית של רעיונות וחומרים הטרוגניים, המשתלבים או מקופלים לכדי יצירה אדריכלית אחת.

הנושאים הללו עולים בתערוכה **אצל שלושה דורות של אדריכלים:** האדריכלים פיטר אייזמן (Eisenman) מניו יורק, והאדריכלית זאהה חאדיד (Hadid) מלונדון, השייכים לדור הראשון, ידועים כמי שזכו לפרסום בשנות ה-80, בעת שנמנו על מובילי הזרם הדה קונסטרוקטיביסטי באדריכלות המערבית.

דור הביניים מיוצג על ידי מספר אדריכלים: גרג לין (Lynn) מלוס אנג'לס, משרד אסימפטוט (Asymptote) מניו יורק, האדריכל טום קובאק (Kovac) מאוסטרליה, משרד אושן די (Ocean D) מלונדון ובוסטון, דילר וסקופידיו (Diller + Scofidio) מניו-יורק, משרד סרבו (Servo) הבינלאומי, וקאס אויסטררהויס (Oosterhuis) מהולנד, אשר זכו לפרסום בזכות הישגיהם בפתוח האדריכלות הדיגיטלית.

את הדור החדש, שעליו נמנים אדריכלים צעירים בעלי אוריינטציה טכנולוגית, מייצגים בתערוכה שני פרוייקטים - ר.א.מ.ט.ב. ואמרג'נ-סי (+RAMTV ו-Emergen-C) - המשתייכים לקבוצות בינלאומיות שאינן לאומיות.

הפרוייקטים מוצגים בתערוכה בעיקר באמצעות **תצוגת מולטימדיה ואנימציות.** הן נועדו לתאר באופן פוטוראליסטי את התחושות המרחביות שיתקבלו בבניין לכשיבנה (ראה העבודות של קאס אוסטררהויס, וזאהה חדיד). סוג נוסף של אנימציות מתאר באופן דידיקטי את תהליך התכנון החל במורפולוגיה הבסיסית וכלה במוצר המוגמר (בפרוייקטים של אמרג'נ-סי, גרג לין ותום קובאק). הסוג השלישי של אנימציות מפתח באופן קונספטואלי את הדיאגרמה, המכונה לעיתים דיאגרמה גרטיבית, שמתארת את התפתחות הפרוייקט מן הבסיס הרעיוני שלו (כך בפרוייקט של זאהה חדיד).

המושגים **קיפול ורכות** מודגמים בבהירות בפרוייקט שהציעו האדריכלים **דילג וסקופידיו (Diller + Scofidio)** לתחרות תכנון המוזיאון לאמנות וטכנולוגיה **Eyebeam בניו-יורק.**

התכנון שלהם שואף **לשלב בין פונקציות שונות:** מוזיאון, תיאטרון, בית ספר, ואזורי ייצור. הוא מציע "רצועה או סרט גמיש"<sup>3</sup> בעל "תנועה גלית", המטפס מהרחוב ומחבר את הצדדים השונים ואת הפונקציות השונות של המוזיאון. בעת העלייה דרך המפלסים, תנועת קהלים שונים זורמת דרך מרחבים שאינם מיועדים לשימושם הישיר. כשמדי פעם הסרט יוצר לולאה המשותפת למפלסים שונים. "הרצפה הופכת לקיר, ושוב לרצפה ולקיר וכו'", וכך האדריכלות מחברת את "הפרוזאי עם הפואטי".

**בנין המנהלה של מפעל חברת ב.מ.וו בלייפציג, מתוכנן על ידי משרד האדריכלים זאהה חדיד (Hadid).** בנין המנהלה ממוקם במרכזו של המפעל ונדרש, על פי הפרוגרמה, לשקף את רמת הפעילות במפעל. דרישה זו הביאה לצורת בניין שעוקבת אחר מערכות התנועה המיוחדות בו. קו הייצור המפותל ורמפות התנועה של העובדים נשזרות ומקופלות לכדי יחידה צורנית אחידה, שממזגת פונקציות מגוונות ומבטאת תנועה.

הפילוסופיה של לייבניץ היא רוחנית, אינדיבידואליסטית ופלורליסטית. המונאדות של לייבניץ הן ישים רוחניים, נפשות, ללא חלקים וללא התפשטות. כל מונאדה לבדה שרויה בעולם עם אלוהיה, כשהיא סגורה בתוך עצמה ואינה מושפעת ממונאדות אחרות. דימוי ידוע של המונאדות מתארן **כמבנה ללא חלונות.** פירוש הדבר, שהמונאדה כולה פנימיות. אין יחסי גומלין בין המונאדות לבין עצמן או בין לבין החוץ, אלא באופן של הרמוניה הקבועה מראש. כל מונאדה משקפת את העולם כולו לפי טבעה ודרגת בהירות דימוייה.<sup>4</sup>

הקבלה מעניינת בין דימוי **המבנה חסר החלונות** לבין תכנון אדריכלות ממשית בתערוכה, מראה כי במרבית המבנים אין פתחים, או שהפתחים הפכו למשטח - לקיר מעטפת או קיר מסך שקוף. חורג מכך **בית ל.ג.י. בלונדון** שתוכנן על ידי **משרד אושן די (Ocean D<sup>5</sup>).**

<sup>3</sup> המונחים מצוטטים מדברי ההסבר של האדריכלים המציגים.

<sup>4</sup> ש.ה. ברגמן, תולדות הפילוסופיה החדשה, מוסד ביאליק, ירושלים, 1984, ע"מ 382-419.

<sup>5</sup> בתצוגת הוידאו מציג משרד זה עבודה אחרת- הצעה לכיכר רבין בתל-אביב.

ההתאמה של האדריכלות הרכה לשיפוץ בית מגורים משנות השבעים המאוחרות, מולידה ניסיון מעניין לשלב פתחים לא רגולריים במעטפת הבניין. ההמרה וההרחבה של בית מגורים זה, ממחישה את השינוי שהתרחש במעבר מהמודרניזם המאוחר לאדריכלות הדיגיטליות.

ניסיון לבטל את **ההבחנה בין הבניין לסביבתו**, בין הטקסט לקונטקסט, או במונחיו של האדריכל עצמו "בין הדמות לרקע", מתקיים בפרוייקט עיר התרבות של גליציה, בסנטיגו דהקומפוסטלה בספרד שתכנן משרד האדריכלים **איזמן (Eisenman)**.

אדריכלות זו אינה מציבה אובייקט אדריכלי גיאומטרי כנגד הנוף הנייטרלי, אלא היא עצמה הופכת **להמשכה של הטופוגרפיה**. דבר זה נעשה באמצעות עיצוב **משטחים טופולוגיים**<sup>6</sup> – משטחים שעוברים דפורמציות, ומקבעים השתנות מתמשכת. כמו במקרים אחרים, שבהם התקדמות המתמטיקה הביאה ליצירת מודלים המתקרבים במידה מפתיעה לטבע, הפתעה שנובעת מתפיסת המתמטיקה כשכלית וכמנותקת מן האמפירי (הגיאומטריה של הפרקטלים היא דוגמה בולטת לכך) – כך שימוש מתקדם במחשבים מאפשר ליישם חישוב דיפרנציאלי ואינטגרלי כדי ליצר גיאומטריות **המזכירות את המורכבות הצורנית של הטבע**, אם כי אינן מנסות לחקות אותו. האדריכלות הטופולוגית משלבת ריבוי נתונים, השתנות וכוחות בעיצוב מרחב אדריכלי המתבטא בעולם צורני מורכב, ללא הגדרה טיפולוגית ברורה.

**מוזיאון תיבת העולם בסן חוזה, קוסטה ריקה**, בתכנון משרד האדריכלים **גרג לין – פורם (Lynn)**, נועד לעסוק בסביבה, באקולוגיה, בתיירות אקולוגית, ובמורשת של קוסטה ריקה. המבנה המרכזי נראה כפרי אדום ובשרני המעוטר בתפרחת עלים ירוקים. הכניסה אליו היא דרך שדרה של עמודים דמויי צמחים ירוקים, בעלי עלווה אדומה, המפזרים אדי מים במטרה לווסת את מזג האוויר. בהשראת הצמחייה והחי הטרופיים האדריכלות הדיגיטלית זוכה בפרוייקט זה לביטוי הנראה כלקוח מעולם הפנטסיה.

**האדריכל קאס אויסטררוויס (Oosterhuis)**, מציג פתרון קונקרטי למרכיבים נופיים באוטרכט שבהולנד: מבנה תצוגה למכונות בשולי האוטוסטרדה, המכונה **'תא הטייס'**, ומחסום אקוסטי **משמשים גבול ממשי** בין האוטוסטרדה הסואנת לבין מרכיבי הנוף הגובלים בה.

קווי המתאר הרכים מאחדים שני דימויים שונים שמאפיינים את האדריכלות הדיגיטלית: את הדימוי החומרי והאורגני, הבא לידי ביטוי במחסום האקוסטי, בעל המבנה רב המשטחים (blobs--(isomorphic polysurfaces), הדומה לצלופח או לאמבה, ואת הדימוי הטכנולוגי הבא לידי ביטוי בבועת זכוכית שמנצצת כתכשיט מתוחכם באורות הלילה.

**הגבולות של האדריכלות המוצגת רכים** גם במובן זה **שהם אינם קשיחים** אלא גמישים. ההשתנות מתרחשת לעיתים באופן אינטראקטיבי, בזמן אמיתי, ולעיתים מקובעת לדימוי סטטי המוביל את התכנון. דוגמה לאפשרות הראשונה מציע פרוייקט המגורים **הגבול שלי נתון למשא ומתן (Negotiate my boundry)** של קבוצת ר.א.מ.ט.ב. (+RAMTV).

בפרוייקט זה, יחידת פעילות בסיסית, בעלת קישוריות גבוהה, מאפשרת ריבוי יישומים במרחב הפרטי, בטווח שבין הסתגרות להשתתפות. הדיור נצרך בהתאמה אישית משוכללת, המתרחשת באמצעות האינטרנט. התוצאה היא פרוייקט שהמעטפת והגבולות שלו נקבעים באופן אינטראקטיבי. הפרוייקט מבטא את התאמת המחשב לטיפול בריבוי האפשרויות של התכנון המודולרי, ואת התאמתו ככלי של בדיקה מרחבית ושל ניהול ביצוע.

**תכנון דינמי וגמיש מציע גם פרוייקט 'גלריית מותג' (Brand Gallery) של קבוצת אמרג'נ-סי (Emergen-C)**, המגיב על השתלטות מותגים בינלאומיים על חיינו. הפרוייקט מציע מבנה זמני, שנפרש ברחוב הראשי באמצעות רשת של היפר-משטחים וחללים מודולריים. למבנה גבולות דינאמיים שנקבעים בפעולת גומלין בין המשתמשים לבניין. המשתמש בפרוייקט נתפס כצרכן שנע במבנה ונחשף למותג באופן טוטאלי. הוא מוקף במידע, ורצונותיו מתורגמים לשינויים פיזיים ווירטואליים בבניין. החשיפה למבנה מפתחת יחסי אהבה/שנאה אליו ואל תרבות המותג אותה הוא מייצג – שכן, זה או הדבר-החם-ביותר-בעיר או סיוט בסגנון האח הגדול של אורוול.

הפרוייקט **נמלי-הלובי (Lobby-Port)** של קבוצת התכנון **סרבו (Servo)**, מציע אפשרות **לעיבוי ולהרחבת הגבולות של בניינים קיימים**, על ידי **תוספת של מערכת שתלים** המכילים תשתיות ופונקציות לפי הצורך. השתלים עשויים מקירות מסך קלים ומקופלים, שמשלבים קונסטרוקציה עם מראה וצליל (באמצעות וידאו). 'נמלי הלובי'

<sup>6</sup> המונח טופולוגיה מתייחס הן לענף של המתמטיקה הבוחן תצורות גיאומטריות והן למחקר טופוגרפי של מקומות.

מתפקדים כאזורי ממשק בין המלון לעיר, בין המקומי לגלובלי. הם משמשים אתרים זמניים לפעולת גומלין פיזית ודיגיטלית.

מהפכת הטלקומוניקציה משפיעה לא רק על המורפולוגיה של המבנה אלא גם על גבולותיו החיצוניים והפנימיים. המשטחים שיוצרים את קירות ורצפות הבניין אינם רק מרכיבים מגדירי חלל במובן הקלאסי, אלא **היפר-משטחים** (hypersurface) המשלבים גמישות, יכולת העברת אינפורמציה על ידי דימויים וקול, ויכולת אינטראקציה עם המשתמש. שילוב המדיה בבניין מחייב אם כן שינוי בתפיסת הגבול – קירות הבניין הופכים **מחיץ מוגדר למרחב אשלייתי**.

מהפכת זו מתבססת בין השאר על היכולת לפרוט כל סוג של מידע לקוד בינארי. למעשה, מתפתחת בה **שפה המקפלת לתוכה את כל סוגי המידע** הקיימים, החל בתקשורת מחשבים וכלה בתקשורת החשמלית בתוך גוף האדם, שגם היא ניתנת לביטוי, הצגה ושיחזור באופן דיגיטלי. 'נופי התנועה' של **משרד האדריכלים אסימפטוט (Asymptote)**, לוכדים נתונים דיגיטליים מסוגים שונים ופורסים מידע אורבני באמצעות וידאו. הם יוצרים אובייקט עירוני חדש בו משתקפת הסביבה. מעברים "נוזליים" בין סוגי אינפורמציה שונים, ובין האמיתי לווירטואלי, מתרחשים גם בגלריה לעיצוב דיגיטלי במלבורן של **משרד של טום קובאק אדריכלים (Kovac)**.

דלז מתאר את מוטיב קפלי הבגד בציור הבארוקי כאלמנט אוטונומי השואף להשתחרר מהכפיפות לגוף שאותו הוא מכסה. האדריכלות החדשה שואפת גם היא **למתוח את גבולות** המעטפת, להתעלות מעל למגבלות הקונסטרוקציה המקובלת, ולממש את המורכבות הצורנית שמאפשרת המדיה הדיגיטלית. כדי שחופש התכנון של האדריכל מול המחשב לא יתסכם באדריכלות לא-סטנדרטית, יקרה וחד-פעמית, על הפרקטיקה האדריכלית **לפרוץ את גבולות טכנולוגית הבנייה**.

פריצה כזו, מתבססת בשנים האחרונות, בין השאר, על ההכרה כי בעולם הדיגיטלי **המושג סטנדרט מאבד ממשמעותו**. מבחינת המחשב, אין הבדל בין יצירת אלף יחידות זהות לבין יצירת אלף יחידות שונות האחת מהשניה<sup>7</sup>. לכן, במהפכה הדיגיטלית משתנה הפרדיגמה של הייצור ההמוני שנוצרה בראשית המאה העשרים, והופכת לייצור מותאם אישית (custom made).

טכנולוגיות הייצור החדשות, הנעזרות בעיצוב, שליטה ובקרה ממוחשבת, מאפשרות כבר היום **לייצר אלמנטים בעלי צורה חופשית (freeform)** למגוון רחב של שימושים. הדבר נעשה בטכניקה של גריעה, (subtractive), בעזרת מכונות CNC למיניהן, או בטכניקה של תוספת, (additive), באמצעות 'מדפסות תלת מימד'. יש הצופים כי בעתיד ימוזגו אמצעי הייצור והתכנון החדשים (cad/cam) - מודל תלת מימדי דיגיטלי אחד יבטא את נתוני היועצים והמתכננים השונים ויתורגם בסופו של תהליך ישירות לבניין פיזי<sup>8</sup>. השימוש בשיטות אלה באדריכלות נמצא בראשית הדרך, ועדיין ניצבים בפניו מכשולים של קנה מידה, חוזק ועלות, שמשפיעים פחות על תעשיות אחרות. יחד עם זאת, מרבית הפרויקטים שמוצגים בתערוכה 'גבולות רכים' מיועדים לבנייה, וחלקם כבר נמצאים בבניה. בכך הם משקפים את חזית הקדמה של האדריכלות המערבית.

את הגבולות הרכים של האדריכלות החדשה ניתן בוודאי לייחס לפרמטרים תרבותיים, שמאפיינים את מהפכת המידע ואת המרחב הווירטואלי. העבודות מציגות **את פני השטח הנועמים של הקפיטליזם המערבי הגלובלי**, זה שיכול לבטל גבולות ולחשוף את עצמו מצד אחד, ומנגד להסתיר את הצורך הגדל בביטחון, בסגירת גבולות ובשליטה באמצעים טכנולוגיים זעירים. ממסכי המחשב בתערוכה משתקף חזון אופטימי אך לא נאיבי. פעם נוספת בהיסטוריה של האדריכלות המודרנית נרתמת הטכנולוגיה המתקדמת לטובת יצירת מרחב אוטופי.

<sup>7</sup> האדריכל תום קובאק, במאמר המלווה את התערוכה, דן בשאלת יישום אדריכלות דיגיטלית שאינה סטנדרטית לבית המגורים. (ראה חוברת הטקסטים).

<sup>8</sup> דוגמאות ראשונות לכך הן פרוייקטים כמו בילבאו בתכנון האדריכל פרנק גרי, הטרמינל ביוקהמה בתכנון Foreign Office וכן בפרוייקטים של טום קובאק, סרבו וגרג לין המוצגים בתערוכה.