

המהפכה התעשייתית הבאה

וויליאם מק'דונלד ומיכאל בראונגרט

באביב של 1912 עזב אחד מן הגופים הגדולים ביותר שאי פעם יצר האדם את סאות'המפטון והחל לנוע לכיוון ניו-יורק. הייתה זו גולת הכותרת של העידן התעשייתי – סמל רב עוצמה של הטכנולוגיה, השגשוג, הלוקסוס והקידמה. משקלו היה 60,000 טונות. אורך שלד הפלדה שלו היה כאורכם של ארבעה בלוקים עירוניים. כל אחד ממנועי הקיטור שלו היה בגודל של בית משותף. והוא היה בדרכו להתנגשות הרת אסון עם איתני הטבע. כלי שייט זה היה, כמובן, הטיטניק – מפלצת של ספינה שנדמה היה כי חסינה היא מפני כוחו של העולם הטבעי. בעיני הקברניט, הצוות, ורבים מן הנוסעים, שום דבר לא יכול היה להטביעה.

ניתן לומר, שהשתית שיצרה המהפכה התעשייתית של המאה ה-19 דומה לספינת קיטור מעין זו. היא מונעת על ידי דלקים פוסיליים, תחנות כוח גרעיניות וכימיקלים. היא שופכת פסולת לתוך המים, וממלאת את השמיים בעשן. היא מנסה לפעול על פי כללים נפרדים משל עצמה, המנוגדים לאלה של העולם הטבעי. וגם אם היא נראית בלתי ניתנת להכרעה, פגמי העיצוב הבסיסיים שלה מבשרים אסון. ובכל זאת, רבים עדיין מאמינים שבעזרת מספר שינויים מזעריים, תשתית זו יכולה להשיט אותם בשגשוג ובבטחה אל העתיד.

בתקופת המהפכה התעשייתית משאבי העולם נדמו כבלתי נדלים, והטבע נתפס כדבר מה שיש לאלפו ולתרבתו. אך לאחרונה החלו כמה מן התעשיינים המובילים להבין שדרכי הפעולה והייצור המסורתיות אינן ניתנות לקיום לאורך זמן. "מה שנראה היה לנו אינסופי הוא בר גבולות" אומר רוברט שפירו, יו"ר ומנכ"ל מונסאנטו (Monsanto) בראיון בשנת 1997, "ועכשיו אנחנו מתחילים להיתקל בהם".

ועידת הפסגה בנושא כדור הארץ ב-1992 בריו דה-ז'נירו, ובראשה איש העסקים הקנדי, מוריס סטרונג, הכירה בגבולות הללו. כ-30,000 אנשים מרחבי העולם, כולל למעלה מ-100 מנהיגי מדינות ונציגים מ-167 ארצות, התאספו בריו דה-ז'נירו כדי להגיב לסימפטומים המדאיגים של הידרדרות הסביבה. למרות שהייתה אכזבה מרה מכך שלא הושגה הסכמה מחייבת בוועידה, רבים מן המשתתפים מתחום התעשייה החלו לנפנף באסטרטגיה מסוימת שנתכנתה: אקו-יעילות (eco-efficiency). מכונות התעשייה יתחלפו במיכון נקי יותר, מהיר יותר ושקט יותר. השגשוג לא יבלם, ומבנים ומוסדות כלכליים יישארו בעינם. התקווה הייתה שה-"אקו-יעילות" תמיר את התעשייה ותהפוך אותה ממערכת

שלוקחת, מייצרת, ומבזבזת, למערכת המשלבת עקרונות לכליים, סביבתיים ואתיים. כיום, תעשיות ברחבי העולם רואות ב-"אקו-יעילות" את האסטרטגיה המתאימה ביותר כדי לחולל את השינוי.

מהי "אקו-יעילות"? ביסודו של דבר המונח משמעו "לעשות יותר עם פחות" - כלל המושרש כבר מתחילת העידן המתועש. הנרי פורד התעקש על מדיניות ביצוע רזה ונקייה: הוא חסך לחברה שלו כסף על ידי מיחזור ושימוש חוזר בחומרים, הקטין את הניצול של משאבי טבע, צמצם את השימוש באריזות, וקבע סטנדרטים חדשים בפס-הייצור שהמציא, שסגולתו חסכון בזמן ייצור. פורד כתב ב-1926, "יש להוציא את המירב מן הכוח, מן החומר, ומן הזמן"; זהו "אני מאמין" שאפשר היה היום לקבעו על קירותיו של כל מפעל הדוגל ב"אקו-יעילות". הקשר שבין יעילות לבין קיום הסביבה נוסח אולי באופן המוכר ביותר בדו"ח "עתידנו המשותף" (Our Common Future) - דו"ח של הנציבות העולמית של האו"ם לסביבה ולפיתוח. "עתידנו המשותף" הזהיר שאם לא יוגבר הפיקוח על הזיהומים, הדבר יתחיל לאיים על הרכוש ועל המערכות האקולוגיות, ושהקיום יחל להיות לא נעים, ואפילו לא בריא בערים מסוימות. "יש לעודד את התעשייה ואת אותם הפרויקטים התעשייתיים, שהם יעילים יותר מבחינת השימוש שלהם במשאבים, שמייצרים פחות זיהום ופסולת, שמתבססים על ניצול של משאבים מתחדשים, לעומת משאבים בלתי-מתחדשים, ושמצמצמים את הנזקים הבלתי הפיכים לבריאות האדם והסביבה" - המליץ הדו"ח בפרק על השינוי הנדרש.

המונח "אקו-יעילות" הועלה לאחר חמש שנים על ידי המועצה העסקית (כיום המועצה העסקית העולמית) לפיתוח בר קיימא, קבוצה של כ-48 ספונסרים מן התעשייה שכללו את דאו (Dow), דו-פונט (Du-Pont), קון אגרה (Con-Agra) ושברון (Chevron), שכולם הביאו נקודת ראות עסקית לפסגת כדור הארץ ברי. המועצה הציגה את תביעתה לשינוי במונחים מעשיים, כשהיא מדגישה את מה תוכלנה חברות להרוויח מן המודעות האקולוגית החדשה, במקום להתעכב על מה שהסביבה עלולה להפסיד אם התעשייה תמשיך בדפוסים הנוכחיים. בדו"ח הקרוי "שינוי מגמה" (Changing Course) שפורסם זמן קצר לפני הוועידה, הדגיש סטפאן שמידהייני (Stephan Schmidheiny) את חשיבותה של ה"אקו-יעילות" לכל אותן חברות ששאפו להיות גם תחרותיות, גם "בנות-קיימא" (sustainable) וגם מצליחות בטווח הארוך. ב-1996 אמר שמידהייני "אני צופה שתוך עשור יהיה קשה לחברה להיות רווחית מבלי להיות גם 'אקו יעילה' - כשהיא מוסיפה ערך למוצר או לשרות תוך כדי צמצום הניצול של משאבים וצמצום פליטת המזהמים".

כפי שחזה שמידהייני, ה"אקו-יעילות" הולכת ונטמעת בתעשייה בהצלחה יוצאת מן הכלל. מספר התאגידים אשר מתחייבים לאמץ אותה גדל, ובכללם חברות ענק כמו מונסנטו, 3M וג'ונסון אנד ג'ונסון. הכלל המפורסם של שלושת ה-R's -

Reduce, Reuse, Recycle (הפחתה, שימוש חוזר ומיחזור) – קונה לעצמו פופולריות גם בבית וגם במקומות העבודה. במידה מסוימת מגמה זו מקודמת על-ידי היתרונות הכלכליים המשמעותיים של ה"אקו-יעילות". חברת 3M למשל, חסכה למעלה מ-750 מיליון דולר בפרוייקטים למניעת זיהום, וחברות אחרות גם כן טוענות שהצליחו להגיע לחסכונו גדולים. כמובן שלצמצום הניצול של משאבים, צריכת האנרגיה, הפליטות והפסולת יש גם השלכות על הסביבה. כאשר שומעים שחברת דו-פונט צמצמה את פליטת הכימיקלים המסרטנים בכמעט 75 אחוזים מאז 1987, קשה שלא להרגיש יותר בטוחים. זוהי תועלת נוספת של ה"אקו-יעילות": היא מצמצמת רגשי פחד ואשמה. אימוץ עקרון ה-"אקו-יעילות" מאפשר לאנשים ולמפעלים תעשייתיים להיות פחות "רעים" ולחשוש פחות מפני העתיד. האמנם?

"אקו-יעילות" הוא מושג שעל פניו נראה מכובד, ואין ספק שהוא עשיר בכוונות טובות. אך לרוע המזל אין זו אסטרטגיה שתוביל להצלחה בטווח הארוך, משום שהיא איננה עמוקה מספיק. היא פועלת במסגרת אותה השיטה אשר גרמה לבעיה מלכתחילה – ומאיטה אותה עלידי צווים מוסריים ודרישות נוקשות ומכבידות. היא מהווה לא יותר מאשר אשליה של שינוי. ההיסתמכות על "אקו-יעילות" כדי להציל את הסביבה תשיג למעשה את ההיפך – היא תאפשר לתעשייה לחסל הכל, בשקט, בהתמדה ובשלמות. אנחנו מציעים כאן עיצוב מחדש של התעשייה האנושית – מה שאנחנו מכנים, יחד עם הסופר פול הוקן "המהפכה התעשייתית הבאה". על מנהיגי תנועה זו נמנים אנשים ממגוון תחומים, ביניהם מסחר, פוליטיקה, מדעי הרוח, מדעים מדויקים, הנדסה וחינוך. אנחנו מתרכזים כאן בדרך חדשה לעיצוב תוצרת תעשייתית. כארכיטקט/מעצב תעשייתי וכימאי אשר עבדו גם עם מערכות מסחריות וגם עם מערכות אקולוגיות, אנו רואים בקונפליקט בין התעשייה לסביבה בעיה בתחום העיצוב – בעיית עיצוב גדולה ומהותית.

עיצוב רטרואקטיבי

מבין הכוונות הבסיסיות שעמדו ביסוד המהפכה התעשייתית, רבות מהן היו טובות, ורובנו היינו רוצים לראותן מתגמשות גם היום: לספק יותר טובין ושירותים למספר גדול יותר של אנשים, להעלות את רמת החיים, לתת לאנשים בחירה גדולה יותר, ויותר הזדמנויות, בין היתר. אך היו גם מטרות חשובות אחרות שנעלמו מן העין. המשך קיום המגוון והחינויות של היערות, הנהרות, הימים, האויר, הקרקע ובעלי חיים לא היו חלק מן האג'נדה.

לו היה בא משהו להציג את המהפכה התעשייתית כמטלת עיצוב רטרו-אקטיבית, היה הדבר נשמע כך:

עצבו מערך ייצור אשר:

- פולט מידי שנה מיליוני טונות של חומרים רעילים לאויר, למים ולקרקע.
- מודד שגשוג על פי הפעילות הכלכלית ולא על פי תוצאותיה.
- דורש יישום של אלפי תקנות מסובכות, שמטרתן להקטין את קצב ההרעלה של בני האדם ושל המערכות הטבעיות.
- מייצר חומרים מסוכנים כל כך, עד שהדורות הבאים יידרשו לעירנות מתמדת כדי לא להיפגע.
- מייצר כמויות עצומות של פסולת.
- טומן חומרים יקרי ערך בחורים על פני כל הפלנטה, כך שלעולם לא ניתן יהיה להשיבם.
- פוגע בגיוונם של המינים הביולוגיים והמסורות התרבותיות.

לעומת זאת, האקו-יעילות:

- משחררת מדי שנה פחות קילוגרמים של חומרים רעילים לאויר, למים ולקרקע.
- מודדת שגשוג על פי פחות פעילות.
- עומדת בדרישות ובתנאים של אלפי תקנות סבוכות שמטרתן להקטין את קצב ההרעלה של בני האדם ושל המערכות הטבעיות.
- מייצרת פחות חומרים מסוכנים אשר ידרשו עירנות מתמדת מהדורות הבאים.
- מייצרת פחות פסולת.
- מטמינה פחות חומרים יקרים בבורות על פני כל הפלנטה, כך שלעולם לא ניתן יהיה להשיבם.
- גורמת לסטנדרטיזציה והומוגניזציה של מינים ביולוגיים ומנהגי תרבות.

במלים פשוטות, שיטת האקו-יעילות שואפת להקטין את נזקיה של השיטה הישנה וההרסנית, אך יעדיה, ראויים להערכה ככל שיהיו, הם מוגבלים להחריד.

צמצום, שימוש חוזר, ומיחזור מאטים את קצב הזיהום וההתדלדלות, אבל הם אינם עוצרים את התהליכים הללו. המיחזור, למשל, הוא על פי רוב downcycling (מיחזור "כלפי מטה") משום שהוא מפחית את איכותו של החומר לאורך זמן. כאשר פלסטיק מסוג אחר מזה שמרכיב מוצרים כמו בקבוקי שתייה ומים ממוחזר, לעתים קרובות מערבבים אותו בפלסטיקים אחרים כדי ליצור מעין חומר כלאיים מאיכות ירודה. אחר כך יוצקים את החומר הזה למוצר אמורפי זול, כמו ספסלי פארקים או פסי האטה. החומר המקורי

והאיכותי יותר איננו מושב, ולבסוף הוא מוצא את מקומו באתרי ההטמנה או במשרפות הפסולת.

השימוש היצירתי בחומרים ממוחזרים לעשיית מוצרים חדשים לוקה לעתים בראייה שגויה. למשל, רבים חשים כי הם עושים בחירה אקולוגית נכונה כאשר הם קונים בגד העשוי סיבים שיוצרו מבקבוקי פלסטיק ממוחזרים. אך הסיבים מבקבוקי פלסטיק לא הונדסו כדי שיוצמדו לעורם של בני אדם. האימוץ של גישות "סביבתיות" שטחיות בעיניים עצומות ומבלי להבין את השלכותיהן מרחיקות הלכת, יכול להיות פתרון גרוע לא פחות מהתעלמות מוחלטת מהבעיה.

המיחזור עולה לקהילה יותר ממה שצריך. במידה מסוימת זה משום שהמיחזור המסורתי מנסה לכפות על החומרים יותר מחזורי חיים ממה שהם מסוגלים לו. מדובר בהסבת חומרים מסובכת ובלתי-אלגנטית, אשר בעצמה גוזלת אנרגיה ומשאבים. מעט מאוד מוצרי צריכה עוצבו מלכתחילה מתוך מחשבה על עקרון המיחזור. אם ברצוננו שתהליך המיחזור יהיה חסכוני, מוצרים צריכים להיות מעוצבים מלכתחילה מתוך ידיעה שימוחזרו או אפילו "ישוחררו" (upcycled), מונח בו אנו משתמשים כדי לתאר את החזרתם של חומרים לתוך מערכת הייצור כחומרים בעלי איכות משופרת, במקום איכות מדולדלת.

צמצום הפליטות של מזהמים וחומרי פסולת מסוכנים בפוטנציה הוא יעד נוסף של ה"אקו-יעילות". אך מחקרים שמתבצעים כיום מעוררים דאגה, משום שהם מראים שאפילו לכמויות מזעריות של פליטות מסוכנות עלולה להיות השפעה הרסנית על מערכות ביולוגיות לאורך זמן. זוהי תופעה מדאיגה במיוחד במקרה של חומרים הגורמים הפרעות אנדוקריניות - כימיקלים תעשייתיים במגוון של חומרים פלסטיים ומוצרי צריכה אשר ככל הנראה מחקים מבנים של הורמונים ומתקשרים עם הקולטנים בבני אדם ובאורגניזמים אחרים. תיארו קולבורן (Theo Colborn), דיאן דומנוסקי (Dian Dumanoski), וג'ון פטרסון מייארס (John Peterson Myers), מחבריו של הספר Our Stolen Future (1996), מחקר חלוצי על כימיקלים סינתטיים והסביבה, טוענים כי "כמויות קטנות להפליא של תרכובות אלה, אשר פועלות פעילות הורמונלית, יכולות לחולל הרס ביולוגי עצום, בעיקר על מי שנחשף אליהן ברחם".

חזית נוספת המעוררת דאגה נובעת ממחקר חדש בנושא חלקיקים מיקרוסקופיים. המחקר מראה כי החלקיקים שמשחררים בזמן שריפה ובעירת דלק, כגון זו המתרחשת בתחנות כוח ובמכוניות, יכולים להשתקע בריאות ולהזיק להן, בייחוד בקרב ילדים וקשישים. מחקר משנת 1995 באוניברסיטת הרווארד מצא כי כ-100,000 בני אדם מתים כל שנה מפגיעה של חלקיקים כאלה. למרות שקיימים תקנים להתמודדות עם חלקיקים קטנים, יישום התקנים (בארה"ב) אינו אמור להתבצע עד שנת 2005. שינוי אמיתי לא

יופק מויסות קצב השתחררותם של חלקיקים אלה, אלא מניסיון למנוע פליטות מזהמות מלכתחילה - באמצעות תכנון ועיצוב.

החלת מחזורי הטבע על התעשייה

"לייצר יותר עם פחות", "לייצר פחות פסולת", "להסתפק במועט" ועוד תכתיבים מן הסוג הזה, מקדמים את התפיסה של עולם בעל גבולות - עולם שכושר הנשיאה שלו נמתח עד הקצה עקב גידול אוכלוסין, וייצור וצריכה המתרבים והולכים. המסר של עקרון ה"אקו-יעילות" הוא להגביל את התעשייה ולצמצם את הצמיחה - לנסות להגביל את כושר היצירה והייצור של האדם. אך הרעיון שהתעשייה בהכרח גוזרת הרס על העולם הטבעי, או שביקוש מופרז לטובין ושירותים גורם לנזק סביבתי, הוא פשטני. הטבע עצמו - מערכת יצרנית ויצירתית להפליא, אפילו בזבזנית - איננו נסמך על יעילות (efficient), אלא על תועלת (effective).

קחו למשל את עץ הדובדבן. הוא מייצר אלפי פרחים רק כדי שעץ אחד ינבט, יכה שורש ויצמח. עם זאת, מי היה רואה ערימות פרחי הדובדבן ה"מלכלכים" את האדמה באביב וחושב בליבו: "כמה בזבזני ובלתי יעיל!" השפע שבא מן העץ הוא גם מועיל וגם בטוח. לאחר שהם נופלים על הארץ, הפרחים שבים אל האדמה, והופכים למרכיבים תזונתיים עבור הסביבה. כל חלקיק תורם באיזשהו אופן לבריאותה של המערכת האקולוגית המשגשגת. פסולת שווה מזון - העקרון הראשון של המהפכה התעשייתית החדשה.

עץ הדובדבן הוא רק דוגמה אחת לתעשיית הטבע הפועלת במעגליות של חומרי הזנה ומערכות עיכול. מערכת מעגלית זו מונעת בכוח השמש ומתאימה עצמה לתנאי המקום ללא הפסק. פסולת הנותרת כפסולת אינה קיימת.

תעשייה אנושית, מאידך, היא מוגבלת מאוד. תעשייה זו הולכת במסלול חד סטרי, ליניארי, ייצור שהוא "מן העריסה אל הקבר", שבו נוצרים דברים שבסופו של דבר מושלכים, בדרך כלל במשרפה או באתר הטמנה. שלא כמו הפסולת הנוצרת מעבודתו של הטבע, הפסולת שמייצרת תעשיית אנוש איננה "מזון" בכלל. לעתים קרובות, למעשה, פסולת זו היא רעל. וכך נוצר הקונפליקט בין שתי מערכות: ערימת פרחי הדובדבן, וערימת הפסולת הרעילה באתר ההטמנה.

אך ישנה אלטרנטיבה - כזו אשר תאפשר גם לעסקים וגם לטבע לשגשג ולפרוח. לאלטרנטיבה הזאת אנו קוראים "אקו-אפקטיביות" (Eco-Effectiveness). התפיסה שלנו של "אקו-אפקטיביות" מובילה לתעשייה אנושית המחדשת את עצמה במקום לדלדל את משאביה. כרוך בה הרעיון שניתן מרצון לעצב דברים תוך הישענות על התלות ההדדית

בינם לבין מערכות חיוניות אחרות. מנקודת מבטו של העיצוב התעשייתי, משמעו של דבר הוא מוצרים המתאפיינים בתהליך ייצור מחזורי "מן הערש אל הערש", במקום "מן העריסה אל הקבר".

פסולת = מזון

תרבויות נוודים עתיקות נהגו להשאיר מאחוריהן פסולת אורגנית, המשיבה את יסודות ההזנה לקרקע ולסביבה. תרבויות מודרניות מיושבות מנסות פשוט להיפטר מן הפסולת במהירות המירבית. יסודות ההזנה המצויים בפסולת האורגנית הולכים לאיבוד כאשר הם נטמנים באתרי הפסולת, וכאשר אין הם מנוצלים לבנייה מחדשת של הקרקע; שיקוע חומרים סינתטיים וכימיים בתוך מערכות טבעיות מעמיס על הסביבה. יכולתן של מערכות טבעיות מורכבות, המתאפיינות בריבוי יחסי גומלין פנימיים, לספוג חומרים זרים היא מוגבלת, אם בכלל קיימת. הטבע אינו יכול לעשות דבר כדי לפרק את החומרים הללו, מכורח עיצובם; רוב המוצרים התעשייתיים מלכתחילה עוצבו באופן הנועד למנוע פירוק בתנאים טבעיים.

אם ברצוננו שבני אדם ישגשו בתוך העולם הטבעי, כל המוצרים והחומרים המיוצרים על ידי התעשייה חייבים, לאחר השלמת מחזור חייהם, להזין משהו חדש. היות והרבה מן הדברים שמייצרים אנשים אינם טבעיים, הם אינם יכולים להוות "מזון" בטוח עבור מערכות ביולוגיות. על מוצרים העשויים מחומרים שאינם מתכלים להיות מעוצבים כיסודות הזנה טכניים, הנעים בתוך מעגל סגור של מחזורי תעשייה - חילוף חומרים טכני.

כדי ששתי מערכות חילוף החומרים הללו תישארנה בריאות, יש למנוע זיהום ממערכת אחת לשכנתה. חומרים הנכנסים למערכת חילוף החומרים הביולוגית - אל להם להכיל חומרים גורמי מוטציות, מסרטנים, מתכות כבדות, חומרים הגורמים הפרעות אנדוקריניות, רעלנים שאינם מתפרקים, או חומרים המצטברים במערכות ביולוגיות. חומרים הנכנסים לחילוף החומרים הטכני צריכים להיות מופרדים לחלוטין מחילוף חומרים הטבעי.

אם מבקשים אנו לתעל את כל פירות הייצור של בני האדם לאחת משתי המערכות הללו, אזי יש לחשוב על כל מוצר כמכיל שני סוגי חומרים: יסודות הזנה ביולוגיים ויסודות הזנה טכניים.

יסודות הזנה ביולוגיים יעוצבו כך שיחזרו אל המחזור האורגני - ויעוכלו על-ידי מיקרואורגניזמים ויצורים אחרים החיים בקרקע. מרבית חומרי האריזה (המהווים כ-50 אחוז של כל הנפח של הפסולת המוצקה) חייבים להיות מורכבים מיסודות הזנה ביולוגיים - חומרים שאפשר להשליכם על הקרקע או בתוך ערימת קומפוסט כדי שיתפרקו. אין

צורך שמיכלי שמפו, שפופרות משחת שיניים, קרטוני יוגורט, מיכלי משקאות ואריזות אחרות ישרדו עשרות או אפילו מאות שנים מעבר לאורך חייו של המוצר שנארז בהם. יסודות הזנה טכניים יעוצבו כך שיחזרו אל המחזור הטכני. כיום כל אחד יכול לזרוק מכשיר טלוויזיה ישן לתוך פח זבל, אך הטלוויזיה הממוצעת עשויה ממאות כימיקלים, חלקם רעילים. אחרים יכולים היו להוות יסודות הזנה עבור התעשייה, והם מתבזבזים כאשר מכשיר הטלוויזיה מוצא את דרכו אל אתר ההטמנה. השימוש החוזר ביסודות ההזנה הטכניים בתעשייה של מעגל סגור הוא שונה מן המיחזור המסורתי, משום שהוא מאפשר לחומרים לשמור על איכותם. מארז מחשב העשוי מפלסטיק איכותי ימשיך להתמחזר כמארז איכותי, במקום לרדת בסולם המחזור ולשמש לייצור מבודדי קול או אדניות. הצרכנים ירכשו את השירות של אותו המוצר, וכאשר יסיימו להשתמש בו, או כשירצו פשוט לשדרג אותו לגרסה חדישה יותר, יאסוף היצרן את המוצר הישן, יפרק אותו, וישתמש בכל מרכיביו לייצור מוצר חדש.

פירות ביכורים: יסוד הזנה ביולוגי

לפני כמה שנים הגינו ויצרנו אריג לריפוד שמסוגל לעבור תהליך קומפוסטציה – כלומר, יצרנו יסוד הזנה ביולוגי. ראשית נתבקשנו על ידי חברת Design Tex ליצור אריג בעל תכונות אסתטיות ייחודיות שניחן גם ב"אינטליגנציה אקולוגית" – אף על פי שבאותו זמן הלקוח לא הבין בדיוק מה משמעות הדבר שהוא מבקש. אתגר זה סייע לנו להבהיר הן לעצמנו והן לחברה איתה עבדנו מהו ההבדל בין טיפול שטחי כגון מיחזור וצמצום צריכה של משאב, לבין השינויים העקרוניים יותר שיידרשו כדי לחולל את "המהפכה התעשייתית הבאה".

למשל, כאשר החברה ביקשה תחילה להיענות לדרישתנו לאריג שהוא בטוח לסביבה, היא הציגה לנו את מה שנראה היה לה כבחירה הבריאה ביותר: כותנה, סיב טבעי, המעורב ב-PET (polyethylene terephthalate) סיבים העשויים מבקבוקי משקה ממוחזרים. מאחר שניתן היה לכנות את יצור הכלאיים הזה בשני שמות קוד ידיוותיים לסביבה – "טבעי" ו"ממוחזר" – נראה היה כי זהו האידיאל האקולוגי המתבקש. החומרים היו זמינים, הם נבדקו בשוק, והם עמידים וזולים. אך כאשר צוות הפרוייקט בחן לעומק את ההשלכות ארוכות הטווח של שימוש בחומר היברידי ("כלאיים") זה, גילינו מספר עובדות מטרידות. כאשר אדם יושב בתוך כורסה במשרד ומתנועע בתוכו, האריג שתחתיו נשחק, והיושב בו או שכניו לחדר עלולים לנשום את החלקיקים הקטנים שמשחררים. PET לא עוצב על מנת שינשמו אותו. יתרה מזו, PET ימנע מאותו חומר היברידי מוצע מלשוב אל הקרקע

באופן בטוח, והכותנה תמנע ממנו מלשוב אל תוך המחזור התעשייתי. ההיבריד הזה יוסף לנפח את אתרי הטמנת הפסולת, ועלול אף להיות מסוכן.

הצוות החליט לעצב אריג כל כך בטוח שניתן יהיה לאכול אותו. מפעל הטקסטיל האירופאי שנבחר לייצר את האריג היה די נקי מן המבחינה הסביבתית, אבל הייתה לו בעיה מעניינת. למרות שמנהל המפעל פעל בחריצות לצמצום רמות הפליטות המזהמות, מפקחים ממשלתיים הגדירו לאחרונה את שאריות החומר של האריגים שהוא מייצר כפסולת מסוכנת. ואילו אנחנו ביקשנו למצוא נקודת סיום אחרת לשאריות שלנו: זבל למועדון הגינון המקומי. כאשר יסירו את האריג מן המסגרת, לאחר שהכסא סיים את תפקידו, וישליכו אותו ארצה כדי להתערבב עם המים, עם חום השמש, ועם מיקרו אורגניזמים רעבים – גם האריג וגם השאריות יתפרקו באופן טבעי.

הצוות החליט שהאריג יהיה עשוי מתערובת של סיבים בטוחים ונקיים מחומרי הדברה, שמוצאם מן החי והצומח (צמר וצמח ממשפחת הסרפדים שגבעולו משמש לסיבים), והתחיל לעבוד על ההיבט המסובך ביותר: הגימורים, הצבעים, וכימיקלים אחרים המשמשים לעיבוד. אם ברצוננו שהאריג ישוב אל הקרקע באופן בטוח, חייב יהיה להיות נקי מחומרים גורמי מוטציות, מחומרים מסרטנים, ממתכות כבדות, מחומרים הגורמים הפרעות אנדוקריניות, מרעלנים עקשניים, ומחומרים המצטברים ברקמות. הזמנו כשישים חברות כימיקלים להצטרף לפרוייקט, וכולן סירבו, מכיוון שלא הרגישו בנוח לחשוף את התהליכים הכימיים שלהם לבדיקות הקפדניות שנדרשו. לבסוף החברה האירופאית *Ciba-Geigy* הסכימה להצטרף.

בעזרת החברה הזו בחן צוות הפרוייקט יותר מ-8,000 סוגי כימיקלים מתעשיית הטקסטיל, ופסלה 7,962. האריג, כלומר, כל קו הייצור של האריגים, נוצר תוך שימוש ב-38 כימיקלים בלבד.

מנהל המפעל סיפר לנו סיפור מפתיע, לאחר שהאריגים כבר נכנסו לתהליך הייצור. כאשר באו המפקחים לבדוק את השפכים מן המפעל, נדמה היה להם כי המכשיר שלהם התקלקל. לאחר שבדקו את המים הנכנסים למפעל גם כן, הם הבינו כי הציוד שלהם תקין, וכי המים שיצאו מן המפעל היו נקיים בדיוק כמו המים שנכנסו. מסתבר שתהליך הייצור עצמו סינן את המים. העיצוב החדש, לא זו בלבד שהיווה שיפור על פני שלושת ה-R's המסורתיים, שנחשבו עד היום מענה הולם לבעיות סביבתיות, אלא הוא גם מנע את הצורך בפיקוח.

במהפכה התעשייתית הבאה, ההכרח בפיקוח ייתפס כסימן לכישלון העיצוב. הפיקוח מכביד על התעשייה, בכך שהוא מערב את הממשלה במסחר, ומתערב בשוק. תעשיינים בארצות שבהן מגבלות הפיקוח הן פחותות, ואשר ממפעליהן נפלטים יותר רעלים, זוכים ליתרון כלכלי: הם יכולים לייצר יותר ובזול. אך אם מפעל לא יפלוט חומרים מסוכנים

ולכן לא ידרוש פיקוח, הוא יוכל להתחרות באופן ישיר עם מפעלים שגם הם אינם דורשים פיקוח במדינות אחרות. אלו הן חדשות טובות מבחינה סביבתית, אתית וכלכלית.

יסוד הזנה טכני

כיום, אדם שמבקש להיפטר משטיח מקיר לקיר ישן חייב לשלם על פיניו. האנרגיה, המאמץ והחומרים שנכנסו למוצר הם בגדר הפסד ליצרן. השטיח הופך להיות ערימה של מזהמים פטרוכימיים מסוכנים שצריך לפנותה לאתר הטמנה. בינתיים ממשיכים לחצוב חומרי גלם כדי לייצר שטיחים חדשים.

השטיח הטיפוסי עשוי מניילון המושקע בתוך פיברגלס ופיו.סי. (PVC). בתום מחזור חייו השימושי היצרן יכול רק למחזר אותו "כלפי מטה" (downcycle) – לגלח חלק מן הניילון לשימוש נוסף ולהתיך את השאריות. חברת השטיחים המסחרית הגדולה בעולם "Interface" מאמצת את הקונצפט שלנו של "מזין טכני" בעיצוב שטיח המיועד למיחזור טוטלי. כאשר לקוח מבקש להחליף שטיח, היצרן פשוט מחזיר אליו את אותו המזין הטכני – בהתאם למוצר, חלק מן השטח או כולו, ומחזיר ללקוח שטיח בצבע, בסגנון, ובמרקם הרצויים לו. הבעלות על החומרים נשארת בידי חברת השטיחים, אך היא משכירה אותם ומתחזקת אותם, בכך שהיא מציעה ללקוחותיה את השימוש בשטיחים. בסופו של דבר השטיח יתבלה כמו כל שטיח אחר, והיצרן ישתמש שוב בחומרים ברמת האיכות המקורית שלהם, או אפילו ברמה גבוהה יותר.

יתרונותיה של שיטה כזו, כשתיושם על מספר גדול של מוצרי תעשייה, הם כפולים. נעלם הייצור של פסולת חסרת תועלת ומסוכנת, אשר עוד ייתכן במערכת הפועלת לפי עקרון ה"אקו-יעילות", ומיליארדי דולרים של חומרים יקרי ערך נחסכים ונשמרים בידי היצרן.

למכור חוכמה ולא רעל

כיום, חברות כימיקלים מזהירות את החקלאים לעשות שימוש מבוקר בחומרי הדברה, אולם החברות מרוויחות מכך שיותר חומרי הדברה נמכרים. במלים אחרות, החברות הללו, מבלי להתכוון לכך, מושקעות בבזבז וכן גם בשימוש לא נאות במוצרים שלהם, שימוש שיכול להוביל לזיהום של הקרקע, המים והאוויר. תארו לעצמכם מה היה קורה לו חברת כימיקלים תמכור אינטליגנציה במקום למכור חומרי הדברה, כלומר, לו החקלאים והתאגידים החקלאיים היו משלמים ליצרני הכימיקלים כסף כדי להגן על היבול שלהם מפני מזיקים, במקום לקנות כימיקלים מסוכנים המחייבים פיקוח, ושהשימוש בהם נתון

לשיקול דעתו של החקלאי. למעשה, הם היו קונים ביטוח ליבול שלהם. החקלאים יאמרו: "אני אשלם לך כדי לטפל במזיק boll weevils ואתם תעשו את זה בצורה האינטליגנטית ביותר". באותו מחיר לדונם, כולם עדיין ירוויחו. אז יהיה גם ספק חומרי ההדברה מושקע במאמץ שלא להשתמש בחומרים מדבירים, כדי למנוע בזבוז של חומרי גלם. יתרה מזאת, מכיוון שהיצרן יצטרך לשאת באחריות לחומרים המסוכנים, יהיה בכך תמריץ למצוא דרכים מסוכנות פחות לטפל במזיקים. לחקלאים אין כל עניין בהתעסקות בחומרים מסוכנים, הם מבקשים רק לגדל יבול. חברות כימיקלים אינן מבקשות לזהם את הקרקע, את האויר ואת המים, הן רוצות לעשות כסף.

חשבו על "ירושת-העיצוב" הבלתי מתוכננת של הנעל הממוצעת. בכל צעד ושעל סוליית הנעל שלכם משחררת חלקיקים קטנים של חומרים מסוכנים בפוטנציה, שעלולים לזהם ולפגוע בחיוניות הקרקע. עם בוא הגשם הקרוב חלקיקים אלה יישטפו אל תוך הצמחייה והקרקע שבצידי הדרך, ויוסיפו עוד מעמסה על הסביבה.

נעליים ניתן לעצב מחדש כך שיהוו יסוד הזנה ביולוגי. כאשר הסוליה תתפרק תחת כף הרגל הרוקעת וחלקיקיה יחברו אל הסביבה, היא תזין את מערכת חילוף החומרים הביולוגי במקום להרעיל אותה. חלקיה האחרים של הנעל יכולים להתעצב כיסודות הזנה טכניים, אשר ישובו אל תוך המחזור התעשייתי. רוב הנעליים, למעשה רוב המוצרים בשיטת הייצור הנוכחית, הם פרימיטיביים למדי ביחסם אל העולם הטבעי. לא כך צריכים להיות פני הדברים, כשבידינו הכלים הטכניים והמדעיים העכשוויים.

להקיר גיוון ולנצל את השמש

יעד מרכזי של העיצוב במאה האחרונה היה להגיע לפתרונות אשר יהיו ישימים באופן אוניברסלי. "הסגנון הבינלאומי" בתחום האדריכלות הוא דוגמה טובה לכך. כתוצאה מאימוץ נרחב של "הסגנון הבינלאומי", האדריכלות הפכה לאחידה במקומות רבים. זאת אומרת שכיום בנייני משרדים נראים זהים ומתפקדים באופן זהה בכל מקום. חומרים כגון פלדה, בטון וזכוכית ניתנים להעברה לכל מקום בעולם, וכך מתבטלת התלות בתזרימי האנרגיה והחומרים המיוחדים לאותו מקום. ההשקעה של אנרגיה נוספת בהפעלת מערכות קירור וחימום דואגת לכך שאותו הבניין יוכל לתפקד באופן דומה בסביבות שונות לחלוטין.

העיקרון השני של "המהפכה התעשייתית הבאה" הוא "הוקרת הגיוון". העיצוב יתחשב בייחודיות האזורית, התרבותית והחומרית של המקום המסוים. הפסולת והפליטות יגרמו להתחדשות במקום לדלדול. העיצוב יהיה גמיש, ויתחשב בשינויים שיתכנו בצורכייהם של אנשים ושל קהילות. למשל, ניתן יהיה להסב בנייני משרדים לדירות, במקום שיהפכו לאתרי פסולת בנייה שכמשתנה שוק הנדל"ן.

העיקרון השלישי של "המהפכה התעשייתית הבאה" הוא "לנצל את אנרגיית השמש". מערכות אנושיות נסמכות היום על דלקים פוסיליים, חומרים פטרו-כימיים, ועל תהליכי בעירה שיש להם בדרך כלל תוצאות לוואי הרסניות. היום, אפילו הבניין או המפעל המתקדם ביותר נוהג כעין ספינת קיטור, כשהוא מלכלך, מזהם, ומדלדל את סביבתו, ובקושי מנצל את האור הטבעי או את האויר הצח. למעשה, אנשים בדרך כלל עובדים בחשיכה, ולעתים קרובות נושמים אויר מזיק. תארו, במקום זאת, בניין שהוא כעין אילן. הוא יטהר את האויר, יצבור הכנסות מאנרגיה סולרית, ייצור יותר אנרגיה ממה שהוא צורך, ייתן צל ומקום מחסה, יעשיר את הקרקע, ויתחלף עם העונות. התחלה טובה נראית באוניברסיטת אוברלין, אשר כרגע עובדת על בניין כזה: הוא מעוצב כך שיצור יותר אנרגיה ממה שהוא צורך, והוא יטהר בעצמו את מי השופכין שלו.

שיויון, כלכלה, אקולוגיה

"המהפכה התעשייתית הבאה" מאגדת בתוכה כוונות חיוביות בספקטרום רחב של עניינים אנושיים. האנשים הפעילים בתנועה לבניית חברה בת-קיימא מצאו כי שלוש קטגוריות מסייעות בביטוי העניינים האלה והן: שוויון, כלכלה, אקולוגיה. בשוויון הכוונה היא לצדק חברתי. האם העיצוב מעשיר או מרושש אנשים וקהילות? חברות נעליים מואשמות לעתים בחשיפת עובדים במפעליהם שמעבר לים לכימיקלים בכמויות העולות על התקן המותר. "אקו-יעילות" תדרוש לצמצם כמויות אלה עד שיעמדו בתקנים מסוימים. "אקו-אפקטיביות" לא תשתמש בחומר כימיקלי רעיל מלכתחילה. האין זו קידמה למין האנושי, אם אף עובד מפעל בשום מקום לא ייאלץ לעבוד בתנאים מסוכנים או תת-אנושיים?

בכלכלה הכוונה היא לתפקוד השוק. האם המוצר משקף את צורכיהם של יצרנים ושל צרכנים במחיר סביר? על מוצרים בעלי עיצוב אינטליגנטי ובטוח להיות בתחום השגתם של מגוון רחב של לקוחות, ועליהם להיות רווחיים עבור החברה שמייצרת אותם, משום שהמסחר הוא המנוע לשינוי.

באקולוגיה הכוונה היא כמובן לאינטליגנציה סביבתית. האם חומר הוא יסוד הזנה ביולוגי או טכני? האם הוא עומד בקנה המידה העיצובי של הטבע: פסולת=מזון, הוקרת הגיוון וניצול אנרגיית השמש?

את המהפכה התעשייתית הבאה ניתן להציג בעזרת המטלה הבאה:

עצב/י מערכת תעשייתית למאה הבאה אשר:

- איננה מחדירה חומרים מסוכנים לאויר, למים ולקרקע.
- מודדת את השגשוג על פי מדד ההון הטבעי: כמה הון טבעי ניתן לצבור בדרכים פרודוקטיביות?

- מודדת פרודוקטיביות על פי מבחן המשמעות: כמה אנשים עוסקים בעבודה מפרנסת ומעניקת משמעות?
- מודדת קידמה על פי מספר הבניינים אשר אין להם ארובות או שפכים מסוכנים.
- אינה נדרשת לתקנים אשר מטרתם לבלום אותנו מלהרוג את עצמנו מהר מדי.
- אינה מייצרת דבר אשר ידרוש מן הדורות הבאים עירנות מוגברת.
- חוגגת את שפע המגוון הביולוגי והתרבותי ואת שפע אנרגיית השמש.

אלברט איינשטיין כתב "העולם לא יתפתח אל מעבר למצב המשבר הנוכחי על-ידי חשיבה באותם דפוסים אשר יצרו את המצב". רבים מאמינים שכבר מתרחשות מהפכות תעשייתיות חדשות, עם התפתחות הסייבר-טכנולוגיה, הביו-טכנולוגיה והננו-טכנולוגיה. אלו הם אכן כלים חזקים שניתן לחולל בהם שינויים, אבל הם כלים בלבד - מנועים היפר-אקטיביים עבור ספינת הקיטור של המהפכה התעשייתית הראשונה. כמו כן, ה"אקו-יעילות" היא כלי יקר ערך וראוי להערכה, והיא כעין סנונית ראשונה למה שעתיד לבוא. אך גם היא איננה מסוגלת להניע אותנו אל מעבר למהפכה הראשונה. הגיעה שעתו של עיצוב שהוא יצירתי, שופע, משגשג ואינטליגנטי מלכתחילה. ייתכן כי המודל של ה"מהפכה התעשייתית הבאה" עמד לנגד עינינו כל הזמן: האילן.