

## פרק ה - תהליך העיצוב מהרעיון ועד המוצר

### מבוא

על פי מילון אברהם אבן שושן מוצר הוא "דבר שמייצרים בבית מלאכה, בבית חרושת או בכל עבודה". מוצר הוא פרי רעיון העונה על צורך אנושי. תחילתו של תהליך העיצוב הוא הרעיון, וסופו מוצר. כדי להגיע לעיצוב הרצוי חשוב לעבור את שלבי תהליך העיצוב:

**שלב ראשון** - זיהוי ואיתור צרכים של קהל יעד מוגדר. הגדרת הבעיה או הצורך.

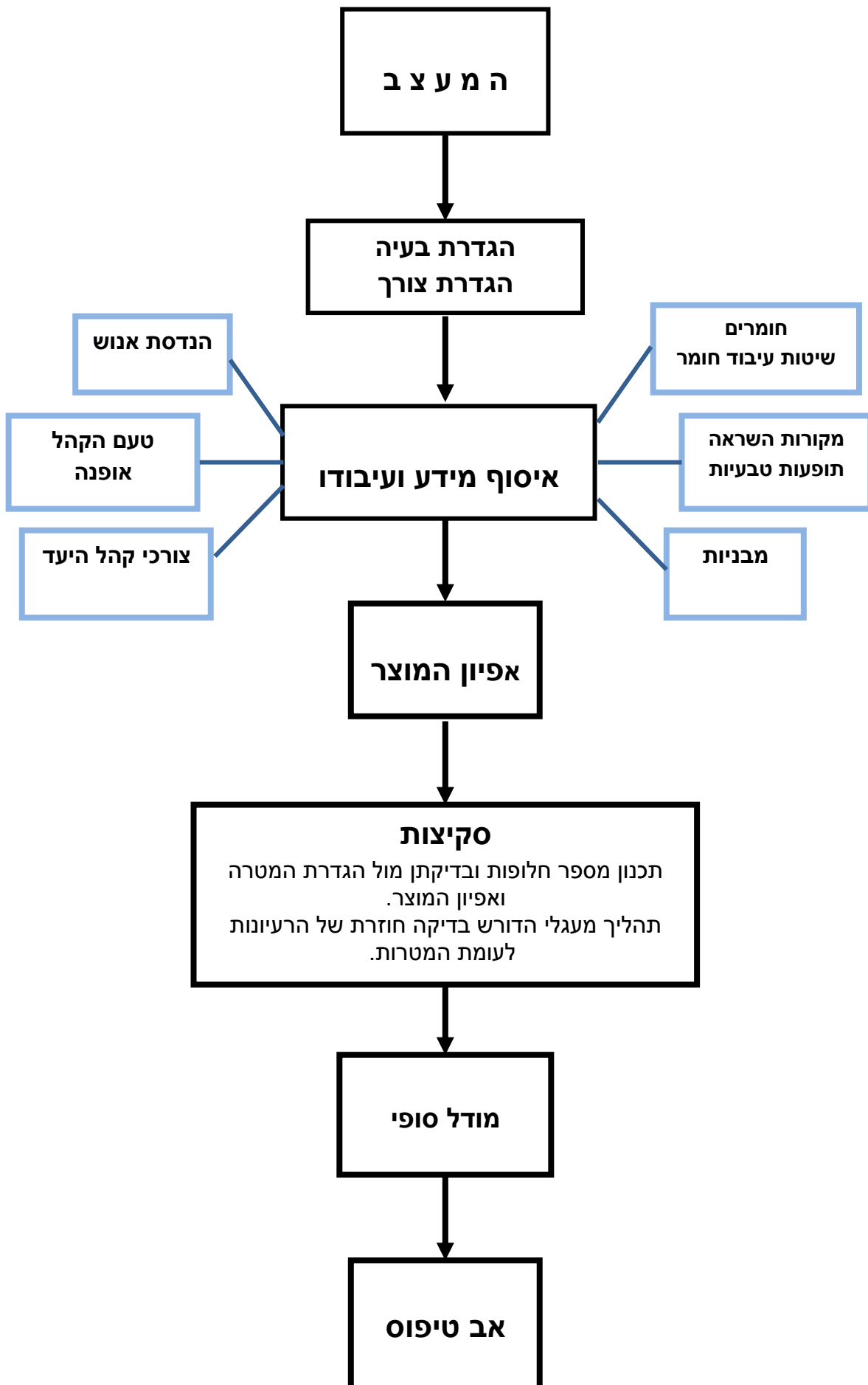
**שלב שני** - מחקר, איסוף מידע, נתונים ועיבודם.

**שלב שלישי** - גיבוש רעיונות, העלאת הרעיונות והמחשתם, ובחירת הרעיון הטוב ביותר.

בפרק זה נתייחס לנושאים הבאים:

1. שלבים בתהליך העיצוב
2. שיקולי המעצב בתהליך העיצוב
3. חומרים ותהליכים
4. הנדסת אנוש
5. עיצוב בר-קיימא
6. שיקולים המשפיעים על צריכת המוצר
7. ביקורת המוצר

## שליבים בתהליך העיצוב



## 2. שיקולי המעצב בתהליך העיצוב

בתהליך העיצוב עומדים בפני המעצב מספר שיקולים, המשפיעים על תכנון המוצר ועל עיצובו:

### שיקולים המבוססים על החומר ותהליך ייצורו:

המעצב צריך להכיר את תכונותיהם של החומרים ותהליך ייצורם כי הם משפיעים על קביעת העיצוב, צורתו של המוצר ועל טכנולוגיות הייצור שלו.

תהליך בחירת החומרים למוצר מתחיל מהגדרת הצורך (הבעיה), הגדרת אוכלוסיית היעד וכן תיאור התנאים שבהם ישתמשו במוצר.

### שיקולים טכנולוגיים:

בחירת הטכנולוגיות המתאימות לתפקוד המוצר ולאופיו.

בחירת טכנולוגיות ייצור המתאימות לחומר שממנו ייוצר המוצר ולכמויות הייצור.

### שיקולים של הנדסת אנוש :

לגורם האנושי חשיבות מיוחדת ככל שהשימוש במכשירים ובמכונות גובר, וככל שמפתחים מוצרים חדשים בהתאמה להתפתחות הטכנולוגית. על כן יש להתאים את המוצר למשתמש, ולבדוק את נוחיות השימוש מבחינת גודל, משקל, צורה.

### שיקולים כלכליים:

בדיקת עלות המוצר על-פי אופיו, גודלו, החומרים, אופן הייצור, תדמית, קהל היעד. קביעת מחיר המוצר לצרכן.

### שיקולים תרבותיים:

הכרת דפוסי התרבות של הקהל שלשמו מעצבים את המוצר: סמלים, מיתוסים, טקסים, אמונות, אידיאולוגיות, ידע וטכנולוגיות. בדיקת ההתנהגויות ואופני החשיבה המשותפים, ובדיקת הנורמות והערכים. לכל אלה יש חשיבות בהתאמת אופיו של המוצר לקהל יעד.

### שיקולים אסתטיים:

- התאמת האיכויות האסתטיות לאופיו של המוצר
- התאמת הפרופורציות של המוצר לאופיו ולתפקודו
- היחסים בין חלקי המוצר – צורה – צבע
- בחירת מרקם נעים ותואם לשימוש
- בחירת צבעוניות שתומכת במוצר

### שיקולים אקולוגיים:

איכות הסביבה היא תחום דעת ויישום העוסק ביחסי הגומלין בין האדם לבין הסביבה הטבעית והסביבה שאותה הוא יוצר. המעצב מהווה גשר בין צרכיו של האדם, בין התרבות שלו ובין אקולוגיה. המעצב הוא האדם המקצועי המעורה בכל שלבי הפיתוח, העיצוב והתכנון של המוצר. על כן יש לו השפעה על בחירת החומר, על בחירת תהליך הייצור, על צורת השימוש במוצר ועל אופן סילוקו. ההחלטות לגבי נושאים אלו

יגדירו את השפעתו של המוצר על הסביבה. לכן חשוב שהמעצב ירחיב את הידע שלו בנושא תכנון ועיצוב בהקשר לאיכות הסביבה.

### 3. חומרים ותהליכים

על המעצב לתכנן מוצר תוך שימוש בחומר הניתן לעיבוד בטכנולוגיה קיימת. המעצב אמור לשאול שאלות אשר יובילו לתהליך פיתוח מוצר נטול הפתעות ככל האפשר.

#### מה הקשר בין טכנולוגיית עיבוד חומרים ובין עיצוב?

הטכנולוגיה היא תחום רחב, המתחדש ומשתנה כל הזמן. נשאלת השאלה מהו הידע הטכנולוגי הדרוש לנו בתהליך העיצוב?

הידע מתחלק בין שלושה תחומי מקצוע שונים: הנדסה, עיצוב וייצור.

ידע כמותי מאפשר למהנדסים לחשב גדלים, עוביים וחוזקים כדי להיערך לכוחות, למאמצים ולעומסים שיופעלו על המוצר. אנשי תעשייה וטכנאים מכירים טכנולוגיות ושיטות ייצור. הם יודעים כיצד לייצר את המוצר במפעל שלהם, תוך התייחסות למגבלות הייחודיות של כל שלב בתהליך הייצור (למשל, עובי הפח שניתן לכופף, יכולת העמידות של הצבע, וכדומה). אנשים אלו יתנו את המידע הנוגע למגבלות שמציבה הטכנולוגיה המסוימת על המוצר ואילו המעצבים צריכים לתווך בין מגוון החומרים והתהליכים הקיימים ולבחור את אלו המתאימים כדי להוציא מן הכוח אל הפועל את חזונם.

### להרחבה, ראה : נספח פרק ה

#### בתהליך עיצוב המוצר נבחן את הנושאים הבאים:

##### 3.1 הכרת חומרים שונים ותהליכי עיבודם:

- חומרי גלם מסורתיים וחדשים (שימור, חיקוי, חידוש)
- טכנולוגיות ייצור מסורתיות וחדשות (שיטות ייצור : יחידות בודדות: one off, סרט נע, ייצור המוני וייצור סדרתי).
- הכרת מרקמים (טקסטורות) של חומרים ואפשרויות השימוש בהם

##### 3.2 הקשר בין חומר ובין צורה:

- הכרת דרך ייצורן של צורות באמצעות חומרים שונים

##### 3.3 גורמים המשפיעים על הבחירה של חומר בתהליך העיצוב

###### 3.3.1 תכונות החומר

- בחינת תכונות החומר מול הדרישות הפונקציונאליות של המוצר: תכונות פיזיקליות, תכונות מכאניות, תכונות כימיות.

### 3.3.2 שיטות הייצור

### 3.3.3 עיצוב בר-קיימא

- התייחסות למחזור חייו של מוצר
- שימוש נבון בחומרי גלם
- צמצום הזיהום
- יכולת למחזר את המוצר

### 3.3.4 החומר כערך פסיכולוגי

- השפעת החומר על המראה והתחושה שהחומר משדר (חום - קור, רכות - קשיות, עידון - חספוס, עושר - עוני, נצחיות - ארעיות וכדומה)

## 4. הנדסת אנוש

### 4.1 מבוא - הנדסת אנוש מהי?

#### 4.1.1 רקע היסטורי

1. תחום הנדסת האנוש התפתח בתקופת מלחמת העולם השנייה, כאשר בשנת 1940 הממשלה הבריטית חייבה את הצבא הבריטי, בעיקר את הצי הימי, להשתמש בטכניקות שיטתיות לאופטימיזציה של טקטיקות צבאיות.
2. המטרה הייתה לשלב גישות רב-תחומיות בנושא אימון מגויסים חסרי ניסיון קודם בהפעלת ציוד. תוך כדי פיתוח שיטות האימון החדשות התגלו ליקויים רבים בנושא ממשק אדם-מכונה, שלא עלו לדיון קודם לכן, בגלל המסורות שהיו נהוגות בצי.
3. פסיכולוגים, רופאים, חוקרים ומהנדסים החלו לבדוק ולנתח את הבעיות שהתעוררו כתוצאה מהתפעול המורכב של ציוד הלחימה, ואת יעילות הלחימה של החיילים.
4. שיתוף הפעולה בין ממשלת בריטניה, בין הצבא הבריטי ובין בעלי מקצוע שעסקו בחקר הנדסת אנוש (רופאים, מהנדסים ופסיכולוגים) המשיך גם לאחר שהמלחמה הסתיימה. ההתעניינות בהנדסת אנוש התפשטה בקצב מהיר גם לשוק האזרחי ולתעשייה, בייחוד באירופה ובארצות הברית.
5. את המונח "ארגונומיה" טבע הפרופסור היוול מורל.
6. ב-1949 הוקמה בבריטניה אגודת הארגונומים הארצית. ב-1961 הוקם המוסד הבינלאומי לארגונומיה UPA. וכיום פעילות בו יותר מ-40 מדינות.

### 4.1.2 מהו תחום הנדסת אנוש?

הנדסת אנוש היא מדע העוסק בהתאמת סביבת התפעול למפעיל, וביחסי גומלין גופניים והתנהגותיים בין האדם, מקום עבודתו וסביבת חייו.

תחום הנדסת אנוש רואה באדם את המרכז, ושם לו למטרה ליצור סביב האדם את התנאים הפיזיולוגיים והתנאים הפסיכולוגיים המיטביים לטיפוח הרגשתו הטובה.

הנדסת אנוש שואפת ליצור סביבת עבודה שתפיק יעילות וניצול מקסימלי של כוח העבודה, תהיה קלה לשימוש (הפעלה פשוטה של סביבת העבודה), נוחה, בריאה ובטוחה, ותיצור סביבת עבודה אסתטית.

זהו מדע העוסק בחקר הממשק ויחסי הגומלין שבין האדם ובין הסביבה, המוצרים הטכנולוגיים וחלקים אחרים במערכת.

דוגמה לגורמים סביבתיים המשפיעים על הרגשת האדם, תפקודו ותפוקתו: רעש, תאורה, מזג אוויר, חומרים כימיים שבסביבה, ריהוט ומידותיו, גודל המרחב סביב האדם, "האווירה", סוג המשימה שעליו לבצע, תנוחת הישיבה/העמידה/ השכיבה.

המטרה של תחום הנדסת אנוש היא להביא לייעול ושיפור מוצרים וסביבות עבודה, על ידי התאמתם לנתונים פיזיים וקוגניטיביים של המשתמש. כל זאת מתוך גישה של שיפור בריאות המשתמש, בטיחות הפעולה ויעילות העבודה:

- **בריאות:** מניעת נזק מיידית ונזק מצטבר לטווח הארוך של דרישות העבודה מהעובד.
- **בטיחות:** מניעת נזקים מיידים לבריאות העובד, כתוצאה מתאונות עבודה ושימוש לא נכון במכשירים במקום העבודה. השקעה בבטיחות העובדים ובריאותם היא השקעה נכונה לכל טווח של זמן, מפני שלעובדים מרוצים יש מוטיבציה גבוהה לעבודה, ותפוקותיהם גבוהות.
- **יעילות:** שיפור אופן ביצוע העבודה כדי שהתפוקה תגדל, איכות הביצוע תעלה והמאמץ האנושי יקטן.

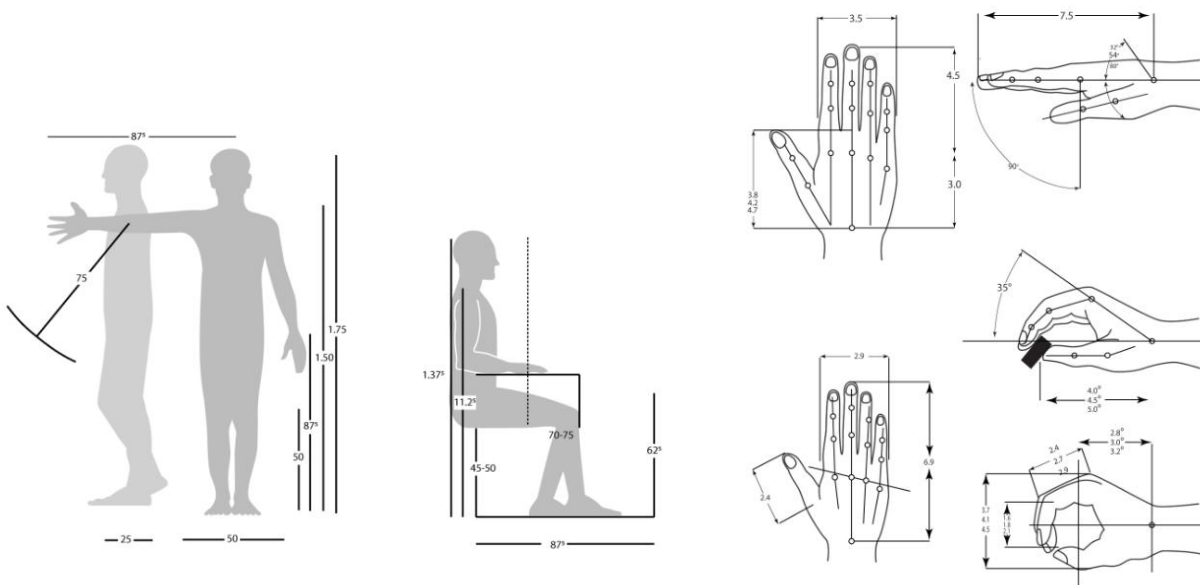
[קישור לסרטון המתאר תנוחה נכונה של הגוף בעבודה מול מחשב](http://www.youtube.com/watch?v=jbV5dGvJWyo)

<http://www.youtube.com/watch?v=jbV5dGvJWyo>

### 4.1.3 ארגונומיה מהי?

מקור השם ארגונומיה הוא יווני: ארגו = עבודה, נומוס = תורה, מדע, חוק האדם.

- **פיזיולוגיה:** עוסקת בתפקוד הביולוגי של גוף האדם, כגון היכולת הפיזית, צריכת האנרגיה, תפקודו, ותגובתו לעומס פיזיולוגי (למשל יכולת עמידה בטמפרטורות שונות או עומסי משקל שונים) ופסיכולוגי (למשל מצבי לחץ) - התייחסות למערכות השריר והשלד.
- **ביו-מכניקה:** דרישות עבודה וסיכונים הנגרמים מחזרות, רעידות, כוחות ותנחות של הגוף, הגורמות ללחץ ובעיות במערכת שרירי השלד.
- **אנטומיה:** המבנה הפיזי של גוף האדם, תנחות מערכת השריר והשלד.
- **אנתרופומטריה:** ממדי הגוף, אופני אחיזה, המרחב והמבנה של סביבות עבודה.

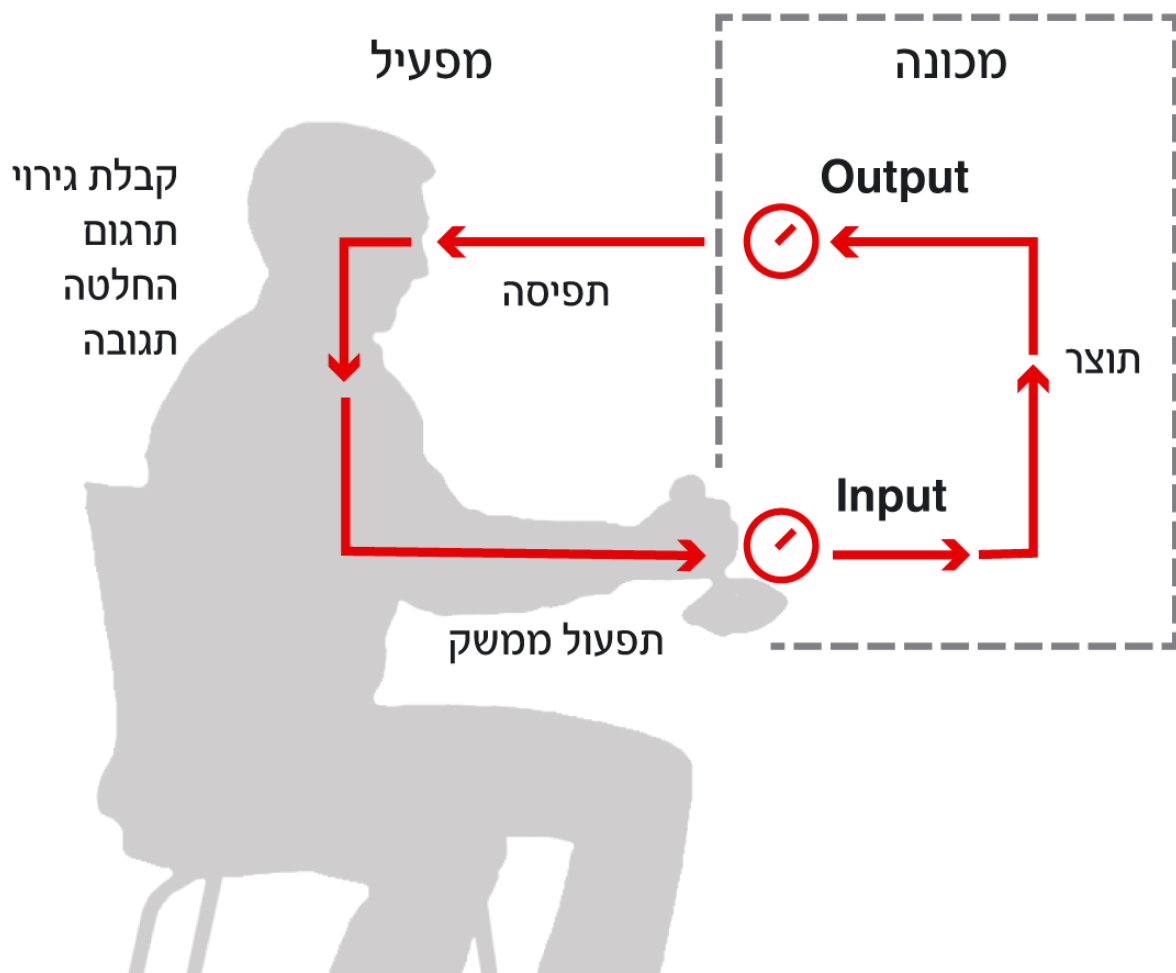


**לצפייה נוספת:**

מידות כף היד של גברים, נשים וילדים ואופני אחיזה  
 טבלת מידות מתוך הספר מידות האדם, גורמי אנוש בעיצוב, הנרי דרייפוס.

האתר <http://www.arch.mcgill.ca/prof/castro/arch304/winter2001/dander3/frame/Homepage8.htm>

הנדסה קוגניטיבית מתייחסת לתהליכים מחשבתיים כגון תפיסה, יכולת הבחנה, חלוקת קשב, בקרה, תשומת לב, מידת הדיוק בשליטה מוטורית, מהירות התגובה לגירויים, זיכרון ואחזור, תחושות במהלך ביצוע הפעולה והשפעתם על השילוב בין האדם ובין חלקים אחרים במערכת. לדוגמה: עומס עבודה נפשי, קבלת החלטות, ממשק אדם מחשב ואימון, טעות אנוש.





## 4.2 אפיון הממשק בין אדם למוצר

באפיון ממשק בין אדם למוצר יש להתייחס לגורמים הבאים:

### הנדסת אנוש - מחקר ואפיון ממשק



#### 4.2.1 אפיון המשתמש :

באפיון המשתמש יש להתחשב ב:

- **מין:** אישה או גבר
- **מידות:** גובה, משקל, מידות נטרופומטריות על פי חלקי הגוף הקשורים לפעולה.
- **גיל/דור:** יש הבדל בין משתמש צעיר ובין משתמש מבוגר, למשל בחדות הראייה ובחוזק גופני.
- **בריאות / מגבלות:** האם המשתמש נפגע בעבר, או יש לו מגבלה פיזית, משקפיים, עיוורון צבעים, נכות כלשהי, חוסר גמישות, כושר.
- **הרגלים:** כיצד המשתמש מבצע את העבודה כיום, כיצד הוא למד לבצע את העבודה.
- **תרבות/ מוצא אתני:** יכולים להשפיע על אופן העבודה, קצב, יחס, מורל או מוטיבציה.
- **ניסיון - סוגי משתמשים:**
- **משתמש מתחיל:** ללא ניסיון, פעמים ראשונות, ללא היכרות מוקדמת, ללא אימון מסודר, ללא ידע קודם.
- **משתמש מזדמן:** בעל ניסיון מועט, היכרות מוקדמת בסיסית, אימון אבל ברווחי זמן גדולים, ידע במערכות דומות.
- **משתמש מיומן:** בעל ניסיון רב ואינטנסיבי, עבר אימון מסודר וביצוע מידי, ידע במערכות דומות.

## 4.2.2 אפיון התפקיד:

ניתוח פונקציונלי של רצף הפונקציות (אירועים, החלטות, חילופי מידע) שיש לבצעם נכון כדי שהפעולה תושלם בהצלחה. המטרה של ניתוח התפקיד היא בחינה מסודרת של המערכת (ובכללה האדם) בעת ביצוע תפקיד נתון.

יש לבחון:

- מהות ומטרת התפקיד (מטלה) מבחינת המערכת וחלוקה לתת-תפקידים (תת-מטלות), כלומר האם מכל פעולה נובע צורך בפעולה נוספת או בחיווי.
- תיאור מפורט של האינטראקציה בין המשתמש ובין המערכת.
- מהות התפקיד מבחינת המשתמש - כיצד הוא משפיע או כיצד הוא מושפע.
- משך הביצוע של כל שלב בתפעול - האם יחידני או מחזורי.
- עקביות בפעולות, ביצוע כמה פעולות סימולטנית, אי-תלות.
- יכולת מרחבית לביצוע בו-זמני של פעילויות, וקיום קשר פונקציונלי עם מערכות אחרות.
- טעויות, תקלות ובעיות אופייניות בכל אחד משלבי הביצוע.

## 4.2.3 אפיון הסביבה:

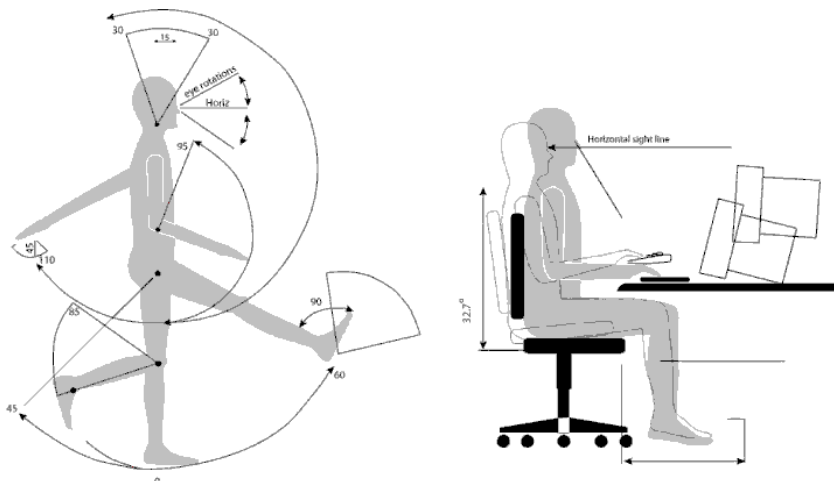
בנוסף למשתמש ולתפקיד שעליו לבצע, הנדסת אנוש מתייחסת להשפעת גורמים סביבתיים על המשתמש, כגון תאורה, קול, ריח, טמפרטורה, צבעוניות וצפיפות כמשפיעים על הפיזיולוגיה והפסיכולוגיה של האדם. 'סביבה' יכולה להיות מוגדרת כחלל אדריכלי, חדר, עמדת עבודה, ממשק אישי או ממשק מחשב דו-ממדי.

יש להתייחס למספר גורמים המשפיעים על אפיון סביבת המשתמש וביצוע הפעולה:

- **תאורה:** יש השפעה לעוצמת האור ולמידת הסנוור (ישיבה מול מסך מחשב והשתקפות אור שנכנס מחלון במסך, הכיוון שלו וצבעו) על תפקוד המשתמש, הן נקודתית והן לאורך זמן. לדוגמה, בעיצוב חללים למטרות שונות כמו משרד, ספרייה, מוזיאון וכדומה.
- **מעטפת ראייה:** מגדירה את גבולות תחום הראייה, ומכאן כתלות את הגדרת גודל האובייקט (גודל פונט, זיהוי כפתור חירום - פנורמי) ומרחק הצפייה של האדם במצבים שונים או בעת ביצוע פעולה מסוימת. קיימות הגדרות למעטפות ראייה בציר האופקי ובציר האנכי.
- **רעש:** הגדרה לעוצמת קול, תדירות השמעתו, חזרות, סוג וכדומה. למשל האם לתת חיווי בקול גברי או נשי למצבי חירום, מניעת חשיפה לרעש הנובע ממכונה אם הוא מתמשך או רגעי אך חוזר (מנוע, מכבש, פטיש אוויר, זמזום חלש). גם רעש בעוצמה נמוכה ולכאורה לא מורגש יכול לפתח תופעות לוואי פיזיולוגיות וקוגניטיביות, ובהן ירידה באיכות השמיעה, מתח שרירים, חוסר שקט ועומס מחשבתית.

• **מרקמים וצבע:** יש להתאים למשתמש את החומר, המרקם והצבע של חלקי מוצר. בחירת החומר או המרקם הנכון למגע ישפיעו ויקלו על אופן השימוש במוצר. צבע צריך להיות ברור, מתאים לתפקידו ובולט על פי הצורך. לדוגמה, סוגי לחצנים המיועדים לפעולות שונות יסומנו במרקם שונה ויהיו בצורות שונות, לחצן סגירה יהיה בדרך-כלל אדום ולחצן פתיחה יהיה בדרך-כלל ירוק, כפתור להוספה (+) יהיה לרוב קמור, וכפתור להפחתה (-) יהיה קעור.

• **מעטפת הגעה:** תחום יכולת ההגעה של המשתמש עם ידיו או רגליו לחלקים השונים של עמדת העבודה, בשעת ביצוע פעולה. המטרה היא מינימום מאמץ והתעייפות מינימלית של הגוף. דוגמאות: כאשר מרכיבים מוצר, היכן יש למקם את חלקי ההרכבה השונים בסביבת העבודה כך שהגישה אליהם תהיה מדויקת ומהירה; כיצד לייצר תא נהיגה שיתאים למשתמש שגובהו 1.50 או למשתמש שגובהו 1.95.



לצפייה נוספת:

שרטוט מידות מעטפת הגעה במצבים שונים מתוך הספר הנרי דרייפוס/ספר מידות האדם – מהאתר

<http://www.artformfunction.com/>

**נקודת ממשק:** נקודת המגע בין אברי האדם השונים, הרלוונטיים לחפץ מסוים, בעת ביצוע הפעולה. התאמה בנקודת המגע בין אברי האדם והחפץ המעוצב מהווה תנאי לשימוש נוח במכשיר ולהפעלה יעילה ובטוחה שלו. לדוגמה, כאשר מעצבים ידיות כלשהן יש להתייחס לכף היד של האדם. במקרה זה נקודת הממשק היא בין כף היד ובין ידית החפץ.

**הקשר בין האדם ובין המכונה הוא דו-סטרי:**

1. מהאדם למכונה:

- מתבצע בדרך כלל בעזרת אמצעי פיקוד שונים או חיישנים.
- רכיבים אלו מפיקים אותות פיקוד הגורמים לתחילתה של שרשרת פעולות המפעילות לבסוף את תת-המערכות השונות. בסופו של תהליך זה המערכת מפיקה את המוצא הרצוי.

## 2. מהמכונה לאדם:

מורכב בדרך כלל מאותות משוב המופנים לחלק מחמשת חושי האדם: חוש הראייה, חוש השמיעה, חוש המישוש.



בתמונה מוצג כספומט:  
גודל כפתורי התפעול הותאם לגודל אצבע של אדם מבוגר.  
הכפתורים הובדלו זה מזה באמצעות צבע.  
לביצוע פעולות שונות מתלווה צפצוף.  
כאשר משתמשים בכספומט מפעילים את חוש הראייה,  
חוש המישוש וחוש השמיעה.

## חיווי

תגובת הממשק לפעולת המשתמש - החיווי מאשר את הפעולה שעשה המשתמש, והוא מועבר לאדם באמצעות החושים – ראייה, שמיעה, ריח, מישוש, (טעם).

- **חיווי באמצעות חוש הראייה (חיווי ויזואלי):** נורית, הבהוב, שינוי צבע וכדומה. לדוגמה: כאשר עוברים בין דפי אינטרנט יופיע בר זמן או שעון חול לחיווי זמן ההמתנה עד לעלייתם של הדפים, נורית האור בהפעלת קומקום חשמלי, רמזור.
- **חיווי באמצעות חוש השמיעה (חיווי אודיטורי):** רעש, קליק, צפצוף, קצב החיווי וכדומה. לדוגמה, צפצוף כאשר מכונית או משאית נוסעות לאחור או מתקרבות למכשול; הצפצוף יגבר ככל שמתקרבים אל המכשול.
- **חיווי באמצעות חוש המישוש (חיווי טקטילי):** מרקם, צורה, טמפרטורה. לדוגמה: גודל הכפתורים של תנור בישול, או צורה וכיוון פתיחה של ידית דלת.



בתמונה מוצגת ידית של דלת כניסה לבית. בזמן השימוש אני רואה את הידית ומרגיש אותה באמצעות המרקם, הצורה והטמפרטורה של החומר.

- **חיווי באמצעות חוש הריח (חיווי אולפקטורי) (נדיר):** לדוגמה, כדי לזהות דליפת גז הוסיפו לגז ריח.
- **חיווי באמצעות חוש טעם:** לדוגמה, אם משהו מקולקל לאכילה, מוכנות של מאכל (קיים פחות בתכנון מוצרים ויותר בתעשיית המזון).

### 4.3 עקרונות בתכנון ממשק המשתמש

(סידור וארגון כפתורים, ידיות ואמצעים אחרים לביצוע הפעולות השונות במהלך העבודה)

1. **חשיבות:** יש לסדר את חלקי התפעול על פי החשיבות הפונקציונלית שלהם מתוך ניתוח תפקידם. אם אמצעי מסוים (כפתור, ידית וכדומה) הכרחי להצלחת המערכת כולה, אזי יש למקמו באזור הנוח ביותר והמייד להגעה.
2. **ממשק המשתמש כספק מידע אמין. תפעול עיוור/ תפעול נראה:** האם ניתן לבצע את הפעולה ללא קשר עין עם הכפתור וקבלת חיווי באמצעות חוש המישוש או חוש השמיעה בלבד? האם יש צורך בחיווי באמצעות חוש הראייה של מצב הכפתור לאישור הפעולה, למשל מתג או לחצן מצבים.
3. **התאמה פונקציונלית, מספר אביזרי הפיקוד צריך להיות קטן ככל האפשר:** יש למקם יחד אביזרים, כלים וכפתורים בעלי מטרה פונקציונלית משותפת. אין למקם יחד אביזרים שאין להם מטרה פונקציונלית משותפת. לדוגמה, לא כדאי למקם ביחד את מתג האיתות ואת מתג המגבים ברכב, כי אז נהגים יתבלבלו, ובמקום לאותת יפעילו את המגבים.
4. **תדירות השימוש:** מרכיבים שמשמשים בהם בתדירות גבוהה, יש למקם קרוב יותר למשתמש.
5. **הגישה לאמצעי הפיקוד צריכה להיות פשוטה וקלה. מעטפת הגעה:** על פי הגדרות החשיבות יש למקם את הכפתורים לתפעול שכיח או נדיר כחלק מאפיון התפקיד.
6. **המראה החיצוני של אמצעי פיקוד מלמד בדרך כלל על תפקודם.**
7. **התאמה ודמיון לממשקים דומים, סדר הפעולות:** סידור המכשירים ייעשה במידת האפשר על פי סדר הפעלתם בתוך רצף התפעול, בהתחשב בחלוקה בין יד ימין ובין יד שמאל.
8. **חומרים:** התאמת חומרים לאופי המוצר ולסביבתו. ידית רכה לתפעול עדין, גומי לתפעול בסביבה רטובה וכדומה.

## סיכום

- האדם יוצר לעצמו מכשירים ומשתמש בהם לצרכיו. המאמץ של יצירת כלים והשימוש בהם הוא אחד המאפיינים של הציביליזציה.
- הנדסת גורמי אנוש: זהו מקצוע שמיישם את התיאוריה, העקרונות, המידע והשיטות לעיצוב כדי לשפר את תחושת האדם ואת ביצועי המערכת.
- הנדסת גורמי אנוש תורמת לעיצוב ופיתוח של משימות, עבודות, מוצרים, סביבות ומערכות, כדי שיהיו תואמים ונגישים יותר לצרכי המשתמשים, בהתאם ליכולותיהם, מגבלותיהם וצרכיהם.
- התפקיד של מהנדס האנוש הוא לתווך בין המהנדסים והמעצבים ובין המשתמשים. מהנדס האנוש מדגיש את התחומים שבהם ידע ארגונומי וקוגניטיבי, מספק קווים מנחים בנושא, ומייעץ למעצבים, למהנדסים ולעובדים.
- הנדסת גורמי אנוש היא התחום המגשר בין הטכנולוגיה ובין האדם המשתמש בה. מדע זה מנסה להפוך את הטכנולוגיה לזמינה יותר ומותאמת לשימוש בצורה קלה, נוחה ובטוחה.
- הצרכן יודע להעריך כלי עבודה או מכשיר טוב, ומוכן לשלם יותר בעבור מכשיר כזה.

## נספח

### מושגים בהנדסת אנוש

- הנדסת אנוש/ הנדסת גורמי אנוש
- [ יופיע בספרות גם כ) HFE (Human Factors Engineering), HFD (Human Factors Design)]
- Interface - ממשק, ממשק, חיבור, שילוב, מעבר, ממסר, מקשר, קשר, מחבר, מתאם, אלמנט לתפעול/ משטח פעולה
- [יופיע בספרות בהקשרים גם של-) HMI (Human Machine interface), MMI (Man Machine Interface), Interface)
- [ HCI (Human Computer Interaction), GUI (Graphical User Interface)]

## 5. עיצוב בר קיימא



להרחבה:

מומלץ לקרוא: תפיסת הקיימות בעיצוב אמנות ואדריכלות

אתר המגמה <http://www.amalnet.k12.il/Sustainability/TopMenu/>

אתר המשרד להגנת הסביבה [www.sviva.gov.il](http://www.sviva.gov.il)

### מבוא

ויקטור פפנק טען כי אחריות המעצב בתכנון ועיצוב מוצרים היא גם אחריות מוסרית. מחויבותו של המעצב היא לסביבה ולמשאבי הטבע, לאוכלוסיות הנזקקות, העניות ומוכות הרעב, ולאוכלוסיות בני תרבויות שונות. הראייה האקולוגית של המעצב בתהליך העיצוב היא חלק חשוב מהכישורים שלו.

תפקיד המעצב הוא לשפר את איכות החיים של האדם והחברה, ולקחת אחריות על תהליך זה. המעצב מעורה בכל השלבים שהמוצר עובר – עיצוב ותכנון, ייצור, צורת השימוש במוצר. לכן הוא יכול להשפיע על כל שלב, ולחולל שינוי בכל שלב ושלב.

### אוכלוסיות בעלות צרכים מיוחדים:

אוכלוסיית האנשים עם מוגבלות נחלקת ל: נכים המרותקים לכיסאות גלגלים, מוגבלי הליכה, לקווי ראייה ועיוורים, לקווי שמיעה וחרשים. אוכלוסייה זו מונה כ- 10% מתושבי ישראל, ובעולם כולו אחוז הנכים דומה.

בנוסף, אוכלוסיית הקשישים (אנשים שגילם מעל 65) מוגדרת כאוכלוסייה בעלת צרכים מיוחדים. אחוז הקשישים בישראל עומד על 10% בקירוב.

נתון זה מגדיל משמעותית את מספר האנשים בעלי צרכים מיוחדים.

<http://www.amalnet.k12.il/Sustainability/TopMenu/> - הרחבה באתר המגמה

### אקולוגיה:

המושג אקולוגיה בא מהמילים היווניות Oikos – בית ו- Logos – תורה.

האקולוגיה עוסקת במערכות היחסים שבין הסביבה לבין היצורים החיים בה – בני אדם, בעלי חיים וצמחים. בנוסף, האקולוגיה מתעמקת בהשפעת הגומלין שיש למרחב המחיה ולדייריו אלו על אלו.

<http://www.amalnet.k12.il/Sustainability/TopMenu/> - הרחבה באתר המגמה

### קיימות:

קיימות - מונח שקבעה האקדמיה ללשון העברית כترגום למילה "sustainability", ומשמעותו יכולת להתקיים, לשרוד לאורך זמן ממושך. קיימות חותרת לפיתוח המתחשב ברמת הרווחה ובמרחב האפשרויות של הדורות הבאים, שיאפשר להם לזכות במשאבי הסביבה וערכי הטבע העומדים כיום לרשותנו. קיימות גורסת כי יש להתייחס לפיתוח בראייה רחבה מבחינת טווח הזמן, המרחב והאוכלוסייה המושפעת.

## עיצוב מקיים:

משמעותו של המושג היא בגדר מהפכה בשדה העיצוב, והוא גם נקשר למונח "עיצוב אקו אפקטיבי". על פי תפיסת העיצוב המקיים, בתהליך העיצוב ובשיקוליהם המעצבים חייבים להביא בחשבון את העקרונות הבאים: שוויון במובן של צדק חברתי, כלכלה ואקולוגיה. כך, כל המוצרים והחומרים המיוצרים בתעשייה חייבים להזין משהו חדש לאחר השלמת מחזור חייהם. עמידה בכל העקרונות הללו הופכת את התוצר המעוצב לתוצר אופטימלי, שמסייע לשפר את איכות החיים והסביבה של אוכלוסיות חלשות ותורם לצמצום טביעת הרגל האקולוגית של העולם כולו.

תפיסת העיצוב המקיים מתייחסת לכל ענפי העיצוב, החל מחפצים קטנים (כלים ומכשירים לשימוש אישי או ביתי) ועד לעיצוב מבנים, ערים או שטחים פתוחים כמו פארקים ושמורות טבע. העיצוב המקיים הוא תגובה למשבר הסביבתי והחברתי העולמי, כלומר הגידול המהיר של האנושות ושל הייצור הפוגעים במשאבים הטבעיים של כדור הארץ, והפער החברתי והכלכלי הנוצר בין תושבי העולם השלישי לבין תושבי העולם המפותח.

<http://www.amalnet.k12.il/Sustainability/TopMenu/> - **הרחבה באתר המגמה**

## טביעת רגל אקולוגית:

טביעת רגל אקולוגית היא מדד המגדיר את כלל שטח המחיה שלו זקוק אדם. במאמר "המחיר שמשלמת החברה הצרכנית, טביעת הרגל האקולוגית" מסבירה ד"ר ליה אטינגר כי כל אדם, גם אם הוא אינו יוצא מביתו, זקוק למזון, לאנרגיה, למוצרי צריכה ולשירותי פינני וטיפול בפסולת. כדי לספק לו את כל השירותים הללו דרושים שטחים, שאת גודלם ניתן לחשב. גודל השטח הנדרש לאדם כדי לספק את רמת החיים שהוא צורך הוא "טביעת הרגל האקולוגית שלו". טביעת רגל זו כוללת שטח החורג ממקום שטח מגוריו ומגודלו. חישוב גודל טביעת הרגל האקולוגית, או השטח הנדרש לאדם לקיים את רמת חייו, מתבסס על חישוב המעריך את כמות המשאבים שהאדם צורך ואת כמות הפסולת שהוא מייצר, וממיר אותם ליחידות של שטח.

<http://www.amalnet.k12.il/Sustainability/TopMenu/> - **הרחבה באתר המגמה**

## מיחזור Recycle:

מיחזור הוא הוצאת פריטים וחומרי פסולת מתוך מאגרי האשפה המוטמנת או הנשרפת, באמצעות הפרדה ומיון, שבמהלכם מעבדים אותם לחומרי גלם, שמהם מייצרים מוצרים חדשים, חפצים או חומרים חדשים. כדי למחזר ביעילות רבה ובשיעור גבוה יותר חייבים להתקיים כמה תנאים: ראשית, יש להקים תשתית ולהעניק תמריצים כדי שהציבור יוכל להפריד כדרך שגרה את האשפה לסוגיה השונים, כגון: פסולת אורגנית (רטובה), מוצרי פלסטיק, זכוכית, נייר וכדומה. שנית, יש להקים מפעלי מיחזור מסודרים, ושלישית יש להיערך להעברת הפסולת הממוינת למפעלי המיחזור. מעבר לתהליך החינוכי העמוק שאותו צריך הציבור לעבור, קיימים היבטים כלכליים לא מבוטלים המעכבים את הטמעת המיחזור בעולם.

<http://www.amalnet.k12.il/Sustainability/TopMenu/> - **הרחבה באתר המגמה**

## שימוש חוזר/ שימוש נוסף REUSE:

שימוש חוזר הוא שימוש רב-פעמי ולאורך זמן באותו המוצר לשם אותו הייעוד או לייעוד מעט שונה. לדוגמה, מכלי זכוכית או קרמיקה או מכלים מפלסטיק לאחסנת מזון. את השימוש החוזר עושים פרטים ללא התערבות של תהליכים הצורכים אנרגיה, ולפעמים מלווים בזיהום נוסף כמו הליכי המיחזור, ההופכים חומרים ומוצרים לחומרי גלם המיועדים לייצור מוצרים חדשים. ניתן להגדיר כשימוש חוזר גם פעולות עיצוב של חידוש מוצרים בהתערבות קלה של פעולות הרכבה וחיתוך, שאינן דורשות שימוש באנרגיה בקנה מידה תעשייתי, למשל, הפיכתם של בקבוקי פלסטיק למנורות מפוארות, חוטי טקסטיל לציפויי רהיטי גן משומשים וכדומה. מבחינה כלכלית ומבחינה סביבתית השימוש החוזר נחשב לעדיף על פעולות המיחזור, ובמיוחד אם נוקטים גם בתהליך של צמצום הצריכה.



<http://www.amalnet.k12.il/Sustainability/TopMenu/> - **הרחבה באתר המגמה**

### **צמצום הצריכה – Reduce:**

ב"צמצום הצריכה" הכוונה לצמצום צריכת מוצרים, חומרים ואנרגיה על ידי פרטים, גופים ציבוריים וחברות עסקיות, בעולם המפותח והשבע ממוצרים הנצרכים ללא חשבון ומושלכים לאחר שימוש חד-פעמי. הימנעות מצריכת מוצרים מיותרים, שימוש חוזר במוצרים, העדפה של תיקון מוצרים על פני השלכתם וקניית חדשים והעדפת קנייה של מוצרים עמידים שניתן להשתמש בהם זמן רב. למשל, צריכה חסכונית של אנרגיה, צריכה חסכונית בשימוש בחשמל, ונסיעה בתחבורה ציבורית ולא ברכב פרטי.

<http://www.amalnet.k12.il/Sustainability/TopMenu/> - **הרחבה באתר המגמה**

### **אנרגיה מתחדשת – אנרגיה ירוקה:**

אנרגיה מתחדשת היא אנרגיה המופקת ממקור מתחדש אשר אינו מתכלה בזמן סביר. דוגמאות למקורות אנרגיה מתחדשת הן: קרינת השמש, גאות ושפל, גלי ים, רוח.

<http://www.sviva.gov.il/bin/en.jsp> - **הרחבה באתר המשרד להגנת הסביבה**

## **מושגים נוספים**

### **Life Cycle Analysis/Assessment: הערכה וניתוח של מחזור חיים LCA**

תהליכי ניתוח והערכה של הנטל והנזק הסביבתי שגורמים ייצור מוצר ושימוש בו, תהליכי עיבוד חומרים, הפקת שירותים ושימוש בהם או כל פעילות אנושית אחרת. הנזק הסביבתי שלהם נמדד ומחושב באמצעות פרמטרים של איתור השימוש באנרגיה ותוצאותיו בכמות ובחומרת זיהום, שימוש בחומרי גלם, אופני שימוש במוצר ובשירות, אופי וכמות הפסולת המשתחררת לסביבה. בתהליכי ניתוח והערכה אלה נבדקים השפעות המוצר, השירות או ההשפעה על הסביבה לאורך מחזור חייהם, החל מתהליכי הייצור, ההפקה, ההפצה, דרך שימוש בפסולת והשלכת הפסולת לאחר השימוש ועד לסיום מחזור חיי המוצר, השירות או הפעילות. במילים אחרות, הנזק לסביבה נאמד בשיעור פליטת גזי חממה, חומרים רעילים הגורמים לנזקים בריאותיים לאדם ולעלייה ברמת טביעת הרגל האקולוגית כתוצאה ממוצר, שירות או פעילות נתונים. תהליכי הניתוח וההערכה האלה נועדו לשפר את תהליכי הייצור, השימוש וההתנהלות למען שיפור איכות הסביבה. תהליכים אלה מוצעים לחברות עסקיות, למפעלי תעשייה, לארגונים ממשלתיים וחוף-ממשלתיים וגם למעצבים, כחלק משיפור תהליכי העיצוב בתפיסה של קיימות. הכוונה היא ליצור תקנים ואמות מידה להשוואת הביצועים הסביבתיים בין מוצרים ושירותים דומים, ולהציע לבחירה את אלה המצמצמים את הנזק הסביבתי.

<http://www.amalnet.k12.il/Sustainability/TopMenu/> - **הרחבה באתר המגמה**

### **חיסכון במשאבים:**

חיסכון מרבי בצריכת משאבים (קרקע, מים, אויר, מגוון ביולוגי) תוך שימת דגש על משאבים מתכלים ומשאבים במחסור.

### **מהעריסה לקבר:**

מושג המתאר את הגישה הנובעת מהמהפכה התעשייתית של המאה ה-19. הכוונה היא לשימוש במשאבי הטבע לצורכי תעשייה וקידום המין האנושי. לאחר השימוש התוצרים מושמדים, ולא ניתן לעשות בהם שימוש חוזר. גישה זו מביאה לדלדול במשאבי כדור הארץ, ובטווח הארוך להרס הטבע. במאה ה-19 נחשבו המשאבים הטבעיים לבלתי נדלים, ועל כן אנשי התקופה לא נתנו את הדעת להרס הסביבה הנובע מהשימוש הבלתי מבוקר בהם.

<http://www.amalnet.k12.il/Sustainability/TopMenu/> - **הרחבה באתר המגמה**

### **מהעריסה לעריסה:**

מושג המתאר את הגישה העומדת בבסיס "המהפכה התעשייתית הבאה". הרעיון המטיף לתעשייה הממחזרת את עצמה ואת חומרי הגלם שלה נקרא "אקו אפקטיביות". הכוונה היא הזנה חוזרת של שתי המערכות העיקריות בתהליך – הטבע והתעשייה. חומרי הגלם בכל מוצר יופרדו לחומרים טבעיים ולחומרים אנאורגניים, ובתהליך הפירוק יוחזרו להזין את המערכות שמהן הם באו.

<http://www.amalnet.k12.il/Sustainability/TopMenu/> - **הרחבה באתר המגמה**

### **נגישות בסביבה האורבנית:**

המושג "נגישות" נגזר מהמושג "גישה". אנו נעים ממקום למקום כדי שתהיה לנו גישה למקומות, לאירועים, לפעילויות ולאנשים. התכנון האורבני צריך להתחשב ביכולת התנועה של האדם, ולעודד שימוש בכלי רכב לא מזהמים, כמו אופניים.

### **פיתוח בר-קיימא - (Sustainable Development):**

שמירה על האיזון הטבעי של העולם על ידי בדיקת יחסי הגומלין בין הפיתוח הכלכלי ובין שמירת המשאבים הטבעיים. זהו פיתוח מתוכנן אשר אינו יוצר בסביבתו מפגעים בלתי הפיכים. פיתוח בר-קיימא הוא פיתוח הנפגש עם הצרכים של ההווה בלי לסכן את היכולת של דור העתיד לפגוש את צרכיו.

(World Commission on Environment and Development, 1987)

### **עיצוב ירוק:**

מושג הכלול בתוך המונח עיצוב מקיים (Sustainable Design), והמתייחס בראש ובראשונה לעיצוב מוצרים העוזר לשמר את איכות הסביבה. על המוצר להיות עשוי מחומרים שאינם פוגעים בסביבה, ועליו להתייחס בעיצובו לתפקידו אך גם לסביבתו המיידית ולחומרים הטבעיים שמהם הוא נוצר.

<http://www.amalnet.k12.il/Sustainability/TopMenu/> - **הרחבה באתר המגמה**

### **צמצום מפגעים:**

את הפגיעה בסביבה יש לצמצם או לבטל במקור, על ידי פנייה לתהליכי ייצור שאינם יוצרים את הפסולות, להבדיל מפתרונות של "קצה הצינור" (יצירת פסולת ואחר כך התמודדות עמה).

## "תו תקן ירוק":

תו ירוק שמעניקים המשרד לאיכות הסביבה ומכון התקנים הישראלי למוצרים שפגיעתם בסביבה פחותה ביחס למוצרים אחרים בעל ייעוד זהה. עידוד מפעלים לקבלת "תו תקן ירוק" למוצריהם מגביר את הדרישה ל"צרכנות ירוקה" לתועלת היצרנים, הקונים והסביבה, במקביל ליתרון שיווקי-תדמיתי בעבור המפעל ולפתיחת שווקים בינלאומיים בחו"ל, הדורשים עמידה בקריטריונים מחמירים של איכות סביבה.

## 6. שיקולים המשפיעים על צריכת המוצר

ב סעיף זה יצינו השיקולים המשפיעים על הצרכן - קהל היעד, בצריכת המוצר.

### 6.1 צרכים:

- שינוי בצרכים

### 6.2 אפשרויות תפעול ושימוש במוצר:

- שימושיות (פונקציונליות)

- נוחות הפעלה

- דרישות תחזוקה

- בטיחות

### 6.3 הנדסת אנוש:

- נתונים פיזיולוגיים ואנטומיים של המשתמש

- התאמה לנתונים קוגניטיביים של המשתמש

- בטיחות

- בריאות

- יעילות

### 6.4 איכויות אסתטיות

### 6.5 גורמים של אופנה ומעמד חברתי:

- מוניטין ויוקרה

- לחץ חברתי

### 6.6 קיימות:

- יכולת למחזר את המוצר או להפריד ולמיין פסולת לקראת מיחזור (RESICLE)

- שימוש רב פעמי ולאורך זמן (REUSE)

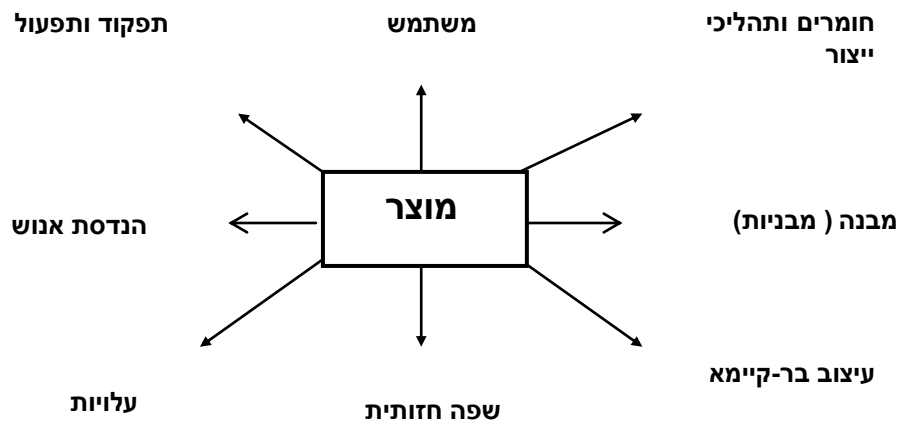
- יכולת לפרק ולתקן את המוצר

- צמצום וחיסכון במשאבים, למשל בחומרים ובאנרגיה (REDUCE) בתהליך השימוש

## 7. ביקורת המוצר

העיצוב הוא מכלול של שפות צורניות, חומריות וטכנולוגיות, שבאמצעותן מנסים לענות על צרכים אנושיים ולפתור בעיות. כל מוצר נוצר בהקשר מסוים, וכדי לבחון אותו לא ניתן לנתקו מהסביבה הטבעית, מההקשרים התרבותיים-חברתיים שבהם הוא נוצר ומהתפקיד שהוא נועד למלא.

ביקורת על מוצר צריכה להביא בחשבון אמות-מידה איכותיות ושיפוטיות, הכוללות מרכיבים מהתחומים המובאים בתרשים שלהלן, המשפיעים גם על שיקולי הדעת של המעצב בתהליך העיצוב.



**ביקורת המוצר תעשה תוך התייחסות לסעיפים הבאים:**  
(מומלץ להביא לכיתה מוצרים מוכרים לתלמידים).

### 7.1 התאמת המוצר למשתמש

### 7.2 התאמת תכונות החומר למוצר

- התאמה של חומרים וטכנולוגיות
- רמת גימור של המוצר

### 7.3 מבניות:

- מבנה (קונסטרוקציה)
- מחברים וצורות חיבור של חלקי המוצר
- תפקיד החומר ביציבות המוצר (עמידות בפני לחצים, עומסים ומתחים)

### 7.4 תפקוד ותפעול:

- קשר בין צורת המוצר לתפקיד: form follows function

- 7.5 עיצוב בר-קיימא (איכות הסביבה):**
- שימוש בחומרים ידידותיים לסביבה ובחומרים שניתנים למיחזור או לשימוש מחדש
  - צמצום במשאבים
  - שימוש בתהליכי ייצור מצמצמי זיהום
  - התייחסות לאורך חיינו של מוצר, יכולת לתקן מוצר או לעשות שימוש מחדש בחלקיו
  - יכולת למחזר את המוצר
  - שימוש באנרגיה מתחדשת

- 7.6 שפה חזותית:**
- איכויות אסתטיות
  - אמצעים ויזואליים להעברת מסרים (האנשה, שימוש בהומור וכדומה)
  - היחסים בין חלקי המוצר-צורה-צבע

**7.7 הנדסת אנוש**

**7.8 עלויות**

עלות המוצר לצרכן  
עלות תחזוקה ותפעול

**דיון בכיתה**

בתהליך ההוראה של פרק ה, מומלץ לאפשר לתלמידים להתבונן במוצרים ולנתח אותם. רצוי לבחור מוצרים דו-ממדיים ותלת-ממדיים המוכרים לתלמידים. למשל: מכשיר טלפון סלולרי, מחשב נייד ומחשב נייד, מגהץ, מייבש שיער, אופניים, אריזות שונות, משחקים, אתרי אינטרנט, מכונה לקניית כרטיסי קולנוע, כספומט, פרסומת בעיתון, שילוט חוצות, ועוד.

**מומלץ לדון עם התלמידים בשלושה תחומים:**

- א. אלו רגשות המוצר מעורר אצל המשתמש?
- ב. באיזה אופן יש קשר בין צורת המוצר לתפקידו? **form follow function** במוצרים המעוצבים כחלק מתקשורת חזותית: הדיון יעסוק בקשר שבין תוכן ובין צורה.
- ג. אילו דרישות ושיקולים השפיעו על עיצוב המוצר?