

שיקולי כלכלה מעגלית

בתעשיית התאורה

מבוסס על מסמך

CIBSE TM66:2021

יואב אבינור –

סמנכ"ל הנדסה ופיתוח געש תאורה



- הבנה מלאה של תכנון קיימות צריכה לכלול ניתוח של תשומות האנרגיה והחומרים במחזור החיים של מוצרים "מעריסה עד לקבר" (ועדיף "מעריסה לעריסה") וכיצד למזער את השפעתם על הסביבה.
- מאפייני הכלכלה המעגלית הינם:
 - הגדלת יעילות הניצול של משאבים – הן בתהליך הייצור והן במהלך השימוש במוצר
 - הקטנת הפסולת והזיהום – הן בתהליך הייצור, הן במהלך השימוש והן בסוף חייו של המוצר
 - השארת מוצרים וחומרים בשימוש
 - התייחסות למשאבים במחסור ושיקום מערכות טבעיות
- ההתמקדות בשיפור היעילות האנרגטית של מערכות תאורה הינה היבט צר בלבד של קיימות מערכות התאורה.

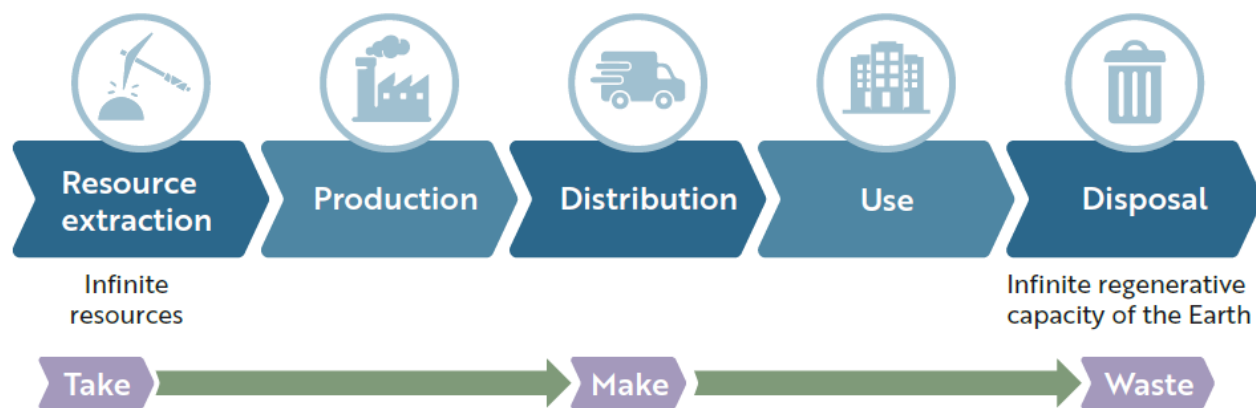
כשלי טכנולוגיית הלד

מהפכת הלד תרמה משמעותית להפחתת צריכות האנרגיה אך יצרה כשלים חדשים:

1. גופי תאורה שכמעט או כלל אינם ניתנים לתחזוקה.
גוף התאורה הממוצע צפוי לעבוד כ 6 עד 12 שנים בלבד עד להחלפתו, כתלות באופי הפעלתו ובהנחה שאורך חייו האפקטיבי הינו 50,000 שעות עבודה.
נתון אורך החיים האפקטיבי עולה עם הזמן אך תלוי במידה רבה מאד באיכות הציוד.
2. קצב הפיתוח הטכנולוגי קיצר דרמטית את מחזור חיי המוצר והשגת חילוף לגוף תאורה שיוצר לפני מספר שנים הופכת להיות משימה מאתגרת.
3. בכלכלה מוטת מחיר גדל מיקור החוץ וייצור של רכיבים ואף מערכות שלמות עובר למדינות שכלכלתן מתבססת על הפקת חשמל מדלקים מזהמים ופליטות מזהמים נוספות נוצרות בתהליכי השינוע הימי והאווירי.

כלכלה לינארית – המודל הקלאסי של התעשייה

- קח – ניצול משאבים מתוך האדמה
- עשה – ייצור גופי תאורה והתקנתם
- השתמש
- זרוק – נפח נמוך יחסית של חומרים ממוחזר והרוב מוטמן



כלכלה לינארית מול מחזור ומול כלכלה מעגלית

LINEAR



RECYCLING



CIRCULAR



- כשלי הנחות הכלכלה הלינארית:

- המשאבים בלתי מוגבלים

- יכולת בלתי מוגבלת ליצירה מחדש בפועל פסולת נשאר פסולת

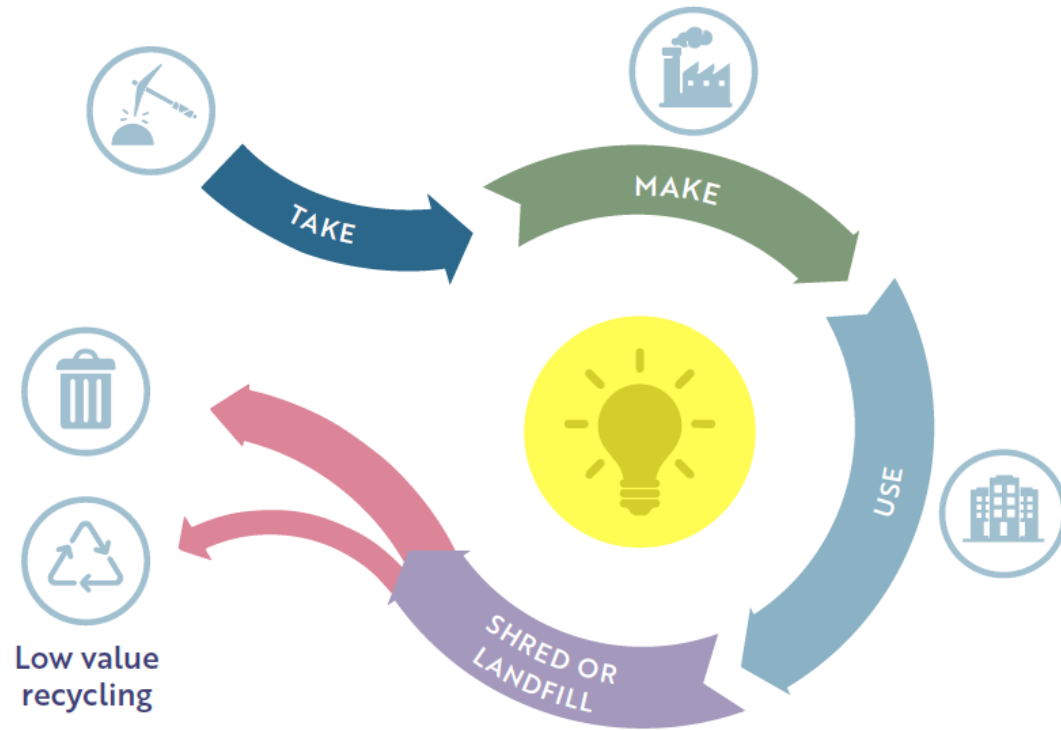
- כלכלת מיחזור: קח, עשה, השתמש, **מחזר**

- בפועל אנחנו רק מעטים את הקצב שבו החומרים יגיעו בסופו של דבר להטמנה

- בכלכלת מיחזור גופי תאורה יגרטו במקרה הטוב לצורך שימוש

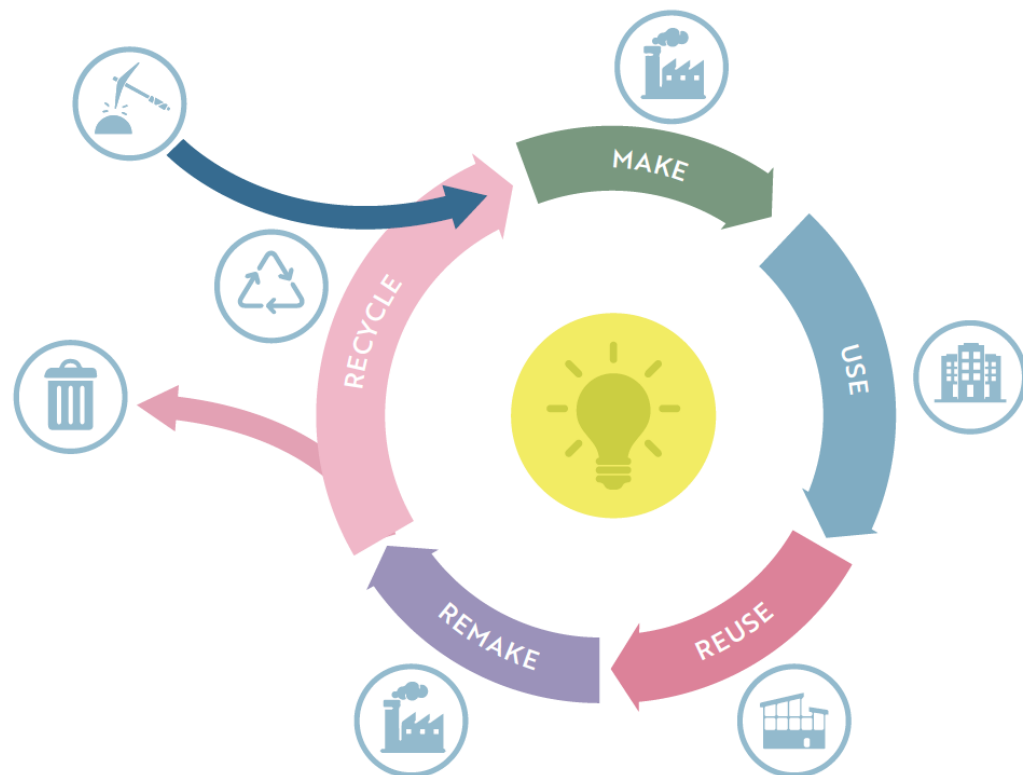
- בחומרי הגלם שלהם מחדש בייצור מוצר אחר לחלוטין

מודל המחזור הנוכחי



- כיום גופי התאורה המשומשים יפורקו במקרה הטוב לצורך שימוש חוזר כחומרי גלם בעלות נמוכה
- בפועל רוב גופי התאורה ייטמנו עקב חוסר כדאיות כלכלית לטפל במיחזורם

מודל הכלכלה המעגלית



- קח ומחזר

- עשה

- השתמש

- התאם והשתמש מחדש

- הסב ועשה מחדש

- השב למיחזור נפח גדול והטמן רק את מה שלא ניתן למחזר

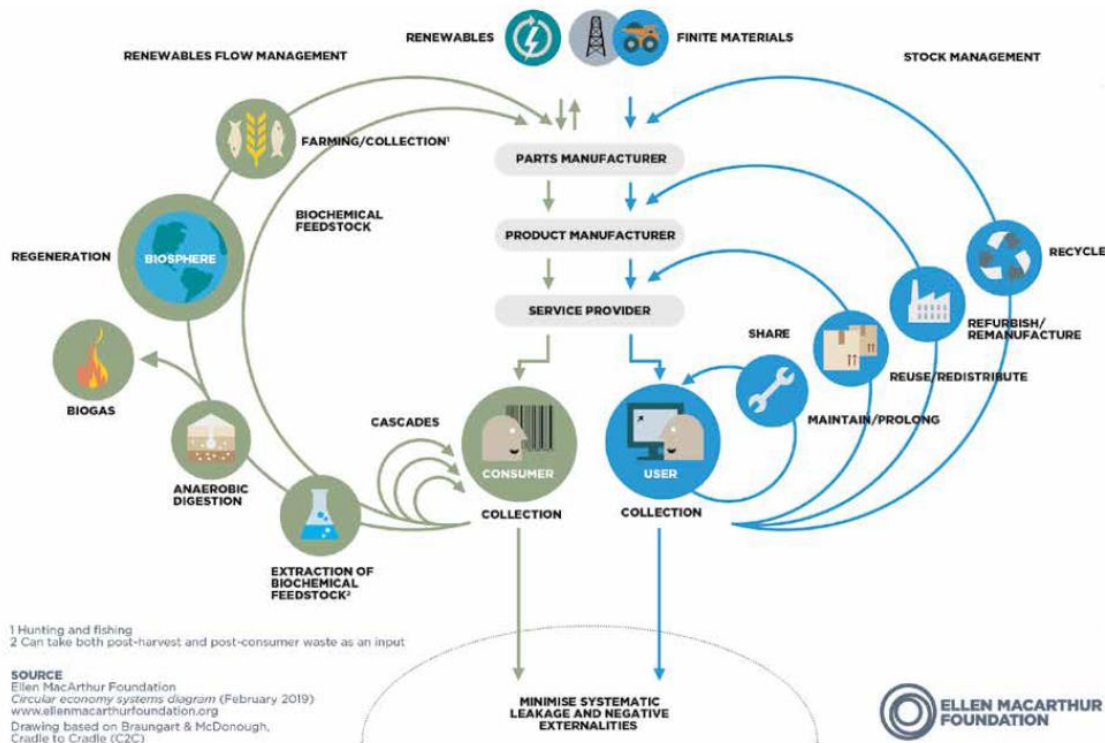
מודל הפרפר של מוסד אלן מק'ארתור

• מחזור ביולוגי (בצד שמאל) מול מחזור טכני (בצד ימין)

• העקרונות בצד הטכני:

- תחזק והארך את חיי המוצר
- השתמש מחדש / הפץ מחדש
- חדש את המוצר / ייצר מחדש
- מחזר

Figure 5 Butterfly diagram © Ellen MacArthur Foundation – <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/> reproduced by permission of the Ellen MacArthur Foundation



כלכלה מעגלית והפחתת פליטות פחמן

- אם גוף תאורה מיוצר במדינה שבה נעשה שימוש בדלקים מאובנים ונדרש לשנה אותו למרחק גדול, יש לייצור וההפצה שלו חתימת פחמן גבוהה
- עם זאת, אם הגופים מיוצרים בהתאם לעקרונות הכלכלה המעגלית, התוצאה היא הפחתת השימוש במשאבים ע"י כך שנצטרך להשתמש בפחות גופי תאורה
- כפועל יוצא, הפחתת הצורך בשימוש בחומרי גלם "בתוליים" יפחית גם את פליטות הפחמן
- הארכת אורך חיי גופי התאורה "פורס" את חתימת הפחמן לאורך יותר שנים

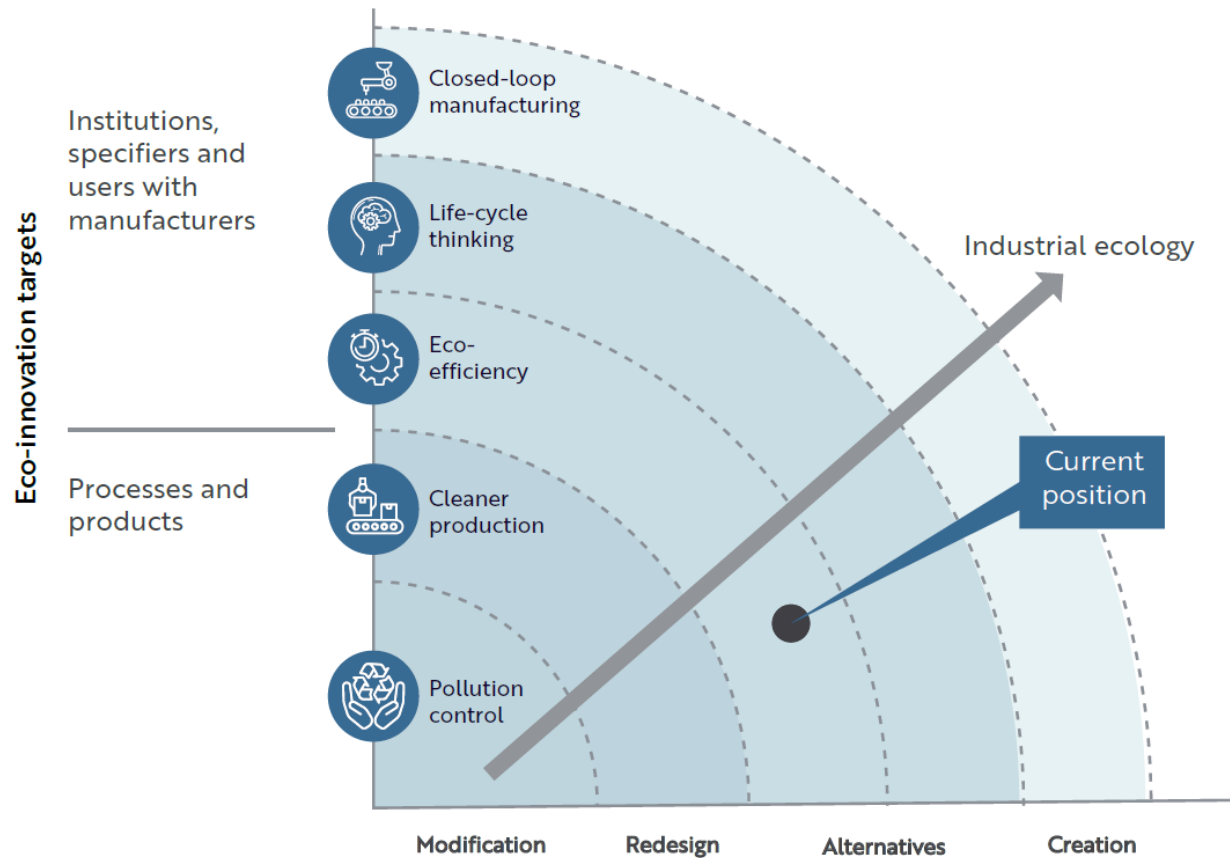
כלכלה מעגלית עוסקת בתכן נכון

- שימוש בפסולת ממוחזרת לייצור מוצרים הוא דבר טוב אך הדבר הנכון הוא לתכנן מוצרים באופן שיפחית יצירת פסולת בסוף חייהם
- במקום רק לתכנן גופי תאורה באופן שיהיו ניתנים למחזור בסוף חייהם יש לתכנן גופי תאורה מתוך גישה של מתן מענה לשיקולי כלכלה מעגלית
- יש לתכנן גופי תאורה באופן שיהיו ניתנים לתיקון, שינוי, שדרוג, שימוש חוזר ובסוף חייהם לפירוק קל לצורך שימוש חוזר בחלקיהם השונים
- במקביל יש לתכנן גם את המעטפת הלוגיסטית שתציע את השירותים השונים שיאפשרו את התיקונים, השינויים, השדרוגים, השימוש החוזר והנצלת חלקים בסוף חיי גוף התאורה

כלכלה מעגלית עוסקת בערך

- בכלכלת מיחזור ערך גוף התאורה הולך ויורד במהלך מחזור חייו עד שבסופם ערכו נמוך ביותר ונמדד רק בעלות חומרי הגלם שניתן להפיק מפירומו
- בכלכלה מעגלית המטרה היא לשמור על ערך גבוה ככל שניתן למשך זמן ארוך ככל שניתן במחזור חייו של גוף התאורה
- בכלכלה מעגלית מתקנים גוף תאורה תקול במקום אותו
- "הזכות לתקן" תהפוך בוודאי לחובה רגולטורית בארצות רבות ותכול גם על גופי תאורה
- אם גוף תאורה לא יתאים יותר לשימוש בחלל שבו הותקן הוא יוחזר ליצרן או נותן שרות מטעמו לצורך ייצור מחדש, שדרוג או שינוי. באופן זה גוף התאורה המחודש ישמור על ערך מירבי מגוף התאורה הישן
- ברור שתכנון מודולרי של גופי תאורה ורכיביהם הופך להיות קריטי לצד מערכת יחסים ארוכת טווח בין יצרנים למשתמשים, יכולת מתן שרות בשטח ושירות למשתמשים משניים של גופי התאורה (לא הלקוח המקורי)

ציר ההתקדמות לעבר תעשייה אקולוגית



- בקרת זיהום מתהליכי ייצור
- מעבר לייצור נקי
- ייצור מוצרים בעלי נצילות אנרגטית גבוהה וחתימה סביבתית נמוכה (אימוץ טכנולוגיית הLED)
- תכנון מוצרים על פי עקרונות הכלכלה המעגלית
- מעבר לסביבת ייצור מעגלית

יישום עקרונות כלכלה מעגלית בגופי תאורת חוץ

- ייצור גופי תאורה מחומרים שיוכלו להחזיק מעמד עשרות שנים בחום, לחות, קרינת UV, רעידות וחשיפה לזיהום אויר
- שימוש ברכיבים בעלי אורך חיים ארוך (אפקטיבית עד 20 שנות עבודה)
- גישה קלה לתחזוקה על העמוד – בעיקר של מגן המתח והדרייבר
- מבנה גוף תאורה המאפשר להחליף בקלות את המערכת החשמלית והמערכת האופטית לשם שינוי הייעוד ו/או שימוש מחדש
- המפרטים המוסדיים בישראל מכתיבים דרישות אלו

יישום עקרונות כלכלה מעגלית בגופי תאורת פנים

- ייצור גופי תאורה שיוכלו לעבוד במשך שנים רבות
- שימוש ברכיבים בעלי אורך חיים ארוך (אפקטיבית עד 20 שנות עבודה)
- גישה קלה לתחזוקה בשטח – בעיקר החלפת הדרייבר (רצוי שיהיה חיצוני)
- תכנון מודולרי המאפשר להחליף בקלות את "מנוע האור" ורכיבים אופטיים נוספים לשם שינוי הייעוד ו/או שימוש מחדש
- נכון להיום לא נקבעו תקנים ו/או מסמכים טכניים היכולים לשמש כבסיס לתכנון

תודה על ההקשבה.