מוסד שמואל נאמן
למחקר מדיניות לאומית

טיוטה – לא להפצה

מנהיגות הנדסית:
מיומנויות וכישורים

מסמך רקע לתוכניות פיתוח מנהיגות הנדסית באקדמיה ובתעשייה

פרופ' ארנון בנטור

ד"ר אביגדור זוננשיין

ד"ר אלכס בלכמן

גרסה מעודכנת | פברואר 2025

תוכן עניינים

1. מבוא

מנהיגות הנדסית היא היכולת להוביל צוותים, תהליכים ומיזמים בפיתוח, ייצור והטמעה של מערכות הנדסיות וטכנולוגיות. מעבר להיבטים הטכנולוגיים, מנהיגות הנדסית דורשת כישורים בתחומי ניהול והנעת אנשים, יחד עם חשיבה מערכתית ורב-תחומית ויכולות רבות נוספות. עם העלייה במורכבות, בהיקף ובתפוצה של המערכות הטכנולוגיות של ימינו, מנהיגות הנדסית מהווה חלק חשוב במימוש מוצלח של כל פרויקט, תהליך, מוצר או שירות טכנולוגי.

ההכשרה ההנדסית המסורתית מכוונת מתחילתה למיקוד טכנולוגי ודיסציפלינארי. לעומת זאת, עבודת המהנדס בימינו דורשת לא רק ידע בתחום הנדסי אחד, אלא גם יכולות הנעה, ניהול, תקשורת והשפעה, לצד ראייה וחשיבה רחבה, רב-תחומית ומערכתית. מנהיגות הנדסית אינה תלויה בהכרח בתפקיד ניהולי אלא ביכולת להוביל ולהשפיע מקצועית. גם מהנדס שאינו בהכרח מנהל אנשים נדרש ליוזמה, אחריות על משימות, זיהוי דרכים לשיפור תהליכים.

מנהיגות הנדסית מתפתחת עם הניסיון המקצועי, אלא שכישורים אלו נדרשים בימינו כבר מתחילת הקריירה. מנהיגות הנדסית היא מרכיב חשוב בפתרון בעיות וקבלת החלטות תוך תיאום וממשק עם שותפי תפקיד, ממונים ובעלי עניין. מעבר להיותה בסיס להתקדמות מקצועית בעתיד לתפקידי הובלה טכנולוגיים והנדסיים, מנהיגות הנדסית מאפשרת למתחילים למצות את כישוריהם, להרחיב את השפעתם ולתרום באופן משמעותי לפרויקטים.

המסמך הנוכחי הוא מסמך רקע לפיתוח וקידום התשתית המקצועית למנהיגות הנדסית בישראל. תשתית מקצועית זו כוללת שלושה נדבכים מרכזיים:

1. סקירת ספרות והצעה להגדרה של מנהיגות הנדסית (מבנה המושג - Construct).
2. תיאור של רמות ידע וכשירויות מרכזיות במנהיגות הנדסית (מיומנויות וכישורים - Competency).
3. דוגמאות להכשרת והנחיית סטודנטים להנדסה ומהנדסים בפועל בארץ ובעולם (תוכנית הכשרה - Syllabus).

מסמך זה **אינו מהווה סקר ספרות** ואינו מקיף את כלל הגישות, הכלים והמתודולוגיות הקשורים לעולמות המנהיגות ההנדסית. הסיבה לכך היא המגוון הרחב של הגדרות שניתנו בתחום לאורך השנים, עושר ומגוון הכלים והמחקרים בתחומים שונים. קשה להקיף באופן ממצה את הידע שנוצר אי פעם בעולמות המנהיגות ההנדסית, וקשה עוד יותר לייצר השוואה נאמנה של התועלות בכלים שונים מול אתגרים או בעיות מעבר לאוסף האדיר של יישומים ודוגמאות לחינוך והכשרה למנהיגות הנדסית בעולמי תוכן מגוונים.

לצורך המסמך נבחנו לעומק מספר עבודות בתחומי מנהיגות הנדסית שיובילו את התיאור. אין בבחירה זו כדי לרמוז כי עבודות אחרות הן פחות מתאימות או בעלות ערך קטן יותר. קיים עולם רחב של עבודות ברמה גבוהה שלא נכנסו לסקירה זו. הסיבה שבחרנו להתייחס לעבודות מסוימות ולא אחרות היא היכולת שלנו להכיר לעומק (במפגשים ובהתכתבות עם היוצרים של העבודות) את השיטות והכלים ולהעריך את הישימות שלהם לעבודת מהנדסים ומדענים. באותה המידה יכולנו לגבש מתכונת ותהליכים המשלבים כלים ומתודולוגיות אחרות ואין בבחירתנו כדי להסיק או לחוות דעה על שיטות שלא נסקרו במסמך זה.

עבודות מרכזיות הנסקרות בהרחבה במסמך זה:

1. SERC – ניתוח כשירויות
2. TROOST – תוכנית הכשרה
3. MIT – תוכנית הכשרה

הכשרה למנהיגות הנדסית בשלבים מוקדמים ולאורך הקריירה מאפשרת השגת כשירויות חשובות להצלחת המהנדס ולמימוש מוערכות מוצלחות. במסמך הנוכחי נדגיש מספר היבטים שהם רלוונטיים לדיון וקידום בנושא, תוך התבססות על מאמרים ופרסומים נבחרים. אנו תקווה שחומרים אלו ישמשו כבסיס לדיון ופיתוח תוכניות הכשרה למנהיגות הנדסית שיוכלו לקדם את הלומדים למעמד של מנהיגים מקצועיים ובכך לתרום לקידום ההנדסה והמחקר בישראל.

2. הגדרת מנהיגות הנדסית ואפיון מרכיביה

2.1 רקע – הגדרות למנהיגות

להגדרת מנהיגות פנים רבות. להלן מוצג מספר הגדרות של מומחים בתחום. הסקירות מבוססות על עבודות, מחקרים ופרסומים רבים ולהרחבה ניתן לפנות לעבודות המרכזיות של המחברים המתאימים.

עקרונות המנהיגות של פרופ' דוד דרי[1]

- מנהיגות - פוטנציאל הגלום בכל אחד ואחת מאתנו לעשות מעשי מנהיגות: להגות, ליצור או לפעול מחוץ לגבולות המוכר והבטוח כדי להיטיב.
- לעומת הדחף למימוש הפוטנציאל המנהיגותי הגלום בנו, ניצבת חברה המבקשת למנוע סטייה ממוסכמות, מ"דרך העדר".
- אלמלא הלחץ החברתי הזה לא היה עולה הצורך בטיפוח מנהיגות.
- אלמלא הלחץ החברתי הזה ואלמלא הנטייה האנושית הרווחת לחסות בצילן של מוסכמות להימנע מבדיקה ומתיחה של גבולות מקובלים לא היה עולה הצורך בטיפוח מנהיגות.

הגדרת מנהיגות כפעילות, לא כעמדת סמכות ולא כמערכת של מאפיינים אישיים ומתוך כך המושג "מעשה מנהיגות" כציר המרכזי של תפיסה המתבססת על מספר עקרונות:

- המעשה הוא העיקר ולא התפקיד או גובה המשרה.
- הגדרת "מעשה מנהיגות" כהגות, יצירה או פעולה מחוץ לגבולות המוכר והבטוח על מנת להיטיב.
- מה שאנחנו עושים עושה את מי שאנחנו.
- מעשי מנהיגות רוחשים ולעיתים מתרחשים במרחב של עמימות ואי-ודאות.
- על אף שאנו פועלים מתוך שאיפה להשיג תוצאות טובות, להגשים חזון ראוי, השאלה החשובה איננה אם הצלחנו, אלא אם היינו ראויים להצליח.

מתוך כך ניתן להגדיר כמטרה חינוכית להכשיר בוגרים בידע, מיומנויות, כישורים וערכים שיאפשרו להם לבצע "מעשי מנהיגות" בתחום המקצועי במהלך הקריירה שלהם.

אי-אפשר ללמד מנהיגות, אבל אפשר ללמוד אותה. מכאן שהתפקיד העיקרי של מסגרת חינוכית המכוונת לטיפוח מנהיגות הוא ליצור את התנאים המאפשרים ומעודדים מעשי מנהיגות.

מנהיגים – כיצד הם נוצרים? בעשיית מעשה מנהיגות, מעשים המשלבים את הדחף לפרוץ גבולות עם הרצון לשרת ולהיטיב.

---

[1] פרופ' דויד דֶּרי (David Dery) הוא פרופסור אמריטוס למִנהל ומדיניות ציבורית, ומן הבכירים בין חוקרי ומורי התחום בישראל.

מנהיגות אדפטיבית לפי רונלד חייפץ (Ronald Heifetz)[2]

מאפייני מנהיגות

- המאפיין של מנהיגות הוא השפעה.
- מנהיג מניע אנשים להכיר בבעיות ובאתגרים ולקדם פתרונות.
- הקהילה מאמצת את החזון של המנהיג, ומצפה ממנו לפתרון של בעיות ואתגרים.
- מרכיב חשוב במנהיגות הוא ההנעה של אנשים.
- התקדמות בפתרון בעיות היא אומדן למנהיגות.

דוגמה למנהיגות הנדסית – הרברט הובר, נשיא ארה"ב ומהנדס

הגדרת תפקיד המהנדס, כפי שהיטיב לעשות זאת כבר בתחילת המאה ה-20 הרברט הובר[4,3], מהנדס עתיר הישגים ונשיא ארה"ב בעתיד, תחת הכותרת במאמרו של תומאס לונג[4] בהתבסס על ספר הזיכרונות של הרברט הובר[5].

"המהנדס הוא אדם שמביא לחברה את התועלת המופקת מהמדע; הוא עומד בין המדע לבין השגת חיים טובים. זה מקצוע נהדר. יש את הקסם של צפייה בדמיון המתהווה בעזרת המדע לכדי תכנון על הנייר. ואז התכנון עובר למימוש באבן, מתכת או אנרגיה. ואז זה יוצר מקומות עבודה ובתים לאנשים. ואז זה מעלה את רמת החיים ואיכותם. זו הפריבילגיה העליונה של המהנדס".	"The engineer is the person who brings to society the benefits derived from science; he stands between science and the achievement of good life. It is a great profession. There is the fascination of watching a figment of the imagination emerge through the aid of science to plan on paper. Then it moves to realization in stone, metal or energy. Then it brings jobs and homes to man. Then it elevates the standards of living and adds to the comforts of life. That is engineer's high privilege".

[2] ד"ר רונלד חייפץ (Ronald Heifetz) הוא מרצה בכיר באוניברסיטת הרווארד. היה שותף בפיתוח תפיסות מנהיגות אדפטיבית ועוסק בתחומי פיתוח והוראת מנהיגות. מחברם של ספרים רבים, ביניהם Leadership Without Easy Answers (1994).

[3] Thomas A. Long, Herbert Hoover's Engineer, ASEE Annual Conference Proceedings, 1980, 217-219

[4] Herbert Hoover, The Memoirs of Herbert Hoover, 5th printing, The MacMillan Company, New York 1951, Volume I, Chapter 11, The Profession of Engineering, pages 131-134

2.2 מנהיגות וניהול

מנהיגות וניהול לפי וורן בניס (Warren Bennis)[5]

הגדרת המנהיגות: מנהיגות היא היכולת לתרגם חזון למציאות. **הבחנה בין מנהיגות וניהול:**

מנהיגים הם אנשים שעושים את הדברים הנכונים; מנהלים הם אנשים שעושים דברים כמו שצריך.	Leaders are people who do the right things; Managers are people who do things right.
המנהל מנהל; המנהיג מחדש.	The manager administrates; the leader innovates.
למנהל יש מבט לטווח קצר; למנהיג יש פרספקטיבה ארוכת טווח.	The manager has a short-range view; the leader has a long-range perspective.
המנהל שואל כיצד ומתי; המנהיג שואל מה ולמה.	The manager asks how and when; the leader asks what and why.
המנהל מסתכל על השורה התחתונה; למנהיג צופה אל האופק.	The manager has his eye on the bottom line; the leader has his eye on the horizon.
המנהל מקבל את הסטטוס קוו; המנהיג מאתגר אותו.	The manager accepts the status quo; the leader challenges it.

ניתוח שלל המתח בין מקצועיות וניהול ניתן למצוא בספר של Raelin (1991)[6]. ציטוט מתוכו:

"הקונפליקט המובנה בין מנהלים ואנשי מקצוע נובע בעיקרו מהתנגשות בין תרבויות: התרבות הארגונית, המבטאת את המחויבויות של המנהלים, והתרבות המקצועית, המחברת את אנשי המקצוע. אנשי המקצוע מתחברים דרך הדיסציפלינות שלהם כדי למלא את האחריות שלהם כחברים בקבוצה מקצועית. מנהלים, לעומת זאת, עוברים סוג אחר של סוציאליזציה. התרבות הארגונית, המשפיעה מאוד על הסוציאליזציה שלהם, מגדירה את התפקיד הניהולי בעיקרו כביטוי של מטרות הארגון ותכנון תהליכים כדי לעמוד בהן".	"The inherent conflict between managers and professionals results basically from a clash of cultures: The corporate culture, which captures the commitments of managers, and the professional culture, which socializes professionals. Professionals are socialized through their disciplines and culture to carry out their responsibilities as members of a professional group. Managers on the other hand, undergo a different kind of socialization. The corporate culture, which strongly influences their socialization, defines the managerial role essentially as articulating the goals of the organization and devising procedures to meet them".

[5] פרופ' וורן בניס (Warren Bennis) הוא מרצה, יועץ ארגוני ומחבר, נחשב כחלוץ בתחום של לימודי המנהיגות המודרניים.

[6] The Clash of Cultures: Managers Managing Professionals, Joseph Raelin, Harvard Business School Press, 1991

2.3 מנהיגות ואינטליגנציה רגשית

מרכיב חשוב במנהיגות הוא האינטליגנציה הרגשית אשר מקבלת בשנים האחרונות תשומת לב רבה. סיכום נרחב של החשיבה בתחומים אלה, ובמיוחד בקשרי הגומלין החזקים עם מנהיגות, מוצג במאמר של Goleman (2000)[7], שהוא אחד המייסדים של תחום זה.

לפי Goleman (2000), אינטליגנציה רגשית היא ביסודה היכולת שלנו לנהל את עצמנו ואת הקשרים שלנו בצורה יעילה, כשהיא מבוססת בעיקר על יכולות בסיסיות כמתואר בטבלה 1: מודעות עצמית, ניהול עצמי, מודעות חברתית ומיומנות חברתית. כל יכולת, בתורה, מורכבת מקבוצות ספציפיות של כישורים כמתואר בטבלה 1. טבלה 1: מיומנויות של אינטליגנציה רגשית, (Goleman, 2000)

כישורים חברתיים	מודעות חברתית	ניהול עצמי	מודעות עצמית
מנהיגות עם חזון: היכולת לקחת אחריות ולעורר השראה מתוך חזון משכנע. השפעה: היכולת להפעיל מגוון של טקטיקות שכנוע. פיתוח אחרים: הנטייה לחזק את היכולות של אחרים באמצעות משוב והדרכה. תקשורת: מיומנות בהקשבה ובהעברת מסרים ברורים, משכנעים ומכוונים היטב. זרז שינוי: מיומנות בקידום רעיונות חדשים והובלת אנשים לכיוון חדש. ניהול קונפליקטים: היכולת לגשר על מחלוקות וליצור פתרונות. בניית קשרים: מיומנות בטיפוח ותחזוקה של מערכות יחסים. עבודת צוות ושיתוף פעולה: יכולת קידום שיתוף פעולה ובניית צוותים.	אמפתיה: מיומנות לחוש רגשות של אנשים אחרים, להבין את נקודת המבט שלהם ולהתעניין באופן פעיל בדאגותיהם. מודעות ארגונית: היכולת לקרוא את זרמי החיים הארגוניים, לבנות רשתות החלטות ולנווט בפוליטיקה הארגונית. אוריינטציה שירותית: היכולת לזהות את צרכי הלקוחות ולעמוד בהם.	שליטה עצמית: היכולת לשמור על שליטה על רגשות ודחפים מפריעים. אמינות: הצגה עקבית של כנות ויושרה. מצפון: היכולת לנהל את עצמך ואת תחומי האחריות שלך. הסתגלות: מיומנות בהסתגלות למצבים משתנים והתגברות על מכשולים. אוריינטציה הישגית: הדחף לעמוד בסטנדרט פנימי של מצוינות. יוזמה: נכונות לנצל הזדמנויות.	**מודעות עצמית רגשית**: היכולת לקרוא ולהבין את הרגשות שלך וכן לזהות את השפעתם על ביצועים בעבודה, מערכות יחסים וכדומה. **הערכה עצמית מדויקת**: הערכה מציאותית של החוזקות והמגבלות שלך. **ביטחון עצמי**: תחושת ערך עצמי חזקה וחיובית.

טבלה 1: מיומנויות של אינטליגנציה רגשי (Goleman, 2000)

---

[7] Goleman, D. (2000). Leadership that gets results. Harvard Business Review, 78, 78-90.

Goleman ניתח גישות ניהול שונות והמיומנויות הרגשיות הנדרשות בכל אחת מהן. הוא הדגיש שמנהיג צריך להיות בעל יכולות של אינטליגנציה רגשית ולעבור מגישה לגישה בהתאם לתנאים ונסיבות. הניתוח הראה שמנהיגים משתמשים בשישה סגנונות, שכל אחד מהם נובע ממרכיבים שונים של אינטליגנציה רגשית. סיכום של הסגנונות, אופן הפעולה של המנהיג בכל סגנון, מתי הם עובדים בצורה הטובה ביותר, והשפעתם על האקלים של הארגון ובכך על הביצועים שלו מסוכמים בטבלה 2.

סגנון מנהיגות	אופן פעולה של המנהיג	הסגנון 'באמירה' אחת	כישורים אינטליגנציה רגשית בסיסיים	מתי הסגנון פועל באופן מיטבי	השפעה על האקלים
סגנון מתקן	דורש ציות מיידי	'תעשה מה שאני אומר'	מניע להישגים, יוזמה, שליטה עצמית	במשבר, כי להניע שינוי כיוון או מול עובדים בעייתיים	שלילית
סגנון סמכותי	מגייס אנשים למען חזון	'בוא איתי'	בטחון עצמי, אמפתיה, האצת שינוי	כאדר שינויים דורשים חזון חדש, או כאשר נדרשת הכוונה ברורה	חיובית חזקה ביותר
סגנון שייכות	יוצר הרמוניה ובונה קשרים רגשיים	'האנשים – קודם'	אמפתיה, בניית יחסים, תקשורת	לרפא קרעים בצוות או כדי להניע אנשים בנסיבות מלחיצות	חיובית
סגנון דמוקרטי	מעודד הסכמה באמצעות השתתפות	'מה אתה חושב?'	שיתוף פעולה, הובלת צוות, תקשורת	ליצור רתימה או קונצנזוס, או לאסוף משוב מעובדים מוערכים	חיובית
סגנון קביעת הקצב	מציב סטנדרט גבוה של ביצועים	'תעשה כמוני, עכשיו'	מצפון, הובלה להישגים, יוזמה	לקבל תוצאות מהירות מצוות מיומן ובעל מוטיבציה גבוהה	שלילית
סגנון אימון	מפתח אנשים לעתיד	'תנסה את זה'	פיתוח אחרים, אמפתיה, מודעות עצמית	לעזור לעובד לשפר ביצועים או לפתח חוזקות לטווח ארוך	חיובית

טבלה 2: היבטי סגנונות מנהיגות לפי (Goleman, 2000)

מקור: עיבוד של מוסד נאמן מתוך Goleman, 2000

2.4 תבניות למנהיגות מקצועית

ד"ר ברוך קרפ; לפי הספר 'אומנות ההנדסה' – ברוך קרפ, 2024

הדוגמאות המוצגות להלן נועדו להבהיר היבטים שונים של הכוונה בהגדרה של מנהיגות מקצועית. הן מתבססות במידה רבה על מקצוע ההנדסה, אך הן רלוונטיות לכל הסוגים של בעלי מקצוע שהם מקצוענים, אשר הבסיס לפעילותם הוא הכשרה אקדמית-מדעית-מקצועית. לכן המינוח שבו נעשה שימוש הוא בעלי מקצוע/מהנדסים.

מנהיגות מקצועית יכולה לבוא לידי ביטוי במספר תבניות:

- מקצוענים (בעלי ידע פורמלי וניסיון)
- מקצוענים שהם "אוטוריטה" מקצועית (קיבלו סמכות באופן לא פורמלי מלמטה)
- מקצוענים בעלי סמכות (אותה קיבלו באופן פורמלי מלמעלה או באופן לא פורמלי מלמטה)
- מקצוענים שהתפתחו למנהיגים חברתיים
- מקצוענים מתחילים (בוגרי אוניברסיטה) שיש להם את הבסיס להתפתח למקצוענים

בעלי מקצוע "מקצוענים"

הבסיס למנהיגות מקצועית/הנדסית, בשונה מאפיקים אחרים של מנהיגות, הוא בעלי מקצוע, שמכירים היטב את תחום התמחותם ויודעים לקבל החלטות (הנדסיות ואחרות) מכוננות. מקצוענים אלה יודעים את גבולות הידע שלהם וכיצד והיכן למצוא את הידע החסר לקבלת החלטות. הם יודעים להודות בטעות, דבר המאפשר להם להמשיך ללמוד.

המקצוענות של אנשי מקצוע/מהנדסים נמצאים בשני תחומים – ידע מושכל מבוסס מדע (תיאוריה, ניסויים, עדויות משימוש מתועד) וידע אינטואיטיבי הנצבר בניסיון. ההבדל ביניהם הוא שאת הידע המושכל אפשר להעביר בהסברים וידע אינטואיטיבי לא.

הקושי הוא לדעת מי הם המקצוענים/מהנדסים שעונים לקריטריונים אלו; זה אחד הגורמים להבדלים בין בעלי המקצוע/מהנדסים המתוארים להלן.

בעלי מקצוע/מהנדסים בעלי סמכות מלמעלה (סמכות פורמלית)

בעלי מקצוע שהמנהלים שלהם מכירים בהם כבעלי יכולת מקצועית/הנדסית לקבל החלטות מכוננות וליזום תהליכים של התחדשות. העובדים הכפופים לבעלי מקצוע אלה יבצעו את המשימות אותן הוא דורש מתוקף סמכות ניהולית.

בעלי מקצוע/מהנדסים בעלי סמכות מלמטה ("אוטוריטה")

בעלי מקצוע שהעמיתים שלהם והכפופים להם מכירים בהם כבעלי יכולת מקצועית/הנדסית לקבל החלטות מכוננות ולקדם יוזמות חדשות. הכפופים למקצוענים אלה יבצעו את המשימות המוטלות עליהם מתוקף הכרה והערכה של המקצועיות של בעלי המקצוע. עשייתם תהיה שלמה יותר, במיוחד במצבים בהם נדרשת הסתמכות על ידע אינטואיטיבי (מרבית המחלוקות המקצועיות מעידות על הסתמכות על אינטואיציה אחרת אפשר היה לסיים את המחלוקת בהוכחה על הנייר).

פעמים רבות היכולת של העובדים לזהות את המקצוען טובה יותר משל המנהלים.

בעלי מקצוע שמתפתחים למנהיגים חברתיים

לבעלי מקצוע מקצוענים יש פוטנציאל להפוך למנהיגים חברתיים. הכישורים בזכותם הדבר אפשרי:

1. הכרת השפה של העולם הטכנולוגי המקיף את החברה בכל היבטיה.
2. ראייה של טובת החברה לנגד עיניהם ויכולת לראייה אסטרטגית לטווח רחוק.
3. כישורים של בעלי המקצוע נחוצים גם לניהול (הגדרת מטרות, זיהוי צרכים, יצירת וניתוח חלופות, קבלת החלטות).
4. היכרות עם היבטים שונים של צרכי החברה והתהליכים בה והכרה של הממשק בינם לבין הטכנולוגיה.

מקצוענים מתחילים

בוגר שמסיים אוניברסיטה אינו מקצוען. האוניברסיטה צריכה להקנות לו את התשתית להתפתח למקצוען. תשתית זו כוללת בין השאר את המרכיבים הבאים:

1. הוא/היא יודע/ת שאינו/ה יודע.
2. יודעים כיצד ללמוד.
3. מכירים את התהליכים ההנדסיים (generalized knowledge) גם אם אינם שולטים בהם.
4. הוא/היא יודעים מה הם המאפיינים של מהנדס מקצוען.
5. יש לו/לה היכרות רוחב עם נושאים רבים בהנדסה ובאלו הנושקים להם כך שכאשר הוא/היא נתקל בבעיה או בשאלה הוא/היא יודע/ת שקיימות תשובות והיכן להשיג אותן מבלי להמציא את הגלגל.

2.5 מנהיגות הנדסית

במחקר של (Paul et al, 2018) מובא סקר שנעשה כדי לקדם כישורי מנהיגות של בוגרי לימודי הנדסה ובין היתר להגדיר מהי מנהיגות הנדסית, ולהסביר במה היא שונה ממנהיגות כללית. במחקר זה נעשה ניסיון לספק מענה לשאלות של 'מה ואיך', 'מי' ו'מדוע' בהקשר של מנהיגות הנדסית בהתאם לפירוט הבא:

1. **מה ואיך**: מנהיגות הנדסית היא גישה המשפיעה על אחרים לשתף פעולה ולפתור בעיות ביעילות.
2. **מי**: מנהיגות הנדסית דורשת מומחיות טכנית, אותנטיות, יעילות אישית ויכולת לסנתז יכולות ומיומנויות מגוונות.
3. **למה**: באמצעות מנהיגות הנדסית, יחידים וקבוצות מיישמים שינוי טרנספורמטיבי וחדשנות כדי להשפיע באופן חיובי על טכנולוגיות, ארגונים, קהילות, החברה והעולם בכלל.

הגדרות אלו התבססו על תהליך של סקר ספרות וסקרים של מהנדסים שבוצעו במאמר ומסוכמים בטבלה 3 שלהלן:

	מה?	מי?	איך?	למה?
ספרות בנושאי מנהיגות	תהליך		פתרון בעיות שיתוף פעולה	טרנספורמטיבי
ספרות בנושאי מנהיגות הנדסית	השפעה	מומחיות טכנית	אופטימיזציה שיתופית	תוצרים חדשנות ארגונית
סקר מנהיגות הנדסית	להוביל / להשפיע על אחרים	יעילות אישית	שיתוף פעולה מומחיות הנדסית	

טבלה 3: סיכום של מרכיבי מנהיגות הנדסית המבוסס על סקר ספרות במאמר של (Paul et al, 2018)

ההגדרות הללו של מנהיגות נגזרו עבור מהנדסים אך יש בהן הרבה מן המשותף גם למקצועות מדעיים-טכנולוגיים ואחרים, ולא מעט משותף גם למדענים אשר רוצים לראות בהם מנהיגים המובילים במדע אך גם בו בזמן מנחילים את ההתקדמות בו לחברה ולכלכלה. דוגמאות לכך הם פיזיקאים שמעורבים

בקידום של חדשנות טכנולוגית במגוון רחב של עיסוקים, במרכזי מחקר ופיתוח, בחברות הזנק ועוד. הגדרות של מנהיגות הנדסית מתוך סקר ספרות שנעשה עבור מסמך זה מובאת בטבלה 4:

מקור	הגדרה (אנגלית)	הגדרה (עברית)
[27, p. 8]	"Engineering Leadership is the ability to lead a group of engineers and technical personnel responsible for creating, designing, developing, implementing, and evaluating products, systems, or services."	"מנהיגות הנדסית היא היכולת להוביל קבוצה של מהנדסים ואנשי צוות טכניים האחראים ליצירה, תכנון, פיתוח, יישום והערכת מוצרים, מערכות או שירותים."
[28, p. 2]	"In an engineering context, leadership incorporates a number of capabilities that are critical to function at a professional level. These capabilities include the ability to assess risk and take initiative, the willingness to make decisions in the face of uncertainty, a sense of urgency and the will to deliver on time in the face of constraints or obstacles, resourcefulness and flexibility, trust and loyalty in a team setting, and the ability to relate to others. In a broader context, engineers need leadership skills so that later in their careers they can develop the ability to help create and communicate a vision for the future and the ability to help shape public policy. These leadership capabilities are essential for the professional practice of engineering and for the protection of public health, safety, and welfare."	"בהקשר הנדסי, מנהיגות משלבת מספר יכולות שהן קריטיות לתפקוד ברמה מקצועית. יכולות אלו כוללות את היכולת להעריך סיכונים ולקחת יוזמה, נכונות לקבל החלטות מול אי ודאות, תחושת דחיפות ורצון לספק בזמן מול אילוצים או מכשולים, תושייה וגמישות, אמון ונאמנות במסגרת צוותית, ויכולת להתייחס לאחרים. בהקשר רחב יותר, מהנדסים זקוקים לכישורי מנהיגות כדי שבהמשך הקריירה שלהם יוכלו לפתח את היכולת לעזור ליצור ולתקשר חזון עתידי ואת היכולת להשתתף בעיצוב מדיניות ציבורית. יכולות מנהיגות אלו חיוניות לעשייה המקצועית של ההנדסה ולהגנה על בריאות הציבור, הבטיחות והרווחה."
[29, p. 56]	"Looking at the context and application of leadership in engineering, it is the ability of the leader to guide the whole project and influence other people to meet the schedules and customer quality requirements while working within specified time and budget constraints."	"בהסתכלות על ההקשר והיישום של מנהיגות בהנדסה, זוהי היכולת של המנהיג להנחות את כל הפרויקט ולהשפיע על אנשים אחרים לעמוד בלוחות הזמנים ובדרישות האיכות של הלקוח תוך עבודה במגבלות זמן ותקציב מוגדרות."
[22, p. 1]	"In this program, engineering leadership is defined as the technical leadership of change: the innovative conception, design and implementation of new products / processes / projects / materials / molecules / software / systems, supported by the invention of enabling technologies, to meet the needs of customers and society."	"בתכנית זו, מנהיגות הנדסית מוגדרת כהנהגה טכנית של שינוי: תפיסה, תכנון ויישום חדשניים של מוצרים / תהליכים / פרויקטים / חומרים / מולקולות / תוכנות / מערכות, הנתמכות על ידי המצאת טכנולוגיות מאפשרות, כדי לעמוד בצרכי הלקוחות והחברה."

טבלה 4: הגדרות למנהיגות הנדסית מתוך סקר הספרות (בעמודת המקור, המספר הראשון מפנה לרשימה הביבליוגרפית במאמר זה)

2.6 מנהיגות הנדסית לפי מכון TROOST באוניברסיטת טורונטו

מכון טרוסט, באוניברסיטת טורונטו עוסק בפיתוח מנהיגות בהנדסה. המכון מפתח ידע ועורך תוכניות הכשרה ומיזמים רבים בתחומי מנהיגות הנדסית ומהווה מקור משמעותי לצורך ייעוץ, שיתוף בידע ובהתנסויות ולימוד הדדי. פירוט נוסף – **בנספח א'**.

2.7 הגדרת מנהיגות הנדסית לפי MIT

מנהיגות הנדסית לפי MIT מורכבת מיכולות וערכים שמשנים אנשים מיחידים תורמים לכאלו שיכולים להוביל צוותים לספק מוצרים מורכבים רב תחומיים. ב-MIT מעריכים שמנהיגות היא תהליך וקיימים יחסים דו כיווניים בין המנהיג לצוות. מנהיגים יוצרים השראה ומשפיעים על הצוות לבצע דברים שבאופן רגיל הם לא היו עושים. MIT ידועה בתוכניות הכשרה למנהיגות שהיא מעניקה לסטודנטים להנדסה. פירוט נוסף - **בנספח ב'**.

2.8 מנהיגות הנדסית לפי SERC

בשנת 2016 פורסם דוח מחקר של מרכז המחקר בהנדסת מערכות (SERC – Systems Engineering Research Center). זהו מרכז אוניברסיטאי המשתייך לאוניברסיטת סטיבנס (Stevens University) הנתמך על ידי משרד ההגנה של ארה"ב והמאגד חוקרים מעל 20 אוניברסיטאות ומכונים בארה"ב.

בתקציר המנהלים של דוח זה נכתב, כי "...מיזמים טכניים גדולים ומורכבים – מערכות נשק מתוחכמות, מיזמי מחקר מגוונים, תוכניות מרכזיות בעלות חשיבות לאומית וכדומה – דורשים מיומנויות ייחודיות של מוביליהן. אנשים אלה חייבים להיות בעלי רקע טכני חזק ויכולת מיוחדת להוביל אנשים מרקעים ודיסציפלינות שונות."

בהמשך דוח זה שם דגש מיוחד על השילוב בין עולמות המנהיגות לעולמות הטכניים. בפרט, מצוין כי "...מומחים טכניים צריכים להמשיך לצמוח באופן מקצועי הן בתחום המומחיות שלהם והן על פני מגוון רחב יותר ויותר של דיסציפלינות טכניות קשורות לאורך הקריירה שלהם, אך יש כמה מיומנויות טכניות שייחודיות למשימת המנהיגות הטכנית שיש להוסיף לתמהיל." לצד זאת נכתב, כי "... מנהיגים צריכים להמשיך לחדד את כישורי המנהיגות שלהם במהלך הקריירה, אבל יש כמה יכולות מנהיגות ייחודיות למנהיגות של מיזמים טכניים שצריך להוסיף לתמהיל." מתוך סיכום הספרות הקיימת בתחומי מנהיגות טכנית, הדוח קובע כי "...מנהיג טכני מצליח חייב בהכרח להחזיק בשלושה תחומי מיומנות מרכזיים:

1. חשיבה מערכתית, חשיבה ביקורתית ומנהיגות מחשבתית
2. מיומנות ניהול תוכניות
3. ידע בתחום הטכני

דוח זה מונה ומנתח 12 כישורים טכניים ו-12 כישורי מנהיגות המתאימים במיוחד למשימות של מנהיגים טכניים. שילוב של שתי משפחות אלו יוצר את המנהיגות הטכנית המשולבת. המסגרת המוצגת מתייחסת ל-3 שלבי קריירה - ג'וניור, דרג ביניים, דרג בכיר. כמו כן, מוצעות שש קטגוריות לפיתוח המנהיגות: חינוך, הכשרות, הצבות והתנסות בתפקידים, הצבות ברוטציה, חניכה ואימון.

ההישגים המשמעותיים שהמחקר מציג:

1. תכנית מסגרת לפיתוח מנהיגות טכנית
2. גיבוש מודל קריירה למנהיגות טכנית במשרד ההגנה האמריקאי
3. סקר ספרות מעמיק על מנהיגות טכנית
4. הערכה ראשונית של מדדים להשגת כישורי מנהיגות טכנית
5. תיקוף ראשוני של שיטת פיתוח מנהיגות טכנית
6. גיבוש תפיסת תפעול מנהיגות טכנית

2.9 מנהיגות הנדסית וחשיבה מערכתית

פיתוח של מערכות טכנולוגיות מורכבות מחייבת את המהנדסים להפעיל כישורי חשיבה וראייה מערכתית לצד כישורי ניהול ומנהיגות. חשיבה מערכתית היא גישה וכלים לניתוח תופעות ותהליכים מורכבים כבסיס לפתרון בעיות, קבלת החלטות, תכן הנדסי ומגוון מטרות נוספות. הבחנה נפוצה בעולמות החשיבה המערכתית היא בין ניתוח הבעיה לבין תכן הפתרונות. יש המכנים גישות אלו בהתאמה שיטות מערכתיות קשות ושיטות מערכתיות רכות (Hard Systems Methods, Soft Systems Methods) – לדוגמה אצל אדסון (Edson, 2014). כמובן ששיטות אלו פועלות תוך יחסי גומלין הדוקים ומשלימות זו את זו בהתאם לשלב ולמשימה לאורך התהליכים.

בהקשרי הנדסה, תהליך החשיבה המערכתית מתחיל בתיאור והצגת הבעיה או האתגר המערכתי לפתרון. התהליך ממשיך בניתוח מערכתי של ההיבטים המגוונים של הבעיה שתוארו לעיל. בהמשך מוצגות חלופות לקונספטים מערכתיים לפתרון. נבחרים קונספטים מועדפים להמשך דרך הפתרון, על פי קריטריונים מתאימים. קונספטים מועדפים אלו נבחנים בכלים מערכתיים כמותניים (כמו סימולציות ובגישות איכותניות. הקונספט הנבחר מפותח לפתרון מערכתי מוביל העונה לצרכי הלקוחות והמשתמשים, תוך התחשבות בכלל ההיבטים והשיקולים המערכתיים.

לצד דוח המחקר שיתואר בסעיף הבא, מקורות להרחבה נוספת בהקשרי חשיבה מערכתית: Edson (Zonnenshain and Stauber 2014), (Arnold and Wade 2015, 2017), 2018, 2020, 2023).

בחודש נובמבר 2024 הופץ דוח מחקר בנושא הקניית כישורי חשיבה מערכתית בחינוך הנדסי ומדעי. הדוח נכתב במסגרת פעילות קבוצת העבודה לחשיבה מערכתית במסגרת מוסד שמואל נאמן למחקרי מדיניות לאומית, בשיתוף עם מרכז גורדון להנדסת מערכות והאיגוד הישראלי להנדסת מערכות בשנים 2023-2024.

הדוח מציג באופן תמציתי הגדרות, תהליך (מתודולוגיה) וכלים לחשיבה מערכתית ועל בסיס סוקר מספר גישות, אמצעים ותוכניות הכשרה רלוונטיות להקניית חשיבה מערכתית בעולמות המדעים וההנדסה. הדוח מציע בסיס להקניית כישורי חשיבה מערכתית בחינוך הנדסי ומדעי, ולצורך כך מציג בקצרה ובעברית ממצאים ממספר עבודות שהוצגו לקבוצת העבודה במהלך המפגשים, ולצידן מובאות מעבודות נוספות שנסקרו, בין אם הגדרות של גופים בינלאומיים כגון INCOSE או הפניות לפורומים וחוקרים בארץ ובעולם.

המסמך כולל דוגמאות ליישום תוכניות הכשרה לחשיבה מערכתית. דוגמאות אלו יכולות לשמש כבסיס לעיון ועדכון בהתאם לצרכים ולדגשים של ארגונים שיהיו מעוניינים בפיתוח תוכניות הכשרה וחניכה בתחומים אלו.

קישור למסמך: https://www.neaman.org.il/teaching-systems-thinking-skills-in-engineering-and-scientific-education/

3. כישורי מנהיגות הנדסית

3.1 רקע - כישורי מנהיגות

פרסומים רבים דנים במגוון הכישורים הנדרשים לעיצוב מנהיגות. מבין אלה בחרנו בכמה מהם המפרטים את הכישורים ברמה שנראית מתאימה כבסיס לדיון.

במאמר של (Doyle, 2020) הוצגו 10 כישורים הנדרשים למנהיגות הנדסית. רשימת הכישורים והמאפיינים העיקריים מוצגים בטבלה 5. פירוט נוסף – **בנספח ג'**.

כישורי מנהיגות	מאפיינים עיקריים
תקשורת	תקשורת ברמה אישית, מחלקתית וארגונית, תקשורת בטלפון, במייל וברשתות חברתית; מרכיבים עיקריים: תקשורת בכתב, תקשורת בע"פ, הקשבה אקטיבית, הצגה
מוטיבציה	ליצור מוטיבציה אצל העובדים; אוטונומיה; מנטורינג; הערכה והוקרה; קביעת מטרות; בניית צוות; הכרה בהבדלים בין אנשי הצוות
האצלה	האצלת סמכויות איננה סימן של חולשה; להכיר בכישורים של חברי הצוות ובהתאם להאציל סמכויות; בהקשר זה חשיבות של עבודת צוות, ניהול זמן, סדרי עדיפות של משימות, קביעת מטרות וציפיות
גישה חיובית	גישה בינאישית, חברתית, ניהול קונפליקטים, עידוד, אמפטיה
אמינות	להשרות אווירה שניתן להעלות שאלות, בעיות דאגות; יושרה; הגינות; אינטליגנציה ריגשית; אמפטיה
יצירתיות	חשיבה מחוץ לקופסא, דרכי פעולה לא מסורתיות, חשיבה יצירתית שכוללת בין השאר: יכולת אנליטית, חשיבה ביקורתית, סקרנות, יכולת חיזוי, דמיון, להקשיב לרעיונות של אחרים, פתרון בעיות
משוב	יכולת לתת משוב, להבדיל ממיקרו-ניהול; מנטורינג; הקשבה; מעקב
אחריות	מוכן לשאת באשמה, מכיל כישלונות ואז מציע פתרונות; שקיפות; פתוח למשוב
מחויבות	אתיקה; שחקן קבוצתי; מקצוענות; תשוקה; התמדה
גמישות	יכולת לרכוש כישורים חדשים; פתוח למשוב; יכולת להתאים; יכולת לאימפרוביזציה

טבלה 5: כישורים הנדרשים לעיצוב מנהיגות הנדסית (לפי Doyle, 2020)

גישה בעלת אופי דומה הוצגה בפרסום של (Case Western Reserve University). כישורים ואפיונים שלהם בפרסום זה המובאת בטבלה 6 דומה לכישורים של Doyle בטבלה 5 אך ההתאמה אינה מלאה.

טבלה 7: כישורים הנדרשים לעיצוב מנהיגות הנדסית

הכישור	מאפיינים עיקריים
פתרון בעיות	יותר מדרך אחת לפתרון בעיה; יכולת לתקוף אותן מנקודות מבט שונות; יכולת לאתגר את עצמך ואחרים, כולל גם צוותים שבאחריותך, כאשר דברים לא מתקדמים כצפוי
שיתופי פעולה	לדעת איך לטפח שיתופי פעולה בצוות או במחלקה שבראשה אתה עומד
חריצות	להקפיד על לוחות זמנים, אבני דרך, וסטנדרטים של איכות ולעקוב אחריהם תוך כדי התפתחות
אסטרטגיה	מנהיג אמיתי שם את עינו על הצלחה לטווח ארוך וקידום של גישות חכמות יותר, ולא על התמקדות במשימות יום יומיות ובדיקה שכל פרט בלוח זמנים מתקיים
תקשורת	יכול להסביר את ההיגיון מאחורי החלטות ודרכי פעולה נבחרות, לשתף ולהדגיש את המטרות למנהיגים אחרים בארגון ולצוות שבאחריותו
אינטליגנציה רגשית	להיות אמפטי לכל אלה שמושפעים מהעבודה שלך, בין אם הם חברי הצוות שלך, לקוחות או משתמשי קצה
יצירתיות	יכולת לחשוב מחוץ לקופסא; לתקוף אתגרים בדרך חדשה; וכל זה להבדיל מפתרון בעיות
סקרנות	התעדכנות במחקר שבחזית; לשאול שאלות ולהקשיב
גמישות	לא כל פרויקט מתקדם כמצופה וכמתוכנן - להיות מסוגל להתמודד עם הבלתי צפוי, במגוון של מישורים כדוגמת שינוי דרך פעולה, לוחות זמנים ולהוביל את הצוות דרך שינויים אלה
תקשורת	תקשורת עם הממונים ועם חברי הצוות שבהנהגתך; הקשבה אקטיבית שיכולה לעזור לכל חברי הצוות שלך

טבלה 6: כישורים הנדרשים לעיצוב מנהיגות הנדסית (לפי Case Western Reserve University)

פרופ' נורמן אוגוסטין[9,8]ש[ש]כיהן בעברו כנשיא חברת לוקהיד מרטין,נתן דוגמה לניתוח איכויות המשותפות למנהיגים הנדסיים. פרופ' נורמן אוגוסטין מצא 12 איכויות משותפות למנהיגים הנדסיים מובחרים:

- **אופי ואמון** - מהנדסים הולכים רק אחרי מנהיג שיש להם אמון בו. למנהיגים אמיתיים יש סטנדרטים אתיים גבוהים, הם עושים את הדבר הנכון, ואין זה משנה מה המחיר.
- **חזון** - מנהיגים יודעים מה הם מבקשים להשיג בטווח הרחוק. "הם יכולים לראות מעבר לפינה".

[8] שיחה עם נורמן אוגוסטין במסגרת הספר מהקונקורד לכיפת ברזל (א.זוננשיין, ש. שטאובר 2014). מלוא השיחה במסגרת הפרק בספר זה-נושא הפרק: "התמודדות מאורגנת ורב-תחומית עם בעיות רחבות".

[9] Laws and Major Development Programs- Norman Augustine American Institute of Aeronautics and Astronautics,1983

- **מיומנות** - מהנדס יכול להנהיג רק אם הוא בקי בתחום בו הוא פועל. "מצא אנשים טובים, תגיד להם מה אתה רוצה וזוז הצידה".
- **אנרגיה**- מנהיגים הם אנשים שמחויבים למטרתם, הם בלתי נלאים.
- **אומץ** - מנהיג צריך לטעת ביטחון באנשיו. עליו להיות מסוגל להעז ליטול סיכונים שקולים ומחושבים.
- **התמדה** - מנהיג צריך לגלות נחישות ודבקות במטרה. לא לוותר, אלא אם הובהר כי המטרה שהוצבה אינה רלוונטית יותר.
- **יכולת להניע אנשים** - מנהיג מניע אנשים לעשות דברים מעבר למה שהם יכולים לבצע. בעולם שלנו, שהוא עולם מאד הישגי, היכולת להביא אנשים למאמץ העילאי הנוסף, היא זו שמביאה תוצאות. המנהיג מניע באמצעות דוגמא אישית.
- **חוסר אנוכיות** - מנהיגים גדולים הם שחקנים קבוצתיים. הם נותנים קרדיט לאחרים. כך הם משיגים דברים גדולים, כאשר מי שמוביל הוא מונחה מטרה ולא מונחה אינטרסים אישיים.
- **החלטיות** - מנהיג צריך להיות מסוגל לקבל החלטות, לעתים גם כשאין בפניו כל העובדות שהיה רוצה שיהיו לו.
- **יכולת שיפוט** - החלטיות צריכה להיות משולבת ביכולת שיפוט. מנהיגות מושתתת גם על אינטואיציה ועל מעין מערך בקרה המגן מפני החלטות אימפולסיביות.
- **מנטורינג** - מנהיגים גדולים יוצרים מנהיגים גדולים אחרים. אחת הדרכים הבולטות לאפיין מנהיגים היא לבחון אילו אנשים הם מפתחים.
- **הקשבה** - פיטר דרוקר אמר ש- 60% מכל הכישלונות הניהוליים וההנדסיים נובעים מקצרים בתקשורת, מנהיג צריך לדעת להאזין. וורן באפט אמר שמנהיגים צריכים לדאוג שכל הזמן יהיה על ידם מישהו שיזכיר להם כי המלך הוא עירום.

3.2 כישורי מנהיגות הנדסית לפי INCOSE[10]

החשיבה למנהיגות של מהנדסי מערכות הוצגה במסמך של INCOSE. הקווים המנחים במסמך זה רלוונטיים גם למנהיגות של מהנדסים באופן כללי. נקודות מרכזיות בחשיבה שלהם הן:

- כישורי מנהיגות טכניים הינם הכרח למהנדסי מערכות
- לא כל מהנדסי המערכות הם מנהיגים טכניים, אך כל מנהיג טכני הוא בעל חשיבה מערכתית
- מנהיגות טכנית הינה הכרח לקידום חדשנות
- מהנדסי מערכות מובילים על ידי השפעה ולא על בסיס של מעמד ניהולי (position of power)
- מנהיגות מקצועית מחייבת ראשית כל מיומנות טכנית ואקדמית גבוהה
- מנהיגות נרכשת מתוך ניסיון אך ניתן להאיץ ולשפר זאת על ידי הכשרה מתאימה

במסמך זה הוצגו מגוון הכישורים בצורה גרפית, בהתבסס על דוח של Royal Society of Engineers. באיור המופיע בדוח זה צוינה ליבת החשיבה ההנדסית כ-"ליצור דברים שעובדים ולגרום לדברים לעבוד טוב יותר' – 'Making "things" that work and making "things" work better'. ההרגלים ההנדסיים של המוח – Engineering habits of mind – כוללים את הבאים:

[10] The International Council on Systems Engineering (INCOSE)

1. Systems thinking – חשיבה מערכתית
2. Adapting – יכולת התאמה
3. Problem finding – איתור הביעה
4. Creating problem solving – יצירה ופתרון בעיות
5. Visualizing – תצוגה
6. Improving – שיפור

הרגלי הלמידה של המוח – Learning habits of mind – כוללים את הבאים:

1. Open-mindedness - פתיחות מחשבתית
2. Resilience - חוסן
3. Resourcefulness – תושייה
4. Collaboration – שיתוף פעולה
5. Reflection – שיקוף
6. Ethical consideration – שיקול אתי
7. Curiosity – סקרנות

בניתוח של הכישורים הנדרשים למהנדסים ומדענים, כישור המנהיגות לא הוגדר כמיומנות העומדת בפני עצמה, אלא כמכלול של מיומנויות שכל אחת מהן היא בעלת ערך בתחומי משפחות כישורים שונות.

3.3 כישורי מנהיגות הנדסית – System Engineering Research Center (SERC)

להלן רשימת הכישורים הטכניים (טבלה 3 במסמך של SERC):

כישורים טכניים	הגדרות
1. **תכנון טכני** – Technical Planning	ארגון והגדרת ההיקף של העבודה הטכנית על פני כל השלבים הטכניים (מניתוח ותכנון, דרך פיתוח, פריסה ותפעול)
2. **הגדרת דרישות טכניות וניתוחן** – Technical Requirements Definition and Analysis	תרגום הצרכים והציפיות ההתנהגותיים והפונקציונליים של מחזיקי עניין להגדרות טכניות (כולל היקף בעיות טכניות, אילוצי מוצרים טכניים ודרישות טכניות)
3. **פירוק לוגי** – Logical Decomposition	הפרדה או פירוק של בעיה, פונקציה או מערכת לחלקים המרכיבים שלה, לעתים קרובות למבנה היררכי
4. **אימות ותיקוף מוצר** – Product verification and validation	השוואה והערכת המערכת או המוצר הטכניים הסופיים עם הדרישות, המפרטים והציפיות של בעלי העניין שהוגדרו מלכתחילה

כישורים טכניים	הגדרות
5. **העברת מוצר** – Product transition	העברת המוצר הטכני לייצור, בדיקה, תפעול ותמיכה
6. **מחזור חיים** – Lifecycle	ניהול מוצר במהלך מחזור החיים, כולל הגדרת הקריטריונים להערכת המוצר הטכני במעבר בין שלבי מחזור החיים
7. **ניהול סיכונים טכניים** – Technical risk management	זיהוי, כימות, והפחתת סיכונים טכניים, ואישור סיכונים טכניים נותרים
8. **חשיבה מערכתית** – Systems thinking	לראות את התמונה הגדולה, לחפש הסברים והקשרים הוליסטיים בעת בחינת בעיות טכניות, והתמקדות בחיבורים ובממשק בתת המערכות במערכת
9. **מורכבות מערכתית** – Systems complexity	הבנת הממשקים בתוך ובין מערכות, וזיהוי הפוטנציאל להופעת התנהגות מתהווה עקב שינוי ברכיבים ובממשקים של המערכת.
10. **ראיית התמונה הגדולה** – Big Picture Thinking Competency	יכולת ניהול ההיבטים הטכניים החיצוניים למערכת (סביבה טכנית, ארגונית או המערכת בהקשר למערכות נוספות בסביבתה)
11. **הפשטה** – Abstraction	זיהוי ותרגום תבנית מתחום אחד לתחום אחר
12. **הלך רוח פרדוקסלי** – Paradoxical mindset	להחזיק בדעות מנוגדות בו-זמנית כדי לקבל החלטות טובות יותר

להלן רשימת הכישורים הניהוליים (מאפשרים) – טבלה 4 במסמך של SERC:

כישורי מנהיגות	הגדרות
1. **פיתוח אנשים** – Developing people	הרחבת יכולתם של אנשים לעשות עבודה טכנית ביעילות, הרחבת יכולתם להוביל אחרים ביעילות, הגדלת יכולת קבלת ההחלטות שלהם [...], עזרה לאנשים להבין את מסלולי הצמיחה והקריירה שלהם, עידוד אנשים להיות עמיתים טובים במקום העבודה, וטיפוח ההגשמה של אנשים מביצוע עבודתם
2. **הובלת אנשים** – Leading people	הנחיה, הכוונה או הנעה של אחרים בדרך מכבדת ומעצימה בהתאם ליעדים וסדרי העדיפויות של הארגון

כישורי מנהיגות	הגדרות
3. **חשיבה קריטית** – Thinking critically	שימוש בהיגיון ובניתוח כדי לזהות ולהעריך את החוזקות, החולשות, וההשלכות של דרכי פעולה שונות, וכן לנתח את המצב באופן אובייקטיבי
4. **בניית אמון** – Building Trust	התייחסות לאחרים כך שהם יאמינו למנהיג
5. **תקשורת אפקטיבית** – Communicating Effectively	העברה ברורה של מידע ומשמעותו לאחרים באופן מילולי, בכתב או בתקשורת בלתי מילולית
6. **בניית היחסים עם בעלי העניין ותחזוקתם** – Establishing and Maintaining Stakeholder Relationships	בנייה ושמירה על שותפויות עם קבוצות פנימיות או חיצוניות אחרות, שמושפעות על ידי המנהיג הטכני
7. **השפעה על אחרים** – Influencing Others	שכנוע של אחרים לקבל דעה מסוימת שהובעה כרעיון, הצעה, החלטה או יוזמה
8. **פיתוח אסטרטגיה וחזון** – Developing Strategy and Vision	קביעת יעדי הארגון לטווח ארוך, והערכה ואימוץ דרכי הפעולה והקצאת משאבים להשגת היעדים הללו
9. **טיפוח אג'יליות** – Fostering Agility	הסתגלות מהירה, למידה, תגובה ושגשוג כאשר משימות העבודה, הסביבה, ההקשר או התנאים משתנים; כמו כן, הסתגלות מהירה כאשר תהליכים או מבנים של העבודה משתנים
10. **קידום חדשנות** – Promoting Innovation	יצירת מוצרים או תהליכים משופרים בצורה משמעותית, כמו גם פיתוח גישה מקורית להתמודדות עם אתגרים והזדמנויות
11. **בניית יחסי עבודה טובים עם גורמי ממשל** – Building Government Acumen	יכולת שיפוט וניהול משאבי אנוש ומשאבים פיננסיים, טכנולוגיים ומשאבי מידע בהקשר הפדרלי, בהקשר המדינה, או בהקשר מקומי [...]
12. **ראיית מאקרו** - Possessing a Macro Perspective	הבנת ההיבטים וההקשרים הפוליטיים, הכלכליים והחברתיים, וניהול יעיל בהיבטים והקשרים אלו

3.4 כישורי מנהיגות טכנית – INCOSE TLI[11]

תוכנית המכון למנהיגות טכנית (TLI – Technical Leadership Institute) הוקמה בשנת 2015 במסגרת האיגוד העולמי להנדסת מערכות (INCOSE). זוהי רשת למידה גלובלית של חברי INCOSE המחויבים לשיפור כישורי מנהיגות טכנית כדי לתת מענה טוב יותר למורכבות המוצרים, הארגונים והחברה של היום. המשתתפים מתמנים על ידי סניפי INCOSE בעולם ויוצאים לתהליך של שנתיים שנועד להגביר את המודעות העצמית שלהם, לשפר את הבנתם את המורכבות ולהעניק ניסיון בהובלה באמצעות השפעה בתנאי חוסר ודאות.

במסגרת TLI פותח מודל לכישורי מנהיג הנדסי מערכתי הכולל שש התנהגויות מרכזיות:

- מוביל מטרה וחזון;
- חושב באופן אסטרטגי;
- מטפח שיתוף פעולה;
- מנהל תקשורת יעילה;
- מאפשר לאחרים להצליח;
- מפגין אינטליגנציה רגשית.

שש התנהגויות אלו פורטו לתתי-התנהגויות, מאפיינים והגדרות משנה. לדוגמה, תקשורת יעילה קשורה לנושאים כמו: הקשבה פעילה, יחס מכבד, הבעה ברורה, האזנה מכבדת, בהירות התקשורת, אוצר מילים טכני מתאים והבנת אנשים.

לאורך התהליך במסגרת TLI מתבצעים אימון והדרכה על הסיס הכישורים וההתנהגויות שפורטו. אימון והדרכה אלו המסייעים למשתתפים למקסם את התועלת הנגזרת מההתנסויות שלהם. עם השלמת ההתנסות הראשונית של שנתיים, המשתתפים מתקבלים כחברים מלאים ב-TLI, ולאחר מכן הם ממשיכים במסע הלמידה שלהם יחד, תוך תרומה משלהם כחברים בקהילה עולמית מגוונת וצומחת לטובת הארגונים שלהם, INCOSE והעולם בכלל.

4. חינוך למנהיגות הנדסית

בשנים האחרונות עולה הצורך להקנות במסגרת ההכשרה של מהנדסים גם כישורי מנהיגות ומובילות הנדסית, שמתברר שהם נדבך חשוב לקידום הנדסה בעידן הנוכחי וקידום מהנדסים לתפקידי השפעה בחברה, שאינם בעלי גוון פוליטי. דוגמאות לתוכניות מסוג זה הוצגו בפרוט בנספחים א' ו-ב' עבור שתי אוניברסיטאות מובילות בצפון אמריקה, אוניברסיטת טורונטו ו- MIT. תיאור של תוכניות נוספות ניתן למצא במספר מקורות למשל Kendall and Rottmann, 2022, Klassen et al, 2016. פירוט תובנות נוספות מדיונים בנושאי מנהיגות הנדסית - **בנספח ד'**.

11 https://www.incose.org/learn/tli

האתגר בקידום נושא זה במסגרות החינוכיות באקדמיה איננו רק בגיבוש תוכנית לימודים והגדרת יעדיה אלא גם הצורך לשכנע את קובעי המדיניות וחברי הסגל באוניברסיטאות בנחיצות ובחשיבות של מהלך זה. מחקר שדה המתייחס להיבטים אלה נערך ע"י Rottman et al, 2015.

בהתבסס על התובנות של מאמרים אלה מוצגים להלן עיקרי הדברים בהקשר של הגישות הפדגוגיות (4.1), התובנות מהשטח לגבי החשיבות של הכשרה למנהיגות (4.2) והמתח שבין זהות הנדסית ומנהיגות המהווה לעיתים חסם לקידום תוכניות למנהיגות (4.3). בהקשר זה ראוי לציין שחלק מהבעיה הוא שמנהיגות נתפסת אצל רבים כניהול בשעה שהכוונה היא אחרת, שניתן לתת לה אולי ביטוי מתאים יותר ע"י השימוש במונח מובילות. לכן בניסוח בסעיף זה אנחנו משתמשים במינוח מנהיגות ומובילות.

4.1 גישות פדגוגיות

סקירה של הגישות הפדגוגיות באוניברסיטאות שבהן מתקיימות תוכניות הכשרה בתחום מהניסות והובלה ע"פ Kendall and Rottmann, 2022, Klassen et al, 2016.

גישות אלה כוללות בין השאר שילוב של לימוד והתנסות, עבודת צוות, שילוב של בוגרים בהנחיה והתנסות, ניתוח מקרי אירוע, קידום שיטות הערכה.

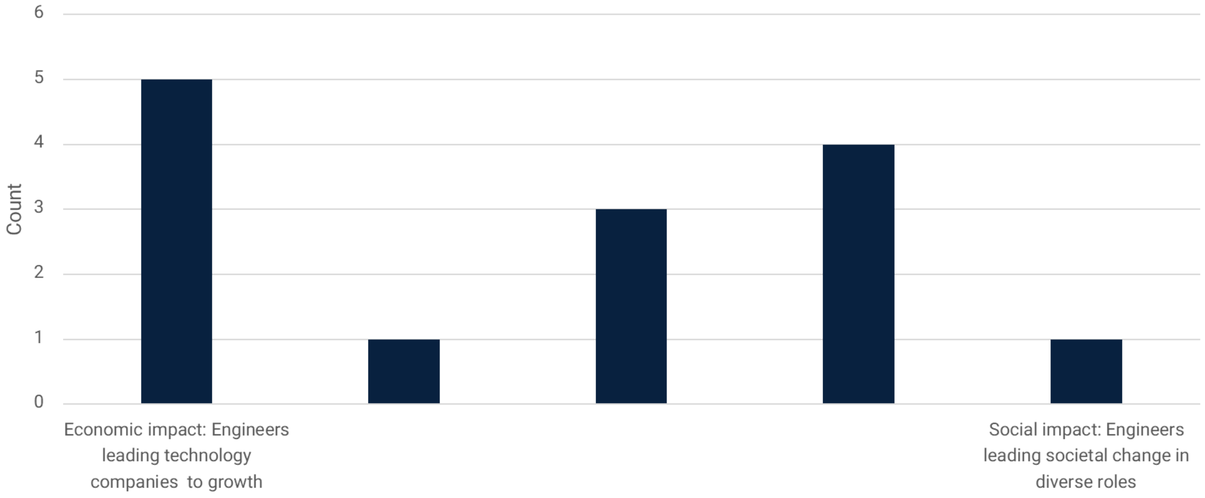
Klassen ואחרים השוו בין התוכניות ע"י סיווג המאפיינים שלהן על פי התיאור ש**בשגיאה! מקור ההפניה לא נמצא.**, כאשר לכל מימד יש טווח (ספקטרום).

מימד	טווח הספקטרום
מטרה סופית	**מאימפקט כלכלי לאימפקט חברתי**
יישום של למידת מנהיגות	**מתאוריה לפרקטיקה**
היקף של פעולת מנהיגות	**מאישי לארגוני**
דגש על מנהיגות	**מתהליך לעמדה**
בחירת משתתפים	**ממשתף לבלעדי (Inclusive to (exclusive**
כפיה	**מליבה/חובה לאופציונלי/ בחירה עצמית**
אינטגרציה	**ממשולב לנפרד**

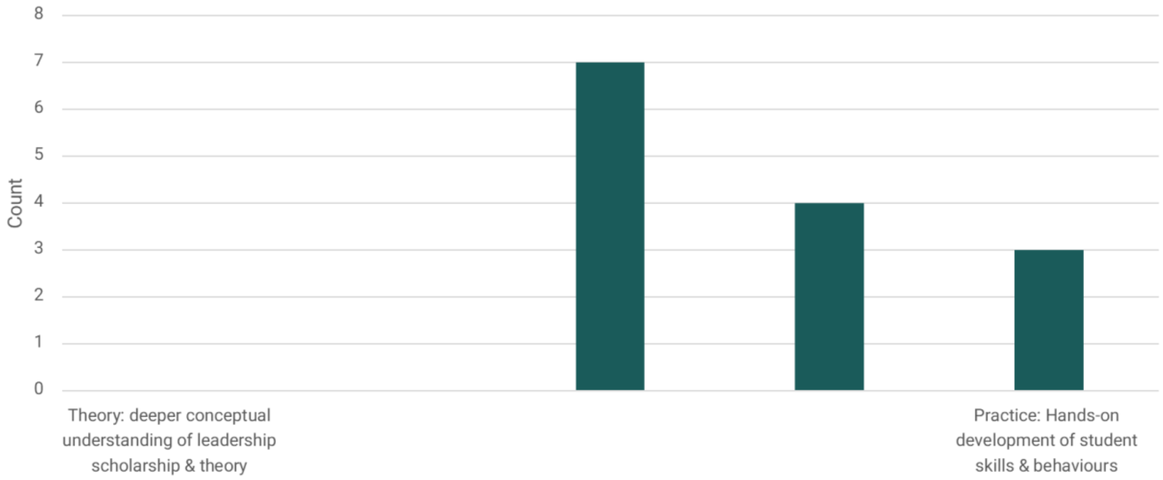
טבלה 7: ממדים וטווחים של מאפיינים להכשרה למנהיגות והובלה (עפ"י Klassen, 2016)

מקור: Klassen et al, 2016

על בסיס זה הם סקרו את התוכניות של אוניברסיטאות[12] אשר בהן מתקיימות מזה מספר שנים תוכניות להכשרה למנהיגות והציגו את הפילוג בטווח בכל מימד :

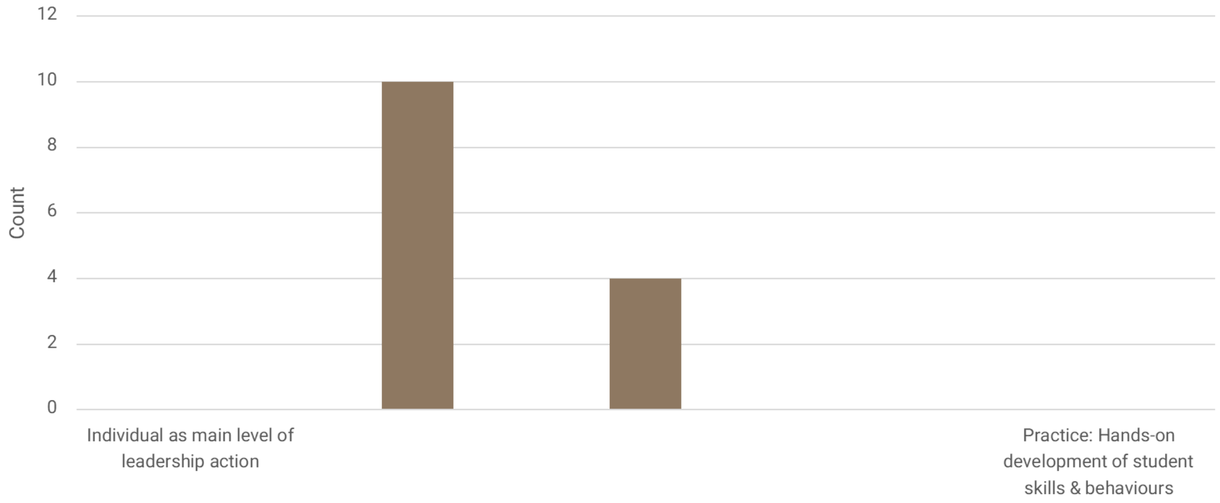


איור 1: פילוח של תוכניות הלימוד לפי מימד של **מטרה סופית**

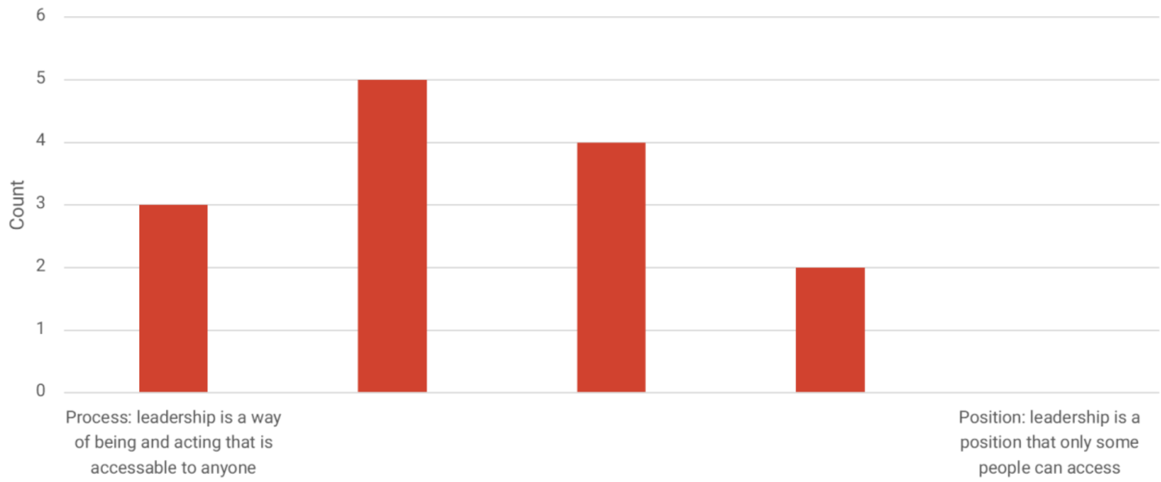


איור 2: פילוח של תוכניות הלימוד לפי מימד של **יישום של למידת מנהיגות**

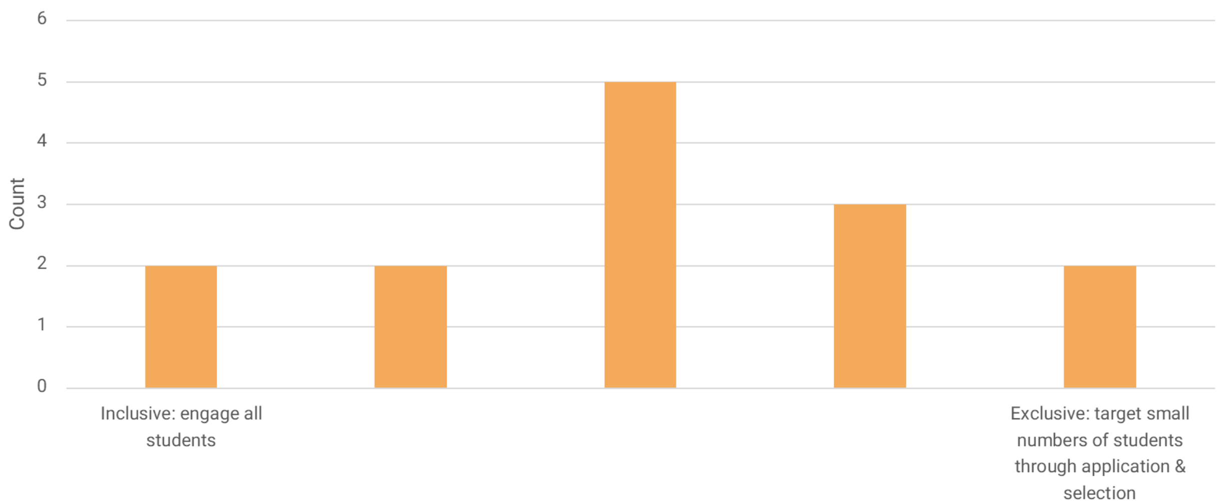
[12] Tufts University, Northwestern University, Penn State university, University of Toronto, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Northeastern University, Iowa State University, Southern Methodist University, Rice University, Brigham Young university, McMaster University, Cornell University, University of Texas at El-Paso, Western University.



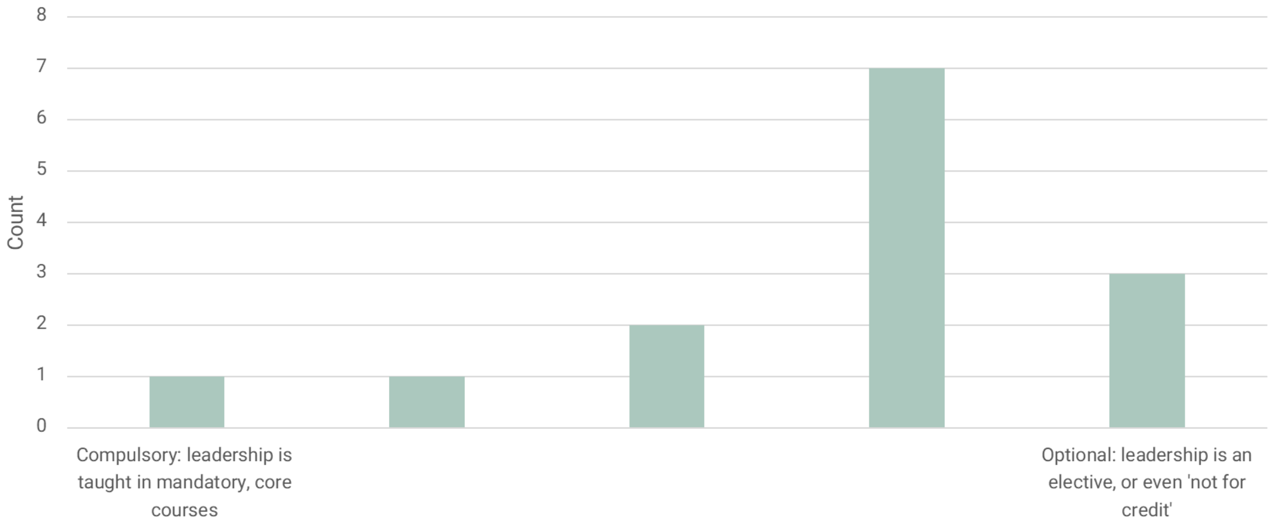
איור 3: פילוח של תוכניות הלימוד לפי מימד של **היקף של פעולת מנהיגות**



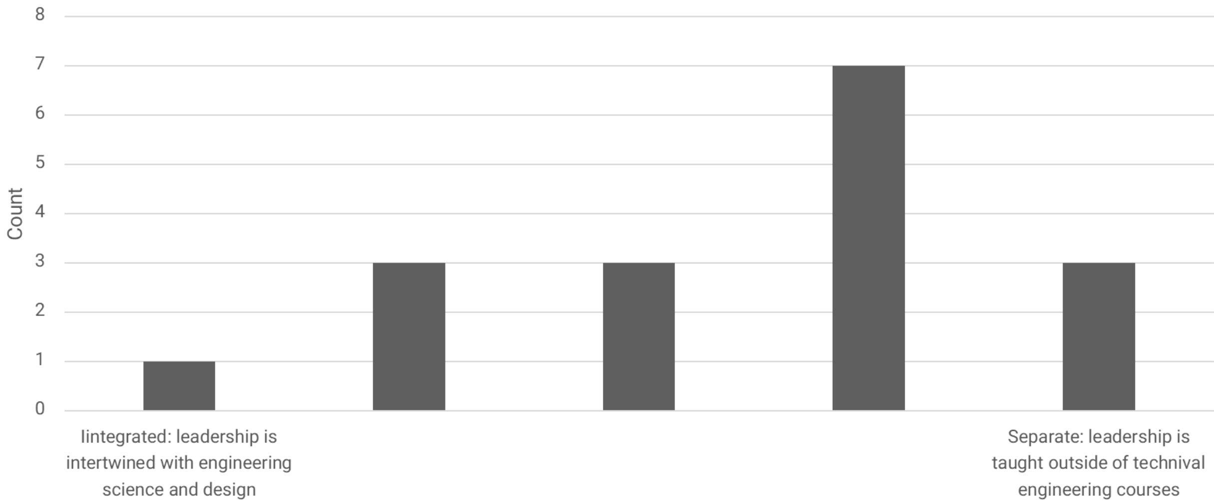
איור 4: פילוח של תוכניות הלימוד לפי מימד של **דגש על מנהיגות**



איור 5: פילוח של תוכניות הלימוד לפי מימד של **בחירת משתתפים**



איור 6: פילוח של תוכניות הלימוד לפי מימד של **כפיה**



איור 7: פילוח של תוכניות הלימוד לפי מימד של **אינטגרציה**

הגישות באוניברסיטאות הן מגוונות אך ניתן להבחין במספר מגמות. תוכניות שבחלקן הגדול מספר קטן יחסית של סטודנטים הנחשפים אליהן ותוכניות שהן מחוץ לקוריקולום המרכזי. ניתן היה להבחין גם בפיתוח של תוכניות בעלות שלושה מאפיינים עיקריים שונים, שהמיקוד של כל אחת מהן הוא אינטגרציה טכנולוגית, אימפקט חברתי והשפעה על הקוריקולום הבסיסי. ממד שלישי זה הוא בשלבים ראשונים של התפתחות והוא מהווה אינדיקציה למודלים שניתן להרחיבם בעתיד ולהגיע באמצעותם למרב הסטודנטים. למטרה זו יש ליצור שיתופי פעולה עם חברי סגל אקדמי בכירים, לשלב את הנושא של עבודת צוות בקורסי תכן ולשלב כמדיניות שמנהיגות והובלה יהיו אחד התוצרים של תוכניות הלימוד.

מן הראוי להדגיש שמגמות אלה מבוססות על מחקר שהתפרסם ב- 2015 וייתכן שמאז כבר היו שינויים. יש גם לשים לב לכך שהאוניברסיטאות שנסקרו היו כאלה שכבר ב- 2015 היו בהן תוכניות להכשרה למנהיגות והובלה ואלה הן מהאוניברסיטאות של השורה הראשונה להכשרת מהנדסים בצפון אמריקה.

4.2 תובנות מהשטח לגבי החשיבות של הכשרה למנהיגות ומובילות

מצב העניינים כפי שתואר בסעיף הקודם הוא תוצאה של מספר מחסומים בקידום ההטמעה של הכשרה למנהיגות והובלה כחלק מהקוריקולום הבסיסי. ניתן למנות ארבעה מרכזיים שבהם (Rottman et al, 2015) :

1. למהנדסים יש נטייה להתמקד בפתרון של בעיות טכניות והם מרגישים שלא בנח למעבר וחשיבה על פתרון "בעיות אנשים".
2. מהנדסים תופסים מנהיגות בהיבט המסורתי, שמנהיגות קשורה בהיררכיה, ועל כן מרגישים שמנהיגות איננה עולה בקנה אחד עם הגישה האגליטרית (שוויונית), המבוססת עבודת צוות של הדיסציפלינה ההנדסית.
3. המושג "מנהיגות" נראה אמורפי ל מקצוע שהמוניטין שלו מבוסס על דיוק טכני.
4. כאשר תוכנית לימוד של מהנדסים מתייחסות לנושא של מנהיגות כאופציונלי, מחוץ לקוריקולום המרכזי, מסה קריטית של סטודנטים יכולים להתייחס לנושא הזה כמשני ובלתי חשוב.

המכשולים הללו אינם בלתי עבירים, אם מביאים לידי ביטוי שלושה תנאים:

1. להטמיע בקרב הסטודנטים שלמקצוע ההנדסה יש לגיטימציה לכלול בו זמנית מרכיבים טכניים והומניסטיים, כפי שבא לידי ביטוי במסמך של National Academy of Engineering – The Engineer of 2020 (קישור).
2. יש לחשוף את הסטודנטים לחינוך למנהיגות כדי להבין שמנהיגות איננה באה לידי ביטוי בצורה הפשטנית המסורתית המבוססת על ראייה היררכית; יש התקדמות בתחום זה כי יותר מוסדות עילית לחינוך מהנדסים מקדמים מהלכים בתחום מנהיגות תוך גיוס משאבים מקרנות שונות.
3. יש להגדיר טוב יותר מנהיגות הנדסית בהתבסס על הניסיון בהנדסה; יש התקדמות בכיוון זה בהתבסס על מחקרים אמפיריים של הנעשה בשטח והניסיון שמצטבר במיזמים הנדסיים (Rottmann et al, 2015).

בהתבסס על סקר ספרות וסקר שדה נרחב של 9 קבוצות של מהנדסים, Rottman ואחרים גיבשו תובנות שסוכמו במסגרת שלוש קבוצות של ממצאים שהם להערכתם מרכזיים בהבנת סוגית מנהיגות הנדסית, כאשר זהות הנדסית ומנהיגות המהווה לעיתים חסם לקידום הכשרה למנהיגות.

4.2.1 ממצא 1: "מנהיגות? זה לא אנחנו..."

אצל מהנדסים רבים ההתייחסות למנהיגות הייתה בעלת אופי שלילי, כנעדרת הגדרה ברורה, לא מעשית, אליטיסטית, בבחינת "זה לא אנחנו". התחושה הייתה של חוסר תאימות בהכרה של זהות הנדסית, תוך שהיא לא עולה בקנה אחד עם מנהיגות.

4.2.2 ממצא 2: שלוש מגמות במנהיגות הנדסית

לצד ממצא 1, עלה מן הסקרים שבשעה שרבים הסתייגו מנושא המנהיגות, בו בזמן הציגו הנשאלים דוגמאות רבות של עמיתים משפיעים, שהם מובילים בתחומים שלהם. דהיינו, בשעה שרבים הסתייגו מ"מנהיגות הנדסית", הם סיפרו רבות על מהנדסים מנהיגים. מתוך כך עולה שהפרקטיקה של

מהנדסים משלבת בתוכה צורות לגיטימיות של השפעה, ללא קשר אם היא מוגדרת כמנהיגות. על בסיס זה ניתן היה לזהות שלוש מגמות שבהן מהנדסים פועלים בשטח ומיישמים מנהיגות:

- **מיומנות טכנית (technical mastery)**:
Technical expertise passed on through informal advice and mentorship.
- **אופטימיזציה שיתופית**, דהיינו עבודת צוות אפקטיבית **(collaborative optimization)**:
Skilled facilitation of group process with an eye to quality, efficiency and engagement
- **חדשנות ארגונית (organizational innovation)**:
Visionary realization of practical, entrepreneurial and intrapreneurial ideas

4.2.3 ממצא 3: בחינה מחודשת של ההתנגדות ותפקיד מקדמי חדשנות

משתתפים במשאל הביעו דעה שתפקיד המהנדסים הוא לפתור בעיות אך לא לזהות ולהגדיר בעיות, דהיינו לפתור בעיות שהוגדרו על ידי אחרים. בניגוד לנקודת מבט זו שבוטאה ע"י מהנדסים רבים, היו אחרים, אשר זוהו ע"י עצמם או אחרים כמחדשים (innovators) במישור הארגון, והם הגדירו את הפעילות ההנדסית ככזו שמביאה אתה השפעה, מעבר לפתרון בעיה טכנית. אלה פתוחים יותר להגדרה של ההנדסה כמקצוע מנהיגותי (leadership profession).

4.3 טיפוח זהויות הנדסית ומנהיגותית: המתח והסינרגיה

המתח שבין הנדסה וחברה (Karp et al 2023) הוא ביטוי לשתי זהויות, הנדסית ומנהיגותית, אשר אי אפשר להכחיש את קיומו וחשוב למצוא את הדרך לסינרגיה ביניהם. סינרגיה כזו דרושה בעידן הנוכחי אשר בו מתברר והולך שהמהנדס המודרני הוא יותר מאשר מומחה טכני ועליו להיות גם מנהיג טכניים. העמקה בזהויות אלה וגיבוש דרכים לסינרגיה ביניהן מנותחים ע"י Schell and Hughes 2017. על בסיס זה פותח העיקרון של "מודל טורונטו" המביא לידי ביטוי טיפול המבוסס על ממצאים אמפיריים דוגמת אלה שתוארו בסעיף הקודם תוך פיתוח מסגרת שבבסיסה מודל המבוסס על הקונצפט של איך מהנדסים מובילים ולא איך להוביל ולהנהיג מהנדסים. תיאור של מודל זה מוצג בנספח א' ובמאמר של Klassen ואחרים.

מקורות

Arnold, R. D., & Wade, J. P. (2015). A definition of systems thinking: A systems approach. *Procedia computer science*, *44*, 669-678.

Arnold, R. D., & Wade, J. P. (2017). A complete set of systems thinking skills. INCOSE International Symposium, 27(1), 1355-1370.

Case Western Reserve University Engineering Leadership: 10 Characteristics of an Outstanding Engineering Leader, Link

Doyle, A. (2021). Important leadership skills for workplace success.

Edson, R. (2008). *Systems Thinking. Applied. A Primer*. Arlington, VA, USA: Applied Systems Thinking (ASYST) Institute, Analytic Services Inc.

Edson, R. (2019). Applied systems thinking. *Systems Engineering in the Fourth Industrial Revolution*, 21-43.

Edson, R. (2023). Systems Thinking Workshop: Closed Loop Thinking for Non-Technical Systems. 06/21/2023

Coaching, C. A. A. D. P. (2000). Daniel Goleman (Author of Emotional Intelligence) Leadership That Gets Results. *Harvard Business Review*.

Paul, R., Sen, A., & Wyatt, E. (2018, June). What is engineering leadership? A proposed definition. In *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*.

Kendall, M. R., & Rottmann, C. (2022). Student leadership development in engineering.

Klassen, M., Reeve, D., Rottmann, C., Sacks, R., Simpson, A. E., & Huynh, A. (2016, June). Charting the landscape of engineering leadership education in North American universities. In *2016 ASEE Annual Conference & Exposition*.

Raelin, J. A. (1991). The Clash of Cultures: Managers Managing Professionals (Cambridge, MA: Harvard Business School Press).

Rottmann, C., Sacks, R., & Reeve, D. (2015). Engineering leadership: Grounding leadership theory in engineers' professional identities. *Leadership*, *11*(3), 351-373.

Lucas, B., Claxton, G., & Hanson, J. (2014). Thinking Like an Engineer: Implications for the education system.

Schell, W. J., & Hughes, B. E. (2017, June). An approach to understand the role of identity in engineering leadership. In *ASEE annual conference & exposition* (Vol. 2017).

קרפ, ב', זוננשיין, א' ובנטור, א'. (2023) **הנדסה, חברה וסביבה, יחסי גומלין ושילוב**. חיפה: מוסד שמואל נאמן

זוננשיין, א' ושטאובר, ש'. (2014) **מהקונקורד לכיפת ברזל : ניהול מערכות טכנולוגיות במאה ה-21**. יהושע שטאובר - ספרי ניהול ועסקים.

נספח א' – תוכניות חינוך למנהיגות של מכון TROOST באוניברסיטת טורונטו

ד"ר דניאל מרום

מכון טרוסט, המכונה בקצרה *ILEAD*, הוא אחד מאוסף של מרכזים שנוסדו באוניברסיטאות שונות בצפון אמריקה בעשורים האחרונים לצורך פיתוח מנהיגות בהנדסה. הוא ממוקם ביחידה בינתחומית ייחודית לפיתוח חינוך הנדסי באוניברסיטת טורונטו שבקנדה, Institute for Studies in Transdisciplinary Engineering Education and Practice , המכונה בקצרה *ISTEP*. על מכון טרוסט ניתן ללמוד בפרוטרוט מהאתר שלו: https://ilead.engineering.utoronto.ca

מכון טרוסט הוקם כמכון בשנת 2011. תפיסת המנהיגות ההנדסית שלו מתרכזת ביכולת להוביל שינוי חיובי אצל אחרים למען בניית עולם טוב יותר. לצורך כך, המכון מתמקד בטיפוח זהות מקצועית של המנהיג ההנדסי כמשרת את החברה. מוקד מרכזי בפיתוח הכשרה למנהיגות הנדסית על פי תפיסה זו היא על תהליכי בניית קשרים עם אחרים ומיומנויות תקשורת ברמות שונות ומגוונות. לצד זאת, מתודת ההכשרה מתמקדת ב"אני" של היחיד (self) תוך עיסוק בתכנון קריירה על פי תפיסה ערכית מגובשת והמשך למידת המנהיגות ההנדסית לאורח כל החיים. לסיכום תפיסה ומתודה זו, ראו: https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1069709.pdf .

פועלו של המכון עומד על שלשה יסודות: א) פיתוח לימודי מנהיגות לסטודנטים לתואר ראשון ולתארים מתקדמים באוניברסיטת טורונטו, ב) מחקר במנהיגות הנדסית, ו-ג) שיתוף פעולה ולימודי המשך עם התעשייה. בזכות זאת, במשך העשור חל גידול של 400% בהרשמת תלמידים בכל שנה בקורסי רשות במנהיגות הנדסית (14 קורסים סה"כ) וכיום הוא עומד על 851. בנוסף, תכנים ודרכי לימוד שהוא פיתח שולבו בקורסים לשנה א' בכל תחומי ההנדסה כך שהם נוגעים ב-100% מהם. יש גם היצע עשיר של אירועים ולימודים בלתי פורמאליים המוצעים על ידי המכון (סה"כ המכון גרם להשתתפותם של יותר מ-26,000 תלמידי תואר ראשון ותארים מתקדמים בהנדסה). סך של 7,720 שעות של לימודי המשך, סדנאות, כנסים ותוכניות ייחודיות ניתנו למהנדסים העובדים אצל שותפים מהתעשייה במשך העשור. מאמריו של המכון גם זכו לציטוט בכתבי עת רבים. כיום מכון טרוסט ממוקם במתחם סגולי משלו שבו הוא גם מקיים חלק גדול מפעילויותיו. עובדים במכון טרוסט 11 אנשי סגל ומנהל במשרה שלמה, 14 מרצים במשרה חלקית, וצוות סטודנטים.

מבין המרכזים העוסקים במנהיגות הנדסית, טרוסט מיוחד, בין היתר, בכך שהוא מקדיש חלק ממחקריו למיפוי התחום של פיתוח מנהיגות הנדסית בצפון אמריקה ובעולם ואף מנסה לשמש כגוף המכנס את העוסקים בדבר לצורך לימוד הדדי ושיתופי פעולה. ב-2022 פרסם מכון טרוסט ספר הסוקר באופן מקיף ושיטתי את התחום בכותרת Student Leadership Development in Engineering. סקירה זו כוללת פרקים הדנים בהנמקות השונות לתחום המנהיגות ההנדסית, גישות לפיתוח מנהיגות הנדסית בהקשר של החינוך הגבוה, case studies לצורך לימוד על שבעה מרכזים פיתוח למנהיגות הנדסית (כולל MIT, אוניברסיטת פנסילווניה, וטורוסט עצמו), וסקירות של גישות מחקר ומחקרים מובילים בנושאים נבחרים. הפרק האחרון דן בעתיד התחום ומציע ארבע מטרות מפתח לקידומו. ראו: https://onlinelibrary.wiley.com/toc/23733357/2022/2022/173.

למאגר המחקרים החשובים הנוספים שפרסם טרוסט על כלל התחום ועל נושאים ספציפיים בתוכו ראו: https://ilead.engineering.utoronto.ca/research/publications/ .

מההיסטוריה של הקמת מכון טרוסט ומפועלו ומחקריו במשך השנים ניתן ללמוד לקחים חשובים עבור אלה השואפים לקדם לימודי מנהיגות הנדסית במסגרות אקדמיות. להלן היצע של לקחים אלה:

- מכון טרוסט הוקם על ידי מהנדסים וותיקים ומנוסים שזיהו חסרים וליקויים בכלל התהליכים המוצעים לתלמידי הנדסה ומהנדסים ובקשו להציע תיקון בכל שלבי ההכשרה – בראש ובראשונה בשלב הראשוני האקדמי (לתלמידי תואר ראשון ותארים מתקדמים) אבל גם בלימודי המשך. ככאלה, סמכותם היא יותר פרופסיונאלית מאשר אקדמית – הגם שלימדו הנדסה באקדמיה והם מפרסמים מאמרים בכתבי עת אקדמיים. על המייסד של המכון Douglas Reeve, מנהיג עולמי בהנדסה כימית בתחום המוך (pulp), ראו תיאור ביוגרפי https://ilead.engineering.utoronto.ca/people/doug-reeve/ וראיון קצר: https://www.canadianconsultingengineer.com/features/conversations-doug-reeve-on-leadership/ על המנכ"לית הנוכחית של המכון, Emily Moore , ששמשה בתפקידי מנהיגות בין היתר בחברתXEROX , ראו: https://ilead.engineering.utoronto.ca/people/emily-moore-director/ וקטע וידיאו קצר: https://www.youtube.com/watch?v=xob0XC4fFUY . על התורם שעל שמו נקרא המכון, Bill Troost, אף הוא מהנדס, ראו: https://www.chancellorscircle.utoronto.ca/members/kathleen-troost-and-william-troost/
/
- בהמשך לנ"ל מכון טרוסט מנסה להצמיח מנהיגות הנדסית מתוך הפרופסיה של ההנדסה במקום לכפות תפיסות מנהיגות גנריות על ההנדסה. המחקר המצוטט ביותר של המכון מציג את סלידתם של מהנדסים בשטח מהשימוש במונח "מנהיגות" בהתייחס לעבודתם ומציעים תכונות שהם רואים כמאפיינים את המובילים בתחומם. בסוף המאמר דנים המחברים גם בהשתמעויות של ממצאיהם לחינוך ההנדסי. למאמר " Engineering leadership: Grounding leadership theory in engineers' professional identities" ראו: https://tspace.library.utoronto.ca/handle/1807/77544
- עוד בהמשך לנ"ל, הקורסים של מכון טרוסט פותחו רובם ככולם על ידי אנשיו ובהתאם לתפיסת המנהיגות ההנדסית שלו המדגישה את תהליכי ההתקשרות והתקשורת של הלומדים ופיתוח זהותם המקצועית כמשרתי חברה תוך עיסוק בתכנון קריירה על פי תפיסה ערכית. קורסים נוספים מיועדים לחנוך תלמידים ללימודי המשך במנהיגות הנדסית בנושאים כגון חשיבה מערכתית ושילוב אתיקה בתכן הנדסי. הדגש על פיתוח תכנים ודרכי לימוד בנוי על ניתוח החוסר המכונן של המהנדסים בהתייחס להכשרת מהנדסים. אין קפיצה ישירה לשינוי בחינוך ההנדסי ללא פינוי מרחב מקדים ומתמשך לפיתוח. במסגרת זאת, מכיוון שפיתוח תכנים ודרכי הוראה הוא מעשה חינוכי, דאג המכון לשלב אנשי חינוך בצוות שלהם ואף לקיים מחקר מלווה במאמצי הפיתוח שלהם. מחקר זה נעשה גם כחלק מתוכנית הכשרה לחוקרי חינוך הנדסי ב-*ISTEP*.
- הגם שמכון טרוסט שואף להשפיע על כלל תכנית הלימודים להכשרת מהנדסים באוניברסיטת טורונטו, הם מודעים לכך שזוהי משימה ארוכה הדורשת נחרצות ומאמצי הפצה מתמשכים. זאת בין היתר מכיוון שבתחומי ההנדסה אוניברסיטת טורונטו היא בראש ובראשונה מחויבת למחקר והוראה במדעי ההנדסה. על כן, המכון עסוק רבות בפוליטיקה ארגונית וגיוס כספים. אסטרטגיה מרכזית בניסיונם להעמיק את השילוב של מנהיגות הנדסית בתוכנית הלימודים

הכללית היא בניית אשכול בנושא המביא לתעודה עבור הנרשמים. לתיאור האשכול והקורסים המוצעים בו לתלמידי תואר ראשון ראו: https://undergrad.engineering.utoronto.ca/academics-registration/minors-certificates/undergraduate-engineering-certificates/certificate-in-engineering-leadership. לתיאור דומה לקורסים לתלמידי לימודים מתקדמים, ראו: https://ilead.engineering.utoronto.ca/academic-courses/graduate-courses/.

- ראו גם מחקר שערכו בניסיונם של מרצים למנהיגות הנדסית להשפיע על כלל תכנית הלימודים "Engineering: Moving Leadership From the Periphery to the Core of an Intensely Technical Curriculum" :https://tspace.library.utoronto.ca/handle/1807/102882.
- יסוד מרכזי בעבודתו של מכון טרוסט הוא שיתוף הפעולה עם בוגרים. הם עוקבים אחרי עשייתם וסיפוקם של הבוגרים מהלימודים שלהם במחקריהם, וגילו בתוך כך שהם דווקא ממשיכים להזדהות עם המונח "מנהיגות" בקשר לזהותם המקצועית ואף מנסים לממש את מה שלמדו בעבודתם בתעשייה. (ראו: https://tspace.library.utoronto.ca/handle/1807/96017).
- התברר למובילי המכון שבוגרי הלימודים שלהם משמשים כשגרירים חשובים לעבודתם, הן בתעשייה והן באקדמיה. הם גם חוזרים למכון כדי להמשיך בלימודי המנהיגות שלהם ואף מסייעים בגיוס כספים.
- מכון טרוסט משקיע רבות על שמירת קשרים ושיתופים עם התעשייה, באמצעות קהילה משותפת להתנסות במנהיגות הנדסית Community of Practice on Engineering Leadership Partnership. קהילה זו מאפשרת להם לגייס כספים מהתעשייה, למשוך מהנדסים להשתתף בלימודי ההמשך ובאירועים שהם מציעים, ואף לערוך מחקרים על מנהיגות הנדסית בתעשייה בשיתוף פעולה עם ארגוני תעשייה. עם זאת, מספר הארגונים המשתתפים בקהילה זו אינו גדול, בין היתר בגלל התנאי של תרומת כספים למכון לצורך השתתפות בו. ראו: https://ilead.engineering.utoronto.ca/industry-relations
- למכון טרוסט קשרים ושיתופים רבים עם יזמי חינוך הנדסי וחינוך למנהיגות הנדסית. יזמים אלה אינם נמנים על צוות ההוראה, הפיתוח והמחקר של המכון, אך הם שותפים חשובים לדרך. שני בולטים מבין אלה הם: א) סטיבן ארמסטרונג, מהנדס מכונות ובעל חברת ייעוץ מנוסה שבין היתר פיתח קורס מבוא היסטורי ופילוסופי לכלל לומדי ההנדסה באוניברסיטת טורונטו. לאתר האישי שלו ראו: https://amgimanagement.com/stephen-c-armstrong/ ו
- על ההוראה שלו באוניברסיטת טורונטו ראו: https://gradstudies.engineering.utoronto.ca/professional-degrees/elite-emphasis/stephen-c-armstrong/. ב) מרק אבוט, סוכן שינוי יחיד סגולה למהנדסים בתעשייה, מנהל ה-Engineering Change Lab בקנדה המקדם את נושא ה-Tech Stewardship. ראו: https://ashokacanada.org/fellow/mark-abbott/ ו- https://techstewardship.com/ts-mark-abbott/.

נספח ב' – תוכניות לחינוך למנהיגות הנדסית במסגרת MIT

Engineering Leadership Program at MIT

What is Engineering Leadership?

Engineering leadership consists of capabilities and values that transform technical people from individual contributors into those who can lead teams to deliver a complex multi-disciplinary product. We assert that leadership is a process and that there is a two-way relationship between the leader and the team. Leaders inspire and influence teams to accomplish things that they otherwise would not have done on their own.

Our Approach

The Bernard M. Gordon-MIT Engineering Leadership Program aims to develop next-generation technical leaders with the values, attitudes, and skills necessary to understand and address engineering problems. Our approach is cohort-based and highly interactive, blending Engineering Scenario Practice, Engineering Leadership Concepts & Theory, and Reflection and Values Development.

GEL supplements MIT's technical education with the leadership skills that prepare young engineers for effective careers in engineering. Each year, more than 120 MIT undergraduates develop engineering leadership skills through our innovative experiential and theoretical coursework, and practice and reflection exercises. In GEL1 (Year 1), there is an intense focus on teamwork and team leadership. In GEL2 (Year 2), the focus extends to organizational and project contexts. GEL also offers short courses for professionals.

About GEL Year One

GEL supplements MIT's technical education with the leadership skills that prepare young engineers for productive and effective careers at engineering companies. In GEL1, students complete two short courses in which they learn leadership frameworks and models and practice these skills through simulations and other assignments.

In weekly Engineering Leadership Labs, students gain experience both being a team member and a team leader, working on hands-on activities that introduce industry contexts. These experiences, combined with reflection opportunities like the Personal Leadership Development Plan and the Engineering Practice Requirement, enable students to improve and grow.

GEL has partnered with industry members and others to offer mentors to GEL students. These mentors are available to advise and assist students in their development as engineering leaders, both in the program and on outside projects (optional for interested students).

Design Thinking & Innovation Leadership for Engineers (D-TILE) Requirement: GEL Year 1 students must complete one semester of Design Thinking & Innovation Leadership for Engineers (D-TILE). The primary course that fulfills this requirement is 6.902/16/662/2.723 (6 units; offered Fall and Spring semesters). Though MIT offers many other design-related courses, 6.902 uniquely introduces a holistic engineering design process that covers the full product development lifecycle, spanning understanding user needs, early stage conceptualization, product realization, user testing, and design validation. Many other design courses stop short of covering this full cycle (often at prototyping). In order to offer students flexibility, GEL approved two alternate courses to D-TILE: D-Lab Design (2.722; 12-units; Spring semester) and D-Lab Design for Scale (2.729; 12-units; Fall semester). Similar to D-TILE, these two alternates also provide wide-ranging coverage of a holistic design process and may be substituted for 6.902 as credit toward the GEL Certificate. At present, no other courses may be substituted for 6.902 aside from 2.722 and 2.729.

Goals of the GEL1 year:

- Enable students to become engineering leaders by providing opportunities to develop and practice the Capabilities of Effective Engineering Leaders.
- Prepare students to become productive and effective contributors in industry through multi-disciplinary teamwork on activities.
- Foster the development of students' self-efficacy through experiential learning.
- Expose students to candid evaluation while challenging them to undertake constructive personal reflection.
- Sharpen students' communication and presentation skills.

About GEL Year Two

In GEL2, students continue developing as leaders while also working closely in a student-led organization and collaborating with instructional staff to plan and deliver activities to GEL1s. In the summer before GEL2 year, students complete an InternshipPlus while participating in structured reflection on leadership capabilities. During GEL2, students complete two short courses in which they learn about tools for project management as well as the challenges of managing people.

GEL2s take a very different role in their second year in the ELLs; some may lead a team of GEL1s, observing and offering feedback, while others hold positions in the student leadership organization. The reflection experiences that began in the GEL1 year continue, culminating with a final presentation regarding development in the Capabilities of Effective Engineering Leaders. Participating in mentorship is highly recommended, and specially selected mentors help prepare GEL2s to transition into fruitful careers in industry.

Goals of the GEL2 year:

- Continue challenging students to become better engineering leaders by immersing them in the practical application of the Capabilities of Effective Engineering Leaders.

- Continue encouraging the development of self-efficacy through experiential learning and leadership.
- Practice project engineering, organizational development, negotiation, conflict resolution, peer leadership, and other critical team-oriented skills.
- Offer students the opportunity to participate in an organization where they have the potential to influence and enact change.
- Build skills in evaluating peers candidly, responding constructively to feedback, and utilizing personal reflection for growth.
- Sharpen students' advanced communication and presentation skills.

נספח ג' - הגדרות מפורטות של הכישורים הנדרשים לעיצוב מנהיגות, Doyle, 2020

1. תקשורת - Communication

As a leader, you need to be able to clearly and succinctly explain to your employees everything from organizational goals to specific tasks. Leaders must master all forms of communication, including one-on-one, departmental, and full-staff conversations, as well as communication via the phone, email, and social media.

A large part of communication involves listening. Therefore, leaders should establish a steady flow of communication between themselves and their staff or team members, either through an open-door policy or regular conversations with workers. Leaders should make themselves regularly available to discuss issues and concerns with employees. Other skills related to communication include:

- Active listening
- Articulating
- Business storytelling
- Clarity
- Concision
- Correspondence
- Editing
- Explaining
- Expression
- Facilitating group conversations
- Nonverbal communication
- Presentation
- Public speaking
- Reading body language
- Reducing ambiguity
- Verbal communication
- Written communication

2. מוטיבציה - Motivation

Leaders need to inspire their workers to go the extra mile for their organizations; just paying a fair salary to employees is typically not enough inspiration (although it is important too). There are a number of ways to motivate your workers: you may build employee self-esteem through recognition and rewards, or by giving employees new responsibilities to increase their investment in the company.

Leaders must learn what motivators work best for their employees or team members to encourage productivity and passion. Skills related to effective motivation include:

Allowing employee autonomy

- Asking for input
- Assessing the interests of staff
- Convincing
- Mentoring
- Open to employee concerns
- Persuasive
- Providing productive and challenging work
- Providing rewards
- Recognizing others
- Setting effective goals
- Team-building
- Thanking staff
- Understanding employee differences

3. האצלה - Delegating

Leaders who try to take on too many tasks by themselves will struggle to get anything done. These leaders often fear that delegating tasks is a sign of weakness, when in fact it is a sign of a strong leader.

Therefore, you need to identify the skills of each of your employees, and assign duties to each employee based on his or her skill set. By delegating tasks to staff members, you can focus on other important tasks. Some skills that make a good delegator include:

- Accepting feedback from employees
- Allotting resources for employees
- Assessing employee strengths and weaknesses
- Defining expectations
- Evaluating employee performance
- Identifying measurable outcomes
- Matching the task to the right employee
- Prioritizing tasks
- Setting expectations
- Teamwork
- Time management
- Training
- Trust in employees

4. גישה חיובית - Positivity

A positive attitude can go a long way in an office. You should be able to laugh at yourself when something doesn't go quite as planned; this helps create a happy and healthy work environment, even during busy, stressful periods.

Simple acts like asking employees about their vacation plans will develop a positive atmosphere in the office and raise morale among staff members.

If employees feel that they work in a positive environment, they will be more likely to want to be at work, and will therefore be more willing to put in the long hours when needed. Some skills that help make for a positive atmosphere in the workplace include:

- Caring
- Conflict management
- Developing rapport
- Diplomacy
- Encouraging
- Empathetic
- Friendliness
- Helping others
- Humor
- Interpersonal
- Positive reinforcement
- Respect
- Social

5. אמינות - Trustworthiness

Employees need to be able to feel comfortable coming to their manager or leader with questions and concerns. It is important for you to demonstrate your integrity – employees will only trust leaders they respect.

By being open and honest, you will encourage the same sort of honesty in your employees. Here are some skills and qualities that will help you convey your trustworthiness as a leader:

- Ability to apologize
- Accountability
- Business ethics
- Confidentiality
- Conscientious
- Consistent in behavior towards employees
- Credibility
- Emotional intelligence
- Empathy
- Honesty
- Integrity

- Moral compass
- Reliability
- Respectfulness
- Standing up for what is right
- Thoughtful

6. יצירתיות - Creativity

As a leader, you have to make a number of decisions that do not have a clear answer; you therefore need to be able to think outside of the box.

Learning to try nontraditional solutions, or approaching problems in nontraditional ways, will help you to solve an otherwise unsolvable problem. Most employees will also be impressed and inspired by a leader who doesn't always choose the safe, conventional path. Here are some skills related to creative thinking:

- Analytical
- Cognitive flexibility
- Conceptualization
- Critical thinking
- Curiosity
- Embracing different cultural perspectives
- Foresight
- Identifying patterns
- Imaginative
- Innovative
- Listening to others' ideas
- Making abstract connections
- Observation
- Open-mindedness
- Problem solving
- Sound judgment
- Synthesizing
- Visionary

7. משוב - Feedback

Leaders should constantly look for opportunities to deliver useful information to team members about their performance. However, there is a fine line between offering employees advice and assistance, and micromanaging. By teaching employees how to improve their work and make their own decisions, you will feel more confident delegating tasks to your staff.

Employees will also respect a leader who provides feedback in a clear but empathetic way. Some skills for giving clear feedback include:

- Being open to receiving feedback

- Building confidence in employees
- Clarity
- Clearly laying out expectations
- Coaching
- Following up
- Frequent feedback
- Listening to employees' responses
- Mentoring
- Positive reinforcement
- Providing specific advice
- Respectful

8. אחריות - Responsibility

A leader is responsible for both the successes and failures of his or her team. Therefore, you need to be willing to accept blame when something does not go correctly.

If your employees see their leader pointing fingers and blaming others, they will lose respect for you. Accept mistakes and failures, and then devise clear solutions for improvement. Here are some skills and qualities that help leaders convey their responsibility:

- Acknowledging mistakes
- Being open to customer feedback
- Evaluating best solutions
- Forecasting
- Learning from past mistakes
- Listening to feedback from employees and managers
- Project planning
- Reflectiveness
- Resolving problems
- Transparency
- Trouble shooting

9. מחויבות - Commitment

It is important for leaders to follow through with what they agree to do. You should be willing to put in the extra hours to complete an assignment; employees will see this commitment and follow your example.

Similarly, when you promise your staff a reward, such as an office party, you should always follow through. A leader cannot expect employees to commit to their jobs and their tasks if he or she cannot do the same. Some skills related to commitment in the workplace include:

- Applying feedback
- Commitment to company objectives
- Determination

- Embracing professional development
- Following through
- Keeping promises
- Passion
- Perseverance
- Prioritization
- Professionalism
- Team player
- Work ethic

10. גמישות - Flexibility

Mishaps and last-minute changes always occur at work. Leaders need to be flexible, accepting whatever changes come their way. Employees will appreciate your ability to accept changes in stride and creatively problem solve.

Similarly, leaders must be open to suggestions and feedback. If your staff is dissatisfied with an aspect of the office environment, listen to their concern and be open to making necessary changes. Employees will appreciate a leader's ability to accept appropriate feedback. Skills related to flexibility include:

- Ability to learn new skills
- Ability to respond to new problems or issues
- Adaptability
- Improvising
- Negotiating
- Open to feedback
- Recognizing individuals' strengths and skills
- Treating employees as individuals

נספח ד' - תובנות מדיונים בנושאי מנהיגות הנדסית

נושאי מנהיגות הנדסית והדרכים להעניק כישורי מנהיגות הנדסית לסטודנטים להנדסה עלו מספר פעמים במפגשי פורום חינוך מהנדסים, כמו כן הנושא עלה גם בדיונים ושיחות בטכניון. להלן עיקרי התובנות ממפגשים אלו.

- רבגוניות של מנהיגות, הרבה הגדרות ולא מעט ויכוחים מה המשמעות של מנהיגות. יש צורך בניסיון למקד יותר לגבי החזון הטכנולוגי של מנהיגות.
- יש לתת דגש על תכונות של אישיות ובהן נכונות לקחת אחריות ולהתחבר עם עצמך, חייב להתחבר לאמונות שלך, להקשיב לאחרים.
- היבט נוסף הוא האיכות והמצוינות של בוגרי הנדסה שהם אבן יסוד לפתח אותם כמובילים ומנהיגים מקצועיים.
- על רקע השאלה האם כל הבוגרים מצופים להיות מנהיגים נערך דיון שבו הובלט שמנהיגות שונה מניהול, ומנהיגות יכולה לבוא לידי ביטוי גם כהנהגה בתחום מצומצם יותר, שבו הבוגר/ת הוא/היא איש מקצוע בולט. כדי לתת ביטוי לתובנות אלה הוצע לתת הגדרה רחבה יותר "מובילות ומנהיגות מקצועית".
- הצורך להגדיר בייעוד של לימודי הסמכה של הטכניון "מובילות ומנהיגות" הוא גם נגזרת של הצורך הלאומי לתחרות בינלאומית שבה נדרשים בוגרים שיכולים ומוכנים להוביל שינויים ולהשפיע, בשונה ממהנדסים ואנשי מקצוע רבים ומתרבים המוכשרים בעולם הרחב, שעיקר ייחודם הוא ביכולת לפעול לפי מפרטים ודרכים סלולות. זהו ערך מוסף לאומי שעל הטכניון לקדם.
- כדי לטפח בוגרים בעלי יכולות כאלה לא די בידע ונדרשים מרכיבים נוספים שאותם מן הראוי שהטכניון יטפח. גישה זו משלבת בין שתי מטרות, של הכשרה למצוינות וטיפוח של יכולות הובלה שיובילו להצטיינות.
- במסגרת מדיניות המיון והקבלה יש מקום לתת משקל ליכולות הובלה, גם אם אינן בהכרח בולטות אצל המתקבלים לטכניון, מתוך הערכה שניתן לטפח אותן במהלך הלימודים.
- יש חשיבות בהבהרת מסרים בדבר הובלה ומנהיגות, הצטיינות ומצוינות לכלל חברי הסגל, כולל התייחסות ליכולת שלהם להקנות ערכים אלה בנוסף לידע. יש לכן צורך בדיון/ים נוספים כדי להבהיר נקודות אלה ואת ההיבטים המעשיים הנגזרים מהן לגבי פדגוגיות שיש לפתח ולקדם, כדי לצאת אל כלל הקמפוס, ברוח הייעוד של לימודי הסמכה שהוגדר בדיונים מוקדמים כ-

"חינוך והכשרת הדור הבא של מנהיגות הנדסית-מדעית לחדשנות וליזמות (עסקית/חברתית- entrepreneurship ופנים ארגונית- intrapreneurship), תוך הקניית ידע והטמעה של ערכים של מצוינות, חדשנות, מעורבות חברתית והכלת האחר, לקידום מדינת ישראל והאנושות"

- כנגזרת מייעוד זה והמודלים השונים של מובילות ומנהיגות ניתן להציע כמטרה חינוכית להכשיר בוגרים בידע תשתיתי ומיומנויות מדעיות והנדסיות, תוך טיפוח כישורים וערכים שיאפשרו להם לבצע "מעשי מנהיגות" בתחום המקצועי במהלך הקריירה שלהם.