



משרד הכלכלה והתעשייה

תוכנית אסטרטגית לאומית לייצור מתקדם בתעשייה



משרד הכלכלה והתעשייה
אסטרטגיה ותכנון מדיניות

רשות החדשנות
Israel Innovation
Authority



משרד הכלכלה והתעשייה

תוכנית אסטרטגית לאומית לייצור מתקדם בתעשייה



משרד הכלכלה והתעשייה
אסטרטגיה ותכנון מדיניות



רשות החדשנות
Israel Innovation
Authority

דבר מנכ"ל משרד הכלכלה והתעשייה, שי רינסקי

חיזוק התעשייה המייצרת הוא יעד לאומי הצפוי להביא לחיזוק הכלכלה הישראלית ולהשפעות חיוביות רבות על המשק וכלכלן הגדלת התוצר הלאומי, שיפור החוסן הכלכלי, פיתוח מקורות תעסוקה איכותיים, שיפור בתנאי העסקה של עובדי התעשייה ועוד

ההתקדמות הטכנולוגית כיום מהירה מבעבר, וקצב ההתפתחות של הטכנולוגיות במה שמכונה "המהפכה התעשייתית הרביעית" רק הולך ומתגבר ומצריך שינוי אסטרטגי עמוק ומתודולוגיות להטמעת חדשנות בכל הרמות, מרמת המפעל ועד לרמת המדיניות הממשלתית והתשתיות וכלי התמיכה שהיא מעמידה לרשות התעשייה. זאת על מנת לאפשר לתעשייה להמציא את עצמה כל הזמן מחדש, להתפתח ולהשתדרג. מסמך זה הנו תוצר של עבודה מאומצת שנעשתה במשרד בשנתיים האחרונות לפיתוח תפיסה אסטרטגית בנושא הייצור המתקדם, לבחינת התשתיות והכלים הנדרשים לתמיכה בתעשייה ולהעלאת הנושא לסדר היום הציבורי והממשלתי.

בד בבד עם גיבוש העבודה האסטרטגית הרחבה, המשרד אינו שוקט על שמריו וכבר עובד על מספר תוכניות תמיכה משמעותיות לתעשייה במעבר למפעל חכם. כך, לצד המלצות המהוות קריאת כיוון לעתיד, רבות מההמלצות המופיעות במסמך כבר נמצאות בתהליכי פיתוח וביצוע בשלבים שונים. אני סמוך ובטוח שתוצאות עבודה זו יבואו לידי ביטוי בשטח כבר בזמן הקרוב לתועלת התעשייה והכלכלה כולה.

בברכה,

שי רינסקי
מנכ"ל משרד הכלכלה
והתעשייה

דבר שר הכלכלה והתעשייה, ח"כ אלי כהן

כלכלה בריאה ויציבה המיטיבה עם כלל אזרחיה, צריכה להתבסס על מספר רב של ענפים כלכליים שונים הנותנים מענה לצרכיו של המשק. בתוך כך, תעשייה חזקה, מגוונת ותחרותית מאפשרת הזדמנות עסקית ותעסוקתית לכלל אזרחי המדינה ומהווה אבן יסוד בכלכלת ישראל

כלכלה בריאה ויציבה המיטיבה עם כלל אזרחיה צריכה להתבסס על מספר רב של ענפים כלכליים שונים הנותנים מענה לצרכיו של המשק. בתוך כך, תעשייה חזקה, מגוונת ותחרותית מאפשרת הזדמנות עסקית ותעסוקתית לכלל אזרחי המדינה ומהווה אבן יסוד בכלכלת ישראל. התעשייה מוטת הייצור שהינה אחד מעמודי התווך של התעשייה, עומדת כיום בפני הזדמנות ייחודית להתפתחות וצמיחה כתוצאה ממהפכת הייצור המתקדם. הצלחת המהלך וטרנספורמציה של התעשייה מוטת הייצור הישראלית לתעשייה חכמה ומתקדמת יותר צפויה להביא להגדלת פריון העבודה בתעשייה, לשיפור כושר התחרותיות של התעשיות הישראליות בזירה הבינלאומית ולצמיחת הסקטור התעשייתי בישראל.

בנוסף, מדינת ישראל הינה בין המובילות העולמיות בתחומי החדשנות והטכנולוגיה. בשנים האחרונות נרשמת אף התפתחות של חברות סטארט-אפ ייחודיות העוסקות בפיתוח פתרונות ייצור מתקדם לתעשייה המייצרת במגוון רחב מאוד של תחומים וישראל מהווה שחקן מוביל גם בתחום זה בזירה הבינלאומית. אנו רואים בחיבור סטארטאפים אלו לתעשייה מוטת הייצור הישראלית מטרה חשובה בעלת תועלות מרובות הן כיתרון תחרותי לסטארטאפים הישראלים והן לתעשייה מוטת הייצור שמתחברת אף היא למנוע החדשנות הישראלי.

אני קורא לחברות התעשייה הישראליות למצוא את הזמן להתעלות מעל לשוטף והדחוף, להעמיק בנושא ולזהות את ההזדמנות הייחודית שהטכנולוגיות החדשניות טומנת עבורן. אנו במשרד הכלכלה והתעשייה נעמוד לרשותכם למיצוי הזדמנות זו, ולתמוך באמצעות הכלים המפורטים במסמך זה בהטמעת חדשנות בתעשייה.

בברכה,

ח"כ אלי כהן
שר הכלכלה והתעשייה

תודות

אגף אסטרטגיה ותכנון מדיניות: מירי שמואלי, הדר וינטר גולן, יוחאי ברנשטיין, דן יונה עמדי, ירושלם ברוך, פזית בן ישראל, נסיה עזרא.

עובדי האגף לשעבר: עוז כ"ץ, שי פליישון

משרד הכלכלה והתעשייה: נחום איצקוביץ, עפרה לחיאני, לבנה זגורי, חיה ענזרות, אוהד כהן, יריב בכר, אורנה אברהם, זיוה איגר, אייל אליעזר, שירלי קויפמן, עודד דיסטל, רן קיווית, יוסי עדס, ניר בן אהרון, נעמה קאופמן פס, יאיר שירן, טל חכים, עמיחי גרינוולד, אילנית גרין, יגאל צרפתי, מתן רטנר

הרשות לחדשנות: עמי אפלבוט, אהרון אהרון, צחי שנר, אורי גבאי, אבנר שדמי, מלכה ניר

המועצה הלאומית לכלכלה: שמואל אברמזון, יובל אדמון

משרד האוצר: עידו סופר, מיכל גלברט

משרד העבודה והרווחה: מיכל צוק, שולי אייל, רוני שניצר, כנרת דהן גרניט, מורן רייכמן

משרד החינוך: עופר רימון

משתתפי הפורומים בנושא ייצור מתקדם: מתי טיאנו, לוטן ברקוביץ, חיים חוסו, אודי אורנשטיין, שולה וולפס, ליעד הר לב, זאב ויסמן, יוסי אלקובי, גיורא ברן, מרים ארז, לאוניד בקמן, מיקי שמלצר, דבי פרמוביץ, רפי ורטהיים, נמרוד וינסקי, אוהד מיוחס, אייל פסו, איתן יודליביץ, נשר דולב, גיא פאר גיל שפירא, גרשון גולדברג, רות דגן, דורית אלדובי, דניאל בן עטר, דניאל בראל, מולי עדן, מיכאל צימר, מיכה קמחי, איתי ברק, אייל שמעוני, שרית חנני קדוש, יעקב הרפז, אלון צוקרמן, אריה ריכטמן, גבי ריינובסקי, גיל אסולין, גרשון גולדנברג, ויליאם אדלמן, יובל קידר, יורם גונן, ליאור קונצקי, נועם רשף, עדי גור, ערן בן שמואל, רים יונס, שלמה תורג'מן, חיים רוזנזון, רמון אלבלק, נדב גולדשטיין, ליאור ימיני, צח הררי, גל חנה, יואב כץ, קטופ באשרה, חן תירוש, טלי זהבי, שמעון גרשון, לאה קוטלר

התאחדות התעשיינים: רובי גינל, אורן הרמב"ם, הנרי צימרמן, טל לוטן, מתן אברמוביץ

מוסד שמואל נאמן: אביגדור זוננשטיין, גילי פורטונה, מרים ארז

סטארטאפ ניישן סנטראל: יוג'ין קנדל, שני קינן

ג'ויינט ישראל תבת: סיגל שלח, אבי פליישון, ענבל פיש

המכון הישראלי לדמוקרטיה: דפנה אבירם ניצן

חברת EY: אמיר סנדל

חברת דלוייט: אלי תידהר, עידן אולמן, שלומי אשכנזי

ריכוז התכנים וכתובת הדו"ח: אילת קארפ, אגף אסטרטגיה ותכנון מדיניות

דבר סמנכ"ל אסטרטגיה ותכנון מדיניות, מיכל פינק

ההתפתחויות הטכנולוגיות מרחיקות הלכת בשנים האחרונות זוכות לכינויים רבים, אך בסופו של יום כולן מכוונות להזדמנות ייחודית העומדת בפני התעשייה המייצרת בארץ ובעולם – הזדמנות הצפויה לשנות את כללי המשחק בתחום

ההתפתחויות הטכנולוגיות מרחיקות הלכת בשנים האחרונות זוכות לכינויים רבים, למשל "Industry 4.0", "ייצור מתקדם" ו"המפעל החכם", אך בסופו של יום כולן מכוונות להזדמנות ייחודית העומדת בפני התעשייה המייצרת בארץ ובעולם – הזדמנות הצפויה לשנות את כללי המשחק בתחום, בעלת פוטנציאל משמעותי לסייע בהגברת הפיריון ויכולת התחרותיות של מדינות.

על מנת למצות את ההזדמנות לטובת התעשייה הישראלית גיבשנו (עם שותפים בממשלה ובתעשייה) בשנתיים האחרונות תוכנית אסטרטגית לתמיכה בייצור מתקדם בתעשייה הישראלית.

כחלק מתהליך הלמידה, בחנו תוכניות ממשלתיות שונות העוסקות בנושא ומצאנו שלממשלה תפקיד משמעותי בחיזוק התחום ובפיתוחו, וכי אם אנו חפצים בחיזוק התחום בישראל יש צורך בתכנון ובדחיפה ממשלתיים מתאימים. התוכנית מתייחסת לחמישה מישורים שבהם נדרשת מעורבות הממשלה: פיתוח התשתיות הלאומיות (כגון מו"פ, סיוע ביצוא, משיכת משקיעים, הנגשת ידע וכו'), עיבוי שירותי הייעוץ והליווי הניתנים למפעלים, פיתוח תוכניות מתאימות להשקעות הון, הגברת הזמינות של הון אנושי מיומן לתעשייה ומיתוג מחדש של התעשייה המסורתית.

בהקשר זה יש לציין את המכון הלאומי לייצור מתקדם, שעל הקמתו אנו עמלים בימים אלו. המכון מתוכנן לקום בשנה הקרובה ויספק שירותי תמיכה, ליווי ופיתוח טכנולוגי לתעשייה הישראלית מוטת הייצור, אגב יצירת חיבורים בין ידע מתקדם הקיים בתחום בישראל באקדמיה ובתעשייה הסטארט-אפים ובין התעשייה המייצרת. המכון צפוי להיות שחקן מפתח בתהליך שדרוג התעשייה הישראלית לתעשייה חכמה, מתקדמת ותחרותית.

אני סמוכה ובטוחה שכשם שהתוכנית נבנתה בשיתוף פעולה בין-מגזרי ובשיח הדדי, כך גם נתגייס יחד ליישומה על הצד הטוב ביותר למען תעשייה חכמה וחדשנית.

בברכה,

מיכל פינק
סמנכ"ל אסטרטגיה
ותכנון מדיניות

מטרת עבודה זו היא לגבש המלצות לתוכנית פעולה הוליסטית, שמטרתה לתמוך בהטמעת טכנולוגיות ייצור מתקדמות בתעשייה באמצעות בניית תשתית לאומית תומכת והעמדת כלי סיוע ייעודיים למפעלים, ובכך לסייע בחיזוק סקטור התעשייה מוטת הייצור בישראל ובשיפור כושר תחרותה.

התוכנית צפויה לתת מענה לחמשת החסמים העיקריים שמופּו והם:

1. מחסור בתשתיות מו"פ ושיתוף פעולה חלש בין גורמי התעשייה לגורמי טכנולוגיה ומחקר
2. מחסור בפתרונות מימון אטרקטיביים לתהליך ההטמעה
3. קושי בהקצאת משאבים ניהוליים וידע מקצועי הדרושים לתהליכי הטמעת טכנולוגיות מתקדמות
4. מחסור בהון אנושי בתעשייה בדגש על הון אנושי בעל אוריינטציה טכנולוגית
5. תדמית ירודה של התעשייה מוטת הייצור בעיני הציבור בישראל.

לתוכנית ארבעה קהלי יעד מרכזיים, ולכל אחד מהם אתגרים ייחודיים ותרומה ייחודית להצלחת המהלך:

1. התעשייה מוטת הייצור (מתעשייה מתקדמת טכנולוגית ועד תעשייה מסורתית יותר), ובה מושקע עיקר המאמץ, על מנת שתעבור תהליכי שדרוג טכנולוגי אינטנסיבי לעולם הייצור המתקדם
2. חברות טכנולוגיות המפתחות פתרונות ייצור מתקדם, שאותן יש לפתח ולחזק ואף לחבר לתעשייה מוטת הייצור כמקום להוכחת היתכנות לתועלת שני הצדדים
3. היוזמים העסקיים, כולל חברות המפתחות מוצרים מתקדמים, שאותה יש לעודד לפתוח פעילות תעשייתית מתקדמת בישראל
4. המשקיעים הזרים, שאותה יש למשוך להשקעות בתחום הייצור המתקדם ולפתיחת מפעלי ייצור מתקדמים בישראל.

התחרות הגוברת מצד המדינות המתפתחות הביאו לכך שנתחים משמעותיים מהייצור התעשייתי עברו למדינות מתפתחות (סין היא דוגמה מובהקת לכך), והתעשייה מוטת הייצור הישראלית נחלשה. נוסף לכך, בדומה לענפים רבים במשק הישראלי, ענפי התעשייה מוטת הייצור הם בעלי פריון עבודה הנמוך משמעותית מממוצע מדינות ה-OECD, נתון המביא לירידה נוספת ביכולת התחרות של חברות אלו בזירה הבינלאומית.

התפתחויות בטכנולוגיות הייצור בשנים האחרונות, המכונות "טכנולוגיות ייצור מתקדם" ומקושרות לעולם תוכן המכונה "המהפכה התעשייתית הרביעית" - Industry 4.0 - מובילות לתמורות משמעותיות באיזון בין תחרות המבוססת על עלויות כוח אדם ובין תחרות המבוססת על יצירת ערך, יעילות ויתרון טכנולוגי.

התפתחויות טכנולוגיות אלו, בתוספת פתיחת שווקים נוספים לתחרות בינלאומית, מעמידות בפני ישראל הזדמנות ייחודית לחיזוק הייצור המקומי באופן משמעותי ובר קיימא, על ידי שדרוג טכנולוגי של המפעלים הקיימים ועל ידי פתיחת חברות חדשות בעלות עוצמה טכנולוגית גבוהה

אימוץ מוצלח של טכנולוגיות חדשניות אלו צפוי להוביל להעלאת הפריון לעובד ולשיפור כושר התחרות של החברות התעשייתיות, הצפויים להתבטא גם בשיפור ברווחיות וברמות השכר ואף להביא לניוד מחודש בשרשרת הערך ולצמיחה מחודשת של התעשייה.

נוסף לכך, לישראל יש הזדמנות למצב את עצמה כמרכז לחברות טכנולוגיה ולסטארט-אפים המספקים פתרונות ייצור מתקדמים במגוון תחומים ובכללם נתוני עתק (Big data), למידת מכונה (Machine learning), הגנת סייבר וייצור בהוספה.

מיצוי הזדמנויות אלו צפוי להיות בעל משמעויות כלכליות חיוביות ביותר למשק, להגדיל את התוצר הלאומי, להביא לעלייה בפריון העבודה ולהרחיב את אפשרויות התעסוקה האיכותית בישראל.



תמצית מנהלים

בעשורים האחרונים עברה התעשייה מוטת הייצור הישראלית תהליך ארוך של קיטוב בין התעשיות עתירות הטכנולוגיה שהתחזקו לתעשיות המסורתיות שנחלשו, בין היתר בשל תהליכי גלובליזציה מואצים. תהליכים אלו, לצד עלות כוח האדם הנמוכה והרגולציה הרופפת על התעשייה במדינות המתפתחות, הורידו את הכדאיות בשימור שלב הייצור בשרשרת הערך של המוצר במדינות מפותחות

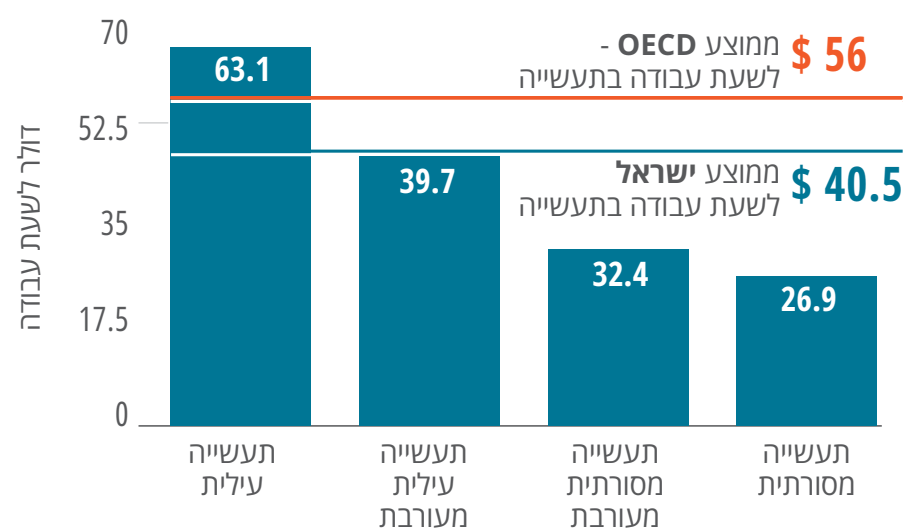
לתעשייה תפקיד חשוב וחיוני בכלכלת המדינה. מקובל למנות חמש סיבות עיקריות לחשיבותה:

1. מספקת מקומות עבודה מרובים בשכר גבוה יחסית המותאם ל"מעמד הביניים"
2. תומכת בפעילות מסחר ושירותים. סקטור התעשייה וסקטור השירותים הם בלתי נפרדים ופעילותם משלימה. עלייה בתוצר התעשייתי צפויה להעלות את נפח העבודה במסחר ושירותים
3. בעלת פוטנציאל צמיחה גבוה מאוד בשל היכולת לייצא בקלות יחסית³ (תלוי בענף הספציפי כמובן)
4. משמשת מקור לחדשנות ולפעילות מו"פ
5. סקטור תעשייתי בריא העוסק בפעילות ייצוא דרוש לשמירה על איזון בסחר העולמי.

עסקים ורגולציה סביבתית מחמירה, ירידה בהיקף וברמה של החינוך הטכנולוגי וכן תדמית ציבורית חלשה לתעשייה המייצרת כמקום עבודה.

לצד הירידה בשיעור התוצר התעשייתי, ניכר כי פריון העבודה בתעשייה הישראלית מצוי במגמת קיפאון ונמוך ב-27 אחוז מהפריון הממוצע במדינות ה-OECD. הפריון בענפי התעשייה גבוה משמעותית מענפי המסחר והשירותים, אם כי גם בתעשייה יש שונות משמעותית ברמת הפריון בין ענפים בעצמות טכנולוגית שונה כפי שניתן לראות בטבלה 1.

טבלה 1
ערך מוסף גולמי לשעת עבודה בתעשייה בישראל



מקור: עיבודי אנף אסטרטגיה ותכנון מדיניות משרד הכלכלה והתעשייה לנתוני למ"ס OECD.



ייצור מתקדם מהווה הזדמנות להזיז את עקומת שרשרת הערך, כך שניתן לייצר בערך מוסף גבוה לעובד ולשמר השפעה תעסוקתית רחבה



רקע - התעשייה מוטת הייצור בישראל

חיזוק התעשייה מוטת הייצור הוא יעד לאומי הצפוי להביא לחיזוק הכלכלה הישראלית ולהשפעות חיוביות רבות על המשק



חיזוק התעשייה מוטת הייצור הוא יעד לאומי הצפוי להביא לחיזוק הכלכלה הישראלית ולהשפעות חיוביות רבות על המשק ובכללן הגדלת התוצר הלאומי, שיפור החוסן הכלכלי, פיתוח מקורות תעסוקה איכותיים ושיפור בתנאי ההעסקה של עובדי התעשייה, עידוד השקעות זרות ועוד.

בעשורים האחרונים נרשמה ירידה בשיעור התוצר התעשייתי מתוך התוצר העסקי - מ-24 אחוז בסוף שנות ה-80 לכ-18 אחוז כיום. הסיבות לירידה זו מגוונות וכוללות, בין היתר: תחרות בינלאומית מבוססת כוח עבודה זול, מחסור בהטמעת חדשנות מוצרית ותהליכית, חסמים בהעברת מידע בין האקדמיה לתעשייה, רגולציה מכבידה כגון רישוי

ענף התעשייה הנו אחד מעמודי התווך של הכלכלה הישראלית ומהווה כיום כ-18.1 אחוז מסך התוצר העסקי¹. בענף פעילים כ-21.85 אלף מפעלים ובהם כ-370 אלף משרות, המהוות כ-13.3 אחוז מסך משרות השכירים ואחראיות לכ-15 אחוז מהשכר במשק. מתוך כלל המפעלים, כ-18,500 שייכים לענפי התעשייה המוגדרים בלמ"ס כענפי תעשייה מסורתית ותעשייה מסורתית-מעורבת, שהם ענפים מוטי פעילות ייצור².

ייצוא ענפי התעשייה לא כולל תעשיית היהלומים מהווה את חלק הארי מייצוא הסחורות וכ-50 אחוז מסך ייצוא הסחורות והשירותים של ישראל.

¹ נתוני למ"ס 2016
² נתוני סקר התעשייה, למ"ס 2013

³ טענה זאת היתה מקובלת מאוד בעבר. בשנים האחרונות אנו עדים לשינוי בתחום השירותים ההופכים גם הם לקלים יותר לייצוא דרך האינטרנט.

חומרים מתקדמים המביאים ליצירת מוצרים מתקדמים ובעלי ערך מוסף גבוה, כגון ננוטכנולוגיה, ביוטכנולוגיה וכו'. במחקר שערכה חברת דלויט מופו עשר הטכנולוגיות בעלות האימפקט הצפוי הגבוה ביותר על התעשייה העולמית (ראו טבלה 2).

טבלה 2: מיפוי של 10 טכנולוגיות הייצור המתקדם בעלות האימפקט הצפוי הגדול ביותר על התעשייה בעולם

Predictive Analytics	כולל את מגוון הטכנולוגיות בהן נעשה שימוש לחיזוי התנהגויות עתידיות במפעל/בשרשרת הייצור ע"ב מידע קיים הנאסף בצורה שיטתית
Smart Factories (IoT)	IoT מתייחס לחיבור בין 3 גורמים מרכזיים אשר יחד מאפשרים לייצר ערך מהחיבור בין המכונות למרחב הדיגיטלי – תוכנות מתקדמות, סנסורים זולים ומערכות רשת ותקשורת.
Smart, Connected Products (IoT)	בשונה מ-Smart Factories, הטכנולוגיה מתייחסת לדיגיטציה נקודתית של מוצרים ושירותים
Advanced Materials	מתייחס לגילוי והייצור של חומרים חדשים בעלי ערך גבוה לתעשייה כגון: חומרים קלים (Lightweight), מתכות חזקות, קרמיקה ותרופות מתקדמות ופולימרים ביולוגיים
Digital Design, Simulation, and Integration	ייצור אב-טיפוס וירטואלי המבוסס על סימולציות וכלים ממוחשבים, ומייעל את תהליך הייצור/המוצר עצמו והמעבר מקונספט למוצר מוחשי
High Performance Computing	פרקטיקה העושה שימוש במחשבי על לצורך פתרון בעיות מורכבות ורוחביות במדע, בתעשייה ובכלכלה
Advanced Robotics	שימוש באינטליגנציה מלאכותית ו Machine Learning לצורך שילוב רובוטים אוטונומיים-למחצה המבצעים פעולות מתקדמות עם מינימום התערבות אנושית
Augmented Reality	הוספת שכבה דיגיטלית על הפעילות הממשית במפעלים וחברות לצורך טיוב התהליכים הפיזיים באמצעות מידע ותמיכה דיגיטלית בזמן אמת, מתוך מטרה כפולה – הן לשפר את איכות התהליך וההכשרות והן לספק שירות טוב יותר ללקוחות
Additive Manufacturing (3D Printing/Scanning)	כולל בתוכו 2 תחומים מרכזיים: הדפסה תלת-מימדית, המאפשרת בנייה של חומרים ומוצרים Bottom-Up וסריקה תלת-מימדית, המאפשרת לייצר ויזואליזציה מתקדמת של מוצרים והעברתם מהמימד המוחשי אל הדיגיטל לצרכים שונים
Open-Source Design / Direct Customer Input	קידום ופיתוח מוצרים באמצעות שילוב ידע המגיע מתוך החברה ומחוצה לה, ועידוד שיתוף ידע ופיתוח משותף של קונספטים ומוצרים

מקור: מחקר Deloitte בשיתוף ה-Council on Competitiveness הבחן את עמדתם של כ-500 מנהלים בתעשייה בארה"ב, איחופה וסין, 2016



ייצור מתקדם – הגדרה אופרטיבית

ייצור מתקדם הנו מושג חדש יחסית המתייחס לחדשנות טכנולוגית תעשייתית בעולמות הייצור



מדינות שונות שמות דגש על מאפיינים שונים בהגדרה. למשל, מדינות אירופה שמות דגש על דיגיטציה בעוד ההגדרה האמריקאית רחבה יותר. באופן כללי, המושג מתייחס לאוסף מוגדר יחסית של טכנולוגיות חדשניות המבשילות בימים אלו, שהן בעלות אפליקציות מעשיות לתעשייה וצפויות להביא להערכת המומחים לשינוי פרדיגמה בעולם הייצור, שינוי המכונה גם "המהפכה התעשייתית הרביעית" (לפירוט על המהפכות ראו איור 1).

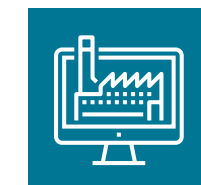




עולם טכנולוגי שבו רובוטים המיושמים בתעשייה יכולים לבצע את עבודתו של פועל ייצור במהירות, ביעילות ובעלות נמוכה, מכתוב שינויים מהירים בכל הרמות – מאסטרטגיה ועד שרשרת ערך

השלכות השינויים הטכנולוגיים על תהליך הייצור

הטמעת הטכנולוגיות החדשות במפעל התעשייתי צפויה להביא למעבר לשיטות ייצור מתקדמות יותר, שבתורן עשויות להביא לתמורות משמעותיות בתהליך הייצור, ליכולת לייצר מוצרים חדשים ואף לשינויים במודל העסקי של המפעלים. בין השינויים הצפויים:



1. ייעול הייצור

תהליכי אוטומטיזציה ויכולות חישה ועיבוד מידע עשויים להביא לייעול משמעותי של תהליך הייצור. בדרך זו, הייצור במדינות מפותחות שיכולות להטמיע טכנולוגיה בתעשייה בצורה יעילה וקלה יותר מסוגל להתחרות בייצור במדינות המתפתחות. כך, לדוגמה, רובוטים המיושמים בתעשייה יכולים לבצע עבודה מקבילה לזו של פועל ייצור (בייחוד עבודה שיש בה חזרתיות גבוהה) בצורה יעילה, מהירה, חפה מטעויות ובעלות תפועל נמוכה יחסית.

2. יצירת אופק אסטרטגי חדש לייצור

טכנולוגיות ייצור מתקדמות מאפשרות ייצור ופיתוח של מוצרים שלא ניתן לייצרם ללא הטמעה טכנולוגית מאסיבית. בדרך זו, אפשר לא רק להתחרות בשווקים במדינות המתקשות ביישום טכנולוגי אינטנסיבי, אלא גם להדיר אותן מדינות מהתחרות. לדוגמה, ייצור בשיטות של Smart manufacturing יכול לייצר מוצרים בהתאמה אישית גבוהה, בתהליך מו"פ הממשיך לפעול בתוך תהליך הייצור ובכך מונע תחרות על ידי העתקה של המפעל ומייחד את הייצור למדינות שבהן יש יכולות מו"פ גבוהות.

◀ **הדפסת תלת-ממד (3D Printing)** – טכנולוגיה המאפשרת מעבר מהיר וזול יחסית משלב התכנון לשלב הייצור. התכנון והעיצוב נעשים במערכות דיגיטליות והייצור נעשה על ידי מערכות הדפסה. תחום זה כולל גם טכנולוגיות של סריקת תלת-ממד המאפשרות את הפעולה ההפוכה, מעבר מאובייקט פיזי להדמיה דיגיטלית.

◀ **חומרים מתקדמים** – המוצר הסופי מושפע הן מהחומר והן מתהליך הייצור. תחום זה מהותי לשיפור במוצר הסופי ולרמה התחרותית הלאומית של התעשייה. לרוב תחום זה ספציפי לתעשייה מסוימת, ולכן כמובן תלוי ברלוונטיות לתעשייה.

עם זאת, ואף שהמושג מתייחס לסט טכנולוגיות מובחן יחסית, הוחלט כי על ההגדרה האופרטיבית להיות הגדרת מסגרת על מנת לאפשר גמישות מרבית לכניסה ויציאה של טכנולוגיות מההגדרה.

לפיכך, לאחר סקירת הגדרות רבות נבחרה ההגדרה הבאה כהגדרה האופרטיבית לטכנולוגיות ייצור מתקדם לצורך בניית התוכנית האסטרטגית:

בהתבסס על מיפוי זה, לצד התאמה עקרונית לסביבה הישראלית, זוהו חמש טכנולוגיות מרכזיות שצפויות להביא את התועלת הרבה ביותר לתעשייה הישראלית מוסת הייצור בשנים הקרובות.

◀ **רובטיקה מתקדמת** – הטכנולוגיה מתייחסת למכונות או למערכות המסוגלות לקבל ולבצע פקודות ומשימות מורכבות, כגון ביצוע משימות רב שכבתיות ברצפת הייצור תוך התערבות אנושית מינימלית.

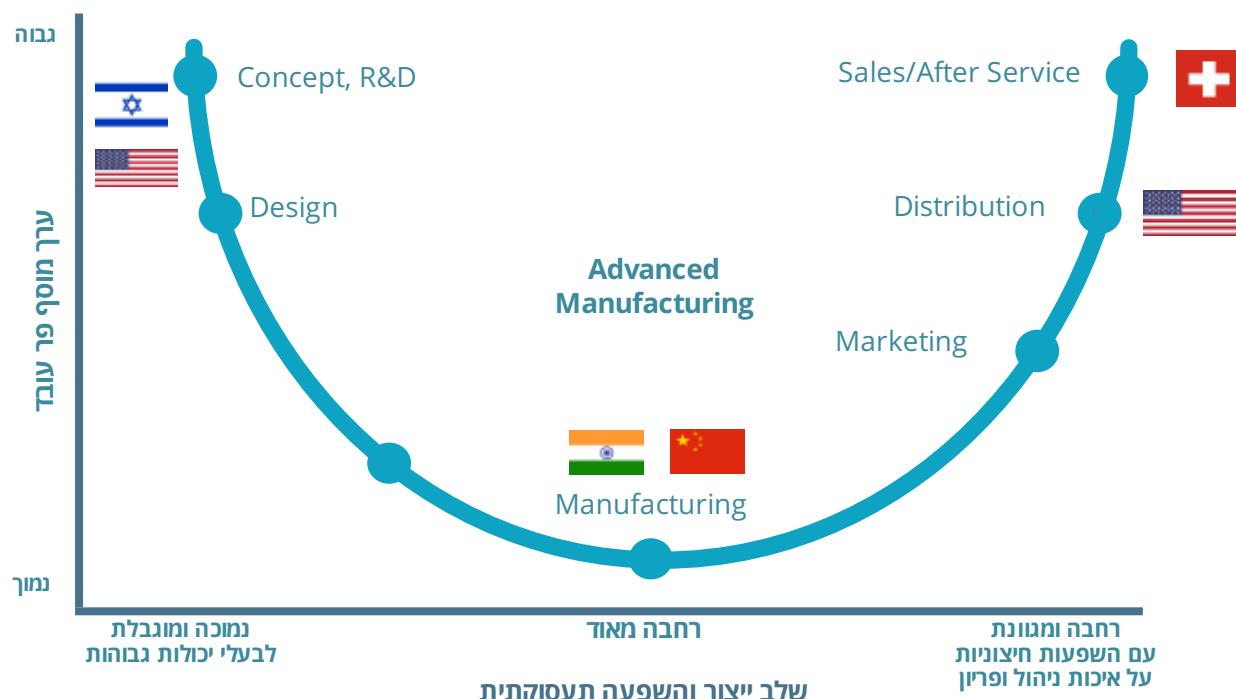
◀ **Industrial IOT** – התקנה של טכנולוגיות איסוף וניטור נתונים ושימוש בהן בזמן אמת כבסיס לתהליכי אופטימיזציה ושיפור של קו הייצור. יכולות Industrial IOT (איסוף וניטור נתונים) יהוו בסיס לשימוש בטכנולוגיות Big Data Analytics.

◀ **Big Data/Analytics** – טכנולוגיות המאפשרות ניתוח נתונים לצורך אופטימיזציה בהפעלת קו הייצור הנעשית על ידי מכונות. לרוב, טכנולוגיות אלו משלימות זו את זו ומתבססות על טכנולוגיות Industrial IOT המאפשרות איסוף נתונים והזנתם למערכות דיגיטליות.



ייצור מתקדם הנו תהליך בתעשייה המכוון לשיפור הפריון והתוצאות העסקיות וכולל: (1) שימוש בחומרים מתקדמים ו/או (2) הטמעת שיטות ייצור חדשניות ו/או (3) שילוב מערכות מידע בתהליך הייצור. יודגש כי התהליך יכול להיות מכוון ליצירת מוצר חדש ו/או לשיפור תהליך הייצור למוצר קיים.

טבלה 3: ערך מוסף לעובד והשפעה תעסוקתית של שלבים שונים בשרשרת הערך הגלובלית



מקור: The GVC initiative

לא מפתיע, אם כן, שמדינות מפותחות רבות פועלות למציאת יתרונות יחסיים שיאפשרו להן להתמודד עם עלויות הייצור הזולות ועם ההתקדמות הטכנולוגית העתידית במדינות המתפתחות. רבות מהן רואות בייצור המתקדם מרכיב מרכזי ביצירת היתרון התחרותי של התעשייה המקומית ושינוי מהפכני הטומן בחובו פוטנציאל משמעותי.

דוגמה למגמה זאת ניתן למצוא במפעל לייצור מכונות גילוח שפתחה חברת פיליפס בהולנד. בשנת 2012 הוקם בהולנד פס ייצור רובוטי עבור מכונות הגילוח התלת-ראשיות של החברה. פס הייצור החדש כולל 128 זרועות רובוטיות אוטומטיות אשר אחראיות לכל אחד משלבי הייצור, מייצור החלקים ועד הרכבתם למוצר הסופי. הזרועות הרובוטיות מונחות על ידי מערכות שליטה מרכזית אשר מאפשרת בקרה בזמן אמת על תפוקות הייצור והתאמה מהירה של מאפייני הייצור.

פס הייצור החדש של החברה כמעט אינו כולל עובדי ייצור. המערך הרובוטי מייצר כשש מכונות גילוח בשנייה וכמות המועסקים בו הינה עשרה אחוזים מכמות המועסקים במפעל המקביל של החברה בסין. בעקבות פתיחת קו הייצור החדש, "שב" ייצור מכונות הגילוח התלת-ראשיות של החברה לאירופה בעוד ייצור מכונות הגילוח הדו-ראשיות נותר בסין.

האצת תהליכי הגלובליזציה בעשורים האחרונים שינתה את חלוקת הערך המוסף לאורך שרשרת הערך הגלובלית. פעילות הייצור, שאינה דורשת הכשרה וכוח אדם מיומן, הועברה (שוב ושוב) למדינות שעלות העבודה בהן נמוכה יחסית למדינות אחרות, וכתוצאה מכך הערך המוסף של פעילות זו הלך ופחת. בה בעת, שירותי העיצוב ושירותי המו"פ דרשו מומחיות שהלכה וגברה והביאו לעליית הערך המוסף לעובד. התוצאה של שני התהליכים האלה היא העמקת ה-Smile Curve. בעקבות זאת מדינות רבות העוסקות בייצור בלבד חוות לחץ הולך וגובר על תעריפי העבודה שלהן, ובחלקן הערך המוסף הכולל של המוצרים הולך וקטן.

יתרון של המדינות המפותחות בתחום הייצור ניכר בטכנולוגיות ייצור, ואילו יתרון היחסי של המדינות המתפתחות ניכר בכוח אדם זול או במשאבי טבע זמינים. המדינות המתפתחות, מצדן, פועלות לאורך זמן כדי לשפר את מקומן בשרשרת הערך הגלובלית, לרכוש יכולות טכנולוגיות ו"לטפס בשרשרת הערך". דוגמה לכך אפשר לראות בקוסטה ריקה; בשנים 1998-2011 השכילה המדינה לשנות באופן מהותי את השתתפותה בשרשרת הערך העולמית: מיצרנית של ציוד מתכלה המבוסס על עבודה זולה, הפכה המדינה למוקד לייצור מכשירים רפואיים ותרופות, ובתוך כך הגדילה את היקף הייצור מ-200 מיליון דולר בשנת 1998 ליותר ממיליארד דולר בשנת 2011.

והתעדכנות מתמדת בחזית הטכנולוגית, השקעה בהכשרת עובדים קיימים ושדרוגם למשימות החדשות ואף גמישות יכולת להוביל שינויים במודלים העסקיים של החברה.

קצב השינויים מחייב גם שינוי בתשתיות שמעמידה המדינה כדי שיתמכו בקצב השינויים המהיר. למשל, יש לסייע למפעלים בהכשרת עובדים קיימים למשימות חדשות ובפיתוח מודלים עסקיים חדשים ולאפשר תשתיות המספקות מימון, סיוע בהנגשת מידע על טכנולוגיות חדשות וליווי וסיוע בתהליכי ההטמעה הטכנולוגית לחברות קטנות ובינוניות המתקשות לבצע את התהליך באופן עצמאי.

5. שינויים בשרשרת הערך הגלובלית

שרשרת ערך (Value Chain) כוללת את הפעילויות שחברות מבצעות כדי שהמוצר שהן מייצרות יהיה בשימוש פעיל, החל מהשלב הראשון של התכנון וכלה בשלב השימוש בו ואף לאחר מכן: מחקר ופיתוח, עיצוב, ייצור, שיווק, הפצה ומתן שירות לאחר המכירה.

המושג "שרשרת ערך גלובלית" עוסק במיקום הגיאוגרפי השונה שבו מתבצעת כל אחת מהפעולות הנדרשות ליציאה של מוצר לאוויר העולם ומוסיף לה את הממד המדיני. התפתחותה המשמעותית של שרשרת הערך הגלובלית התרחשה בעשורים האחרונים, בעקבות האצה במגמות הגלובליזציה והשינוי באופיים של הכלכלה והסחר הבינלאומי. כמו כן, הסרת חסמי מסחר ושינויים טכנולוגיים (ובראשם מהפכת המידע הדיגיטלית) אפשרו לחברות רב-לאומיות למקם חלקים שונים בשרשרת הערך במדינות שונות בהתאם ליתרונות הגלומים במדינות הללו, כדי למקסם את רווחיהן; שינויים אלו באים לידי ביטוי באופי המשתנה של המסחר. אפשר לראות כי יותר מ-50 אחוז מהמסחר הבינלאומי כולל סחורות לא מוגמרות. משמעות הדבר היא כי כמה מדינות שותפות לשרשרת הערך של רוב תהליכי הייצור.

בתחילת שנות ה-90 טבע סטן שיה (Stan Shih), מייסד ומנכ"ל Acer, את המושג Smile Curve – גרף המתאר את הערך המוסף לעובד ביחס לשלבים השונים של שרשרת הערך, ולפיו ערכם המוסף של שירותי קונספט ושירותים הניתנים לאחר הייצור גבוה משמעותית מהערך המוסף לעובד בשלב הייצור עצמו. לגרף זה, כמו גם למציאות שהוא מייצג, ובה חלוקה בלתי שוויונית של הערך המוסף בתהליכי הייצור, יש חשיבות מכרעת לכל מדינה המעוניינת להשתתף בשרשרת הערך הגלובלית (GVC).

3. שינוי במודל העסקי ובשרשרת הערך

לעומת הייצור הליניארי המתבצע בשלבים, כלומר מתחיל בפיתוח ובתכנון וממשיך בייצור ובשיווק אגב הפיכת חומרי גלם ורכיבים קנויים למוצר, בייצור המתקדם הטכנולוגיות החדשניות והכנסת הדיגיטציה למפעל מאפשרות חיבורים רבים ושונים ולא דווקא ליניאריים בין השלבים השונים בשרשרת הייצור.

שינויים אלו מאפשרים:

◀ **Mass customization** במקום ייצור בסדרות גדולות, מתאפשרים ייצור אוטומטי ויעיל בסדרות קטנות ויכולת לייצר מוצר ייחודי המותאם ללקוח, כך שכל מוצר שונה מרעהו אך כולם מיוצרים בפס ייצור המוני מהיר ויעיל.

◀ **מעבר למוצר כשירות** – במקום הצעה ומכירה של המוצר הפיזי בלבד, ניתן להציע חבילת פתרונות אינטגרליים לשוק הכוללים חומרה, תוכנה ושירותים. חבילה זו כוללת גם סנסורים ונדרשת לאיכות ואמינות גבוהות יותר.

◀ **מו"פ דיגיטלי** – יצירת מוצרים המשדרים מידע בזמן אמת למפעל, ושימוש במידע זה כמקור הכנסה נוסף או כבסיס למו"פ לתכנון מוצרים עתידיים.

4. מהירות השינויים

ההתקדמות הטכנולוגית כיום מהירה מזו שבעבר ומצריכה שינוי אסטרטגי עמוק בכל הרמות, מרמת המפעל ועד לרמת המדיניות הממשלתית. אם בעבר מפעל היה יכול להתקיים במשך דור שלם ללא שינוי טכנולוגי מהותי וההשכלה הטכנולוגית של עובד ייצור הספיקה כמעט לקריירה שלמה, הרי שכיום מפעלים נדרשים להטמיע טכנולוגיות חדשות כחלק שוטף מפעילות החברה ועובד טכנולוגי נאלץ להתעדכן לאורך כל הקריירה שלו בחידושים הטכנולוגיים על מנת שיתאים לצורכי השוק. בתחום הטלקום, חברת EY (ארנסט אנד יאנג) חישה את עשרת גורמי הסיכון לחברה, ובמקום הראשון נמצא חוסר היכולת להטמעה של טכנולוגיות חדשות. הטכנולוגיות משתנות מהר, והטמעתן נדרשת בכל שלבי שרשרת הערך של המוצר, לא רק בשלב המו"פ המוצרי.

תופעה זו מחייבת מפעלים בכל הענפים התעשייתיים לפתח אסטרטגיה סדורה של פיתוח והטמעה של חדשנות, הכוללת מו"פ וחדשנות פתוחה, איתור פתרונות מדף רלוונטיים

הטמעה של טכנולוגיות חדשות, גישה חלקית להון דרוש, קשיי יצוא, חוסר שיתוף פעולה רגולטורי ובעיות קיימות כמו צריכה אנרגטית⁵. בדו"ח מתקדם יותר צוינו צעדי הפעולה הנדרשים: הנגשת ידע וניתוח טכנולוגיים לתעשייה, חיזוק מעמד העסקים המקומיים בשרשרת הערך העולמית על ידי חיזוק הקשר בין תשתיות המו"פ ותעשיות הייצור, עידוד ייצור בר-קיימא שיביא להגברת הפרייה ולחיזוק היתרון התחרותי (התייעלות אנרגטית, צמצום זיהום במקור וכו') והגדלת ההיצע והמגוון של כוח האדם המקצועי בממלכה.

גם **בסינפור** נעשו צעדים רבים לקידום תחום הייצור המתקדם במדינה. בשנים האחרונות, בזכות חיזוק התשתית הלאומית במו"פ לאורך שנות ה-90 של המאה הקודמת, צמח המגזר התעשייתי היצרני המקומי בסינפור בכמעט פי שלושה (במדי תוצר ופרייה). על מנת לפעול לחיזוק תעשייה זו ולעודד חברות מקומיות להטמיע תהליכי אוטומציה ולהגדיל את הפרייה, הציגה ממשלת סינפור בתחילת 2016 תוכנית תמיכה בנושא זה. התוכנית נמשכת שלוש שנים ותקציבה עומד על כ-400 מיליון דולר.

להלן שלושת המרכיבים של תוכנית זו:

- ◀ הענקת תמיכה להטמעה של תהליכי אוטומציה בתעשייה בגובה של עד 50 אחוז מעלות הפרויקט ובתקרה מקסימלית של מיליון דולר למענק.
- ◀ פרויקט LEFS - פרויקט ממשלתי שמטרתו לעודד חברות מקומיות להטמיע טכנולוגיות ייצור מתקדם באמצעות מתן הלוואות עד לסכום של 15 מיליון דולר והגדלת הערבות הממשלתית מ-50 אחוז ל-70 אחוז.
- ◀ חיזוק שיתוף הפעולה של עסקים מקומיים עם SPRING במטרה להרחיב את פעילותם בשווקים בינלאומיים. SPRING הינו גוף סטטוטורי האמון על הגדלת הפרייה והגברת התחרותיות והצמיחה הכלכלית המקומית. פעילותו מתמקדת בשלושה תחומים: קידום הפרייה והחדשנות, תמיכה בנושא התקנים ואיכות ותכנון פיתוח לתעשיות הקטנות והבינוניות במדינה. SPRING פועל באמצעות מענקים להטמעת טכנולוגיות חדשות בתעשייה, ייעוץ ופיתוח יכולות ניהול ושיטות ניהול בתעשייה, והגברת החשיפה לשווקים חדשים באמצעות הפעלת כמה תכניות מענקים וייעוץ עסקי לתעשיות המקומיות.

⁵ Growth Review Framework for Advanced Manufacturing (2010). Department of Business, Innovation & Skills, December 2010, 5-6.

תכניות לאומיות לקידום הטמעת ייצור מתקדם בתעשייה מגיעות לרוב מצד המדינות המפותחות, שרואות בשינויים הטכנולוגיים והכלכליים במדינות מתפתחות הזדמנות להחזרה של שלב הייצור לתעשייה המקומית או הזדמנות לחיזוק התעשייה הקיימת, אך בשנים האחרונות גם מדינות מתפתחות, דוגמת **סין וקוריאה הדרומית**, מוציאות לפועל תוכניות עתירות תקציב לקידום נושא זה.

בארצות הברית, דו"ח נשיאותי מיוחד הראה כי משנת 2002 חלה ירידה מתמשכת בחלקה של המדינה בייצור העולמי, ומדינות מתפתחות כמו סין נמצאות במגמת עלייה. הדו"ח התרכז בייצור המתקדם כפתרון להחזרת הייצור לארצות הברית והציג ארבע מסקנות עיקריות ליישום על ידי הממשל - מאמץ מתואם כלל-ממשלתי, רפורמה במדיניות המסים לעידוד השקעות במו"פ, עידוד מו"פ (הוצב יעד השקעות במו"פ של שלושה אחוזים מהתמ"ג) וחיזוק החינוך וההכשרה הטכנולוגיים לצד הגדלת מכסות יבוא עובדים מוכשרים לתעשייה המתקדמת. נוסף לכך, ועדת הטכנולוגיה במשרד המדע והטכנולוגיה בארצות הברית הכינה תוכנית אסטרטגית שמטרתה הן: עידוד השקעות בתחום הייצור מתקדם (בדגש על מפעלים קטנים ובינוניים), הגדלת היצע העובדים הטכנולוגיים אגב שילוב מערכות הכשרה מקצועיות במערכת החינוך, עידוד יוזמות מו"פ בשיתוף פעולה פרטי-ציבורי-אקדמי והגדלת תקציבים לסיוע לחברות המפתחות טכנולוגיות לייצור מתקדם⁴.

באירופה גם כן קיים מאמץ בנושא הייצור המתקדם, כפי שמעיד מסמך של האיחוד האירופי העוסק באופן ספציפי באחת הטכנולוגיות המבטיחות ביותר בייצור המתקדם - שילוב "האינטרנט של הדברים" (IoT) בפס הייצור. תחום זה אף זכה למיתוג ייחודי על ידי ממשלת גרמניה, המדינה השנייה בעולם ברמת מורכבות הייצור התעשייתי שבה. גרמניה אף הכינה יוזמה לאומית בתחום המכונה Plattform Industrie 4.0. בריטניה גם היא ביצעה עבודה אסטרטגית פרטנית בנושא ייצור מתקדם. בדו"ח לאומי ראשון הוגדרו החסמים לצמיחת הייצור המתקדם בממלכה - חוסר מודעות בתעשייה לחידושים וליכולות הקיימים (במיוחד בחברות קטנות ובינוניות), עלות

⁴ A National Strategic Plan for Advanced Manufacturing, Executive Office of the President, National Science and Technology Council, February 2012.

דו"ח חדש שפורסם ה- http://www3.weforum.org/docs/FOP_Readiness_Report_2018.pdf



סיכום סקירה בינלאומית

בשנים האחרונות מדינות רבות וגופים בינלאומיים החלו לבנות ולבצע תוכניות אסטרטגיות רבות לקידום ההטמעה של ייצור מתקדם בתעשייה המקומית



טבלה 4: כלי מדיניות נפוצים בתוכניות לייצור מתקדם

מדינה/ שירות	ארה"ב	אוסטרליה	קנדה	גרמניה	יפן	אנגליה	ארגנטינה	אוסטריה	סין	קוריאה	ספרד
תכניות להאצת טכנולוגיה	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	✓	✓	✓		✓	✓					
	✓	✓			✓	✓	✓				✓
	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
					✓						✓
	✓				✓		✓			✓	
מימון להאצת טכנולוגיה		✓	✓	✓	✓			✓		✓	
					✓			✓	✓	✓	
					✓					✓	
			✓	✓			✓				
				✓							
הכשרה	✓		✓		✓	✓	✓			✓	✓
	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	✓	✓	✓	✓	✓	✓					
	✓		✓				✓			✓	✓
				✓							
ש"פ, אקוסיסטם	✓	✓	✓		✓	✓					
	✓	✓	✓		✓	✓					✓

מקור: מחקר Deloitte עבור משרד הכלכלה במסגרת הקמת מכון לאומי לייצור מתקדם

לשינוי כולל הכשרת עובדים קיימים, הקמת מרכזים להפצת טכנולוגיה בדגש על סיוע לעסקים קטנים ובינוניים וכן השקעה בפיתוח יכולות איסוף, עיבוד וניתוח DATA במפעלים.

נוסף לכך, מן הדו"ח עלו שתי המלצות כתוצאה מלמידת ההצלחות והכישלונות של התוכניות במדינות השונות: (1) התאמת התוכנית למאפייניה הספציפיים של התעשייה במדינה – בתוכניות שזוהו כמצליחות, הממשלות זיהו היכן התעשייה שלהן נמצאת מבחינת רמת טכנולוגיות הייצור, יכולת ההטמעה הטכנולוגית, יכולת המו"פ וכו', זיהו פערים והתאימו תוכניות ייעודיות לסגירת פערים אלו ולמעבר למצוינות. (2) יצירת One stop shop – ממשלות הנגישו את התוכניות השונות באמצעות הפיכת סוכנויות התמיכה בייצור לגורמים מרכזיים המהווים One stop shop ומספקים סל של פתרונות משלימים (שחלקם מסופקים על ידי הסוכנויות עצמן וחלקם על ידי גופים חיצוניים שאליהם הסוכנויות יודעות להכווין).

דו"ח חדש שפרסם ה-World economic forum⁸ מסווג מאה מדינות על פי מידת המוכנות שלהן למעבר לייצור מתקדם. הסיווג מורכב מאומדן של מאפייני הייצור במדינה בהווה מבחינה מבנית ומורכבות וכן מאומדן של רמת "התשתיות המאפשרות" שיכולות לתמוך במעבר. בין התשתיות שהוגדרו כחיוניות ניתן למצוא רמה טכנולוגית וחדשנות, איכות ההון האנושי, היקף הסחר הבינלאומי וההשקעות, מוסדות תומכים ועוד (ראו טבלה 4). באופן כללי, מן הדו"ח עולה כי למהפכה התעשייתית הרביעית תועלות ברורות למדינות מפותחות בעלות בסיס ייצור איתן, וכי המהפכה עלולה אף להגדיל את הפער בין מדינות מפותחות למתפתחות.

לסקירה המלאה: <http://economy.gov.il/About/GoalsAndObjectives/Research/Pages/advanced-manufacturing-survey.aspx>

⁸ The Readiness for the Future of Production Report 2018 is published by the World Economic Forum's System Initiative on Shaping the Future of Production.

נוסף לכך, בשנת 2013 נחתם הסכם שיתוף פעולה בין הממשלה המקומית ובין אוניברסיטת סינגפור להקמת מעבדות ומכוני מחקר משותפים. גופים אלו מתמקדים בפיתוח של מכשור רובוטי מתקדם ושל פתרונות אוטומציה להגברת התפוקה ואיכות התוצר בתעשייה המקומית.

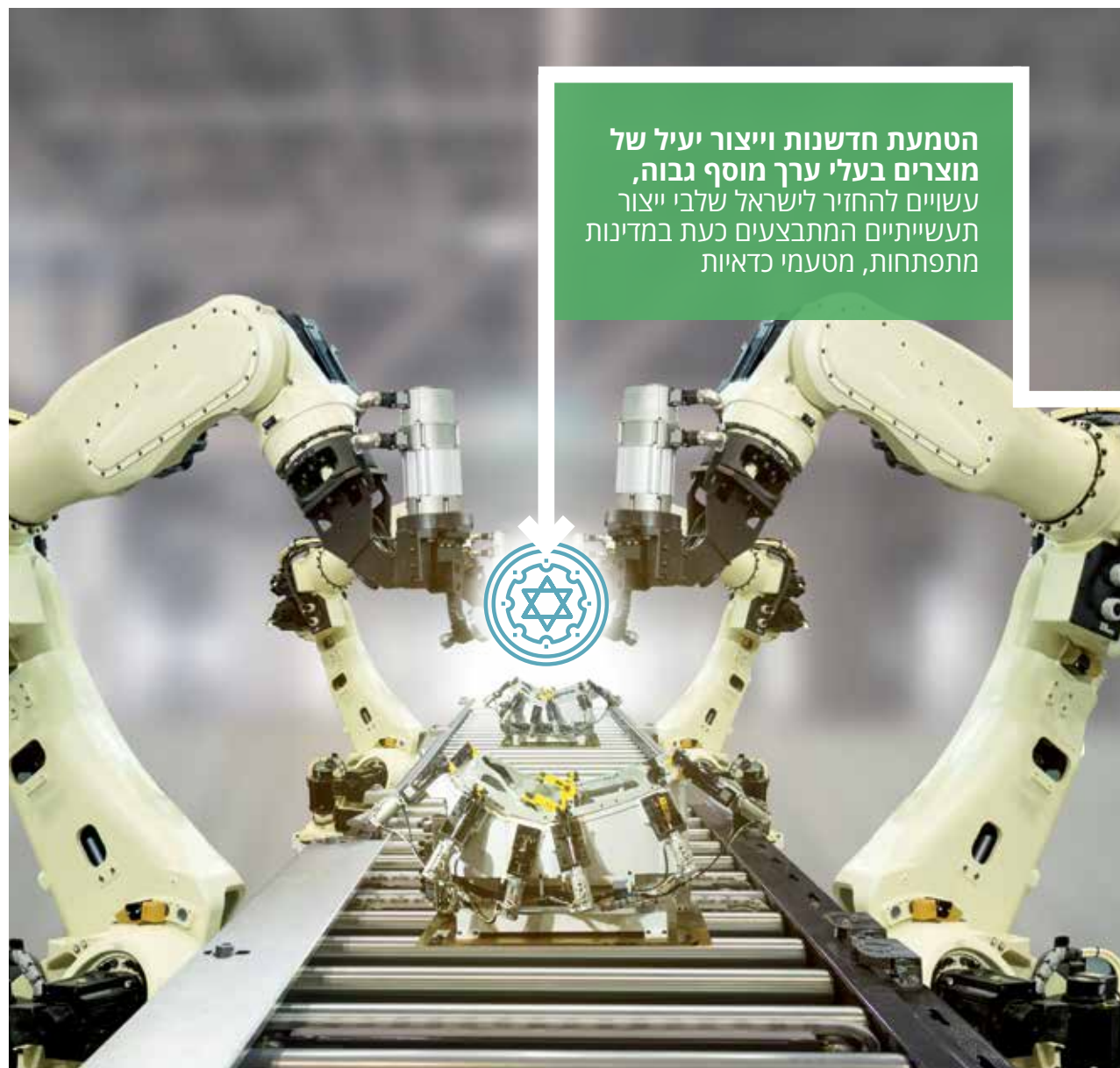
מן הסקירה עולה כי אם בעבר הגיעה התחרות הגדולה לתעשייה הישראלית מצד מדינות מתפתחות שיכלו להוריד את עלויות הייצור, הרי שכיום ריבוי התוכניות הממשלתיות בתחום הייצור המתקדם מצביע על תחרות חדשה. המדינות המפותחות יוצאות למאבק על הייצור דרך יישום טכנולוגיות מתקדמות בתעשייה.

מחקר שפרסם ITIF בשנת 2011 סוקר את התוכניות האסטרטגיות של עשר מדינות מפותחות לקידום המפעלים הקטנים והבינוניים, דרך תמיכה במעבר לטכנולוגיות ייצור מתקדם⁶. במחקר נמצאו ארבע דרכים מרכזיות שבעזרתן מקדמות ממשלות במדינות מפותחות את הנושא: (1) תוכניות להאצת טכנולוגיה הכוללת הנגשה של תשתיות נחוצות ושירותי ייעוץ, ליווי וסיוע; (2) מימון להאצת טכנולוגיה, הן באמצעות מימון מו"פ והן באמצעות כלים נוספים רבים; (3) תמיכה במגוון הכשרות לתעשייה בנושאים הנדרשים לצורך הטמעה מוצלחת של ייצור מתקדם; (4) יצירת שת"פ ואקוסיסטם אגב ניצול היתרונות היחסיים של המדינה.

בטבלה 3 ניתן לראות את הכלים הנפוצים ביותר לשימוש בקרב המדינות הנסקרות. הכלים המסומנים בירוק, שנעשה בהם השימוש הרב ביותר, הם קידום ואימוץ טכנולוגיות קיימות, ייעוץ וליווי לשיפור תהליך הייצור, תמיכה בהעברה ובמסחר של ידע, עידוד הפצת ידע מהאקדמיה לתעשייה, מימון ישיר של מו"פ ותמיכה והכשרה בנושא הייצור.

דו"ח חדש שפרסם ארגון ה-OECD בנושא⁷ קובע כי תחום הייצור המתקדם צפוי לשנות את פני התעשייה כפי שאנו מכירים אותה ולהגדיר מחדש את כללי המשחק ואת יכולת התחרות של חברות תעשייתיות בזירה הבינלאומית. על מעצבי המדיניות במדינות השונות להיערך לשינוי זה ולקדם מדיניות ממשלתית הצופה את פני השינוי ונערכת במגוון תחומים, בהם: הכנת ההון האנושי

⁶ International Benchmarking of Countries, Policies and Programs Supporting SME Manufacturers, MEP, USA, 2011
⁷ The next production revolution-implications for governments and business 2017



הטמעת חדשנות וייצור יעיל של מוצרים בעלי ערך מוסף גבוה, עשויים להחזיר לישראל שלבי ייצור תעשייתיים המתבצעים כעת במדינות מתפתחות, מטעמי כדאיות

ההזדמנות עבור המשק הישראלי

מבחינת המשק הישראלי, שימוש בטכנולוגיות ייצור מתקדם טומן בחובו הזדמנות ייחודית לחיזוק משמעותי של הייצור המקומי, הן על ידי שדרוג טכנולוגי של המפעלים הקיימים והן על ידי פתיחת חברות מוטות ייצור חדשות בעלות עוצמה טכנולוגית גבוהה



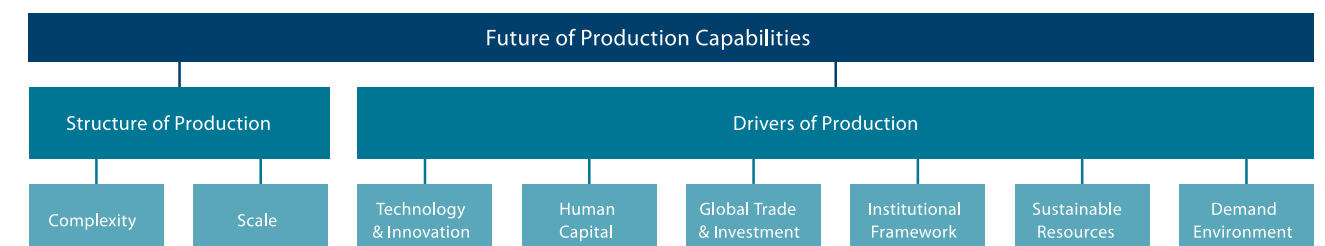
למפתחות. כל אלו הורידו את הכדאיות לשמר את שלב הייצור בשרשרת הערך של המוצר במדינות מפותחות. כך למעשה שלבי הפיתוח, העיצוב והשיווק של המוצר נשארים במדינות מפותחות בעוד הייצור עובר למדינות מתפתחות.

בעקבות תהליכי גלובליזציה שהתרחשו בעשורים האחרונים, שלב הייצור בשרשרת הערך של מוצר עבר בצורה נרחבת למדינות מתפתחות, היות שעלות כוח האדם בהן נמוכה והרגולציה על התעשייה בהן רופפת (ראו טבלה 6). לכך מצטרפת היעילות שבהובלת סחורות ממדינות מתפתחות

ייצור והסיכוי לחזק את הייצור כתוצאה מהמפכה התעשייתית הרביעית (ראו טבלה 5), חשוב לציין כי מתוך 25 המדינות המובילות ישראל הייתה בין האחרונות, וכמעט ולא נכנסה לקטגוריה זו.

על פי הסיווג שהוצע במחקר, מוקמה ישראל במקום ה-25 מבחינת מאפייני הייצור כיום וה-23 מבחינת הפוטנציאל והמוכנות למהפכה התעשייתית הרביעית. אף שישראל נחשבת על פי סיווג זה לאחת המדינות המובילות מבחינת

טבלה 5: מתודולוגיה לבחינת רמת המוכנות של המדינות למהפכה התעשייתית הרביעית



טבלה 6: סיווג 25 המדינות המובילות במידת המוכנות למהפכה התעשייתית הרביעית



Notes: Axes are on a 10-point scale but have been truncated to show variances between countries. Average performance of the top 75 countries is at the intersection of the four quadrants.

Source: The Readiness for the Future of Production Report 2018 is published by the World Economic Forum's System Initiative on Shaping the Future of Production.

השוק העולמי ולכן הביקוש למוצרים (בהנחה שהם טובים ותחרותיים במחיר) בלתי מוגבל כמעט מנקודת מבטה של החברה. לפיכך, העלייה הצפויה בפריון העבודה כתוצאה מהטמעת טכנולוגיות ייצור מתקדמות עשויה להגביר את מחזור המכירות של המפעל בלי שיהיה צורך לפטר עובדים. מניתוחי מקרה שערכנו של מפעלים שהטמיעו טכנולוגיות ייצור מתקדמות, נמצא כי הטמעת הטכנולוגיות מסייעת בהגברת כושר התחרות של החברות ובהגדלת היקף המכירות, ולפיכך גם בהגדלה משמעותית של מספר העובדים.

עם זאת, חשוב לציין שכאשר טכנולוגיית הייצור המתקדם נכנסת למפעל, **משרות מסוימות** הופכות ללא רלוונטיות ובה בעת נוצרות **משרות חדשות** המותאמות לטכנולוגיה החדשה. לפיכך יש צורך בהכשרה ובשדרוג של העובדים הקיימים ובהתאמתם לעבודה בסביבה עתירת טכנולוגיה.

דוגמה למגמה המתוארת לעיל ניתן למצוא במחקר שערך מכון ברוקינגס¹¹. מן המחקר עולה מתאם חיובי נמוך ביותר בין אחוז השינוי ביישום רובוטיקה בתעשייה ובין השינוי השלילי באחוז התעסוקה בתעשייה. זאת כאשר תחום הרובוטיקה מחליף עבודה אנושית בפסי הייצור, תוך שהוא דורש יישום כוח אדם בעל יכולות תעסוקה אחרות (לדוגמה בקרה ותכנות) ובכך מביא לעלייה ברמת המשכורות בתעשייה הנוגעת לכך¹².

מכאן שהטמעת טכנולוגיות של ייצור מתקדם, אגב ניהול נכון של המהלך, דאגה להכשרות מקצועיות ומתן פתרונות תעסוקתיים לעובדים שמשרתם מתייתרת, צפויה להביא לעלייה במספר ובאיכות של המשרות בתעשייה המייצרת לרווחת עובדי התעשייה הנוכחיים והמשק כולו. עם זאת, מדובר בתהליך מורכב הדורש שינויים משמעותיים באופן שבו מנוהל ההון האנושי במפעל, אם ברמת הכשרת ההון האנושי הקיים ואם באתגר במשיכת עובדים בפרופיל אחר מהפרופיל הקיים במפעל ובהתאמת סביבת העבודה לנורמות העבודה והדרישות של עובדים אלה.

טכנולוגיית מנוע הקיטור. התרומה של טכנולוגיות המידע (IT) באותה תקופה חושבה אף היא – תוספת של אחוז אחד בתמ"ג ושל 0.6 אחוז בפריון העבודה (אם כי ההשקעה בתשתיות טכנולוגיות אלו בתקופה זו הייתה פי חמישה מאשר ברובוטיקה)⁹.

את תרומתה המדויקת של כל טכנולוגיה לפריון ניתן כמובן למדוד רק לאחר הטמעתה, אך מהערכות שביצעה חברת הייעוץ דלויט עולה כי התרומה של הטמעת טכנולוגיית ייצור מתקדם במשק הישראלי עד שנת 2025 מוערכת בכ-25 מיליארד שקל.

תעסוקה "איכותית"

ייצור באמצעות טכנולוגיות מתקדמות דורש כוח אדם ברמה טכנולוגית גבוהה יותר ממה שמקובל למצוא היום בתעשייה מסורתית. למעשה, ככל שתהליך הייצור הופך לאוטומטי ודיגיטלי יותר, כך יש צורך בפחות עובדי ייצור שאינם מיומנים וביותר עובדי ייצור בעלי הכשרה טכנולוגית גבוהה יותר. נוסף לכך, בשל העלייה בפריון העבודה ובכושר הייצור של העובד, השכר צפוי לעלות אף הוא ולהלום את הרמה הנדרשת מהעובד החדש. בסקירה שנעשתה במכון ברוקינגס על תעשיות בעלות טכנולוגיות ייצור מתקדם, נמצא שתעשייה זו מאופיינת בעלייה מתמשכת בצורך בעובדים בעלי הכשרה מתאימה המקבלים שכר גבוה יחסית.

ברמה המקומית, באופן עקיף, הגברת הייצור המתקדם מובילה ליכולת תחרותיות גבוהה יותר ולפיכך לאפשרויות העסקה רבות יותר עבור השוק המקומי.

ההשערה הנפוצה כי תהליכי הכנסת טכנולוגיות מתקדמות יביאו לירידה בביקוש לעובדים בתעשייה המייצרת מתבררת כלא מדויקת ולעתים אף כהפוכה מהמגמה הנצפית. זאת משתי סיבות עיקריות: ראשית, מחקרים חדשים מראים שעם הכנסת תהליכי אוטומציה, משתנה אופי המשימות הנדרשות מהעובד, מעבודות רוטיניות וחזרתיות לעבודות התומכות בעבודת המכונות ומשלימות אותה (תחזוק המכונות, פתרון תקלות, בקרה וכו') ואילו הדרישה לעובדים אינה מתייתרת ואף נוצרים מקצועות חדשים¹⁰. שנית, מכיוון שמדובר בתעשייה שמייצרת ברובה מוצרים סחירים שניתן לייצא בקלות יחסית, השוק שבו מתמודדות החברות הנו

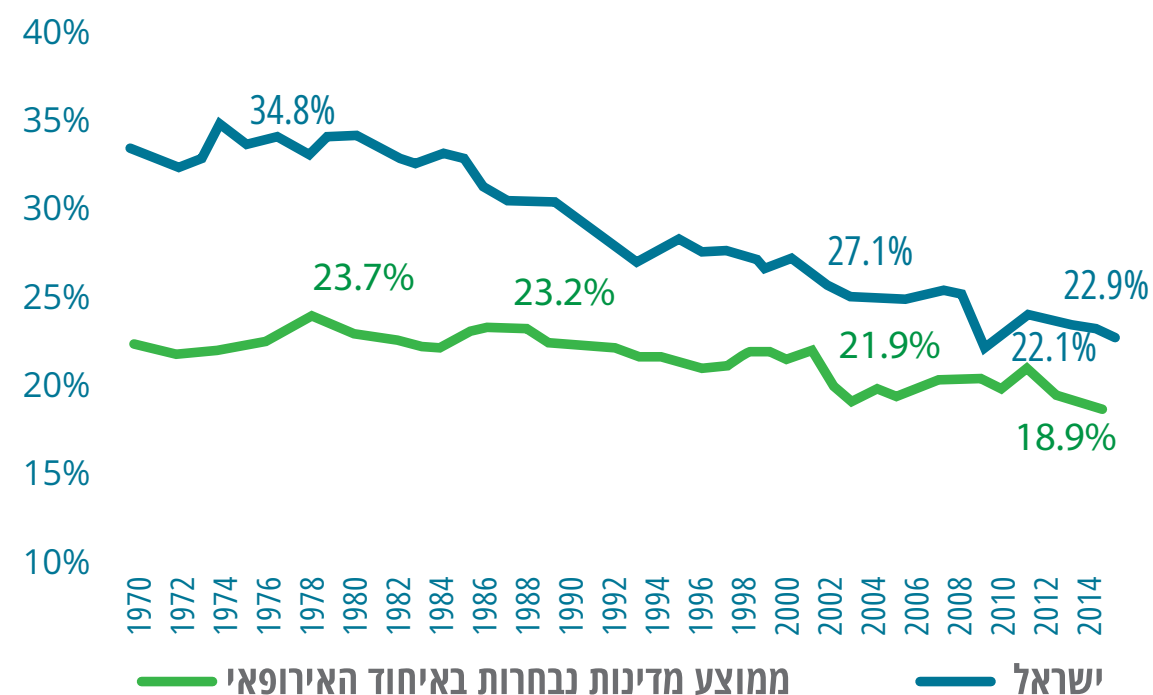
¹¹ Source George Graetz and Guy Michaels, "robots at work", 2015; analysis by Mark Muro and Scott Andes, Brookings

¹² CEP Discussion Paper No 1335 March 2015 Robots at Work George Graetz Guy Michaels

¹⁰ Source Nicholas Crafts, "steam as a GPT: a growth accounting perspective", 2004; Mary O'mahony and Marcel P. Timmer, " Output, Input and Productivity Measures at the Industry Level: The EU KLEMS Database", 2009; George Graetz and Guy Michaels, "robots at work", 2015

¹⁰ The Risk Of Automation For Jobs In Oecd Countries: A Comparative Analysis. Oecd Social, Employment And Migration Working Papers No. 189 Oecd 6,2016

טבלה 7: נתח התעשייה מסך התפוקה המשקית בישראל ובמדינות OECD נבחרות



מקור: עיבוד אנף אסטרטגיה ותכנון מדיניות, נתוני למ"ס

בעקבותיה גם פעילות ייצור מוגברת וההפך. מיצוי הזדמנויות אלו צפוי להיות בעל משמעויות כלכליות חיוביות ביותר על המשק, שיתבטאו בכמה היבטים:

הגדלת התוצר הלאומי ועלייה בפריון העבודה

השינוי בפריון העבודה מושפע מגורמים רבים, בהם השקעה בהון פיזי, איכות ההון האנושי, שינוי בדרכי הניהול והארגון של הפירמה, שינויים רגולטוריים ואפילו שינויים פוליטיים. ואולם, ידוע כי אחד הגורמים המרכזיים המשפיעים על הפריון הוא השקעה בטכנולוגיה המשדרגת את תהליך הייצור. דוגמאות לכך יש לאינספור במהלך ההיסטוריה התעשייתית, מהדינמיט ומכונת התפירה שהגבירו את פריון הכורה והתופר ועד רובוטים מרתכים, המשפרים כיום את התפוקה במפעלי הרכב, ועיבוד שבבי מונחה תכנות CNC, המגביר את הפריון בתעשיות עיבוד המתכת.

מחישוב שהתבצע לגבי ההטמעה של רובוטים בייצור התעשייתי בשנים 1997-2007 עולה כי הם הביאו בממוצע לעלייה שנתית של 0.37 אחוז בתמ"ג ושל 0.36 אחוז בפריון העבודה, תרומה הדומה בעוצמתה לתרומה של יישום

המעבר לייצור מתקדם פותח חלון הזדמנויות חדש לחיזוק ולשדרוג של שני חלקי התעשייה המקומית, התעשייה מוסת הייצור והתעשייה הטכנולוגית. לתעשייה מוסת הייצור הזדמנות להטמיע חדשנות במפעלים ולהתמחות בייצור מוצרים בעלי ערך מוסף גבוה ביעילות רבה יותר, מה שיכול להביא להחזרת שלב הייצור בתעשיות מסוימות מהמדינות המתפתחות חזרה לישראל, כפי שקורה במדינות מפותחות אחרות בימים אלו.

לתעשייה הטכנולוגית הזדמנות להתרחב לתחום חדש, שהוא רלוונטי מאוד לישראל. תעשייה זו מאופיינת ברמת חדשנות גבוהה ובריכוז גבוה של חברות המתמחות בנושאים שהם רלוונטיים מאוד לתחום הייצור המתקדם, כגון ניתוח נתוני עתק, לימוד מכונה, הגנת סייבר וייצור בהוספה. לפיכך, לישראל יש הזדמנות לחצב את עצמה כמרכז ידע וחדשנות, המתמחה גם בחברות טכנולוגיה וסטארט-אפים המספקים פתרונות ייצור מתקדמים.

שילוב שתי ההזדמנויות צפוי להוות מכפיל כוח וליצור מהלך משמעותי אף יותר כאשר צמיחת הסקטור הטכנולוגי תמשוך



מצב זה גורם להתרחבות הפער בין מפעלים גדולים, המסוגלים להקצות משאבים לפיתוח התחום, ובין מפעלים קטנים יותר, בעלי אוריינטציה פחותה לחדשנות, שולי רווח נמוכים ויכולת מוגבלת להשקיע בתחום. אלה נשארים מאחור ומאבדים את יתרונם היחסי ואת היכולת להתחרות בזירה הבינלאומית (בין אם בזירה הגלובלית באמצעות יצוא ובין אם בזירה המקומית בהתמודדות עם היבוא המתגבר).

תעשייה טכנולוגית המפתחת פתרונות ייצור מתקדם

בישראל הולכת ומתפתחת תעשיית של סטארט-אפים ויזמים טכנולוגים, העוסקים בפיתוח פתרונות ייצור מתקדם. בעבודה שערך מנהל סחר חוץ במשרד, מופו כ-170 חברות העוסקות בפיתוח ובמכירה של פתרונות ייצור מתקדמים, במגוון רחב מאוד של תחומים ושל התמחויות הדרושות למעבר לייצור מתקדם טכנולוגי, ובכללם עיבוד מידע, לימוד מכונה, הגנת סייבר, הדפסת תלת-ממד ועוד.

ממחקר שערכו סטארט-אפ ניישן סנטרל ודלויט¹³, עולה שבשנים 2014-2017 הושקעו בישראל כ-580 מיליון דולר בהשקעות הון סיכון בתחומים אלו. עיקר ההשקעות התבצעו בתחומי הסייבר, הסנסורים והדימות וכן בטכנולוגיות המכוונות לאופטימיזציה של תהליך הייצור באמצעות שימוש בטכנולוגיות מתקדמות לעיבוד נתונים של המפעל.

זאת ועוד, ממחקרם עולה כי היקף ההשקעות בתחום בישראל עלה באופן משמעותי בשנים אלו, משבעה אחוזים מהיקף ההשקעות העולמי בתחום בשנת 2014 ל-11 אחוז בשנת 2017 (ראו טבלה 10). ואולם, פעילות החברות בתחום רחוקה מלממש את הפוטנציאל שלה, ועם תמיכה מתאימה מצד הממשלה היא יכולה לגדול משמעותית הן בהיקף והן באיכות.

אחד ממנועי הצמיחה המשמעותיים לסטארט-אפים בתחום שטרם מוצה הנו חיבור טוב לתעשייה מוטת הייצור הישראלית. חיבור זה משמעותי מכיוון שלתעשייה מידע על האתגרים והצרכים האמיתיים של התעשייה – מידע בעל חשיבות רבה למפתחי הטכנולוגיות והפתרונות. נוסף לכך, התעשייה יכולה להיות רבת ערך לסטארט-אפים כ"בטא סייט", כלומר כאתר לבדיקות היתכנות של הטכנולוגיות בתעשייה.



הטמעת חדשנות וייצור יעיל של מוצרים בעלי ערך מוסף גבוה, עשויים להחזיר לישראל שלבי ייצור תעשייתיים המתבצעים כעת במדינות מתפתחות, מטעמי כדאיות

המצב הקיים – חוזקות ואתגרים

בתעשיית הייצור גוברת המודעות לחשיבות הטכנולוגיות החדשניות, אך אימוץ ויישום של טכנולוגיות אלה מלווה בחסמים ואתגרים, שרבים מהם קשורים להון האנושי



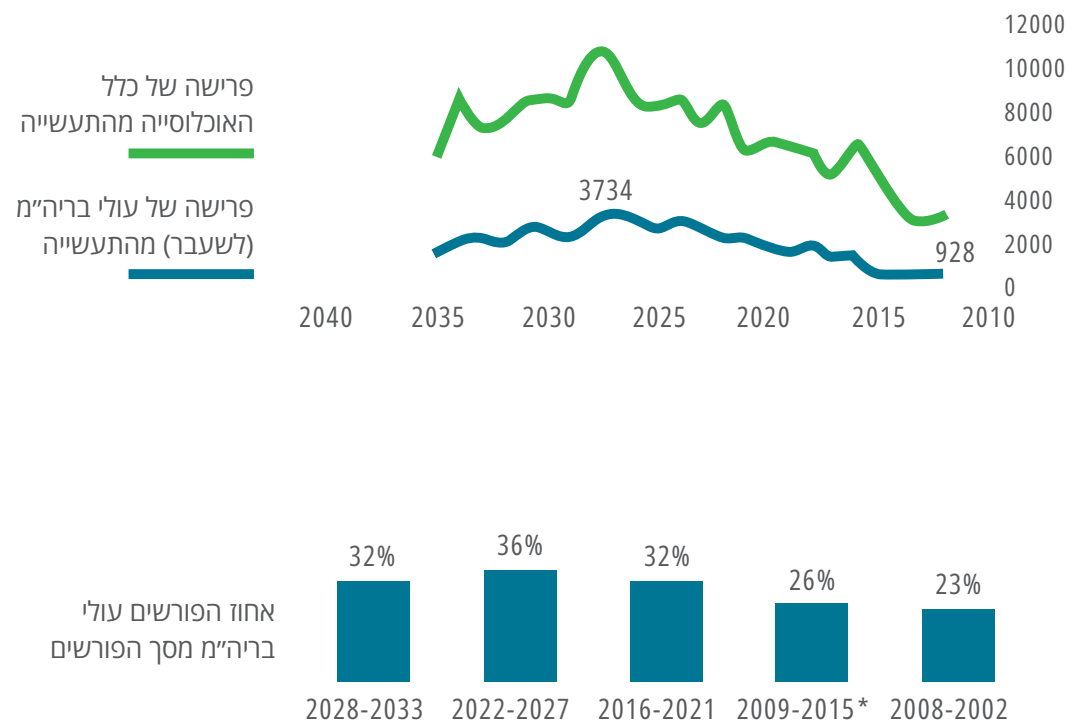
תעשייה מוטת ייצור

עם זאת, מפעלים רבים בתעשייה המייצרת שקועים במלחמת הישרדות יומיומית וחסרים את המשאבים הנדרשים, הן מבחינת הון זמין להשקעה והן מבחינת משאבים ניהוליים ותשומות ארגוניות הדרושים על מנת להטמיע טכנולוגיות ייצור מתקדם במפעל.

בתקופה האחרונה נראה כי התעשייה מוטת הייצור בישראל מתחילה להפנים את הצורך בהטמעת טכנולוגיות חדשניות ובמעבר לייצור מתקדם. שינוי תפיסה זה מתבטא בעלייה במספר החברות הפונות למכונה למו"פ, במספר הכנסים ההולך וגובר בנושא ייצור מתקדם ובהתעניינות הכללית בתחום.

¹³ https://lp.startupnationcentral.org/industry-4-0-report/?utm_source=email&utm_medium=eblast_Local&utm_campaign=i4_SNC_2018&utm_content=Industry4_0

טבלה 9: פרישת עולי בריה"מ (לשעבר) לעומת האוכלוסייה הכללית מענפי התעשייה, 1995-2035



מקור: דו"ח פרישת עולי ברית המועצות מהתעשייה, אגף אסטרטגיה ותכנון מדיניות משרד הכלכלה והתעשייה

עם זאת, חשוב לציין כי לעתים קרובות המחסור בעובדים בלתי מיומנים ברצפת הייצור הנו אחד הזרזים להטמעת אוטומציה ורובוטיקה מתקדמת במפעלים, ומבחינה זו מדובר בתופעה בעלת השלכות חיוביות על פירון העבודה ועל יכולת התחרותיות ארוכת הטווח של המפעלים בישראל.

דימוי נמוך לתעשייה הישראלית מוטת הייצור

התעשייה הישראלית מוטת הייצור סובלת בשנים האחרונות מדימוי נמוך בקרב הציבור בישראל. התעשייה המייצרת נתפסת כעבודה "שחורה" וקשה שאינה מספקת אתגר או הזדמנויות מעניינות לקידום. דימוי זה מביא לכך שצעירים רבים המעוניינים בקריירה טכנולוגית חדשנית אינם בוחרים להצטרף לתעשייה המייצרת והענף סובל מבעיה חמורה במשיכת ההון האנושי הדרוש לו על מנת להתקדם מבחינת חדשנות ותחרותיות.

נסיבות אלו מביאות למצב של "ביצה ותרנגולת", שבו ההון האנושי הדרוש על מנת לפתח ולקלוט את הטכנולוגיות החדשניות אינו מצוי מספיק במפעלים ואינו תופס אותם כמאתגרים מבחינה טכנולוגית וכך הנבואה מגשימה את עצמה.

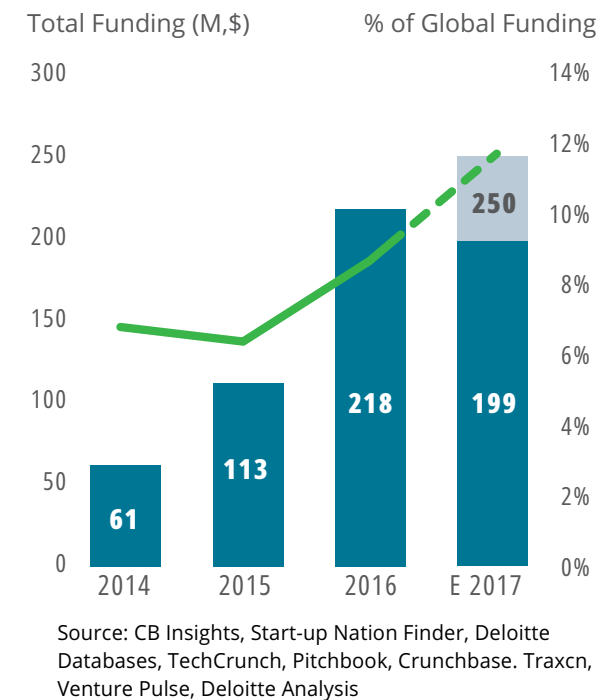
ייחודיות במאפייני הפרישה שלהן בכך שקבוצת עולים מאסיבית, שנכנסה לשוק העבודה כמקשה אחת בתחילת שנות ה-90, עתידה לצאת ממנו כמעט בבת אחת בעשר השנים הקרובות¹⁵.

הכנסת טכנולוגיות חדשות לתעשייה מציבה אתגר כפול להון האנושי הקיים בתעשייה, מכיוון שהטכנולוגיות החדשות מצריכות מהעובדים כישורים שונים מאלו שהתעשייה דרשה מהם בעבר ומשום שקצב השינויים וההתפתחויות הטכנולוגיים רק הולך וגובר ודורש יכולת למידה והתפתחות מקצועית תוך כדי עבודה. מתהליכי שיתוף ציבור והתייעצויות רבות שערך משרד הכלכלה והתעשייה כחלק מהתוכנית האסטרטגית לייצור מתקדם בתעשייה, כמו גם ממחקרים ומעבודות מדיניות שנעשו בעולם, עולה נושא זמינותו של הון אנושי בעל מיומנויות STEM גבוהות בכל הדרגים, מטכנאי מכונות ועד מהנדס, כחם מרכזי בתהליכי הטמעת טכנולוגיות ייצור מתקדמות במפעלי התעשייה המייצרת¹⁶.

¹⁵ לתחזית הפרישה המלאה ופילוח ענפים ומשלחי יד ראו עבודת אגף אסטרטגיה ותכנון מדיניות, משרד הכלכלה והתעשייה בנושא.

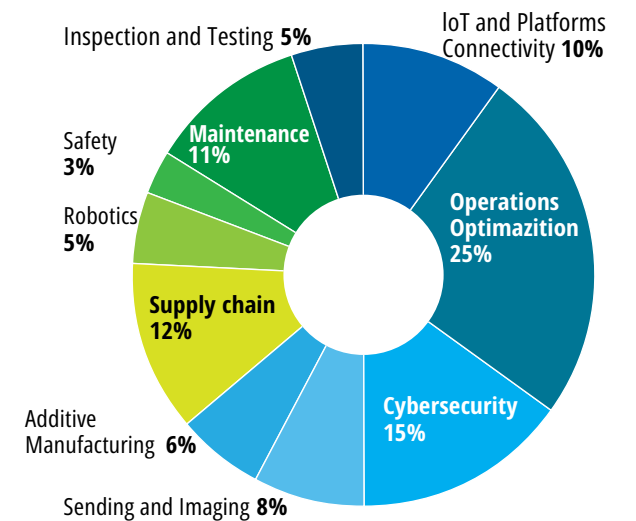
¹⁶ The skills gap in U.S. manufacturing 2015 and beyond. Manufacturing instate USA & Deloitte

טבלה 8: התפלגות החברות הישראליות המפתחות טכנולוגיות ייצור מתקדם עפ"י מספר החברות והיקף ההשקעות



Source: CB Insights, Start-up Nation Finder, Deloitte Databases, TechCrunch, Pitchbook, Crunchbase. Traxcn, Venture Pulse, Deloitte Analysis

173 Companies



Source: Start-Up Nation Finder

העבודה שערכנו עולה כי סוגיית המימון מהווה אחד החסמים המשמעותיים ליכולתם של המפעלים להטמיע פתרונות ייצור, ויש לפעול לפיתוח פתרונות חדשים לתחום.

מחסור בהון אנושי מיומן

המשק הישראלי וענפי התעשייה בפרט מאופיינים כיום במחסור של עובדים מקצועיים. מנתוני המשרות הפנויות של הלמ"ס אנו למדים כי מדובר במחסור של רצפים, מסגרים, סתתים, טייחים, עובדי שלד בתחום הבנייה, מהנדסים, הנדסאים וטכנאים, אשר מהווים כ-12 אלף איש בסך הכול¹⁴. מחסור זה צפוי להתגבר בעקבות פרישתם הצפויה של עולי ברית המועצות לשעבר, אשר תתגבר בשנים הקרובות. עד שנת 2021 צפויים לפרוש כ-16 אלף עולי ברית המועצות לשעבר מענפי התעשייה, ועד שנת 2026 צפויים לפרוש כ-17 אלף עולים נוספים. אומדן הפרישה של עובדים מקצועיים בתעשייה מהאוכלוסייה הכללית עד שנת 2026 עומד על כ-94 אלף איש. שיעורם של עולי ברית המועצות לשעבר מתוך סך הפורשים מהתעשייה עומד על 36 אחוז, שיעור גבוה בהרבה משיעורם באוכלוסייה. השנים הקרובות

¹⁴ עיבוד לסקר משרות פנויות למ"ס - נתוני יוני 2016 ואינדיקציות נוספות.

למרות הפוטנציאל הטמון בחיבורים אלו, ניתן לומר בהכללה שיש כיום נתק בין תעשייה זו לתעשייה המייצרת הנובע ממספר רב של גורמים, בהם:

- מכונות של התעשייה הטכנולוגית לשווקים הבינלאומיים ולחברות גדולות מאוד
- חוסר פניות של תעשייה המייצרת
- קושי בתקשורת בין שני סוגי התעשיות בשל תרבות ארגונית שונה מאוד
- חוסר היכרות ופערי ידע

פתרונות מימון ונגישות להשקעות לצורך שדרוג טכנולוגי במפעלים

תהליך הטמעת טכנולוגיות מתקדמות הנו תהליך בעל סיכון לא מבוטל, הכרוך לעתים בהשקעת הון משמעותית עם אופק החזר השקעה רחוק יחסית. מפעלי תעשייה, בדגש על הקטנים והבינוניים שאינם בני יצוא, הם ככלל עסקים בעלי שולי רווח נמוכים, שאינם מסוגלים לבצע השקעות משמעותיות באופן עצמאי. יתרה מכך, חברות אלו מתקשות בגיוס מימון מתאים באפיקי המימון המסורתיים הממשלתיים והפרטיים, מכיוון שלעתים בשל החדשנות הטכנולוגית מדובר בהשקעות בעלות סיכון גבוה יחסית. לפיכך ומן



תשתיות וידע

ביסוס תשתיות והנגשת ידע התומך בהטמעת ייצור מתקדם
סביבה תומכת חדשנות בעלת תשתיות מתאימות היא הכרחית לקידום תהליכי הטמעת ייצור מתקדם ולפיתוח הסקטור התעשייתי במדינה

אקוסיסטם פעיל

פיתוח אקוסיסטם התומך בשת"פ בין-מגזרי (לדוגמה, אקדמיה, חברות טכנולוגיה, צרכני טכנולוגיה, משקיעים וכו') ובמעבר המידע ביניהם, בין היתר באמצעות הקמת קהילת ידע מפותחת התומכת בקשרים ובשיתופי פעולה בין כלל השחקנים בתחום.

תשתיות פיזיות מתקדמות

לצד ההשקעה הרבה שהושקעה בשנים האחרונות בנושאים של חדשנות ברמת המפעל, יש לחשוב על חדשנות באזורי תעשייה ועל האופן שבו אזורים אלה ישקפו, יאפשרו ויעודדו חדשנות במפעלים באמצעות תכנון נכון ומתן שירותים משלימים. פיתוח תשתיות אלו צפוי להיות משמעותי ביותר לקידום סביבה מעודדת חדשנות החיונית להצלחת המהלך.

בהקשר זה יש לציין את חשיבות **הקמת המכון הלאומי לייצור מתקדם** הצפוי לקום בחודשים הקרובים במסגרת

הטמעת טכנולוגיות מתקדמות היא תהליך מורכב למפעל, אך במקרים רבים אפשר להאיץ תהליך זה בהינתן תשתיות מתאימות. את התשתיות הללו המפעלים אינם יכולים להקים לבד, והקמתן אינה אינטרס ישיר של אף מפעל בנפרד. בין התשתיות הנדרשות ניתן למנות:

תשתיות להנגשת ידע

מוסד או מוסדות העוסקים בהקלת הגישה לידע ולמידע רלוונטיים על טכנולוגיות מתקדמות ופיתוחים חדשים הרלוונטיים לתעשייה.

מז"פ מתקדם

משאבים המופנים לקידום מז"פ יישומי בכל הדרגות והגופים הרלוונטיים, זאת באמצעות מענקי מז"פ אטרקטיביים המופנים למחקר ולפיתוח בתעשייה ובחברות הטכנולוגיות וחיוזוק פלטפורמות מחקריות (אקדמיות ומכוני מחקר) העוסקות במז"פ יישומי בתחום.



כיווני פעולה אסטרטגיים

על מנת לתמוך בהטמעת ייצור מתקדם בתעשייה הישראלית יש לפעול בה בעת בחמישה מישורים המהווים נקודות מפתח להצלחת המהלך: ביסוס תשתיות והנגשת ידע, ליווי וסיוע למפעלים, תמיכה בהטמעת טכנולוגיות במפעלים ומימון שלהן, פיתוח הון אנושי מימון ומיתוג מחדש של התעשייה

4. קידום ופיתוח הון אנושי מימון לתעשייה המייצרת:
על מנת להביא למימון גבוהה של כוח אדם מימון ומוכשר טכנולוגי יש צורך בפעולות למשיכה ולהכשרה של הון אנושי חדש לתעשייה לצד פעולות לקידום שימור ושדרוג ההון האנושי הקיים בתעשייה, כולל התאמת מערך ההכשרות הקיים לצרכים החדשים.

5. מיצוב מחדש של תדמיתה של התעשייה היצרנית כמנוע צמיחה למשק: יש ליצור במקביל לשינוי המהותי בתעשייה עצמה גם שינוי תפיסתי בתפיסת הציבור את התעשייה.
על מנת לאגם את כלל כיווני הפעולה לכדי לימוד הדדי ויצירת סנכרון בין הכלים השונים, שיובילו למענה הוליסטי מקיף ומתואם, מומלץ להקים ועדת היגוי בראשות משרד הכלכלה והתעשייה ובהשתתפות כלל גופי הביצוע.

להלן פירוט ההמלצות לכיווני הפעולה ולתוכניות המומלצים לקידום יעדי התוכנית בחמישה המישורים המפורטים לעיל. לצד ההמלצות החדשות שיובאו להלן, מפורטות גם תוכניות הפעילות כיום, חלקן כבר מיושמות אך דורשות התאמות מסוימות להגברת המיקוד שלהן בתחום הייצור המתקדם, וחלקן מצויות בתהליכי פיתוח והקמה בימים אלה.

על מנת לתמוך בהטמעת ייצור מתקדם בתעשייה הישראלית יש לפעול בה בעת בחמישה מישורים המהווים נקודות מפתח להצלחת המהלך: ביסוס תשתיות והנגשת ידע, ליווי וסיוע למפעלים, תמיכה בהטמעת טכנולוגיות במפעלים ומימון שלהן, פיתוח הון אנושי מימון ומיתוג מחדש של התעשייה. להלן הרחבה על צעדי הפעולה הנדרשים בחמשת המישורים הנ"ל:

1. ביסוס תשתיות והנגשת ידע התומכים בהטמעת ייצור מתקדם: פיתוח תשתיות נחוצות שאינן נמצאות בתחום הפעולה האפשרי של חברות בודדות, כגון תשתיות להנגשת ידע, מז"פ מתקדם, אזורי תעשייה דיגיטליים ואקוסיסטם מקדם חדשנות.

2. ייעוץ וליווי לתהליכי הטמעה טכנולוגית ברמת המפעל: ליווי וייעוץ פרטניים ומותאמים אישית למפעלים המתמקדים בהיבטים טכנולוגיים אך מספקים מעטפת רחבה המכילה גם היבטי מימון, שינויים במודלים העסקיים וכו'.

3. השקעות ומימון לצורך הטמעת טכנולוגיות במפעלים: מתן מענה להון הדרוש להשקעות בתהליך שדרוג טכנולוגי משמעותי, באמצעות גיבוש כלי תמיכה ממשלתיים מתאימים לצד הנגשת אפיקי מימון נוספים.



שימשו תעשייה ותעסוקה מודרניות ואיכותיות, יש צורך בטיפול בשלושה מעגלים עיקריים: המעגל הראשון כולל תשתיות פיזיות-דיגיטליות, כגון פס רחב שישרת את המפעלים בעידן התעשייה 4.0, גדר אבטחה דיגיטלית, תאורה חכמה, חיישנים לניטור מידע מסוגים שונים ברחבי אזור התעשייה ועוד; המעגל השני כולל הקמת יחידה בניהול הפארק שתעסוק בתמיכה טכנית, ביעוץ ובפיתוח עבור העסקים. המטרה של הפארק היא להציע שירותים תומכים במקרים הללו ובכלל שירותי הטכנולוגיה, מכיוון שתשתית ללא תמיכה והדרכה תסבול מתת-ניצול; המעגל השלישי הוא סביבת עבודה מעודדת יצירתיות – לאו דווקא מבוססת על טכנולוגיה דיגיטלית. סביבת עבודה זו ידועה לעובד של המאה ה-21 ומספקת שירותים בתחומי המסחר, איכות הסביבה, הפנאי והתרבות וכדומה. אזור תעשייה שלא יציע שירותים כגון נגישות לשירותי הזמנת אוכל (תן ביס ודומיו), אזורים ציבוריים למפגש ספונטני בין עובדים, מעונות יום, מוקדי קבלת משלוחים מאתרי המסחר המקוון ומוקדי פנאי ובידור, יתקשה למשוך עובדים איכותיים המתאימים לדרישות כוח האדם בעידן התעשייה 4.0.

9, עידוד מחקר אקדמי בתחומי הייצור המתקדם
כדי לקדם אקוסיסטם התומך בתחום הייצור מתקדם בישראל, יש לפעול להעמקת הידע בתחום בכל רמות המחקר, ממחקר אקדמי למכוני מחקר יישומיים ועד מחקר במו"פ עסקי. לפיכך יש מקום להשקעה ממשלתית בתוכניות ייעודיות המעניקות מענקים למחקר אקדמי בסיסי בתחומים אלו.

10, כלים להעברת ידע מהאקדמיה לתעשייה
הרשות לחדשנות משתמשת בכמה כלים לטובת קידום שיתוף מחקריים והעברת ידע מהאקדמיה לתעשייה. בין הכלים, בולטים ברלוונטיות שלהם הכלים הבאים: מאגד מנג'ט – תכנית היוצרת איחוד בין חברות בתעשייה לקבוצות מחקר, במסגרת פיתוח אבני בניין טכנולוגיות לדור המוצרים הבא. מטרתו לסייע בפיתוח טכנולוגיות גבריות בתחומים בעלי חשיבות בשוק העולמי. העובדה כי מדובר בטכנולוגיה גברית מאפשרת חלוקת ידע ושיתוף פעולה בין החברות הפועלות באותה תעשייה, סינרגיה שהיה קשה לקיים בדרך אחרת; תוכנית מגנטון – תוכנית המעודדת העברת טכנולוגיה שפותחה באקדמיה לשימוש בתעשייה, על ידי יצירת שיתוף פעולה בין חברה ישראלית לקבוצת מחקר אקדמית. מטרת התוכנית היא לפתח בתום הפרויקט מוצר בעל פוטנציאל כלכלי הנשען על חדשנות טכנולוגית. מסגרת מגנטון מאפשרת לחברה סביבה נוחה לבדיקת פוטנציאל המסחר של הטכנולוגיה, מסגרת שבלעדיה הייתה החברה מתקשה לעמוד בתהליך הממושך הטומן בחובו סיכון רב וחוסר ודאות.

5, הקמת קהילת חדשנות לייצור מתקדם (על ידי המכון לייצור מתקדם)

מומלץ לפעול להקמה של קהילת חדשנות בין-מגזרית בתחום הייצור המתקדם. קהילה שכזו היא כלי לתמיכה בפיתוח אקוסיסטם שבו חברים מגוון השחקנים הרלוונטיים לתחום ונוצרים מנגנונים פנים-מגזריים ובין-מגזריים המאפשרים זרימת רעיונות, יצירת ידע והחלפת דעות. כל אלה מייצרים בסיס איתן ליצירת שיתופי פעולה אסטרטגיים שיקדמו פרויקטים עתירי תשתית בעידן הדיגיטלי. הקהילה מתוכננת לקדם כחלק מפעילות המכון הלאומי לייצור מתקדם והיא תאגד חברות תעשייתיות, חברות טכנולוגיות, חברות רב לאומיות, גורמים באקדמיה ומכוני מחקר העוסקים בנושא. נכון יהיה למקד את הקהילה בתחומים שיוזוהו כתחומים עם פוטנציאל הצמיחה הגדול ביותר לסטארט-אפים הישראליים.

6, תוכנית תמיכה בחיבור סטארט-אפים לתעשייה מייצרת

מומלץ לבנות תוכניות ייעודיות ברשות להשקעות ולפיתוח התעשייה שמטרתן לתמוך בחיבור בין יזמים בעלי טכנולוגיות חדשניות ובין מפעלי תעשייה ישראליים או מפעלי תעשייה של חברות זרות בישראל. תכלית החיבורים יכולה להיות מוגדרת מראש, למשל ביצוע הוכחת היתכנות של הטכנולוגיות החדשניות במפעלים, פיתוח מוצר לפני רכישת המוצר על ידי התעשייה וכן ייצור מוצרים חדשניים בקבלנות משנה. על התוכנית לכלול הקמה של מסלול להשתתפות במימון החיבור בין יזמים לתעשיינים, בהיבטים טכנולוגיים ואולי אף רגולטוריים.

7, סיוע בשיווק בינלאומי של חברות המפתחות טכנולוגיות ייצור מתקדם

לשם חיזוק חברות הטכנולוגיה הישראליות ולצד פעילות המכוונת להגברת מעורבותם בפעילות תעשייתית מקומית, יש לפעול באמצעות מינהל סחר חוץ, המפעיל את מערך הנספחים המסחריים, למיצוב ישראל כמרכז ידע והתמחות בתחום פיתוח טכנולוגיות ייצור מתקדם ולקידום חברות המפתחות טכנולוגיות אלו בזירה הבינלאומית. זאת באמצעות יצירת הזדמנויות עסקיות עבורן בחו"ל: מציאת שותפים אסטרטגיים, בניית ערוצי שיווק, חיבור ללקוחות פוטנציאליים ומשיכת השקעות לפיתוח וניסוי הטכנולוגיות בתעשייה הישראלית.

8, פיתוח אזורי תעשייה "חכמים"

במסגרת העבודה האסטרטגית שערך משרד הכלכלה בשיתוף מטה ישראל דיגיטלית במשרד לשוויון חברתי, עולה שעל מנת לפתח אזורי תעשייה "חכמים" ואטרקטיביים,

ילווה חברות תעשייתיות בתהליכי הטמעה ופיתוח של טכנולוגיות ייצור מתקדם בפס הייצור, ויפעל לביסוס ולחיזוק של האקוסיסטם בתחום ולקידום שיתופי פעולה וחיבורים בין-מגזריים, סביב מיזמים לקידום שיטות ייצור וטכנולוגיות מתקדמות בתעשייה היצרנית בישראל.

על בסיס ניתוח בינלאומי של טכנולוגיות הייצור המתקדם בעלות ההשפעה הצפויה הרבה ביותר, שערך חברת דלוייט העולמית, לצד התאמה עקרונית לסביבה הישראלית, זוהו שלוש טכנולוגיות מרכזיות המומלצות להתמקדות המכון בשנות הפעילות הראשונות: רובוטיקה מתקדמת, Big Data/Industrial IOT-I Analytics.

שיתוף פעולה בין משרד הכלכלה והתעשייה, הרשות לחדשנות ומשרד המדע, המהווה תשתית חשובה וחיונית לקידום התחום בישראל.

המכון יפעל לקידום הטמעת טכנולוגיות ייצור מתקדם בתעשייה, בדגש על תעשייה מסורתית ברמת חדשנות נמוכה, ויתמוך בהעלאת הפריון ורמת התחרותיות של תעשייה זו.

לצורך כך יפעל המכון כמוקד ידע בטכנולוגיות ייצור מתקדם אגב שימת דגש על הנגשת המידע לתעשייה. כמו כן, המכון

פירוט ההמלצות

יישום מדיניות, הקמת פורום מדיניות, גיבוש מדד לייצור מתקדם, הקמת פלטפורמה להנגשת ידע, הקמת קהילת חדשנות, תוכנית תמיכה בחיבור סטארט-אפים, סיוע בשיווק בינלאומי, פיתוח אזורי תעשייה "חכמים", עידוד מחקר אקדמי, כלים להעברת ידע מהאקדמיה, תמיכה במו"פ של יישומים טכנולוגיים, תמיכה במכוני יישומיים, מעבדות חדשנות ואיגוד משתמשים

1, יישום מדיניות בנושא ייצור מתקדם

על מנת ליצור אינטגרציה ולקדם את יישום המדיניות הממשלתית לתמיכה בייצור מתקדם על כלל היבטיו, יש ליחד כוח אדם ייעודי במשרד הכלכלה והתעשייה לקידום הנושא. התפקידים יכללו פיקוח על המכון לייצור מתקדם, ניהול תוכניות הון אנושי, יצירת חיבור וסנכרון בין התוכניות השונות התומכות בקידום ייצור מתקדם בחברות ועוד. נוסף לכך, על אגף אסטרטגיה להמשיך ולקדם את התאמת כלי המשרד לתמיכה בייצור מתקדם, להישאר מעודכן בהתפתחות הטכנולוגיות ולהתאים את התוכנית האסטרטגית שלהן לצרכים המשתנים, תוך יישום מדיניות הוליסטי לקידום תחום הייצור המתקדם בישראל.

2, הקמת פורום מדיניות לנושא הייצור המתקדם

הקמת פורום מדיניות הכולל נציגי ממשלה, תעשייה, אקדמיה, משקיעים ומגזר שלישי לטובת קידום נושא הייצור המתקדם בישראל. הפורום יתכנס אחת לרבעון וידון בהזדמנויות חדשות עבור התעשייה והמשק הישראלי, התפתחויות טכנולוגיות משמעותיות, חסמים העולים מן השטח, אופן יישום המדיניות הממשלתית ועוד.

3, גיבוש מדד לייצור מתקדם

לשם פיתוח כלי מדידה שיעריכו את בשלות המפעלים בישראל ליישם היבטים שונים של ייצור מתקדם, מומלץ כי אגף אסטרטגיה ותכנון מדיניות במשרד הכלכלה והתעשייה

יפעל לגיבוש שאלון מקצועי המודד את הרמה הטכנולוגית במפעל וכן את המוכנות והיכולת להטמיע שינויים טכנולוגיים. השאלון יהווה כלי עבודה ראשוני למפעלים, מעין מפת דרכים לאפיון מיקומם היחסי וההתקדמות הנדרשת, וישמש ככלי מדידה והערכה לתוכניות הסיוע השונות. כמו כן, השאלון יוכל לשמש לבחינת מצב התעשייה הישראלית בכללותה ולמעקב אחר התקדמות התוכנית והאפקטיביות שלה.

4, הקמת פלטפורמה להנגשת הידע הטכנולוגי (ע"י המכון לייצור מתקדם)

אחת התשתיות החשובות ביותר לעידוד הטמעת ייצור מתקדם בתעשייה היא הקמת מוקד ידע מרכזי בתחום הייצור המתקדם. הקמת המוקד תהיה אחד מיעדי העיקריים של המכון לייצור מתקדם, שהמשרד עוסק בהקמתו בימים אלו. לצורך כך מומלץ שהמכון יפעל לאגד ידע טכנולוגי ברמה גבוהה בנושא ייצור מתקדם בכלל וטכנולוגיות שבהן יבחר להתמקד בפרט, על ידי יצירת קשרים ושותפויות מחקריות עם סוכני חדשנות שונים בתחום בארץ ובעולם (אקדמיה, מכוני מחקר יישומיים, סטארט-אפים וכו'). מומלץ לפעול מחד גיסא להנגשת הפתרונות הטכנולוגיים הקיימים לתעשיינים, ומאידך גיסא להנגשת האתגרים המרכזיים של התעשייה הישראלית למפתחי הטכנולוגיות המתקדמות. רצוי שהנגשת הידע תיעשה הן בצורה רוחבית אל מול התעשייה, באמצעות הוצאת פרסומים ומדריכים רלוונטיים, ארגון אירועים, כנסים וסדנאות וכו', והן באמצעות ליווי פרטני.



תהליך ההטמעה הטכנולוגית

ייעוץ וליווי בתהליכי הטמעה טכנולוגית ברמת המפעל

תהליכי הטמעה של טכנולוגיות מתקדמות הכוללות דיגיטציה של מפעל ומעבר למפעל חכם הם תהליכים מורכבים בעלי סיכון גבוה, הדורשים תשומות ניהוליות והוניות גדולות ותרבות ארגונית מתאימה שתתמוך בהם

למהלך. על הליווי להתמקד בהיבטים טכנולוגיים, אך גם לספק מעטפת רחבה המכילה היבטי מימון, שינויים צפויים במודלים העסקיים כתוצאה מכניסת טכנולוגיות חדשות וכן תמיכה בניהול ההון האנושי כפי שמפורט בפרק העוסק בנושא זה. חלק ניכר מהליווי והייעוץ צריך להיות פרטני ומותאם למפעל, אך יש לפעול גם ליצירת הכשרות כלליות יותר, כולל סדנאות, קורסים וכנסים בנושאים הרלוונטיים.

תהליכים אלו מאתגרים עבור כל מפעל, אך הקושי בולט במיוחד במפעלים קטנים ובינוניים מענפי התעשייה המסורתית, החסרים לעתים קרובות את המשאבים הנחוצים להצלחת התהליך.

לפיכך יש צורך בפיתוח כלים לתמיכה במפעלים ולליווי שלהם בתהליך, מלבד התאמתם של כלי המשרד הקיימים

התרגום של מחקר ליישום ויש לחזקם מקצועית ותקציבית. יש לציין כי בתקופה האחרונה נעשו צעדים משמעותיים בתחום: הוגדל משמעותית תקצוב המכונים ועודכנה תוכנית התמיכה כך שתתמוך בהרחבת מספר מכוני המחקר הנתמכים ובפתיחת מכונים חדשים. כמו כן, התוכנית החדשה שמה דגש על חיזוק הזיקה לתעשייה, על ייעול ועל הנגשה של תקציבי התמיכה בהצטיידות ובפיתוח יכולות מקצועיות גבוהות במכונים. נוסף לכך, בחלוקת מענקי מו"פ ניתנת עדיפות למפעלים תעשייתיים לפרויקטים המבוצעים על ידי המכונים כקבלני משנה.

13. מעבדות חדשנות

מומלץ להרחיב את התוכנית של הרשות לחדשנות, התומכת בהקמת חממות חדשנות בתאגידים תעשייתיים המספקים תשתית לחברות סטארט-אפ חדשניות בתחומים נבחרים בעולמות הייצור המתקדם. התוכנית החלה לפעול בשנה האחרונה, ובשל מגבלות תקציב נבחרו חמש חברות בלבד מתוך הצעות טובות רבות. כלי זה חשוב לקידום האקוסיסטם בתחום הייצור המתקדם ולהטמעת חדשנות בתעשייה. לפיכך, מומלץ להרחיב את הפעילות ולתקצב פתיחת מעבדות נוספות בתעשייה המסורתית בדגש על מעבדות העוסקות בטכנולוגיות ייצור מתקדם. כמו כן, יש לשקול כיצד לקדם שיתופי פעולה משמעותיים בין המעבדות ובין המכון לייצור מתקדם לכשיקום.

14. איגוד משתמשים

תוכנית של הרשות לחדשנות הפונה לחברות העוסקות במו"פ ומעוניינות לשחק פעולה עם חברות אחרות בתעשייה העוסקות בתחומים משלימים או מתחרים, לצורך הטמעת טכנולוגיות הניתנות לרכישה על בסיס ידע משותף. החברות חוברות לעמותה עצמאית לשם יצירת שת"פ היכול להתבטא באופנים שונים, אם בפעילות משותפת של חברי האיגוד המקיימים פגישות, סדנאות וסמינרים ואם במתקן הדגמה משותף לבדיקות של תוצרי מו"פ. שיתוף הפעולה באיגוד המשתמשים מאפשר למידה הדדית של החברות השותפות בתוכנית.

תוכנית כזו יכולה להיות רלוונטית מאוד לתעשייה המעוניינת להטמיע טכנולוגיות של ייצור מתקדם. על מנת להגביר את ניצול הכלי למטרה זו יש להנגישו לתעשיות מוטות ייצור על ידי זיהוי החברות הרלוונטיות, יזום וליווי תהליך ההקמה של המאגד.

בשנים האחרונות נהנו ממסלולים אלו בעיקר חברות מוטות טכנולוגיה, מכיוון שלחברות המסורתיות קשה להתחרות איתן במידת החדשנות. לפיכך, מומלץ להנגיש את הכלי לתעשיות מוטות ייצור ואף לצאת בהקצאות מיוחדות לתעשייה זו, כדי להפוך את הכלי הזה לשימושי בתמיכה בייצור מתקדם.

11. תמיכה במו"פ של יישומים טכנולוגיים לייצור המתקדם

הרשות לחדשנות מציעה השתתפות של 20-50 אחוז מהוצאות המו"פ המאפשרות דרך מסלולי קרן המו"פ השונים. אל הקרן יכולים לגשת מפעלים מכלל ענפי התעשייה. כמו כן, במסגרת קרן המו"פ מופעלות תוכניות תמיכה ייעודיות, כגון הסדר מו"פ גנרי לפיתוח תשתיות ידע בחברות גדולות, מו"פ בתחום אבטחת הסייבר בשת"פ עם המטה הקיברנטי במשרד ראש הממשלה ועוד.

לצורך תמיכה בפיתוח יישומיים טכנולוגיים חדשניים, מומלץ להקים במסגרת זירת הזנק תוכנית תמיכה ייעודית של קרן המו"פ המיועדת לחברות טכנולוגיות המפתחות פתרונות ייצור מתקדם ועונות על צרכי התעשייה הישראלית. ייתכן שניתן יהיה לבצע זאת באמצעות מכריז אתגר לבעיות שזיהו על ידי המכון לייצור מתקדם כאתגרים מרכזיים לתעשייה הישראלית.

יש לציין כי במסגרת הקמת זירת ייצור מתקדם, בוצעו התאמות משמעותיות בתנאי קרן המו"פ, שהוכוונה לתעשייה מסורתית, כך שכעת היא תומכת בכלל התעשייה מוטת הייצור. כמו כן, על מנת להתאים למו"פ העוסק בתהליך הייצור, הוחל פטור מתמלוגים למו"פ העוסק בשיפור הפריון באמצעות פיתוח תהליך.

כמו כן, מומלץ ליצור מסלול מו"פ פורץ דרך לתעשייה מייצרת, המיועד לתוכניות מו"פ פורצות דרך בסיכון גבוה. המסלול יעניק תמיכה של 50 אחוז מעלות המו"פ בתנאים אטרקטיביים למחקר חדשני ופורץ דרך ברמה בינלאומית, תוך הסתמכות על תשתית הידע ועל האיתנות הכלכלית של ארגונים גדולים לקידום המחקר.

12. תמיכה במכונים יישומיים

כחלק ממדיניות הסיוע לתעשיית הייצור של הרשות לחדשנות, מפעילה הרשות תוכנית לתמיכה במחקר יישומי במכוני המחקר. בין המכונים הנהנים מתמיכה זו ניתן למנות את מכון הפלסטיקה והגומי, מכון המתכות, המכון לקרמיקה וסיליקטים ועוד. מכונים אלו מהווים חוליה חשובה בתהליך



נגישות להון

תמיכה ומימון להטמעת טכנולוגיות במפעלים

תהליך הטמעת טכנולוגיות מתקדמות כרוך לעתים קרובות בהשקעות הון משמעותיות עם אופק החזר השקעה רחוק יחסית וסיכון גבוה

מתן כלים לתמרוץ ותמיכה הונית במפעלים הנכנסים לתהליך שדרוג טכנולוגי משמעותי

יש לקדם כלים שמספקים תמיכה ותמרוץ למפעלים מכלל הארץ ומאפשרים להם לבצע השקעות קטנות יחסית. זאת במטרה לבצע שדרוג ודיגיטציה של קו הייצור ולהכניס טכנולוגיות מתקדמות המתבססות על פס הייצור הקיים במסלולים גמישים ומהירים. נוסף לכך, יש לפעול לעידוד השקעות המיועדות להטמעת טכנולוגיות ייצור מתקדם, הטמעה הכוללת שדרוג של פסי הייצור למכונות אוטומטיות ומתקדמות המחייבות השקעה משמעותית גם בסיכון גבוה יחסית.

תהליך הטמעת טכנולוגיות מתקדמות כרוך לעתים קרובות בהשקעות הון משמעותיות עם אופק החזר השקעה רחוק יחסית וסיכון גבוה. מפעלי תעשייה, בדגש על הקטנים והבינוניים, נרתעים מלבצע השקעות בסיכון גבוה בשל שולי רווח נמוכים ושמרנות. נוסף לכך, גם חברות המעוניינות לבצע השקעות מסוג זה מתקשות לגייס מימון מתאים באפיקי המימון המסורתיים. לפיכך יש צורך בפעולה בשני ערוצים עיקריים:

פירוט ההמלצות

תמיכה וליווי של תהליכי הטמעה טכנולוגית במפעלים, הרחבת מעטפת שירותי הייעוץ הנלווים למפעלים הנמצאים בתהליך שדרוג טכנולוגי, ליווי והכנה לכניסה לתהליכי מו"פ במפעל ותוכנית מנטורינג

1. תמיכה וליווי של תהליכי הטמעה טכנולוגית במפעלים (על ידי מכון לייצור מתקדם)

מומלץ להקים שירות של ליווי וייעוץ טכנולוגיים למפעלים בתהליך ההטמעה של פתרונות הייצור המתקדם. השירות יינתן על ידי המכון לייצור מתקדם, אשר ילווה מפעלים ויסייע להם ביישום ובהטמעה של הטכנולוגיות במפעלים, לרבות תמיכה באדפטציות ובפיתוחים ספציפיים הנדרשים להטמעה מוצלחת במפעל.

לצורך כריפעי המכון מערך של שירותים מסובסדים למפעלים, הכוללים שירות למיפוי ולאפיון של הרמה הטכנולוגית של המפעלים, כולל מיפוי הזדמנויות טכנולוגיות בהתבסס על הפיתוחים העדכניים ביותר; סיוע בהמלצות לשיטותי פעולה אפשריים עם שחקנים נוספים, אגב תמיכה בביצוע חיבורים ספציפיים לחברות טכנולוגיות ולמכוני מחקר רלוונטיים העשויים לסייע למפעל; וכן שירותי תמיכה וייעוץ הכוללים אף ניהול תהליכי הטמעה ופיתוח ספציפיים עבור המפעל.

2. הרחבת מעטפת שירותי הייעוץ הנלווים למפעלים הנמצאים בתהליך שדרוג טכנולוגי

סניפי המעוף המופעלים על ידי הסוכנות לעסקים קטנים ובינוניים מספקים שירותי ייעוץ הניתנים על ידי יועצים מקצועיים במגוון תחומים, במטרה לשפר את תהליכי העבודה והניהול, לסייע למנהלים בהחדרת שיטות ניהול חדשניות ולעודד את השימוש בטכנולוגיות מתקדמות.

מומלץ לחזק את התמיכה הניתנת במעוף למפעלים קטנים ובינוניים המעוניינים בתהליך שדרוג טכנולוגי. זאת נכון לעשות באמצעות הכשרת מרכזים אזוריים המתמחים בתעשייה ועל ידי מתן הכשרות ייעודיות ליועצי המעוף, כך שיתמחו במודלים עסקיים חדשים המתאפשרים הודות לטכנולוגיות החדשות, לשיווק ותמריצים, להיכרות עם כלל הכלים הייעודיים לתמיכה בתחום הייצור המתקדם ועוד.

3. ליווי והכנה לכניסה לתהליכי מו"פ במפעל

המכינה למו"פ היא תוכנית שמפעילה הרשות לחדשנות, המסייעת לחברות מהתעשייה המסורתית שלא התנסו במו"פ ובהובלת תהליכי חדשנות. התוכנית מעודדת אצל חברות אלה יצירת שינוי ארגוני-תרבותי, הכולל הנחלת ערכים ושיטות עבודה לביצוע מתמיד של חדשנות ומו"פ הנגזר מדרישות השווקים. החברות בתוכנית מקבלות השתתפות במימון הוצאות ייעוץ, כולל מיפוי ובחינת יכולות קיימות, גיבוש מטרות עתידיות, בחינת הפערים הטכנולוגיים והכוונה לשיפור היכולות באמצעות מוצרים וטכנולוגיות מתקדמים יותר. התוכנית מתרחבת בשנים האחרונות ומושקעים בה תקציבים רבים, ויש להמשיך ולפתח את פעילותה ולהגדיל את מספר החברות התעשייתיות הקטנות המעורבות בפעילות מו"פ.

4. תוכנית מנטורינג

מומלץ לבנות תוכנית ייעודית לליווי מנהלים בכירים ומנכ"לים של חברות תעשייתיות, המעוניינים בקידום חדשנות במפעל. התוכנית תפעל במסגרת סדורה ומובנית שתרכז על ידי רכז מקצועי. החונכות תהיה סביב תחום מוגדר מראש והמנטור יהיה תעשיין ותיק בעל ניסיון בתחום זה. חברה הנכנסת לתוכנית תגדיר מראש את מטרות ההנחיה וההתמחות המבוקשות מהמנטור ותידרש להציב יעדים מדידים עם הכניסה לתוכנית ולהימדד על פיהם במהלכה. מומלץ להפעיל את התוכנית ברמה האזורית כחלק מפורום חדשנות לתעשיינים באזור, לשם יצירת קהילה לומדת ותומכת ומחויבות גבוהה יותר של המשתתפים.

באמצעות השקעה בייצור מתקדם בתעשייה הישראלית. זאת באמצעות מתן מכפילים אטרקטיביים להשקעה מסוג זה המקטינים את היקף המחויבות לרכש גומלין לחברות הבוחרות בהשקעה באפיק זה.

4. מימון באמצעות קרנות פרייבט אקוויטי

בשנה האחרונה תמכה הסוכנות לעסקים קטנים ובינוניים בהקמת שתי קרנות PE ייעודיות לתמיכה בעסקים בינוניים. הקרנות מיועדות לסייע למגזר העסקים הבינוניים, אשר תורם רבות לתוצר הישראלי ומעסיק עובדים רבים אך אינו נגיש להון צמיחה (הון המיועד להרחבה או לבנייה מחדש של פעילות, לכניסה לשווקים חדשים או למימון רכישה משמעותי). הקרנות נועדו לטפל בכשל זה על ידי יצירת כלי ייחודי ובו המדינה משתתפת בסיכון ויוצרת תמריץ לקרנות להשקיע במגזר זה. בשנת 2016 נבחרו במכרז שתי קבוצות שהקימו שתי קרנות PE, אשר גייסו סך של 900 מיליון שקל. הקרנות ישקיעו בחברות ישראליות בעלות מחזור של עשרה מיליון שקל ועד 130 מיליון שקל. יש לפעול להנגשת הקרנות לקהל היעד לצורך הטמעת טכנולוגיות ייצור מתקדם באמצעות המכון לייצור מתקדם.

5. קרנות חוץ-בנקאיות לתעשייה קטנה ובינונית

הקמת קרנות אשראי חוץ-בנקאיות שיוגדרו להלוואות לעסקים קטנים לטווח בינוני (שבין חצי שנה לשלוש שנים) והתאמת הקרנות להלוואות בסיכון גבוה בתעשייה. במסגרת זו תשתתף המדינה בסיכון של חברות אשראי חוץ-בנקאיות, דבר שיקל עליהן לגייס כסף מגופים מוסדיים ויצור תמריץ לגופי אשראי חוץ-בנקאי לתת אשראי לטווח ארוך יותר. הציפייה היא כי קרנות אלו ייצרו בשוק את הידע והפרקטיקה למתן הלוואות מסוגים שונים, ללא צורך בניהול חשבון שוטף כפי שדורשת המערכת הבנקאית, ולא רק כנגד ניכיון כפי שפועלים כיום חברות אשראי חוץ-בנקאי.

6. התאמת הקרן בערבות מדינה לתעשיינים קטנה

הקרן בערבות מדינה מאפשרת לבעל עסק בינוני לקבל הלוואה לתקופה של עד 12 שנה לצורך רכישת נכסים, השקעה במו"פ, הרחבת פעילות וכד'. מסלול זה הוגבל לעסקים בינוניים בלבד – שהמחזור שלהם הנו יותר מ-25 מיליון שקל בשנה. בעקבות החלטת הממשלה לחיזוק כושר התחרותיות של התעשייה, יינקטו צעדים להתאמת הקרן גם לתעשיינים קטנים ובכך ייפתח ערוץ מימון נוסף וחשוב לטובת השקעות בשדרוג טכנולוגי.

לשם כך יש להקים מתווים ייעודיים בתוך חוק עידוד השקעות הון בהובלת הרשות להשקעות ולפיתוח התעשייה ובשיתוף הרשות לחדשנות, המעודדים ייצור מוצרים בעלי סיכון טכנולוגי ושיווקי וכן שת"פ בין חברות טכנולוגיות לחברה תעשייתית. כמו כן, למשרד הכלכלה והתעשייה כלים רבים לסיוע למפעלים, אך דרושה השקעה בפתיחת מסלולים המשכיים הממנפים את השקעת המשרד בכלים השונים, כגון חיבור בין מענקי מו"פ למענקי חוק עידוד, חיבור בין מענקי חוק עידוד לכלי תמיכה ביצוא וכו'. מערכת כזו תגרום לניצול יעיל של המשאבים ולמינוף השקעות המדינה במפעלים, כמו גם להפחתת העומס הבירוקרטי על המפעלים וירידה ברמת אי הוודאות בתהליך.

ב. הנגשת מימון

1. גיוס השקעות בבורסה הישראלית

המטרה היא הגברת הנגישות של הבורסה הישראלית לחברות תעשייתיות מוטות ייצור כאפיק נוסף לגיוס השקעות הון וכן קידום אטרקטיביות של חברות תעשייה מתקדמות מוטות ייצור בבורסה. מטרה זו מקודמת בימים אלו הן באמצעות בחינת הצעדים להקמת הבורסה לעסקים קטנים ובינוניים, המקודמת בימים אלו בוועדה משותפת למשרד האוצר, רשות ני"ע ומשרד המשפטים, והן באמצעות שיתוף פעולה עם הבורסה ושימוש בכלי תמיכה שונים להגברת הנגישות של התעשייה הבינונית לבורסה. יש לפעול לניבוי כלים שידאגו לכך שהבורסה תהיה אטרקטיבית ומונגשת לחברות תעשייתיות הנמצאות בתהליך שדרוג טכנולוגי ותהווה מקור מימון נוסף עבור מטרה זו.

2. משיכת משקיעים זרים להשקעה בייצור מתקדם

הרשות לשות"פ תעשייתי וקידום השקעות זרות הגדירה לאחרונה השקעה בייצור מתקדם כהשקעה איכותית, ונעשים מאמצים ממוקדים לאיתור ולמשיכה של השקעות לתחום זה. מומלץ למקד חלק מהפעילות למשיכת השקעות בסיוע להקמת מפעלים תעשייתיים חדשים המשתמשים בטכנולוגיות יצור מתקדם ישראליות ובכך לנצל את היתרון היחסי של ישראל למשיכת פעילות תעשייתית ייצורית. כמו כן, מומלץ לפעול למשיכת השקעות לחברות טכנולוגיה המפתחות פתרונות ייצור מתקדם על מנת לפתח את התחום ולמצב את ישראל כמוקד חדשנות עולמי בתחום זה.

3. מתן תמריצים למשקיעים זרים לביצוע השקעות בייצור מתקדם

הרשות לשות"פ תעשייתי וקידום השקעות זרות מתמרת חברות זרות המחויבות ברכש גומלין לממש את מחויבותן

הנגשת אפיקי מימון נוספים לחברות תעשייתיות אלו

מלבד מסלולי התמיכה הישירים של הרשות להשקעות ופיתוח התעשייה והסוכנות לעסקים קטנים ובינוניים, יש לפעול להרחבה של היצע אפיקי המימון העומדים לרשות עסקים תעשייתיים קטנים ולפעול להנגשת אותם אפיקי מימון לקהל היעד. בין הכלים המומלצים ניתן למנות את הנגשת הבורסה לעסקים תעשייתיים, הנגשת המימון באמצעות קרנות הפרייבט אקוויטי וכן פיתוח כלים נוספים כגון אפיקי מימון חוץ-בנקאי אטרקטיביים, מימון המונים ועוד.

פירוט ההמלצות

מסלול מנהלי לתמיכה בהשקעות הון, תוכנית להטמעת חדשנות, מסלול פריין, מתווים מיוחדים למענקי עידוד השקעות הון והנגשת מימון

א. כלי תמיכה

1. מסלול מנהלי לתמיכה בהשקעות הון בייצור מתקדם

על מנת לעודד ביצוע השקעות שתכליתן הטמעת טכנולוגיות ייצור מתקדם בתעשייה, יש צורך בניבוי כלי תמיכה המשלים את החוק לעידוד השקעות הון, שיופעלו באמצעות מסלולים מנהליים ברשות להשקעות ופיתוח התעשייה כלי זה יתמוך במפעלים מכל הארץ שיבצעו השקעות בכל שרשרת הערך שתכליתן קידום המעבר לייצור מתקדם ודיגיטציה של המפעל (פס הייצור, שרשרת האספקה וכו'). במסלול מומלץ לתת דגש על חדשנות ועל רכישת תוכנה לצד מכשור מתקדם. כמו כן, מומלץ לספק תמיכה גם ברכיבים רכים, כגון הכשרת עובדים, העסקת מומחים ייעודיים לתהליך ותהליך הטמעת הטכנולוגיות, על מנת לוודא השקעה בתהליך הטמעה ייסודי שיאפשר הפקת תועלת מהטכנולוגיה החדשה. נוסף לכך, מומלץ לתת העדפה במסלול להשקעות במתקני חלוץ ופיילוט ולשיתופי פעולה עם חברות מו"פ הזנק ישראליות.

2. תוכנית ואוצ'רים להטמעת חדשנות

תהליך הדיגיטציה והמעבר למפעל חכם הוא תהליך רב-שלבי ומורכב. עם זאת, יש לא מעט צעדים לתמיכה במהלך שכזה שניתן לבצע בהשקעה כספית נמוכה יחסית ובסיכון נמוך, אך לעתים הם אינם נעשים, אם בשל חוסר ידיעה או חוסר קשב הדרושים לסינון הטכנולוגיה הרלוונטית והאפקטיבית מתוך שלל ההצעות ואם בשל חוסר הפנמה של התועלות של מהלך כזה למפעל. לשם כך, מדינות רבות מפעילות כלי המבוסס על עקרונות כלכלה התנהגותית, שמטרתו לעודד ולמשוך את החברות לבצע השקעה ראשונית קטנה יחסית בדיגיטציה. מדינות אלו נוקטות אמצעי זה מתוך

תפיסה שכניסה לעולם הייצור המתקדם תחשוף את בעלי המפעל לשלל יתרונות התהליך ותעלה את הרצון להמשיך להשקעות מאסיביות יותר. לצורך כך מומלץ לבנות תוכנית המעניקה ואוצ'רים בסכומים נמוכים ובהליך ביורוקרטי פשוט ומזורז, שאפשר לנצל עבור השתתפות ברכישת טכנולוגיות התומכות בדיגיטציה ושימוש בנתונים במפעל.

3. מסלול פריין

הרשות להשקעות מפעילה תוכנית חדשה למפעלים מענפי התעשייה המסורתית והתעשייה המסורתית-מעורבת, המבקשים לקדם את רמת התחרותיות שלהם ולשפר את פריין העבודה במפעל. התוכנית פונה למפעלי תעשייה שאינם עומדים בתנאי חוק עידוד לעניין "בר יצוא" ומציעה השתתפות במימון ארבעה כלים לשיפור פריין העבודה:

- שדרוג טכנולוגי של ציוד ומערכות הקשורות לשרשרת האספקה
- שיפור המצוינות התפעולית (OPEX)
- שדרוג, השבחה והעצמת ההון האנושי לתפעול ציוד ומערכות מתקדמות
- אסטרטגיות לפיתוח מוצרים ולהגדלת הערך המוסף.

התוכנית פועלת באזורי עדיפות לאומית ומהווה כלי חשוב ומשמעותי לקידום הפריין ולהטמעת טכנולוגיות חדשניות בתעשייה שאינה מוטת יצוא.

4. מתווים מיוחדים בתוך מענקי חוק עידוד השקעות הון

על מנת לתמוך ייצור מתקדם בתעשייה הישראלית ולקדם אותו יש לפעול לגישור על "עמק המוות" שבין המו"פ לייצור.



לפיכך, יש צורך להפעיל תוכניות מיוחדות המכוונות להשמה של אנשים בפרופיל זה בתעשייה.

4. התאמת מערך ההכשרות לתעשייה

יש לפעול בשיתוף משרד העבודה והרווחה, משרד החינוך, המועצה להשכלה גבוהה וגורמים נוספים רלוונטיים להתאמת מערך ההשכלה וההכשרה כך שיענה על צרכי התעשייה המתקדמת ויכלול הכשרה מעמיקה ורחבה יותר, להגדיר פרק התנסות משמעותי במפעל בתקופת הלימודים וכן ליצור יכולת מעבר רציף אגב אקדמיטציה בין רמות ההכשרה השונות. כמו כן, יש לפעול בהובלת האגף להכשרה מקצועית ופיתוח כח אדם במשרד העבודה והרווחה, לקידום מערכות הכשרה גמישות יחסית, היוזעות להשתנות בהתאם לצרכי המשק, ולהכשיר כוח אדם במהירות ויעילות ולהתאימו לצרכים הטכנולוגיים המשתנים בתדירות גבוהה, הן ברמת המפעל והן ברמת המשק.

פירוט ההמלצות

משיכת קהלי יעד חדשים, הכוונת סטודנטים לתעשייה, תמיכה בהכשרת עובדים קיימים, ליווי תעשיינים בניהול הון אנושי, הכשרת מנהלי מפעלים בנושא הייצור המתקדם, הגדלת מכסות הלימוד במקצועות ההנדסה, סקר מקצועות נדרשים בתעשייה, הכשרה מקצועית לדורשי עבודה.

הלומדים את מקצועות ההנדסה באוניברסיטה ובמכללות הטכנולוגיות. מומלץ ליצור תכנית ייחודית המעניקה מלגות/תמריצים למהנדסים תמורת התמחות בתעשייה המייצרת המתקדמת, בדגש על תעשייה קטנה ובינונית. התועלת בתוכנית רבה: ראשית, היא מייצרת לסטודנטים חשיפה משמעותית לתעשייה המייצרת; שנית, היא מביאה לכך שבסיום לימודיהם יהיו להם ההיכרות והמיומנויות הנדרשות לתעשייה זו; ושלישית, היא יוצרת חיבור בין מוסדות ההכשרה (אקדמיה ומכללות טכנולוגיות) לתעשייה המייצרת, ובכך חושפת את המפעלים לחזית הטכנולוגית והמחקרית.

3. תמיכה בהכשרת עובדים קיימים

בהמשך להשקעה של המדינה בהכשרת עובדים לקראת כניסתם לשוק העבודה, בעקבות השינויים הטכנולוגיים המחייבים עדכון מיומנויות מתמיד של העובדים בתעשייה ולשם שיפור פריון העבודה, מומלץ לבנות כלי תמיכה משלימים לכלים לשדרוג טכנולוגי של משרד הכלכלה והתעשייה. כלים אלה יספקו תמיכה למעסיקים בהכשרת העובדים הקיימים בתעשייה למיומנויות החדשות הנדרשות כחלק מתהליך השדרוג הטכנולוגי והגברת הפריון. לפיכך, מומלץ לתמוך בהכשרות מקצועיות ובעדכון מיומנויות עבור עובדים קיימים,

2. קידום שימור ושדרוג של ההון האנושי הקיים בתעשייה

לשם הטמעת טכנולוגיה מתקדמת בתעשייה, נדרש במקביל לפעול לשדרוג היכולות, הקניית המיומנויות, הידע והתאמה של שיטות העבודה בקרב העובדים והמנהלים הקיימים בתעשייה. ידע עדכני התואם להתפתחויות הטכנולוגיות בעולם, הינו הכרחי על מנת לאפשר את קפיצת המדרגה ואת השיפור בפריון הנדרשים.

3. משיכת הון אנושי המותאם לתעשייה מתקדמת

מלבד שדרוג ההון האנושי הקיים, יש לפעול אף למשיכת הון אנושי בעל יכולות טכנולוגיות מתקדמות וחשיבה חדשנית, שאינו נפוץ בתעשייה המייצרת כיום ולרוב אף אינו רואה בתעשייה זו הזדמנות או מקום מעניינים מבחינה מקצועית.

1. תכנית למשיכת קהלי יעד חדשים פוטנציאליים לתעשייה המייצרת החדשנית

התעשייה המייצרת החדשנית צריכה ויכולה לקלוט קהלי יעד חדשים שיענו לצורך הקיים. כך לדוגמה, אחד מקהלי היעד הפוטנציאליים לתעשייה שאינו ממוצה דיו הוא אוכלוסיית יוצאי צה"ל שעברו הכשרה טכנולוגית במהלך שירותם. אוכלוסייה זו מורכבת הן מחיילים משוחררים לאחר שירות סדיר והן מציבור הפורשים משירות קבע בצה"ל. עובדים בעלי רקע זה אטרקטיביים מאוד עבור בעלי המפעלים, מכיוון שהם בעלי הכשרה מתאימה ובעלי ניסיון טכנולוגי מעשי. על מנת לפעול להכוונה ולמיצוי של כוח אדם זה על ידי התעשייה, יש לפעול לגיבוש תוכנית בשיתוף פעולה עם משרד הביטחון והתאחדות התעשיינים, במטרה לחבר בין צרכי התעשייה לחיילי המערך הטכני. התוכנית תמוקד בהקמת תשתית שתחבר בין הצורך של התעשייה בבעלי מקצוע לחיילי המערך הטכני המשתחררים משירותם, זאת באמצעות מערך של תמריצים והכשרות לגישור הפערים.

2. הכוונת סטודנטים לתעשייה

מינהל תעשיות מפעיל כמה תוכניות להתמחות והשמה של סטודנטים (כמו "עתידים לתעשייה" ו"הטובים לתעשייה"),



הון אנושי

קידום ופיתוח הון אנושי מיומן לתעשייה המייצרת

הטכנולוגיות החדשות מצריכות מהעובדים כישורים שונים מאלו שהתעשייה דרשה בעבר, וקצב השינויים וההתפתחויות הטכנולוגיים רק הולך וגובר ודורש אף יכולת למידה והתפתחות מקצועית תוך כדי עבודה

1. גיבוש מדיניות מבוססת נתונים על צרכי ההון האנושי של התעשייה

לשם יצירת בסיס נתונים רחב, מגוון ורלוונטי, יש לחבור לזרוע העבודה במשרד העבודה והרווחה ולגורמי ממשלה, מחקר ואקדמיה נוספים הפועלים בתחום, לביסוס מידע כמותי-איכותי המתעדכן תדיר לגבי צרכי ההון האנושי הנדרש לתעשייה בהווה ובעתיד הקרוב, בדגש על צרכים הנובעים משינויים טכנולוגיים צפויים. בהתאם לצרכים העולים, יש לפעול לקידום מדיניות ממשלתית העונה לצרכים אלו, בשיתוף המשרדים והגורמים הממשלתיים המובילים את תחומי ההכשרה, ההשכלה והלימודים בתחום.

אחד התנאים המרכזיים להטמעת ייצור מתקדם בתעשייה הנו זמינות גבוהה של כוח אדם מיומן ומוכשר טכנולוגי, המסוגל לחולל את השינוי הטכנולוגי הדרוש בתעשייה. הון אנושי זה אינו קיים היום בתעשייה בהיקפים משמעותיים. על מנת להיערך לאתגר המתעצם, יש לפעול עם כלל הגורמים האחראים לתחום ובראשם משרד העבודה והרווחה והשירותים החברתיים, כמו גם גורמים נוספים כמשרד החינוך, מל"ג-ות"ת וכמובן גם התעשייה לקידום ארבעת הנושאים שלהלן:



תדמית התעשייה

מיצוב מחדש של תדמיתה של התעשייה היצרנית כמנוע צמיחה למשק

על מנת להביא לשינוי משמעותי בתעשייה המייצרת בישראל, יש ליצור במקביל לשינוי המהותי בתעשייה עצמה גם שינוי בתפיסת הציבור את התעשייה

שינוי זה יתרום למשיכת דור העתיד של תעשיינים מוכשרים ואמביציוזיים, הנחוצים לתעשייה על מנת לצלוח את המעבר לייצור מתקדם בהצלחה, יביא למשיכת השקעות לתעשייה זו ואף יוביל לקידום התעשייה הישראלית היצרנית בזירה הבינלאומית.

על מנת להביא לשינוי תפיסה זו יש לפעול במגוון ערוצים הכוללים פעילות חינוכית בבתי הספר, פעילות לחשיפת התעשייה המתקדמת לציבור הרחב בכלל ולסטודנטים וצעירים בפרט וכן פעילות שיווק וידוע על אודות המהפכה התעשייתית הרביעית וההזדמנות למשק ולתעשייה הישראלית.

לתדמיתה הירודה של התעשייה מוטת הייצור בעיני הציבור גורמים רבים: סביבת העבודה שלעיתים תכופות הינה רועשת ומלוכלכת, הרמה הטכנולוגית של המפעלים שלרוב הינה בינונית, שכר עובדי הייצור, ההשכלה הנדרשת ועוד. כל אלו צפויים להשתנות עם אימוץ המהפכה התעשייתית הרביעית. אולם, על מנת שהמהפכה תצלח ושהעובדים אשר יגיעו לתעשייה יוכלו להוביל אותה, נדרש שינוי נוסף. השינוי הנדרש הוא בגישה הרואה בתעשייה הישראלית "המסורתית" תעשייה טכנית ומיושנת שאינה מציעה עניין או אופק תעסוקתי מבטיח, ולמצב אותה כ"תעשיית ייצור מתקדם" אגב שימת דגש על רמה טכנולוגית גבוהה, הכשרה מקצועית הולמת ואופק תעסוקתי מפתה.

6. הגדלת מכסות הלימוד במקצועות ההנדסה הנדרשים

יש לפעול באמצעות מל"ג וות"ת להגדלת מכסות הלימודים באוניברסיטאות ובמכללות האקדמיות במקצועות הנדרשים בתעשייה ובראשם ההנדסה, על מנת לייצר מאגר עובדים ברמה טכנולוגית גבוהה עבור התעשייה.

7. סקר מקצועות נדרשים בתעשייה

יש לפעול בשיתוף משרד העבודה והרווחה ובשיתוף גורמי ממשלה, מחקר ואקדמיה נוספים הפועלים בתחום, לביסוס מחקר שוטף, הממפה את המקצועות הנדרשים בתעשייה בזמן אמת ומנסה לאמוד ביקושים צפויים כחלק מתהליך ההטמעה הטכנולוגית. כמו כן, יש לערוך אפיון מחדש של מקצועות העוברים שינוי משמעותי בשל התמורות הטכנולוגיות. האפיון יכלול מלבד תיאור המקצועות גם תיאור של הכישורים הנדרשים בכל מקצוע וגיבוש המלצות לעדכון תכניות ההכשרה, ההשכלה והלימודים.

8. הכשרה מקצועית לדורשי עבודה

האגף להכשרה מקצועית במשרד העבודה והרווחה מפעיל מגוון כלים להכשרה מקצועית של עובדים הנקלטים בשוק בין כלים אלה אפשר למצוא כלים חדשים המותאמים למתן מענה אפקטיבי וישיר יותר ברמת התעשיין הבודד ("סטארטר" – פיילוט, "כיתה במפעל" ו-OJT). על מנת להתאים את הכלים לצורכי התעשייה יש לפעול להרחבת התמיכה בהכשרות, כך שתתאפשר גם קליטת עובדים קיימים במפעלים הנדרשים לעבור תהליך שדרוג טכנולוגי. כמו כן, יש לפעול להגברת מעורבות התעשיינים בתהליך ההכשרה המקצועית ולעדכון ההכשרות באופן שוטף יותר בהתאם לתחום הטכנולוגי.

בד בבד עם תהליך השדרוג הטכנולוגי, על מנת לוודא את רלוונטיות ההכשרה לעבודה ותועלתה למשק. לשם כך יש לפעול בשיתוף פעולה עם משרד העבודה, הרווחה והשירותים החברתיים ועם גורמים רלוונטיים נוספים, לעבות את כלי התמיכה הקיימים לשדרוג טכנולוגי והשקעות הון כך שיאפשרו הפניה להכשרות ייעודיות לעובדים קיימים ולהקים תשתית הכשרות ייעודיות התומכת במהלך זה.

4. תוכנית לליווי תעשיינים בניהול הון אנושי

השינויים בדרישות מהעובדים, הצורך בהכשרות נרחבות וכן מגמה עולמית של שינוי בפרופיל העובדים ובמה שהם מחפשים מהעבודה (דור ה-Y) מעמידים אתגר משמעותי בפני חלק מהמעסיקים בתעשייה (בעיקר המסורתית), שבא לידי ביטוי בכך שהתשתית לניהול ההון האנושי אינה ערוכה להתמודד עמו. לפיכך, מומלץ לספק כלים מעודכנים למעסיקים להתמודדות עם סוגיות של גיוס, הכשרה ושימור עובדים, לצד בניית תשתית ארגונית לטווח רחוק ברמת העסק הבודד או ברמה האזורית – שתוכל להתמודד עם סוגיות אלו באופן יעיל ועצמאי.

5. תוכנית להכשרת מנהלי מפעלים בנושא הייצור המתקדם

יש לבנות תוכנית ייעודית להכשרת מנהלים בכירים בתעשייה, בתהליכי הטמעת טכנולוגיות מתקדמות ודיגיטציה של המפעל. במסגרת ההכשרות יינתן מידע מניסיון של מנהלים בכירים, כולל המלצות ואופני ניהול המעודדים חדשנות ומסייעים להטמעת תהליכים דיגיטליים במפעל. ההכשרה תכסה נושאים נרחבים מעבר לנושאים הטכנולוגיים, לרבות נושא ניהול הון אנושי, מודלים עסקיים חדשים, שיווק וניהול שרשרת ההספקה ועוד.

פירוט ההמלצות

קמפיין לעבודה בתעשייה, שינוי הגדרת ה"למ"ס לתעשייה מסורתית, ימי תעשייה, שילוב נושא הייצור המתקדם בתוכנית הלימודים וימי סיור לתלמידי תיכון בתעשייה מתקדמת

נספח 1: צעדים מיושמים או בתהליך יישום לקידום ייצור מתקדם בתעשייה הישראלית

התכנית האסטרטגית התגבשה במשרד הכלכלה והתעשייה בשנתיים האחרונות אשר במהלכן כבר החל המשרד לפתח ולהטמיע תפיסת מדיניות חדשה הכוללת תכניות וצעדים המפורטים במסמך (לרבות צעדים שתוקצבו במסגרת החלטות הממשלה לפיתוח התעשייה ופיתוח הצפון), לצד המלצות חדשות שטרם תוקצבו. חשוב לציין כי עקרון ראשי לכלל הפעילויות הכוללות תמיכה ישירה במפעלים הינה קביעת תוצאה רצויה ומדידתה. להלן סטטוס ביצוע נוכחי של צעדי המדיניות שכבר מצויים בתהליכי יישום במשרד הכלכלה והתעשייה הנוגעים לתחום הייצור המתקדם:

ניהול, תכנון, מדידה ובקרה עקביים.
 3. שדרוג, השבחה והעצמת ההון האנושי לתפעול ציוד ומערכות מתקדמות.
 4. אסטרטגיות לפיתוח מוצרים ולהגדלת הערך המוסף.
תקציב - שנת 2018 - 100 מיליון ₪.
 בשנים 2019 - 2020: בכל שנה 60 מיליון ₪.
ביצוע - בשנים: 2017 - 2020

חוק עידוד השקעות הון (מענקים) - מתווים מיוחדים במסגרת החוק

בישראל תרבות של מו"פ וחדשנות פורצי דרך אשר ברובם אינם מבשלים לכדי ייצור תעשייתי בישראל. אובדן הידע והמשאבים מחייב את כל הגורמים לרכז מאמץ ולקדם את הייצור המתקדם אשר הינו חלק מהמהפכה הרביעית. הרשות להשקעות ולפיתוח התעשייה והכלכלה בשיתוף עם הרשות לחדשנות מבקשות למנף את התעשייה היצרנית בישראל.

מטרה - עידוד חברות בישראל לייצר מוצרים מתקדמים בטכנולוגיות ייצור מתקדמות באמצעות עידוד וסיוע לאורך שלבי הפיתוח והייצור הנדרשים.

עקרונות - יצירת מערך תמיכה משותף לתמיכה רציפה משלבי פיתוח החדשנות הטכנולוגית ועד לשלבי הייצור התעשייתי.

מערך זה כולל 3 מתווים:

מתווה תמיכה רציפה - עידוד חברות לפתח ו/או להטמיע קניין רוחני, מוצרים וטכנולוגיות ייצור חדשניים ומתקדמים.
 מתווה מפעל תעשייתי ראשוני - עידוד חברות מתחומים חדשניים (במיוחד בתחומי הפארמה, הביוטכנולוגיה, מדעי החיים והאבזור והציוד הרפואי), הנדרשים לייצור לצורך רגולציות אשר תאפשרנה להם לייצר בישראל, ולשווק בעולם לייצר בישראל.

מסלול לייצור מתקדם

הרשות להשקעות ולפיתוח התעשייה והכלכלה מעודדת שילוב של ידע במובן הרחב, והטמעה של טכנולוגיות חדשניות לייצור מתקדם בתעשייה, שיביאו ליצור מוצרים בעלי ערך מוסף גבוה ולתעשייה חכמה וחדשנית.

המטרה - עידוד הטמעת ידע וטכנולוגיות חדשניות לייצור מתקדם בתעשייה. המסלול מיועד למי שאינו זכאי לסיוע לפי החוק לעידוד השקעות הון.

עקרונות - מסלול זה מיועד לחברות קטנות ובינוניות במטרה לבצע שדרוג ודיגיטציה של קו ייצור קיים ו/או הקמת קו ייצור חדש ע"י הכנסת טכנולוגיות מתקדמות, הטמעת רובוטים, בקרה והתייעלות באמצעות חיישנים, תוכנות לניהול הייצור, הטמעת טכנולוגיה של חברות הזנק ישראליות בתעשיית ייצור מתקדם בדגש על חדשנות. מסלול זה מיועד לחברות כמצוין לעיל בכל רחבי הארץ.

תקציב - שנת 2018 - 52 מיליון ₪. בשנים 2019 - 2021: 40 מיליון ₪ כל שנה.

ביצוע - בשנים 2018 - 2021

מסלול פיריון

הרשות להשקעות ולפיתוח התעשייה והכלכלה מעודדת העלאת פיריון העבודה בכדי לשפר את מדדי הפיריון במפעל.

מטרה - שיפור הפיריון במפעל (הערך המוסף למשרה והערך המוסף לשעת עבודה) בלפחות 30% ובכך להעלות את רמת פיריון העבודה במפעל.

עקרונות - מסלול זה מיועד לחברות תעשייתיות קטנות ובינוניות ויכלול מספר תכניות לבחירה (תכנית 1 ו-2 הן תכניות חובה, תכנית 3 ו-4 הן תכניות רשות)

1. שדרוג טכנולוגי של ציוד ומערכות הקשורות לשרשרת האספקה.

2. שיפור המצוינות התפעולית (opex), שיפור תהליכי

1. שינוי הגדרת ה"למ"ס לתעשייה מסורתית

יש לפעול לשינוי הגדרת ה"למ"ס, מ"תעשייה מסורתית" ל"תעשייה מוטת ייצור" או "תעשייה מייצרת". אמנם מדובר במטבע לשון בלבד, אך אין ספק כי לשימוש במילים אלה השלכה מהותית על המיתוג והתפיסה של התעשייה והוא עשוי להיות בבחינת נבואה המגשימה את עצמה.

2. ימי תעשייה

קיום ימי תעשייה ארציים בשיתוף התאחדות התעשיינים, אגודת הסטודנטים ומרכזי הצעירים, ובהם מפעלי תעשייה מסורתית מתקדמת טכנולוגית פותחים את שעריהם לקהל הסטודנטים במגמות ומקצועות רלוונטיים שונים ומאפשרים סיורים בנושא ייצור מתקדם ומפגשים עם הנהלת המפעל והעובדים.

3. שילוב נושא הייצור המתקדם בתוכנית הלימודים

קיום קורסי יזמות "כחול-לבן" עבור תלמידי תיכון במגוון בתי ספר, בדגש על בתי ספר מקצועיים בשת"פ עם משרד

התאמת הקרן בערבות מדינה לתעשיינים קטנה

במסגרת החלטת ממשלה לחיזוק התעשייה הוקצו 10 מלש"ח לצורך התאמת תנאי הסף להלוואות בקרן לערבות מדינה למפעלים קטנים. ההתאמות נמצאות בתהליך אישור בחשכ"ל וצפויות להיכנס לתוקף ברבעון השני של 2018.

אשראי חוץ בנקאי לתעשייה הקטנה והבינונית
הסוכנות לעסקים קטנים ובינוניים במשרד פועלת בימים אלו לקידום הקמת קרנות אשראי חוץ בנקאיות שיוגדרו להלוואות לעסקים קטנים ובינוניים. הסוכנות מתכננת לצאת במכרז למתן תקציב סיוע להקמת קרנות חוץ בנקאיות אלו כך שתהליך יסתיים בחציון השני של 2018.

תוכנית לליווי תעשיינים בניהול הון אנושי
התכנית מיועדת לתמיכה וליווי מפעלים הנמצאים בתהליך שדרוג טכנולוגי במשמעותי בכל הנוגע להיבטי כוח אדם (גיוס, ניהול, הכשרה, ושימור). התכנית נמצאת בתהליכי פיתוח.

בוצעה רביזיה בתכנית התמיכה במכונים תוך הגדלת התקציב, פתיחתה למכונים נוספים ושינוי אופן התקצוב כך שיאפשר פיתוח מחקר ברמה גבוהה וחדשנית. תקציב התמיכה עומד על כ-13 מלש"ח בשנה במונחי מענק.

איגוד משתמשים

הרשות לחדשנות מפעילה תכנית לתמיכה בשותפויות לצורך בניית תשתית מו"פ משותפת. מספר חברות מוטות ייצור בוחנות שימוש בכלי זה.

תכניות מאגדים

הרשות לחדשנות מפעילה מספר מאגדים המאגדים חברות מוטות ייצור המשתפות פעולה לצורך ביצוע פרויקט מו"פ משותף. תקציב מאגדים המופנים לחברות אלו עומד על 60 מיליון ש"ח לשנה במונחי מענק. המאגדים הרלוונטיים שאושרו עוסקים בפיתוח טכנולוגיות ייצור של בדים לא ארוגים חכמים, סופרהידורופוביות למשטחים מבוססי פולימרים, תעשיית המזון, סוללות לרכבים חשמליים והדפסת חלקים מוטסים בתלת ממד מטיטניום אלומיניום.

משיכת משקיעים זרים להשקעה בייצור מתקדם

הרשות לשת"פ תעשייתי וקידום השקעות זרות הגדירה לאחרונה השקעה בייצור מתקדם כהשקעה איכותית, ונעשים מאמצים ממוקדים לאיתור ולמשיכה של השקעות לתחום זה.

גיבוש מדד לייצור מתקדם

אגף אסטרטגיה ותכנון מדיניות במשרד עוסק בימים אלו בגיבוש מדד לייצור מתקדם. המדד ישמש למדידת מאקרו של כלי התכנית ושל התכנית בכללותה וכן ככלי עזר שיעמוד לרשות התעשייה במסגרת שירותי המכון לייצור מתקדם, בכדי לאמוד את מקומה היחסי מבחינת מוכנות והתקדמות בתהליך הטמעת טכנולוגיות ייצור מתקדמות. הרחבת מעטפת שירותי הייעוץ הנלווים למפעלים קטנים ובינוניים הנמצאים בתהליך שדרוג טכנולוגי - במסגרת החלטת הממשלה לחיזוק התעשייה, הורחב תקציב הפעילות של הסוכנות לעסקים קטנים ובינוניים המיועד למתן מעטפת ייעוץ עבור עסקים קטנים ובינוניים המבקשים להטמיע טכנולוגיות ייצור מתקדם בעוד 20 מלש"ח. התקציב מיועד להרחבת שירותי הייעוץ וכן עבור הפעלת תכנית לפיתוח מוצרים עתירי עיצוב וקידום המחשוב בתעשייה מוטת הייצור. התכנית פעילה וניתן לקבלה במסגרת שירותי המעוף.

סיוע בשיווק בינלאומי של חברות המפתחות טכנולוגיות ייצור מתקדם

מינהל סחר חוץ במשרד הכלכלה והתעשייה פועל לטובת קידום חברות טכנולוגיות וסטארט-אפים ישראלים המפתחים פתרונות ייצור מתקדם בזירה הבינלאומית ומשיכת השקעות לתחום.

פעילויות חינוכיות לחשיפת הנוער לתעשייה מתקדמת

מטה כחול לבן במשרד מעמיק את הפעילות החינוכית במטרה לחשוף את תלמידי חטיבת הביניים והתיכון לאפשרויות הגלומות בתעשייה מוטת הייצור. הפעילות מתוקצבת בכ-1.5 מלש"ח לשנה, ומתוכננת להתחיל בהיקף מלא בתחילת שנת הלימודים תשע"ט ולכלול קורסי יזמות בתעשייה, מפגשים וסיורים בתעשייה ועוד.

מעבדות חדשנות

תכנית המעבדות ברשות לחדשנות תומכת בהקמת חממות חדשנות בתאגידים תעשייתיים המספקים תשתית לחברות סטארט-אפ חדשניות בתחומים נבחרים בעולמות הייצור המתקדם. בשנה האחרונה הוקמו 5 מעבדות חדשנות במסגרת מסלול זה בתקציב של 20 מלש"ח.

תמיכה במכונים יישומיים

הרשות לחדשנות תומכת במכוני מחקר ייעודיים לטובת ביצוע מחקר יישומי עבור התעשייה מוטת הייצור. בשנה האחרונה

חיבור בין חברה תעשייתית עם צרכים טכנולוגיים חדשניים וחברת סטארט אפ שיש בידה ידע ופתרון חדשני לצרכים אלה.

תקציב - כלול במסגרת תקציב מענקים הפועל מכוח החוק לעידוד השקעות הון.

ביצוע - במסגרת פעילות ההשקעות השוטפת בשנת 2018 ואילך, ניתן להגיש בקשות לאורך כל השנה

הקמת המכון לייצור מתקדם

מינהל תעשיות במשרד הכלכלה והתעשייה פועל להקמת מכון לייצור מתקדם. המכון יפעל למתן שירותי תמיכה וייעוץ טכנולוגי לתעשייה, בדגש על תעשייה מסורתית ברמת חדשנות נמוכה, לצורך קידום הטמעת טכנולוגיות ייצור מתקדם, ויתמוך בהעלאת הפריור ורמת התחרותיות של תעשייה זו. למכון הוקצו 35 מלש"ח לתקופה ראשונה של 4 שנים. מינהל תעשיות צפוי לפרסם את המכרז להקמת וניהול המכון ברבעון השלישי של 2018.

הקמת קהילת חדשנות לייצור מתקדם

מטרת הקהילה הינה לפעול לחיבור בין מגזרי לטובת קידום החדשנות הטכנולוגית והעברת מידע וידע בין המגזרים השונים במשק. הקהילה תקום כחלק מפעילות המכון לייצור מתקדם.

גיוס השקעות בבורסה הישראלית

משרד הכלכלה והתעשייה פועל בשיתוף הבורסה לניירות ערך לטובת ההגדלה של החשיפה של משקיעים לחברות תעשייתיות הנסחרות בבורסה וכן הנגשת הבורסה כמקור לגיוס מימון לחברות חדשניות מוטות ייצור נוספות. התכנית כוללת השקת מדד ייעודי לתעשייה שהושק בחודש אפריל 2018 וכן תוכנית תמיכה ייעודית.

הקמת זירת ייצור מתקדם ברשות לחדשנות

במסגרת הקמת הרשות לחדשנות במהלך 2017 הוחלט על הקמת זירה ייעודית לטובת התעשייה מוטת הייצור. תוך שינוי אמות המידה של המסלולים והתאמתם לקידום מו"פ וחדשנות בתעשייה מוטת הייצור. מתוקצבת במעל 120 מלש"ח בשנה. הזירה מפעילה תוכניות רבות כשהבולטות שבהם הינם **המכינה למו"פ** המסייעת לחברות שלא התנסו במו"פ ובהובלת תהליכי חדשנות ע"י השתתפות במימון הוצאות ייעוץ לצורך הכנת תכנית מו"פ. **וקרן מופ"ת** המציעה מסלול תמיכה אטרקטיבי ייעודי המותאם במיוחד לתוכניות מחקר ופיתוח חדשניים בתעשייה מוטת הייצור.

