



המחסור בכוח אדם מיומן בטכנולוגיה עילית

המלצות הצוות הבין משרדי

2012

חברי הצוות הבין משרדי:

פרופ' יוג'ין קנדל – ראש המועצה הלאומית לכלכלה – ראש הצוות

מר חגי לוי – משרד ראש הממשלה – מרכז הצוות וכותב הדו"ח

מר בני פפרמן – ראש המנהל לתכנון מחקר וכלכלה במשרד התמ"ת

מר גד פרנק – סמנכ"ל תקצוב, הוועדה לתכנון ולתקצוב, המועצה להשכלה גבוהה.

גב' חווה קליין – ממונה תחום תכנון ומידע, הוועדה לתכנון ולתקצוב, המועצה להשכלה גבוהה.

מר יונתן רגב – אגף תקציבים במשרד האוצר

מר מיכה פרלמן – אגף תקציבים במשרד האוצר

מר אלון מסר – אגף תקציבים במשרד האוצר

סייעו בהכנת הדו"ח:

שירה ברלינר-פולג, המועצה הלאומית לכלכלה במשרד ראש הממשלה

מר אהד קוטלר – המועצה הלאומית לכלכלה במשרד ראש הממשלה

בעשורים האחרונים הפכה התעשייה עתירת הידע, ובפרט תחום הטכנולוגיה העילית (היי-טק) לאחד מעמודי התווך של הכלכלה הישראלית.¹ בשנים 2004-2009 היו תעשיות הטכנולוגיה העילית אחראיות לכ 50% מהיצוא התעשייתי, ולכ-30% מסך יצוא השירותים. בתחום ההיי-טק עובדים כ 9% מסך העובדים במשק, וכ 26% מסך העובדים בתעשייה. שיעורים הגבוהים בהרבה מכל מדינה אחרת.²

המשך התפתחות תעשיית ההיי-טק בישראל תלויה רובה ככולה בהיצע מספק של כוח אדם איכותי ומיומן. כוח אדם חייב להיות באיכות גבוהה כדי להמשיך ולהוביל בהצלחה את התחרות העולמית על החדשנות והפיתוח, ובכמות מספקת לצרכי התעשייה ההולכים וגדלים. במהלך שנות ה-90 תרמה העליה הרוסית באופן ניכר להגדלת היצע המהנדסים, אך כוח אדם זה הולך ויוצא משוק העבודה.

בשנים האחרונות החלו גופים שונים במשק לטעון כי היצע כוח האדם המיומן אינו מספיק לצרכי התעשייה, וכי המחסור בכוח אדם מיומן פוגע בתעשייה ובצמיחה בכלל, ובהמשך הצמיחה של תחום ההיי-טק בפרט.³ לאור טענות אלו, ביקש שר התמ"ת מהמועצה הלאומית לכלכלה להוביל צוות בין משרדי, בהשתתפות נציגי התמ"ת, משרד האוצר, הועדה לתכנון ותקצוב ומשרד התמ"ת. הצוות נדרש לבחון האם קיים מחסור בכוח אדם מיומן במגזר העסקי (בדגש על משלחי היד האופייניים להיי-טק), וככל שימצא מחסור שכזה לנתח את הסיבות למחסור ולגבש המלצות מדיניות לפתרון בעיה זו.

יש לציין כי עיקר עבודת הצוות התבצעה במחצית השנייה של שנת 2011, וחלק ניכר מהנתונים המוצגים בדו"ח מייצגים את המידע שהיה זמין במועד זה, עם זאת מאחר שמדובר בתהליכים ארוכי טווח, יש להניח כי הממצאים והמסקנות עודם בתוקף.

עיקרי הממצאים של הצוות הינם:

א. במגזר העסקי קיים מחסור בכוח אדם מיומן ברמה גבוהה בעיקר בתחומי המחשוב (מדעי מחשב והנדסת מחשבים והאלקטרוניקה), בדגש על תפקידי מחקר ופיתוח. המחסור אינו אחיד על פני כל המקצועות, ובחלק מן המקצועות יתכן שאף מתקיים עודף

¹ קיימות מספר הגדרות לתעשייה עתירת הידע ולתחום ההיי-טק. להרחבה ראה למ"ס, (2004) "המלצות ועדת המשנה לסיווג רשמי של ענפי ההיי-טק - הגדרת תחום ההיי-טק בישראל".

² מקור: למ"ס, התפתחות תחום ההיי-טק בישראל בשנים 1995-2007, להרחבה נוספת ראה נספחים 7.1,7.2 בנספח הנתונים.

³ ראה לדוגמה טענות יו"ר איגוד תעשיות האלקטרוניקה (29.12.2010) <http://it.themarker.com/tmit/article/13574>

- היצע.⁴ יש להדגיש כי המחסור נובע בעיקר מן הצמיחה המהירה בתעשייה עתירת הידע, שאינה עולה בקנה אחד עם הקצב הלא מספק של הגידול בכוח אדם בתחומים אלו.
- ב. למרות שמסתמן כי בכלל המשק הישראלי קיים מחסור יחסי בכוח אדם מיומן, הצוות לא זיהה בצורה ברורה מחסור גדול בהיקפו בכוח אדם מיומן במגזר העסקי בתחומים אחרים, לרבות מדעים מדויקים, תחומי הנדסה נוספים, ומדעי החברה. בפרט, זיהה הצוות **עודף היצע משמעותי של כוח אדם מיומן בתחומי מדעי החיים.**
- ג. נראה כי עיקר המחסור הינו **בבוגרי אוניברסיטאות מצטיינים בתחומי החומרה והתכנה בעלי ניסיון תעסוקתי.** עוד נמצא כי ישנם מקרים רבים בהם התעשייה מסתייגת מהעסקת בוגרי מכללות במקצועות הרלוונטיים.
- ד. **הרמה הנוכחית של המחסור עדיין אינה במידה אשר גורמת נזק כבד לתפקוד החברות הקיימות.** עם זאת, נראה כי כבר כיום יש למחסור השפעות שליליות על המשק הישראלי, בהן עליית שכר הפוגעת ביתרון התחרותי של תחום ההיי-טק בישראל, האטת קצב הצמיחה של התחום ואבדן משרות פוטנציאליות לטובת מיקור חוץ בחו"ל. המשך התופעות הקיימות כיום יביא להגברת המחסור בשנים הקרובות וליצירת חסם צמיחה משמעותי.
- ה. הצוות זיהה מספר מקורות למחסור:

1) **החלשות בזרם המצטרפים החדשים לשוק העבודה במקצועות הנדרשים** הנובעת מירידה יחסית במספר הסטודנטים במקצועות הנדרשים, וזאת בין היתר כתוצאה מירידה ברמת המצוינות הטכנולוגית של תלמידי התיכון לאורך השנים, עליה בשיעור הבוחרים ללמוד מקצועות פחות נדרשים על בסיס שיקולים שונים, וכניסה מועטה של אוכלוסיות מיוחדות, כגון נשים וחרדים, לתחומים אלו.

2) **איכות לא מיטבית של ההכשרה והתאמתה לשוק** הנובעת מאילוצים שונים של מערכת ההשכלה הגבוהה, לצד חוסר מסוים בתיאום בין החומר הנלמד במכללות לבין צרכי המשק. תופעות אלו, לצד עליית חלקן היחסי של המכללות בכלל הלומדים לתואר, מביאות לכדי ירידה מסוימת בהכשרת המהנדסים.

בהקשר זה חשוב לציין כי ההמלצה העיקרית לטיפול בסוגיות אלו כבר יושמה במהלך עבודת הצוות:

לאור המסקנות שהתגבשו במהלך עבודת הצוות, החליטה הוועדה לתכנון ותקצוב על הסטה משמעותית של משאבים למקצועות המחשוב וההנדסה במוסדות להשכלה גבוהה, וזאת בכדי לגרום לשיפור תשתיות הלימוד ולהגדלה משמעותית מספר התלמידים במקצועות אלו. כך לדוגמא, הוחלט להגדיל את התקצוב לסטודנט לתואר

⁴ יש להדגיש כי הצוות בחן את המחסור בכוח אדם במגזר העסקי בלבד, לא התבצעה בחינה מעמיקה של המגזר הציבורי, לרבות הטענות הנשמעות על מחסור בכוח אדם מיומן במקצועות הרפואה והסיעוד השייכים אליו.

ראשון בתחומי ההנדסה והמחשבים באוניברסיטאות בכ 22%, והוחלט להגדיל את התקצוב לתלמיד דוקטורט בתחומים אלו כך שהוא יהיה פי 2.5 מהתקצוב הניתן לתלמיד במדעי הרוח והחברה (במקום פי 1.6). יתר על כן, במסגרת הקצאת מכסות הסטודנטים לחומש הקרוב במכללות ניתנה עדיפות לתחומים נדרשים בשוק העבודה, בדגש על מקצועות ההנדסה וכך נעשה גם בנושא תקציבי הבינוי והפיתוח הפיזי במכללות. כמו כן נבחנת בימים אלו האפשרות לתמרוץ האוניברסיטאות לתוספת משמעותית של סטודנטים בתחומים הנדרשים.

צפוי כי פעולות אלו יביאו לגידול ניכר בזרם המצטרפים החדשים לשוק העבודה במקצועות הנדרשים, תוך שמירה על איכות גבוהה של מצטרפים אלו. יש לוודא כי מדיניות זו תהיה דינמית ככל הניתן, תוך התאמה מתמדת לצרכי השוק העתידיים.

3) **ניצול לא מיטבי של כוח האדם הקיים** הנובע הן מכניסה מאוחרת של מהנדסים לכוח העבודה (בין אם עקב חובת השירות הצבאי או ניצול לא מלא של תקופת הלימודים בתיכון), הן מיציאה מוקדמת של חלק מהאוכלוסיות, כגון מבוגרים או נשים, והן מניצול חסר של מומחים מאוכלוסיות מסוימות, כגון הציבור הערבי.

1. לאור האמור, מעריך הצוות כי בכדי למנוע את החרפתו של המחסור בכוח האדם המיומן בתחומים הנדרשים, יש להמשיך ולפעול באופן עקבי ומתואם לטיפול בבעיה זו, וזאת תוך בחינה מתמדת של אופי ההתערבות הממשלתית הנדרש, והשפעתה על השוק. **אשר על כן, ממליץ הצוות להקים ועדת היגוי, בראשות מנכ"ל משרד התמ"ת ובהשתתפות נציגי הממונה על התקציבים, המועצה הלאומית לכלכלה, משרד החינוך והוועדה לתכנון ותקצוב במועצה להשכלה גבוהה ואשר תפקידיה וסמכויותיה הם:**

1) הגדרת יעדים כלליים לצמצום המחסור תוך הגדלת כוח האדם המיומן, לצד יעדים פרטניים לגידול במספר בוגרי המוסדות להשכלה גבוהה, ולשילוב אוכלוסיות ייחודיות בתעשייה עתירת הידע.

2) בחינה עתית של היקף המחסור ושל מידת העמידה ביעדים שיוגדרו.

3) קידום הגדלת היקפי כוח האדם המיומן במקצועות הנדרשים לתעשייה עתירת הידע, וזאת בין היתר תוך קידום המלצות הצוות המפורטות להלן, וכן יזום וקידום של תכניות ניסיוניות נוספות ככל שידרש.

2. **הגדלת מצבת כ"א מיומן במקצועות הנדרשים בטווח הקצר ע"י:**

1) המשך קידום התוכנית לאיתור, הבאת והשבת "מוחות" מחו"ל, הכוללת תכנית לעידוד קליטת עולים וישראלים חוזרים, ובדגש על העוסקים במקצועות הנדרשים. בנוסף, בחינת אפשרות להשבת והבאת עובדים (עולים וישראלים חוזרים) במקצועות הנדרשים לתעשייה באמצעות הטבות מס. בחינה זו תבוצע על ידי רשות המסים.

2) גיבוש תכניות לעידוד החברות לפעול לשימור עובדים בתחום ההייטק ולהרחבת מעגל המועסקים, בדגש על עובדים בגילאי +50, נשים עם ילדים, בוגרי מכללות, ואוכלוסיות מעוטות השתתפות בשוק העבודה.

ח. הגדלת מצבת כ"א מיומן במקצועות הנדרשים בטווח הבינוני ע"י:

1) שימור המאמץ להגדלת תשתיות ההוראה בתחומים הרלוונטיים במוסדות האקדמיים תוך שמירה על איכות הלימודים הגבוהה באוניברסיטאות ותוך העלאת רמת ואיכות הלימוד במכללות. זאת בין היתר באמצעות שמירה על התמריצים הכלכליים המעודדים זאת (דוגמת השינויים שהתבצעו במודל התקצוב ובמנגנון הקצאת תקציבי הבינוי והפיתוח), והתאמה מתמדת של מספר הבוגרים לצרכי התעשייה.

2) חיזוק שיתופי הפעולה והקשרים שבין תכניות הלימוד במוסדות האקדמיים לבין תעשיית הטכנולוגיה העילית, ובפרט גיבוש תכנית לעידוד הגברת שיתופי הפעולה בין המכללות לבין חברות תעשייתיות על מנת להתאים את כישורי הבוגרים לצרכי התעשייה.

3) הקפדה על יישום המלצות הועדות להערכת איכות והבטחתה, של המועצה להשכלה גבוהה בדגש על תחומי מדעי המחשב והנדסת חשמל ואלקטרוניקה.

4) במקביל לגידול הצפוי בהיצע מקומות הלימוד באקדמיה, יש לקדם הכוונה ותמרוץ של סטודנטים במטרה להפנותם למקצועות הנדרשים בתעשייה, וזאת תוך התמקדות באוכלוסיות שייצוגן בתעשייה זו נמוך בדגש על נשים, וכן על אוכלוסיות הערבים והחרדים. חשוב כי הרחבת מעגל הפונים ללמוד מקצועות אלו תתבצע במשולב עם הגדלת תשתיות הלימוד, וזאת בכדי למנוע בזבוז משאבים או פגיעה באיכות הלימודים.

ט. לשם הגדלת היצע כוח האדם המיומן בטכנולוגיה עילית בטווח הזמן הארוך, יש לפעול להרחבת מעגל הצעירים שיכולים ומעוניינים ללמוד מקצועות אלו וזאת באמצעות:

1) המשך חיזוק החינוך למצוינות טכנולוגית בתיכונים, נושא הצובר תאוצה בתקופה האחרונה.

2) הרחבת תכניות להכוונה מקצועית לתלמידים בתיכון ולחיילים טרם שחרורם, לרבות חשיפה לעניין ולפוטנציאל המקצועי הגלום בטכנולוגיה העילית. יש לשים דגש בתכניות אלו על נשים, שייצוגן הנמוך בתעשייה נובע בין היתר מנטיה מוקדמת שלא לפנות ללימודים טכנולוגיים בתיכון ובהשכלה הגבוהה.

3) יש למקד את תוכניות הקרן לעידוד לימודי השכלה גבוהה לחיילים משוחררים (כהגדרתה בחוק קליטת חיילים משוחררים) בעידוד לימודים אקדמיים ובתמיכה בלימודים אקדמיים במקצועות הטכנולוגיה העילית.

4) גיבוש תכנית, בשילוב עם הצבא, לחיזוק הכשרת המהנדסים במהלך שירותם הצבאי וניצול מיטבי של כוח אדם זה בשילוב בשוק העבודה.

5) הרחבת מכינות קדם אקדמיות ותוכניות לסיוע אקדמי במהלך הלימודים, ומיקודן בתלמידים הבוחרים ללמוד את מקצועות הטכנולוגיה העילית.

י. הנדסה אזרחית:

כמפורט בדו"ח, הצוות לא הגיע למסקנות חד משמעיות בנושא המחסור בתחומי ההנדסה האזרחית, שכן לצד עדויות רבות אודות מחסור לא נמצאה עליה מקבילה בשכר. לאור זאת, מומלץ לבצע בדיקה מעמיקה יותר בנושא המחסור במהנדסים האזרחיים וזאת באמצעות צוות בין משרדי בראשות יו"ר המועצה הלאומית לכלכלה, ובהשתתפות נציגי אגף התקציבים והחשב הכללי במשרד האוצר, נציבות שירות המדינה והוועדה לתכנון ותקצוב במועצה להשכלה גבוהה. הבדיקה תתבצע בשיתוף עם משרדי הממשלה הרלוונטיים, ובה יבחנו בין היתר מנגנוני העסקת מהנדסים אזרחיים על ידי המדינה, מחיר המחירון בהקשר זה, ומנגנוני הפיקוח והבקרה על איכות התכנון במכרזי תשתיות ובינוי ממשלתיים.

תוכן עניינים

3.....	1. סיכום מנהלים
8.....	תוכן עניינים
9.....	תרשימים
10.....	2. הקדמה – חשיבות הטיפול במחסור בכוח האדם המיומן
10.....	2.1 בלימת הצמיחה של ענף ההיי-טק
12.....	2.2 מגבלות כוח העבודה במשק וחשיבות ההקצאה היעילה
14.....	3. המחסור ועוצמתו
14.....	3.1 מתודולוגיית הבחינה
15.....	3.2 בחינת הביקוש לעובדים בנתוני תעסוקה
18.....	3.3 השוואת הביקוש להיצע בוגרי מוסדות הלימוד
21.....	3.4 בדיקת גובה השכר במשלחי היד השונים
24.....	3.5 נתוני סקר אודות קשיים בגיוס עובדים
25.....	3.6 נתוני ראיונות אודות הקושי בגיוס עובדים
28.....	4. הסיבות למחסור בעובדים מיומנים
28.....	4.1 החלשות בזרם העובדים הנכנס לשוק
34.....	4.2 מאפייני ההכשרה
42.....	4.3 ניצול תת אופטימלי של ההון האנושי הקיים
48.....	5. תחום ההנדסה האזרחית
50.....	6. המלצות הצוות
52.....	6.1 כללי
52.....	6.2 המלצות להקטנת המחסור בטווח הזמן הקצר, הבינוני והארוך
56.....	7. נספח: נתונים נוספים
56.....	7.1 ייצוא תעשייתי לפי עוצמה טכנולוגית
57.....	7.2 אחוז המועסקים בתחום ההייטק מתוך כלל המועסקים
58.....	7.3 הביקוש לעובדים על פי נתוני משרד התמ"ת
59.....	7.4 בוגרי תואר ראשון, לפי תחומי לימוד
60.....	7.5 שכר לבוגרי קורסים להנדסאים (לא אקדמי)
61.....	7.6 הקשר בין תחום הלימודים לעבודה
61.....	7.7 נתוני ההשמה בתחום ההיי-טק של חברת "נישה" לפי גיל
62.....	7.8 הקושי בגיוס עובדים מיומנים- התאחדות התעשיינים
62.....	7.9 השינויים במשלחי היד המיומנים במשק הישראלי בעשור האחרון

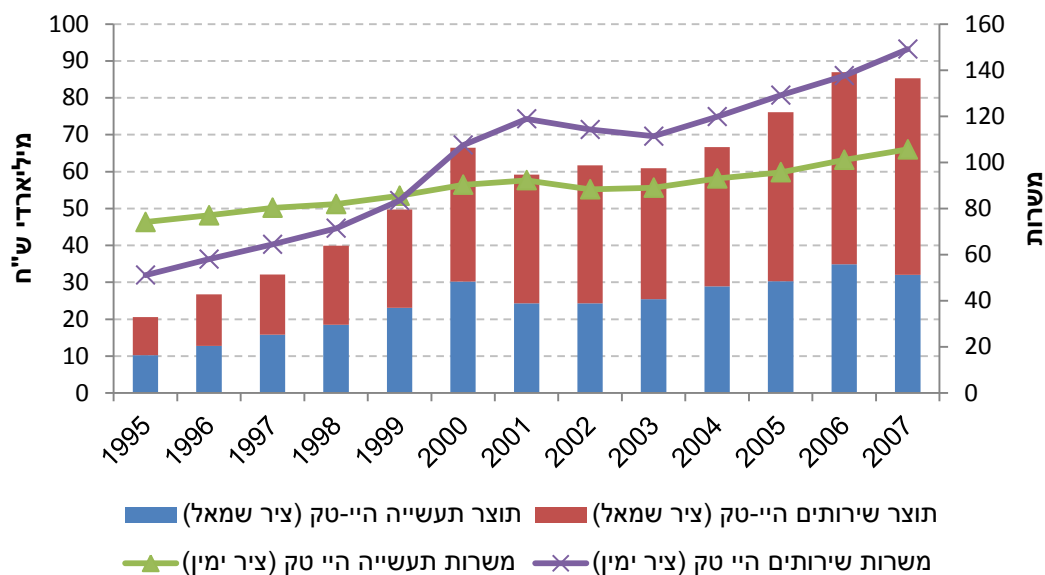
10	תרשים 1 - מועסקים ותוצר בתחום ההיי-טק
11	תרשים 2 - עלות שנתית של מהנדס, 2008
13	תרשים 3 - מבנה הדו"ח
16	תרשים 4 - השינוי בשוק העבודה הישראלי 1998-2009
17	תרשים 5 - השוואה בין משרות פנויות לשכר
17	תרשים 6 - הביקוש לעובדים בעלי מיומנויות
19	תרשים 7 - טכני עילית, מקבלי תארים ומועמדים
19	תרשים 8 - שיעור מקבלי תארים במקצועות הטכנולוגיה העילית (מכלל מקבלי התארים)
20	תרשים 9 - יחס בין כמות המועסקים לכמות הבוגרים השנתית
21	תרשים 10 - שכר חודשי ממוצע לפי תארים
22	תרשים 11 - שיעור עליה שנתי בתמורה למשרת שכיר (ריאלי)
23	תרשים 12 - שכר ממוצע למשרת שכיר (ש"ח), השוואה לארה"ב
24	תרשים 13 - מגבלות היצע בענף השירותים, סקר החברות של בנק ישראל
25	תרשים 14 - מגבלות היצע בענף התעשייה, סקר החברות של בנק ישראל
26	תרשים 15 - הביקוש למהנדסים, נתוני חברת Alljobs
30	תרשים 16 - שיעור בוגרי תיכונים בעלי כישורים מתאימים
32	תרשים 17 - שיעור נשים במקצועות ההיי-טק (2009)
41	תרשים 18 - שיעור השכירים בענף ההיי-טק, לפי דיפלומה
44	תרשים 19 - גיל חציוני ואחוז מועסקים מעל גיל 50
46	תרשים 20 - שיעור מועסקים ערבים
57	תרשים 22 - אחוז המועסקים בתחום ההיי-טק מכלל המועסקים במשק
58	תרשים 23 - אחוז המועסקים בתחום ההיי-טק בתעשייה
60	תרשים 24 - בוגרי תואר ראשון בשנת 2009/10, לפי תחומי לימוד
60	תרשים 25 - שכר בוגרי קורסי הנדסאים
61	תרשים 26 - מקבלי תואר אשר עבודתם לא קשורה ללימודיהם
62	תרשים 27 - הקושי בגיוס עובדים מקצועיים

2. הקדמה – חשיבות הטיפול במחסור בכוח האדם המיומן

2.1 בלימת הצמיחה של ענף ההיי-טק

בשנים האחרונות מובילות התעשיות עתירות הידע את צמיחתה של הכלכלה הישראלית (כפי שניתן לראות בתרשים 1), תהליך שצפוי להמשיך גם בשנים הבאות, וזאת לאור העובדה שישראל הינה מדינה קטנה ונטולת משאבי טבע משמעותיים. השילוב של הון אנושי איכותי, צרכים ביטחוניים-טכנולוגיים, השקעות ממשלתיות נרחבות במחקר ופיתוח והקמת תעשיית הון סיכון משמעותית, הביאו את ישראל להישגים מרשימים בתחום זה. הצמיחה של ענף ההיי-טק הישראלי נסמכת כמעט לחלוטין על יכולותיו של כוח האדם המיומן בתחומי ההנדסה והמחשבים, ולכל מחסור בכח אדם בתחום זה עשויות להיות השלכות חריפות על המשק הישראלי.

תרשים 1 - מועסקים ותוצר בתחום ההיי-טק⁵



להערכת הצוות, מחסור במשאב זה עתיד לבלום את המשך הצמיחה של ענף ההיי-טק בישראל, וזאת מהטעמים הבאים:

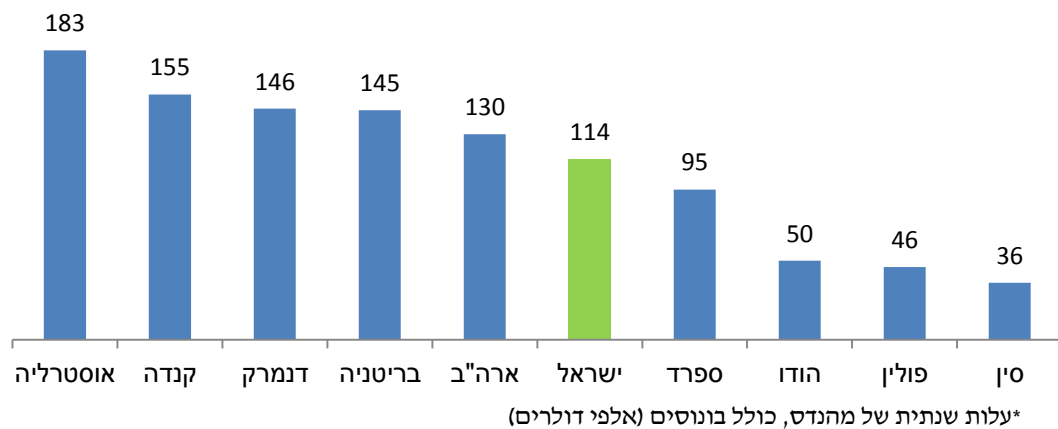
⁵ מקור: למ"ס "התפתחות תחום ההיי-טק בישראל בשנים 1995-2007"

בתעשיית ההיי-טק ניתן למצוא בעלי מקצוע שונים, החל מחוקרים ומהנדסים, וכלה באנשי ייצור ומנהלה. עם זאת, לב התעשייה הינו ללא ספק המחקר והפיתוח המתבצע בחברות אלו, ואשר בזכותו הן משמרות את מעמדן החדשני והמוביל אל מול התחרות העולמית. מכך ניתן להניח כי מחסור בכוח האדם המיומן בתחומים אלו יביא בסופו של דבר לבלימת צמיחת החברות הטכנולוגיות, ולמעבר לפיתוח שירותים פחות מתקדמים. תוצאה נוספת היא העברת פעילות מן התעשייה בארץ למדינות אחרות, שבהם כוח האדם המיומן זמין יותר.

עלית שכר וירידת תחרותיות

לצד הפגיעה שעשויה להתרחש במקרים שבהם החברות לא תצלחנה לגייס עובדים רלוונטיים, למחסור צפויה גם השלכה על אותן חברות שכן תצלחנה לגייס. באותם מקרים, צפויה עליית שכר המהנדסים, שלה אנו כבר עדים למעשה (ראה תרשים 2). בין היתר, צפויה עליית שכר המהנדסים להשפיע באופן שלילי על מידת התחרותיות של ישראל בעולם ההיי-טק. כיון שמדובר בתעשייה שרוב תוצריה מיועדים ליצוא, לפגיעה זו צפויות השלכות חריפות על יכולתה של התעשייה להמשיך לתפוס את המקום המכובד שהיא תופסת כיום בעולם.

תרשים 2 - עלות שנתית של מהנדס, 2008⁶



בפרט, נכון חשש זה לגבי החברות הגדולות (זרות ברובן), אשר בוחנות בקפידה היכן למקם ולהרחיב את מרכזי הפיתוח שלהן, ועשויות להעביר משרות למקומות אטרקטיביים יותר מעבר לים. בהינתן מחסור מתמשך, או צפי לכזה, קיים חשש שהן החברות הזרות והן המקומיות יבחרו שלא להמשיך לפתח בארץ, מה שיפגע משמעותית בענף. יש לציין עוד כי לחברות הגדולות ישנו יתרון מסוים בענף ההיי-טק, משום שפעמים רבות הן מסוגלות לספק מכפיל תעסוקה גדול יותר מאלו הקטנות. דהיינו, עבור כל מהנדס או מתכנת המועסק בחברה גדולה יועסקו יותר בעלי

⁶ הגרף הבא מבוסס על טבלה המופיעה באתר איגוד תעשיות האלקטרוניקה. מהאיגוד נמסר לזכות כי טבלה זו מבוססת על נתוני חברות גדולות בתעשיית ההיי-טק, נכון לשנת 2008, למשרת מהנדס עם ניסיון של כ 4 שנים.

מקצועות אחרים (ייצור, מנהלה וכדו') מאשר בחברות הקטנות (ובפרט - בחברות ההזנק המצומצמות וההומוגניות או במרכזי פיתוח). אשר על כן, מחסור אשר יגרום לחברות הגדולות להירתע מהשתלבות בענף ההיי-טק הישראלי עשוי להשפיע באופן ניכר על מידת התעסוקה בענף זה, ובכלל.

2.2. מגבלות כוח העבודה במשק וחשיבות ההקצאה היעילה

לצד ההשלכות המיידיות שעשויות להיות למחסור מתמשך בכוח האדם המיומן על ענף ההיי-טק, מעידה מצוקה זו על בעיה רחבה יותר במשק הישראלי, הנוגעת למיצוי כוח האדם הקיים ויכולותיו של המשק להמשיך ולצמוח תחת מגבלת כוח האדם. בפרט, יש לקחת בחשבון ארבעה מאפיינים כלליים יותר של המשק הישראלי:

א. שיעורי אבטלה נמוכים יחסית, המתקרבים לעתים (לדעת רבים) לשיעור אבטלה חיכוכי. כלומר, כיום מתקיים מיצוי כמעט מלא של הפרטים המשתתפים בכוח העבודה בישראל. התאוששות בכלכלה העולמית עשויה להביא, בסבירות גבוהה, למצב של תעסוקה מלאה בישראל.

ב. הזדקנות האוכלוסייה, ועמה שיעורי פרישה גבוהים יותר ונטל גדול יותר על הדור הצעיר. כאן יש לציין גם את התבגרותה ויציאתה ההדרגתית משוק העבודה של העליה הרוסית, אשר הביאה עמה בתחילת שנות ה-90 כמות גדולה של טכנאים, מהנדסים ומדענים.

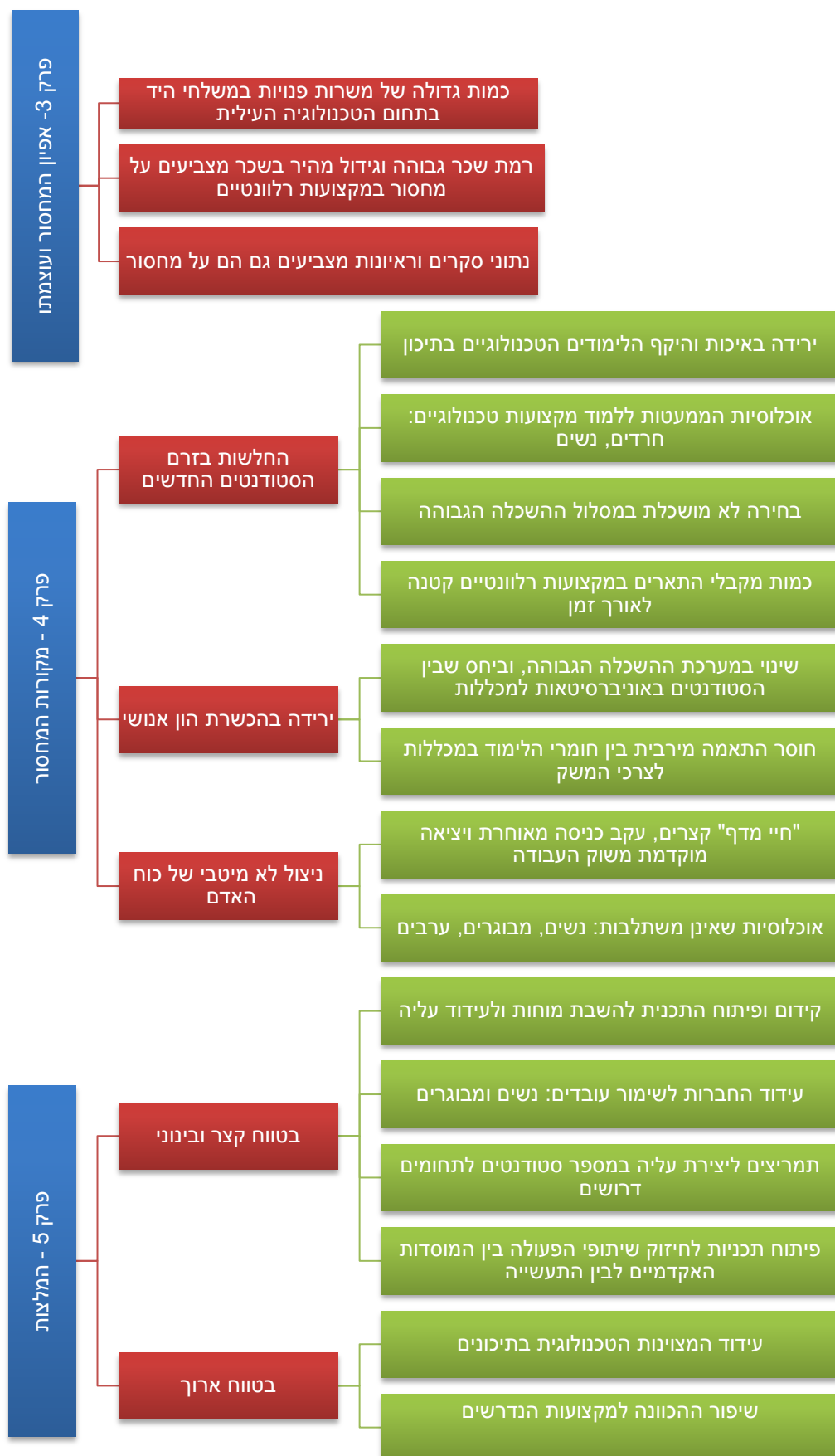
ג. שיעור השתתפות נמוך בכוח העבודה, ובפרט בקרב אוכלוסיית הגברים החרדים והנשים הערביות.

ד. צרכים ביטחוניים משמעותיים, המביאים לכך שרוב אזרחי מדינת ישראל נדרשים לשרת שירות חובה של שנתיים עד שלוש שנים בצבא או בשירות האזרחי, ומביאים לכך שהכניסה לשוק העבודה מתבצעת באיחור ניכר.

מאפיינים אלו מגבילים את פוטנציאל היצע העובדים בשוק העבודה בישראל, ומביאים את המשק לסף מיצוי יכולותיו הנוכחיות. ראשוניים להיפגע הינם באופן טבעי המקצועות שבהם הביקוש לעובדים גדול, כגון מקצועות ההנדסה, אך זהו סימפטום אחד של הבעיה הכוללת, ושל הצורך האקוטי בניצול מיטבי של כוח האדם הקיים. על מנת שהמשק הישראלי יוכל להמשיך לצמוח בטווח הארוך, יש לשאוף לייעול הקצאת כוח האדם במשק, ולשיפור ניכר של התפוקה לעובד. טיפול נכון בסוגית המחסור בכוח האדם המיומן בתחומים הנדרשים הוא אחד הצעדים בכיוון זה.

המשך דוח זה מחולק באופן הבא, פרק 3 של הדו"ח מציג נתונים שונים לבחינת השאלה האם ובאילו תחומים קיים מחסור בעובדים מיומנים, וככל שקיים כזה, ומהי עוצמתו. פרק 4 של הדו"ח, בוחן את הסיבות השונות שנמצאו להיווצרות המחסור, ופרק 5 מציג פירוט של ההמלצות השונות לפתרון הבעיה. כן מובא בהמשך נספח נתונים, ובו פירוט נוסף של נתונים המופיעים בדו"ח.

תרשים 3 – מבנה הדו"ח



הצוות בחן האם קיים מחסור בעובדים מיומנים, ככל שקיים כזה, ומהי עוצמתו. בדיקת המחסור התבצעה תוך בחינה של מספר אינדיקטורים, וזאת במטרה להגיע לתמונה מלאה ככל הניתן של המחסור בכוח האדם המיומן. הבדיקה העלתה את הממצאים הבאים:

- במגזר העסקי קיים מחסור בכוח אדם מיומן בעיקר בתחומי התוכנה (מדעי מחשב והנדסת מחשבים), האלקטרוניקה, והמחקר והפיתוח. המחסור אינו אחיד על פני כל ענפי ההיי-טק, ובחלק מן המקצועות יתכן שאף מתקיים היצע עודף של עובדים.
- אחת העדויות הבולטות לקיומו של מחסור מתבטאת בשיעור בוגרי מוסדות ההשכלה הגבוהה לעומת הביקוש לעובדים. **מן הנתונים עולה כי בעוד שבכל שנה מתווספות כ- 7,000 משרות חדשות לענף ההיי-טק, מספר בוגרי התיכון בעלי כישורים מתמטיים מספקים (בגרות 5 יח"ל במתמטיקה בציון 85 ומעלה) עומד על כ 6000 בשנה בלבד, ומספר בוגרי המקצועות בתחומי המחשבים באוניברסיטאות ובמכללות עומד על 4,500 בשנה בלבד.** ברור שהמחסור הולך ומעמיק.
- הצוות לא זיהה בצורה ברורה מחסור חריג בכוח אדם מיומן במגזר העסקי בתחומים אחרים, לרבות מדעים מדויקים, תחומי הנדסה נוספים, ומדעי החברה. בפרט, זיהה הצוות עודף היצע משמעותי של כוח אדם מיומן בתחומי מדעי החיים.
- נראה כי עיקר המחסור הינו בבוגרי אוניברסיטאות מצטיינים בתחומי החומרה והתוכנה שהם בעלי ניסיון תעסוקתי. עוד נמצא כי ישנם מקרים רבים בהם התעשייה מסתייגת מהעסקת בוגרי מכללות במקצועות הרלוונטיים.
- נראה כי כבר כיום יש למחסור השפעות שליליות על המשק הישראלי, בהן עליית שכר הפוגעת ביתרון התחרותי של תחום ההיי-טק בישראל, האטת קצב הצמיחה של התחום ואובדן משרות פוטנציאליות לטובת מיקור חוץ בחו"ל. ברמה הנוכחית של המחסור הנזק עדיין לא מורגש בחוזקה, אך יחד עם התאוששות של הכלכלה עולמית המחסור יעשה נזק משמעותי לכלכלה הישראלית.

3.1 מתודולוגיית הבחינה

קיימות מספר דרכים לבחון האם ובאילו תחומים קיים מחסור משמעותי בכוח אדם מיומן במשק. הדרכים המרכזיות בהן השתמש הצוות הן:

- א. **בחינת הביקוש לעובדים בנתוני התעסוקה**: נבחנו וזוהו משלחי היד בהם יש ביקוש מוגבר לעובדים מיומנים, וזאת בהתבסס על אינדיקטורים שונים – מספר המשרות הפנויות במשק על פי סקרי הלמ"ס, סקרי מעסיקים ומשך הזמן הנדרש למחפש עבודה עד למציאת עבודה בתחומו.

ב. בחינת היצע העובדים המיומנים בהתבסס על כמות בוגרי מוסדות הלימוד, והשוואתו לביקוש לעובדים: בהמשך לבדיקת המשרות הפנויות במשק המשקפות את הביקוש לעובדים מיומנים יש לבדוק את השינויים בהיצע העובדים. לצורך השוואת הביקוש וההיצע נבדק הביקוש לעובדים כפי שבא לידי ביטוי בכמות המשרות הפנויות ובקצב יצירת המשרות החדשות במשלחי היד השונים, והשוואתו להיצע העובדים החדשים כפי שבא לידי ביטוי בכמות השנתית של בוגרי מוסדות הלימוד האקדמאים בתחומים הרלוונטיים. זאת תחת ההנחה כי תחום בו קיים מחסור בכוח אדם יתאפיין בפער משמעותי - בין ביקושים גבוהים להיצע עובדים מצומצם.

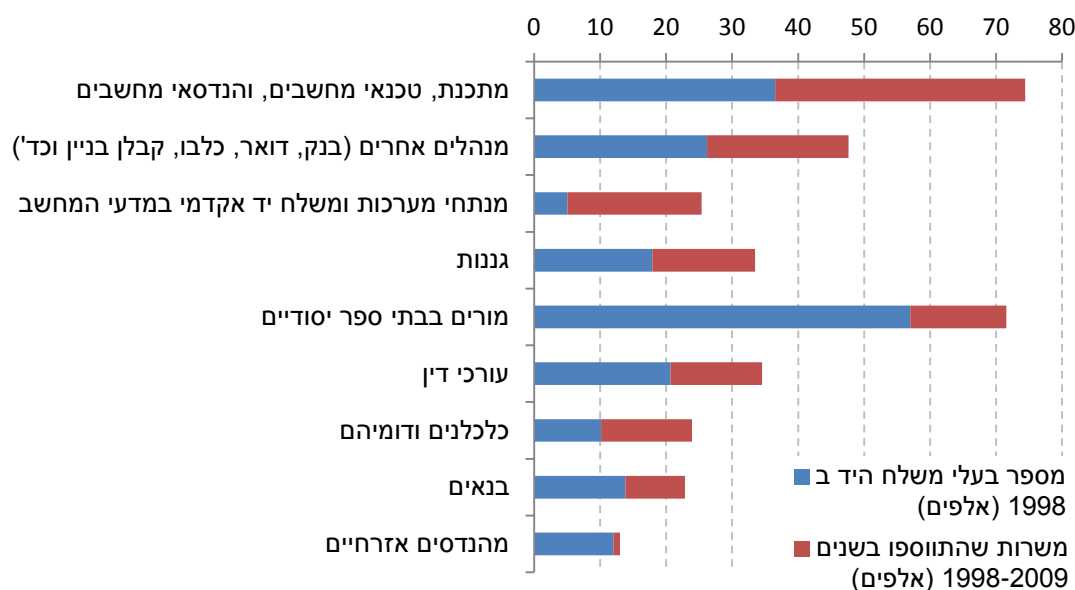
ג. בדיקת גובה השכר במשלחי היד השונים: זיהוי משלחי היד בהם יש עלייה מהירה בשכר, ומשלחי היד בהם השכר גבוה בצורה ניכרת ביחס למקצועות אחרים. זאת תחת ההנחה כי תופעות אלו לא יכולות להתקיים במקרה שיש היצע גדול וזמין של דורשי עבודה רלוונטיים, וכי הן מעידות על מחסור יחסי בעובדים.

ד. בדיקת התפישות והעמדות של חברות השמה ושל בכירים בתעשייה: הצוות בחן תפישות ועמדות של בכירים בתעשייה ושל חברות השמה, לגבי התחומים בהם קיים המחסור ולגבי מידת עוצמת המחסור. זאת הן באמצעות סקרים (כגון סקר החברות של בנק ישראל וסקר התאחדות התעשיינים) ושאלונים, והן באמצעות מגוון רחב של פגישות וראיונות.

3.2. בחינת הביקוש לעובדים בנתוני תעסוקה

בחינת קצב הגידול במשרות במשלחי יד שונים, מאפשרת ללמוד על התחומים אליהם התפתח שוק העבודה בפרט והמשק הישראלי בכלל. בתרשים 3 מרוכזים נתוני סקר כוח אדם אודות עובדים במשלחי יד מרכזיים (בנספח הנתונים מוצג פירוט לגבי כל משלחי היד המיומנים). מניתוח נתונים אלו עולה כי בתחומי המחשבים מועסקים כיום מרבית העובדים המיומנים במשק, וכן כי בתחומים אלו התרחש עיקר הגידול בכמות העובדים המיומנים בעשור האחרון.

תרשים 4 - השינוי בשוק העבודה הישראלי 1998-2009⁷



סקירה שבוצעה בידי מינהל מחקר וכלכלה במשרד התעשייה המסחר והתעסוקה (תמ"ת)⁸ מעלה אף היא מסקנות דומות. הסקירה מציגה נתונים מרכזיים אודות הביקוש לעובדים במשלחי יד שונים, וכן מציגה מדד משולב המשקף את המקצועות הנמצאים בביקוש גבוה במשק הישראלי בהתבסס על ארבעה פרמטרים מרכזיים (פירוט נוסף בנספח 7.3):

1. ביקוש מוחלט: כמות משרות פנויות ממוצעת על פי סקר המעסיקים.
2. ביקוש יחסי: שיעור המשרות הפנויות ביחס לכלל המשרות בתחום. שיעור גבוה של ביקוש יחסי מעיד על שוק דינמי המתאפיין בצמיחה בביקוש לעובדים ובחילופים תדירים.
3. השכר המוצע במשרות פנויות.
4. משך הזמן בו משרות היו פנויות, המעיד על הקושי לאייש משרות אלו.

בניתוח הנתונים התבצעה הפרדה בין מקצועות בהם השכר נמוך מ 8000 ₪ לחודש (השכר הממוצע במשק בתקופת הסקר) למקצועות בהם השכר גבוהה מסכום זה. כאשר בוחנים את המקצועות בעלי השכר הגבוה, בולט בצורה ניכרת המחסור בעובדים בתחומי המחשבים. מחסור זה בא לידי ביטוי הן בכמות המשרות הפנויות, הן ברמת השכר הגבוהה והן במשך הזמן הנדרש לאיוש משרה פנויה.

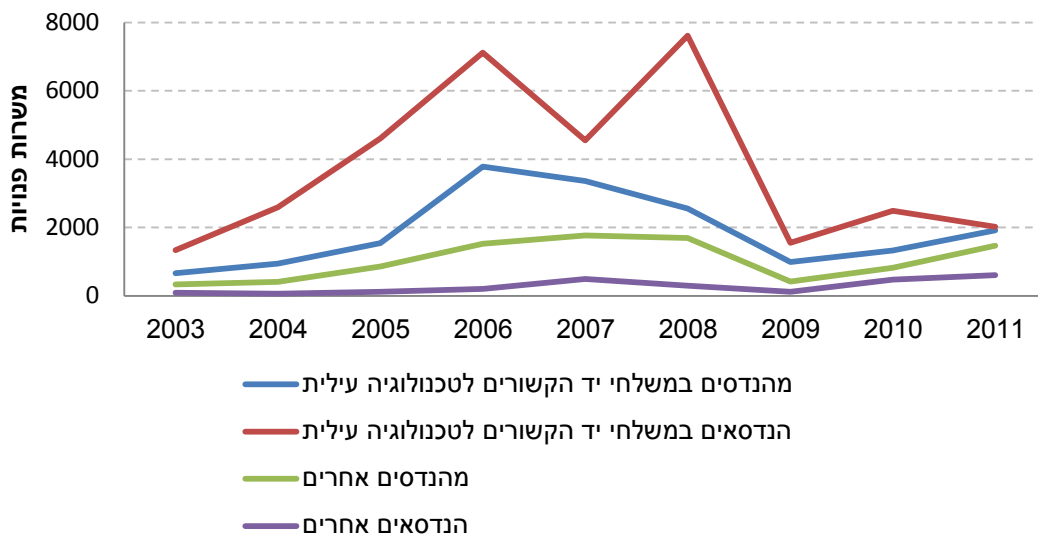
⁷ מקור: למ"ס, סקר כוח אדם, מקצועות נבחרים, עיבודי המועצה הלאומית לכלכלה
⁸ <http://www.moital.gov.il/NR/rdonlyres/0BA95459-4C43-4B35-8190-600A6D4E8693/0/X10389.pdf>

תרשים 5 - נתונים מרכזיים אודות הביקוש למשרות בענפי ההיי-טק⁹

מספר משרות פנויות	שיעור משרות פנויות מכלל המשרות	שכר חודשי ממוצע	משך איוש ממוצע (שבועות)	
565	3.3%	16,907	4.0	מהנדסי מחשבים
415	1.8%	13,403	4.7	אקדמאים במדעי המחשב
1,670	2.5%	12,400	3.5	הנדסאי מחשב, טכנאי מחשב ומתכנתים

מעניין לציין כי ניתוח על פני זמן ביחס למהנדסים הנדסאים ומתכנתים מעלה כי בתקופות גאות הביקוש לעובדים בתחומי ההיי-טק עולה בצורה משמעותית, וכן הינו גבוה באופן עקבי ממשלחי יד שאינם בתחומי ההיי-טק.

תרשים 6 - הביקוש לעובדים בעלי מיומנויות¹⁰



תמונה דומה עולה גם מסקר המשרות הפנויות של הלמ"ס. על פי נתוני סקר זה, קיים ביקוש יציב ועקבי לבעלי מקצועות ההנדסה והמחשבים אשר עולה על ההיצע. בפרט, עולים הנתונים הבאים:

- בשנת 2011 נרשמו במוצע 6,195 משרות פנויות בתחומי הטכנולוגיה העילית (מנתחי מערכות ובעלי משלח יד אקדמי במדעי המחשב, מהנדסי חשמל ואלקטרוניקה, מהנדסי מחשבים, הנדסאי וטכנאי חשמל, אלקטרוניקה, מכונות ואחרים, הנדסאי מחשב, טכנאי מחשב ומתכנתים).

⁹ משרד התמ"ת, מנהל תכנון מחקר וכלכלה
¹⁰ משרד התמ"ת, "הביקוש למהנדסים והנדסאים"

- בשנת 2011 היוו מקצועות הטכנולוגיה העילית כ 10% מסך העובדים האקדמיים, (וכ 20% מסך העובדים במקצועות החופשיים והטכניים), אבל כ 41% מכלל המשרות הפנויות במשלח יד אקדמי (וכ – 48% מכלל המשרות הפנויות במקצועות החופשיים והטכניים). המשמעות היא שבמקצועות אלו מורגש עודף ביקוש יחסית למקצועות אקדמיים אחרים.

- בשנת 2011 עמד היחס בין ההיצע לביקוש (מספר דורשי העבודה הרלוונטיים על כל משרה פנויה)¹¹ במקצועות ההנדסה על 0.9 בממוצע, דבר המעיד כי ישנן יותר משרות במקצועות אלו מאשר בעלי מקצוע מתאים המעוניינים להשתלב בהן. גם במקצועות ההייטק שבהם מתקיים יחס הגבוה מ – 1 (המעיד על כך שישנם יותר דורשי עבודה ממשרות) נצפתה ירידה בין השנים 2010 ל – 2011, דבר המעיד על החרפת המחסור.

התמונה הכללית מצביעה על ביקוש ניכר ויציב, המתעצם בתקופות של גאות כלכלית, לעובדים במשלחי היד הרלוונטיים לענפי ההייטק. הביקוש בענפים אלו גבוה בפרט ניכר מן הביקוש לעובדים במקצועות אחרים (בשכר גבוה), ובמקרים רבים הוא אינו מקבל מענה בצד היצע העובדים. הסיבות לפער זה ינותחו בהמשך דו"ח זה.

3.3. השוואת הביקוש להיצע בוגרי מוסדות הלימוד

היצע התלמידים במקצועות הרלוונטיים במוסדות ההשכלה הגבוהה

מוסדות ההשכלה הגבוהה בישראל הם המקור המרכזי לזרם המצטרפים החדשים לשוק העבודה בתחומי הטכנולוגיה העילית בישראל. בחינה של כמות מקבלי התארים האקדמיים בתחומי הטכנולוגיה העילית בשנים האחרונות, אל מול צרכי שוק העבודה, מצביעה על זרם קטן מדי של מצטרפים חדשים, שהם בוגרי המוסדות האקדמיים.

כפי שמוצג בהמשך, בחינה זו מראה כי למרות הגידול הניכר בביקוש לעובדים בתחום, כמות מקבלי התארים האקדמיים בתחומי הטכנולוגיה העילית כמעט ולא עלתה בשנים האחרונות (היא אף ירדה לעומת השיא בשנת 2004). נראה שכמות זו ככל הנראה נמוכה מצרכי שוק העבודה.

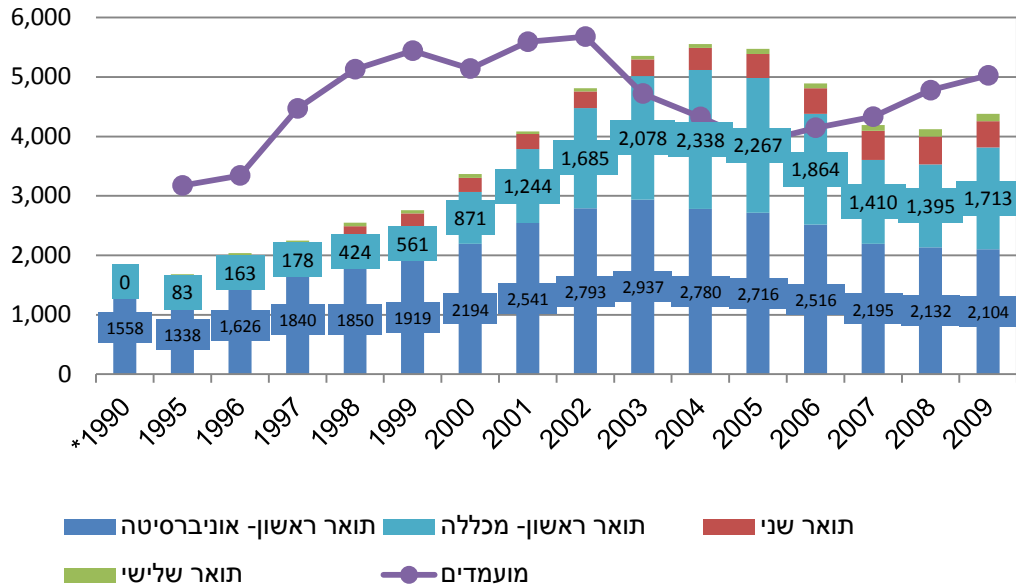
מתרשים 7 עולה בבירור שינוי המגמה בכיוון הלימוד של סטודנטים לתואר ראשון בעשור האחרון. ניתן לראות עלייה ניכרת בשיעור מקבלי התארים בתחומי הטכנולוגיה העילית החל מתשנ"ה ועד תשס"ג (2002/3) ותשס"ד (2003/4) במכללות, וירידה משמעותית לאחר מכן. תופעה שככל הנראה קשורה למתווה התפתחות "בועת ההי-טק" בשנים אלו. לירידה שאנו רואים בשיעור מקבלי התארים בתחומי ההי-טק בשנים האחרונות יש השפעה ניכרת על זרם המצטרפים החדשים לכוח העבודה בתחום, ועל המחסור בעובדים בתחום.

כמו כן, מתרשים 8 המציג את שיעור מקבלי התארים בתחומי הטכנולוגיה העילית¹² מכלל מקבלי התארים, ניתן לראות כי נכון לתש"ט (2008/9), כ-10% מהסטודנטים קיבלו את התואר הראשון

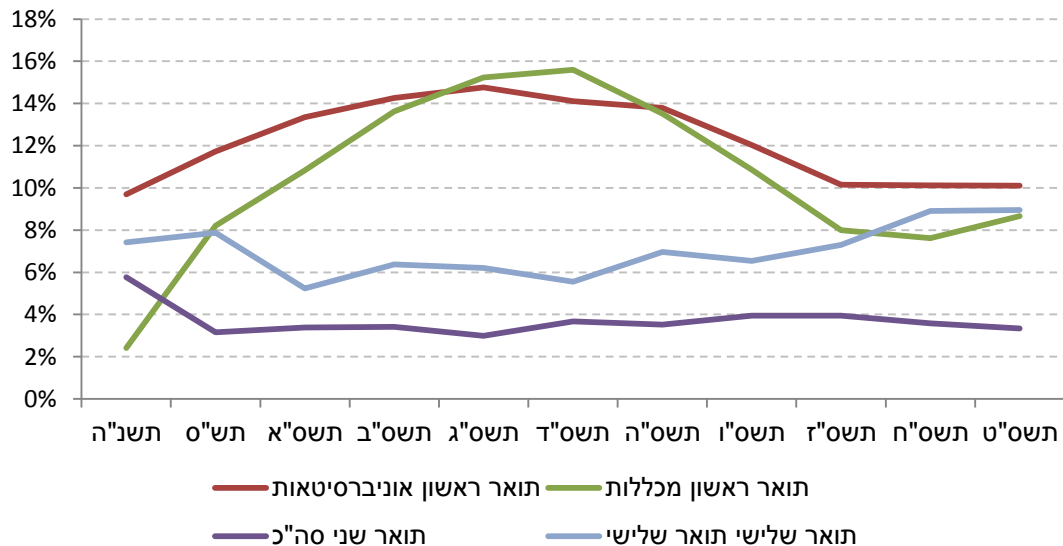
¹¹ כאשר היחס בין ההיצע והביקוש גבוה מ-1 הדבר מעיד על כך שההיצע גבוה מהביקוש ומתקיים מחסור במידה כלשהי בכוח אדם
¹² טכנולוגיה עילית כוללת תארים בתחומי: מדעי מחשב, הנדסי אלקטרוניקה, תוכנה, מחשבים, מערכות מידע, הנדסה ביו-רפואית

בתחומי הטכנולוגיה העילית (9% מתלמידי המכללות). בנוסף, כ-3% מהתארים השניים ניתנו בתחומי הטכנולוגיה העילית, וכן כ-8.5% מהתארים השלישיים.

תרשים 7 - טכנ' עילית, מקבלי תארים ומועמדים¹³



תרשים 8 – שיעור מקבלי תארים במקצועות הטכנולוגיה העילית (מכלל מקבלי התארים)¹⁴

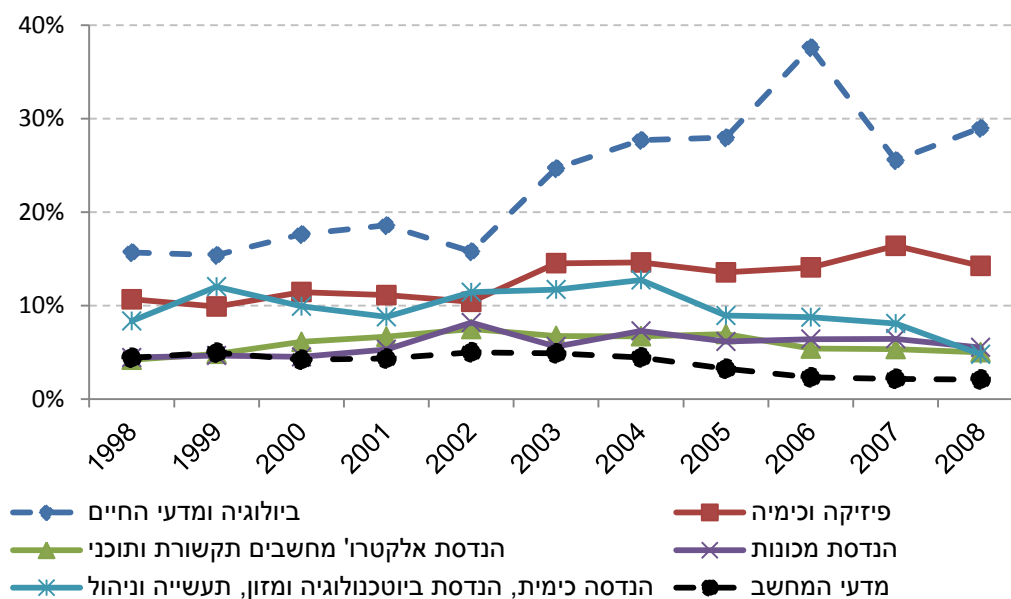


אל מול זאת, העובדה כי, כאמור, קרוב לחצי מהמשרות הפנויות לאקדמאים ובעלי מקצועות חופשיים הן בתחום ההיי-טק, מעידה כי על התאמה לא מיטבית בין צרכי המשק לבין תחומי הלימוד של הסטודנטים במערכת ההשכלה הגבוהה בישראל.

¹³ מקור: ות"ת. טכנולוגיה עילית כוללת תארים בתחומי: מדעי מחשב, הנדס' אלקטרוניקה, תוכנה, מחשבים, מערכות מידע, הנדסה ביו-רפואית
¹⁴ מקור: למ"ס, ות"ת, עיבודי המועצה הלאומית לכלכלה. טכנולוגיה עילית כוללת תארים בתחומי: מדעי מחשב, הנדס' אלקטרוניקה, תוכנה, מחשבים, מערכות מידע, ביו-רפואית

השוואה שנתית של מספר הבוגרים בתחומים השונים למספר המועסקים בתחום באותה שנה מראה מחסור יחסי בתחומי המחשבים, והנדסת המכונות, ועודף יחסי במדעי הטבע בדגש על ביולוגיה. מן הנתונים עולה כי על כל בוגר מדעי מחשב / הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים / הנדסת מכונות יש כ-20 מועסקים בתחום.¹⁵ משמעות נתון זה הוא גם אם לא תהיה כל תוספת מקומות עבודה בתחומים אלו, יידרשו כ-20 שנה כדי שסך הבוגרים יחליף את כל המועסקים בתחום. כלומר, מרבית מזרם המצטרפים החדשים ממוסדות ההשכלה הגבוהה נדרשת רק כדי לשמר את מלאי העובדים הקיים - ולכסות על זרם העובדים הפורשים מהתחום, ואינה מספיקה לענות על הגידול בביקוש לכוח האדם בתחומים אלו. לעומת זאת, בתחומי הביולוגיה מסתמנת תמונה הפוכה בתכלית. **על כל בוגר ביולוגיה ומדעי החיים יש כ-3 מועסקים בלבד.** בתחום זה מקבלים בכל שנה כ-2,400 איש תעודה אקדמית, אך בשנת 2009 היו כלל המועסקים בתחום כ-8,000 איש בלבד, ובשנים האחרונות מספר המשרות בתחום גדל בקצב של כ-100 משרות בשנה בלבד. המשמעות היא כי הסיכוי של תלמיד ממוצע במדעי החיים למצוא עבודה בתחום הוא נמוך עד אפסי.

תרשים 9 - יחס בין כמות המועסקים לכמות הבוגרים השנתית¹⁶



זאת ועוד - בתחומי התוכנה והאלקטרוניקה כמות בוגרי המוסדות האקדמיים קטנה בצורה משמעותית מקצב הגידול השנתי של המשרות בתחום. בתחום האלקטרוניקה והמחשבים מקבלים בכל שנה כ-4,500 איש תעודה אקדמית (מתוכם כ-3000 הם בוגרי אוניברסיטאות, והיתר הם בוגרי מכללות). לעומת זאת, כאמור, בשנים האחרונות גדל מספר המשרות והמועסקים בתחום בקצב של כ-6,000-7,000 איש בשנה. (בתחומים אלו היו מועסקים בשנת 2009 כ-140,000 אנשים).

¹⁵ הנתון מוטה כלפי מטה במידת מה משום שהוא אינו כולל את הנדסאי המחשבים, שאודותיהם לא קיימים נתונים איכותיים.
¹⁶ מקור: נתוני למ"ס וות"ת, עיבודי המועצה הלאומית לכלכלה.

יש להדגיש כי אל מול קצב גידול המהיר בכמות המשרות והמועסקים בתחומי המחשבים, התרחשה, כאמור, בשנים האחרונות ירידה בכמות בוגרי המוסדות להשכלה גבוהה בתחומים אלו. כלומר, על אף המחסור בעובדים בתחומי הטכנולוגיה העילית, הזרם הנכנס לכוח עבודה זה הצטמצם בשנים האחרונות, והחריף את המחסור. הסיבות לצמצום זה יוסברו ביתר פירוט בפרק 4.1 לדו"ח זה.

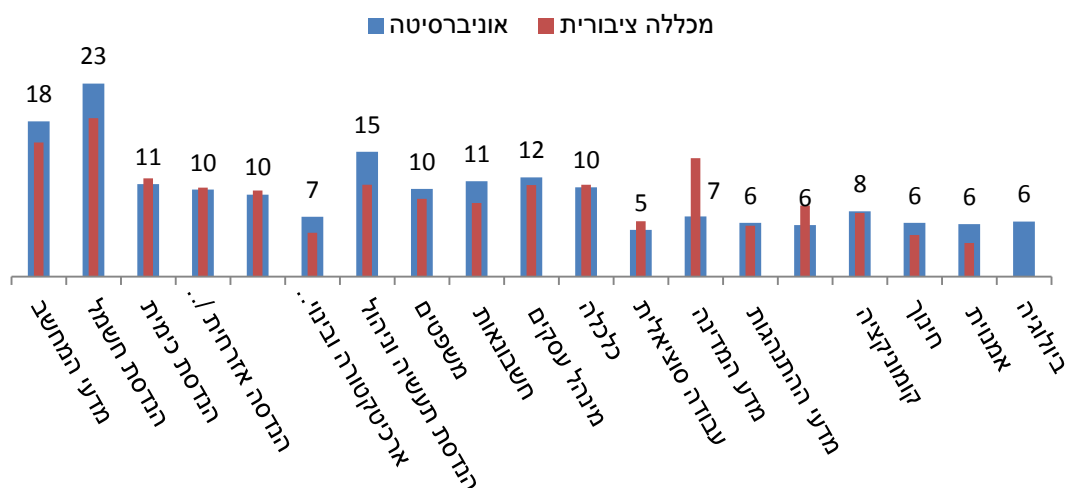
3.4. בדיקת גובה השכר במשלחי היד השונים

רמת השכר

השכר בענף ההיי-טק גבוה באופן משמעותי מן המקובל במשק. בשנת 2007 עמד השכר הממוצע בכלל ענפי ההיי-טק על כ-15,500 ₪, פי שניים מהשכר הממוצע במשק שעמד על כ-7,750 ₪ לחודש. מתוך הענפים המרכיבים את תחום ההיי-טק בולטים ענף ציוד התקשורת האלקטרונית כמו גם ענף המחקר והפיתוח. השכר הניתן בענפים אלו עמד בשנת 2007 על כ-20,000 ₪ בחודש, כאשר שכר זה עלה בקצב של כ-7% בשנה (לעומת קצב של כ-2% בשנה בכלל המשק).

בדיקה פרטנית יותר של שכר לפי תחום לימוד ספציפי מראה כי בוגרי אוניברסיטה שלמדו בתחום הנדסת החשמל והאלקטרוניקה או בתחום מדעי המחשב, מקבלים שכר הגבוה פי 2 ויותר ממרבית בוגרי תחום המדעים, ופי 3 ויותר ממרבית בוגרי תחום מדעי הרוח, החברה וביולוגיה. כדוגמה ניתן לתאר מצב בו 25% מבוגרי תחום הביולוגיה היו לומדים בתחומי הנדסת החשמל או מדעי המחשב (1300 בוגרי ביולוגיה בשנת 2008). במקרה זה כל אחד מהם היה מגדיל את שכרו בכ-12 אלף שקלים בחודש, ותוספת הערך למדינה הייתה מסתכמת ב-1.6 מיליארד שקלים לאורך חייהם. פירוט השכר ב-2004 אותו קיבלו סטודנטים שקיבלו בוגרי תואר ראשון אשר לא המשיכו לתואר שני בשנת 2000, מוצג בתרשים 10.

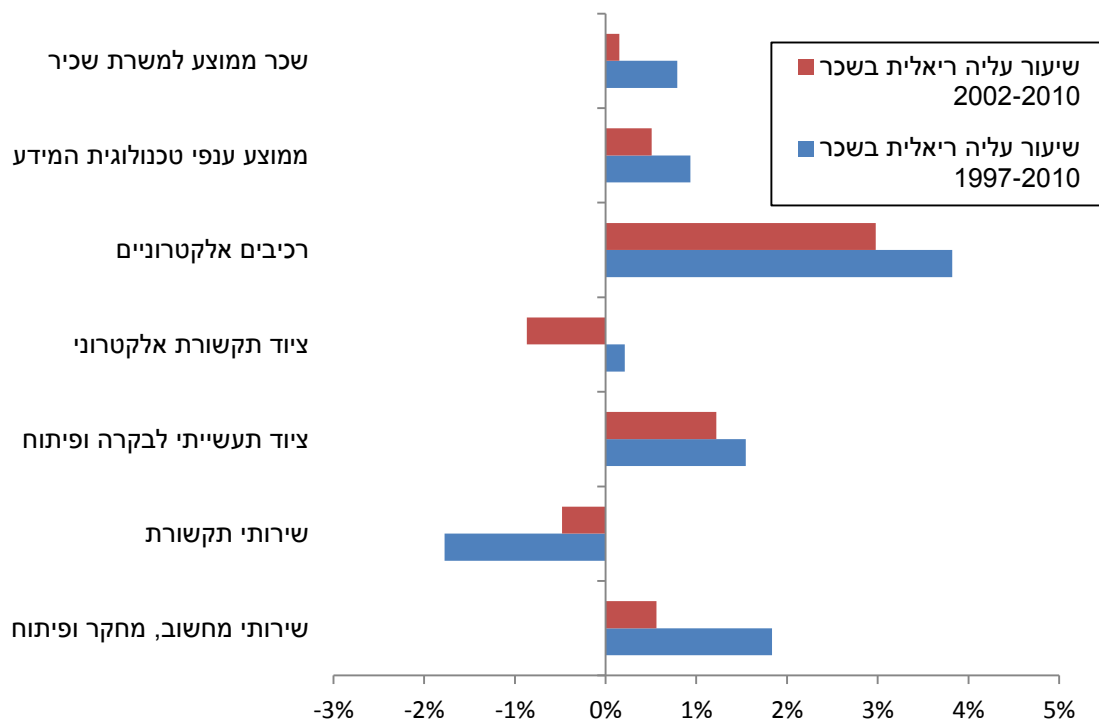
תרשים 10 - שכר חודשי ממוצע לפי תארים¹⁷



¹⁷ מקור: למ"ס, תעסוקה והכנסה מעבודה של בוגרי שנת 2000 בעלי תואר ראשון שלא המשיכו לתואר שני, ארבע שנים אחרי התואר, אלפי ₪. http://www.cbs.gov.il/publications09/employ_degree04/pdf/t05c.pdf

מבט מעמיק על תחומי המחשבים וההנדסה מגלה, כי קיים הבדל גדול במגמות השכר במשלחי יד שונים בתחומים אלו. בהשוואה על פני זמן ניתן לראות כי בחלק ממשלחי היד של עובדים בעלי מיומנויות נרשמה אף ירידה משמעותית בשכר הריאלי (לדוגמה: שירותי תקשורת). ירידה זאת יכולה להיות מוסברת בשינוי המתמיד בהגדרות משלחי היד- תחום שירותי התקשורת משתנה וכולל היום עובדים רבים בדרגים נמוכים יותר. מן הצד השני ניתן לראות את העלייה הריאלית החדה בשכרם של עובדים בתחומי הרכיבים האלקטרוניים והמו"פ.

תרשים 11 - שיעור עליה שנתי בתמורה למשרת שכיר (ריאלי)¹⁸



הנתונים בתרשימים 9 ו- 10 משקפים מסקנה מרכזית העולה מן הדו"ח, ולפיה **המחסור בעובדים מיומנים אינו אחיד בין התחומים השונים, גם בתוך המקצועות הנדרשים בענפי ההיי-טק.** על פי הנתונים, מורגש מחסור בעיקר בתחומים בהם נדרשות מיומנויות שרכישתן מורכבת, כמו רכיבים אלקטרוניים ומו"פ, בעוד שבתחומים כמו ציוד תקשורת השכר אף יורד ועשוי להעיד על עודף היצע של עובדים.

יחד עם זאת, נראה כי בכדי לתת מענה למחסור בעובדים בעלי כישורים גבוהים בתחומים הספציפיים הנדרשים (קצה הפרמידה) נדרשת הממשלה לפעול בכלים רחבים יותר אשר יגדילו את מספר הפונים לכלל תחומי הטכנולוגיה העילית, וישפרו את יכולות כלל העובדים בתחום (הרחבת בסיס הפרמידה). זאת, מתוך ההבנה כי רכישת המיומנויות ב"ראש הפרמידה" הינה קשה ודורשת נסיון והבנה מעמיקה, ועל כן כניסה של מהנדס היישר לרמה זו הינה מורכבת.

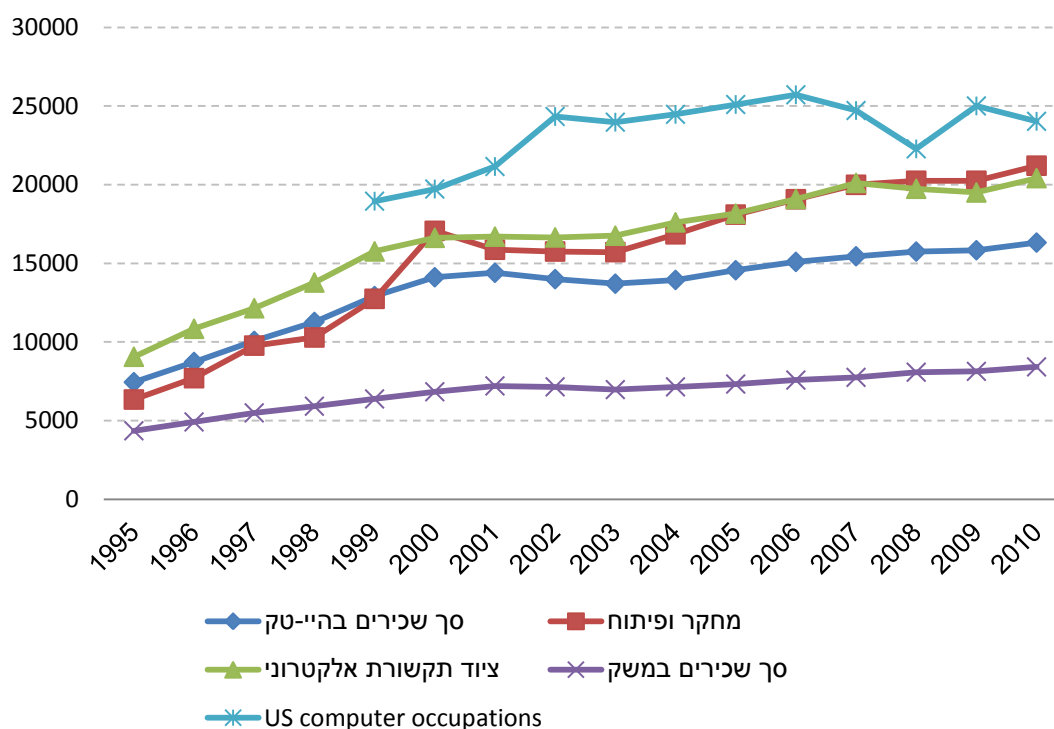
¹⁸ מקור: למ"ס, בנק ישראל, עיבודי המועצה הלאומית לכלכלה

השוואת השכר בישראל לשכר בארה"ב

מנתונים שהתקבלו מאיגוד תעשיות האלקטרוניקה וממעסיקים שונים עולה כי כיום השכר למהנדסים בתחום האלקטרוניקה והמחשבים בישראל נמוך בכ 10% בלבד מהשכר בארה"ב, כאשר במספר תחומים ספציפיים הפער בשכר אף נמוך יותר (כתלות בשער הדולר ובגורמים נוספים) (ראה תרשים 12).

נתוני ה-Bureau of Labor Statistics מראים כי בארה"ב, בקרב העובדים במשלחי היד השייכים לקבוצת Computer and Mathematical Science Occupations (15-0000) היה השכר השנתי בשנת 2010 בגובה של \$77,230¹⁹ שהם כ-288,000 ₪ לשנה, או 24,000 ש"ח לחודש (לפי שע"ח של 3.7). שכר שהוא ברמה קרובה מאד לשכר המתקבל בארץ במשלחי יד אלו. יצוין כי בתחומים אלו עלה השכר בארה"ב מאז 1999 בקצב של כ-2.2% בשנה (במחירים שוטפים), בעוד בישראל עלה השכר בענף המו"פ בקצב של כ-4.7% בשנה בתקופה זו (במחירים שוטפים).

תרשים 12 - שכר ממוצע למשרת שכיר (ש"ח), השוואה לארה"ב



כמפורט בהמשך, משיחות עם מנהלי משאבי אנוש במספר חברות רב לאומיות הפועלות בישראל, עולה כי השכר בישראל לעובדי מו"פ בעלי ניסיון של 5 שנים ויותר הוא כיום זהה לשכר הניתן בארה"ב. לטענת נציגי התעשייה, נתון זה עלול להוביל לאובדן של פרויקטים לסניפים אחרים –

¹⁹ <http://www.bls.gov/oes/2009/may/oes150000.htm>

בארצות זולות יותר. תהליך אשר מחריף את הצורך להתחרות על האיכות, ואשר מקטין את היכולת של החברות לגייס עובדים חסרי ניסיון.

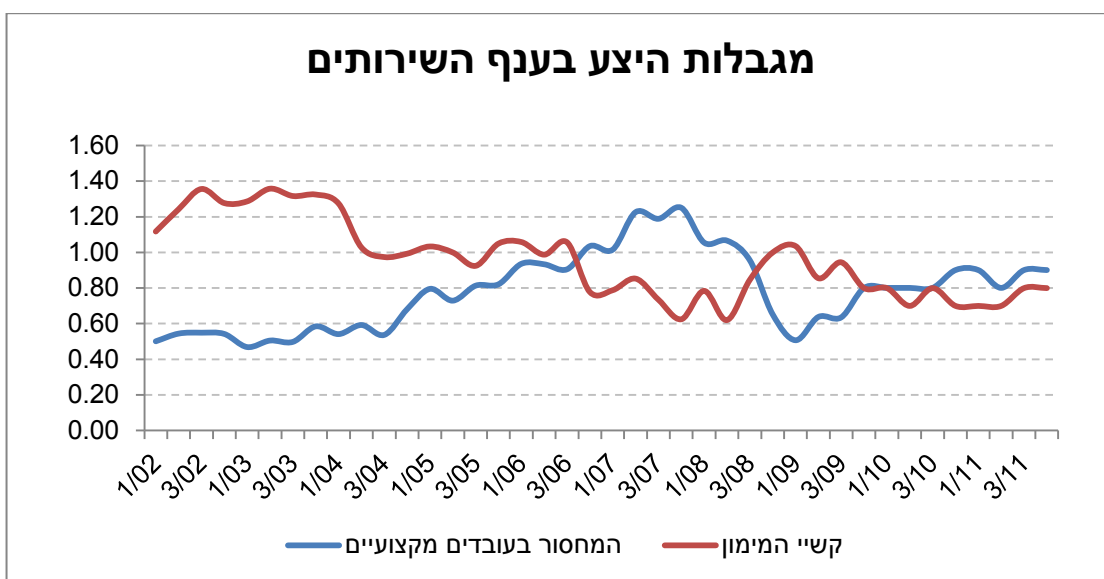
3.5. נתוני סקר אודות קשיים בגיוס עובדים

הנתונים העולים מסקר החברות של בנק ישראל ומסקר הציפיות של התאחדות התעשיינים, מצביעים כי בסוף שנת 2007, לאחר 5 שנות צמיחה רצופות, הסתמן קושי משמעותי בגיוס עובדים מקצועיים. (84% מהמעסיקים חוו קושי בגיוס, כאשר 34% חוו קושי משמעותי). המשבר הכלכלי בשנים 2008 – 2009 הקטין בצורה משמעותית מגבלה זו, אולם הצמיחה בשנת 2010 הביאה מחדש להתחזקות הדיווחים על קושי בגיוס עובדים מקצועיים, אם כי ברמה שהיא עדיין נמוכה מהשיא שנרשם בסוף 2007.

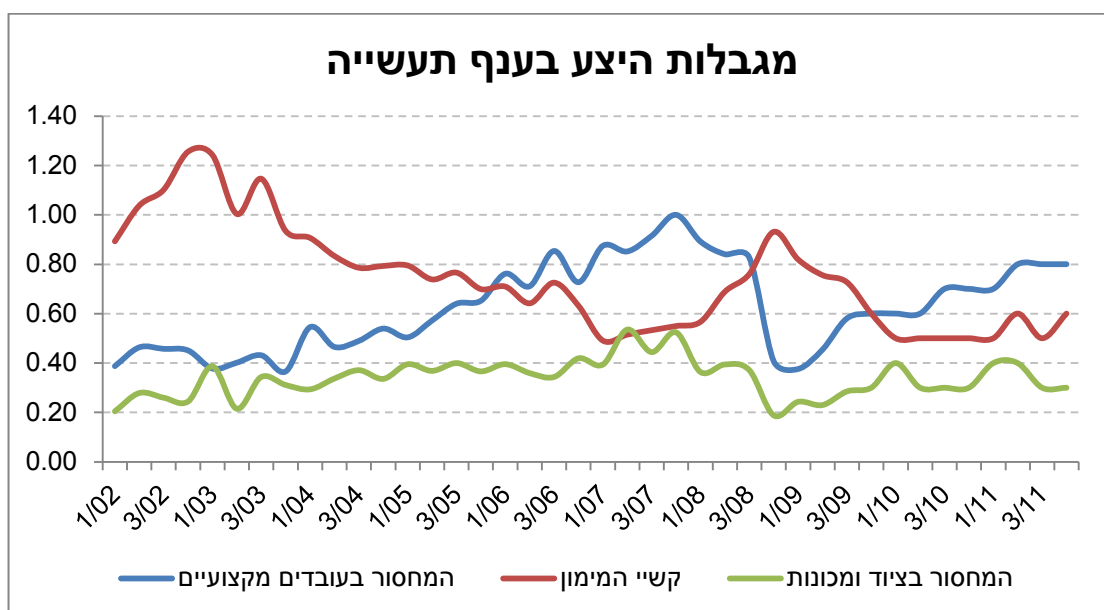
מנתוני סקר החברות של בנק ישראל עולה כי המחסור בעובדים מיומנים מהווה כיום מגבלה מרכזית עבור החברות בענף התעשייה ובענף השירותים. אם כי מגבלה זו אינה עדיין ברמת החומרה שנרשמה בשלהי שנת 2007, ערב המשבר הכלכלי. תמונה דומה עולה מנתוני התאחדות התעשיינים המופיעים בנספח 7.8

יש לציין כי סקרים אלו אינם בודקים באופן ייחודי את תעשיית ההיי-טק, אלא את כלל התעשייה, אך הם נותנים אינדיקציה למחסור המסתמן בכוח אדם מיומן בכלל המשק.

תרשים 13 - מגבלות היצע בענף השירותים, סקר החברות של בנק ישראל²⁰



²⁰ מקור: עיבוד המועצה הלאומית לכלכלה לסקר החברות של בנק ישראל
 חמורת המגבלה: 0- אין מגבלה, 1- קלה, 2- מתונה, 3- חמורה, 4- חמורה מאד

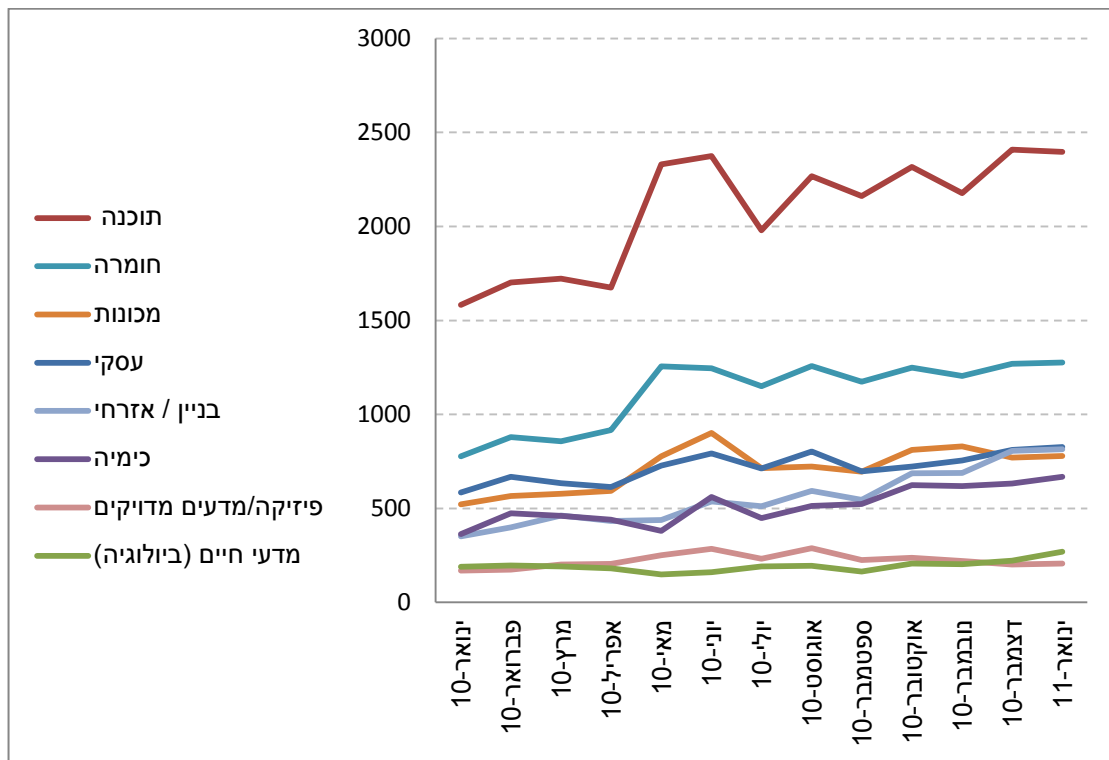


3.6. נתוני ראיונות אודות הקושי בגיוס עובדים

בראיונות שנערכו במהלך הרבעון הראשון של 2011 עם חברות ההשמה ומנהלי משאבי האנוש במספר חברות הי-טק מובילות,²¹ נטען כי מתחיל להסתמן מחסור בעובדים אך כי עדיין לא מדובר ברמות מחסור חמורות כפי שהיו בשנת 2000. כך לדוגמא בסקר שהעברנו בין החברות השונות, ענו 50% כי קיים קושי קל בגיוס עובדים, ו-50% ענו כי קיים קושי משמעותי בגיוס עובדים – אשר גורם לעיכוב הפעילות (אף חברה לא דיווחה כי אין קושי, או כי קיים קושי חמור הגורם לפגיעה בפעילות).

דוגמה לטענות אלו ניתן למצוא בנתוני האמת (שאינם מבוססי סקר) המתייחסים למהנדסים של אתר חברת Alljobs העוסקת בהשמת עובדים בכל התחומים. נתונים אלו מצביעים על ביקוש גבוה ועולה לתחום התוכנה והחומרה.

²¹ התקיימו שיחות עם חברת מנפאואר, נישה, ומפעילי אתר Alljobs, וכן עם אגף כוח אדם של צה"ל_כמו כן, בסיוע התאחדות התעשיינים התקיימו שיחות עם חברות היי-טק מובילות, בהן: אינטל, IBM, Microsoft, אלביט, רפא"ל, FreeScale, Texas Instruments ועוד.



כאמור, התחומים המרכזיים בהם מסתמן מחסור בעובדים הם מגוון תחומי פיתוח התוכנה והחומרה, עם דגש על עובדים בעלי ניסיון של 2-5 שנים. חברות ההשמה ציינו כי גם כיום יש קושי יחסי במציאת עבודה רלוונטית לבוגרי מוסדות אקדמאים שהם חסרי ניסיון בתחומי המחשבים (ואשר אינם מצטייני הכיתה). עוד הדגישו החברות יש קושי משמעותי במציאת עבודה רלוונטית לבוגרי מכללות חסרי ניסיון, וכן לעובדים מעל גיל 50, גם אם יש להם ניסיון ניכר.

בראיונות שערך הצוות עם מנהלי כוח האדם בחברות ובשיחות עם חברות ההשמה, עלה ביתר שאת המחסור בעובדי מחקר ופיתוח מתקדם, ובפרט הודגשו הנקודות הבאות:

- החברות הדגישו כי יש מחסור במומחים – דוקטורים ובעלי תארים מתקדמים, בתחום מדעי המחשב, הפיזיקה היישומית והנדסת האלקטרוניקה. אמנם מדובר במספרים קטנים של מומחים, אך במשרות שכיום קשה מאד לאיישן, והן בעלות חשיבות רבה ליכולות המחקר של החברה.
- כאמור, החברות השונות ציינו כי בשל אובדן היתרון במחיר לשעת עבודה, תעשיית ההיי-טק הישראלית נדחקת להתמקד רק בתחומים בהם יש לה יתרון משמעותי באיכות. תהליך זה מגדיל את הביקוש למומחים ובעלי תארים מתקדמים, ועלול לגרום לירידת הביקוש לעובדים שאינם בעלי מומחיות גבוהה בתחומים הנדרשים. אחת ההשלכות האפשריות של מצב זה הינה ירידת הביקוש לבוגרי המכללות, שהכשרתם מתאימה יותר לרמות הבינוניות של תחומים אלו, ופחות לרמות הגבוהות ביותר.

²² נתוני חברת Alljobs.

- חברות ההשמה ציינו כי מסתמן עודף ניכר של בעלי תארים מתקדמים בתחום מדעי החיים. כך לדוגמא צוין כי במסגרת הפרויקט הלאומי להשבת מוחות אותרו מעל אלף מדענים בתחום מדעי החיים בחו"ל, שרובם מעוניינים לחזור, אך לתעשייה בישראל אין משרות פנויות בתחום.
- מספר חברות הדגישו כי מניסיונם, אקדמאים רבים בוגרי מכללות אינם ברמה מספקת לעבודת מחקר ופיתוח מתקדמות. מרבית החברות ציינו, כי על פי רוב, הן יימנעו מלזמן בוגר מכללה (במיוחד חסר ניסיון בתחום הדרוש) לראיון עבודה.
- סקר דומה שנערך בשנת 2007 בקרב 31 חברות היי-טק, במסגרת עבודת הוועדה להערכת איכות הלימודים בהנדסת חשמל ואלקטרוניקה של המלי"ג, העלה אף הוא את המסקנה כי מרבית חברות ההיי-טק מסתייגות מגיוס בוגרי מכללות (להרחבה ראה גם פרק 4.2 בהמשך)²³
- חלק ניכר מהחברות ציינו כי כיום הן מחפשות ומגייסות סטודנטים חסרי ניסיון מהאוניברסיטאות המובילות (במהלך שנה ב' ללימודים), וכי כיום מתחיל להסתמן מחסור גם בסטודנטים.

באשר למהנדסי מכונות ועובדי ייצור, הודגשו הנקודות הבאות:

- חברות ההשמה וכן חברות שונות להן פעילות ייצור בישראל ציינו מחסור בעובדי פס ייצור (בתחום ההיי-טק). בהם הנדסאים, טכנאי ייצור ומהנדסי מכונות.
- בהקשר זה נטען כי כיום חלק ניכר מעובדי פס הייצור המיומנים הם עולי חבר העמים, אוכלוסייה מבוגרת יחסית, הצפויה לצאת בשנים הקרובות משוק העבודה – דבר הצפוי להחריף את המחסור.

²³ את דוח הוועדה ניתן לראות ב <http://www.che.org.il/template/default.aspx?PageId=568>.

בפרק הקודם הוצג כי לצד הגידול המהיר בביקוש לעובדים מיומנים בתחומי ההי-טק, לא חל גידול מספק בהיצע בוגרי מערכת ההשכלה הגבוהה בתחומים אלו. פרק זה בוחן את הסיבות למיעוט היחסי של סטודנטים בתחומי ההי-טק, וכן מראה כי בישראל מתקיימים מספר תנאים יחודיים אשר יוצרים בעיות נוספות בקליטה ובשימור עובדים, ועל כן מחריפים את המחסור.

בפרט, ניתן לחלק את מקורות המחסור לשלושה מרכיבים:

- **החלשות בזרם המצטרפים החדשים לשוק העבודה** הנובעת מירידה במספר הסטודנטים במקצועות הנדרשים, מירידה ברמת המצוינות הטכנולוגית של תלמידי התיכון, עליה בשיעור הבחורים ללמוד מקצועות לא נדרשים, וכניסה מועטה של אוכלוסיות גדולות, כגון נשים וחרדים, ללימודים בתחומים אלו.
- **איכות ההכשרה והתאמתה לשוק** הנובעת מאילוצים שונים של מערכת ההשכלה הגבוהה, לצד עליית חלקן היחסי של המכללות בכלל הלומדים לתואר במקצועות ההנדסה. בהקשר זה חשוב לציין כי בעיות רבות הקשורות למערכת ההשכלה הגבוהה טופלו בתקופה האחרונה, כך שיש לצפות לשיפור בתחום זה, תוך מעקב והתאמות דינאמיות.
- **ניצול לא אופטימלי של כוח האדם הקיים** הנובע הן מכניסה מאוחרת של מהנדסים לכוח העבודה (בין אם עקב חובת השירות הצבאי או ניצול לא מלא של תקופת הלימודים בתיכון), הן מיציאה מוקדמת משוק העבודה של האוכלוסיות מסוימות, כגון מבוגרים או נשים, והן מניצול חסר של אוכלוסיות מסוימות, כגון אקדמאים בתחום מקרב הציבור הערבי. יש להדגיש שהסיבות לא נובעות בהכרח ממדיניות ממשלתית אלא מהחלטות פרטים וחברות

4.1. החלשות בזרם העובדים הנכנס לשוק

ירידה באיכות הלימודים הטכנולוגיים בתיכון

אדם המחליט בבגרותו לצאת וללמוד מקצוע טכנולוגי זה או אחר, עושה זאת לרב על בסיס רקע וההיכרות (ככל שיש לו) עם תחומי הלימוד השונים. במקרים רבים אדם אינו יכול לבחור במקצוע

טכנולוגי ללא רקע זה. למערכת החינוך היסודי או התיכוני תפקיד משמעותי בהחלטה זו, ועל כן למערכות החינוך חשיבות רבה ביצירת היצע המהנדסים ואנשי הפיתוח.

כדי לאפשר את הצמיחה המהירה הנדרשת בכוח האדם המיומן בתעשיית הטכנולוגיה העילית, נדרש בין היתר כי מספר גדול של צעירים יסיימו את לימודיהם במערכת החינוך, כשבבעלותם המוטיבציה והכלים הנדרשים לפניה ללימודים אקדמאים בתחומים המדע והטכנולוגיה, בדגש על תחומי המחשבים וההנדסה בהם קיים עיקר המחסור. צעירים אלו יכולים לסיים את חוק לימודיהם הן במערכת החינוך המקצועי-טכנולוגי (להלן: החינוך הטכנולוגי), או במסגרת בתי הספר העיוניים הרגילים בהינתן שהם ניגשים לבגרות טכנולוגית (להלן: תוכנית המצוינות הטכנולוגית).

כמפורט בהמשך, נראה כי כמות בוגרי מערכת החינוך הישראלית שהם בעלי המוטיבציה והכלים הנדרשים היא קטנה מהנדרש, וזאת בין היתר בשל הסיבות הבאות:

- **התמעטות המצוינות הטכנולוגית - מתוך שכבת גיל של כ-118,000 בני 18 בשנת 2009, רק כ-62,000 ניגשו לבגרות במתמטיקה (52% משכבת הגיל), מתוכם רק כ-11,000 ניגשו לבגרות של 5 יחידות במתמטיקה (9.3% משכבת הגיל), ורק כ-6,600 (5.6% משכבת הגיל) קיבלו ציון מעל 85 בבחינה זו,²⁴ זאת לעומת כ-13% בממוצע ב OECD, בהקשר זה יש להזכיר שוב כי בשנים האחרונות עמד קצב גידול המועסקים בתחומי הטכנולוגיה העילית בישראל על כ-7000 איש בשנה.**

מספרים אלו מעידים הן על הקשיים השונים הקיימים בחינוך למתמטיקה במערכת החינוך, כמו גם על השיעור הגדל והולך של צעירים שאינם לומדים מתמטיקה בכלל – בשל נשירה, ובעיקר בשל חלקו הגדל והולך של החינוך החרדי.

באופן טבעי, חלק ניכר מתוך התלמידים בתוכניות המצוינות הטכנולוגית, אינו בוחר ללמוד במערכת ההשכלה הגבוהה את מקצועות ההנדסה, אלא בוחר ברפואה, משפטים, כלכלה וכיוצ"ב. כמובן, שלימודים אלו הינם אפשריים עבור אותם תלמידים, אך הכיוון ההפוך לא תמיד אפשרי – מי שלא ניגש לבגרות מורחבת במקצועות המדעיים יתקשה להשתלב בלימודי ההנדסה בהמשך.

- **שיעור ניכר של תלמידי ביולוגיה וכימיה (מבין הלומדים מדעים בתיכון) - בשנת 2009 ניגשו לבגרות בהיקף 5 יח"ל במדעי הטבע (ביולוגיה/כימיה/פיזיקה) כ-28 אלף תלמידים, מתוכם כ-12.5 אלף תלמידים במקצוע הביולוגיה (45%). בשנים האחרונות מספר הניגשים לבחינות בביולוגיה גדל בקצב מהיר יותר מביתר המקצועות (גידול של כ-4.5% בשנה בביולוגיה, 3.5% בשנה בכימיה, ורק 1% בשנה בפיזיקה).**

²⁴ מקור: למ"ס ועיבוד המועצה הלאומית לכלכלה לנתוני משרד החינוך
<http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Exams/Netunim/Thashav/PerekD2009.htm>

תרשים 16 - שיעור בוגרי תיכונים בעלי כישורים מתאימים²⁵

(בתשס"ט היה גודל מחזור בני ה 18 באוכלוסייה כ 118,000 איש)

תשס"א		תשס"ט		שיעור גידול מתשס"א לתשס"ט	מקצוע הבחינה לבגרות
מספר הנבחרים במקצוע	אחוז נבחרים במקצוע	מספר הנבחרים במקצוע	אחוז נבחרים במקצוע		
73,816		84,108		13.9%	כלל הנבחרים לבגרות במתמטיקה
7,217	9.8%	7,801	9.3%	8.1%	פיזיקה 5 יח"ל
5,728	7.8%	7,547	9.0%	31.8%	כימיה 5 יח"ל
8,872	12.0%	12,653	15.0%	42.6%	ביולוגיה 5 יח"ל
21,817	29.6%	28,001	33.3%	28.3%	סך הכל הנבחרים במדעי טבע בהיקף של 5 יח"ל
12,764	17.3%	14,721	17.5%	15.3%	מספר הנבחרים במדעי החברה, אומנות, קולנוע, תיאטרון, תקשורת בהיקף של 5 יח"ל

- מיעוט יחסי של תלמידים במסלולי חינוך טכנולוגי – בישראל כ-34% מהתלמידים לומדים במסגרת חינוך טכנולוגי, לעומת ממוצע של 49% במדינות ה-EU19.²⁶ מתוך הלומדים במסלול הטכנולוגי בישראל, רק כ-55% לומדים במגמה טכנולוגית מובהקת דוגמת: מערכות תקשורת, מכנטרוניקה, תכנון ותכנות מערכות וכד' (כ-20 אלף תלמידי י"ב בשנת 2011). היתר לומדים בפועל במגמות "מקצועיות" ולא טכנולוגיות (דוגמת: עיצוב, ניהול משאבי אנוש, חשבונאות וכד').²⁷

ה OECD מייחס חשיבות רבה ללימודים במסלול הטכנולוגי, ובעיקר ללימודים במסלולי מצוינות טכנולוגית. זאת לא רק בשל החומר הנלמד בהם, אלא בעיקר בשל מחקרים המלמדים כי התנסות חיובית ומעניינת בעולם הטכנולוגיה היא הדרך המרכזית ליצור אצל בני הנוער את המוטיבציה לבחירה בהמשך בלימודים אקדמאים ובעבודה בתחומי הטכנולוגיה.

לצד כל הנאמר, יש לציין כי בשנתיים האחרונות חלה מהפכה של ממש בהתייחסות למצוינות הטכנולוגית ולחינוך הטכנולוגי. משרד החינוך החל בהפניית מאמצים ומשאבים רבים כדי להגדיל ולשפר הן את החינוך הטכנולוגי, והן את המצוינות הטכנולוגית בקרב הניגשים לבגרות ריאלית,

²⁵ מקור: משרד החינוך.

²⁶ מתוך פרסום ה OECD: Education at a Glance 2009.

²⁷ מקור: נתוני משרד החינוך – המנהל למדע וטכנולוגיה.

לרבות תוכנית להכפלת מספר התלמידים הלומדים מתמטיקה ומדעים בהיקף של 5 יח"ל, המסיימים את לימודיהם בהצלחה, המאפשרת להם להתקבל ללימודים גבוהים במקצועות הטכנולוגיים.²⁸ כמו כן יש לציין את התכנית להכשרת מורים לתחומי המתמטיקה והמדעים שנועדה בין היתר לגשר על המחסור במורים בתחומים אלו.

השתתפות מועטה בכוח העבודה

אחת החולשות המרכזיות במשק הישראלי נובעת משיעור ההשתתפות הנמוך בכוח העבודה בישראל, בין היתר כתוצאה משיעור השתתפות נמוך בקרב גברים חרדים ונשים ערביות.

תופעה זו איננה פוסחת כמובן על התעשייה עתירת ההון האנושי ואף הופכת אותה לחמורה יותר, במיוחד בכל הנוגע לגברים חרדים. מכיוון שהחינוך החרדי נוטה שלא להתמקד במקצועות הריאליים כלל, ולעתים אף לפסוח עליהם לחלוטין, נקודת הפתיחה של תלמידיו, בהקשר תעשית ההיי-טק, הינה חלשה מאד. אשר על כן, מעטים מאד הגברים החרדים הנכנסים למעגל המהנדסים הפוטנציאלי. בקרב הנשים החרדיות – ישנו שיפור מסוים בשנים האחרונות, עם כניסתם של מסלולי לימוד טכנולוגיים שונים המיועדים להן, אך הן עדיין סובלות ממספר חסמים שאינם מאפשרים השתלבות מלאה בשוק העבודה המתקדם. בין היתר, ניתן למנות את תנאי העבודה שאינם אופטימליים עבור נשים בכלל (ראה להלן) ונשים חרדיות בפרט, וכן את תכני הלימוד הפשוטים יחסית המועברים במסלולים ההכשרה היעודיים למגזר החרדי. יחד עם זאת ישנן אינדיקציות להצלחות המראות כי ניתן ליצור את השילוב הנדרש.

כמובן, שהעדרם היחסי של החרדים מן התעשייה העילית איננה תופעה חדשה, אך עם גידול חלקם היחסי של החרדים באוכלוסיה, הופכת תופעה זו למורגשת יותר ויותר.

השתתפות מועטה של נשים

השתתפות מועטה של נשים - באופן יחסי, נשים ממעטות לקחת חלק כמהנדסות בענפי הטכנולוגיה המתקדמת, כפי שניתן לראות בתרשים 17.

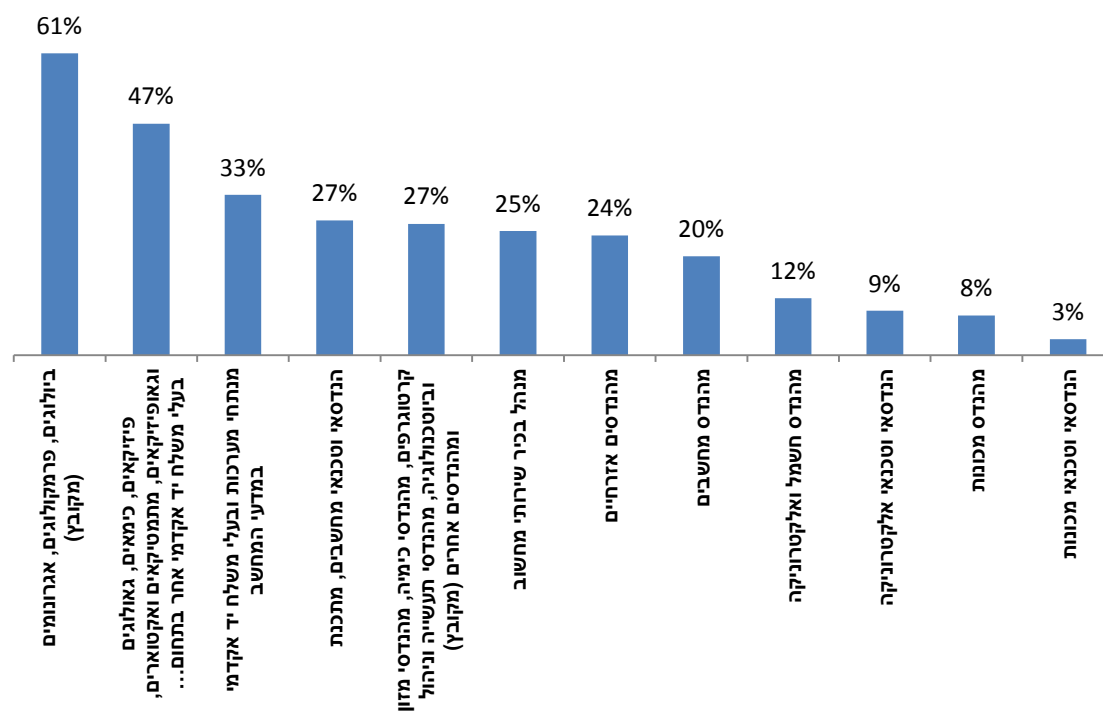
להערכתנו, לתופעה זו שני מקורות עיקריים. הראשון נוגע לכניסה מועטה של נשים לתחום זה, בין אם בשל תפיסות המייחסות למקצועות ההנדסה אופי גברי, ובין אם בשל תפיסות מוטעות אודות תובענותיו של ענף ההיי-טק. למקור זה נתייחס כעת. המקור השני הינו יציאה של נשים משוק זה לאחר שהפכו לאמהות, ואליו נתייחס בהרחבה בפרק 4.3.

נתוני למ"ס²⁹ מעלים כי כבר בגיל התיכון ניתן להבחין בשיעור גבוה יותר של גברים הניגשים לבחינות הברורות הטכנולוגיות (מתמטיקה, פיזיקה ומדעי המחשב), בעוד שנשים נוטות לגשת לבגרות מורחבת במקצועות המדעים והתחומים ההומניים. מגמה זו ממשיכה בהשכלה הגבוהה – נשים מהוות 26% בלבד מן הסטודנטים במקצועות ההנדסה באוניברסיטאות, בעוד הן מהוות

²⁸ ראה לדוגמה "משרד החינוך ישקיע 270 מיליון שקל בהזנקת החינוך הטכנולוגי" (TheMarker 29.3.2011) <http://it.themarker.com/tmit/article/14789>
²⁹ למ"ס, שנתון סטטיסטי 2011, לוח 8.25

55% מכלל הסטודנטים. לצורך ההמחשה, במקצועות הנדסת החשמל, הן מהוות 12.5% בלבד, בעוד שבהנדסה כימית הן מהוות 61.6%.³⁰

תרשים 17 - שיעור נשים במקצועות ההיי-טק (2009)³¹



תופעה זו אינה ייחודית לישראל. הגם שתפיסות רבות הנוגעות ליכולותיהן של הנשים להשתלב בשוק העבודה הכללי השתנו בשנים האחרונות, עדיין קיימת תפיסה הגורסת כי מקצועות ההנדסה הינם "גבריים", בעוד שנשים מתאימות יותר למקצועות ה"רכים" כגון ביולוגיה וכימיה. תפיסות אלו, המשפיעות כבר בגיל צעיר על החלטות לימודיות, הינן מקור מרכזי להעדרן היחסי של הנשים מענף ההיי-טק.

בהקשר זה מפתיע לגלות מה גדול ההבדל בין התפיסה הסטריאוטיפית, לבין מאפייני המקצוע בפועל. כך לדוגמא נמסר לנו מחברות כוח אדם ומנהלי משאבי אנוש, כי בישראל נשים רבות מעדיפות לימודי הנדסת כימיה – הנתפשים כ"נקיים" ובתנאי מעבדה (כך גם מסתמן בפרסום למקצועות לימוד אלו), וזאת לעומת הנדסת המכונות הנתפשת כ"מלוכלכת". אולם בפועל, בישראל, מרבית המשרות בתחומי הנדסת הכימיה מחייבות עבודת שטח פיזית ו"מלוכלכת" במתקנים הכימיים בדרום, ואילו מרבית משרות הנדסת המכונות הן למעשה משרות "הי-טק" המחייבות הדורשות עבודה מול מחשב בלבד.

³⁰ ניתוח מעמיק נוסף של הנושא ניתן למצוא בדו"ח מינהל מחקר וכלכלה בתמ"ת משנת 2008, "תעסוקת נשים בהיי-טק" מקור: למ"ס, סקר כוח אדם 2009, עיבודי המועצה הלאומית לכלכלה

עובדה זו גורמת לכך שחלק ניכר מבוגרות ההנדסה הכימית מגלות עם תום לימודיהן כי הן אינן מעוניינות לעבוד במקצוע (לאור מאפייני המשרות הקיימות בשוק), ולמרות המספר הגדול יחסית של הבוגרים (הבוגרות) בתחום, דיווחו מנהלי כוח אדם רבים על מחסור ממשי במהנדסי כימיה זמינים לעבודה.

בחירה לא מושכלת במסלול הלימודים

בשנים האחרונות, שותפות מדינות מערביות רבות לתחושה כי קיים מחסור בכוח אדם בתחומי המדע הטכנולוגיה ההנדסה והמתמטיקה (המכונים גם STEM). בעקבות זאת התבצעו מספר מחקרים בנושא זה,^{32 33} לרבות מחקר מקיף של ארגון ה OECD אשר ממליץ על צעדי מדיניות שיגדילו את שיעור הצעירים הפונים ללמוד ולעסוק בתחומי המדע הטכנולוגיה (STEM).³⁴ להלן עיקרי מסקנות המחקרים:

למרות שנמצא כי מספר הסטודנטים בתחום ה STEM אינו יורד, נמצאה במרבית ממדינות ה-OECD (בשנים 1993-2003) ירידה בשיעור הלומדים במקצועות ה STEM מתוך סך הסטודנטים. במקביל לירידה זו נמצאה עלייה בפופולאריות של תחומי הכלכלה ומנהל העסקים. סקר תפישות, שביצע ה-OECD במטרה לבחון מהם השיקולים השונים המשפיעים על צעירים בבחירת מקצוע, מצא את סדר החשיבות הבא:

- i. מקצוע שנתפש מעניין ומביא לגשמה אישית.
- ii. נוחות (שעות עבודה ואוטונומיה).
- iii. שכר ומעמד חברתי.
- iv. יציבות וביטחון בעבודה.

כן התגלה כי בפועל, הבחירה במקצוע נעשית ללא מחקר ובדיקה מעמיקה, אלא בעיקר בהתבסס על תפישה סטריאוטיפית של המקצועות השונים, כפי שזו התגבשה לאור הגורמים הבאים:

- i. התקשורת וייצוג המקצוע בה (בעיקר בטלוויזיה).
- ii. המלצות של דמויות משמעותיות – מכרים של הורים, מורים וחברי משפחה.
- iii. התנסות (חיובית או שלילית) עם תחום הלימוד בתיכון, ומפגש עם אנשים שעובדים במקצוע.

³² Lowell, B.L., & Salzman, H. 2007. Into the eye of the storm: Assessing the evidence on science and engineering education, quality, and workforce demand. Washington : Urban Institute.

³³ Lowell, Lindsey, Hal Salzman, Hamutal Berstien, and Everett Henderson. 2009. "Steady as She Goes? Three Generations of Students through the Sciences and Engineering Pipeline." Institute for the Study of International Migration, Georgetown university, Heldrich Center for Workforce, Rutgers University, and The Urban Institute. Retrieved November 16, 2009

³⁴ OECD (2008), Encouraging Students Interest in Science and Technology Studies. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264040892-en>

לאור זאת, ה-OECD מציינים כי לרוב, הסטריאוטיפ של מקצועות המדע והטכנולוגיה הוא כעבודה משעממת, מונוטונית, קשה ללימוד ולעבודה, גברית ולא מתאימה לנשים. אמנם ידוע כי בתחומים אלו מוצע שכר גבוהה יותר, אך כאמור השכר מדורג נמוך בסדר העדיפות (לעומת העניין והנחות) וכן קיימת תפיסה רווחת כי בהשוואה לכמות העבודה – השכר הוא לא גבוה. בנוסף, נמצא כי למרבית האנשים (וכן למרבית המורים בבתי הספר) אין היכרות אישית או "דמות לחיקוי" בתחום המדע והטכנולוגיה, ואין הבנה של עושר אפשרויות התעסוקה ללומדים בתחום. הלימוד בתיכונים של מקצועות המדע והטכנולוגיה מבוסס על מערכי שיעור מיושנים (טכנולוגיה מתפתחת בקצבים מהירים מדי), שאינם מחוברים להתפתחויות בתעשייה ובעולם המדע, ומקנים למרבית התלמידים חוויה שלילית מהתחום. מחקרים ישראליים של תחום ה-Career Decision Making מאשרים את מסקנות ה-OECD גם לגבי ישראל,³⁵ אך בנוסף מדגישים כי:

א. בישראל ההחלטה הסופית על מקצוע נעשית לרוב בשלב מאוחר - בסוף הצבא ובמהלך "הטיול לחו"ל". דבר אשר מציב קשיים נוספים על ביצוע תהליך מסודר של חקירה ובדיקה טרם ביצוע ההחלטה. יחד עם זאת, עמידה בתנאי הסף נקבעת בשלב מוקדם יותר.

ב. החוקרים מדגישים כי לרוב הבחירה במקצוע מבוססת על סטראוטיפים כלליים ובחינה שטחית בלבד, ומדגישים את חשיבות ההיכרות וההיחשפות לאנשים שעובדים בתחום כדרך להגדיל את העניין בתחומים דוגמת הנדסה וטכנולוגיה.³⁶

ג. פעמים רבות ההחלטה על תחום הלימוד מתגבשת על פי מה שנתפש כמעניין בתקופת הלימודים (בתיכון), ללא כל התייחסות להשלכות המקצועיות ארוכות הטווח – עם תום תקופת הלימודים.

במערכת ההשכלה האקדמית בישראל נמצאה עלייה יחסית בשיעור הלומדים את מקצועות ה-STEM (עלייה מכ-22% מהתלמידים בתשנ"ו לכ-36% מהתלמידים בתשס"ח), אולם, כאמור לעיל, נתון זה מסתיר את העובדה כי בישראל נמצא קיפאון בשיעור הלומדים את התחומים הנדרשים ביותר על ידי התעשייה באוניברסיטאות, וכי עיקר הגידול הוא בתחומי STEM הפחות נדרשים (כגון מדעי החיים).

4.2 מאפייני ההכשרה

מעבר לבעיה הקיימת בזרם הנכנס אל מוסדות ההשכלה הגבוהה בתחומי הנדסה, נמצא כי קיימת בעיה בתוצר שמפיקים מוסדות אלו. דהיינו, גם תלמידים אשר בחרו ללמוד את אחד

³⁵ שיחה עם פרופ' איתמר גטי, וכן ראה סקירות בעיתונות דוגמת <http://it.themarker.com/tmit/article/4184> <http://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-3438035,00.html> <http://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-3083943,00.html>

³⁶ דוגמה מעניינת לחוסר ההיכרות של צעירים עם תחומי התעסוקה ניתן למצוא בדיון בפורום הסטודנטים של הטכניון, <http://forums.asat.org.il/viewtopic.php?f=9&t=153795>

בפורום, סטודנט לעתיד שואל את חברי הפורום מה עדיף ללמוד – הנדסה ביו-טכנולוגית או הנדסת חשמל, מציין כי חשוב לו השכר ואפשרויות הקידום המקצועי, ומציג בעד תחום הביו-טכנולוגיה את השיקולים הבאים: דרישות הסף באוניברסיטה גבוהות יותר, התחום נשמע עתידני, מעניין, ובעל מיקוד מקצועי. חברי הפורום ידעו לענות לו כי הקושי להתקבל אינו מעיד על סיכויי עבודה, אך לא ידעו בכלל כי יש הבדל דרמטי בין הביקוש הגבוה ואפשרויות התעסוקה והשכר שקיימים בתחום הנדסת החשמל, לבין הביקוש הנמוך יחסית לתחום הביו-טכנולוגיה.

ממקצועות ההנדסה הנדרשים, לא תמיד עונים על דרישות ענף ההיי-טק או מצליחים להשתלב בענף זה, ועל כן אינם מסייעים להקטנת המחסור בעובדים. תופעה זו נובעת ממספר מקורות:

שינויים במערכת ההשכלה הגבוהה

בעשור האחרון התרחשו מספר שינויים ניכרים במערכת מוסדות הלימוד האקדמיים בישראל,³⁷ אשר השפיעו בין היתר גם על הכשרת כוח האדם המיומן בתחומי ההנדסה והמחשבים. בשנים האחרונות אנחנו עדים לקיפאון במספר בוגרי האוניברסיטאות בתחומי הטכנולוגיה העילית – לאחר השיא של 3,000 בוגרים שנרשם ב-2003, נרשמה ירידה והתייצבות מספר הבוגרים על כ-2,100 בשנה.³⁸ לעומת זאת, ניתן לראות גידול ניכר במספר הלומדים תחומים אלו במכללות, מכ 870 בוגרים בשנת 2000, לכ-1,700 בוגרים בשנת 2009.

לתופעה זו ישנם מספר מקורות הקשורים קשר הדוק לשינויים במערכת ההשכלה הגבוהה, ובפרט:

א. **צמיחת המכללות** - בשנים אלו חלה צמיחה ניכרת במספר התלמידים ומקבלי התארים במוסדות להשכלה גבוהה ובעיקר בשיעור התלמידים הלומדים במכללות האקדמיות. בעוד שבתשנ"ז (1997) היו כ-100 אלף סטודנטים לתואר ראשון, מהם כ-18% מהם במכללות אקדמיות, עשור מאוחר יותר (בתשס"ז) היו כ-163 אלף סטודנטים לתואר ראשון (גידול של מעל 60%), מהם כ-40% במכללות אקדמיות.

כאמור בדו"ח הות"ת בנושא "תכנון מערך המכללות" (שנת 2000), ההקמה וההרחבה של מערך המכללות האקדמיות נעשתה מתוך התפישה הבאה: "מכללות אלו ממלאות תפקיד כפול במערכת ההשכלה הגבוהה (1) במתן מענה לביקושי המשק לכח אקדמי, ברמה ובעלות סבירות, במקצועות ההיי-טק ובמקצועות הנדסיים אחרים; ו (2) בהגברת הנגישות להשכלה אקדמית בתחום ההנדסי לשכבות אוכלוסייה שלא השתתפו בה בעבר".

תפיסה זו תרמה להבנה כי על האוניברסיטאות להתמקד רק במצוינות אקדמית ובמחקר, בעוד שתפקידן של המכללות הינו לתת מענה לצרכי המשק. תחת מגבלת המשאבים (כפי שתפורט להלן), העדיפו האוניברסיטאות להתמקד בהכשרת מספר מצומצם יחסית של סטודנטים בעלי מיומנויות גבוהות ואפשרות להשתלב באקדמיה, ופחות בהכשרת כוח אדם אשר יוכל לתת מענה לביקושים בשוק.

ב. **קשיים תקציביים** שחוו המוסדות להשכלה גבוהה במהלך שנות ה-2000, הקשו בעיקר על האוניברסיטאות להרחיב ולשפר את תשתיות ההוראה והמחקר, ולשמר ולהרחיב את סגל החוקרים והמרצים. יתכן שמצוקה זו הובילה את מוסדות הלימוד להתמקד רק בהכרח הלימודי, ורק במקצועות שעלות הלימוד שלהם קטנה יחסית (דוגמת מדעי החברה ניהול ועסקים, משפטים, וכד'). בנוסף, נראה כי מצוקת המשאבים גם הקשתה על מוסדות הלימוד להקצות משאבים לטובת פעילות שאינה לימודית גרידה – דוגמת פעילות העוסקת בחיזוק הזיקה לתעשייה.

³⁷ מקור: ות"ת, ההתפתחויות העיקריות במערכת ההשכלה הגבוהה, לקט נתונים.

³⁸ מספר בוגרי אוניברסיטאות בשנה, בכל התארים, בתחומים הבאים: מדעי המחשב, הנדסת אלקטרוניקה, הנדסת תוכנה, הנדסת מחשבים והנדסת מערכות מידע.

ג. **שינויים בהעדפות התלמידים** - בשנים האחרונות אנו עדים לצמצום הביקוש ללימודים בתחומי הטכנולוגיה באוניברסיטאות (לאחר השיא סביב שנת 2003), ובמקביל לעלייה משמעותית בשיעור הבוחרים ללמוד את תחומי הביולוגיה (עליה מ-כ- 1,100 בוגרים בתש"ס, לכ-2,500 בתשס"ח), עלייה שניתן אולי להסבירה בגידול המשמעותי במספר תלמידי הביולוגיה בתיכונים שהתרחש בעשור האחרון. כן נמצא ביקוש רב לתחומי המשפטים, מדעי החברה ומנהל עסקים במכללות. יחד עם זאת, חשוב לציין כי החל משנת 2006 קיימת מגמה של עלייה מסוימת במספר המועמדים המבקשים ללמוד את מקצועות ההנדסה והטכנולוגיה. הביקוש לתחומים שאינם טכנולוגיים (כמו גם מערך התמריצים של ות"ת) הכוין את מוסדות הלימוד להרחיב את מקצועות הלימוד הנדרשים יותר על ידי התלמידים, ולא דווקא את מקצועות הלימוד הנדרשים ביותר על ידי התעשייה.

בהקשר זה יצוין כי בפני הצוות נטען כי כיום, לאחר שבוצע גידול ניכר במשאבים המוקצים לתחומים הטכנולוגיה (כפי שיפורט בהמשך), המחסור באנשי סגל (מרצים) בתחומי ההנדסה והטכנולוגיה הוא החסם העיקרי שמונע מהאוניברסיטאות להגדיל את כמות התלמידים (ולא מחסור במועמדים או במשאבים).

לצד בעיות אלו, חשוב לציין כאן כי בראשית שנת 2010 הושקה **תוכנית רב שנתית חדשה למערכת ההשכלה הגבוהה בישראל**. תכנית זו מגדילה באופן ניכר את היקף המשאבים המושקעים במערכת זו, וכן ממקדת משאבים ניכרים בתחומים הטכנולוגיים, ולכן צפויה להיות **נדבך מרכזי במענה לחלק ניכר מהבעיות המוצגות בנייר זה**. בפרט, תכנית זו כוללת:

- **גידול ניכר במשאבים** - תוספת של כ-7.5 מיליארד ₪ לתקציבי ההשכלה הגבוהה לאורך שש שנים, ובמקביל תוספת של כ-2,000 חברי סגל חדשים באוניברסיטאות ובמכללות.
- **שינוי במודל התקצוב** - עדכון תעריפי התקצוב (לסטודנט) בצורה שתשקף טוב יותר את מגוון העלויות הנורמטיביות בתחומים השונים (הפעימה הראשונה). בנוסף, עדכון נוסף של התעריפים בהתאם להיבטים של תכנון לאומי של צרכים לאומיים ומקצועות נדרשים (הפעימה השנייה). שינוי זה צפוי להסיט משאבים רבים למקצועות הטכנולוגיים, ולכן צפוי לאפשר ולעודד את מוסדות ההשכלה הגבוהה להגדיל את מספר התלמידים הלומדים מקצועות אלו.

כך לדוגמא, במסגרת הפעימה הראשונה, גדלו תעריפי ות"ת לתואר ראשון בהנדסת חשמל, אלקטרוניקה ומחשבים מ-32.7 אלפי ₪ לשנה לסטודנט בתש"ע (במחירי תשע"א, כולל שיפוי שכ"ל) ל-37.1 אלפי ₪ לשנה לסטודנט בתשע"א, תוספת של כ-13.5%.

במסגרת הפעימה השנייה, ובהתאם למסקנות הצוות – אשר הצביעו על מחסור ניכר בתחומי הנדסת חשמל, אלקטרוניקה ומחשבים, בדגש על בוגרי אוניברסיטאות הוחלט על הגדלה נוספת של התעריפים - תעריף התואר הראשון באוניברסיטאות עלה מ-37.1 אלפי ₪ לשנה לסטודנט בתשע"א ל-40 אלפי ₪ לשנה לסטודנט בתשע"ב (במחירי תשע"א) שהם כ-7.8% נוספים (ובסה"כ תוספת של כ-22.3% ביחס למודל הישן). בתואר השני, עלה התעריף מ-48 אלפי ₪ לשנה לסטודנט ל-50 אלפי ₪ לשנה לסטודנט, שהם כ-4.2% נוספים.

סוגיה נוספת שטופלה במסגרת מודל התקצוב של ות"ת היתה נושא **הסגל האקדמי במקצועות ההנדסה**. מרכיב המחקר במודל התקצוב של ות"ת כולל רכיב המשפה את האוניברסיטאות בגין הסטודנטים לדוקטורט אשר לומדים במוסד, ואשר מהווים, למעשה, את המקור העיקרי לחברי סגל אקדמי בכיר באוניברסיטאות ובמכללות. ברור כי כל מהלך להגדלת מספרי הסטודנטים במקצועות ההנדסה, ובפרט במקצועות הנדסת האלקטרוניקה והמחשבים, חייב להיות מלווה במהלך מקביל של הגדלה של מספר חברי הסגל האקדמי הבכיר המלמדים במקצועות אלה, וזאת כדי לא לפגוע באיכות הלימודים וברמתם. לאור זאת החליטה ות"ת, במסגרת הפעימה השניה של מודל התקצוב, לעדכן את המשקלות היחסיים של חלק מתחומי המודל, אשר מהם נגזר התעריף היחסי של כל תחום ותחום ברכיב הדוקטורנטים של המודל.

בהתאם להחלטה זו, נקבע כי החל משנה"ל תשע"ב יתקבל עבור **סטודנט לדוקטורט בתחום ההנדסה** תעריף **הגבוה פי 2.5** מן התעריף המתקבל עבור סטודנט בתחומי מדעי הרוח, החברה והמשפטים (במקום פי 1.67, כפי שהיה נהוג במודל הישן), וזאת כדי לתמרץ את האוניברסיטאות ולאפשר להם להציע מלגות יותר גבוהות לסטודנטים לדוקטורט בתחומי ההנדסה, ובכך להגדיל את המאגר הפוטנציאלי לסגל אקדמי בכיר במקצועות ההנדסה.

• **הכוונת תוספת מכסות הסטודנטים לתחומים הנדרשים** – הות"ת קובע למוסדות המתוקצבים להשכלה גבוהה את סך התלמידים שיכולים ללמוד במוסד (מכסת תלמידים), ובהתאם לצורך ולתקציב, מקצה מכסות נוספות אשר מאפשרות גידול בסך התלמידים הלומדים במוסד. בהתאם להמלצות הצוות וסדרי העדיפות של ות"ת, החליטה הות"ת כי לאמץ שיטת הקצאת מכסות אשר תתמרץ בצורה ניכרת את הגדלת מספר התלמידים במקצועות הנדרשים. בפרט הוחלט כי:

○ כ 40% מהמכסות הנוספות למכללות (שווה ערך לכ 4000 מכסות על פני התוכנית הרב שנתית), יינתנו רק למכללות שמלמדות את תחומי הלימוד הנדרשים (הנדסה, מדעים, מדעי המחשב ואומנויות הביצוע). כאשר מוסד אשר 1%-25% מהסטודנטים הלומדים בו לומדים תחומים אלה יקבל 1 נקודות; מוסד אשר 26%-95% מהסטודנטים הלומדים בו לומדים תחומים יקבל – 2 נקודות; מוסד אשר מלמד תחומים נדרשים בלבד – 3 נקודות. (ערך כל נקודה הוא כ 95 סטודנטים חדשים). השיקולים הנוספים להקצאת 60% המכסות הנותרות הם גידול טבעי ותיעדוף פריפריה ואשר במסגרתם זכו המכללות להנדסה בחלק יחסי נוסף בדומה ליתר המכללות.

○ כדי לתמרץ גם את האוניברסיטאות להגדיל את מספר התלמידים הלומדים במקצועות הנדרשים, נידונה בימים אלו האפשרות לאפשר את הגדלת התלמידים במקצועות נבחרים מעבר לסף מכסת התלמידים של המוסד. מסתמנת האפשרות להקצות בשיטה זו כ 1500 - 2000 מכסות נוספות או תמריצים כספיים דומים אשר יאפשרו להגדיל את מספר הבוגרים בתחומים הנבחרים בכ 300-500 איש בשנה.

כאמור, בעשור האחרון נמצא גידול ניכר במספר בוגרי המוסדות האקדמיים בתחומים שאינם משקפים את צרכי המשק. תופעה זו התרחשה באופן נרחב במכללות הלא מתוקצבות אך גם במכללות האקדמיות המתוקצבות על ידי הו"ת, אף על פי שמוסדות אלו היו אמורים לגבות ולסייע למערכת ההשכלה הגבוהה לתת מענה לצרכי המשק בתחומי ההיי-טק (כאמור לעיל). בתס"ח יותר ממחצית התלמידים במכללות המתוקצבות למדו בתחומים שאינם נדרשים על ידי תחום ההיי-טק (מדעי חברה 38%, מדעי רוח ומקצועות אומנות ועיצוב 13%, עסקים ומדעי הניהול 10%). יצוין כי במכללות אלו רק כ-5% מהתלמידים למדו את תחומי המתמטיקה, הסטטיסטיקה ומדעי המחשב, וכ-38% למדו את כלל מקצועות ההנדסה (לרבות אדריכלות).

במרבית האוניברסיטאות והמכללות לא נמצאה השקעת משאבים ומאמצים ניכרים ביצירת הקשר לתעשייה, לרבות יצירת תוכניות לימוד משותפות עם התעשייה המותאמות לצרכיה, ייסוד מסלולי התמחות בתעשייה, ופעולות משמעותיות להכוון תעסוקתי ולסיוע בהשמת בוגרים בתעשייה. זאת בניגוד למתרחש במערכות ההשכלה הגבוהה במדינות אחרות לרבות אנגליה (ראה גם מסגרת) וארה"ב, אשר משקיעה רבות בשיתופי פעולה עם התעשייה ובהפעלת Career Advancement Centers, לייעוץ מקצועי ולהשמת בוגרים.

בפרט, יודגש כי הצורך בחיזוק הזיקה שבין תכני הלימוד האקדמאים במכללות לבין צרכי התעשייה אף עלה בצורה מפורשת בדו"חות הוועדה להערכת איכות שמינתה המל"ג.

כך לדוגמא, בשנת 2007 מינתה המל"ג וועדת מומחים בין לאומית להערכת איכות תוכניות הלימוד באוניברסיטאות ובמכללות בתחום הנדסת חשמל ואלקטרוניקה.³⁹ לאחר בחינה מדוקדקת של מוסדות הלימוד בתחום, וכן הפצת סקר למספר רב של מעסיקים רלוונטיים, הגיעה הוועדה למסקנות העיקריות הבאות:

- הזהרה כי המצוקה התקציבית בהן שרו מוסדות הלימוד באותה עת עשויה לגרום לפגיעה אנושה ביכולתם להמשיך ולהכשיר תלמידים.
- ביקורת על רמת ההכשרה במכללות, וטענה כי על המכללות לאגם משאבים, לחזק את המכינות וקורסי ההכנה האקדמית במתמטיקה ובאנגלית, להקשות על המבחנים וספי הכניסה לתוכניות הלימוד, ובעיקר – למקד את הלימוד בתחומי התמחות שהם בעלי זיקה חזקה לצרכי התעשייה.

מסקנות אלו של הדו"ח מקבלות תיקוף מסוים בהשוואת רמת השכר של בוגרי האוניברסיטאות לאלו של בוגרי המכללות במקצועות הרלוונטיים, כפי שניתן לראות בתרשים 10 לעיל. בנוסף, הן חזרו ונשמעו גם בסקר ובפגישות אשר ערך הצוות עם גורמים שונים בתעשייה. בפרט, נשמעו הנקודות הבאות:

³⁹ את דוח הוועדה המלא, סקר המעסיקים שהיא ביצעה, וכן את תגובת מוסדות הלימוד השונים, ניתן למצוא בקישור <http://www.che.org.il/template/default.aspx?PageId=568>

- ככלל, רמתם של בוגרי האוניברסיטאות בתחומי המחשבים וההנדסה היא יציבה וגבוהה (בדגש על בוגרי הטכניון), אם כי קיים פער בין ידע הבוגרים לבין צרכי התעשייה (נדרשת תקופת חניכה של מספר חודשים).
 - גורמים מסוימים בתעשייה העלו טענות אודות הרמה המקצועית של בוגרי המכללות בתחומי המחשבים והתוכנה, אם כי נטען שהבעיה היא לא בהכרח בתוכניות הלימוד, אלא יותר ביכולת הבסיסית של מרבית תלמידי המכללות לבצע מחקר ופיתוח עצמאי. במידה וטענה זו נכונה, ייתכן והיא מצביעה על סף דרישות נמוך לקבלה ללימודים ולקבלת התואר במכללות.
- חשוב לציין כי נציגי המכללות להנדסה הסתייגו ממרבית טענות אלו, וטענו בתגובה כי רמת הלימוד בהן גבוהה וכי בוגריהן משתלבים בקלות בתעשייה הרלוונטית. הנתונים שבידינו מראים כי שיעור ההשתלבות של בוגרי המכללות בשנים שאחרי סיום התואר אכן אינו נופל מזה של בוגרי האוניברסיטאות ולעתים אף עולה עליהם, אך השכר המשולם להם נמוך בשיעור ניכר.

אנגליה : תואר שני מואץ בטכנולוגיה

בעית חוסר ההתאמה שבין תכני ההכשרה במוסדות ההשכלה הגבוהה לבין צרכי המשק איננה ייחודית לישראל, ובעולם כבר נודעים לה מספר פתרונות. כך, לדוגמא, נפתחה במערכת ההשכלה הגבוהה באנגליה תוכנית ייחודית של "תואר שני מואץ" בתחומי מדעי המחשב והנדסת המחשבים והתוכנה.

תוכניות מואצות אלו (המכונות **TAUGHT PROGRAMS**) פועלות במקביל ובנפרד מהתוכנית האקדמית "הרגילות", המכשירות לתעודת דוקטורט (תוכניות המכונות **RESEARCH PROGRAMS**).

תוכניות מואצות אלו מיועדות לבעלי תואר ראשון מצטיינים מתחומי לימוד אחרים, אשר מעוניינים לעשות הסבה מקצועית לתחום נדרש בשוק העבודה (בדגש על תלמידים שלמדו תחום בעל רקע מתמטי מספק). מטרתן היא הכשרה מקצועית, ועל כן התכנים בהן מותאמים לצרכי התעשייה, ולא להמשך מחקר בסיסי (לא ניתן להמשיך ללימודי דוקטורט). התוכניות הן אינטנסיביות ותחומות בזמן – 12 חודשי לימוד מלאים (מתוכם 3 חודשי ביצוע פרויקט גמר מעשי), 8 שעות ביום (נוכר כי שנה אקדמית היא כ-6 חודשי לימוד נטו).

יתרון הגדול של תוכניות אלו נעוץ בכך שהתעשייה תופסת אותן כאיכותיות, ועל כן מעוניינת בבוגריהן. איכות התוכניות מושגת גם בגלל שהן מועברות על ידי האוניברסיטאות המובילות בתחום, תכני הלימוד בהן מגובשים בשיתוף התעשייה, ומבחנים נוקשים מוודאים כי איכות המסיימים הינה גבוהה.

בוגרי תוכניות מואצות שכאלו מבוקשים מאד על ידי התעשייה, ומחקר משנת 2009 שבדק את התשואה להשכלה באנגליה, אף גילה כי במקצועות הטכנולוגיים, התשואה (במונחי שכר) לבעלי תעודת תואר שני שכזה זהה ולעיתים אף גבוהה יותר מבעלי תואר דוקטור. כפי שניתן לראות בלוח הבא, ישנה אף ירידה בשכר בין בעלי תואר שני במקצועות ההנדסה והטכנולוגיה לבין בעלי דוקטורט בתחומים אלו. ירידה בשכר שיכולה להצביע על הזיקה החלשה בין תוכניות הלימוד האקדמיות לדוקטורט (המתמקדות במחקר בלבד) לבין צרכי התעשייה.

Table 1. Earnings premia by type of level of degree, discipline and sex.

	Men			Women		
	BA/BSc	MA/MSc	PhD	BA/BSc	MA/MSc	PhD
Medicine and related Sciences	20	20	38	41	49	55
Maths and computing	12	12	20	22	30	36
Engineering and technology	28	28	28	34	49	47
Architecture and related	25	33	25	32	48	32
Social sciences	16	30	16	36	36	*
Business and financial studies	14	22	22	28	46	42
Arts	24	38	44	35	54	46
Languages	-3	6	-3	19	27	28
Education	7	7	7	19	19	19
Combined	18	30	18	42	49	54
	14	23	26	23	38	38

Source: own calculations from O'Leary and Sloane (2005), Tables 4, 5, 9 and 10. Only premia that are significant at a minimum of 90 per cent confidence level are taken into account.

המחקר :

Casey, B.H. 2009. The economic contribution of PhDs. Journal of Higher Education Policy and Management 31, no. 3: 219–27

המחקר צוטט ב *ECONOMIST* תחת הכותרת "WHY DOING A PHD IS OFTEN A WASTE OF TIME"

<http://www.economist.com/node/17723223>

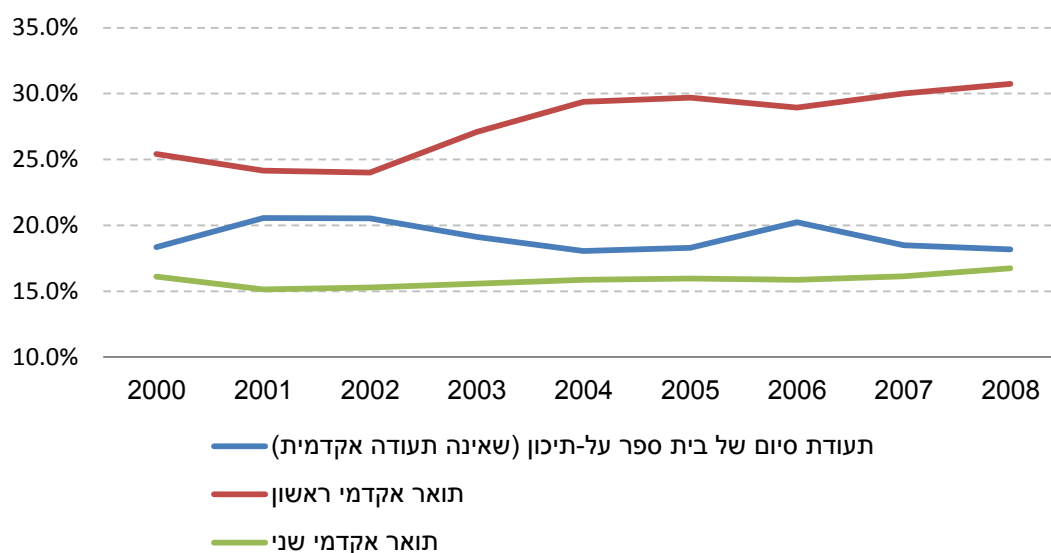
דוגמה לתוכנית תואר שני מואץ שכזה ניתן למצוא באתר אוניברסיטת UCL. כמו גם באוניברסיטאות אחרות באנגליה, ובמוסדות מובילים בארה"ב דוגמת BERKELEY, MIT ואוניברסיטאות אחרות.

בפני הצוות עלו טענות ולפיהן צמיחתן של המכללות האקדמיות, והנגישות להשכלה אקדמית בתחום ההנדסי שהן מאפשרות לשכבות אוכלוסייה שלא השתתפו בה בעבר, גרמו לירידה באיכות התלמידים הפונים ללימודי הנדסאות וכתוצאה מכך קשיים במציאת הנדסאים איכותיים. בין היתר, טענו מעסיקים שונים בפני הצוות כי פלח האוכלוסייה שבעבר לא יכול היה להתקבל לאוניברסיטאות היווה את אוכלוסיית ההנדסאים האיכותית. כיום פלח אוכלוסייה זה יכול, ועל כן מעדיף, לפנות ללימודים אקדמיים במכללות ולא ללימודי הנדסאות.

לטענת אותם מעסיקים, תהליך זה גרם לירידת איכות בעלי תואר הנדסאי, ולקושי ניכר במציאת הנדסאים איכותיים. מנגד, בעלי התארים האקדמיים מהמכללות אינם מהווים תחליף להנדסאים החסרים – אם משום שהם בחרו תחום לימוד אקדמי לא טכנולוגי, ואם משום שכבעלי תואר אקדמי, הם כבר לא מעוניינים בעבודות הנדסאי. חלק מהמעסיקים אף הדגישו כי מבחינתם הנדסאי איכותי הוא עדיף על מהנדס בוגר מכללה, וכי גם סיכויי הקבלה לעבודה, וגם השכר ההתחלתי שיוצע להנדסאי יהיו גבוהים יותר מאשר למהנדס בוגר המכללה.

יש לציין כי הנתונים אינם תומכים בצורה ברורה בטענה זו. שיעור ההנדסאים הכולל דווקא נמצא במגמת עליה בשנים האחרונות, ומספר ההנדסאים והטכנאים המוכשרים במסגרות ההכשרה הטכנולוגית של משרד התמ"ת (מה"ט) נותר יציב.⁴⁰ בנוסף, שיעור ההנדסאים בקרב העובדים במקצועות ההייטק נותר יציב בשנים האחרונות, כפי שניתן לראות באיור 18.

תרשים 18 - שיעור השכירים בענף ההיי-טק, לפי דיפלומה⁴¹



עם זאת, יש לציין כי גם בקרב המכללות להנדסאים ניתן למצוא את התופעות של זיקה חלשה לתעשייה והעדר מיקוד בתחומים הנדרשים על ידי התעשייה. כך, מתוך כ- 8,300 בוגרי המכללות להנדסאים וטכנאים בשנת 2009, כמחצית מהתלמידים למדו תחומים שאינם נדרשים בצורה

40

⁴¹ נתוני למ"ס, עיבוד המועצה הלאומית לכלכלה

מובהקת דוגמת תעשייה וניהול – 1,850 , אדריכלות - 520, ומגמות נוספות – 1,900 (דוגמת עיצוב תעשייתי, תקשורת אינטראקטיבית, צילום ומדיה וכד').⁴² נתוני השכר המופיעים בנספח 7.5 לדו"ח זה (שכר של כ – 8,500 ש"ח להנדסאי בתחום ההנדסה האזרחית, לעומת ממוצע של 6,700 ש"ח להנדסאי בכלל, ו – 5,700 ש"ח להנדסאי בתחום האדריכלות ועיצוב הפנים) מאששים גם הם את השונות בקרב מקצועות ההנדסאים השונים, ומטילים עוד ספק בקיומו של מחסור כללי בהנדסאים שאינם בתחומי הליבה הטכנולוגית.

4.3. ניצול תת אופטימלי של ההון האנושי הקיים

מעבר לכל האמור, הצוות זיהה בעיות נוספות גם בכל הנוגע לכוח האדם המיומן המשתלב בשוק העבודה. מסיבות שונות, קיימים מאגרי כוח אדם בלתי מנוצלים בקרב המהנדסים בישראל, ומספר שנות העבודה של מהנדס בישראל הינו קצר יותר ממדינות אחרות. הצוות זיהה מספר נקודות בעייתיות בהקשר זה:

כניסה מאוחרת לשוק העבודה

גיל הכניסה לשוק העבודה עבור מהנדסים בישראל הינו מבוגר יחסית ביחס לעולם, שכן מרבית הסטודנטים מתחילים בלימודיהם רק לאחר שסיימו את פרק שירותם הצבאי, ולעתים אף מספר שנים לאחר מכן. עובדה זו קוטמת את פרק הזמן של מהנדס מוכשר בשוק העבודה, ומפחיתה את יעילות הקצאת כוח האדם במשק.

המקור הראשון, והמינורי יותר, לתופעה זו נעוץ בתקופת הלימודים בתיכון. חלק ניכר מזמנם של תלמידי התיכון וחיבת הביניים מוקדש להכנה לבחינת הבגרות, אשר במידה רבה מהווה איתות אודות יכולתו של התלמיד להשתלב בהמשך במערכת ההשכלה הגבוהה. עבור מרבית התלמידים איתות זה הינו חיוני, אך קיים אחוז מסוים של תלמידים אשר עבורו אין הדבר נכון. מדובר באותם תלמידים מצטיינים ומחוננים, שלגביהם אין ספק כי יוכלו בהמשך להשתלב במערכת ההשכלה הגבוהה. אשר על כן, שנות התיכון של תלמידים אלו אינן מנוצלות באופן היעיל ביותר, ולו תינתן להם האפשרות – יוכלו תלמידים אלו לשנות את התנהלותם ובכך לקצר את פרק ההכשרה שלהם ולצאת לשוק העבודה בשלב מוקדם יותר. כיום קיימות מספר תוכניות המאפשרות לתלמידים מחוננים ומצטיינים להשתלב במערכות ההשכלה הגבוהה. כ-2,500 תלמידים נחשפים מדי שנה לאקדמיה במהלך הלימודים התיכוניים שלהם, וכ-1,150 לומדים לקראת תואר ראשון באותה תקופה. יש לציין כי תכניות אלו אינן נערכות בצורה מסודרת, ופעמים רבות מטילות עומס לימודי וכלכלי על התלמיד ומשפחתו.

לצד תופעה זו, ובשונה ממרבית מדינות העולם, הכניסה לשוק העבודה בישראל מתעכבת גם עקב חובת השירות הצבאי החלה על כל אזרח המגיע לגיל 18. המשמעות המיידית של חובה זו הינה כניסה מאוחרת של כל המתגייסים למערכת ההשכלה הגבוהה, ולאחר מכן – לשוק העבודה. כיון

⁴² מקור: מנהל תכנון מחקר וכלכלה במשרד התמ"ת.

שכך, פרק הזמן שבו לוקח מהנדס חלק בשוק העבודה מתקצר משמעותית, ובהשוואה לבעלי מקצוע דומים בעולם, הוא עובד שנים מועטות יותר.

חשוב להדגיש כי במקרים רבים, השירות הצבאי עצמו דורש יכולות הנדסיות ותכנותיות שונות. גם צה"ל עובר תהליך של גידול ניכר בשימוש בטכנולוגיה מתקדמת, ובמקביל בצורך בכח אדם מיומן בתחומי הטכנולוגיה. בפגישות עם גורמי כ"א בצה"ל נמסר לצוות כי כיום אין לצה"ל קושי משמעותי במציאת מועמדים לשירות ביטחון ברמה מספקת ליחידות הטכנולוגיות המתקדמות. עם זאת, צה"ל נתקל בקושי ניכר בגיוס עתודאים ואנשי קבע לתחומי הטכנולוגיה. מתוך סך העתודאים שצה"ל זקוק להם בכל שנה, כ- 70% הם בתחומי ההנדסה והטכנולוגיה וכ-10% בתחומי הרפואה, תחומים בהם יש קושי ניכר לגייס עתודאים. ב-20% הנותרים (לרבות מדעים מדויקים, פסיכולוגיה, משפטים, כלכלה, ראיית חשבון וכד'), יש היצע מועמדים גדול משמעותית מהצרכים של צה"ל. מאידך, אותם המשרתים ביחידות הטכנולוגיות של צה"ל, ובפרט בתפקידי הנדסה ותכנות, הינם בין המבוקשים בשוק התעסוקה בצאתם לאזרחות. זאת, בזכות ההכשרה העיונית והמעשית שמעניק צה"ל בתחומים אלו, לצד אפקט "חבר מביא חבר" ממנו הם נהנים.

הלימודים בתיכון והשירות הצבאי, המהווים תחנות מרכזיות והכרחיות, גורמים במידה מסוימת ל"עייכוב" בכניסתו לשוק העבודה של מהנדס מיומן. כך נוצר מצב שאורך החיים של מהנדס מוגבל מלכתחילה, וכפי שיוסבר להלן תופעה זו הולכת ומחמירה בקרב אוכלוסיות שונות.

תרבות ההזנק והשפעתה על כוח האדם

בשנים האחרונות התפתחה בענף ההיי-טק בישראל תרבות עסקית ייחודית, המכונה "תרבות הסטארט אפ", ומתייחסת לאופי העבודה בחברות ההזנק הקטנות והדינמיות הנפוצות בארץ. במרבית החברות הללו ישנו מספר קטן של עובדים המועסקים בצוותים קטנים, ובחלק ניכר מן המקרים אופי העבודה בהן הינו פרויקטלי, דהיינו – בעל מטרות קצרות טווח ומוגדרות היטב. מאפיינים אלו משליכים במידה רבה על אופי כוח האדם הנדרש בחברות, וזאת מהסיבות הבאות:

- צוותי העבודה הקטנים דורשים הומוגניות בכוח האדם, ואינם מאפשרים שילוב של אוכלוסיות מגוונות.
- גודל החברות אינו מאפשר פירמידת קידום, מה שפעמים רבות גורר יציאה מוקדמת של מהנדסים ומתכנתים משוק העבודה.
- בנוסף, פעמים רבות נמנעת אפשרות הגיוס של כוח אדם פחות מיומן, מכיוון שלא קיים מי שיעניק הכשרה. לפיכך, מנהלי כוח האדם בחברות אלו מעדיפים לגייס פרופיל סטנדרטי – בוגר אוניברסיטה מצטיין ובעל נסיון.
- הפרויקטים קצרי הטווח, אשר פעמים רבות מבוצעים תחת לחץ מסוים, יוצרים שחיקה מהירה של כוח האדם, ופוגעים ביכולת השילוב של חיי משפחה ועבודה.
- עומס העבודה ומאפיינים נוספים של התעשייה מחזקים תפישה שלילית של התחום בעיני צעירים השוקלים איזה מקצוע לבחור, וכתוצאה מכך מקטינים את מספר הצעירים הבוחרים ללמוד את המקצועות הרלוונטיים.

כפי שצוין קודם במסמך זה (ראה תרשים 17), קיימת בעיה מהותית בשילובן של נשים בענף ההיי-טק. הבעיה אינה מסתיימת בכך שנשים רבות בוחרות מראש שלא להשתלב בענף זה, אלא מתקיימת גם באוכלוסיית הנשים שכבר בחרו ללמוד את אחד מהמקצועות הנדרשים ולצאת לעבוד בתחומים אלו.

כאמור, ניכר קושי בשילוב בין עבודה מאומצת בהיקף שעות ניכר, לבין המטלות והאילוצים הנגזרים מחיי משפחה, ובפרט נכון הדבר בתעשיית ההיי-טק התובענית לעתים (ראה תיבה לעיל). נראה כי קושי זה מתמקד בעיקר בנשים, אשר יוצאות לחופשות לידה ולרוב לוקחות על עצמן את עיקר האחריות בנושאי המשפחה. בפני הצוות נטען כי התופעה של נשים שעוזבות את תחום ההיי-טק לאחר תום חופשת הלידה הראשונה שלהן אופיינית. בנוסף נמסר לצוות כי מעסיקים רבים מסתייגים מהעסקת נשים צעירות שהן בשנות יצירת המשפחה, ושואלים נשים אודות תוכניותיהן בנושאים אלו (למרות שהדבר בניגוד לחוק). מעדויות שונות נראה כי בפועל קשה למצוא חברות היי-טק אשר מוכנות להציע פתרונות המקלים על השילוב בין חיי משפחה לעבודה, לרבות התחייבות לעבודה בהיקף שעות מצומצם יותר או במשרה חלקית.

נתונים אלו מצטרפים לבעיות השתלבותן של נשים במקצועות הטכנולוגיה, לאור תפיסתם של מקצועות אלו כ"גבריים", והתוצאה היא שיעור השתלבות נמוך של נשים בענפי ההיי-טק.

תעסוקת מבוגרים

מאפייניו הייחודיים של ענף ההיי-טק מקשים מאוד גם על אוכלוסיית העובדים המבוגרים יותר (גילאי 45 ומעלה) להשתלב בו לאורך זמן. כפי שניתן לראות בתרשים 20, בתחום התוכנה ניתן לראות שיעור נמוך יחסית של מבוגרים, לעומת זאת ייתר התחומים נראים מאוזנים יותר, עם אפשרות לבעיה של עודף מבוגרים בתחום ההנדסה האזרחית.⁴³ מראיונות שערך הצוות עולים מספר מקורות לבעיה זו:

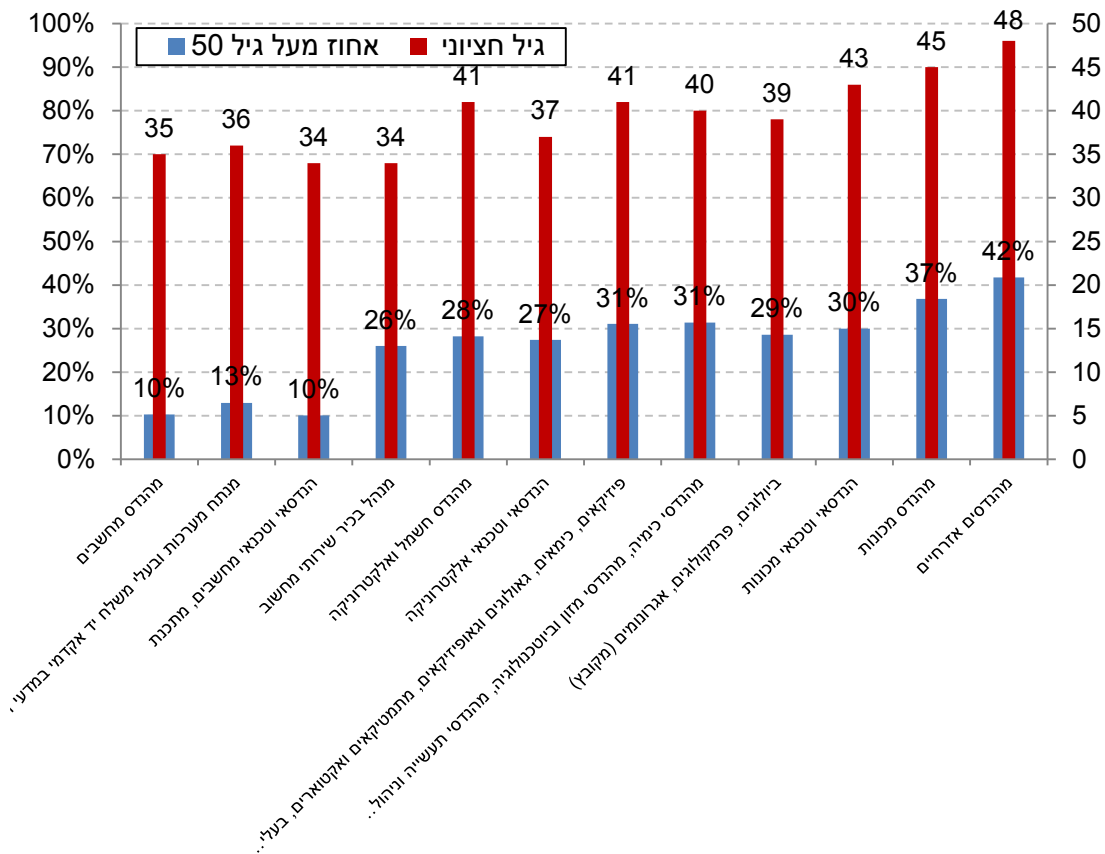
- **בניית צוות הומוגני** - מרבית חברות ההיי-טק בישראל הינן חברות קטנות בעלות מאפיינים יחודיים. לטענת חברות השמה שונות, עובדה זו משפיעה על שיטת גיוס העובדים המבוססת על "חבר מביא חבר", ועל האוטונומיה הניתנת לראש הצוות בבחירת עובדיו. נטען כי לרוב, ראש צוות שכזה, שאינו מיומן במיון עובדים ואינו מודע לצרכים הארגוניים ארוכי הטווח, יעדיף לשמור על צוות הומוגני שמורכב רק מעובדים סטנדרטיים בסגנון "שהוא מכיר".
- **הכשרה** - אופיים של המקצועות ההנדסיים, ובפרט בענף ההיי-טק התזזיתי והמתחדש, דורש כי העוסקים במקצועות אלו יוכשרו כל העת בחידושים האחרונים בתחום. גם כאן באים לידי ביטוי מאפייניו של המשק הישראלי המתמקד בחברות קטנות, שאינן מעוניינות

⁴³ לצד הנתונים המוצגים, יש לציין כי על פי "חברת נישה" (ראה גם סעיף 5.3 בנספח), בשנים האחרונות ישנה עלייה בביקוש לעובדים בגילאי 50-40, וטווח גילאים אלו מהווה כיום חלק ניכר מההשמות שלהם בפועל. לדעתם הדבר מצביע על התבררות של תחום ההיי-טק (והתבררות ראשי הצוותים בחלק ניכר מהחברות).

להשקיע לטווח ארוך בהכשרת מהנדסים, ויוצרות התמקדות של כוח האדם בתחומי ידע ספציפיים, שלא דווקא ידרשו בחברות אחרות. התוצאה הישירה היא שמהנדס או מתכנת אשר נפלט מחברת היי-טק אחת, יתקשה לעתים למצוא עבודה בחברה אחרת משום שאינו בקיא דיו בחידושים האחרונים בתחום עיסוקו ועל כן סובל מנחיתות אל מול עובד צעיר שזה עתה סיים את חוק לימודיו.

- **ירידה ברמת החיים** - מהנדס או מתכנת אשר נפלט מחברה אחת ומחפש עבודה בחברה אחרת, לרוב לא ירצה לרדת ברמת השכר. כיון שרמות השכר בענפי ההיי-טק יכולות להגיע עם השנים לרמות גבוהות במיוחד, מהנדסים רבים מצפים לתנאים שאינם מתאימים בהכרח לעובד בתחילת עבודתו. פירמידת הקידום המצומצמת בחברות ההיי-טק הקטנות גורמת לכך שבחברות רבות אין תפקידים בכירים רבים, והיצע התפקידים אינו הולם בהכרח עובד מבוגר. כך נוצר מצב שבו אותם עובדים נאלצים "להתפשר" על תפקיד ורמת שכר נמוכים יותר ממה שהורגלו אליו, מה שמקשה על שיבוצם במשרות הפנויות.

תרשים 19 - גיל חציוני ואחוז מועסקים מעל גיל 50⁴⁴



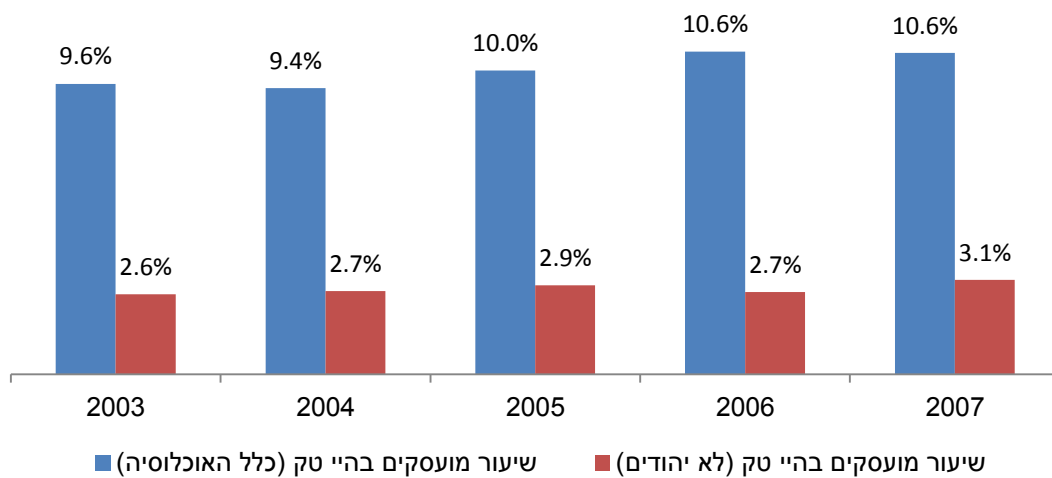
סיבות אלו ואחרות מביאות ליציאה מוקדמת של בעלי מיומנויות נדרשות משוק העבודה, וזאת כנגד רצונם ועל אף שיש להם תרומה פוטנציאלית ניכרת.

⁴⁴ לפי משלחי יד 2009

על פי הנתונים, צעירים ערבים הבוחרים ללמוד את אחד מן המקצועות הרלוונטיים לענפי ההיי-טק אינם מועסקים לרוב במקצוע הרלוונטי לתחום לימודיהם. על פי סקר שנערך על ידי התמ"ת⁴⁵, 18% מן הצעירים הערבים בחרו ללמוד אחד מן המקצועות הרלוונטיים לענף ההיי-טק, אך מתוכם רק 20% מועסקים בסופו של דבר בתחום הרלוונטי ללימודיהם, כאשר מרביתם עוסקים לבסוף בהוראה (44%).

בנוסף, ניתן לראות בתרשים 20 כי שיעור הערבים המועסקים בענף ההיי-טק הינו נמוך משיעור המועסקים בהיי טק מסך האוכלוסיה, דבר המעיד גם הוא על תת איוש בקרב אוכלוסיה זו.

תרשים 20 – שיעור מועסקים ערבים⁴⁶



משמעות הנתונים הינה כי קיים כוח אדם מיומן רב, היכול להשתלב בענף ההיי-טק בארץ, אך השתלבות זו נמנעת מסיבות שונות. מיצוי נכון של כוח אדם זה יכול לפתור חלק ניכר מן הבעיה אותה תיארו לעיל, ובכך לתרום לשיפור מצבו של המשק הישראלי לצד שיפור מצבם של העובדים אשר ישתלבו בענף זה.

⁴⁵ סקר השתלבות אקדמאים ערבים בשוק העבודה בישראל, מנהל מחקר וכלכלה, תמ"ת
⁴⁶ נתוני למ"ס, עיבוד המועצה הלאומית לכלכלה

BEST PRACTICES בחברות גדולות בהיי-טק בישראל

חברות שונות הציגו בפני הצוות מספר תוכניות ופעולות שהן מבצעות, ואשר מסייעות להן במתן פתרונות למצוקות כוח האדם. להלן סקירה של העיקריות שבהן:

כלים לשילוב עבודה עם מטלות משפחה

- נשים אחרי חופשת לידה: חברת אינטל ישראל החליטה לאפשר לכל אישה היוצאת לחופשת לידה לחזור לעבודה באופן הדרגתי – לחזור ולעבוד במשרה חלקית (כבקשתה) עד 12 חודשים לאחר הלידה. נמסר לנו כי בעקבות החלטה זו, כמעט כל היוצאות לחופשת לידה חוזרות כיום להשתלב באינטל (זאת לעומת קרוב למחצית שהיו פורשות קודם לשינוי זה).
- מתן אפשרות לעבודה מהבית: מספר חברות יישמו טכנולוגיות המאפשרות להתחבר מהבית לרשת המחשבים הארגונית, ובמקביל הנחו את ראשי הצוותים לאפשר כי חלק מהשעות הנדרשות יבוצעו מהבית, (אינטל לדוגמה מאפשרת לעבוד יום בשבוע מהבית). יש לציין כי גמישות שכזו יוצרת קושי מסוים לראשי הצוותים, ומחייבת השקעת מאמץ נוסף בתיאום בין חברי הצוות.
- מתן אפשרות לעבודה במשרה חלקית: הצוות לא מצא חברות שמאפשרות לעבוד במשרה חלקית באופן קבוע (למעט מקרים חריגים בודדים). מספר חברות אף הביעו הסתייגות מאפשרות שכזו (מתוך חשש ליכולת לשמר את אופי העבודה הצוותי).
- הקמת מעונות יום: חברת אינטל השתתפה בייזום ובמימון הקמת מעון יום לילדים, בסמוך למפעל בקריית גת. הקרבה של מעון היום למפעל, מאפשרת לעובדי החברה להאריך את שעות השהות במפעל – על חשבון זמן נסיעה יקר.

הרחבת מעגל העובדים הפוטנציאליים:

- משרות לסטודנטים: כיום, חברות רבות (בעיקר החברות הגדולות) פונות לגייס סטודנטים מהאוניברסיטאות המובילות, ל"משרות סטודנט" ייעודיות (כיום מגייסים סטודנטים כבר בשנה השנייה לתואר). גיוס הסטודנטים אמנם מחייב להשקיע בהכשרה מעשית, וביצירת משרות מתאימות (שעות גמישות ובהיקף של עד 120 שעות בחודש), אך הוא מאפשר "לשים את היד" על האנשים האיכותיים, ולקבל מהם תפוקה במחיר יחסית נמוך.
- הסבה מקצועית לאקדמאים בתחומים אחרים: לצוות נמסר כי בשנת 2000, במהלך המחזור החמור בכוח אדם, יזמה אלביט (וכנראה גם חברות אחרות) קורסים ייעודיים להסבה מקצועית לתחום התוכנה של אקדמאים מתחומים אחרים (בעיקר מדעי הטבע והחברה). נמסר כי אלביט בנתה קורסים אלו בדיוק לפי צרכיה, וביצעה סינון קפדני של המועמדים לקורס, וכי הרוב הגדול של בוגרי הקורסים הללו השתלב בחברה בהצלחה. עם זאת, מרבית החברות שרואנו, לא הסכימו להוביל כיום יוזמות שכאלו לאור העלות והמאמץ הנדרשים.
- הסברה לתלמידים ולמורים: חלק מהחברות הגדולות (אינטל, אלביט, רפא"ל ועוד) מבצעות באופן קבוע פעולות הסברה, החושפות לתלמידי תיכון ולמורים לטכנולוגיה את האתגר והעניין שיש במצוינות הטכנולוגית. לצעדים אלו, הנעשים גם בסיוע התאחדות התעשיינים, ומשלבים ביקורים בתעשייה והרצאות בבתי הספר, יש חשיבות רבה ביצירת המאגר העתידי של צעירים שיבחרו לפנות לעבודה בתחום.

כלים לגיוון האוכלוסייה העובדת:

- הנחייה מלמעלה - מאמץ ארגוני: בחלק מהחברות הגדולות (בפרט בחברות הבין לאומיות), נמצאה מדיניות מוגדרת לעידוד הגיוון בסוגי העובדים. זאת גם מתוך ההבנה כי הגיוון תורם ליצירתיות ולחשיבה "מחוץ לקופסה". מדיניות שכזו בוצעה גם על ידי בדיקה כמותית של שיעור הגיוון בפועל, גם על ידי סדנאות למגייסים בפועל, (כיצד להתאים את דרישותיהם למאפייני אוכלוסיות שונות), וגם על ידי זיהוי "שגרירים" בחברה שיסייעו בהבאת חברים ובהרחבת מעגלי הגיוס (לדוגמה – הסתייעות בעובדים ערבים כדי להרחיב את מעגל הערבים המגויסים)
- עבודה עם חברות מיקור חוץ (חרדים וערבים): תופעה חדשה נוספת, היא שימוש במיקור חוץ של חברות "מיגזריות" ייעודיות, (דוגמת "גליל סופטוור" ובאבקום במגזר הערבי, ומאטריקס במגזר החרדי). זאת גם בשל היתרונות היחסיים שלהן, וגם ככלי לגיוון את סוגי אוכלוסיית העובדים.

כפי שמפורט בהמשך, הצוות לא הצליח להגיע למסקנות חד משמעיות בנושא המחסור בכוח אדם בתחומי ההנדסה האזרחית. מחד, לא נמצא גידול ניכר בשכר או במספר בעלי משלח היד העוסקים בתחומים אלו, אולם עדויות רבות וכן סקרים שונים מדווחים על מחסור ניכר במהנדסים אזרחיים. ייתכן כי פער זה נובע מהיות משרדי הממשלה חלק מרכזי מהביקוש לעובדים בתחומים אלו בכלל המשק.

נתוני הלמ"ס מראים כי:

בעשור האחרון לא ניכרה צמיחה משמעותית בתחום ההנדסה האזרחית, וכמות המהנדסים האזרחיים נשארה קבועה סביב כ- 12 אלף. עם זאת, בסקרים האומדים את הביקוש לעובדים ניתן לראות ביקוש חריג וקבוע למהנדסים אזרחיים.

כאמור, השכר בתחום ההנדסה האזרחית יחסית אינו גבוה. כך לדוגמה בוגר מוסדות אקדמיים בתחום שסיים את לימודיו בשנת 2000, הרוויח במוצע בשנת 2004 את הסכומים הבאים: הנדסה אזרחית - 121 אלף ₪ בשנה, ארכיטקטורה - 84, הנדסה גיאודטית - 81 (לעומת 270 אלף ₪ לבוגר הנדסת חשמל / הנדסת מחשבים).

הפערים בשכר בין מקצועות ההנדסה האזרחית לבין מקצועות ההנדסה הקשורים לתחום הטכנולוגיה העילית גורמים לכך שחלק ניכר מאותם הצעירים אשר גם מתעניינים בטכנולוגיה וגם יכולים לעמוד בדרישות הלימוד הגבוהות הנדרשות במקצועות ההנדסה, יעדיפו לבחור בתחומי הטכנולוגיה העילית על פני ההנדסה האזרחית.

משיחות עם גופים הקשורים להנדסה אזרחית⁴⁷ עולה התמונה הבאה:

לטענתם קיים כיום מחסור ניכר במהנדסים בכלל מקצועות ההנדסה האזרחית, בדגש על תחום התכנון, וכן קיים קושי ניכר בגיוס עובדים, לרבות עובדים חסרי ניסיון. הגופים הביעו חשש כי בשנים הקרובות המחסור צפוי להחריף במידה ניכרת, ולהפוך לבעיה שעלולה לפגוע בצורה משמעותית בהתפתחות המשק, וזאת מהסיבות הבאות:

- חלק ניכר מהמהנדסים האזרחיים הפעילים כיום הם עולים לשעבר מברה"מ, אשר גילם מבוגר והם צפויים להפסיק את פעילותם בשנים הקרובות.
- הרפורמה הצפויה בתחום התכנון בארץ, ואתה הכוונה להקמת מרכזי בדיקה מקצועיים, ולהאצת פעולות התכנון והבנייה בארץ, צפויה ליצור ביקוש למאות מהנדסים אזרחיים ומתכננים נוספים.

⁴⁷ שיחות עם רשם המהנדסים במשרד התמ"ת, מנהל התכנון במשרד הפנים, לשכת המהנדסים והאדריכלים, איגוד המהנדסים לבניה, ועוד.

- בשנים האחרונות החליטה הממשלה על מספר צעדים דרמטיים להקמת תשתיות בארץ בעשור הקרוב, בהן ההחלטה על שדרוג משמעותי של נתיבי התחבורה בישראל - "נתיבי ישראל" ופרויקטי תחבורה אחרים, ההחלטה על העתקת בסיסי צה"ל לנגב, והחלטות נוספות אשר משמעותן בין היתר היא יצירת ביקוש למאות רבות של מהנדסים אזרחיים נוספים. בהקשר זה, יש לציין כי עבודה שנעשתה לאחרונה במשרד התחבורה העלתה כי יש לשאוף להכשיר עוד 500 מהנדסים אזרחיים במהלך חמשת השנים הקרובות.

בנוגע לשאלה מדוע המחסור לא מתבטא בעליית שכר, העלו הגופים השונים את הטענות הבאות:

בחלק מתחומי ההנדסה האזרחית (דוגמת תכנון כבישים) הממשלה היא הקונה הבלעדי, וביתר התחומים היא קונה משמעותי ביותר. בשיחות עלתה הטענה כי בשוקים אלו הממשלה מנצלת את כוחה התחרותי, מתנהגת כ"מונופסון", ובאמצעות מחירון החשכ"ל, ומנגנוני המכרזים הממשלתיים, היא איננה מאפשרת לחברות ההנדסה האזרחית להעלות את המחיר. טענה נוספת שעלתה היא כי הפיקוח והבקרה הממשלתית והפרטית על איכות התכנון בישראל הם לקויים מאד. עובדה זאת מעודדת את חברות ההנדסה האזרחית להמשיך ולהתמודד על מכרזי תכנון, גם אם המחיר בהם הוא "מחיר הפסד", ולהשיג בכל זאת רווח דרך התפשרות משמעותית על איכות התכנון שנעשה בפועל.

בימים אלו, ומקביל לעבודת הצוות, מתקיימת עבודת מטה בהובלת משרד האנרגיה והמים לבחינת המחסור במהנדסים בממשלה. כאמור, הצוות לא הגיע למסקנות חד משמעיות בנוגע לאפיון המחסור במהנדסים אזרחיים וסיבותיו, ונראה כי יש להמשיך את הבחינה המעמיקה של הנושא.

הקמת פורום מתכלל:

בכדי למנוע את החרפתו של המחסור בכוח האדם המיומן בתחומים הנדרשים, יש להמשיך ולפעול באופן עקבי ונחוש לטיפול בבעיה זו, וזאת תוך בחינה מתמדת של אופי ההתערבות הממשלתית הנדרש, והשפעתה על השוק. אשר על כן, ממליץ הצוות להקים פורום מתכלל, בראשות מנכ"ל משרד התמ"ת ובהשתתפות נציגי אגף התקציבים, ראש הממשלה והוועדה לתכנון ותקצוב במועצה להשכלה גבוהה, ואשר תפקידיו וסמכויותיו יהיו:

- הגדרת יעדים כלליים לצמצום המחסור תוך הגדלת כוח האדם המיומן, לצד יעדים פרטניים לגידול במספר בוגרי המוסדות להשכלה גבוהה, ולשילוב אוכלוסיות ייחודיות בתעשייה עתירת הידע.
- בחינה עתית של היקף המחסור ומידת העמידה ביעדים שיוגדרו.
- קידום פעילות להגדלת היקפי כוח האדם המיומן במקצועות ההנדסה, וזאת בין היתר תוך קידום המלצות הצוות המפורטות להלן, וכן יזום וקידום תכניות נסיוניות ככל שידרש.

הגדלת מצבת כ"א מיומן במקצועות הנדרשים בטווח הקצר ע"י:

- המשך קידום התוכנית לאיתור ו"השבת מוחות" מחו"ל, ופיתוח תכנית לעידוד קליטת עולים וישראלים חוזרים, ובדגש על העוסקים במקצועות הנדרשים. בנוסף, בחינת האפשרות להבאת עולים חדשים וישראלים חוזרים לתעשייה באמצעות הקלות מס. הבחינה תתבצע על ידי רשות המסים.
- גיבוש תכניות לעידוד החברות לפעול לשימור עובדים בתחום ההייטק ולהרחבת מעגל המועסקים, בדגש על עובדים בגילאי +50, נשים עם ילדים, בוגרי מכללות, ואוכלוסיות מעוטות השתתפות בשוק העבודה.

הגדלת מצבת כ"א מיומן במקצועות הנדרשים בטווח הבינוני ע"י:

- שימור המאמץ להגדלת תשתיות ההוראה בתחומים הרלוונטיים במוסדות האקדמיים תוך שמירה על איכות הלימודים הגבוהה באוניברסיטאות ותוך העלאת רמת ואיכות הלימוד במכללות. זאת בין היתר באמצעות שמירה על התמריצים הכלכליים המעודדים זאת (דוגמת השינויים שהתבצעו במודל התקצוב ובמנגנון הקצאת תקציבי הבינוי והפיתוח), והתאמה מתמדת של מספר הבוגרים לצרכי התעשייה.
- חיזוק שיתופי הפעולה והקשרים שבין תכניות הלימוד במוסדות האקדמיים לבין תעשיית הטכנולוגיה העילית, ובפרט גיבוש תכנית לעידוד הגברת שיתופי הפעולה בין המכללות לבין חברות תעשייתיות.

- **יישום המלצות הועדות להערכת איכות והבטחתה של המועצה להשכלה גבוהה בדגש על תחומי מדעי המחשב והנדסת חשמל ואלקטרוניקה, ועל ההמלצות הכלולות בהן לחיזוק הזיקה שבין תוכניות הלימוד לצרכי התעשייה.** במקביל לגידול הצפוי בהיצע מקומות הלימוד באקדמיה, יש לבחון תמרוץ סטודנטים לפנות ללימודים למקצועות הנדרשים בתעשייה, וזאת תוך התמקדות באוכלוסיות שייצוגן בתעשייה זו נמוך בדגש על נשים, וכן על אוכלוסיות הערבים והחרדים. חשוב כי הרחבת מעגל הפונים ללימוד מקצועות אלו תתבצע במשולב עם הגדלת תשתיות הלימוד, וזאת בכדי למנוע בזבוז משאבים או פגיעה באיכות הלימודים

לשם הגדלת היצע כוח האדם המיומן בטכנולוגיה עילית בטווח הזמן הארוך, יש לפעול להרחבת מעגל הצעירים שיכולים ומעוניינים ללמוד מקצועות אלו וזאת באמצעות:

- המשך חיזוק החינוך למצוינות טכנולוגית בתיכונים, נושא הצובר תאוצה בתקופה האחרונה.
- הרחבת תכניות להכוונה מקצועית לתלמידים בתיכון ולחיילים טרם שחרורם, לרבות חשיפה לעניין ולפוטנציאל המקצועי הגלום בטכנולוגיה העילית. יש לשים דגש בתכניות אלו על נשים, שייצוגן הנמוך בתעשייה נובע בין היתר מנטיה מוקדמת שלא לפנות ללימודים טכנולוגיים בתיכון ובהשכלה הגבוהה.
- יש למקד את תוכניות הקרן לעידוד לימודי השכלה גבוהה לחיילים משוחררים (כהגדרתה בחוק קליטת חיילים משוחררים) בעידוד לימודים אקדמיים ובתמיכה בלימודים אקדמיים במקצועות הטכנולוגיה העילית.
- גיבוש תכנית, בשילוב עם הצבא, לחיזוק הכשרת המהנדסים במהלך שירותם הצבאי וניצול מיטבי של כוח אדם זה בשילוב בשוק העבודה.
- הרחבת מכינות קדם אקדמיות ותוכניות לסיוע אקדמי במהלך הלימודים, ומיקודן בתלמידים הבוחרים ללמוד את מקצועות הטכנולוגיה העילית.

הנדסה אזרחית:

כמפורט בדו"ח, הצוות לא הגיע למסקנות חד משמעיות בנושא המחסור בתחומי ההנדסה האזרחית, שכן לצד עדויות רבות אודות מחסור לא נמצאה עליה מקבילה בשכר. לאור זאת, מומלץ לבצע בדיקה מעמיקה יותר בנושא המחסור במהנדסים האזרחיים וזאת באמצעות צוות בין משרדי בראשות יו"ר המועצה הלאומית לכלכלה, ובהשתתפות נציגי אגף התקציבים והחשב הכללי במשרד האוצר, נציבות שירות המדינה והוועדה לתכנון ותקצוב במועצה להשכלה גבוהה. הבדיקה תתבצע בשיתוף עם משרדי הממשלה הרלוונטיים, ובה יבחנו בין היתר מנגנוני העסקת מהנדסים אזרחיים על ידי המדינה, מחיר המחירון בהקשר זה, ומנגנוני הפיקוח והבקרה על איכות התכנון במכרזי תשתיות ובינוי ממשלתיים.

התעשייה עתירת הידע מאופיינת בדינמיות רבה ועל כן כלי התערבות חייב שיהיה גמיש לשינויים והתאמות בהתאם להתפתחויות הרלוונטיות.

כל התערבות של הממשלה בהעדפת תחום לימוד זה או אחר חייבת להתבצע בזהירות ולאחר בחינה מעמיקה וניתוח הערכות של הצרכים העתידיים של המשק הישראלי ושל השלכות הצפויות ממהלך שכזה, שכן להתערבות ממשלתית עשויות להיות השלכות שליליות. במידה ואכן תבוצע ההתערבות כאמור יש לבחון באופן שוטף את השפעתה. אשר על כן, יש למסד ועדת היגוי אשר תעסוק במדידה ודיווח אודות המחסור במהנדסים, ויפקח על ביצוען של ההמלצות האמורות. בראשות הפרום ועדת ההיגוי יעמוד מנכ"ל משרד התמי"ת, והוא יכלול את נציגי משרדי החינוך, ראש הממשלה והאוצר, ונציג הות"ת. תפקידיה וסמכויותיה של ועדת ההיגוי יהיו:

1. הגדרת יעדים כלליים לצמצום המחסור תוך הגדלת כוח האדם המיומן, לצד יעדים פרטניים לגידול במספר בוגרי המוסדות להשכלה גבוהה, ולשילוב אוכלוסיות ייחודיות בתעשייה עתירת הידע.
2. בחינה עתית של היקף המחסור ומידת העמידה ביעדים שיוגדרו.
3. קידום פעילות להגדלת היקפי כוח האדם המיומן במקצועות ההנדסה, וזאת בין היתר תוך קידום המלצות הצוות המפורטות להלן, וכן יזום וקידום תכניות נסיוניות ככל שידרש.

6.2. המלצות להקטנת המחסור בטווח הזמן הקצר, הבינוני והארוך

הכשרת אנשים חדשים בטכנולוגיות עילית לוקחת זמן ניכר. לשם מתן מענה בטווח הזמן הקצר למצוקת כוח האדם, יש לפעול בעיקר למיצוי טוב יותר של כוח האדם הקיים. זאת ניתן לעשות על ידי:

- א. שימוש בכוח אדם הנמצא כיום בחו"ל - המשך התוכנית ל"השבת מוחות" מחו"ל ובחינה האפשרות להבאת עולים חדשים וישראלים חוזרים לתעשייה תוך מתן הקלות מיסוי עבור אותה אוכלוסייה.
- ב. מיצוי טוב יותר של כוח האדם המיומן הלא מנוצל (נשים, מבוגרים, ערבים וכד') – עידוד החברות לשימור עובדים קיימים ולהרחבת מעגל המועסקים.
- ג. המשך הגדלה וחיזוק של תחומי הלימוד הרלוונטיים במוסדות ההכשרה האקדמאים, תוך שיפור הזיקה שבין תוכניות הלימוד לבין החברות התעשייתיות.

א. התוכנית להשבת מוחות מחו"ל:

החלטת הממשלה מספר 1503 מיום 14.03.2010, בנושא תכנית לאומית "להבאת מוחות" לישראל, מטילה על השר לקליטת עליה לייסד תוכנית ל"עידוד איתור וקליטת מוחות" שרכיביה המרכזיים הם:

א. הקמת מאגר מקוון של ישראלים המתגוררים בחו"ל, ואשר הם בעלי מומחיות בתחומי המדע והטכנולוגיה העילית.

ב. יצירת תשתית להנגשת כלי הסיוע הממשלתיים לתושבים חוזרים.

ג. יצירת מסגרות למפגש והיכרות בין המומחים המתגוררים בחו"ל ובין מעסיקים פוטנציאליים בישראל.

בהמשך להחלטה זו הוקם מאגר מידע מקוון והתבצעה פעילות ענפה לאיתור מומחים כאמור. כיום המאגר מכיל פרטים אודות כ 5400 מומחים אשר רצו להשתתף במיזם. מהם כ 1500 מומחים בתחומי המחשבים והאלקטרוניקה, כ 500 בתחומי ההנדסה וכ 700 בתחומי מדעי הטבע והחיים.

כיום, לאחר הקמת המאגר, נדרש להבטיח את המשך תפעולו ושימור הקשר עם המומחים השונים, וכן את ביצוע שאר רכיבי התוכנית במשך השנים הקרובות.

בנוסף, יש להטיל על רשות המסים לבחון אפשרות להבאת עולים חדשים וישראלים חוזרים מחו"ל לתעשייה תוך מתן הקלות מס לאוכלוסיה זו.

ב. מיצוי כוח האדם הלא מנוצל:

כמפורט בפרק הדין בתעשיית ההיי-טק הישראלית, מסיבות שונות נראה כי בישראל כיום ישנה אוכלוסייה של עובדים מיומנים בטכנולוגיות עילית, אשר בשל מאפיינים אישיים שונים מתקשים להשתלב בתעשיית ההיי-טק, ולמצות את יכולותיהם. באוכלוסייה זו נמצא עובדים מבוגרים, נשים המטפלות בילדים, מיעוטים ואוכלוסיות נוספות.

מוצע כי וועדת ההיגוי תפעל בשיתוף משרד התמ"ת במטרה לגבש תוכנית לשיפור מיצוי כוח האדם המיומן בתחומי המדע והטכנולוגיה, לרבות:

א. גיבוש תכנית להרחבת שיתופי הפעולה שבין התעשייה לבין המוסדות האקדמאים, בדגש על המכללות האקדמאיות, בתחום שיתופי פעולה בתחום הכשרת סטודנטים לתואר ראשון ושני. זאת כדרך לשיפור מיצוי כוח האדם הלא מנוסה, ולהאצת תהליך השתלבותו בעבודה אשר ממצה את כישוריו.

ב. גיבוש תכנית לעידוד קליטה ושימור של נשים עם ילדים, עובדים מבוגרים, ואוכלוסיות נוספות שייצוגן בתעשייה נמוך. זאת הן באמצעות פעולות הסברה, והן תוך שימוש בכלי

מדיניות אחרים הזמינים למשרד התמ"ת. יש לציין כי כבר כיום מפעיל התמ"ת תכניות לטיפול בחלק מן הבעיות.

ג. גיבוש תכנית, בשילוב עם הצבא, לחיזוק הכשרת המהנדסים במהלך שירותם הצבאי וניצול מיטבי של כוח אדם זה בשילוב בשוק העבודה.

ג. הגדלה וחיזוק של תחומי הלימוד הרלוונטיים במוסדות ההכשרה

הגדלה משמעותית של כמות העובדים המיומנים בטכנולוגיה עילית המצטרפים בשנים הבאות לתעשייה, דורשת הרחבה ניכרת של מעגל הצעירים שיכולים ומעוניינים ללמוד תחומים אלו, ובהתאם הרחבה של מספר מקומות הלימוד הזמינים להם.

כפי שפורט בפרק 2, במקביל ולאור עבודת הצוות, החלו גופים שונים כבר לבצע מספר תהליכים אשר צפויים להגדיל את היצע כח האדם המיומן ולהקטין בכך את המחסור הקיים כיום, בפרט יש לציין את השינויים הבאים:

מערכת ההשכלה הגבוהה: מיקוד משאבים בתחומים הטכנולוגיים באמצעות מודל התקצוב של ות"ת – כך לדוגמא התעריף לסטודנט לתואר ראשון בתחום הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים עלה מ 32.7 אלש"ח לתלמיד, ל 40 אלש"ח לתלמיד (גידול של 22%). דוגמה נוספת היא הפניית עיקר תוספת מכסות התלמידים החדשות, ותוספות תקציבי הבינוי והתשתית לתחומים הטכנולוגיים.

משרד החינוך: הפעלת תוכנית אסטרטגית להגדלה ניכרת במספר התלמידים הלומדים במסלולי מצוינות טכנולוגית – תוכנית שש שנתית, בעלות של כ - 270 מלש"ח, אשר צפויה להכפיל את מספר התלמידים הלומדים במסלולים אלו תוך חמש שנים.⁴⁸

עם זאת, הצוות מדגיש כי:

חשוב כי הרחבת מעגל הפונים ללמוד מקצועות אלו תתבצע במשולב עם הגדלת תשתיות הלימוד, וזאת בכדי למנוע בזבוז משאבים או פגיעה באיכות הלימודים.

מצב בו, לדוגמא, נעשית פעולה להרחבת ניכרת של כמות התלמידים הפונים לתחום (לדוגמא דרך מתן מלגות קיום נדיבות) ללא פעולה מקבילה לשיפור יכולת התלמידים ולהרחבת תשתיות הלימוד, עלולה לגרום למספר השפעות שליליות – דוגמת ירידה משמעותית באיכות התלמידים (במצב בו האוניברסיטאות יקבלו את התלמידים הנוספים ללא ההרחבה הנדרשת של תשתיות הלימוד), או בזבוז משאבים ניכר (במצב בו האוניברסיטאות לא יפתחו את שעריהן, ומשאבים שהוקצו למלגות לא ינוצלו או ינותבו בפועל למטרות אחרות).

לאור זאת, הצוות ממליץ על פעולה המשלבת:

⁴⁸ ראה גם "משרד החינוך ישקיע 270 מיליון שקל בהזנקת החינוך הטכנולוגי" (TheMarker 29.3.2011) <http://it.themarker.com/tmit/article/14789>

- א. המשך חיזוק החינוך למצוינות טכנולוגית בתיכונים, וכן חשיפה והכוונה מקצועית לתחומי ההנדסה עבור תלמידי תיכון. יש לשים דגש בתכניות אלו על נשים, שייצוגן הנמוך בתעשייה נובע מנטיה מוקדמת שלא לפנות ללימודים טכנולוגיים בתיכון ובהשכלה הגבוהה.
- ב. הרחבת תוכניות להכוונה מקצועית לחיילים טרם שחרורם, לרבות חשיפה לפוטנציאל הגלום בטכנולוגיה העילית.
- ג. הרחבת מכינות קדם אקדמיות ותוכניות לסיוע אקדמי במהלך הלימודים, לבוחרים ללמוד את מקצועות הטכנולוגיה העילית.
- ד. המשך מתן תמריצים להגדלת תשתיות הלימוד בתחומים הרלוונטיים במוסדות האקדמיים תוך שמירה על איכות.
- ה. יישום המלצות הועדות להערכת איכות והבטחתה של המועצה להשכלה גבוהה בדגש על תחומי מדעי המחשב והנדסת חשמל ואלקטרוניקה.
- ו. במקביל לגידול הצפוי בהיצע מקומות הלימוד באקדמיה, יש לבחון תמרוץ סטודנטים ללימודים למקצועות הנדרשים בתעשייה, וזאת גם תוך גיבוש תוכניות ייעודיות לאוכלוסיות שייצוגן בתעשייה זו נמוך, ובפרט חרדים וערבים.
- שילובן של המלצות אלו, יוכל גם להגדיל בצורה ניכרת הן את כמות הצעירים שיכולים ללמוד את תחומי הטכנולוגיה העילית, הן את כמות הצעירים שרוצים ומצליחים ללמוד תחומים אלו, והן את כמות הצעירים שמצליחים להשתלב במהרה בתעשייה, באופן שממצה את כישוריהם.

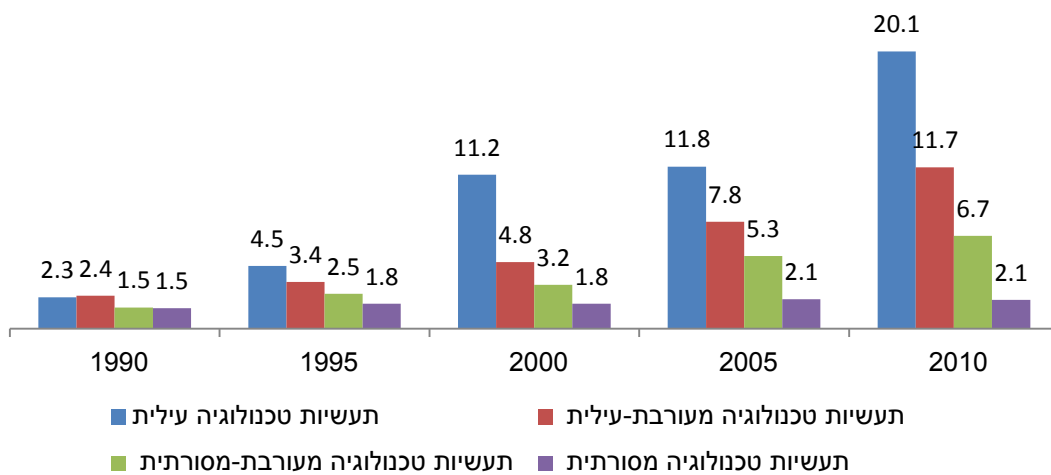
הנדסה אזרחית

כמפורט בדו"ח, הצוות לא הגיע למסקנות חד משמעיות בנושא המחסור בתחומי ההנדסה האזרחית, שכן לצד עדויות רבות אודות מחסור לא נמצאה עליה מקבילה בשכר. לאור זאת, מומלץ לבצע בדיקה מעמיקה יותר בנושא המחסור במהנדסים האזרחיים וזאת באמצעות צוות בין משרדי בראשות יו"ר המועצה הלאומית לכלכלה, ובהשתתפות נציגי אגף התקציבים והחשב הכללי במשרד האוצר, נציבות שירות המדינה והוועדה לתכנון ותקצוב במועצה להשכלה גבוהה. הבדיקה תתבצע בשיתוף עם משרדי הממשלה הרלוונטיים, ובה יבחנו בין היתר מנגנוני העסקת מהנדסים אזרחיים על ידי המדינה, מחיר המחירון בהקשר זה, ומנגנוני הפיקוח והבקרה על איכות התכנון במכרזי תשתיות ובינוי ממשלתיים.

7.1. ייצוא תעשייתי לפי עוצמה טכנולוגית

בעשורים האחרונים האחרונים הפך הייצוא התעשייתי למוטה טכנולוגיה עילית. בעוד ב 1995 היתה הטכנולוגיה העילית רק 37% מהייצוא התעשייתי, ב 2010 היא הפכה לכ 49% מהייצוא.

תרשים 21 - ייצוא תעשייתי לפי עוצמה טכנולוגית⁴⁹



*מיליארדי דולרים

עם זאת, יש לציין כי ההבחנה שהלמ"ס מבצע בין התעשיות לפי עוצמה טכנולוגית, היא הבחנה פשוטה המבוססת על ענפים. כך לדוגמה ענף הטכסטיל מסווג כשייך לתעשיות הטכנולוגיה המסורתית, אם כי בפועל, כיום בישראל מרבית תעשיית הטכסטיל היא תעשייה עתירת טכנולוגיה ומור"פ מתקדם.

לאור זאת להערכתנו תרשים זה מציג הערכת חסר להיקף המעבר של התעשייה הישראלית לתעשייה עתירת טכנולוגיה ומחקר ופיתוח מתקדמים.

על פי הגדרת הלמ"ס:

- **תעשיות טכנולוגיה עלית:** מכונות למשרד ומחשוב, רכיבים אלקטרוניים, כלי טיס, ציוד תקשורת אלקטרוני, ציוד לבקרה ולפיקוח, תרופות.

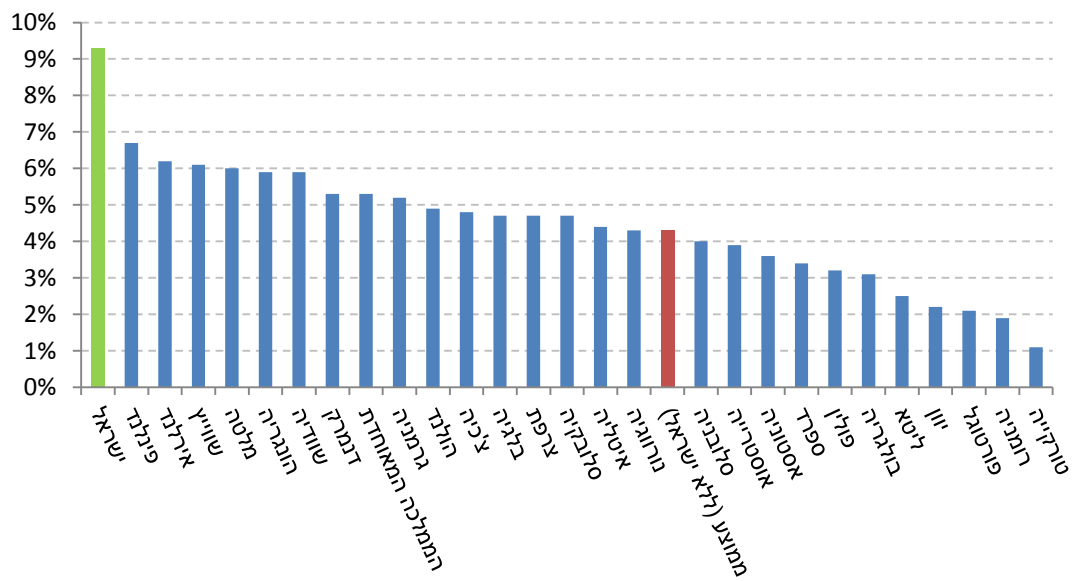
⁴⁹ מקור: למ"ס, ייצוא תעשייתי לפי עוצמה טכנולוגית

- **תעשיות טכנולוגיה מעורבת עלית:** כימיקלים וזיקוק נפט, מכונות וציוד, ציוד ומנועים חשמלי, כלי רכב מנועיים.
- **תעשיות טכנולוגיה מעורבת מסורתית:** כרייה וחציבה, גומי ופלסטיקה, מינרלים אל-מתכתיים, מתכת בסיסית ומוצרי מתכת, כלי שיט, תכשיטים וצורפות, מוצרים לנמ"א.
- **תעשיות טכנולוגיה מסורתית:** מוצרי מזון, משקאות וטבק, טקסטיל, הלבשה ועור, נייר, דפוס, עץ ומוצרים.

7.2. אחוז המועסקים בתחום ההייטק מתוך כלל המועסקים

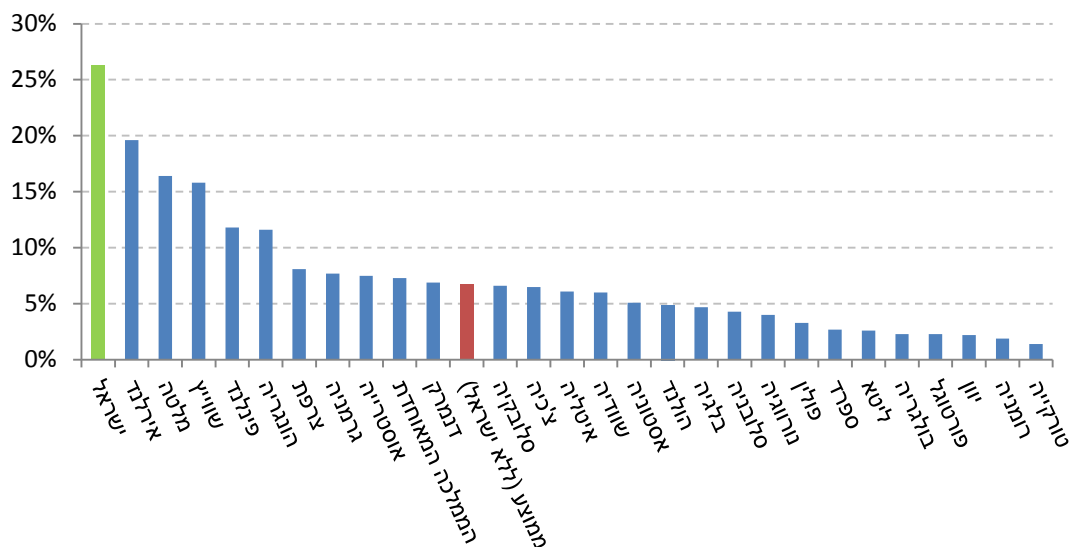
ניתן לראות כי בהשוואה ליתר המדינות המפותחות, תחום ההיי-טק בישראל מפותח בצורה חריגה. ישראל היא הראשונה גם באחוז המועסקים בהיי-טק מכלל המשק, וגם באחוז המועסקים בהיי-טק מכלל התעשייה, כאשר כמעט כל יתר המדינות נמצאות בפער ניכר מתחתיה.

תרשים 22 - אחוז המועסקים בתחום ההיי-טק מכלל המועסקים במשק⁵⁰



⁵⁰ מקור: למ"ס, התפתחות תחום ההייטק בישראל בשנים 1995-2007

תרשים 23 - אחוז המועסקים בתחום ההיי-טק בתעשייה



7.3. הביקוש לעובדים על פי נתוני משרד התמ"ת

פירוט קבוצות משלחי היד :

<p>א. מהנדסי מחשבים ב. עובדים במדעי המחשב ג. מהנדסי חשמל ואלקטרוניקה</p>	<p>משלחי יד של מהנדסים הקשורים לטכנולוגיה עילית:</p>
<p>א. מהנדסי מכונות ב. מהנדסים אזרחיים ג. אדריכלים ומעצבים תעשייתיים ד. מהנדסים אחרים (מהנדסי תעשייה וניהול, מהנדסי כימיה, מהנדסי מזון וביוטכנולוגיה ומהנדסים אחרים)</p>	<p>משלחי יד של מהנדסים אחרים:</p>
<p>א. הנדסאים וטכנאים במדעי הטבע ב. הנדסאי וטכנאי אלקטרוניקה ג. הנדסאי וטכנאי מכונות ד. הנדסאי וטכנאי מחשבים ומתכנתים</p>	<p>משלחי יד של הנדסאים הקשורים לטכנולוגיה עילית:</p>
<p>א. הנדסאים וטכנאים בהנדסה אזרחית, כולל סביבה ומדידות ב. הנדסאים וטכנאים אחרים (חומרים, מזון וביוטכנולוגיה, טקסטיל, חקלאות, תעשייה וניהול, שרטים, חשמל ואחרים)</p>	<p>משלחי יד אחרים:</p>

לוח 5: דירוג משלחי היד לפי קריטריוני הביקוש¹¹ – דירוג 1 מעיד על הביקוש הגבוה ביותר ודירוג 33 על

הנמוך ביותר

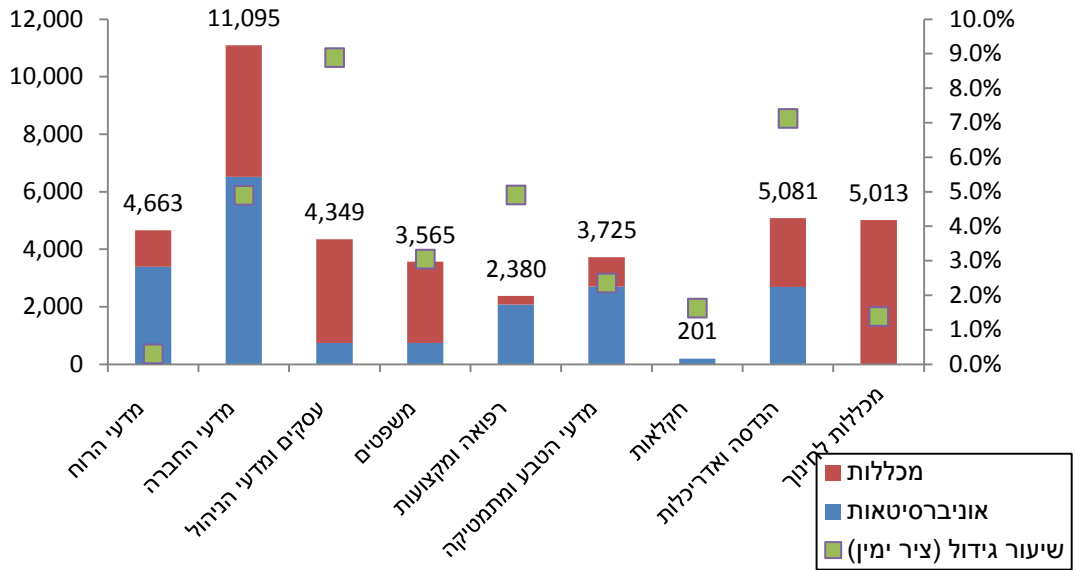
מס' יד	משלח יד	קוד למ"ס	דירוג ביקוש מוחלט	דירוג ביקוש יחסי	דירוג שכר	דירוג משך זמן
ביקוש גבוה						
1	מסגרים	616	6	10	10	7
2	נהגי משאיות	844	7	17	4	4
3	עובדים בלתי מקצועיים בבינוי	971	5	1	17	6
4	רצפים	692	33	7	6	2
5	רתכים	613	12	2	5	15
ביקוש ממוצע						
1	בנאים	691	18	23	9	9
2	הנדסאי מחשב וטכנאי מחשב	130	10	25	3	19
3	חשמלאים	641	9	14	12	12
4	טבחים	443	13	15	11	18
5	טייחים	694	19	13	13	10
6	טפסנים	697	14	6	14	16
7	מהנדסי מחשבים	27	23	21	1	11
8	מוכרים וזבנים בחנויות	420	1	27	29	23
9	מטפלים סיעודיים	451	8	26	31	25
10	מלצרים	444	3	11	25	21
11	מנהלי חשבונות	310	25	33	18	14
12	אקדמאים במדעי המחשב	15	31	30	2	8
13	נהגי אוטובוסים	843	15	8	15	20
14	סבלים	942	27	9	24	17
15	סוכני מכירות	411	4	16	8	13
16	עובדי ביטחון	463	11	22	26	29
17	עובדי מטבח וניקיון	911	2	19	28	24
18	עובדים בגידול פרחים ומשתלות	502	22	12	22	3
19	עובדים בלתי מקצועיים בחקלאות	970	30	5	21	28
20	פקידי משרד	372	20	31	20	5
21	קוטפים ואוספים	950	29	4	27	31
22	שליחים	932	16	3	16	33
23	שרברים	701	26	20	7	1
ביקוש נמוך						
1	מזכירות	331	17	32	23	22
2	מחסנאים	341	21	29	19	27
3	עובדים בלתי מקצועיים באריזה	951	24	18	33	30
4	עובדים בסידור סחורות	953	28	24	32	26
5	קופאים	321	32	28	30	32

11 לפחות 400 משרות פנויות בממוצע

7.4. בוגרי תואר ראשון, לפי תחומי לימוד

נכון לתש"ס (2009/10), באוניברסיטאות, כ-14% מהסטודנטים למדו בתחום מדעי הטבע ומתמטיקה (5% מתלמידי המכללות), וכ-14% מהסטודנטים למדו בכלל תחומי ההנדסה והאדריכלות (11% מתלמידי המכללות). נתון זה נותן תמונה ראשונית ביחס להתפלגות העתידית של המיומנויות בהם יחזיקו המשתתפים בשוק העבודה.

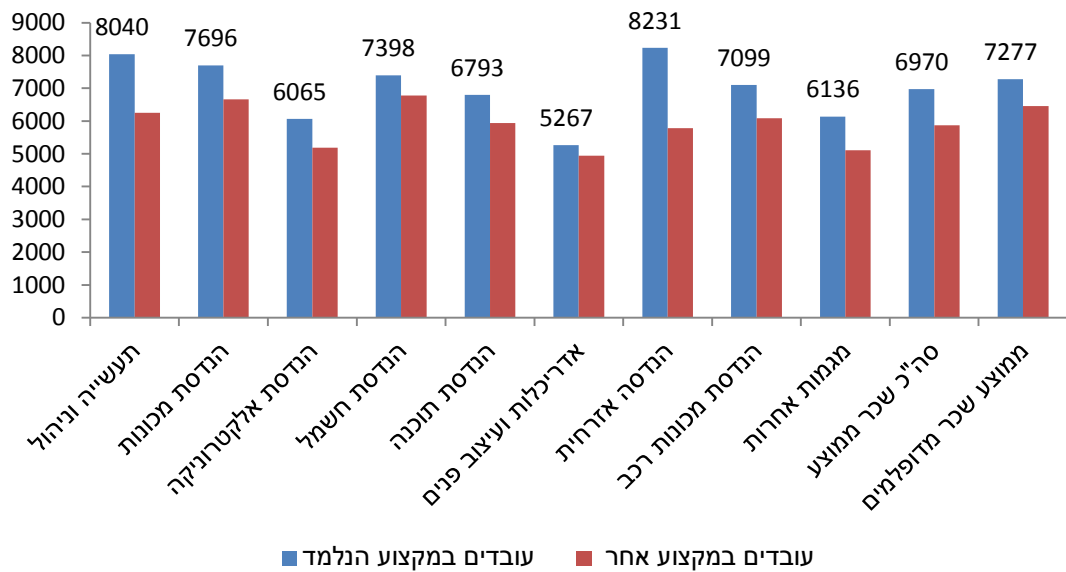
תרשים 24 - בוגרי תואר ראשון בשנת 2009/10, לפי תחומי לימוד⁵¹



7.5. שכר לבוגרי קורסים להנדסאים (לא אקדמי)

כחלק מהניסיון להעריך את איכות ההכשרה הניתנת להנדסאים, ניתן לבחון את השכר של בוגרי מכללות להנדסאים. הנדסאים העוסקים במקצוע אותו למדו נהנים משכר הגבוה ב-18% במוצע מאלו שאינם עובדים במקצוע אותו למדו. הדבר מתיישב עם הנתונים שהוצגו בנושא לפיהם יש עליה בשכר ההנדסאים, ושכרם גבוה מחלופות אחרות.

תרשים 25 - שכר בוגרי קורסי הנדסאים⁵²

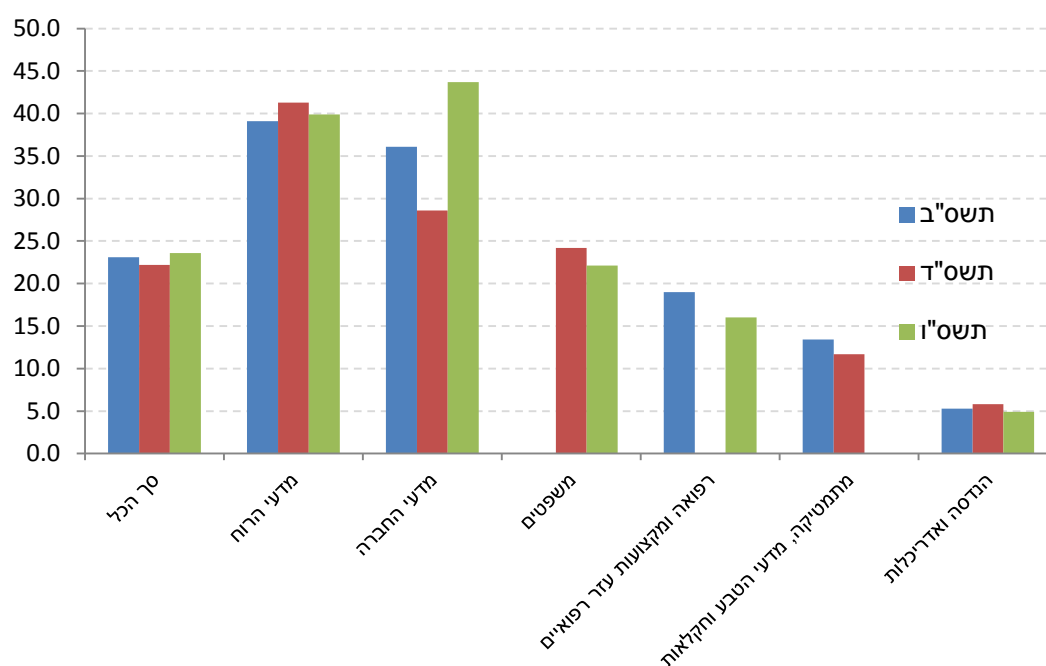


⁵¹ מקור: למ"ס, שנתון הסטטיסטי לישראל 2011, לוח 8.61. שיעור הגידול השנתי נמדד משנת 1999/00 ועד 2009/10.
⁵² מקור: סקר מעקב בוגרי מכללות להנדסאים – משרד התמי"ת, שכר שנתיים אחרי סיום הלימודים.

7.6. הקשר בין תחום הלימודים לעבודה

סקר שערך הלמ"ס בין בוגרי מוסדות הלימוד השונים שנתיים אחרי סיום התואר, מראה כי רק כ-6% מבוגרי תחום ההנדסה והאדריכלות מדווחים כי עבודתם בכלל לא קשורה לתחום לימודיהם. לעומת זאת, מהבוגרים בתחום מדעי הרוח ובתחום מדעי החברה כ-40% דווחו על העדר קשר שכזה.

תרשים 26 - מקבלי תואר אשר עבודתם לא קשורה ללימודיהם⁵³

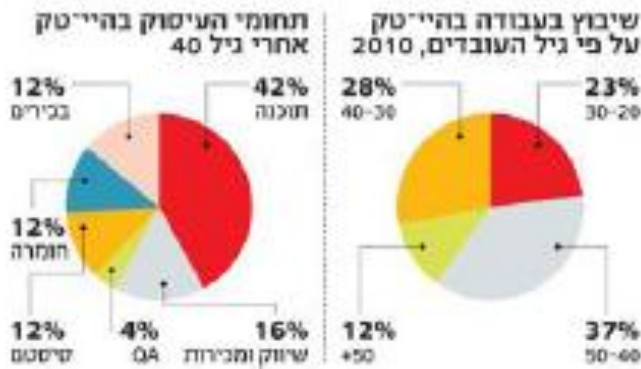


7.7. נתוני ההשמה בתחום ההיי-טק של חברת "נישה" לפי גיל

על פי חברת נישה, בשנים האחרונות דווקא מסתמנת עלייה בשיעור ההשמות בגילאי 40-50, אולם עדיין ישנו קושי ניכר להשיג עובדים בגילאי +50

⁵³ נתונים חסרים נובעים מכך שחלק מנתוני הסקר אינם ניתנים לפרסום. הסקר נערך שנתיים לאחר קבלת התואר בשנה המצוינת במקרא

קשה להתגורר בהיי־טק



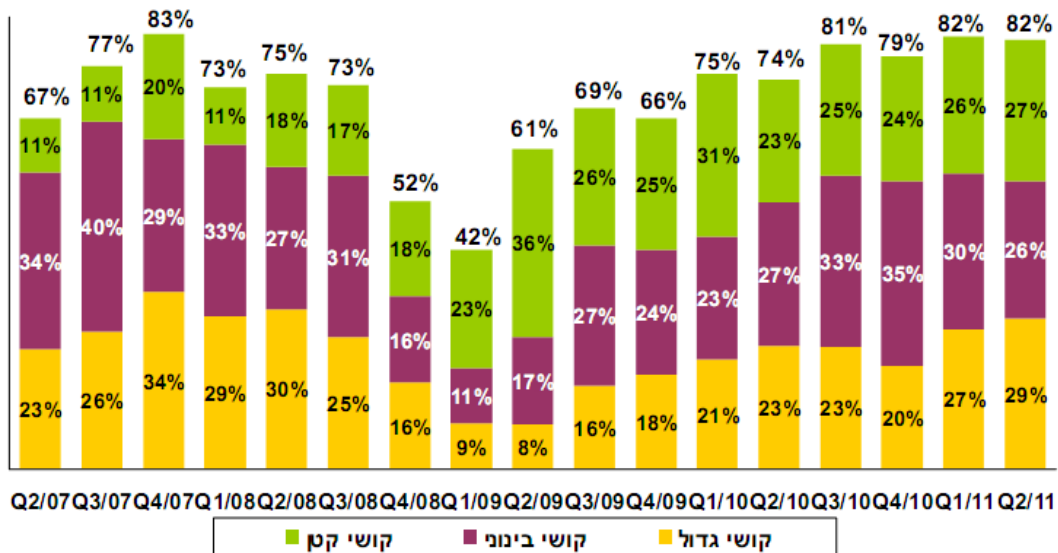
סקר של קבוצת נישה על
ההשמות שלהם בשנת
2010

מקור 2010 themarker

7.8. הקושי בגיוס עובדים מיומנים - התאחדות התעשיינים

תוצאה דומה לזו העולה מסקר החברות של בנק ישראל עולה מסקר התאחדות התעשיינים, אשר מצביע על עלייה בקושי בגיוס עובדים. השיעור הכולל של מעסיקים המדווחים על קושי בגיוס מגיע לרמה עליה דווח בשלהי שנת 2007. השיעור המדווח על קושי גדול טרם הגיע לרמה זו

תרשים 27 - הקושי בגיוס עובדים מקצועיים⁵⁴



7.9. השינויים במשלחי היד המיומנים במשק הישראלי בעשור האחרון

משלחי היד בישראל מסווגים על ידי הלמ"ס בהתאם ל"סיווג האחיד של משלחי היד 1994"⁵⁵. כל משלחי היד מסווגים ל 10 "סדרים" עיקריים והם:

⁵⁴ התאחדות התעשיינים: קשיים בגיוס עובדים מקצועיים לתעשייה (פברואר 2011).

- סדר 0 – בעלי משלח יד אקדמי, משלחי היד להם נדרשת השכלה אקדמית.
- סדר 1 – בעלי מקצועות חופשיים וטכניים – משלחי היד בהם נדרשת השכלה על תיכונית (דוגמת תעודת הנדסאי וטכנאי, מורות וגננות).
- סדר 2 – מנהלים
- סדר 3 – עובדי פקידות (נדרשת רמת השכלה תיכונית בלבד)
- סדר 4 – סוכנים, עובדי מכירות ועובדי שירותים (נדרשת רמת השכלה תיכונית בלבד)
- סדר 5 – עובדים מקצועיים בחקלאות
- סדר 6 עד 8 – עובדים מקצועיים בתעשייה, בבינוי ובמקצועות אחרים (נדרשת רמת השכלה תיכונית בלבד)
- סדר 9 – עובדים בלתי מקצועיים (נדרשת השכלה יסודית בלבד, או לא נדרשת השכלה כלל)

כל משלח יד ספציפי מסווג במספר המונה 3 ספרות, השמאלית מהם מייצגת את הסדר אליו הוא שייך. עם זאת, סקר כח אדם לעיתים מקבץ מספר משלחי יד תחת מספר (קוד) אחד אשר מסתיים באות A.

בטבלה הבאה מרוכזים נתוני סקר כח אדם אודות כל העובדים במשלחי היד האקדמאים (סדר 0), ואודות כל משלחי היד בסדרים 1. 2. 8-6 בהם יש מעל 15 אלף עובדים.

מנתונים אלו ניתן ללמוד רבות אודות השינויים שחלו בעשור האחרון בשוק העבודה הישראלי. בפרט בולט קצב הגידול המהיר של תחום המחשבים (ובפרט משלחי יד 130,015). כן ניתן גם ללמוד על המגבלות שמציבים בפנינו נתוני סקר כ"א – שאינם מאפשרים לדוגמא להבדיל בין מהנדסי כימיה לבין מהנדסי תעשייה וניהול.

מספר משלח יד	תיאור	מספר בעלי משלח היד ב 2009	הגידול הממוצע במספר העובדים בשנה (בשנים 1998-2009)
00A	ביולוגים פרמקולוגים ובעלי משלח יד דומה	8,086	113
01A	כימאים, פיזיקאים, מתמטיקאים ובעלי משלח יד דומה	7,069	86
02A	קרטוגרפים, מהנדסי כימיה מזון וביוטכנולוגיה, מהנדסי תעשייה וניהול, מהנדסי חומרים וכד' (וכד')	21,430	1,035
03A	רוקחים ווטרינרים	6,780	240
04A	שופטים ונטריונים	3,193	106
05A	אקדמאים במדעי החברה (יועץ ארגוני, מבקר פנים, סוציולוג, קרימינולוג, חוקר ביחב"ל ומדע המדינה וכד')	8,593	426
06A	אקדמאים במדעי היהדות, סופרים, פסלים וציירים, מלחינים וזמרים	5,021	113
07A	מרצים במוסדות אקדמיים	19,080	531
08A	עובדי הוראה במוסדות על תיכוניים ועל יסודיים	14,704	343
09A	בעלי משלח יד אקדמי בשירותי דת	2,145	60
015	מנתחי מערכות ומשלח יד אקדמי במדעי המחשב	25,397	1,848
020	אדריכלים	9,076	251
021	מהנדסים אזרחיים	13,030	91
023	מהנדסי חשמל ואלקטרוניקה	19,597	651

⁵⁵ את המסמך המפרט את הסיווג ניתן למצוא ב

<http://www.cbs.gov.il/publications/occupations/tochen.pdf>

108	9,822	מהנדסי מכונות	024
732	17,899	מהנדס מחשבים	027
320	25,777	רופאים	030
-63	6,055	רופאי שיניים	031
1,041	16,855	משלח יד אקדמי אחר ברפואה (מרפא בעיסוק/דיבור/תנועה וכד', דיאטיקן וכד')	039
1,260	34,540	עורכי דין	041
1,252	23,914	כלכלנים ודומיהם	050
308	10,189	פסיכולוגים	051
825	18,976	עובדי רווחה וקהילה (עובדים סוציאליים וקציני מבחן)	053
694	16,920	רואי חשבון	055
-129	7,681	אקדמאים במדעי הרוח (בלשן היסטוריון מזרחן וכד')	060
316	40,667	מורה בישיבה תיכונית	083
319	14,385	מורים בחטיבות הביניים	086
60	7,484	עובדי חינוך אחרים (יועץ חינוכי, מרכז פדגוגי וכד')	089
367	15,223	מקובץ (מפעילי ציוד תקשורת, ציוד רפואי, קציני ים, צלמים)	14A
3,443	74,391	מתכנת, טכנאי מחשבים, והנדסאי מחשבים	130
734	29,603	אחיות מוסמכות	151
1,324	71,565	מורים בבתי ספר יסודיים	161
708	18,133	מורים בחינוך מיוחד	162
1,416	33,489	גננות	163
928	31,629	מורים במוסדות אחרים	164
650	23,780	מדריכים חברתיים וקהילתיים	166
279	17,954	עיתונאים ותסריטאים (עורכים באמצעי התקשורת, כתבים וכד')	170
719	14,746	ספורטאים ובעלי משלח יד דומה	177
490	37,187	מנהל כללי (מלון, מפעל, בנק, וכד')	211
1,252	31,836	מנהל פרסום ושיווק	223
1,951	47,648	מנהלים אחרים (סניף בנק, סניף דואר, קלבו, קבלן בניין וכד')	239
-270	25,897	מסגרים	616
-156	31,180	חשמלאים ומתקני ציוד חשמלי	641
295	14,926	פועלי יצור של ציוד אלקטרוני	646
821	22,856	בנאים	691