

משרד המדע והטכנולוגיה

מכון ירושלים לחקר ישראל
צוות מצ"ת

הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם
במדע ובטכנולוגיה

עקרונות ושיטות תכנון כח-אדם מחקרי וטכנולוגי במדינות OECD ולקחים לישראל

ד. כהן
א. שליב
ב. תורן

משרד המדע והטכנולוגיה

מכון ירושלים לחקר ישראל
צוות מצ"ת

הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם
במדע ובטכנולוגיה

עקרונות ושיטות תכנון כח-אדם מחקרי וטכנולוגי במדינות OECD ולקחים לישראל

ד. כהן
א. שליב
ב. תורן

משרד המדע והטכנולוגיה

מכון ירושלים לחקר ישראל
צוות מצ"ת

הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל
מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם
במדע ובטכנולוגיה

עקרונות ושיטות תכנון כח-אדם מחקרי וטכנולוגי במדינות OECD ולקחים לישראל

ד. כהן
א. שליב
ב. תורן

פתח דבר

עבודה זו סוקרת את העקרונות, השיטות והמגמות של תכנון כח-אדם בארצות OECD ואת המדיניות הנהוגה, בהן ובמדינות נבחרות במזרח הרחוק, לגבי העסקת מדענים ומהנדסים. הסקירה משמשת גם כרקע להכנת מסגרת לבחינת מגמות בהעסקת כח-אדם מחקרי בישראל בעשור הקרוב, לאור ההיצע המוגבר של בעלי הכשרה מדעית וטכנולוגית הנובע בעיקר מהתגברות העלייה עתירת הידע מברית-המועצות.

הסקירה מלמדת שמרבית תחזיות כח-אדם לטווח ארוך, בעולם ובישראל, לא התממשו. המציאות הוכיחה שישנן חלופות רבות להתמחויות מקצועיות כמו הסבה מקצועית, שינוי תהליכי יצור, ניידות כח-אדם מיומן, תחלופה בין עובדים והון או בין סוגי התמחויות. למעשה, לטווח ארוך, אין אפשרות לחזות את הביקוש לכח-אדם בתחום מקצועי צר. בארצות OECD המגמה היא להתרכז בתחזיות לטווח קצר ובינוני (עד שלש שנים), תוך נקיטת מדיניות "כח-אדם פעילה" השואפת להתערב בשוקי העבודה. כיום אין למעשה בעולם אחידות בדבר המידה והשיטות של התערבות בהכוונה, בחינוך ובהתפתחות ההרכב המקצועי של כח-אדם. עם זאת אין כמעט ספקות באשר לצורך בשיפור המידע בנושא - הן בצד הביקוש והן בצד ההיצע-והפצתו בין הגורמים הרלבנטיים.

בישראל, עצימות כח-האדם המדעי, ההנדסי והטכנולוגי מקנה למדינה יתרון יחסי משמעותי. דיון שיטתי ומקצועי במשאבי כח-אדם בישראל חשובים במיוחד בשל גלי העלייה המביאים עמם לישראל היצע אדיר של עובדים בעלי השכלה מדעית וטכנולוגית; קליטתם הנאותה יחד עם חידוש הצמיחה במשק יחייבו תהליכי הסבה מקצועית, הכוונה ויצירת מסגרות מקצועיות להתאמת כישורי העולים לצרכי המשק.

מצאנו לנכון לכלול בעבודה גם נספחים המפרטים את המימצאים העיקריים של העבודות שנעשו בתחום תכנון כח-אדם בישראל (דוחו"ת חורב, פטנקין וברודט) ורשימות ביבליוגרפיות מפורטות של פרסומים רלבנטיים בנושא שנעשו בארץ ובעולם. מקורות אלה עשויים לסייע בעבודתם המקצועית של מקבלי החלטות, מתכננים, סטודנטים וחוקרים העוסקים במדיניות כח-אדם. נראה שיש גם חשיבות לשקול יצירת מערכת נתונים מתעדכנת להערכת המגמות בשוק העבודה הישראלי.

תודתנו לחוקרים מבצעי הסקר ולחברי צוות ההיגוי שסייעו בעצה ובהנחייה של העבודה: מר אורי אבנר מהלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, מר שלמה הרשקוביץ מהוועדה לתכנון ולתקצוב ופרופ' רמי פרידמן, ראש מכון ירושלים.

אורה חביב

ממונה על כלכלת מו"פ
ומדיניות מדע

תוכן ענינים

עמ'	
1	מטרת, דרך ומבנה העבודה
2	תקציר מנהלים
6	פרק 1: עקרונות ושיטות של תכנון כח אדם
6	א. מטרת תכנון כח האדם
7	ב. הרקע לעריכת תחזיות כח אדם
9	ג. שיטות חיזוי
13	ד. מסקנות לגבי תחזית כח אדם
15	פרק 2: תכנון כח אדם בישראל
17	נספחים:
18	1. דו"ח ועדת חורב
23	2. דו"ח ועדת פטנקין
34	3. דו"ח ברודט
	פרק 3: תכנון כח אדם מחקרי בתחומי מדע והנדסה בארצות
43	OECD והמזרח הרחוק
43	א. הגדרת כח אדם מחקרי
43	ב. מגמות
44	ג. היצע
46	ד. ביקוש
50	ה. צעדים לגישור הפערים בין ביקוש להיצע
51	ו. תחזיות על השפעת הקיצוצים בהוצאות הכסחון של ארה"ב
53	ז. מדע והשכלה גבוהה במזרח הרחוק: המקרה של קוריאה הדרומית וטאיוון
55	ח. לקחי תכנון כח אדם במדינות OECD
59	נספח סטטיסטי: כח אדם מדעי ומחקרי בארצות OECD בהשוואה לישראל

65	פרק 4: ישראל - לקחים, ממצאים והצעות לטיפול בנושא
65	א. חשיבות הנושא בישראל בהווה ולעתיד
66	ב. ממצאים
67	ג. היצע של כח אדם מדעי, מחקרי וטכנולוגי
71	ד. ביקוש לכח אדם מדעי, מחקרי וטכנולוגי
72	ה. איזון בין ההיצע והביקוש (הצעה לשלב ב')
72	ו. בעיות איכותיות

74	פרק 5: רשימות ביבליוגרפיות של פרסומים רלוונטיים
74	א. מבוא וסיכום
76	ב. רשימה קצרה עם סיכומים (ANNOTATED BIBLIOGRAPHY)
90	ג. רשימה כוללת וממויינת

מטרת, דרך ומבנה העבודה

מטרת העבודה

לסקור את העקרונות, השיטות והמגמות בתכנון כח-אדם ולהעריך את המדיניות בתעסוקה של כח אדם מחקרי (מדענים ומהנדסים) במדינות OECD ובמדינות נבחרות במזרח הרחוק (קוריאה וטאיוון) כרקע להכנת מסגרת לבחינת מגמות בהעסקת כח אדם מחקרי בישראל לקראת העשור הבא ולאור השינויים המהפכניים בהיצע עם התגברות העלייה הרוסית.

דרך העבודה

המחקר התרכז בבחינת האלמנטים הבאים:

- א. הכנת סקירה מקיפה על תכנון כח אדם (במיוחד כח אדם מחקרי) ושיטות חיזויו בארצות OECD, במזרח הרחוק ובישראל.
- ב. הכנת רשימות ביבליוגרפיות, חלקן עם סיכומים (annotations) של פרסומים על המגמות והמדיניות בתעסוקת כח אדם מדעי וטכנולוגי באותן ארצות.
- ג. המלצות לריכוז מידע לבחינת המגמות בהעסקת כח אדם מחקרי וטכנולוגי בישראל לקראת העשור הבא ולגיבוש קווי מדיניות בנושא.

מבנה העבודה

הפרק הראשון מוקדש לדיון כללי בעקרונות ושיטות של תכנון כח אדם. הפרק השני מוקדש לסקירת ההיסטוריה של תכנון כח אדם בישראל ולסקירת מספר עבודות חשובות בעבר שעסקו במיוחד בצרכי כח אדם מחקרי וטכנולוגי. הפרק השלישי סוקר את הגישות והשיטות הנהוגות בענין בארצות OECD ובארצות נבחרות במזרח הרחוק ולקחי תכנון כח-אדם במדינות אלה. הפרק הרביעי מרכז את הגורמים המשפיעים על ההיצע ועל הביקוש של כח אדם מדעי טכנולוגי ומחקרי בישראל ואת מרכיבי המידע הדרושים ומקורותיהם לגבי כל אחד מתחומים אלה, וכן הצעות לשלב נוסף הנראה רצוי להשלמת התמונה. בפרק האחרון רוכזו שלוש רשימות ביבליוגרפיות ממקורות שונים בנושא הנידון, חלקן מכילות סיכומים קצרים של תוכן הפרסום (annotations).

ד"ר ב. תורן - ריכז את הפרויקט

דוד כהן - סיכם את הפרקים 1-3

אברהם שליב - סיכם את הפרקים 4-5.

תקציר מנהלים

מטרתו של תכנון כח אדם היא להבטיח ניצול יעיל של משאבי אנוש במדינה מסוימת או בענף משקי, או בחברה מסוימת מנקודת המבט של פיתוח כלכלי וחברתי כאחד.

ישנם חילוקי דעות באשר לצורך בתכנון כח אדם ואף בין המאמינים שתכנון כח אדם אכן נחוץ יש דעות שונות לגבי שיטות הביצוע ומידת הצורך בתכנון.

תכנון כח אדם קשור הן בתכנון כלכלי והן בתכנון החינוך. באשר לתכנון כלכלי למותר לומר כי מדינה המנסה לתכנן את צמיחתה הכלכלית, חייבת להקדיש תשומת לב מיוחדת להיקף ולהרכב כח העבודה הדרוש למשקה.

באשר לתכנון מערכת החינוך ברור שתפוקת המערכת ביחד עם מאזן ההגירה של כח-אדם רלוונטי קובעת את אופי ורמת כח העבודה במשק למשך שנים רבות. כיום תכנון החינוך על ידי המדינה במטרה לקדם מטרות כלכליות, מקובל ורצוי ברוב המדינות.

"תחזית כח אדם" היא כיום השיטה העיקרית בעולם לשילוב תכנון החינוך והתכנון הכלכלי. יסודה של גישה זו הוא הנסיון לחזות את הביקוש לכח אדם מקצועי מהאספקט של הצורך להשגת רמה והרכב מסוימים של תוצר לאומי או תפוקה תעשיתית. תחזיות כח אדם מצביעות על ההתפלגות ההשכלתית של כח העבודה בשנת הייעוד מתוך הנתונים של שנת הבסיס או כחיוץ של מגמות בעבר, תוך התחשבות במגמות התפתחות החזויות לשנות התוכנית בכל התחומים הרלוונטיים. הדגש בתכנון כח אדם הוא שעל ידי תחזיות ניתן לגלות מחסור או עודף בתחומים או בענפים מסוימים ועל ידי כך למנוע צוארי בקבוק בצמיחה המשקית או במתן שרותים מסוימים.

בשנות השישים הוכנו תכניות להרחבת מערכת החינוך ברוב מדינות העולם לאור תחזיות שהצביעו על מחסור בטווח ארוך לכח אדם מדעי וטכנולוגי. מעקבים שנערכו עשור לאחר מכן הראו שרוב התחזיות לא התממשו. המציאות הראתה שישנן חלופות רבות להתמחויות מקצועיות כגון הסבה מקצועית, שינוי תהליכי יצור או יבוא כח אדם מיומן ואף תחלופה בין עובדים והון או בין סוגי עובדים שונים. השיעור שנלמד מתחזיות כח אדם שאין אפשרות לחזות לטווח ארוך דרישה לכח אדם מיומן בתחום מקצועי צר. לכן המגמה הנוכחית היא להתרכז בתחזיות לטווח קצר וכינוני, "מדיניות כח אדם פעילה" השואפת להתערב בשוקי העבודה.

בישראל, לאור התרחבותה המהירה של התעשייה הבטחונית לאחר מלחמת ששת הימים, הוקמו מספר וועדות (וועדת חורב וועדת פטנקין) שהתמודדו עם הביקוש המוגבר לכח אדם הנדסי עקב השינוי המבני שחל במשק הישראלי. הקושי להתמודד עם אי הוודאות בחיזוי מספר העולים, והרכבם המקצועי מקשה על חיזוי אומדני ההיצע.

כיום הידע המדעי הינו בינלאומי כאשר המרכזים המובילים הינם בארצות המפותחות בהן מתבצעות רוב עבודות המו"פ. בארצות אלה נרשמים רוב הפטנטים, הן הבסיס לפרסומים המדעיים המובילים ו"סדר היום" המדעי שלהם שולט במדע ובטכנולוגיה העולמיים. המקרה של טאיוון וקוריאה הדרומית מראה שעיקר התרומה של מוסדות להשכלה גבוהה בארצות אלה הוא בהכשרת כח אדם מדעי וטכנולוגי והידע לפיתוח תעשיות מיובא מארצות מתקדמות.

מעיון בנתונים השוואתיים עם מדינות OECD אנו למדים שישראל נמצאת בין חמשת המדינות המובילות בעולם בהכשרת כח אדם הנדסי וטכנולוגי ובכח אדם המועסק במו"פ. התחזיות מצביעות על מחסור צפוי בכח אדם הנדסי באירופה ועודף היצע בארצות הברית עקב סיום המלחמה הקרה והמיתון במשק האמריקאי.

לגבי הגישה הכללית, אין כיום אחידות דעות בעולם לגבי המידה והשיטות הנכונות של התערבות בהכוונתו, בחינוכו ובהתפתחות הרכבו המקצועי של כוח האדם. ברם, אין ספקות רבים באשר לנחיצות של שיפור כל סוגי המידע הקשורים בנושא והפצתם בין כל הנוגעים לו והמשפיעים על התפתחותו והעומדים בפני הכרעות על דרכם בחיים. הדבר רצוי להכוונה יעילה של כל משאבי האנוש ויותר מכל של אלה ברמות ההשכלתיות והמקצועיות הגבוהות. אם בעולם כך - בישראל לא כל שכן: מאז קיומה היא מדינה בעלת תמורות רבות וחריפות שאופיניות לה רב-גוניות ושינויים תכופים, במיוחד בכל הקשור לאוכלוסייתה ולכוח האדם שבה.

לאחרונה מודגש היבט זה פי כמה וכמה עקב גלי העלייה הגוברים בפתאומיות ומשנים במיוחד את ההיצע של כוח-אדם תוך שיפור מובהק של הפוטנציאל הקיים. בהרכבם המקצועי של עולי כריה"מ בגלים האחרונים משקלו של כוח האדם הטכנו-לוגי (מהנדסים ומדענים, אקדמאים ובעלי מקצועות חופשיים אחרים, הנדסאים וטכנאים) הוא בין פי שלוש לפי ארבע מהמשקל שהיה קיים בארץ עם הגיעם¹. היבט נוסף של תוספת פוטנציאל רצינית זאת ויתרונות ניצולה היעיל הוא מצד העולים עצמם: קליטתם הנכונה והמספקת כתעסוקה הוא אולי הפן החשוב ביותר של קליטתם המוצלחת בארץ בכלל; בהעדרו קיימת סכנה רבה שמא תוחמץ ההזדמנות ההיסטורית הזאת.

¹ ר' לוח להלן בפרק 4 ג'.

נוטיף לכל אלה את ההכרה בכך שטיב כוח האדם שבה מהווה את אחד היתרונות היחסיים החשובים ביותר של ישראל ונוכל להסיק בוודאות על הצורך בטיפול בנושא. לימוד המצב וההתפתחות בארצות אחרות, במיוחד ארצות תעשייתיות שהתפתחותן היתה מוקדמת יותר, הוא ללא ספק אחד המרכיבים החשובים של המידע המבוקש. בבדיקות רבות בעולם - ואף בארץ - בלט המתאם החיובי בין גידול משקלו של כוח האדם בעל הרמות ההשכלתיות הגבוהות, האקדמאי והטכנולוגי, ובין שינוי הרכבם הענפי. שינוי זה כרוך בחיזוקם ובגידולם היחסי של ענפים טכנולוגיים ואף של מפעלים וקווי ייצור מתוחכמים בתוך יתר הענפים. אלה מביאים לשיפור הצמיחה של תעשייתם, ואף של כלל משקם, של ארצות רבות ושונות בדרגת התפתחותן.

יש במיוחד לעמוד על משמעותו הנכונה ועל השיטות האפשריות והמתאימות לתיכנון בתחום הנדון, על המרכיבים הרלוונטיים והקריטיים של כוח אדם מדעי, מחקרי וטכנולוגי וגם על הגורמים השונים המשפיעים על ההיצע שלו ועל הביקוש לו. נחוצה ידיעה על מקורות הנתונים והמידע השונים גם בצד ההיצע וגם בצד הביקוש ובחינת טיבם ושימומתם. בהתאם לאלה, ולמידת ייצוגם את דרגות ההתפתחות השונות של המשקים האחרים לשם השוואתן עם ישראל, תיבחרנה הארצות השונות שרובן ככולן כלולות במסגרת אירגון ה-OECD. מענינות גם הארצות המתפתחות במזרח הרחוק, חלקן במהירות רבה. אך, מלבד על אלה, חשוב גם להביט על ההתפתחויות המקבילות בארצות השכנות לישראל ובארצות העימות איתה בכלל. הכרה בהחשת השיפורים בהרכב כוח האדם שם אף היא תדגיש לנו את החשיבות לישראל של הטיפול בכל הנושאים הקשורים לענין.

מימצאים

1. גלי העלייה האחרונים לארץ, במיוחד מכריה"מ ומארצות רווחה, הביאו לעודף היצע עצום של עובדים בעלי השכלה אקדמית וטכנולוגית ואף של עובדי מקצועות חופשיים בכלל הארץ. אין אלה תמיד בעלי רמת השכלה והכשרה, התמחות ונסיון מתאימים ומספיקים לדרישות בשוק העבודה הישראלי בהווה - ולא כל שכן לאור ההתפתחות הצפויה והדרושה בשנים הבאות.

אי לכך יתמקדו תפקידי ההכוונה בתחום הנידון בשנים הקרובות פחות בדאגה להיצע מספיק וכולל ובהבטחת מספר לומדים מספיק למסגרות הלמידה וההכשרה המתאימות והרבה יותר להפנית כח אדם משכיל ומוכשר למסגרות היכולות להקנות לו רענון ידיעותיו וכישוריו והתאמתם לדרוש בארץ. יש לדאוג לקיום מסגרות להסבה עם סגל הוראה מתאים ותוכן לימודים העונות על הצרכים.

2. מסקנה זאת עוד מתחזקת לאור הפיכתו של שוק העבודה של כח אדם ברמות גבוהות יותר ויותר לשוק עולמי. מגמה זו מגבירה את האפשרויות של השלמת היצע מארצות אחרות תוך התאמתו לדרישות המקומיות.

3. אין במצב הנתון ובמגמות ההתפתחות הצפויות יותר מקום לתכנון כמותי ומדויק (תחזיות); צרכי ההתכוננות וההכוונה לניצול יעיל ומירבי אפשרי של כח אדם בעל רמות עיסוקיות והשכלתיות גבוהות יתמלאו על ידי תכנון אינדיקטיבי לגמרי, דהיינו נסיון לחזות בדרכי חשיבה שיטתית, עקיבה ומושתתת על מידע מירבי מגמות התפתחות צפויות בצד ההיצע ובצד הביקוש, כמו גם בנטיית ובדרישות של בני האדם הרלוונטיים. לשם כך נדרש ריכוז וניתוח של מידע על כל המרכיבים והגורמים המשתתפים במערכת, הקשרים ביניהם ומגמות התפתחותם. תיכנון מסוג זה חשוב במיוחד לשם איתור אילוצים, מחסורים ו/או עודפים צפויים ודרכים נכונות ויעילות להכוונת אמצעים מוגבלים ומצומצמים.

4. לאור ההיצע המוגבר - ואף העודפים הצפויים - של כח אדם מדעי וטכנולוגי מתעוררת ההצעה של התאמת צמיחתו של המשק, ושל הביקוש לעובדים הנובע ממנה, בכוונים תואמים: פרוש הדבר שיש לפתח את אותם הענפים והמפעלים המבקשים אחוזים גבוהים יחסית של כח האדם ברמה גבוהה. שאיפה רצויה זאת לניצול מירבי ויעיל של משאבי האנוש העומדים לרשות המשק צריכה להתממש בעיקר בענפי הצמיחה החזויה למשק, שהם דווקא אותם הענפים והמפעלים המתוחכמים יותר המעסיקים עובדים מהסוגים הנידונים כאן במשקל גבוה. ברם, במידה וביקושם אינו מספיק לקליטת כל ההיצע הקיים יש להיזהר בהרחבה של פעילות והשקעות נתמכות רק מטעמי תעסוקה ולבצעה רק בהתאם לביקוש הצפוי לתוצרת הפעילות המורחבת - להרחבת השווקים הכדאית האפשרית של המוצרים והשרותים הנוספים - בעיקר ליצוא.

פרק 1: עקרונות ושיטות של תכנון כח אדם

א. מטרת תכנון כח האדם

מטרתו של תכנון כח-אדם היא להבטיח ניצול יעיל של משאבי כח-אדם במדינה מסויימת או בענף משקי, או בחברה מסויימת וכו', מנקודת המבט של פיתוחה הכלכלי והחברתי כאחד.

מפאת חשיבותו חייב תכנון כח-האדם להיות שיטתי, מקיף, מתמיד וגמיש.

ישנן חילוקי דעות באשר לצורך בתכנון כח-אדם, ואף בין אלה המאמינים שתכנון כח-אדם אכן נחוץ, יש דעות שונות לגבי שיטות הביצוע ומידת הצורך בתכנון. כלומר, באיזו מידה יש לשאוף לביצוע התכניות; מה מידת הפירוט של התכנון; לאיזה טווח זמן מיועד התכנון ומה אמינותו.

תכנון כח-אדם קשור הן בתכנון כלכלי והן בתכנון מערכת החינוך. באשר לתכנון כלכלי, למותר לומר כי מדינה המנסה לתכנן את צמיחתה הכלכלית, חייבת להקדיש תשומת לב מיוחדת להיקף ולהרכב כח העבודה הדרוש למשקה.

באשר לתכנון מערכת החינוך, ברור ש"תפוקת" המערכת קובעת את אופי ורמת כח העבודה במשק למשך שנים רבות. לכן תכנון מערכת החינוך מחייב תכנון כלכלי. תכנון החינוך מקובל ברחבי העולם, הן בגלל ההשלכות על כח-האדם במשק והן בגלל הצורך לקבוע סדר עדיפויות בחלוקת המשאבים.

ובכל זאת, עד הזמן האחרון תכנון מערכת החינוך נעשה באופן אקראי והוקדשה מחשבה מועטה בלבד ליעדי התכנון.

כיום תכנון החינוך ע"י המדינה במטרה לקדם מטרות כלכליות, מקובל ורצוי בכל מקום בדיוק כמו התכנון הכלכלי. כשם שיש הבדל עצום בין התכנון המרכזי בבריה"מ לבין ה"תכנון האינדיקטיבי" (INDICATIVE PLANNING) בצרפת ובבריטניה, כן גם ההתלהבות ביחס לתכנון החינוך לא יצרה עדיין מגמה אחידה לגבי שיטות התכנון.

ב. הרקע לעריכת תחזיות כח אדם

"תחזית כח-אדם" היא כיום השיטה העיקרית בעולם לשילוב תכנון החינוך והתכנון הכלכלי. יסודה של גישה זו הוא הנסיון לחזות את הביקוש לכח-אדם מקצועי, מהאספקט של הצורך להשגת רמה והרכב מסויימים של תוצר לאומי או תפוקה תעשייתית. השיקול היסודי של הכנת תחזית כח-אדם, במיוחד תחזית לטווח ארוך, מבוסס על אורך הזמן הדרוש בדרך כלל להכשרת עובדים ברמות הגבוהות של הסולם המקצועי.

כאשר ביקוש יתר למיומנות מסויימת מעלה את ההכנסות, הגידול בהיצע של מיומנות זו יתממש תוך 5-10 שנים, בהנחה שהלומדים מיומנות זו יכירו בעובדה ויפעלו בהתאם. עקב פיגור בין היצע לביקוש, ייתכן מאוד שהמחסור ייהפך לפתע לרוויה. כאשר ההכנסות יורדות, יתרחש התהליך ההפוך. תהליך זה יביא לתנודות ממושכות ברמת ההכנסות כתוצאה מחוסר ידיים עובדות בענף אחד ועודף כח-אדם במשנהו. חוסר איזון בהתפלגות כח-אדם מקצועי והמחיר היקר של חוסר איזון כזה - מחייבים שגוף מרכזי כלשהו ינסה לחזות את הדרישה לכח-אדם מדעי או טכני חמש או עשר שנים מראש כדוגמת תעשיית החשמל, המנסה לחזות את הביקוש לחשמל לפני שתתחייב לבנות תחנת כח שבנייתה תימשך מספר שנים.

כאשר ביקוש יתר למהנדסים, למשל, גורם לעלייה במישרות פנויות, מכיר השוק שיש לשלם משכורות גבוהות יותר עבור מהנדסים נוספים. עם זאת, דרוש זמן כדי לבדוק באם ניתן להכשיר הנדסאים למלא את תפקיד המהנדסים, או האם ציוד חדש שיירכש עשוי למלא במידה מסויימת את מקומו של כח-אדם בעל הכשרה טכנית.

כאשר יוחלט, לבסוף, להעסיק מהנדסים נוספים במשכורות גבוהות יותר, ידרש זמן רב ל"משיכת" מהנדסים מחברה אחת לשניה, תהליך שיביא להעלאת המשכורות של המהנדסים. העלאת המשכורות תהיה מדורגת ותקיף מהנדסים רבים יותר ויותר, ותיקים וחדשים, וההוצאות הכרוכות בכך יעלו את עלויות הייצור של החברה במספר שלבים, כך שיהיה צורך להעריך מחדש את הביקוש למהנדסים. תהליך זה מצריך התייעצויות ממושכות ואפילו בחברות היעילות ביותר, עשוייה הערכת התוצאות של עליית שכר המהנדסים להימשך חודשים.

פיגורים אלה בביקוש הם כאין וכאפס לעומת הפיגורים בהיצע. מלבד התקופה הדרושה להכשרת מהנדסים חדשים, קיימים הקשיים הידועים כגון הפצה מהירה של מידע בדבר משכורות ומשרות פנויות, הליקויים ביעוץ המקצועי בבתי-ספר וכן השפעת גורמים חברתיים בבחירת מקצוע. די בנימוקים אלה על מנת להבין מדוע למתכנני כח-האדם אין אמון בשוק חופשי של איזון ביקוש והיצע.

ההנחה היסודית של הגישה לתכנון כח-אדם היא שהדרישה לכח-אדם מקצועי ברמה גבוהה גורמת לחוסר איזון ולצוואר-בקבוק בצמיחה כלכלית; מאחר שכח-אדם מעולה מהווה תשומה חיונית לתהליך הייצור, והכשרת כח-אדם זה נמשכת זמן רב, הרי שמחסור באנשים כאלה מעכבת את הצמיחה. ניתן לכנות גישה זו בשם "אנלוגיית הטייס": כשם שהטסת מטוס נוסף דורשת הכשרת טייס נוסף, כך דרוש כח-אדם מעולה להגדלת תפוקה תעשייתית. טיעון זה אינו מתעלם מהיקף התחלופה בין עובדים מקצועיים שונים או מהסבת כישוריהם של בני אדם ושל ציוד, אלא דווקא מהקשר המובהק שבין תפקיד לבין הכישורים הדרושים למילוי.

ניתן לומר שההשכלה האופטימלית הדרושה למקצוע מסוים היא פונקציה הן של גובה השכר שמקבל בעל ההשכלה והן של המיומנות והכישורים שנרכשו בתקופת הלימודים.

מעניין שדווקא מתכנני כח-אדם מכירים בקושי הרב של ההבחנה בקשר המיוחד בין הרקע החינוכי לבין התעסוקה, פרט למקצועות מסויימים כגון רפואה, ראיית חשבון, משפטים והוראה, שבהם החקיקה דורשת הכשרת מסויימת למילוי דרישות המקצוע.

תחזיות כח-אדם מצביעות על ההתפלגות ההשכלתית של כח העבודה בשנת היעד מתוך הנתונים של שנת הבסיס או כחיוץ של מגמות בעבר. הנקודה המרכזית בתחזיות כח-אדם היא התפיסה שבמצב הנוכחי אין ניצול יעיל של בעלי ההשכלה וניתן להניח שגם בעתיד כוחות השוק הרגילים לא יביאו לידי תוצאות משביעות רצון בתחום זה. לכן חייבים חזאי כח-אדם להניח שהשוק לא הצליח עד כה להקצות משאבי כח-אדם בצורה אופטימלית. כלומר, למעסיקים נגרמים הפסדים כתוצאה מהעסקת עובדים בעלי הכשרה רבה מדי או מעטה מדי לביצוע תפקידם. אך במקרה זה נראה שיהיה חשוב יותר לצמצם את השימוש באנשים בעלי הכשרה מקצועית גבוהה מאשר להמשיך בשימוש לא יעיל של כח-אדם ע"י עריכת פרויקציה של התאמה קיימת בין החינוך ומקצוע בעתיד. באותה מידה יהיה חשוב למנוע עודף או מחסור בכח-אדם.

הדגש בתכנון כח-אדם הוא שעל ידי תחזיות ניתן לגלות מחסורים העלולים להיווצר. אולי אין לדבר חשיבות רבה כאשר מתכננים כח-אדם בארצות מתפתחות הסובלות ממחסור בבעלי מקצוע. מאידך בארצות מתקדמות אין תשומת לב לעודפים ולניצול לא נכון של המשאבים בתחום כח-האדם.

ג. שיטות חיזוי

ניתן לחלק את שיטות החיזוי העיקריות הקיימות בארצות שונות לחמש קבוצות:

- א. שיטת משאל המעבידים
- ב. שיטת מגמת ILOR (INCREMENTAL LABOR OUTPUT RATIO)
- ג. שיטת יחסי צפיפות
- ד. שיטת ההשוואות הבינלאומיות
- ה. שיטת MRP (MEDITERRANEAN REGION PROJECT)

נדון כאן בשיטות אלה לפי הסדר, תוך הבאת דוגמאות מייצגות, אך לא ננסה לסקור בפרוטרוט את כל שיטות החיזוי האפשריות.

א. שיטת משאל המעבידים - השיטה הפשוטה ביותר היא לשאול את המעבידים כמה ואיזה סוג של כח עבודה הם מתכוונים להעסיק בשנים הקרובות. אם נסכם את כל נתוני המעבידים ונאמוד את השיעורים של מוות ופרישה בתקופה הנדונה, נגיע לתחזית הגידול האפקטיבי בביקוש לכח עבודה בשנת היעד. שיטה זו היתה בשימוש בארה"ב, בריטניה, קנדה, שוודיה, צרפת, ישראל (בעיקר על ידי משרד המסחר והתעשייה) וכן במספר ארצות מתפתחות. לעתים קרובות משתמשים בשיטה זו לחיזוי כח-אדם טכני ומדעי, במקום שהקשר בין רמת העבודה ובין ההשכלה הנו חד משמעי לצורך הדרישה לרישוי מקצועי (או מתוך מסורת מקצועית). למרות זאת, השיטה פופולרית יותר למטרות תחזיות תעסוקה כללית לטווח קצר (עד שנה) מאשר לטווח בינוני (3-5 שנים) או לטווח ארוך (10-15 שנים) של הביקוש לכח-אדם מקצועי מעולה. בצורה זו ניתן להבהיר את המגמות בשוק העבודה, אבל אין השיטה מתקשרת עם תכנון תפוקת מערכות חינוך.

אולם לשיטת "משאל המעבידים" ישנם חסרונות רבים כאמצעי חיזוי לטווח קצר של מגמות תעסוקה:

ראשית, השיטה מניחה שהמעבידים עצמם עורכים תחזיות כאלה, ואם אין הדבר כך, הרי סביר להניח שהם ימלאו את השאלונים על ידי ניחוש. הנתונים מעלים את ההשערה שחיזוי דרישות כח-אדם ברמה של חברות באה רק בשלב מאוחר יותר, ואפילו בארצות מתקדמות רק חברות מעטות סיגלו זאת לעצמם כנוהג קבע. שנית, אי-אפשר לבדוק אם התשובות אינן סותרות זו את זו, אלא אם כן יתבקשו המעבידים לחזות הן את רמת היצור שלהם והן את הביקוש לכח-אדם, ודבר זה נדיר מאוד לגבי שיטה זו. שלישית, אפילו אם שיעורי הגידול הצפויים של תפוקה תעשייתית מופיעים בשאלון, המעסיקים בתעשיות אוליגופוליות אינם יכולים להסיק משיעורי הגידול את צרכיהם העצמיים לכח-אדם מבלי לדעת את פעולתן של חברות מתחרות; טיעון זה נכון לגבי כל חברה בנפרד. בקיצור, כל אימת שמבנה השוק של תעשייה מסוימת מאופיין ע"י תחרות בין מעטים, אי-אפשר לאסוף באופן עקבי הערכות לגבי התעסוקה בעתיד. טענות אלה נגד שיטת "משאל המעבידים"

ידועות היטב, ובכל זאת ממשיכים מתכנני כח-אדם להתעלם מהן.

ב. שיטת ILOR - שיטת החיוץ של מגמות (INCREMENTAL LABOR OUTPUT RATIO - ILOR) מבוססת על היחס בין גידול כח-אדם לגידול התפוקה. בשיטה זו "כח-אדם" מתייחס לסוג מסוים של כח-אדם בקטגוריה מקצועית כלשהי, ו"תפוקה" מתייחסת לתפוקה תעשייתית או הכנסה לאומית. בהולנד, למשל, בוצעו התחזיות לביקוש למהנדסים ע"י חיוץ של רגרסיה לינארית של מספר המהנדסים וההכנסה הלאומית. באופן דומה נערכה תחזית לביקוש למהנדסים בענפי המשק השונים בשוודיה באמצעות מגמות לינאריות בתפוקה למהנדס ואחוז המהנדסים בכח העבודה של הענפים השונים במשק. מובן מאליו ששיטה זו שימושית רק בארצות מתקדמות שיש להן סדרות זמן (TIME SERIES) לתפוקה למועסק, המסווגות לפי הענף, המקצוע וההכשרה המקצועית. מהעדר נתונים על סדרות זמן, השיטה היא בדרך כלל בלתי אמינה בשל אי היציבות לטווח קצר של ILOR.

בבריטניה, למשל, ערכה ועדת צוקרמן ב-1956 תחזית לעשר שנים של מספר המדענים והמהנדסים הדרושים להשגת גידול של 4% בתפוקה התעשייתית הכוללת בהנחה כי AVERAGE LABOR OUTPUT RATIO - ALOR (היחס הממוצע בין מדענים ומהנדסים לבין התפוקה) הוא קבוע. שלוש שנים לאחר מכן היה ALOR זה גדול פי ארבעה ממה שהיה ב-1956, והצביע על עלייה חריפה ב-ILOR. גם במקומות אחרים תחזיות המשמשות בשיטה זו ממשיכות להתבסס על ILOR לתקופות קצרות של חמש שנים.

ג. שיטת יחסי צפיפות - שיטת יחסי הצפיפות (DENSITY RATIOS METHOD) היא בעלת עניין מיוחד כי בריה"מ מעדיפה אותה לעריכת תחזיות כח-אדם לטווח ארוך. שיטה זו המכונה בכריה"מ בשם "יחס הרוויה", מורכבת ראשית מאומדן אחוזים קבועים (STABLE FRACTIONS) של כח-אדם מקצועי בכח העבודה של ענף כלכלי מסוים; ושנית משימוש באחוז זה לתחזיות דמוגרפיות של כח העבודה הכולל כפי שהוא מחולק בין הענפים השונים. בארה"ב השימוש בשיטה זו התבטא בעריכת תחזית של אקסטרפולציה של יחס המדענים והמהנדסים המועסקים בתעשייה מסויימת לכלל התעסוקה באותה תעשייה עד 1970; התחזית התבססה על המגמה הלינארית שביחס הצפיפות הרלוונטי בין 1954 לבין 1959.

מתקרים מאוחרים יותר הטילו ספק בהנחה כי אחוז התעסוקה של כח-אדם מדעי קבוע בתעשיות של ציוד כימי ואלקטרוני כאחד. באופן דומה השתמשו באוסטריה בשיטת יחסי הצפיפות יחד עם שיטת מגמת ILOR כדי לחזות את "הצרכים" למהנדסים עד 1980. התחזית ארוכת-הטווח השנייה של בריטניה לכח-אדם מדעי וטכני אמדה את יחסי הצפיפות בתעשיות ייצור מסויימות בהנחה שהצפיפויות הגבוהות ביותר שנסקרו ב-1961 בחברות המתקדמות ביותר בתעשייה מסויימת, ישמשו דוגמה לכל החברות בתעשייה זו ב-1970. באופן טבעי הניחו שהצפיפויות הגבוהות ביותר של כח-אדם מדעי הן "הטובות ביותר". הנחה זו הופיעה גם בדו"ח ועדת חורב

בישראל.

גישה שונה של שיטה זו לחיזוי דרישות כח-אדם היא לאמוד יחסי צפיפות קבועים בין סוגים שונים של כח-אדם, כגון יחס המדענים למהנדסים או המהנדסים לטכנאים, ותחזית מסוג אחד גורמת ישירות לתחזית מן הסוג השני. בברה"מ, למשל, "יחסי הרוויה" משמשים לחיזוי של 10-15 שנים מראש, אך בתכנית לתקופה של חמש שנים בנויות התחזיות על הגישה של "נורמות לאספקת סגל" (STAFFING) (NORMS).

"מאזני עבודה" נערכים עבור חברות, תעשיות וענפים שונים במונחים של קטגוריות, כגון לא-מקצועיים, מקצועיים, כח-אדם ברמה בינונית וכח-אדם ברמה גבוהה, בהתחשב בעומס העבודה הממוצע של העובדים כפי שהוא מוגדר ע"י הממונים עליהם. אלה מותאמים אחר-כך להעלאת הרמה של ההעסקה למשך תקופת התכנית, לאור הנוהג המקובל במפעלים חשובים. בשיטת חיזוי זאת השתמשו לראשונה ב-1930, וכיום משתמשים בה באופן סדיר בבריה"מ ל-500 מקצועות המאויישים בדרד כלל ע"י כח-אדם אקדמאי ו-360 מקצועות המאויישים בדרך כלל ע"י עובדים בעלי השכלה תיכונית. העובדה שמחצית מכל העובדים האקדמאים במשק הסובייטי הם מורים או רופאים, מפשטת את בעיית האומדנים. החוקים הסובייטים מחייבים את כל הרופאים וכן את המורים בבתי-הספר העל-תיכוניים להיות בעלי תארים אקדמאים. תקני העבודה בהוראה וברפואה מפורטים למעשה ע"י סטנדרטים מקובלים ביותר של שירות כפי שנמדדו ע"י יחסי רופא - חולה ויחסי מורה - תלמיד.

ד. שיטת ההשוואות הבינלאומיות - השיטה הרביעית היא שימוש בהשוואות בינלאומיות, לעתים כשיטה יחידה אך בדרך כלל בשיתוף עם שיטות אחרות. כך השתמשו הצרפתים מזה זמן רב בסדרות זמן מארצות מתקדמות אחרות כדי לסייע בחיזוי התפלגות כח העבודה ב-25 ענפי משק צרפתיים; מאז 1960 התרחבו אלה לתחזיות של דרישות החינוך ע"י שימוש ביחסי צפיפות נורמטיביים. שימוש מקיף בשיטת ההשוואות הבינלאומיות נמצא בתחזית שבוצעה בפורטו-ריקו ב-1957 בקשר להתפלגות כח-אדם לפי מקצוע ולפי הכשרה עד 1975.

בהעדר סדרות זמן פורטו-ריקניות שימשה ארה"ב של שנת 1950 מבחינת ההרכב המקצועי כמודל עבור פורטו-ריקו בשנת היעד 1975. הנימוק לכך היה שפריון העבודה בפורטו-ריקו ימשיך לפגור בערך ב-25 שנים אחרי זה של ארה"ב, וכדי להגיע לרמות פריון זהות דרוש כי לקבוצות מקצוע מקבילות בשתי המדינות יהיו תכונות השכלתיות שוות. באופן דומה מחקר איטלקי שנעשה ב-1960 חזה ל-15 שנים מראש את ההתפלגות לענפים של כח העבודה האיטלקי, בהנחה שפריון העבודה האיטלקי ב-1975 יתאים לרמות שהושגו בצרפת ב-1960. ניתוח שנעשה מאוחר יותר ע"י OECD הטיל ספק בכל ההשוואות הגסות שבין מדינות שונות.

ה. שיטת MRP (MEDITERRANEAN REGIONAL PROJECT) - לבסוף אנו מגיעים לשיטה הכללית ביותר, שיטת MRP. שיטה זו פועלת בצורות שונות אבל מיוצגת אולי בצורה הטובה ביותר ע"י "התכנית האזורית הים-תיכונית".

ה-MEDITERRANEAN REGIONAL PROJECT של OECD, הווה מאמץ לתכנן את מערכת החינוך של פורטוגל, ספרד, איטליה, יוון, יוגוסלביה ותורכיה במסגרת משותפת. גישת ה-MRP היא התקדמות בשלבים, החל מחיוץ ראשוני של התוצר הלאומי בשנת יעד מסוימת הנקבעת ע"י תכנית כלכלית, וכלה באספקת כח-האדם הדרוש להשגת המטרה.

היתרון העיקרי של גישת ה-MRP היא בעקביות התחזיות במובן שסך כל התעסוקה לענפי התעשייה השונים שווה לסך התעסוקה הממוכנת למשק. בנוסף לכך, הגישה מספקת כלים לבחינת חלק מההשפעות של גידול התפוקה על מבנה כח-האדם במשק. אבל, בשל המבנה הבסיסי של מקדמים קבועים, ניתן לצפות ממנה רק לתת הערכות סבירות לטווח הקצר. הצרפתים ניסו להתגבר על חיסרון זה על ידי שימוש בהערכות מומחים על השפעות ההיצע, אבל זו איננה דרך משיעת רצון לחלוטין, מכיוון שחלק מההשפעות על ההיצע עשויות להיות מסובכות וקשות להערכה ללא מודלים כמותיים.

גישת ה-MRP דורשת גם שימוש בנתונים רבים, משום שתצפיות ביחס לתפוקה לפי ענף תעשייתי, תעסוקה לפי עיסוק וכו', הכרחיים לישום הגישה.

אחת הדרכים לשיפור התחזיות המבוססות על גישת ה-MRP היא לקחת בחשבון חלופות על ידי יצירת תחזיות שונות המבוססות על הנחות שונות בנוגע למדדים קבועים. בדרך זו נוכל לחקור את רגישויות התחזיות לשינויים בפרמטרים המוערכים. אבל זה נעשה רק לעיתים רחוקות בישומי גישת ה-MRP. אחת הסיבות לכך היא העובדה, שמספר החישובים גדל במהירות ככל שגדל גודל המטריצה של המקצוע - ענף תעשייתי ומספר האלטרנטיבות המאומצות. לכן גישת ה-MRP היא שימושית בעיקר כמודל ניסויי לקביעת מדוי תכנון משוערים לטווח הקצר.

תחזיות בודדות של מקצוע/השכלה הושגו גם על ידי גישת השוואות בינלאומיות וכן על ידי תחזיות של מעסיקים. הגישה האחרונה הוכיחה עצמה כפופולרית בכריטניה וסדרות שלמות של תחזיות על מדענים ומהנדסים הושגו על בסיס תחזיות של מעסיקים. תחזיות אלו לעיתים קרובות לא היו עקביות והתוצאות פורשו באופן מוטעה מסיבות פוליטיות.

המסקנות שהוסקו ביחס למודלים של תחזית מקצוע/השכלה הן בקירוב אותן המסקנות של מודל ה-MRP. מודלים אלו לא הוכחו כמהימנים מספיק למטרות של תכנון חינוך.

ד. מסקנות לגבי תחזית כח אדם

תחזיות כח-אדם נעשות על מנת למנוע "צווארי בקבוק" בצמיחה הכלכלית הנובעים ממחסור בכח-אדם בעל השכלה, או להפחית מחסור יחסי של סוגים מסויימים של כח-אדם הקיים בו זמנית לצד עודפים יחסיים של סוגים אחרים. חוסר איזון זה נובע מהקשיחות הן בשוק העבודה והן בתהליכי הייצור. המודל הרגיל שאומץ לשם עריכת תחזיות של כח-אדם מניח, שתהליכי ייצור הם קשיחים לחלוטין ושווקי העבודה הם חסרי יכולת לחלוטין לבטל את המחסור והעודפים על ידי שינויים בשכר ובמשכורות.

למעשה, במושג "ביקוש לכח-אדם" נעשה לעיתים קרובות שימוש במובן של כמות כח-האדם הנדרשת לשם השגת מטרה נתונה: ההנחה הגלומה כאן היא שמערכת כלכלית דורשת כח-אדם משכיל אם ברצונה לגדול, אבל ברור, שגם לולא היו חלופות לכח-אדם בעל השכלה, עדיין אפשר היה לייבא וכך לבחור בין מצב של גידול עם מהגרים בעלי השכלה לבין מצב של קיפאון.

אם לא לוקחים בחשבון יבוא כח-אדם זר, נראה הגיוני להניח שהתפתחות כלכלית, במיוחד התפתחות כלכלית מתוכננת, דורשת מספר מינימלי של בעלי השכלה גבוהה.

עדיין אין עדות משכנעת לכך, שטועים העוסקים בתחזיות כח-אדם בהניחם, שאפשרות החלופות בין כח-אדם בעל השכלה גבוהה לבין בעלי השכלה תיכונית, או בין כח-אדם בעל השכלה לבין הון פיזי הן אפסיות או כמעט אפסיות.

מודל המקדמים הקבועים שבדרך כלל מאמצים אותו העוסקים בתחזיות כח-אדם מרמז, שסוגים שונים של כח-אדם מתחברים ליצירת תפוקה נתונה, או שתפוקה נתונה מכתיבה מבנה תעסוקתי מסוים, אשר מצידו כופה דרישות השכלתיות מינימליות מוגדרות.

סביר להניח, שגמישויות לחלופות לכח-אדם בעל השכלה בדרך כלל נמוכות מאלו של הון וכח עבודה בלתי מיומן, או של מרכיבים שונים של הון. בנוסף לכך, שווקי עבודה אינם מושלמים ובמיוחד שווקים של כח-אדם מקצועי נתונים לפיגורים ארוכים הן מצד הביקוש והן מצד ההיצע, אשר עוצרים ואפילו מונעים שיווי משקל. אין ספק, שהביקוש לכח-אדם הוא במובן מסוים פונקציה של שכר, אבל עד שנלמד איך להעריך עקומות ביקוש סטטיסטיות לכח-אדם, אין תחליף לעריכת תחזיות משוערות המבוססות על מדדים קבועים, אם ברצוננו לעצב מדיניות שתסייע בביטול המחסור או העודפים בשווקי העבודה. בהקשר זה אנו נוטים להתרכז בתחזיות לטווח קצר ובינוני, משום שקווי המדיניות שאנו חושבים עליהם הם למעשה אלו המיועדים להשפיע על פעולות שוק העבודה בעתיד המיידי. אבל הרחבת שרתי החינוך מחייבים תחזיות לטווח ארוך (10 שנים או יותר). לכן מספר רב

של תחזיות כח-אדם שנעשו בארצות שונות צפו לפחות 10 שנים ובמקרים מסויימים אף 20 שנים קדימה.

לא ניתן להתגבר על הכעייה של הערכת הדיוק של תחזית על פני תקופות זמן ארוכות. כידוע תחזיות כח-אדם מתחילות לעיתים קרובות עם מטרה חיצונית של גידול התל"ג ואחר כך הן מרחיבות את השלכותיהן למבנה החינוכי והמקצועי של כח העבודה. אבל קשה לקבל חיזוי מדויק של גידול התל"ג במשק מסויים לתקופה של יותר משנתיים או שלוש.

תחזיות ברמת דיוק סבירה קצת יותר ניתנות לעשייה לגבי תקופות זמן קצרות (שנתיים עד שלוש שנים) וזה מעשי ל"מדיניות כח-אדם פעילה", המעוניינת להתערב בשוקי העבודה. תחזיות לטווח קצר הן הרבה פחות שימושיות לתכנון מערכת ההשכלה והחינוך מאשר תחזיות לטווח ארוך, ולכן תחזיות כח-אדם לא הוכיחו עצמן עד כה כמועילות במיוחד לקבלת החלטות בתחום החינוך.

פרק 2: תכנון כח אדם בישראל

תולדות התיכנון הכלכלי בישראל ראשיתן עוד מלפני קום התדינה, אך חיזוקו, הדגשתו והרחבתו חלו כמובן רק אחריו. תחילתו בעיקרה מתיכנון ענפי ומתיכנון פיזי, בראש וראשונה כתחומי החקלאות וההתיישבות וכן בתיכנון של ישובים ומבנים. מאז שנות החמישים התרחב קודם התיכנון הענפי (כגון תוכנית התעשייה הראשונה משנת 1957) והפיזי (תוכניות מתאר ליישובים ולאזורים נוספים).

עם הקמת הרשות לתיכנון כלכלי הוחל בראשית שנות השישים לראשונה בנסיון לתיכנון כלכלי לכל ענפי המשק. בעיקבות נסיון זה גם בוצע בידי הרשות לתיכנון כוח-אדם שבמשרד העבודה בשנת 1964/5 תיכנון כלל משקי של כוח אדם לאותה שנת יעד: 1970. היה זה הנסיון היחיד לתיכנון מפורט של כלל סוגי כוח האדם לכלל המשק ממקור זה. אחריו רק בוצעו בידי הרשות לתיכנון כלכלי מדי פעם נסיונות התאמה למהדורות השונות של תיכנון משקי כללי שלהם עד ראשית שנות השמונים. בשנות השבעים, בעיקר מ-1974, לאור גלי העלייה דאז ולאור האבטלה הגוברת, גם נעשו במסגרת ועדות של משרד העבודה והרווחה ושל המכון לפיריון העבודה והייצור עבודות בדיקה ותיכנון שונות של כוח אדם קיים ותוספות אפשריות לו בעיסוקים השונים. רבות מאלה התייחסו לאזורים או למקומות בודדים, חלקן אף לכלל המשק. הנסיון החדש ביותר של הרשות לתיכנון כלכלי לקביעת יעדים ומגמות למשק הישראלי למחצית הראשונה של שנות התשעים - במיוחד גם בהתחשב בגלי העלייה הנוכחיים - פורסמו בראשית ובמחצית 1990 למרבה הצער הם כלליים מאד וטרם פורטו גם לתחום כוח האדם והרכבו. כך מודגשת גם מצד זה נחיצותה של העבודה המוצעת כאן.

בתחום התיכנון הענפי ניתן להזכיר את העבודות שנעשו לגבי התעשייה במשרד התעשייה והמסחר מדי שלוש שנים מאז ראשית שנות השישים. תוכניות אלה פורטו מאז אמצע שנות השישים גם לסוגי כוח האדם המצוי בתעשייה והדרוש לה בעתיד. למרבה הצער נשארו אלה כמעט הנסיונות היחידים במשק בכיוון זה. בעיקר בתחומים שהם המתחרים הגדולים על כוח האדם בעל הרמות הגבוהות, בשרותים לסוגיהם, מוסדות להשכלה ולמחקר, תקשורת ותחבורה ובשרותים עיסוקיים שונים, מורגש מאד בישראל העדר של תיכנון מפורט מקביל בכדי להגיע למאזנים נכונים של היצע וביקוש של כוח-אדם.

הגישה הבסיסית של כל התיכנון הכלכלי בארץ (להבדיל מהתיכנון הפיזי המחייב) היתה זאת של תכנון אינדיקטיבי, דהיינו נסיון שיטתי, הגיוני ועקיב לבחון חלופות שונות של התפתחות, על סמך מערכת בדוקה של נתונים, יחסים והנחות, ולתאר את הצרכים במשאבים ובגורמי הייצור השונים הנובעים מכל אחת מהן. גישה דומה היתה קיימת בארצות דמוקרטיות מערביות אחרות והודגשה במיוחד בצרפת

ובהולנד בשנות החמישים והשישים. הכוונה היא בעיקר לחשיבה שיטתית ומסודרת מראש, לתאום בין הגורמים השונים ולהכנה מבעוד מועד ובעיתוי הנכון של המשאבים הדרושים להשגת היעדים. המשמעות של כוונות אלה דווקא לתיכנון של כוח-אדם היא ברורה וגם הודגשה: הלא הכנת כוח האדם דורשת יחסית זמן רב ממרבית יתר גורמי הייצור ובמיוחד הכנתם של סוגיו הקריטיים ביותר לפיתוח חדיש ומתוחכם, דהיינו של כוח-אדם מחקרי, מדעי וטכנולוגי.

תוצאות התיכנונים המתוארים לא מילאו תמיד את התקוות שנתלו בהם וברוב המקרים רק הצליחו לקבוע נכונה את מגמות ההתפתחות, העדיפויות והגדלים היחסיים, אך לא היקפים כמותיים. עם זאת נראית עדיין חשיבותם כשמוכרות המגבלות והכוונות המצומצמות כמתואר; דווקא בתחומים של גורמי ייצור קריטיים במיוחד, הדורשים הכנה יחסית ארוכה, שהעדרם מסכן ביותר את השגת היעדים וביזבוזם (או בריחתם מהארץ) יקר מאד. מתוך הכרה זאת ניגשו בארץ מדי פעם לבחינת הנושא על ידי ועדות מיוחדות וגופים קיימים שבדקו עובדות וצרכים והכינו דו"חות מפורטים. להלן סקירה מקיפה של המלצות ועדות חורב ופטינקין (בראשית שנות השבעים) ודו"ח ברודט, כמו גם ניתוח נסיון של הסכת הנדסאים למהנדסים באוניברסיטת תל-אביב (מראשית שנות השמונים).

ב-1974 הוקמה הועדה לתכנון ולתיקצוב (ות"ת) ליד המועצה להשכלה גבוהה. כצוין לעיל, עד להקמת ות"ת נעזרו מקבלי ההחלטות בישראל בנושאי תכנון כח-אדם בועדות ציבוריות. להמחשת הדבר מובאים כנספח לפרק זה כתבי המינוי והמלצות ועדת חורב (1969) ופטינקין (1970). ועדות אלו התמודדו עם הביקוש המוגבר לכח-אדם הנדסי עקב השינוי המבני שחל במשק הישראלי בעקבות מלחמת ששת הימים. שתי הועדות השתמשו בשיטה של יחסי צפיפות. בשיטה דומה השתמש דוד ברודט אשר פרסם ב-1983 דו"ח על צרכי כח-אדם הנדסי וטכנולוגי בתעשייה ובמשק בשנים 1983-1992. בסוף הפרק הבא מובאים לוחות הכוללים אינדיקטורים השוואתיים לארצות OECD וישראל:

1. מספר הסטודנטים (למאה אלף תושבים)
2. אחוז הסטודנטים הלומדים מדעים והנדסה
3. מספר ואחוז מקבלי תואר ראשון
4. הוצאות למו"פ כ- % מתל"ג
5. מספר המדענים והמהנדסים העוסקים במו"פ (למליון תושבים)

מעיון בלוחות אנו למדים שישראל נמצאת בין חמשת המדינות המובילות בעולם בהכשרת כח-אדם הנדסי וכח-אדם העוסק במו"פ.

נספחים - רקע ומימצאים

1. דו"ח ועדת חורב 1969 - הוועדה לבדיקת צרכי התעשייה בכח-אדם
2. ועדת פטנקין 1970 - דו"ח הוועדה לבדיקת הצורך בהרחבת החינוך ההנדסי
3. דו"ח ברודט 1983 - צרכי כח-אדם הנדסי וטכנולוגי בתעשייה ובמשק 1983-1992

דו"ח ועדת חורב 1969 - הועדה לבדיקת צרכי התעשייה בכח-אדם

מינוי הועדה ומטרותיה

הועדה לבדיקת צרכי התעשייה בכח-עבודה מיומן ודרכי סיפוקם, מונתה ביום 22 בינואר 1968 ע"י שר המסחר והתעשייה, מר זאב שרף וע"י שר העבודה דאז, מר יגאל אלון. בכתב המינוי הוגדרו תפקידה ומטרותיה של הועדה כדלהלן:

"הועדה תבחן את צרכי התעשייה בעובדים לרמותיהם השונות בשנים 1968-73, ובעדיפות ראשונה את צרכי תעשיות ההנדסה (מתכת, אלקטרוניקה וכיו"ב), בפרט בפועלים מקצועיים, בטכנאים ובאקדמאים.

הועדה תבחן את מקורות האספקה של כח-האדם הדרוש ודרכי הכשרתו ואת מידת התאמתם לצרכים החזויים עד 1973 ועד בכלל. במידת הצורך, תמליץ הועדה על השינויים הדרושים, בהתחשב בחלוקת הסמכויות הנהוגה בין משרדי הממשלה.

הועדה תיעזר בעבודתה בנתונים שיסופקו לה ע"י הרשות לתכנון כח-אדם שבמשרד העבודה וע"י אגף התכנון של משרד המסחר והתעשייה, ובנתונים שיתקבלו ממוסדות וממפעלים ממשלתיים ציבוריים ופרטיים אשר יופיעו בפניה".

לתפקיד יו"ר הועדה מונה אלוף עמוס חורב שהיה אז סגן המדען הראשי במערכת הכטחון והמשמש כיום בתפקיד ראש אג"א במטכ"ל.

מסקנות והמלצות עיקריות

מובאות בזה מסקנותיה והמלצותיה העיקריות של הועדה. יתר ההמלצות או הרחבתן, מופיעות בפרק ד' במסגרת הסעיף "המלצות לפיתוח כח-אדם".

א. מניתוח ההיצע והביקוש לכח-אדם במשק, במשלחי-היד התעשייתיים, מצאה הועדה כי בתקופת חמש השנים הבאות עיקר המחסור בכח-אדם מיומן יהיה בקרב הרמות המקצועיות הגבוהות, כלומר מהנדסים, ההנדסאים והטכנאים.

להלן הנתונים אודות תחזית המחסור המצטבר בסוף שנת 1973:

כ-2000	מהנדסי מכונות
כ-850	מהנדסי ייצור
כ-500	מהנדסי חשמל ואלקטרוניקה
כ-500	מהנדסי כימיה ומזון

הנדסאים וטכנאים בתחום:

כ-5400	המכונות, המתכת והמכשירנות
כ-3100	החשמל והאלקטרוניקה
כ-3000	הייצור
כ-2100	הכימיה והמזון

בטורח הקצר (עד שנת 1973) לא ניתן לסגור את הפער בקרב המהנדסים ע"י הגדלת ההיצע וזאת עקב משך הזמן הנדרש להכשרתם. בקרב ההנדסאים והטכנאים ניתן לצמצם פערים אלה אך לא לבטלם כליל.

ב. מאחר והמחסור בכח-אדם מיומן מהווה גורם מעכב לפיתוח התעשייתי החזוי הרי שיש לקבוע סולם עדיפויות בין ענפי המשק השונים ולהזרים את כח-האדם הנדיר לענפים המועדפים. יש איפוא לנקוט באמצעים כדי לעודד את המעבר של מהנדסים, הנדסאים, טכנאים ופועלים מקצועיים בעלי מיומנות גבוהה מן השירותים ומן העיסוקים התעשייתיים שאינם חיוניים אל ענפי התעשייה המועדפים. כיום, השכר והתנאים החמריים הניתנים בשירותים גבוהים מאלה הניתנים בתעשייה. יש להפוך מצב זה ולהעדיף את התעשייה על פני יתר ענפי המשק מבחינת תמלוגים.

אמצעי אחר להעדפת התעסוקה התעשייתית הוא הטלת מס על התעסוקה בענפים בלתי מועדפים, כלומר בראש ובראשונה הענפים הבלתי תעשייתיים ואלה שאינם יצואנים ואינם חיוניים מבחינה אחרת. מס כזה ייקר למעביד את העובדים הנוספים במקצועות הרלוונטיים ויצמצם את הביקוש לעובדים אלה בענפים בהם יוטל ובכך יגדיל את היצע העובדים לתעשייה, למערכת הביטחון ולשירותים חיוניים. ניתוח ההשפעות האחרות של מס כזה הוא מחוץ לתחום עניינה של הועדה, אולם נראה כי רובן יהיו בעלי אופי שישלים את המגמות הרצויות בתחום כח-האדם ויסייע למגמות הפיתוח התעשייתי בכלל.

ג. מאחר וקיימים יתרונות לגודל המפעל ביחס לשימוש מושכל בכח-אדם מקצועי ובעיקר מהנדסים, הרי שהמדיניות הכלכלית תקל על המחסור בכח-אדם הנדסי וטכנאי ככל שתעודד הפיתוח התעשייתי הנוסף במפעלים גדולים. מגמה זו חיובית גם מבחינות אחרות ומקבילה ליתרונות לגודל בהשקעות ובמשאבים אחרים.

להשגת מטרה זו יש לגבש מדיניות המכוונת להגדלה של המפעלים הקיימים ותעודד מיזוגים בין מפעלים. למיזוגים בין מפעלים יש יתרונות נוספים והם האפשרויות העדיפות לקיום שירותים הנדסיים וכן הגדלת האפשרויות להכשרה במפעל עצמו (כמו ע"י קיום בי"ס תעשייתי במפעל).

ד. דרכים אחרות לצמצום הפער במהנדסים בטווח הקצר:

(1) יש לעודד הסבת בעלי מקצועות אקדמיים למקצועות האקדמיים בהם מורגש או צפוי מחסור והם: הנדסת מכונות, ייצור ואלקטרוניקה. לשם זה יקוימו קורסים בהסבה בתנאי סיוע חומרי והבטחת תעסוקה מראש.

(2) יש להקל על קליטת מהנדסים עולים ע"י פתיחת קורסים להתמחות במקצועם ולהסבה למקצועות נדרשים. קורסים אלה אפשר לקיים הן בחו"ל והן בארץ.

(3) יש לבדוק מידת תעסוקת מהנדסים בעיסוקם בהתאם לכישוריהם ולקיים השתלמויות למהנדסים המועסקים בתפקידים שאינם מחייבים השכלה אקדמית.

ה. הדרכים העיקריות לצמצום הפער בהנדסאים וטכנאים:

(1) יש להרחיב את מסגרות ההכשרה לטכנאים והנדסאים - בעיקר את המסגרות להכשרת הנדסאים מבוגרים.

(2) יש לעודד מפעלים לשלוח עובדים להשתלמויות במסגרת הכשרת טכנאים והנדסאים שתערכנה לאחר שעות העבודה ו/או גם על חשבון מספר שעות עבודה.

(3) למרות העובדה שטבלת הפערים (טבלה מס' ד'-1:) מצביעה על איזון בנושא הפועלים המקצועיים, יש להרחיב את מסגרות החינוך המקצועי כדי ליצור מספר מועמדים מספיק להכשרה כטכנאים והנדסאים לאחר צאתם מהצבא.

(4) יש להגביר את הייעוץ לנדחים ולנושרים מהמוסדות להשכלה גבוהה כדי שניתן יהיה לכוון חלק מהם ללימודי הטכנאים וההנדסאים.

ו. הועדה אינה מחווה דעה על השאלה של פתיחת טכניון נוסף לנוכח המחסור הגדול במהנדסים וזאת מכיוון שתחום פעולתה הצטמצם עד שנת 1973 בלבד.

יחד עם זאת, מצביעה הועדה על מספר דרכים אלטרנטיביות להגדלת ההיצע במהנדסים בתקופה שלאחר 1973:

(1) יש לאפשר קיום לימודי יסוד (שנה א': מתימטיקה, פיסיקה, כימיה) למועמדים להנדסת אלקטרוניקה, מכונות וייצור במוסדות שונים בארץ

בהם קיימות האפשרויות לקיים את הלימודים ברמה הדרושה. הסדר זה יאפשר קליטת הסטודנטים בטכניון לשנת הלימודים השניה ויביא להגדלת יכולת הקליטה של הטכניון בחיפה.

(2) רצוי להנהיג בטכניון מסלול לימודים נוסף של שלוש שנות לימוד ע"י תוספת סמסטרי קיץ.

(3) יש לקיים במלואה את תכנית הפיתוח המיוחדת של הטכניון משנת 1968.

ז. הועדה בדעה שמן הראוי שיבדק נושא השכר לעובד. יש להבטיח בהסכמי עבודה כי קידום עובדים יותנה בהוכחת מקצועיותם ע"י מבחן אובייקטיבי. כמו-כן, יש לדאוג למתן תמורה הולמת עבור שנות לימוד והכשרה (לדוגמא: מתן ביטוי כספי עבור תואר אקדמי גבוה יותר).

ח. הועדה נוכחה לדעת כי מקורות האינפורמציה בישראל אודות היצע וביקוש כח-אדם הינם לקויים ובלתי מספיקים. ככל שנדרשת רמת פירוט תעסוקתית גבוהה יותר כן מתבררת יותר ויותר עובדת אי-קיומה של אינפורמציה זו ואי-קיומם של כלים לאספקתה.

(1) הבסיס הנדרש ליצירת תחזיות תעסוקה הוא ידיעת המצב הקיים בשוק העבודה מבחינת היצע וביקוש לכח-אדם. לפיכך ממליצה הועדה על קביעת נוהל לקבלת אינפורמציה שנתית מעודכנת אודות התפלגות המועסקים בישראל. הפרטים שיכללו אודות כל מועסק יהיו: נתונים אישיים, כתובת מגורים, השכלה, מקצוע הלימוד, משלח-יד נוכחי, ותק מקצועי, דרוג וסווג מקצועי וענף כלכלי. הגוף המתאים ביותר לביצוע משימה זו הוא המחלקה למחקר וסטטיסטיקה של המוסד לביטוח לאומי. המוסד לביטוח לאומי מקבל דווח שוטף אודות מרבית המועסקים במדינה באמצעות המעבידים השונים וכן ישירות מן העובדים העצמאיים. הדווח הנוכחי אינו מקיף את כל הפרטים הנדרשים ויש צורך לשנות את טפסי הדווח הקיימים.

הוועדה ממליצה, איפוא, להקים ועדה בראשות מנהל מחלקת המחקר והסטטיסטיקה של המוסד לביטוח לאומי ובהשתתפות נציגי הגופים המעוניינים באינפורמציה תעסוקתית כזו (הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, הרשות לתכנון כח-אדם, בנק ישראל, המפקח הארצי על כח-אדם וכו'), למען תקבע דרכים מעשיות למימוש המלצה זו.

(2) הצורך בהתאמה מתמדת של מערכת החינוך וההכשרה המקצועית לצרכי המשק והתעשייה בכלל, מחייב מעקב רצוף אחרי שינויים העשויים להשפיע על

המבנה, התוכן וההיקף של החינוך המקצועי. מעקב זה צריך להגביר את המידע על שינויים דרושים בעתיד במבנה האוכלוסיה העובדת מבחינת משלחי היד, הרמות המקצועיות, שינויים כמותיים בכל משלח-יד וברמות העיקריות שבו. כמו-כן ינסה מעקב זה להגיע לידי מסקנות בדבר שינויים בחלוקה הגיאוגרפית של כח-האדם במשק.

מעקב זה צריך להתבסס על קיום מתמיד של תחזיות היצע וביקוש לכח-אדם המפורטות לפי רמות מקצועיות, משלחי-יד וענפים כלכליים. טווח התחזיות יהיה לחמש שנים והן תעודכנה מדי שנה.

(3) יש לאחד במוסד ממלכתי מרכזי פעולות פיתוח כח-אדם ואת התיאום במערכת החינוך המקצועי. המוסד יתבסס בדיוניו והחלטותיו על הנחיות ועדה ממלכתית בדרג גבוה כגון: ועדת מנכ"לים.

ט. יש לדאוג למסלולי לימוד המאפשרים קידום עובד מרמה לרמה עד לדרגות הגבוהות. לשם זה יש לזכות את הלומד בלימודיו המתקדמים בכל ידע שרכש בשלב הקודם ויש להעניק לבוגרי כל שלב של חינוך מקצועי תעודה או אישור עם פירוט ההשגים שהשיג. בהסתמך על המלצה כללית זו ממליצה הועדה מסלול קידום מקצועי מרמת הטכנאי לרמת ההנדסאי ומרמת ההנדסאי לרמת המהנדס באותו מקצוע ובהתחשבות בידיעות שנרכשו בשלב הקודם של המקצועות. בעקבות זאת יהיה, אולי, צורך בשינוי בתכניות הלימוד של כל אחת מן הרמות, אולם אסור שצורך זה ימנע מערכת קידום רצופה.

י. יש להנהיג הכוונה ללימוד מקצועי, יעוץ בבחירת מקצוע ומיון מועמדים לחינוך מקצועי בכל שלבי החיים הקובעים את ההחלטה, הבחירה והעתיד המקצועי של האזרח.

יא. הועדה ממליצה על הגברת הלימודים במתימטיקה ובמדעי הטבע בכל מסלולי החינוך, על-מנת להגדיל את מספר הבוגרים היכולים להמשיך בחינוך טכני ובחינוך טכנולוגי ברמה אקדמית.

יב. הועדה ממליצה להנהיג לגבי חניכים במסגרת חוק חניכות במקום יום לימודים אחד, שני ימי לימוד בשבוע או לימודים שווי ערך. התוספת דרושה הן להקניית ידיעות מקצועיות נוספות והן לפעולות חינוכיות המכוונות לפיתוח האישיות.

ד"ר וועד פטנקין 1970 - דו"ח הוועדה לבדיקת הצורך בהרחבת החינוך ההנדסי

מינוי הוועדה ומטרותיה

ביום 19 למרץ 1969 מינה שר האוצר, מר זאב שרף, על-פי החלטת הממשלה, ועדה ציבורית אשר תפקידיה:

1. גיבוש תחזית על היקף כח האדם ההנדסי שיעמוד לרשות המשק ב-10-5 השנים הבאות לפי תחומי התמחות - ממוסדות ההכשרה בארץ, מהעליה, מתושבים ישראלים חוזרים וממקורות אחרים.
2. להשוות את התחזית הנ"ל עם הערכת הצרכים בכח אדם הנדסי-טכנולוגי בישראל בתקופת התחזית על סמך מחקרים ועבודות שנעשו בתחום זה, וכן על סמך עבודות משלימות כפי שהועדה תמצא לנחוץ.
3. להציע דרכים נוספות לשם הכשרת כח האדם ההנדסי שידרש לסוגיו השונים (הנדסאים ומהנדסים - בתחומי ההתמחות השונים וברמות ההכשרה השונות) ולציין, במידת האפשר, את מידת הדחיפות שבהכשרת כל סוג.
4. להציע מיקום של ההרחבה שתידרש בתחומים וברמות השונות - אם ליד מוסדות קיימים או כמוסדות חדשים - בהתחשב בשיקולים תקציביים, כלכליים וחברתיים.
5. לאמוד את סך ההשקעה הדרושה, והתקציב השוטף הדרוש, בהתאם להמלצות שתועלנה, ולהמליץ על סולם עדיפויות מבחינת הזמן.

מסקנות והמלצות הוועדה

המלצות הוועדה לגבי הרחבת החינוך הגבוה בהנדסה

בלוח 1 מובאות ההתפתחויות של עודף הביקוש החזוי במשך השנים הבאות, אם לא יחולו שינויים במערכת הנוכחית של הכשרת מהנדסים בארץ. מלוח זה נראה, שהמשק הישראלי עומד כיום בפני מחסור של כ-500 מהנדסים - ומהסיבות שהוסברו בפרק 6, ייתכן שהמחסור למעשה הוא עוד יותר גדול.

עם זאת מתברר מהלוח, שאם תתגשם העליה החזויה, יקטן המחסור הנוכחי והמשק יגיע פחות או יותר לאיזון בשנים הקרובות. אולם היות וקיימת אי-ודאות רבה לגבי סיכויי העליה, אין זה רצוי שהמשק יסתמך לחלוטין על אומדני העלייה. אומדנים אלה מתבססים, אמנם, על התנאים הקיימים היום בארצות עלייה שונות,

אך עובדה היא, שאפילו אומדן העלייה שהועדה אימצה לה (3,700 מהנדסים תוך 5 שנים!) חורג - ביחס למספר המהנדסים - מעבר לכל מה שידענו בעבר. לכן חשוב להרחיב היום את מערכת החינוך בהנדסה בכדי להיות מוגנים במידה מתאימה מפני האפשרות שהעלייה לא תגיע להיקף החזוי. יתר על כן, גם אם תחזית העלייה תתגשם, קיימת אי-ודאות לגבי התאמת הרכב התמחויות המהנדסים העולים לצרכי המשק.

בהתאם לכך ממליצה הועדה את ההמלצות הבאות:

א. לפתוח בשנת הלימודים 1970/71 את הלימודים ב"מסלול ב'" (אחר הצהריים וקיץ) בטכניון בהיקף של 320 סטודנטים, ולהמשיך בתכנית זו כל זמן שיהיה צורך בכך (ראה להלן). סטודנטים אלה יש להפנות למגמות בהן מורגש היום המחסור העיקרי: אורונאוטיקה, אלקטרוניקה, מכונות והנדסת תעשייה וניהול.

כן מדגישה הועדה את הצורך הדחוף במתן רשיונות הבניה לטכניון לביצוע תוכנית ההרחבה שאושרה על ידי משרד האוצר, שלפיה כבר הגדיל המוסד את קיבולת שנה א' ב-200 סטודנטים נוספים.

לוח 1: השוואת הביקוש וההיצע למהנדסים בישראל: 1968-1980

שנה	היצע קיים ¹ (1)	היצע כתוספת עליה חזויה (2)	ביקוש למהנדסים (3)	עודף ביקוש (4) = (3) - (2)
1968	9,730	9,730		
1969	10,200	10,350	10,930	580
1970	10,760	11,300	11,800	500
1971	11,280	12,240	12,760	520
1972	11,900	13,780	13,960	180
1973	12,560	15,180	15,250	70
1974	13,360	16,720	16,630	-90
1975	14,090	18,190	18,170	-20
1976	14,890	19,490	19,710	220
1977	15,750	20,600	21,420	820
1978	16,560	21,660	23,350	1,690
1979	17,420	22,770	25,550	2,780
1980	18,300	23,900	28,040	4,140

¹ מצבה קיימת של מהנדסים בניכוי פרישה ותמותה, כתוספת מספר הבוגרים הצפוי לפי תכניות קיימות (מאושרות) של המוסדות להכשרת מהנדסים.

ב. לפתח את לימודי ההנדסה בבאר-שבע בהתאם לתכנית "המואצת". בכדי להבטיח את הגשמתה המוצלחת של תכנית זאת רואה הועדה צורך חיוני במתן תנאים מיוחדים הן לסטודנטים (שיכונים ומילגות מיוחדות) והן למורים (שיכון, תוספת משכורת ודאגה לסיפוק אמצעי מחקר).

ג. הועדה ממליצה על פתיחת מוסד להכשרת מהנדסים לתואר ראשון באזור תל-אביב רבתי.

באשר לצורת הגשמת המלצה זו, היו חילוקי דעות בוועדה. על פי הצבעה הוחלט להמליץ על פיתוח לימודים במכון הטכנולוגי בחולון, תוך דאגה לקיום פיתוח אקדמי מתאים. התפתחות מוסד זה צריכה להיות בהתאם לתפיסה אותה הציג המכון בתזכיר לוועדה וכן בהתאם לתכנית הפיתוח שהוגשה על-ידו, המביאה אותו לגודל

המינימלי הנחוץ לקיומו התקין .

אם תכוצענה שלוש ההמלצות שהובאו עד כה (אשר השפעתן על ההיצע תתבטא החל משנת 1974), יתפתחו הביקוש וההיצע החזויים למהנדסים בהתאם למתואר בלוח 2.

לוח 2: ביקוש והיצע מצטברים - תחזית בהתאם להמלצות הועדה: 1974-1980

שנה	תוספת בוגרים מצטברת			עודף ביקוש לאחר ביצוע המלצות הועדה* (5)
	הטכניון בחיפה (1)	אוניברסיטת חולון (3)	סך-הכל תוספת מצטברת (4)	
1974		60	60	-150
1975	250	150	480	-500
1976	500	270	940	-720
1977	750	420	1,510	-690
1978	1,000	460	2,090	-400
1979	1,250	670	2,850	-70
1980	1,500	840	3,660	480

* טור (5) שווה לטור (4) בלוח 1 פחות טור (4) בלוח זה. סימן מינוס לפני המספר משמעותו עודף היצע במקום עודף ביקוש.

ד. הועדה ממליצה ברוב דעות* להנהיג תכנית לימודי תואר שני ושלישי במדעי ההנדסה באוניברסיטת תל אביב, בהיקף של מחזור בן 70 איש לשנה, בממוצע, לשנתיים הבאות. כתכנית חייבת להיות הכוונה ברורה למדעי ההנדסה אשר המחקר בהם תורם לפיתוח תעשיות עתירות מדע, בהתאם לתכניות פיתוח המשק.

חברי הועדה רואים חשיבות גדולה בכך שתכניות אלה ישמשו כאמצעי להפנות חלק מבוגרי ומורי מדעי הטבע מהמסלול של מדע טהור למסלול של מדעי ההנדסה והטכנולוגיה הקשור עם התעשייה בארץ והמקדם את פיתוחה.

* להמלצה זו לא היו מתנגדים, אך נמנעו בהצבעה: י.בן-דוד, ע.גליל וח.חנני. דעת המיעוט מופיעה בסוף הפרק.

ה. לאור אי-הוודאות לגבי ההתפתחויות בעתיד, ממליצה הועדה לבדוק שוב בעוד שנתיים את מצב ההיצע והביקוש למהנדסים במשק, ועל סמך בדיקה זאת להחליט אם, ובאיזו מידה, יהיה צורך בהרחבה נוספת של החינוך הגבוה בהנדסה החל בשנת הלימודים 1972/73.

ו. כדי להבטיח שכדיקה חוזרת זו תוכל להתבסס על נתונים מתאימים, ממליצה הועדה שהממשלה תדאג לאיסוף הנתונים הדרושים לעריכת מעקב שוטף על מצב הביקוש וההיצע למהנדסים בשנים הקרובות, ובמיוחד לעריכה ולמימון של מחקרים שוטפים על השפעת העלייה על היצע המהנדסים ובעיית הקליטה של המהנדסים העולים.

רצוי שאיסוף הנתונים ועריכת המחקרים בתחומים אלה יבוצעו במימון ממשלתי הן על-ידי רשויות הממשלה (משרד העבודה - הרשות לתכנון כח אדם, משרד הקליטה, המועצה הלאומית למחקר ופיתוח במשרד ראש הממשלה, משרד החינוך, ועוד) והן על-ידי מוסדות אחרים.

בהקשר זה ממליצה הועדה לנצל את מיפקד האוכלוסין המתוכנן לשנת 1972, בכדי לאסוף נתונים הנדרשים לצרכים שהוצגו לעיל.

ז. הועדה רואה את בעיית הרחבת הפוטנציאל של סטודנטים ברמה מתאימה ללימודי הנדסה כבעיה מרכזית בחשיבותה לעתיד - ואף כמגבלה עיקרית לגידול מספר המהנדסים הנדרש לסיפוק צרכי המשק בשנים הבאות.

לכן רואה הועדה צורך חיוני בעריכת מחקרים להבנת הגורמים המשפיעים על פוטנציאל זה, ובנקיטת אמצעים העשויים להגדילו, כגון: הגדלת מספר הסטודנטים בקורס הטרומ-אקדמי של צה"ל; הגדלת מספר הסטודנטים בקורס הטרומ-אקדמי לעולים חדשים - בתנאי שרמתם מתאימה; קורסים להכשרה טרום-אקדמית שתכשיר בוגרי תיכון מקצועי ללימודי הנדסה; מתן מילגות והקלות לסטודנטים באיזור באר-שבע. לצורך פתרון יסודי - בטווח ארוך - לבעיה של מחסור במועמדים מתאימים ממליצה הועדה לטפל בהרחבה ובחיזוק של החינוך התיכון העיוני במגמות הריאליות והביולוגיות ושל החינוך המקצועי התיכון הארבע-שנתי.

2. הנימוקים להמלצות הועדה

א. גמישות התכנית כחשובה לבעיית אי-הוודאות

האלמנט של אי-וודאות אופף את תחזיות הועדה - הן מצד הביקוש, הן מצד ההיצע (לרבות האספקט של הפוטנציאל). לכן חשוב לקבוע מדיניות שתאפשר מידה גדולה של גמישות בהתאם להתפתחויות בעתיד.

על אי-הוודאות בקשר לביקוש כבר עמדנו (ראה לעיל פרק 4). אי-הוודאות בקשר לצד ההיצע נובעת - כפי שצויין בתחילת פרק זה - בעיקר מהאומדנים לגבי העלייה. בהקשר זה כדאי לציין שהעלייה הצפויה השנה ובארבע השנים הבאות עשויה למלא תפקיד חיוני באיזון הביקוש וההיצע למהנדסים - מכיוון שהיא תבוא בתקופת זמן שאי-אפשר יהיה (בגלל משך הלימודים הנחוץ) להגדיל את ההיצע מתוך מערכת החינוך המקומית.

לאור אי-הוודאות הנ"ל סבורה הועדה שההרחבה המומלצת היא האופטימלית: אם תתגשם העלייה החזויה, יורצרו עודפים במשך השנים 77-1975 של 500-700 מהנדסים; אם תחזית העלייה לא תתגשם, יוצר מחסור בסדר גודל דומה. בשים לב לטווח הטעות האפשרית של האומדנים שלנו, הרי עודף או מחסור בסדר גודל כזה הריהו כאיזון.

כאן המקום להדגיש, שעודף ההיצע עצמו משפיע על היקף העלייה - וכן על מספר "היורדים החוזרים". ברור שגורם המעודד עלייה - ובמיוחד מארצות הרוחה - הוא אם קיימת אצל העולים בכוח הרגשה כי יש צורך במהנדסים במשק, המבטיח קליטה נוחה ומהירה.

התכנית המוצעת מבטיחה גמישות מירבית - בשני הכיוונים - בשעה שיתקיים הדיון החוזר בעוד שנתיים על הביקוש וההיצע למהנדסים, כפי שהמליצה הועדה. אם תתגשם העלייה - ויתרבו הסיכויים להמשכה - אפשר יהיה בקלות יחסית לצמצם או אף לבטל את לימודי "מסלול ב'" בטכניון. מאידך, אם העלייה לא תתגשם, מבטיחה התכנית קיומה של תשתית מתאימה ונוחה להרחבה נוספת של מערכת המוסדות להכשרת מהנדסים. ליתר פירוט, תכנית זו תאפשר: להגדיל את הטכניון לגודל שהוא רואה אותו כאופטימלי על ידי הוספת 200 סטודנטים בלימודי יום; ו/או לפתוח בלימודי הנדסה לתואר ראשון באוניברסיטת תל-אביב. בהקשר זה רואה הועדה בלימודי תואר שני ושלישי במדעי ההנדסה באוניברסיטת תל-אביב תשתית נוחה להרחבה כזו.

התכנית המוצעת גם מאפשרת גמישות בהכוונת הסטודנטים להנדסה להתמחויות הדרושות - וזאת באמצעות "מסלול ב'" בטכניון. מכיוון שמסלול זה מנצל

מעבודות קיימות, אפשר לשנות בקלות יחסית את חלוקת הסטודנטים בין הפקולטות השונות בטכניון בהתאם לצרכי המשק.

כדאי להדגיש שיש הבדל יסודי בין שני המרכיבים של המלצות הועדה לגבי הרחבת לימודי ההנדסה בשנתיים הבאות: בעוד שהיא רואה את פיתוחו של המוסד הטכנולוגי בחולון כפתרון של קבע לבעיית היצע מהנדסים לטווח ארוך, הרי היא מתייחסת ללימודי "מסלול ב'" בטכניון כפתרון זמני לבעייה של השנים המיידיות. אי לכך, אם בעוד שנתיים יתברר בוודאות כי יהיה ביקוש מתמיד למהנדסים נוספים אלה, יש לתכנן את החלפת הלימודים ב"מסלול ב'" בהרחבה תקינה של לימודי יום באחת או יותר משלוש הדרכים שצוינו לעיל.

בדיון שיתקיים בעוד שנתיים, יצטרכו גם להתייחס לשאלה אם גידול סגל ההוראה בקצב המומלץ נעשה תוך שמירה על רמה אקדמית נאותה. ליתר פירוט, רוב תכניות ההרחבה שהוגשו לוועדה מתבססות על האפשרות של גיוס מורים בעלי רמה מחו"ל - הן עולים והן ישראלים חוזרים. אם יתברר שאין מצליחים לגייס מורים כאלה, יהיה צורך לשקול את הנזק שייגרם לתקופה מאד ממושכת על-ידי צירופם לסגל מורים של אנשים שאינם עומדים על רמה. גורם זה אף עשוי להביא להחלטה להאיט את קצב ההתפתחות.

ב. שיקולים תקציביים והעיתוי של הרחבת התשתית הפיזית לחינוך גבוה

במצב הנוכחי של תקציבי הממשלה - ובצורה יותר כללית: במצב הקיים היום של לחץ מירבי על משאבי המשק, ואשר המשכו צפוי לכל הפחות לשנים הקרובות - רצוי שכל הרחבה במערכת החינוך תיעשה בצורה שתביא למינימום של תוספת לתקציבי הממשלה וללחץ על המשאבים בכלל.

בהקשר זה רוצה הועדה לציין שהצעת הועדה להרחיב את לימודי מסלול ב' בטכניון כרוכה בהוצאות נמוכות יותר מכל הצעה אחרת שעמדה בפני הועדה; וזאת בגלל שהתשתית ברובה הגדול קיימת.

באשר להמלצות הועדה על הרחבות הלימודים בחולון ובבאר-שבע (מבלי להתחשב בתמיכות המיוחדות עליהן ממליצה הועדה מתוך שיקולי פיתוח הנגב) נראה לוועדה שבוודאי לא תעלנה בהוצאה לסטודנט יותר מאשר ההצעות האלטרנטיביות שעמדו בפני הועדה.

כמו כן רוצה הועדה להדגיש כי בענף הבניה שורר לחץ ניכר והוא צפוי גם בעתיד ולכן רצוי לא להוסיף ולהכביד עליו.

לגבי העיתוי יש לזכור כי את תכנית מסלול ב' בטכניון אפשר להפעיל במלוא ההיקף כבר בשנה הבאה - וגורם הזמן בהרחבת מספר המהנדסים עשוי להיות קריטי.

ג. מיקום גיאוגרפי

בהחלטה על מיקומם הגיאוגרפי של מוסדות לחינוך מהנדסים הונחתה הועדה על-ידי השיקולים הבאים:

1. יש לפתח לימודי הנדסה באיזור תל-אביב רבתי, שם מרוכזת רוב האוכלוסייה. השיקול של שירות לאוכלוסייה, והצורך למצות נכונה את פוטנציאל הסטודנטים (ראה סעיף ד'), קוראים להקמת מוסד ללימודי הנדסה באזור תל-אביב. חיזוק נוסף לטענה זו היא העובדה, שכאזור הנידון קיים ריכוז תעשייתי ניכר. הקמת המוסד המוצע תתרום רבות לענין.

2. לצרכי פיזור האוכלוסייה ואיזונה הגיאוגרפי יש לפתח את הנגב, ולמטרה זו חיוני קיומה ופיתוחה של האוניברסיטה בבאר-שבע שתשרת את האיזור, תוך משיכת סטודנטים מכל הארץ. בהקשר זה חוזרת הועדה ומדגישה את הצורך במתן תנאים מועדפים הן לסטודנטים והן למורים בבאר-שבע.

ד. בעיית הפוטנציאל של סטודנטים

כפי שאפשר לראות מלוח 3, הגשמת המלצות הועדה מחייבת, כי תוך שנתיים יוגדל מספר תלמידי שנה א' בהנדסה ב-600 - גידול של יותר משליש בהשוואה לשנה הנוכחית. הועדה התרשמה, שהרחבה מעבר להיקף המוצע תקשה על מציאת פוטנציאל של סטודנטים ברמה המתאימה. כך למשל, ציינו נציגי הטכניון בעדותם לפני הועדה, שבשנה הנוכחית (לאחר ההרחבות שבוצעו הן בחיפה והן בבאר-שבע) נותרו רק כ-300 מועמדים שנמצאו מתאימים אולם נדחו מחוסר מקום. הצורך להגדיל את הפוטנציאל היה, לכן, אחד השיקולים החשובים שהביאו את הועדה להמלצותיה לגבי הקמת מוסד טכנולוגי באזור תל-אביב, ולגבי הענקת תנאים מיוחדים בבאר-שבע (ראה סעיף קודם).

יתר על כן, הועדה התרשמה, שהתכנית שתונהג בחולון - עם ההדגשה שלה על האספקטים המעשיים של המקצוע - תטה להגדיל את הפוטנציאל על ידי משיכת סטודנטים שלא היו נוטים ללימודי הנדסה שמודגש בהם הצד העיוני. זה היה שיקול נוסף שהביא את הועדה להמליץ על פתיחת לימודים בחולון.

כמו כן יש לציין, כי יתכן שגם פתיחת "מסלול ב'" - לימודי אחר-הצהריים וקיץ - יגדיל את הפוטנציאל על ידי משיכת סטודנטים נוספים (למשל סטודנטים עובדים) שאלמלא תכנית זו לא היו פונים ללימודים.

לגבי הזמן הקצר, ישנה אפשרות להגדיל את הפוטנציאל על-ידי הרחבת הקורס הטרום-אקדמי של צה"ל. קורסים אלה כבר הוכיחו את עצמם כאמצעי יעיל להגדלת הפוטנציאל. יש להם גם היתרון הנוסף, שהם מכניסים למעגל הלימודים שכבות של אוכלוסיה מיוצאי אסיה-אפריקה שבתנאים אחרים לא היו מגיעים ללימודים.

לוח 3: מספר תלמידי שנה א' בהנדסה

שנה	היום	הטכניון		
		מסלול ב'	חולון	באר שבע סך-הכל
1969/70	1,030	72	110	1,452
1970/71	1,030	320	150	1,860
1971/72	1,030	320	180	2,010

הרחבה נוספת של הפוטנציאל ניתן להשיג על-ידי הגדלת מספרם של סטודנטים עולים, הן על-ידי הרחבת הקורסים הטרום-אקדמיים לעולים הקיימים כבר כיום והן על-ידי עידוד עלייתם של סטודנטים מוכשרים מארצות הרווחה.

מנקודת ראות הזמן הארוך, יש לנקוט באמצעים יסודיים יותר לפתרון בעיית הפוטנציאל, כפי שמוצעים בהמלצה ז' של הועדה.

ה. גיוון טיפוסים של מהנדסים - תואר ראשון

הועדה מוצאת כי יש מקום לתת גיוון נוסף למושג "מהנדס" לעומת מה שמקובל כיום בישראל. הכוונה היא בעיקר להרחבת המקצוע בכיוון של עבודה מעשית, יום-יומית, בתעשייה ובמשק בכלל. הועדה מקדמת, איפוא, בברכה את המסגרת המחשבתית של חולון - ובמיוחד מתרשמת היא מההתעניינות של התעשייה המקומית בפיתוח מוסד זה.

כן רואה הועדה את הגיוון שיספק מוסד כמו חולון כדרוש לשם ניצול הפוטנציאל של אנשים שנטייתם לעבודה מעשית היא מפותחת יותר. אפשר לראות במהנדסים כאלה גורם ייצור משלים למהנדסים שייצאו מהטכניון - וכל שכן

למהנדסים ולמדענים שייצאו מלימודי תואר שני ושלישי בחיפה ובתל-אביב, שעיקר נטייתם היא לעסוק במחקר ופיתוח.

יש להדגיש, שאין בסמכותה - וגם לא ביכולתה - של הועדה - לקבוע את הרמה האקדמית של חולון. אך עם זאת ברור, שיש לדאוג לפיקוח אקדמי מתאים לחולון.

1. לימודי תואר שני ושלישי במדעי ההנדסה

בנוסף ללימודי תואר שני ושלישי המפותחים והמתפתחים בטכניון בחיפה, ממליצה הועדה לפתח לימודים במדעי ההנדסה לתואר שני ושלישי באוניברסיטת תל-אביב, וזאת לאור השיקולים הבאים:

1. תכנית המוסד שהוצגה בפני הועדה מתבססת על יצירת התמחויות בתחומי מדעי ההנדסה והטכנולוגיה, שלכל הפחות חלק מהן אינו חופף את אלה של הטכניון.

2. קיימת תשתית מדעית רחבה במוסד זה שאפשר, במידה מסוימת, לנצלם לצרכי ההכשרה הטכנולוגית.

3. תכנית המוסד כוללת הפניית חלק מהבוגרים במדעי הטבע לכיוון התמחות במדעי ההנדסה והטכנולוגיה, מגמה שהועדה רואה אותה כחשובה.

4. העובדה שבמקרים רבים, המשך הלימודים לתואר שני ושלישי בהנדסה נעשים תוך כדי עבודה במפעלי תעשייה, מסכירה את הצורך במתן אפשרויות לימוד והשתלמות בצמידות לאזורי ריכוז האוכלוסיה והמפעלים התעשייתיים. אפשרות הקשר עם ריכוזי התעשייה הקיימים (בתל-אביב) היא רבת חשיבות.

כאן יש להעיר, שבאמצעות אחרות, למשל בארה"ב, ישנם מפעלי תעשייה רבים אשר עוסקים בפעילות מחקר ופיתוח ענפה, ולכן מהנדסים בעלי תואר ראשון המגיעים למפעלים אלה יכולים ללמוד ולהשתלם במפעלים עצמם. לעומת זאת, אפשרויות אלה אינן קיימות כמעט במפעלי התעשייה בישראל, אשר רובם בגודל בינוני וקטן ופעילות המחקר והפיתוח בהם היא מצומצמת יחסית. לכן יש לאפשר הקמת מוסדות אקדמיים באזורי תעשייה שיאפשרו לימוד והשתלמות למהנדסים אלה.

ז. ריבוי וגיוון מוסדות להכשרת מהנדסים

התפתחות מערכת ההשכלה הגבוהה בארץ בשנים האחרונות הביאה לריבוי וגיוון יחסי של מוסדות ההשכלה הגבוהה - ולהתחרות ביניהם - בתחומי מדעי הרוח, החברה והטבע. הועדה רואה ברכה בגיוון זה, ולכן אחד השיקולים שהינחו את החלטותיה היה שרצוי שגיוון והתחרות יהיו קיימים גם בתחום לימודי ההנדסה והטכנולוגיה.

מטרה זו מתבטאת בהמלצות הועדה הקוראות לפיתוח המוסד הטכנולוגי בחולון ולפיתוח וחיזוק לימודי הטכנולוגיה באוניברסיטת הנגב. כמו כן סבורה הועדה, שמטרה זו תקודם על ידי המלצותיה להנהגת לימודים טכנולוגיים לתואר מאסטר ודוקטורט באוניברסיטת תל-אביב.

דו"ח ברודט 1983 - צרכי פח-אדם הנדסי וטכנולוגי בתעשייה ובמשק 1983-1992

בראשית שנות ה-70 חלה עליה ניכרת בתעסוקת המהנדסים בישראל. בשנת 1982 עבדו בכלל המשק למעלה מ-27 אלף מהנדסים ובתעשייה כ-10 אלפים מהנדסים. גידול בהיקף המהנדסים מראשית שנות ה-70 הינו תוצאה של שתי התפתחויות עיקריות. ראשית, מספר המהנדסים העולים שהצטרפו לכוח העבודה ההנדסי (לאחר תיקון של התאמה מקצועית) בישראל מאז ראשית שנות ה-70 מסתכם בממוצע של 1,000 מהנדסים לשנה. מרבית העולים המהנדסים הגיעו מבריה"מ, כ-85 אחוז. שנית, חלה התרחבות היצע מהמוסדות להשכלה גבוהה בארץ ובמיוחד יש להדגיש את צמיחתן של האוניברסיטאות בן גוריון ותל אביב בעשור האחרון אשר הכשירו בראשית שנות ה-80 למעלה מ-30 אחוז מסך בוגרי ההנדסה בישראל, לעומת כ-2 אחוז בתחילת שנות ה-70.

בשנים תשל"א-תשמ"א הכשירו מוסדות להשכלה גבוהה בארץ כ-1,300 מהנדסים לשנה בממוצע, כאשר בשנים האחרונות התייצב מספר הבוגרים על 1,200-1,300 מהנדסים לשנה. בתקופה האחרונה מסתמנת ירידה מסוימת במצבת הסטודנטים הלומדים לקראת תואר בוגר, תופעה שתהיה לה השפעה על ההיצע בשנים הבאות.

הפיתוח הכלכלי ובמיוחד הפיתוח התעשייתי הטכנולוגי איפשר לקלוט את מרבית ההיצע ממקורות אלו והעמיד את המשק הישראלי, בראשית שנות ה-80 בשיעורי תעסוקת מהנדסים גבוהים יחסית. בכלל המשק, שיעור המהנדסים הגיע לכ-2 אחוז מכלל המועסקים ואילו בתעשייה הגיע שיעור זה ל-3.2 אחוז. הקפיצה בתעשייה היא מרשימה במיוחד כאשר בתחילת שנות ה-70 עמד שיעור המהנדסים המועסקים בתעשייה על כאחוז אחד בלבד. עם זאת חייבת התעשייה הישראלית להמשיך ולקלוט מהנדסים בהיקף גדול כדי לעלות שיעור זה לזה המקובל במדינות המפותחות ביותר על מנת לענות על אתגרי המשק הישראלי. שיעור המהנדסים מתוך המועסקים בתעשייה במדינות המערב התעשייתיות עומד בראשית שנות ה-80 על כ-4-5 אחוז.

באותה תקופה, התפתחות של הנדסאים וטכנאים לא היתה בשיעור דומה. מספר ההנדסאים והטכנאים בראשית שנות ה-70 היה למעלה מ-20 אלף אשר היו כ-2 אחוז מכלל המועסקים כאשר היחס טכנאי-הנדסאי למהנדס היה כ-2. באותו זמן עמד יחס זה בתעשייה על למעלה מ-2. עשור שנים מאוחר יותר, בראשית שנות ה-80, עמד מספר הטכנאים וההנדסאים בכלל ענפי המשק על כ-34 אלף ובתעשייה כ-14 אלף, אך היחס טכנאי-הנדסאי למהנדס ירד ל-1.3 במשק כולו ובתעשייה 1.4 בלבד.

ירידת יחס זה הינה בעיקר תוצאה של התפתחויות בתחומי ההיצע. ההיצע המוגבר של מהנדסים (מעליה ומהכשרה מקומית) מצד אחד והיצע נמוך של טכנאים והנדסאים מצד שני. במידה מועטה יותר יש בכך גם השפעה של שינויים מבניים בתעשייה כאשר בחלק מהתעשיות שהתפתחו בשנים האחרונות היחס הנדסאי וטכנאי למהנדס הוא נמוך

בעיקר בתחומים עתירי מחקר ופיתוח.

ההיצע הנמוך של הנדסאים-טכנאים הינו תוצאה מהעובדה שעיקר ההיצע נובע ממוסדות מקומיים, כאשר משקל העולים בקרב קבוצת משלחי יד זו היא נמוכה יחסית, בניגוד למצב של המהנדסים. כתוצאה מכך היתה בשנות ה-70 האפשרות לבצע תחלופה בין המהנדסים להנדסאים, והמחסור היחסי של הנדסאים פוצה לפחות חלקית ע"י שפע יחסי של מהנדסים ובעיקר כנראה אלה שבאו כעולים חדשים.

בעשור האחרון חלו שינויים מיבניים גדולים בתעשייה הישראלית מבחינת הרכב ענפי והרכב כח-אדם, ויש קשר בין שתי התפתחויות אלו. בשנים 1970-1982 נוספו בתעשייה כ-55 אלף (נטו) מועסקים שמתוכם כרבע היו מהנדסים, הנדסאים וטכנאים. עיקר התוספת, כ-40 אלף, התרכזה בענפי האלקטרוניקה, המתכת והכימיה. ענפים אלו מאופיינים בשיעור גבוה יחסית של מהנדסים, הנדסאים וטכנאים בכלל המועסקים, במיוחד שבשנים אלו חלו שינויים גם בתייחסות של ענפים אלו.

משקלן של התעשיות המתוחכמות והמודרניות (ראה הגדרה בנספח 1) עלה במרוצת העשור האחרון. בעוד שבשנת 1970 הועסקו בתעשיות אלו כ-20 אחוז מהמועסקים בתעשייה, הרי שבשנת 1982 הגיע מספר המועסקים לשליש. התפלגות המהנדסים המועסקים בתעשייה הוא שונה לחלוטין מהתפלגות המועסקים. בשנת 1982 למעלה מ-70 אחוז של המהנדסים עובד בתעשיות "המודרניות" דהיינו כ-7,100 מהנדסים מועסקים בתעשיות המעסיקות כ-100 אלף מועסקים, בעוד שכ-2,900 מהנדסים מועסקים בתעשיות "המסורתיות" המעסיקות כ-200 אלף מועסקים, כלומר, בתעשיות "המתוחכמות" שיעור המהנדסים בכלל המועסקים הוא כ-7 אחוז בעוד שבתעשיות "המסורתיות" שיעור זה עומד על 1.3 אחוז. בתעשיות האלקטרוניקה והאווירונאוטיקה עולה שיעור המהנדסים מסך המועסקים על 10 אחוז.

אחד הגורמים העיקריים שהשפיעו על הגברת עתידות כח-אדם הנדסי-טכנולוגי בתעשייה היתה הרחבה של המחקר והפיתוח בתעשייה ובמיוחד המחקר והפיתוח בתעשייה האזרחית. מספר המועסקים (מהנדסים, הנדסאים וטכנאים) הפועל בתחומי המחקר והפיתוח בתעשייה עלה בקצב מהיר. העוסקים במו"פ עלו מכ-1,500 איש בשנת 1970 לכ-4,200 בשנת 1980 ולפי האומדן בשנת 1982 פעלו בתחום זה קרוב לכ-5,000 איש. שיעור המועסקים במו"פ בתעשייה מכלל המועסקים בתעשייה כמעט והכפיל עצמו במרוצת העשור האחרון מ-0.8 אחוז בשנת 1970 ל-1.5 אחוז בשנת 1980 וכ-1.6 אחוז בשנת 1982.

התרחבות פעילות המחקר והפיתוח הינה חלק מכלל השינויים המבניים שעוברת התעשייה הישראלית. הענפים שצמחו בשנים האחרונות הם בעיקר בתחומי המתכת, האלקטרוניקה והכימיה. בענפים אלה חלה בעשור האחרון התרחבות ניכרת של היצוא, ההשקעות וכח-האדם.

הפיתוח של התעשיות עתירות הידע בעשור האחרון יצר תופעה חדשה של מעבר כח-אדם הנדסי-טכנולוגי ממוסדות להשכלה גבוהה אל התעשיות המתוחכמות. התעשייה המתוחכמת מסוגלת להציע היום למהנדסים ולחוקרים אתגרים מקצועיים-טכנולוגיים העולים על אלה שבמוסדות להשכלה גבוהה ועם זאת תגמול חומרי נאות.

בסוף שנות ה-60 בוצע רוב המחקר והפיתוח האזרחי במוסדות להשכלה גבוהה (למעלה מ-60 אחוז) ואילו בתעשייה נערכו רק כ-10 אחוז בלבד. בראשית שנות ה-80 עומד חלקה של התעשייה על למעלה מ-45 אחוזים.

המועסקים והמהנדסים בתעשיות המודרניות והמסורתיות 1970-1982

<u>1982</u>	<u>1975</u>	<u>1970</u>	
<u>316</u>	<u>292</u>	<u>260</u>	<u>המועסקים בתעשייה</u>
		(אלפים)	
104	87	55	תעשיות "מודרניות"
212	205	205	תעשיות "מסורתיות"
<u>10.0</u>	<u>6.5</u>	<u>3</u>	<u>המהנדסים בתעשייה</u>
		(אלפים)	
7.1	4.9	2.0	בתעשיות "מודרניות"
2.9	1.7	1.0	בתעשיות "מסורתיות"
<u>3.2</u>	<u>2.2</u>	<u>1.2</u>	<u>שיעור המהנדסים בתעשייה</u>
		(אחוזים)	
6.9	5.6	3.6	בתעשיות "מודרניות"
1.3	0.8	0.5	בתעשיות "מסורתיות"

המימצאים המוצגים להלן מבוססים על מערכת הנחות שלמה ומקיפה. התחזית המוצגת נערכה כאלטרנטיבה מרכזית אחת, אך נבדקו רגישויות לפרמטרים שונים. הבדיקות מעלות כי למעשה הפרמטר בעל הרגישות הרבה והמשפיע ביותר בתחזית הוא מספר המהנדסים העולים. בשנות ה-70, המהנדסים העולים היוו חלק חשוב בהיצע כח אדם ברמות אלו. התחזית להלן בנויה על ההנחה כי מספר המהנדסים העולים לשנה לא יגיע לרמה שהיתה בשנות ה-70 אך מספרם יהיה גבוה ממספר המהנדסים העולים כפי שהיה בשנים 1980-1982.

בתחום הביקוש לכח אדם הנדסי-טכנולוגי, התחזית נערכה על תוכנית הנגזרת מצרכי מאזן התשלומים של ישראל ובמיוחד על תכנון המתבסס על פיתוח תעשייתי הנשען על הרחבת ענפי היצוא המתוחכם.

המימצאים העיקריים מצביעים על פערים בכח אדם הנדסי לרמות השונות ויש צורך בהתארגנות מקיפה על מנת להכשיר את היקף כח האדם הטכנולוגי ההנדסי הנדרש (מהנדסים, הנדסאים וטכנאים) על מנת לעמוד באתגרים הרצויים והצפויים למשק ולתעשיה הישראלית.

מטרת החיזוי היא להציג את חוסר האיזון הצפוי בשני סוגי משלחי היד, מהנדסים מצד אחד והנדסאים מצד שני. במצב דברים רגיל היתה משמעות מסוימת לגמישות התחלופה בין שני משלחי יד אלו, אך בעתיד משמעות זו לא תהיה אפקטיבית ויש צורך בפעולה רחבה כדי להמשיך ולמצות את תנופת הפיתוח שהחלה בשנים האחרונות כדי להשיג את יעדי החברה והמשק הישראליים.

המדיניות הנדרשת לענות על צרכי כח האדם ההנדסי היא בעלת טווחי פעולה שונים ובמיוחד בהתחשב בעובדה כי יש צורך בהכנת עתודות מחאימות כבר בשלבי התכנון הבסיסיים.

בטווח המידי בשנים 1983-1987, יש צורך להשקיע מאמץ גדול ולהחזיר ישראלים מחו"ל ולעודד את העליה לישראל. במקביל יש לפתח ולהרחיב את היקף הלומדים מקצועות אלו בארץ תוך פעולה משולבת הן על הלומדים הפוטנציאליים והן על הרחבת המשאבים הנדרשים למוסדות להכשרת כח אדם טכנולוגי לרמותיו השונות. בד בבד יש צורך לפעול במסגרת החינוך היסודי והעל יסודי במטרה לחזק ולגבש את החינוך הטכנולוגי, ובהרחבת מעגל העוסקים בנושאים טכנולוגיים - הנדסיים כדרך לפתרון בעיית היסוד של המשק הישראלי, היא בעיית העצמאות הכלכלית.

מימצאים עיקריים של הדו"ח

1. על פי ההתפתחויות המתוכננות והחזויות תימשך המגמה של פיתוח המשק הישראלי ובמיוחד התעשייה בכיורונים של תעשיות עתירות ידע וטכנולוגיה אשר יביאו לביקוש רב לכוח אדם טכנולוגי הנדסי מיומן לרמותיו השונות.
2. הביקוש למהנדסים הצפוי בשנת 1992 נאמד בכ-45 אלף, מהם יועסקו בתעשייה כ-20 אלף, לעומת המהנדסים המועסקים בשנת 1982 של כ-27 אלף ובתעשייה עשרת אלפים. דהיינו, תוספת הביקוש למהנדסים בשנים 1982-1992 תעמוד על 18 אלף מהנדסים ובתעשייה כעשרת אלפים.
- שיעור המהנדסים במשק יעמוד בשנת 1992 על 2.8 אחוז ובתעשייה על 5 אחוז בהשוואה ל-2.1 ו-3.2 אחוז בהתאמה בשנת 1982.
3. היצע המהנדסים הצפוי מכל המקורות לשנים 1983-1992 נאמד בכ-13 אלף. דהיינו עפ"י התחזית צפוי מחסור של כ-5 אלף מהנדסים, בעיקר במחצית השניה של שנות ה-80.
4. הביקוש להנדסאים וטכנאים יעמוד בשנת 1990 על 63 אלף. מהם יועסקו בתעשייה 30 אלף. דהיינו תוספת הביקוש להנדסאים וטכנאים בשנים 1983-1990 תהיה של 29 אלף. במצב דברים זה שיעור ההנדסאים והטכנאים מתוך כלל המועסקים יעמוד על 4 אחוז ובתעשייה 7.5 אחוז. היחס בין הנדסאי וטכנאי למהנדס יהיה במחצית השניה של העשור 1.5 - 1.4.
5. בשנים אלה צפוי היצע של כ-21 אלף הנדסאים וטכנאים. דהיינו צפוי מחסור של כ-8 אלף הנדסאים וטכנאים, בעיקר במחצית השניה של שנות ה-80.
6. עיקר המחסור החזוי יורגש במקצועות ההנדסה הבאים: מחשבים, תוכנה ואלקטרוניקה. הביקוש למהנדסים בתחומים אלה נאמד בכ-1,000-800 לשנה ולהנדסאים וטכנאים של כ-1,400-1,200 לשנה.
7. מחסור בכח-אדם הנדסי וטכנולוגי לרמותיו השונות יגרום לפיתוח תעשייתי ומשקי מועט ולאי מימוש פרויקטים לאומיים גדולים. יש בכך סכנה ארוכת טווח, של פגיעה בדימוי הטכנולוגי של ישראל ובכוונוני הצמיחה התעשייתית לשנים הבאות.
8. הביקוש לכח-אדם הנדסי כולל גם את ההיבטים המיוחדים הנובעים מנטל הביטחון הגדול יחסית. מערכת הביטחון לשלוחותיה השונות מעסיקה כמות גדולה יחסית של כח אדם מדעי, הנדסי וטכנולוגי לצורך שמירת איכות

הביטחון הישראלי. המשמעות היא שבהשוואה למדינות אחרות בעולם הנמצאות ברמת פיתוח כלכלי דומה, חייב המשק הישראלי, ובמיוחד התעשייה הישראלית הכוללת את התעשייה הביטחונית, להגיע לשיעורי תעסוקה של כח אדם טכנולוגי והנדסי גדולים יותר יחסית למדינות אחרות. היות והצרכים הכלכליים של ישראל מחייבים פיתוח כלכלי מהיר המשתווה לרמתן של מדינות מפותחות, הרי נובע מכאן שהביקוש לכח-אדם טכנולוגי יהיה גבוה מאד בשנים הבאות.

9. המאפיין את התעשיות המתוחכמות שמספר המהנדסים, ההנדסאים והטכנאים עומד על למעלה מ-30 אחוז מסך העובדים. ישנם מפעלים בהם אחוז זה גבוה אף יותר.

10. בשנים האחרונות עיקר התוספת של מועסקים לתעשייה הישראלית התמקדה בענפים עתירי הידע והתחכום שבמרכזם עומדת ההתרחבות האיכותית של כח העבודה הטכנולוגי. בעשר השנים האחרונות היוו משלחי היד הטכנולוגיים - מהנדסים, הנדסאים וטכנאים, כ-30 אחוז מסך תוספת המועסקים בענף.

מסקנות והמלצות הדו"ח

1. על פי זמן הבשלת החינוך ההנדסי של לפחות 4 שנים, אין אפשרות להגדלה משמעותית בהיצע של מסיימי המוסדות להשכלה גבוהה בארץ עד לסוף שנות ה-80. מכאן שיש לעשות מאמץ בשנים 1983-1987 להביא להחזרת ישראלים מחו"ל וכן עידוד עולים חדשים, תוך הכרה במצב השפל הכלכלי בארצות המערב. יש לפעול להביא כשלושת אלפים איש בתקופה זו כדי לסגור את הפער הצפוי במקצועות ההנדסה וכדי לשמור על התנופה הנדרשת בפיתוח תעשיות עתירות הידע ובכך תישמר התדמית הטכנולוגית של ישראל. יש לנצל זמן זה כדי להתארגן בכדי לאפשר זמינות כח-אדם להמשך הפיתוח לשנות ה-90.

2. נושא החינוך הטכנולוגי-הנדסי הוא תחום קריטי לפיתוח תעשיות עתירות הידע בישראל. הביקוש הצפוי למקצועות אלה ילך ויגדל. בהעדר היצע של עולים חדשים כפי שהיה בשנים עברו, עיקר הנטל של הכשרת כח-אדם טכנולוגי נופל על מערכת החינוך הטכנולוגית בישראל על כל רמותיו. במצב דברים זה יש חשיבות להקניית השכלה טכנולוגית ולימודים במערכת החינוך בישראל על כל שלביה. כן יש צורך לדאוג לפיתוח כושר הטיפקוד של התלמידים במערכות טכנולוגיות המאפיינות את התקופה הנוכחית. לצורך זה יש ליצור עתודת מורים לחינוך טכנולוגי בבתי הספר היסודיים והתיכוניים.

3. החברה התעשייתית הטכנולוגית יוצרת צורך ועניין לאומי בהרחבת מעגל העוסקים בנושאים טכנולוגיים הנדסיים כדרך לפתרון בעית היסוד של המשק

הישראלי - בעית העצמאות הכלכלית. דרך זו תכטיח את התחרות עם המדינות התעשיתיות - טכנולוגיות המתקדמות במערב ובמזרח הרחוק.

4. על מנת לענות על הביקוש מהנדסים יש לפעול להרחבת המוסדות להשכלה גבוהה המכשירים מהנדסים בהתאם למקצועות הנדרשים, זאת במטרה להגדיל את חלקם בהיצע הכולל. לשם כך יש לפעול להבטחת זמינות סגל הוראה מצד אחד ופוטנציאל מועמדים ללימודי הנדסה מצד שני. פוטנציאל הסטודנטים בעתיד עלול להיות "צוואר בקבוק" מרכזי בהכשרת מהנדסים. יש לפעול בכל הדרכים על מנת להגדיל פוטנציאל זה, בעיקר ע"י התאמת מערכת הלימודים וכן ע"י הסברה ודימוי חיובי לעסוק במקצועות טכנולוגיה בתעשייה.

5. מבחינה כמותית המחסור בהנדסאים וטכנאים הוא הגדול ביותר. זמן ההכשרה של טכנאים והנדסאים הוא יחסית קצר יותר, שנתיים-שלוש שנים. אי לכך יש לפעול לאלתר להגברת התפוקה של המוסדות להכשרת הנדסאים וטכנאים. היות ושיעור הנשירה של תלמידי המוסדות הללו במהלך הלימודים הוא גבוה יחסית, הרי שיש לפעול להקטנת שיעורים אלו ולמיצוי טוב יותר של הלומדים במסגרות טכנאים והנדסאים. לשם כך יש לבחון את שיטות ההדרכה, תוכניות הלימודים והמערכת האירגונית. יש חשיבות לגבש מקצוע הנדסאי וטכנאי כמקצוע בעל ייחוד וחשיבות כשלעצמו תוך יצירת תדמית חיובית למשלח היד. לשם יצירת סטטוס מתאים, יש לשקול הענקת תואר מתאים בטכנולוגיה לבוגרים המתאימים.

6. יש להדק את הקשר בין התעשייה לבין המוסדות להכשרת מהנדסים, הנדסאים וטכנאים. יש לפעול למחויבות רבה יותר של התעשייה להכשרת כח-אדם. למשל תעשיות האלקטרוניקה בישראל חשות במחסור חריף בכח-אדם, ועל כן יש לשקול לחייב תעשיות אלו להשתתף במימון המוסדות להכשרת כח-אדם ע"י הטל הכשרה מקצועית של למשל כ-2 פרומיל מהמחזור השני למימון ההכשרה המקצועית בתחומי ההשכלה הטכנולוגית בשלבים השונים. מימון זה יאפשר מתן פתרונות יחודיים להכשרת כח-אדם זה בנמצא במחסור חריף ביותר.

7. השינויים הטכנולוגיים המהירים מגבירים את הצורך להידוק הקשר בין התעשייה והמוסדות להשכלה גבוהה המכשירים כח-אדם טכנולוגי הנדסי. קשר זה צריך למצוא ביטוי בהכוונת הדגשים מבחינת משלחי יד של המוסדות מתוך הצרכים החזויים של התעשייה. כן יש לראות בחיוב מגמה של עזרה של מפעלי תעשייה גדולים בצידוד ובסגל לצרכי הוראה.

8. בעקבות הדרישות הטכנולוגיות המעודכנות והסבב הטכנולוגי המהיר יש לפתח במסגרת המוסדות להשכלה גבוהה והמוסדות להכשרת טכנאים והנדסאים וכן במפעלי תעשייה גדולים מסגרות של עידכון טכנולוגי ומקצועי. מסגרות אלו

הן חיוניות גם לצרכי עידכון מקצועי של עולים חדשים.

9. יש לדאוג לכך שתוכניות הלימודים, במיוחד אצל הנדסאים וטכנאים, יהיו מתואמות לצרכים ולשינויים הטכנולוגיים המעודכנים. השינויים הטכנולוגיים המהירים גורמים לכך שבחיי העבודה של בוגרים בתחומי הטכנולוגיה יהיה לפחות שינוי אחד גדול ולכן יש חשיבות ביכולת להכשירם לקראת שינויים אלה. במקביל יש לפתח מסגרות הכשרה ספציפיות בתוך המפעלים על מנת לתפעל ביעילות את כח-האדם לרמותיו השונות בהתאם לטכנולוגיות המודרניות והעדכניות.

10. על מנת להתמודד עם האתגרים הגדולים העומדים בפני המערכת הטכנולוגית יש להגביר את התיאום שבין משרדי הממשלה הנוגעים לענין וכן בינם לבין צרכני כח האדם הטכנולוגי (במיוחד התעשייה).

תחזית ביקוש והיצע למהנדסים, הנדסאים וטכנאים 1983-1992

א. תחזית מהנדסים

<u>17,500</u>	<u>סך תוספת ביקוש (נטו)</u>
9,500	בתעשייה ⁽¹⁾
8,000	בענפי משק אחרים
<u>12,100</u>	<u>סך תוספת היצע (נטו)⁽²⁾</u>
<u>5,400</u>	<u>מחסור</u>

ב. תחזית להנדסאים וטכנאים

<u>29,000</u>	<u>סך תוספת ביקוש (נטו)</u>
16,000	בתעשייה ⁽¹⁾
13,000	בענפי משק אחרים
<u>21,000</u>	<u>סך תוספת היצע (נטו)</u>
<u>8,000</u>	<u>מחסור</u>

(1) מתוך הנחה של צמיחת תעשיות "מתוחכמות" של 18 אחוז במוצע.
(2) מתוך הנחה של עלייה לישראל של כ-700 מהנדסים לשנה (התואמים את הדרישות המקצועיות הנהוגות בישראל).

מקורות

1. B. Ahamad and M. Blaug (Eds.), "The Practice of Manpower Forecasting", Elsevier, 1973.
2. M.S. Gordon, "Higher Education and The Labor Market", Carnegie Commission, 1974.
3. D.M. Noris, W.F. Lasher and F.S. Brandt, "ERIC / Higher Education Reaserch Report No. 10, 1977.
4. D. Kohn, "Manpower Planning, Research and Statistics", Technion, 1970.
5. UNESCO YEARBOOK, 1989.
6. Z. Tadmor, Z. Kohavi, A. Libai, P. Singer and D. Kohn, "Engineering Education 2001", The Neaman Press, 1987.
7. דו"ח הועדה לבדיקת צרכי התעשייה בכח-אדם, יוני 1969 (ועדת חורב)
8. דו"ח הועדה לבדיקת הצורך בהרחבת החינוך ההנדסי, מרץ 1970 (ועדת פטנקין)
9. דוד ברודט, "צרכי כח-אדם הנדסי וטכנולוגי בתעשייה ובמשק 1983-1992", פברואר 1983, משרד התעשייה והמסחר, היועץ הכלכלי.

פרק 3: תכנון כח אדם מחקרי בתחומי מדע והנדסה בארצות OECD והמזרח הרחוק

א. הגדרת כח אדם מחקרי

בהגדרת כח-אדם מחקרי נכללים בעלי השכלה פורמלית בשיטות מחקר במדעי טבע והנדסה. רמה זו שוות ערך לבעלי תואר שני ושלישי באוניברסיטאות בארצות-הברית ובאנגליה, אבל בכל התחזיות מתייחסים לבעלי תואר ראשון במדעי הטבע וההנדסה מאחר וקבוצה זו מהווה את רוב העוסקים במו"פ.

ב. מגמות

המגמה בארצות OECD היא הגדלת ההשקעות במו"פ. מחקרים של OECD מצביעים על חשיבות המגזר של תעשיות עתירות ידע בהגדלת כושר התחרות של מדינה. מדינה המפגרת בהכנסת חדשנות תפסיד מקומות עבודה למדינות המובילות בהכנסת טכנולוגיות חדשות, המביאות לגידול בהעסקת בעלי השכלה במדע ובטכנולוגיה לעומת הקטנת התעסוקה של עובדי הייצור. מאחר ותעשיות עתירות ידע הינן עתירות מו"פ, הן נשענות באופן קריטי על אספקה מתאימה של כח-אדם היכול לתרום לפעילות זו.

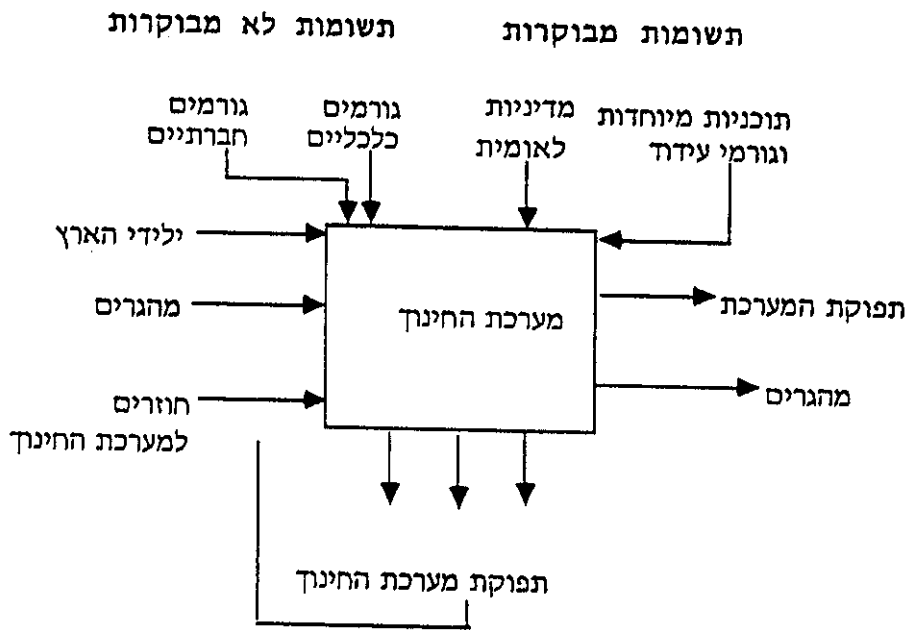
המתחרים בתעשייה בגיוס בעלי השכלה גבוהה הינן האוניברסיטאות ומכוני מחקר ממשלתיים אשר עקב הקיצוצים התקציביים של שנות השבעים נאלצו להקפיא גיוס סגל צעיר ולכן בשנות התשעים יעמדו בפני הצורך של החלפת הסגל שיגיע לגיל הפנסיה.

נשאלת השאלה האם כל הארצות חייבות להיות פעילות במו"פ מדעי והנדסי. להוציא חצי תריסר ארצות התורמות באופן משמעותי למחקר הבסיסי והשימושי, התרומה היחסית של שאר הארצות היא קטנה ביותר. לכן לא פעם מעלים את הטענה שארצות בעלות תרומה קטנה במו"פ חייבות להקטין את הוצאותיהן למו"פ ולרכוש ידע מחו"ל. טענה זו אינה מקובלת כיום מאחר וקיימת הסכמה שפיתוח כלכלי תלוי ביכולת לפתח חדשנות. ידע הנרכש בחו"ל דורש גם בעלי השכלה מדעית וטכנולוגית לטפל בקליטת טכנולוגיה חדשה.

ג. היצע

ישנם גורמים רבים המשפיעים על ההיצע. חלקם ניתנים לכימות אבל ישנם גורמים איכותיים שהשפעתם על ההיצע לא ניתנת להגדרה מדוייקת.

איור מס. 1: מערכת היצע של כח אדם מחקרי



איור מס' 1 - תיאור הגורמים המשפיעים על ההיצע

נקודת המוצא בכל תחזית הינה נתונים דמוגרפיים של האוכלוסיה. גודל השנתונים שיהיו את אוכלוסית הסטודנטים ידועים מראש. כמובן רק חלק מבוגרי בתי הספר העל יסודיים יהיו מתאימים לחינוך אוניברסיטאי, ומבין אלה רק חלק יהנה מלימודי מדעים או הנדסה בגלל חוסר הכנה בפיסיקה או במתמטיקה, התענינות בתחומים אחרים, דאגה לגבי תעסוקה עתידית או השפעה תרבותית, למרות שלגורמים אלה יש השפעה רבה על תפוקת המערכת, ניתן להתבסס רק על נתונים היסטוריים.

המאפיינים החברתיים והתרבותיים של ארץ מסוימת משפיעים לא פחות על "אחוז ההשתתפות" במערכת. בין מאפיינים אלה: מין, ארץ מוצא והשתייכות חברתית. לדוגמא: ברוב הארצות אחוז הנשים הלומדות הנדסה הוא נמוך ביותר.

יש לקחת בחשבון גם את המדיניות הממשלתית לקבלה למוסדות בתחומים נסויים הדורשים השקעה רבה. ברוב הארצות מגבילים את מספר המקומות למדעים, הנדסה ורפואה. נביא לדוגמא שלוש ארצות עם מדיניות קבלה שונה: בגרמניה מתקבלים כל הפונים הראויים לכך, בשבדיה מספר המקומות נקבע על ידי הממשלה, ובקנדה מספר המתקבלים נקבע על ידי האוניברסיטאות. בארצות בהן מספר המתקבלים נקבע על ידי הממשלה, הממשלה יכולה להשפיע על תחומים מועדפים על ידי הקצאת משאבים נוספים לסגל, למבנים ולציוד.

ככל מערכת חינוכית ישנו אחוז מסויים של נשירה ואנו יכולים לחשב את אחוז הנשירה רק בהסתמך על נסיון העבר.

ההגירה גורמת להפסד נוסף למערכת. לא רק בוגרים צעירים אלא גם חוקרים מנוסים מהגרים לארצות בהן יש סיכויים טובים יותר להתקדמות מקצועית וכלכלית. ההגירה היא בעיקר לצפון אמריקה - ארה"ב וקנדה - אבל גם ארצות אירופה המתועשות מושכות את המוכשרים. ישנן מספר ארצות בהן ההגירה היא דו-סיטרית - למשל לאוסטרליה ולקנדה ישנו רוב של מדענים ומהנדסים הבאים מאירופה ומארצות העולם השלישי ובו בזמן לא מעט בוגרים מהגרים לארצות הברית.

דו"ח של ה-OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT (1985) של הקונגרס האמריקאי על DEMOGRAPHIC TRENDS AND THE SCIENTIFIC AND ENGINEERING WORK FORCE מסכם את הקשיים בחיזוי ההיצע של מדענים ומהנדסים: בהעדר האפשרות לחיזוי, הבחירה המקצועית של סטודנטים לתואר ראשון או של מוסמכים מתבססת על ההנחה שמגמות העבר או ההווה תימשכנה. הנחה זו מביאה לאי דיוקים רבים.

על מנת להימנע מטעויות במספר ארצות התחזיות מסתפקות בחיזוי מספר סטודנטים מבלי לרדת לרמה של תחומים. דוגמא לכך היא התחזית של משרד החינוך הבריטי לגבי מספר הסטודנטים לשנת 2000. בתחזיות שהוכנו בשוויץ, קנדה ושבדיה קובצו ביחד מספר דיסציפלינות, ורק תחזית שהוכנה בארצות הברית על ידי Eileen L. Collins ניסתה להתמודד עם חיזוי בוגרים לפי דיסציפלינות.

ד. ביקוש

תכנון כח-אדם דורש הכנת תחזית ביקוש. התחזית מתייחסת לטיפול בתשומות המבוקרות שבאזור מס' 1. אם מרוצים מתפוקות מערכת החינוך אין צורך לחזות את הביקוש. אבל כמעט כל חברי OECD מעוניינים להגדיל את מספר המהנדסים. במדינות OECD קיימים שלושה מגזרים בעלי מאפיינים מוגדרים:

א. מוסדות להשכלה גבוהה

ב. מעבדות מחקר ממשלתיות

ג. מו"פ תעשייתי

חיזוי הביקוש הוא מדע מאוד לא מדויק ועד כה רוב התחזיות לא התגשמו. בגלל הגורמים המשפיעים על הביקוש יש להניח שקשה יותר לחזות את הביקוש מאשר את ההיצע. בהיצע ידוע לפחות גודל הקבוצה ממנה יצמחו הבוגרים. למעשה תחזיות ביקוש עורכים בנפרד עבור שלושה מגזרים: מוסדות אקדמיים, מכוני מחקר ממשלתיים ותעשייה. הקושי הגדול ביותר הוא לערוך תחזיות עבור התעשייה בגלל השפעת הגורמים הכלכליים והטכנולוגיים. מאידך, קל יותר לערוך תחזיות ביקוש לסגל האקדמי מאחר והדבר תלוי בשיעורי מילוי מקום של היוצאים לפנסיה, תמותה או כאלה העוזבים את המגזר, ועל מספר הרשמות הסטודנטים. הביקוש לחוקרים במכונים ממשלתיים הוא פונקציה של החלטות ממשלה ולכן לא קשה לחזות את הביקוש.

הביקוש התעשייתי מושפע מסוג התעשייה. תעשיות בתחום הביו-טכנולוגיה, אלקטרוניקה, פרמצבטיקה ותעשייה אווירית משתמשות באחוז גבוה יחסית של חוקרים מתחומי מדעי הטבע וההנדסה. הביקוש מושפע משינויים טכנולוגיים שלא קל לחזות.

השינוי בתל"ג משפיע על השקעה במו"פ תעשייתי ומכאן על כח-אדם מחקרי לגורמים בינלאומיים כגון שינוי במחירי הנפט השפעה גדולה על גידול התעשייה ותקציבי מו"פ. תכניות ממשלתיות יכולות אף הן ליצור ביקוש לכח-אדם מחקרי כדוגמת תעשיות החלל באירופה ובארה"ב. מכל אחד מהגורמים הנ"ל אפשר לחזות צרכים והדרך הטובה ביותר היא להכין תרחישים על תחזיות לכח-אדם. בכל תרחיש קל יותר לחזות ביקוש לסגל אקדמי. התחזיות למעבדות מחקר ממשלתיות מושפעות ממדיניות ממשלתית ויש הבדלים בולטים בין מדינה למדינה. במספר מדינות כגון שבדיה, יפן וארצות הברית מבצעים יחסית מעט מחקר במעבדות ממשלתיות, ובמדינות אחרות כגון אוסטרליה, איסלנד, אירלנד, ניו-זילנד ופורטוגל מתבצע כל המחקר במסגרת זו. במספר מדינות קיימת מגמה לבצע במעבדות ממשלתיות מחקר יישומי והעברת טכנולוגיה לתעשייה ופחות מחקר בסיסי. בנוסף לכך לשינויים במדיניות הממשלתית ישנה השפעה על עדיפויות במחקר ומכאן על ביקוש לכח-אדם

מחקרי. לדוגמא בגרמניה כאשר ירד הדגש ממחקרי אנרגיה קטן הביקוש לפיסיקאים בעלי התמחות במדעי הגרעין אשר חלקם נאלצו לעבור הסבה לתחומים אחרים. בקנדה, לעומת זאת, גבר הדגש על ביו-טכנולוגיה, דבר שהביא להקמת מכון מחקר בתחום זה. הקמת המכון הביאה לביקוש מוגבר לחוקרים בתחום זה.

ביקוש עתידי של כח-אדם ממחקרי תלוי במידה מסויימת בצורך למלא מקומם של חוקרים הפורשים לגימלאות, נפטרים או עוברים למגזרים אחרים. בצרפת ישנה מדיניות של עידוד מעבר למגזרים אחרים וקשה לחזות את היקף התופעה.

בתחום האקדמי ובמעבדות מחקר ממשלתיות קיים עיוות התפלגות הגילים. הדבר נובע מהתרחבות מגזר מכוני המחקר הממשלתיים לאחר מלחמת העולם השנייה ומהתרחבות האוניברסיטאות, ומביקוש למקומות לימוד עקב "התפוצצות הילודה" לאחר מלחמת העולם השנייה. מספר רב של חוקרים וסגל אקדמי התקבלו למוסדות עד שנות ה-70. לאחר תקופה זו הוקפאה קבלת סגל חדש והתוצאה היתה שהגיל הממוצע של סגל המחקר היה גבוה (בערך 49) מספר העוזבים את המערכת היה נמוך ומספר החוקרים הצעירים קטן ביותר. התחזית היא שבשנות ה-90 הביקוש יגדל באופן משמעותי.

במגזר התעשייתי הדבר פחות חשוב בגלל שיטות גיוס שונות. גורם זה יש לקחת בחשבון בתחזיות עתידיות. הדבר חשוב ביותר באוסטרליה, קנדה, צרפת והולנד בהן אחוזים גבוהים של מו"פ מבוצעים במוסדות להשכלה גבוהה ובמגזר הממשלתי.

במספר ארצות המחקר הבטחוני מהווה אחוז גבוה מההוצאות למו"פ. ארצות-הברית ואנגליה שייכות לקבוצה זו. מאידך יפן ושוויץ מוציאות מעט מאוד על מחקר בטחוני. מאחר והוצאות הבטחון מרוכזות בתעשיות עתירות ידע, להוצאות אלה השפעה גדולה על התעסוקה במגזר זה.

חיזוי הביקוש לכח-אדם ממחקרי, למדענים ולמהנדסים נערך במדינות OECD לכל מגזרי התעסוקה, למגזרים נבחרים או לתחומים מיוחדים. לדוגמא ביפן נערכו תחזיות לשנת 2000. תחזית זו כוללת הגדרת הביקוש לפי כמות החוקרים שימלאו את מקומם של היוצאים לגימלאות, הנפטרים והעוברים לתעסוקות אחרות. החישוב נעשה עבור שלוש הקטגוריות. יחס מורים/חוקרים נקבע על בסיס הרשמה עתידית. נקבעה תוספת מסויימת עבור חיזוק תחומי מחקר חדשים. במגזר התעשייתי מספר החוקרים נקבע על בסיס תל"ג ובמכוני מחקר על בסיס חוות דעת של מנהלי מחקר על הביקוש לסגל עתידי.

בארצות הברית נערכים מחקרים שיטתיים על הביקוש למהנדסים ולמדענים. הקונגרס הורה על הכנת מידע שיטתי על כח אדם במדע והנדסה וה-NSF היא האחראית לביצוע משימה זו. ה-BLS אוספת את הנתונים על כח אדם ומנהלת את רוב המחקרים

המקיפים בתחום זה.

ה-BLS פיתחה תחזיות של כח אדם לתקופה של 10 עד 15 שנה למשך כמה עשורים. מחקרים אלו, דו-שנתיים מאז ראשית שנות השבעים, מהווים מבחינות מסוימות את אבן הפינה של תחזיות אלו בארצות הברית. מדינות בארה"ב משתמשות באלמנטים של הנתונים והמתודולוגיה של ה-BLS בעת שהן מפתחות את תחזיות כח-האדם שלהן, במיוחד כשמדובר על מטריצות של תעסוקה על פי תעשייה ותעסוקה על פי מקצוע. התחזיות של ה-BLS נעשות ללמעלה מ-200 מקצועות, כולל קטגוריות רבות של מדענים ומהנדסים. במשך הזמן חל שינוי בתהליכים בהם השתמשו לפיתוח התחזיות, אולם יחסית לא חל שינוי במתודולוגיה מאז סוף שנות השבעים. הנסיון האחרון שנעשה הושלם ב-1987, כשהוא משתמש בשנת 1986 כשנת בסיס לתחזיות לשנת 2000.

גישת ה-BLS היא יותר מודל של רמות התעסוקה הנדרשות מאשר מודל של ביקוש כלכלי. אין היא מנסה לעצב את התנהגות השוק, במקום זאת היא מבססת את התחזיות שלה על הערכות של מצבים כלכליים כלליים, הערכות ביחס למבנה ולטכנולוגיה של תעשיות, ואומדנות של מגמות דמוגרפיות.

קיימים שישה שלבים עיקריים בשיטת החיזוי של ה-BLS כשכל אחד מבוסס על מודל נפרד (או משפחת מודלים):

1. הערכת גודל כח העבודה הכולל על בסיס מגמות באוכלוסיה ושיעורי השתתפות של כח העבודה.
2. הערכת ביצוע כלכלי כולל תוך שימוש במודל אקונומטרי.
3. הערכת ביקוש תעשייתי כולל.
4. הערכת תפוקה ענפית תוך שימוש במודל חשומה - תפוקה להצגת גידול חזוי לגבי תעשיות בודדות.
5. הערכת תעסוקה כוללת בתעשייה תוך כדי שימוש בשיעורי תפוקת עבודה לפי ענפי תעשייה.
6. הערכת תעסוקה מקצועית.

ההנחות מסוכמות ע"י ה-BLS בבוליטינים מס': (1962a) 2253 ו-2302 (1988a).

גישת ה-BLS להערכת דרישות לכח-אדם כולל למדענים ולמהנדסים ראויה לציון בשל המבנה המקיף שלה, תקיפותה הפנימית, שילוב יעוץ של מומחים בשלבים שונים של התהליך, המנגנון הקבוע להערכה עצמית והמספר הרב של פרטים שהיא כוללת. מידת הדיוק של גישת ה-BLS תלויה מבחינות מסוימות בהמשך המגמות הקיימות, ביכולת לתפוס ולכמת באופן נכון מגמות חדשות שמופיעות בהעדר "זעזועים" רציניים לכלכלה הלאומית והעולמית וכו'. הנחות חשובות הכלולות במודל, כמו

העדר שינוי בהכנסה ובגמישות המחיר, נהיות לא מציאותיות ככל שמתארך אופק התחזית.

לאחרונה, Eileen Collins (1988), כלכלנית ב- NSF פיתחה מודל סימולציה להערכת מגמות בשוק העבודה בתחומי המדע וההנדסה לקראת שנת 2000. הגישה הכללית בחלק זה של המודל המעריך ביקוש עתידי דומה מבחינות רבות למודל ה-BLS שנדון לעיל. הוא כולל את השלבים הבאים:

1. מודל תחזית כוללת של הכלכלה האמריקאית.
2. מטריצה מוצעת של תשומה - תפוקה לכל סקטור תעשייתי של הכלכלה.
3. מטריצה מוצעת של דרישות מקצועיות לתעסוקה בכל סקטור.
4. כניסה חדשה למקצוע על מנת להסיק דרישות לתוספות חדשות למשרות בתחום המדע וההנדסה.

הבדל מהותי בין המודל של Collins ומודל ה-BLS הוא ההתייחסות להוצאות בטחון. במודל ה-BLS ישנה התייחסות להוצאות בטחון באותו האופן הכללי בו מתייחסים לצורות אחרות של הוצאות ממשלתיות והוצאות צריכה. בניגוד לזאת, Collins מייחדת להוצאות בטחון התייחסות מיוחדת. גישתה מראה את רגישות הדרישות למדענים ולמהנדסים בהוצאות הבטחון.

המודל של Collins משתמש במודל תחזית כוללת שפותח על ידי DRI - Data Resources Incorporated על מנת ליצור ארבעה תרחישים מקרוכלכליים. בתרחישים אלו, הנחות אופטימיסטיות וקונסרבטיביות בנוגע למצבים מקרוכלכליים מצטלבות על הנחות גבוהות ונמוכות בנוגע לרמת הוצאות הבטחון.

תחזיות ה-BLS המבוססות על רמה מתונה של גידול כלכלי, העדר גידול בהוצאות הבטחון וגידול מתון בתעסוקה אזרחית, מביאות לידי תחזית יותר נמוכה בשנת 2000 מאשר במודל של Collins.

Data Resources Incorporated, החברה אשר סיפקה את המסגרת המעצבת לתחזיות של Collins, פיתחה גם הערכות משלה להשלכות שיש להוצאות הבטחון ברמות שונות על הצורך בכח-אדם מיומן ברמה הלאומית ולפי מדינות. המבנה היסודי של הגישה היא די דומה לגישת ה-BLS, ונעשה שימוש בנתונים שונים של גישת ה-BLS.

למרות הסקפטיות לגבי ערך תרגילי ביקוש לכח-אדם מדעי והנדסי המתכננים בארצות OECD מרגישים שיש להעדיף תחזיות לא מושלמות על חוסר הערכות. אפילו בארה"ב, בה קיימים הנתונים המקיפים ביותר מכל ארצות OECD קיימת דאגה לגבי תקפות נתונים אלה לשימוש בצפי הביקוש.

ה. צעדים לגישור הפערים בין ביקוש להיצע

במספר ארצות OECD יש מחסור בכח-אדם במספר תחומים ועודף היצע בתחומים אחרים. הצפיה היא שהביקוש למדענים ולמהנדסים יגדל בעשור הבא. באם לא ינקטו צעדים מידיים ההרגשה היא שמחסור משמעותי ייווצר במספר רב של תחומים. התחזיות האלה לביקוש מוגבר של כח-אדם מחקרי גורמות לכך שממשלות, מעסיקים ומוסדות חינוך נוקטים בצעדים על מנת למנוע מחסור. פעולות אלה משפיעות על התשומות המבוקרות שבאיור מס' 1.

ניתן לסווג את הצעדים שמערכת החינוך יכולה לנקוט לשתי קבוצות:

- צעדים להגדלת מספר המועמדים ללימודי מדעים והנדסה
- צעדים למניעת נשירת סטודנטים מהמערכת.

קיים חוסר איזון בין היצע לביקוש. למרות המחסור בכח-אדם מחקרי במספר תחומים, בתחומים אחרים קיימת בעיה של מציאת תעסוקה הולמת לתקופה ממושכת. כתוצאה מכך במקרים מסויימים יצרו ממשלות במדינות שונות ביקוש מלאכותי על מנת להתגבר על חוסר האיזון בביקוש.

ננקטו צעדים להגדיל את המספר המועמדים ללימודי מדע והנדסה. צעדים אלה כוללים: שיכנוע נשים לפנות ללימודי הנדסה ומדעים, שיכנוע צעירים בלימודים על-יסודיים לבחור במסלולים הכוללים יותר פסיקה ומתמטיקה על מנת להגדיל את מאגר הפונים - איכותית וכמותית - למדעים ולהנדסה, עידוד הפניה ללימודים מתקדמים במדעים ובהנדסה, סיוע לילדים משכבות חברתיות נחשלות להתגבר על המכשולים ולפנות למדעים ולהנדסה ויצירת מודעות רבה יותר לגבי האתגרים במקצועות אלה.

לדוגמא, בארצות הברית ממליץ מחקר של ה-OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT על הצעדים הבאים: תכניות מיוחדות בפסיקה ומתמטיקה עבור סטודנטים נבחרים, קורסי עדכון למורים בשיטות הוראה ובעדכון הידע במתמטיקה ובפסיקה ומחנות קיץ לנוער שוחר מדע.

על מנת לעודד פניה למחקר יש תכניות לעידוד סטודנטים לפנות לתחום זה על ידי מתן מענקים לעיסוק במחקר בחופשות הקיץ והגדלת מספר המענקים לפונים ללימודי מוסמכים. בשבדיה ה-SWEDISH NATIONAL BOARD FOR TECHNICAL DEVELOPMENT (STU) תומך בכ-1,000 דוקטורנטים בעלי אוריינטציה של מחקר תעשייתי. כמו כן קיימות תכניות לעידוד מהנדסים ובוגרי מדעי טבע שסיימו לימודיהם לפני מספר שנים לחזור ללימודים לקראת תארים גבוהים. פעולה זו זוכה בעידוד חברות תעשיות. במדינות מסוימות מעמידים מלגות לרשות מהנדסים ותיקים ללימודים לתארים גבוהים. בצרפת קיימים לימודים משותפים לקבלת תואר שלישי בין התעשייה

והאוניברסיטה.

קיימות תכניות להבטיח שהנשירה תהיה מינימלית ברמת התואר הראשון ותארים מתקדמים, מניעת מעבר לתחומים אחרים של בעלי תואר שלישי מתחומים בהם קיים עודף היצע זמני ומדיניות לעידוד הישארות של סטודנטים מארצות אחרות לאחר סיום לימודיהם.

ו. תחזיות על השפעת הקיצוצים בהוצאות הבטחון של ארה"ב

בפרק זה נצביע על נתונים ראשוניים הדנים בהשפעת הקיצוצים בהוצאות הבטחון של ארה"ב כפי שמצטייר בתחזיות שהוכנו בקיץ 1990 לפני המשבר עם עירק. בהתאם לתחזיות של DRI/McGraw Hill מספר המועסקים בארה"ב יגדל מ-118.5 מיליון ב-1990 ל-126 מיליון ב-1995, אבל רוב המשרות החדשות יהיו במגזרים עסקיים עם שכר נמוך. לכח האדם המיומן המועסק בתעשיות עתירות ידע יהיה קשה להשתלב בעיסוקים אלה ולכן חוזים אבטלה המונית בקרב מהנדסים ואנשי מחשבים המועסקים בתעשיות בטחוניות. לפי התחזיות התעשייה הבטחונית תפטר 850,000 איש בחומש הבא ומספר העובדים בתעשיות אלה יקטן מ-4.2 מיליון ב-1990 ל-3.35 מיליון ב-1995.

עם פריצת השלום בכל מקום בעולם, להוציא את המזרח התיכון, כבר הציע שר ההגנה דיק צ'ייני צמצום תקציבי ההגנה בשני אחוזים בשנה בניכוי האינפלציה עד אמצע שנות התשעים. נראה שהקונגרס יקצץ עוד יותר בתקציבים - ב-5% לשנה. אבל אם הקיצוצים יצריכו עריכת שינויים ניכרים בתעשיות הבטחוניות, כפי שחוזים מומחים אחדים, אפשר שארבעה מכל עשרה עובדים במפעלים אלה יאבדו את מקום עבודתם במרוצת העשור.

בחברות אחדות כבר התחילו בקיצוצים. חברת מקדונל-דאגלס, ענק המטוסים מסט. לואיס, הודיעה בחודש שעבר שעד סוף השנה תצמצם את מספר עובדיה ב-17,000 איש, צעד שנבע בחלקו מצמצומים בתקציב ההגנה. ימים אחדים לאחר מכן ביטל הצי את החוזה עם לוקהיד לייצורו של מטוס הסיור נגד צוללות, פרויקט שבסופו של דבר היה אמור להכניס לחברה סכום של חמישה מיליארד דולר. ביטול הייצור של המפציץ בי-2, יקטין ביותר ממחצית את הכנסותיו של ענק תעשיות המטוסים והטילים נורת'רופ. שעה שיצרניות הנשק שוקלות הסבה לענפים אחרים, מומחים רבים כבר מחשבים את הנזק שיגרמו צימצומים נוספים.

הרבה מן הנפולת הזאת תתרחש בין ענקי התעשייה הבטחונית. אצל מקדונל-דאגלס וג'נרל דיינמיקס, למשל, מהווים חוזי הגנה 60% ו-85% בהתאם מכלל המכירות. מחלקת האוויר של לוקהיד, שעדיין לא התאוששה מביטולו של החוזה לייצור ה-פי-

7-אי, תקבל ללא ספק מכה נוספת. כרגע מייצרת החברה כמעט רק את מטוסי ה-סי-130, מטוס תובלה בן 35 שנים. עתידה של נורתרופ עלול להיות קודר עוד יותר. בית הנבחרים בוחן תוכנית העלולה לקצץ את ייצורו של ה-בי-2 ב-80% ל-15 או 16 מטוסים.

כאשר יפגע גל זה של קיצוצים, יהיה זה רק ענין של זמן עד שהשפעתו תתפשט. יחד עם מקומות העבודה של יצרניות הנשק יאבדו מקומות עבודה אצל קבלני משנה, שלא להזכיר שרותים נלווים. לפי המודל הכלכלי של משרד ההגנה, כל מקום עבודה בתעשיית הנשק מקיים שתי עשירות עד שמונה עשירות של מקום עבודה שאינו קשור בבטחון. משמעותו של הדבר שצמצום של 5% בשנה בהוצאות הבטחון במשך חמש שנים יהרוס כ-850,000 משרות בתעשיות הבטחוניות ו-425,000 משרות הקשורות בהן, ובסך הכל כ-1.3 מיליון משרות.

במושגים של כלכלה כוללת, מספר זה עדיין נמוך יחסית; הוצאות צבאיות היוו רק 6% מן התפוקה של ארצות הברית, בהשוואה לכ-20% ב-1964. בנוסף לכך באים הצמצומים בכלכלה שיצרה בעשור האחרון שני מיליון מקומות עבודה חדשים בשנה. ובכל זאת, באזורים מסוימים תורגש מכה קשה. בדאלאס-פורט וורת כ-20,000 מקומות עבודה המהווים כמעט אחוז מכלל כח העבודה של האזור ייעלמו בשנים הבאות. גם פלמדייל בקליפורניה, לימה באוהיו וניו לונדון בקונטיקט, שכלכלתן תלויה מאד בתעשיות בטחוניות, ייפגעו קשות. במקרים אחדים ייעלמו מקצועות שלמים. המכון של מהנדסי החשמל והאלקטרוניקה צופה ש-55,000 מתוך 240,000 המהנדסים של תעשיות הבטחון יהיו מובטלים ב-1995. אומר חבר בית הנבחרים מוועדת הכוחות המזוינים, ניקולס מורול: "כיתות החרבות לאיתים לא יהיה חסר כאבים".

כדי לעזור להקל על הכאב מתחילות חברות אחדות לעבור לשטחים אחרים. בתוך שישה חדשים הפכה קלטרוניקס מאוהיו מחברה המייצרת בעיקר לשוק הבטחוני ליצרן של רכיבי קוצבי לב, מנטרי דם ולוחות של מעגלים אלקטרוניים. ללא הזמנות של מערכת הבטחון מאז נובמבר של השנה שעברה, הפסידה החברה המייצרת רכיבים של מנועי סילון הכנסה של 30 עד 40 אלף דולר לחודש. אבל היא נמנעה מפיטורי עובדים על ידי מעבר לשבוע עבודה של ארבעה ימים והתמקדה בשוק הרפואי.

לעיתים קרובות מגלים היצרנים הגדולים ביותר בתעשיות הבטחוניות את אי הרצון הגדול ביותר לחדור לשטחים חדשים. האסטרטגיה שלהם היא להיאחז בכל הכח במה שיש להם, ולהילחם על נתח גדול יותר בעוגת החוזים הבטחוניים המצטמקת. אבל וסטינגהאוס אלקטריק הענקית חפרה לעצמה גומחה חדשה. בסוף שנת 1989 הכריזה החברה על תכניות להפנות את הטכנולוגיה המתקדמת ועסקי האלקטרוניקה שלה לאפיקים חדשים. היא חתמה על חוזה בשווי של 33 מיליון דולר עם משרד הדואר לפיתוח סורק אלקטרוני למיקוד. וסטינגהאוס מתאימה את טכנולוגיית המכ"ם שלה

לשימוש בנמלי תעופה אזרחיים ומייצרת תוכנות לבקרת אויר לנמלי תעופה אחדים בפולין. היא גם מחפשת דרכים ליישם את טכנולוגיית החיישנים שלה למערכות בטחון קטנות להגנת בתים ועסקים קטנים.

קבלני משנה אחדים מרוויחים מן הקיצוצים בתקציב. מנהלים בצ'רוקי ניישן אינדסטריז באוקלהומה אומרים שעכשיו, אחרי הכרזת הקיצוצים בתקציב, מוכנים היצרנים הגדולים להוציא החוצה עבודות בקנה מידה גדול יותר משום שכדי להתחרות ביעילות בתקופה זו של צמצומים הם מוכרחים למסור עבודות לחברות קטנות המסוגלות לבצע אותן במחיר נמוך יותר.

כדי לדרבן את ספקי הנשק לעבור לייצור אזרחי מציעים מושלי מדינות אחדות הצעת פשרה: הוציאו חלק ממה שמכונה דיווידנדות השלום - חיסכון שמתאפשר בשל סיום המלחמה הקרה - על עזרה ליצרנים לעבור לייצור מוצרים לשוק האזרחי. אבל, למרות זאת, מומחים רבים חוזים טלטלה בתעשיות הבטחוניות באמצע שנות התשעים.

ז. מדע והשכלה גבוהה במזרח הרחוק: המקרה של קוריאה הדרומית וטאיוון

לטאיוון ולקוריאה מעט אוצרות טבע, אדמה חקלאית מצומצמת וצפיפות אוכלוסין מן הגבוהות בעולם. ב-1950 התל"ג של טאיוון היה \$350. בארבע העשורים עד 1989 התל"ג גדל בממוצע שנתי של 8.7% והגיע ל-\$7,500 - קרוב לתל"ג של אירלנד ושל ניו זילנד. ב-1960 התל"ג של קוריאה הדרומית הסתכם ב-\$675 (במונחים ריאליים). עד 1989 התל"ג עלה ל-\$4,550, גידול שנתי של 8.4%.

נתבקשנו לבחון את המבנה של ההשכלה הגבוהה והפיתוח המדעי של טאיוון וקוריאה הדרומית על מנת לראות את תרומתן ל"פלא הכלכלי" שהתחולל בארצות אלה.

כיום הידע המדעי הינו בינלאומי כאשר המרכזים המובילים הינם בארצות מפותחות (ארה"ב, אנגליה, צרפת, בריה"מ, גרמניה המערבית וכו'). בארצות אלה מתבצעות רוב עבודות המו"פ והן הבסיס לפרסומים המדעיים (כתבי עת וספרים). בארצות אלה נרשמים רוב הפטנטים ו"סדר היום" המדעי שלהם שולט במדע ובטכנולוגיה העולמיים. רוב המדענים מהעולם השלישי קיבלו את חינוכם בארצות התעשייתיות המתקדמות ושומרים על הקשר עם הארצות ומוסדות החינוך בהם למדו. מספר סיבות לכך: בארצות המתפתחות חסר כח האדם, הציוד והמקורות הכספיים על מנת להקים מוסדות מחקר מן השורה הראשונה. החינוך המתקדם (כגון פוסט-דוקטורט ובמקרים רבים לימודים לקראת התואר השלישי) קשור למוסדות בארצות המתקדמות. יתרה מזאת: קיים לחץ לפרסום בכתבי העת המדעיים הבינלאומיים.

כל הגורמים האלה יוצרים למעשה פריפריה עם תוצאות מעשיות - יבוא של ציוד וספרות מדעית, נסיעות תכופות של מדענים לחו"ל על מנת לשמור על הקשר עם ההתפתחויות המדעיות ופרסום תוצאות מחקר בעיקר בחו"ל. כתוצאה מכך רמת העיתונים המקומיים הינה נמוכה ביותר.

קיימת מחויבות רצינית של הממשלות ושל החברות התעשיתיות המובילות, לאקדמיה ולמוסדות המחקר מאחר ורואים בהם בנוסף לחינוך המדענים והמהנדסים את הכלים העיקריים להעברת טכנולוגיות מתקדמות מהארצות המפותחות. התוצאה היא שהמוסדות משלבים ידע מקומי על ידי תשומת דגש לנושאים ייחודיים תוך שילובן במערכת הידע הבינלאומית.

השפה היא אחת המפתחות העיקריים לשילוב במערכת הבינלאומית. הן בקוריאה והן בטאיוון האנגלית הינה שפת המדע והטכנולוגיה. הפרסומים המדעיים וספרות העזר ללימודים מתקדמים הינם בעיקר באנגלית. אבל הקשר העיקרי הוא עם הפזורה המדעית של ארצות אלה. רוב הסטודנטים שנסעו ללמוד בארצות מתקדמות, בעיקר בארה"ב, לא חזרו לארץ מולדתם. מלוחות 1 ו-2 אנו למדים שסטודנטים יוצאי טאיוון וקוריאה מובילים בקרב הסטודנטים הזרים וכן הדבר לגבי מדענים המתאזרחים בארה"ב.

לוח 1: סטודנטים זרים בארה"ב ב-1986/87 (סה"כ 350,000)

הארצות המובילות:

25,660	1. טאיוון
21,640	2. מלזיה
20,030	3. סין העממית
19,940	4. קוריאה
18,350	5. הודו

לוח 2: מדענים ומהנדסים שקיבלו אזרחות אמריקאית ב-1986 (סה"כ 11,241)

סה"כ	מהנדסים	ארץ
1,152	888	1. טאיוון
1,152	889	2. הודו
1,099	777	3. אנגליה
755	638	4. אירן
710	488	5. קנדה
186	149	6. קוריאה
237	165	7. ישראל

מדענים אלה ממשיכים לשמור על הקשר עם ארצות מולדתם, באים לביקורי מולדת, מבלי שנות שבתון במוסדות מחקר, מסייעים בקשרי מדע ודואגים לבני ארצם להתקבל ללימודים מתקדמים ומשמשים כמנחים. במספר מקרים מדענים אלה חוזרים על מנת לעמוד בראש מחלקות ומוסדות מחקר.

מכאן שהסטודנטים הלומדים בחו"ל ואינם חוזרים לא מהווים אבידה אלא קשר מועיל לקידום המוסדות המדעיים והמחקר. הודות להם המוסדות האקדמיים שומרים על עדכון תמידי בהתפתחויות המדעיות בארצות המתקדמות.

ניתן לסכם שעיך התרומה של המוסדות להשכלה גבוהה בטאיוון ובקוריאה הדרומית היא בהכשרת כח-אדם מדעי וטכנולוגי. עד כה ברוב המקרים הידע לפיתוח התעשיות היה מיובא מארצות מתקדמות. הידע שפותח במוסדות המחקר המקומיים תרם מעט להצלחה הכלכלית המרשימה של ארצות אלה.

ח. לקחי חכנון כח אדם במדינות OECD

תכנון כח אדם קשור בחיזוי הן של היצע והן של הביקוש למשאבי אנוש. הדוגמות של טכניקות בהן עושות שימוש מדינות OECD מעידה על הקשיים האמיתיים הכרוכים בדבר. יתכן, שתחזיות ההיצע מדויקות יותר מתחזיות הביקוש. יחד עם זאת, לתחזיות מטרה חשובה. הגישות בהן נעשה שימוש על ידי מדינות OECD נוטות להיות דומות במונחים כלליים - שימוש במידע דמוגרפי והערכת החלק באוכלוסיה המסיים כל שלב של התהליך החינוכי הארוך הנחוץ להכשרת חוקר מאומן. למרות הדמיון מבחינות אלו, קיימים הבדלים חשובים בין ארצות, המעידים שיתכן שטכניקות אינן ניתנות להעברה באופן ישיר מארץ לארץ. הבדלים אלה מתייחסים למערכות החינוך ולמאפיינים חברתיים של המדינות. תחזית של אספקה של חוקרים מיומנים היא קלה יותר במדינות עם פיקוח ממשלתי מרכזי על כל מערכת החינוך ועם אוכלוסיה יחסית הומוגנית. זהו אתגר הרבה יותר גדול באותן מדינות שבהן אוניברסיטאות אוטונומיות ואוכלוסיות מאופיינות בריבוד חברתי מיוחד או בקבוצות אתניות נבדלות.

בשעה שמודלים לחיזוי היצע מוגבלים ביכולתם לספק נתונים כמותיים מדויקים, ההרגשה הכללית הרווחת בקרב מדינות OECD היא שמודלים אלו, חשובים בשל סיבות אחרות. הם מאפשרים לחזות מגמות כלליות ברמה סבירה של דיוק. הם מראים כיצד סוגים שונים של מדיניות עשויים להשפיע על ההיצע וכך הם מצביעים על אסטרטגיות אפשרויות לגידול ההיצע.

תחזית של ביקוש הינה מדע לא מדויק. הטכניקות בהן עושים שימוש למטרה זו נעות בין חיוץ של מגמות העבר לבין מודלים מורכבים המשתמשים באלפי משוואות. אולם, גם הטכניקות המתוחכמות ביותר לא היו מוצלחות במתן תחזיות מדויקות.

כתוצאה מכך, במספר מדינות OECD קיימת מידה רבה של ספקנות בנוגע לערך הטמון
בביצוע תחזיות אלו.

הקושי בחיזוי ביקוש נובע במידה רבה מהשפעת המצב הכלכלי של מדינה על
הביקוש, מצב הקשור לכלכלת מדינות אחרות. ההשפעה פועלת בעיקר בסקטור הפרטי,
ולפיכך קשה במיוחד לחזות את הביקוש לחוקרים על ידי ארגונים תעשייתיים.
בארצות כמו יפן וארצות הברית, המבצעות חלק גדול מהמחקר והפיתוח שלהם
בסקטור הפרטי, מורגש במיוחד חוסר היכולת לבצע תחזיות מדויקות ביחס לביקוש
עובדים בסקטור התעשייתי. המימד היחיד של תחזית ביקוש שנראה שהוא נוח יותר
לתחזיות בעלות דיוק, הוא התחזית לביקוש לכח-אדם במוסדות אקדמיים. אחדות
ממדינות ה-OECD ערכו תחזיות כאלו. בדומה לתחזית של היצע, נראה שהערך
העיקרי של תחזיות לביקוש טמון ביכולתן לחזות מגמות ולסייע בהבנת ההשפעה
הפוטנציאלית של שינויי מדיניות או שינויים בפרמטרים של מערכת ביקוש, על
הביקוש לכח אדם.

קיים מגוון רחב של טכניקות בהן משתמשות מדינות OECD לשפר את הפער בין היצע
לביקוש. חלק גדול מטכניקות אלו מיועד להגדיל את ההיצע על מנת לענות על
ביקוש צפוי גבוה יותר. אולם, ישנן מספר טכניקות המטפלות בבעייה הפוכה -
עודף היצע ביחס לביקוש. נושא חוזר ונשנה במידע המתקבל כמעט מכל המדינות
הוא חשיבות העידוד של השתתפות גדולה יותר של נשים במדע ובהנדסה. דומה
ועניין זה מקבל משמעות של דחיפות בחלק מהארצות משום שאם לתחזיות ההיצע
והביקוש שלהן יש מהימנות סבירה, הדרך האפשרית העיקרית בה ניתן לענות על
ביקוש בעשור האחרון של המאה, היא על ידי גידול ממשי במספר נשים בהיצע של
עובדי מחקר.

דגש קטן יחסית הושם על עניין האיכות, להבדיל מהכמות, בהכרזות המדיניות
השונות ובתוכניות של מדינות OECD. אולם, וודאי שזהו עניין חיוני. מגמות
דמוגרפיות אשר תבאנה להפחתת גיל אוכלוסית האוניברסיטה משמעותן, שאם יש
לשמר את מספרי הבוגרים, חלק גדול יותר של האוכלוסיה יצטרך לקבל חינוך
אוניברסיטאי. זה מעלה שאלות מעניינות: האם איכות הבוגרים תישמר? מהו הגבול
הסופי לחלק של אוכלוסית גיל האוניברסיטה שצריכה לקבל חינוך?

הבעיות של אי התאמה בין היצע לביקוש במקרים רבים נגרמו או הוחרפו על ידי
תנודות ניכרות שהתרחשו בארבעים השנים האחרונות בשיעורי ילודה. תנודות אלו
הביאו לידי שינויים בחלוקות גיל של אוכלוסיות ובעקבות זאת ללחצים על
מערכות החינוך. יש שינוי מחזורי באוכלוסית גיל האוניברסיטה בפרק זמן של 25
- 30 שנה. על מנת לשמור על מידה מסוימת של יציבות בהיצע של עובדי מחקר,
יש למצוא אמצעים להחליש את השפעת התקופתיות הזאת. הבעייה היא רצינית
במיוחד בסקטור האקדמי המאופיין במוביליות נמוכה בהרבה מהסקטור הפרטי.

הקליטה ההמונית של סגל אקדמי בשנות ה-60 וה-70 גרם לחוסר קליטה בשנות ה-80. לאור נסיון זה מדינות OECD מנסות לא ללכת באותה דרך פעם נוספת - קליטה המונית בשנים האחרונות של המאה הזאת והשנים הראשונות של המאה הבאה כשבעקבותיהם חוסר קליטה בשנות ה-2010 וה-2020.

ברור שלמרות האופי השונה של מדינות OECD השונות, יש להן בעיות דומות בהבטחת היצע מתאים של כח אדם מדעי.

מקורות

1. OECD - Research Manpower, Managing Supply and Demand, Paris 1989.
2. Educating Scientists and Engineers - Office of Technology Assessment, Washington 1987.
3. Projections of Demand for Higher Education in Great Britain 1986-2000, DES, London 1986.
4. Eileen L. Collins, Meeting The Scientific and Technical Staffing Requirements for Rationalisation of the American Economy, Science and Public Policy, October 1988.
5. P.T. Brinkman, NCHEMS, Recent Estimates of Future Needs for Scientists and Engineers in the United States: A Methodological Perspective, 1989.
6. Labour-Market Conditions for Engineers: Is There a Shortage? National Research Council, 1984.
7. Business Week, 1 July 1990.
8. Newsweek, 2 August 1990.
9. The Economist, 1 July 1990.
10. P.G. Altbach et al: Scientific Education and Higher Education, The Case of Newly Industrializing Nations. Praeger 1989.
11. National Science Foundation, Special Report N.S.F 89 - 307.

נספח סטטיסטי: כח אדם מדעי ומחקרי
בארצות OECD בהשוואה לישראל

NUMBER OF STUDENTS PER 100,000 INHABITANTS

	1975	1980	1985	1986
Australia	2016	2203	2348	2399
Austria	1286	1811	2309	2399
Belgium	1735	2111	2499	2546
Canada	3600	4057	5100	4867
Denmark	2179	2074	2271	2314
Finland	2425	2577	2611	2728
France	1971	1998	2318	2332
Germany	1684	1987	2540	2692
Greece	1296	1256	1913	1987
Iceland	1363	1921	2050	1947
Ireland	1440	1610	1979	-
Italy	1762	1981	2974	1995
Japan	2017	2065	1944	1988]
Netherlands	2108	2544	2795	2749
New Zealand	2143	2463	2950	3133
Norway	1663	1937	2280	2502
Portugal	876	944	1020	-
Spain	1518	1859	2422	2542
Switzerland	1010	1346	1702	1804
Turkey	817	554	934	983
United Kingdom	1304	1468	1824	1880
United States	5179	5311	5118	5142
Yugoslavia	1850	1848	1515	1511
<hr/>				
Israel	2462	2504	2742	2762

Source: UNESCO YEARBOOK 1989

PERCENTAGE OF STUDENTS STUDYING SCIENCE
AND ENGINEERING (1988)

Australia	24.0%
Austria	18.0%
Belgium	26.6%
Canada	11.0%
Denmark	25.0%
Finland	27.0%
France	25.0%
Germany	30.0%
Greece	27.2%
Iceland	-
Ireland	-
Italy	19.3%
Japan	21.0%
Netherlands	22.0%
New Zealand	18.0%
Norway	30.0%
Portugal	25.7%
Spain	20.0%
Sweden	41.0%
Switzerland	23.5%
Turkey	19.4%
United Kingdom	29.0%
United States	19.7%
Yugoslavia	35.0%
<hr/>	
Israel	31.0%

Source: UNESCO YEARBOOK 1989

FIRST UNIVERSITY DEGREE FOR SELECTED COUNTRIES BY MAJOR
FIELDS OF STUDY: 1986 AND ISRAEL 1988/89

	France 1	West Germany	Japan	United Kingdom	United States	Israel 1988/89
Number of degrees						
All fields	52,728	63,866	376,260	72,000	1,074,785	9,805
Natural science and engineering	25,043	21,584	99,668	29,100	213,971	3,271
Nat. Sci.	11,321	10,766	12,814	17,500	122,170	1,467
Engineering	13,722	8,477	73,316	10,300	77,061	1,590
Agriculture ²		2,341	13,538	1,300	14,740	214
All others	27,685	42,282	276,592	42,900	860,814	6,534
Percentage distribution among fields						
All fields	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Natural science and engineering	47.5	33.8	26.5	40.4	19.9	33.4
Nat. Sci.	21.5	16.9	3.4	24.3	11.4	15.0
Engineering	26.0	13.3	19.5	14.3	7.2	16.2
Agriculture ²		3.7	3.6	1.8	1.4	2.2
All others	52.5	66.2	73.5	59.6	80.1	66.6

Sources: Israel: Statistical Abstract of Israel, 1990, tables 22.41, 22.42; U.S. data are from NSF; Japanese, Ministry of Education; West German, Statistisches Bundesamt; U.K. University Grants Committee, and French, Ministry of Education.

¹ Data for France are based on maitrise degrees and engineering degrees.

French engineering degrees are equivalent to U.S. Master's degree.

² Included in natural sciences.

Note: Natural sciences include physical sciences, and mathematics.

GROSS DOMESTIC EXPENDITURE ON R&D AS PERCENT OF GDP

	1982	1985	1986	1987	1988	
Australia	-	1.15	1.20	-	-	
Austria		1.22	1.27	1.31	1.31	1.34
Belgium	-	1.65	1.61	-	-	
Canada		1.37	1.43	1.42	1.39	1.34
Denmark		1.14	1.24	-	-	-
Finland		-	1.50	1.59	1.60	1.66
France		2.06	2.26	2.25	2.28	2.33
Germany		-	2.70	-	2.71	-
Greece		0.21	0.34	0.33	-	-
Iceland		-	0.75	0.73	-	-
Ireland		0.73	0.85	0.92	-	-
Italy		0.90	1.13	1.14	1.28	1.32
Japan		2.42	2.81	2.78	-	-
Netherlands	1.97	2.09	2.21	-	-	
New Zealand	-	-	-	0.96	-	
Norway		1.37	1.62	1.82	1.82	-
Portugal	0.35	-	0.45	-	-	
Spain		0.46	0.53	0.57	-	-
Sweden		-	2.79	-	2.93	-
Switzerland	-	-	2.89	-	-	
Turkey		-	0.70	0.64	0.55	-
United Kingdom		2.31	2.42	-	-	
United States	2.60	9.78	2.74	2.72	2.71	
Yugoslavia	2.85	0.79	0.88	-	-	

Israel¹ 2.5² 2.9³

Sources: All countries - OECD

Israel - Statistical Abstract of Israel, 1990, table 2.3.1

¹ Percent of GNP, Civilian R&D only.

² 1984/85

³ 1985/86

SCIENTISTS AND ENGINEERS ENGAGED IN R&D (PER MILLION)

Australia	2,118
Austria	1,013
Canada	2,193
Denmark	1,673
France	1,898
Germany	2,354
Greece	54
Ireland	1,076
Italy	1,186
Netherlands	2,424
Norway	2,490
Portugal	439
Spain	420
Sweden	2,539
Switzerland	2,299
United States	3,265
Yugoslavia	1,445
<hr/>	
Israel	4,836

Source: UNESCO YEARBOOK, 1989

פרק 4: ישראל - לקחים, ממצאים והצעות לטיפול בנושא

א. חשיבות הנושא בישראל בהווה ובעתיד

אין כיום אחידות דעות בעולם לגבי המידה והשיטות הנכונות של התערבות בהכוננתו, בחינוכו ובהתפתחות הרכבו המקצועי של כוח האדם. ברם, אין ספקות רבים באשר לנחיצות של שיפור כל סוגי המידע הקשורים בנושא והפצתם בין כל הנוגעים לו והמשיפיעים על התפתחותו והעומדים בפני הכרעות על דרכם בחיים. הדבר רצוי להכוננה יעילה של כל משאבי האנוש ויותר מכל של אלה ברמות ההשכלתיות והמקצועיות הגבוהות. אם בעולם כך - בישראל לא כל שכן: מאז קיומה היא מדינה בעלת תמורות רבות וחריפות שאופיניות לה רב-גוניות ושינויים תכופים, במיוחד בכל הקשור לאוכלוסיתה ולכוח האדם שבה.

לאחרונה מודגש היבט זה פי כמה וכמה עקב גלי העלייה הגוברים בפתאומיות ומשנים במיוחד את ההיצע של כוח-אדם תוך שיפור מובהק של הפוטנציאל הקיים. בהרכבם המקצועי של עולי בריה"מ בגלים האחרונים משקלו של כוח האדם הטכנו-לוגי (מהנדסים ומדענים, אקדמאים ובעלי מקצועות חופשיים אחרים, הנדסאים וטכנאים) הוא בין פי שלוש לפי ארבע מהמשקל שהיה קיים בארץ עם הגיעם¹. היבט נוסף של תוספת פוטנציאל רצינית זאת ויתרונות ניצולה היעיל הוא מצד העולים עצמם: קליטתם הנכונה והמספקת בתעסוקה הוא אולי הפן החשוב ביותר של קליטתם המוצלחת בארץ בכלל; בהעדרו קיימת סכנה רבה שמא תוחמץ ההזדמנות ההיסטורית הזאת.

נוסיף לכל אלה את ההכרה בכך שטיב כוח האדם שבה מהווה את אחד היתרונות היחסיים החשובים ביותר של ישראל ונוכל להסיק בוודאות על הצורך בטיפול בנושא. לימוד המצב וההתפתחות בארצות אחרות, במיוחד ארצות תעשייתיות שהתפתחותן היתה מוקדמת יותר, הוא ללא ספק אחד המרכיבים החשובים של המידע המבוקש.

כבדיקות רבות בעולם - ואף בארץ - בלט המתאם החיובי בין גידול משקלו של כוח האדם בעל הרמות ההשכלתיות הגבוהות, האקדמאי והטכנולוגי, ובין שינוי הרכבם הענפי. שינוי זה כרוך בחיזוקם ובגידולם היחסי של ענפים טכנולוגיים ואף של מפעלים וקווי ייצור מתוחכמים בתוך יתר הענפים. אלה מכיאים לשיפור הצמיחה של תעשייתם, ואף של כלל משקם, של ארצות רבות ושונות בדרגת התפתחותן. השינויים שחלו בכך, הן בצד ההיצע של כוח האדם והן בצד הביקוש לו, והשלכותיהם לגבי חיזוי והכוננה העומד להתרחש בתחום זה בארץ בשנים הבאות, חשובים איפוא ללימוד.

¹ ר' לוח לעיל בפרק 4 ג'.

יש במיוחד לעמוד על משמעותו הנכונה ועל השיטות האפשריות והמתאימות לתיכנון בתחום הנדון, על המרכיבים הרלוונטיים והקריטיים של כוח אדם מדעי, מחקרי וטכנולוגי וגם על הגורמים השונים המשפיעים על ההיצע שלו ועל הביקוש לו. נחוצה ידיעה על מקורות הנתונים והמידע השונים גם בצד ההיצע וגם בצד הביקוש ובחינת טיבם ושימותם. בהתאם לאלה, ולמידת ייצוגם את דרגות ההתפתחות השונות של המשקים האחרים לשם השוואתן עם ישראל, תיבחרנה הארצות השונות שרובן ככולן כלולות במסגרת אירגון ה-OECD. מענינות גם הארצות המתפתחות במזרח הרחוק, חלקן במהירות רבה. אך, מלבד על אלה, חשוב גם להביט על ההתפתחויות המקבילות בארצות השכנות לישראל ובארצות העימות איתה בכלל. הכרה בהחשת השיפורים בהרכב כוח האדם שם אף היא תדגיש לנו את החשיבות לישראל של הטיפול בכל הנושאים הקשורים לענין.

ב. מימצאים

1. גלי העלייה האחרונים לארץ, במיוחד מבריה"מ ומארצות רווחה, הביאו לעודף היצע עצום של עובדים בעלי השכלה אקדמית וטכנולוגית ואף של עובדי מקצועות חופשיים בכלל הארץ. אין אלה תמיד בעלי רמת השכלה והכשרה, התמחות ונסיון מתאימים ומספיקים לדרישות בשוק העבודה הישראלי בהווה - ולא כל שכן לאור ההתפתחות הצפויה והדרושה בשנים הבאות.

אי לכך יתמקדו תפקידי ההכוונה בתחום הנידון בשנים הקרובות פחות בדאגה להיצע מספיק וכולל ובהכטחת מספר לומדים מספיק למסגרות הלמידה וההכשרה המתאימות והרבה יותר להפנית כח אדם משכיל ומוכשר למסגרות היכולות להקנות לו רענון ידיעותיו וכישוריו והתאמתם לדרוש בארץ. יש לדאוג לקיום מסגרות להסכה עם סגל הוראה מתאים ותוכן לימודים העונות על הצרכים.

2. מסקנה זאת עוד מתחזקת לאור הפיכתו של שוק העבודה של כח אדם ברמות גבוהות יותר ויותר לשוק עולמי. מגמה זו מגבירה את האפשרויות של השלמת היצע מארצות אחרות תוך התאמתו לדרישות המקומיות.

3. אין במצב הנתון ובמגמות ההתפתחות הצפויות יותר מקום לתכנון כמותי ומדויק; צרכי ההתכוננות וההכוונה לניצול יעיל ומירבי אפשרי של כח אדם בעל רמות עיסוקיות והשכלתיות גבוהות יתמלאו על ידי תכנון אינדיקטיבי לגמרי, דהיינו נסיון לחזות בדרכי חשיבה שיטתית, עקיבה ומושתתת על מידע מירבי מגמות התפתחות צפויות בצד ההיצע ובצד הביקוש, כמו גם בנטיות ובדרישות של בני האדם הרלוונטיים. לשם כך נדרש ריכוז וניתוח של מידע על כל המרכיבים והגורמים המשתתפים במערכת, הקשרים ביניהם ומגמות התפתחותם. תיכנון מסוג זה חשוב במיוחד לשם איתור אילוצים, מחסורים

ו/או עודפים צפויים ודרכים נכונות ויעילות להכוונת אמצעים מוגבלים ומצומצמים.

4. לאור ההיצע המוגבר - ואף העודפים הצפויים - של כח אדם מדעי וטכנולוגי מתעוררת ההצעה של התאמת צמיחתו של המשק, ושל הביקוש לעובדים הנובע ממנה, בכוונים תואמים: פרוש הדבר שיש לפתח את אותם הענפים והמפעלים המבקשים אחוזים גבוהים יחסית של כח האדם ברמה גבוהה. שאיפה רצויה זאת לניצול מירבי ויעיל של משאבי האנוש העומדים לרשות המשק צריכה להתממש בעיקר בענפי הצמיחה החזויה למשק, שהם דווקא אותם הענפים והמפעלים המתוחכמים יותר המעסיקים עובדים מהסוגים הנידונים כאן במשקל גבוה. ברם, במידה וביקושם אינו מספיק לקליטת כל ההיצע הקיים יש להיזהר בהרחבה של פעילות והשקעות נתמכות רק מטעמי תעסוקה ולבצעה רק בהתאם לביקוש הצפוי לתוצרת הפעילות המורחבת - להרחבת השווקים הכדאית האפשרית של המוצרים והשרותים הנוספים - בעיקר ליצוא.

ג. היצע של כח אדם מדעי, מחקרי וטכנולוגי

הנתונים הדרושים לידיעת ההיצע הקיים והחזוי לשנות יעד של תיכנון של כוח-אדם במשק לסוגיו הם די מובנים ועם זאת סגוליים לתנאי הארץ המיוחדים.

מרכיביהם ומקורותיהם הם:

1. נתונים דמוגרפיים המתקבלים בעיקרם (כולל חלופות שונות של תחזיות לטווח ארוך) מהלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (ל.מ.ס.), המחלקה לאוכלוסיה, לדמוגרפיה ולבריאות ע"ס מפקדים ומרשם תושבים שוטף.

2. אשר למצאי כוח האדם והרכבו המקצועי יוזכרו בעיקר שני מקורות:

(א) מהל.מ.ס. הנתונים ממפקדי האוכלוסיה והדיוור מדי עשור ונתוני המחלקה לעבודה ולקליטה, מסקרי כוח-אדם ואבטלה שוטפים.

(ב) נתונים לתחומים כודדים (ענפיים או מוסדיים) כדוגמת נתוני התעשייה, או נתונים של מוסדות השכלה ומחקר, נתוני מו"פ בתחומים שונים וכיו"ב. כאן הבעיות הן של כיסויי ושל השוואתיות בין המקורות השונים.

3. תפוקות של מוסדות השכלה מתאימים בארץ לסוגיהם מתפרסמות: (א) על ידי המוסדות השונים עצמם ומרוכזים גם על ידי הלמ"ס והועדה לתיכנון ולתיקצוב של המועצה להשכלה גבוהה בפירסומיה השנתיים. (ב) נתונים מרוכזים על חינוך ועל העסקת עובדים בעלי רמות שונות גם נמצאים בפירסומים של הל.מ.ס.: נתוני המחלקה לסטטיסטיקה חברתית (למשל סקרי מעקב אחרי מפקדי האוכלוסיה על השכלה על-תיכונית) ושל המדור לחינוך. גם כאן הבעיות הן של כיסוי ושל השוואתיות בין המקורות השונים.

4. ההרכב המקצועי ושיעורי השתתפות בכוח העבודה בעבר, בהווה והחזוי לעתיד של העולים לארץ. (ע"פ נתוני מ' הקליטה והלמ"ס). בהקשר זה סוכמו להדגמה מספר נתונים רלוונטיים מעניינים מהסטטיסטיקה השוטפת של משרד הקליטה המתיחסים לגלי העלייה האחרונים מבר"מ ולעולים בכלל במחצית הראשונה של שנת 1990:

ההרכב המקצועי של העולים לישראל בשנים 1988-1990
(באחוזים מכלל כוח העבודה האזרחי)

רמות כוח האדם (עיסוקים)	עולים מרוסיה 1988	עולים מרוסיה 1989	כל העולים 1990	כל העולים 1990	להשוואה: כלל כ"א בישראל בשנת 1988
-------------------------	-------------------	-------------------	----------------	----------------	-----------------------------------

מהנדסים ומדענים	31.1	23.8	24.6	24.1	8.7
	27.7	22.1	23.3	23.1	
	3.4	1.7	1.3	1.0	
אקדמאים אחרים ומנהלים	19.8	17.2	15.0	16.1	6.2
	9.7	9.2	8.3	9.1	
	10.0	7.9	6.2	6.4	
הנדסאים וטכנאים	30.2	31.6	33.0	32.3	15.5
	4.3	5.4	4.7	4.6	
	15.0	9.3	12.5	13.2	
בתחומי רפואה - מדעי החברה, משפט וכו' מנהלים	10.9	19.6	15.8	14.5	6.2
	10.9	19.6	15.8	14.5	
עובדי משרד ומכירה	7.9	8.8	7.1	6.8	26.1
	7.9	8.8	7.1	6.8	
עובדי כפיים - עובדים מקצועיים	11.0	18.7	20.4	20.7	43.5
	?	13.4	12.1	12.0	

* לפי שנתון סטטיסטי 1989, לוח י"ב-16

5. ניידות צפויה של כוח-האדם מדעי, מחקרי וטכנולוגי בארץ. לניידות זאת השפעה רבה על האוירה החברתית, הפוטנציאל האנושי, הכלכלי

והמדעי; היא קשורה בקיומן של צבירת או בריחת מוחות (brain gain or brain drain) בארץ קטנה ודינמית הקולטת מדי פעם עלייה ניכרת. ניידות היא אחד האמצעים להורדת הלחץ הנוצר מהעימות בין שאיפות הקהילה המדעית והטכנולוגית לבין התפקידים, האתגרים והעדיפויות של החברה והמדינה. מגבלות משאבים לוחצות ממלאות תפקיד רב בהקשר זה וניידות מהווה כאן בהחלט גורם חיובי. היא גם תורמת להרחבת אופקים ולפתרון של בעיות של עודפים או של מחסורים של כוח-אדם מסוגים ספציפיים. העברת ידע הקשורה בכך גם יכולה לתרום לחיסכון בהוצאות של מו"פ או של רכישת ידע מוכן. מאידך עלולה ניידות יתרה לגרום לחוסר יציבות ולהעדר כושר פיתוח ומחקר בשעת הצורך.

מקורות מידע לשם יתר התעמקות בנושא נמצאים בכל המקורות בנ"ל לגבי כוח-אדם בכלל. לגבי ראית הבעיה מהצד השני, מחו"ל מופנית תשומת הלב למוקורת שונים מכלולים ברשימה הביבליוגרפית המצורפת, במיוחד גם מ- NSF, UNESCO, OECD וכד' המטפלים בסטודנטים ובבוגרים מארצות חוץ. תשומת לב מיוחדת ראויה בכל ההקשרים האלה ליצירת מאגרי מידע על ישראלים הלומדים בחו"ל ועל כאלה העובדים שם אחרי גמר לימודיהם לפי פרוט מרבי של תחומי לימוד והתמחות, נסיון ורמה, כדי לאפשר גישה נכונה והפעלה למילוי צרכים ספציפיים בארץ. כל הנושא, כמו גם היבטיו המפורטים בסעיף הבא, בעל חשיבות רבה בקשר לשמירת יתרון איכותי לישראל מבחינות רבות ובראשן חברה, מדע וביטחון.

6. סטודנטים ישראלים בחו"ל: ירידתם ו/או חזירתם הצפויות. הרבה מהאמור בסעיף הקודם כוחו יפה גם בנושא זה. היבט מיוחד נמצא לגבי אותם ישראלים שלמדו (לפחות חלקית) בחו"ל וזכו אח"כ שם למעמד של מהגרים, דהיינו בעלי תמריץ מיוחד להישאר שם. כאן המדובר בראש וראשונה בארצות צפון אמריקה, ורק במקצת במערב אירופה, אוסטרליה ועוד. נתונים בנושאים אלה ממקורות פנימיים וחיצוניים שונים נאספו במחלקה לכלכלת מו"פ של המועצה הלאומית למחקר ולפיתוח במשרד המדע. אין צורך להטעים עוד יותר את חשיבותם לכל נושאי עבודה זו.

חיפוש השכלה גבוהה על ידי ישראלים בחו"ל תואם מגמה כלל-עולמית מאז מספר עשורים. מאז ראשית שנות ה-60 גדל מספר הסטודנטים בארצות חוץ ביותר מפי 5 והגיע כעת לכמיליון ורבע (כ-2% מכלל הסטודנטים בעולם - אחוז די קבוע, עקב גידול רב של מערכות החשכלה הגבוהה בכל הארצות).

גורמים שונים משפיעים על יציאת ישראלים ללימודים גבוהים בחו"ל: מקצועיים (במיוחד לגבי מקצועות שאינם נלמדים בארץ או מוגבלים בה מאוד), מוניטין של מוסדות חוץ, חברתיים ואישיים (הרחבת אופקים, קרבת

בני משפחה וכיו"ב) ואף כלכליים (קבלת מלגות, מקומות לימוד זולים יותר). יש אף נימוקים אידאולוגיים-לאומיים המאפינים בעיקר סטודנטים לא-יהודיים.

מהבחינה הכמותית-סטטיסטית נזכיר רק מעט סיכומים של מצבת הסטודנטים הישראליים בחו"ל באמצע שנות ה-80 ונפנה למקורות הנ"ל למציאת פרטים נוספים. המספר הכולל הגיע לכ- 5640 (לעומת 2170 בראשית שנות ה-60) ומהם 46.1% בארה"ב, 44.1% במערב אירופה, (איטליה 19.2% צרפת 4.8%, גרמניה המערבית 11.7%, אנגליה 2.5%) ו-8% בגוש הקומוניסטי דאז.

באשר לתחומי הלימוד היו כ-2% לומדי חקלאות, כ-30% מדעי הרוח - שני תחומים אלה דומים למשקלם ללומדים בתוך ישראל; כ-12% למדו מדעי טבע (בארץ עלה משקלם ל-18.4% - מדעי החיים!) וכ-16% הנדסה לעומת 14% (בארץ). כ-17% לומדים בחו"ל מדעי החברה לעומת כשליש בארץ ואילו רפואה משקלה בחו"ל כרבע (באירופה אף יותר) ובארץ רק כ-6%.

מבחינת התואר שלקראתו לומדים, אף אם ברור שדומיננטיים לומדי תארים גבוהים, ניתן למצוא פרוט לגבי צפון-אמריקה בלבד: לגבי מערב-אירופה אמדו, כי כשני שלישי התלמידים לומדים לתארים גבוהים ורק כשליש לתואר ראשון ויחס דומה קיים גם בצפון אמריקה.

אשר למקבלי מעמד של מהגר בארצות הברית וקנדה, שהם גם אינדיקציה לתופעה של 'בריחת מוחות', קיימות בעיות סטטיסטיות והגדרתיות רבות יותר ובראשן ההבדלים בין נתוני הירידה (בארץ) לבין נתוני ההגירה, דהיינו הכניסה, הענקת המעמד ועד להתאזרחות בארץ המארחת.

בתקופה 1976-1987 קיבלו 5215 (בממוצע שנתי) בעלי מקצועות בתחומים הרלוונטיים לדיוננו שמוצאם מישראל מעמד מהגר בצפון-אמריקה, 4125 מהם בארה"ב וכשני שלישי מהם ילידי הארץ. לפי המקצועות מתחלקים: כ-60% בתחומי ההנדסה והרפואה, כ-15% בהוראה במוסדות להשכלה גבוהה ובמשקל דומה מקצועות טכניים. מספרם הכולל של המהגרים מהווה רק כ-5% ממספר המועסקים בארץ באותם המקצועות. יש בחומר גם ניתוח מסוים, לא תמיד משכנע מאד, של תוכניות התעסוקה של כלל הסטודנטים הישראליים ושל המהגרים, בעקר בהיבט של רצון לחזור לארץ. ערכו כמציין מגמה בעיקר.

7. בשנים האחרונות חוברו שתי עבודות בהן ניסו לבסס תחזיות של היצע כוח האדם האקדמי והמדעי במערכת הכלל ישראלית: עבודתו של מ. אגוזי ואחריו עבודת א. קסלר שבוצעו בהזמנת המועצה הלאומית למחקר ולפיתוח שבמשרד המדע.

בדיקת כל החומר הנ"ל תאפשרת קביעת מצבה נוכחית ותחזית לשנות יעד של היצע כוח האדם. ההיצע הכולל יתקבל מתוך האוכלוסייה לפי מרכיביה לפי שיעורי ההשתתפות בכוח העבודה הסגוליים לכל מרכיב. כמו כן ניתן מסקירת העבר ומהשוואות עם ארצות אחרות לאתר מגמות חזויות של התפלגות מקצועית ועיסוקית של אותו כוח-אדם מוצע חזוי.

ד. ביקוש לכוח-אדם מדעי, מחקרי וטכנולוגי

תיכנון כלכלי כלל-משקי וענפי עומד בראש הגורמים הקובעים את הביקוש לכוח-אדם בכלל ולסוגיו השונים. כבר הוזכרו לעיל הספקות לגבי טיבו ותועלתו בעולם. העדרו המסודר והמפורט דיו בארץ אף הוא מקשה על מלאכת התחזית של הביקוש לכוח אדם. עם זאת גם נומקה לעיל קבלת תיכנון כזה בשיטתו האינדיקטיבית ונחיצותו למען אפשרות של חיזוי, תיכנון והשפעה על התפתחויות נושאי כוח האדם. פרוט - מזערי נחוץ ומרבי אפשרי - לשם עימות עם נושאי ונתוני ההיצע הנ"ל יתבסס על הנתונים או העבודות המוזכרים להלן; זאת למען המטרה הסופית של השוואה זאת שהיא עריכת מאזן בין ההיצע והביקוש ואיתור פערים (מחסורים ו/או עודפים) צפויים.

לאור המגבלות המתוארות שיטת העבודה בתחום הביקוש לעובדים תהיה: איסוף כל התכניות הכלכליות הכלל-משקיות, הענפיות והתחומיות באחת; חיוץ או ביון יעדיהם, כך שכולם יתיחסו לאותה שנת יעד; בדומה יש צורך להגיע למידת פרוט מתאימה בין כל הקיימות בתוכניות; חיזוי מגמות הפירון (התפוקה הגולמית לעובד הממוצע) בכל תחום לשם גזירת המספר הכולל של עובדים בכל תחום או ענף מהתפוקה הגולמית החזויה על פי התפתחות מרכיבי הביקוש השונים לה. (אלה האחרונים נמצאים בעזרת מערכת תשומה/תפוקה). לאחר קביעת מספר העובדים הכולל נשאלות השאלות על הרכבו המקצועי והעיסוקי. תשובות להן נמצאות על סמך שלושה סוגים עיקריים של אינדיקטורים:

(1) ניתוח התפתחות הנושא במשק הישראלי בעבר ושינוי המגמה הזאת בעתיד;

(2) השוואות בין-לאומיות, בפרט עם משקים מתקדמים יותר מישראל; השוואות כאלה תתיחסנה לא להתפתחויות התעסוקה והרכבה המקצועי בלבד, אלא גם למגמות כלכליות כלליות בעלות השפעה על כך, כדוגמת "תחזיות על השפעת הקיצוצים בהוצאות הביטחון של ארה"ב" (דוד כהן), או המגמות המתוארות בתחזיות BLS בארה"ב לשנת 2000;

(3) מסקנות מספרות ומהתייעצות עם מומחים בכל תחום.

תוכניות פיתוח בארץ שיש להביא בחשבון הן לדוגמה תוכניות לכלל המשק של הרשות לתיכנון כלכלי במשרד הכלכלה; תוכניות ענפיות בתחומי החקלאות, התעשייה, הבניה, התחבורה, מוסדות להשכלה ולמחקר, תוכניות של רשויות מקומיות וכיו"ב - כמובן תמיד במהדורה החדשה ביותר הקיימת המתאימה ככל האפשר לתנאים ולמידע העדכניים. תשומת לב מיוחדת יש להפנות בהקשר זה לסקרים ולתוכניות בתחומים של מחקר ופיתוח, מפורטים ככוללים.

ה. איזון בין ההיצע והביקוש (הצעה לשלב ב')

לבחינה דינמית של האיזון בחלופות שונות מוצע להכין מודל ממוחשב (כדוגמת המודל של EILEEN COLLINS המוזכר בפרק 3.

מודל זה יאפשר בחינת חלופות ותיאום זמנים בין ההיצע לביקוש ואיתור עודפים ו/או מחסורים בקטעים ספציפיים (לפי מקצוע, התמחות, עיסוק). מודל זה יצביע על חלופות בין סוגי כח-אדם, פערי איכות או התמחויות וכתוצאה מכך ניתן יהיה ללמוד על צרכי הסבה והשתלמות לשם רענון. בנית המודל דורשת קביעת הגדרות מדויקות לעיסוקים, מקצועות והתמחויות תוך השוואות מתאימות עם ארצות אחרות.

ו. בעיות איכותיות

בעיה מכרעת למדי בדיון הזה היא השפעתם של הפרשי השכר והתמלוגים בכלל (כולל סיפוק מעבודה ומעמד חברתי עדיף) בכל רמה, עיסוק ומקצוע. בהקשר זה חסרים בישראל נתונים רבים וטיפול נכון בנושא ידרוש מאמצים לא קטנים באיסופם. גם לנושאי התחליפיות בין סוגים שונים של עובדים ובין עבודה וסוגי הון שונים השפעה לא קטנה על האיזון בין היצע וביקוש של עובדים והם צריכים להיות מובאים בחשבון - לפחות במגמות איכותיות, כאשר קשה כאן טיפול כמותי - בחיפוש הפערים הצפויים כמגזרי שוק העבודה השונים.

בצד ההיצע הכוונה היא להיעזר בתחזיות דמוגרפיות קיימות ולהוסיף תחזית על המבנה המקצועי הצפוי של העליה, בהתאם לדיווח על העולים בפועל עד היום, ומודלים אלטנרטיביים על קצב העליה והמבנה המקצועי שלה בעתיד. צד הביקוש יתבסס על תחזיות קיימות של פיתוח המשק וכן חלופות נוספות של הרכב הגידול בסקטורים השונים. המטרה היא לבחון את מידת ההתאמה של החלופות השונות של פיתוח המשק לצרכי קליטת העלייה והתוספת המקומית לכח העבודה, במיוחד בתחומים של כח אדם מדעי וטכנולוגי.

ניתוח זה יאפשר איתור נקודות תורפה אפשריים של עודפי היצע של עובדים ברמות ובמקצועות שונים (למשל מהנדסים ומדעני טבע במקצועות רבים) ואף עודפי ביקוש אפשריים (מנהלים ומומחים בשירותים למשל). המסקנות יאפשרו תחומים שבהם רצוי

שיפור במידת ההתאמה ע"י השתלמויות רענון והסבה מקצועיים וזרוז תחומי הלימוד במוסדות האקדמיים.

ממסקנות אלה תתקבלנה המלצות לצעדי מדיניות, להפצה רחבה של מידע וליצירת אגודה מתאימה בציבור ובעיקר להפנית משאבים לשם יצירת מסגרות ההכשרה, ההסבה והלימוד בהתאם לצרכים החזויים. הכנה כזאת תכלול מתקנים פיזיים דרושים, הכנת תכניות לימוד מתאימות ודאגה לסגל הוראה מספיק בכמות ובאיכות. בהמלצות גם יצביעו על מוקדי וגופי טיפול מוצעים.

פרק 5: רשימות ביבליוגרפיות של פירסומים רלוונטיים

א. מבוא וסיכום

ב. רשימה קצרה יותר עם סיכומים (annotated)
ברשימה זאת הסדר האלפביתי הוא לפי האנגלית.

ג. רשימה יותר כוללת וממוינת של למעלה מ- 500 פירסומים.
רשימה זאת צורפה ממקורות שונים וכוללת פרט להזכרת הפירסום ופרטיו קלסיפיקציה לפי דרגת הנגיעות שלו לנושא.

ד. תרגום ביבליוגרפיה של ספרות גרמנית רלבנטית נבחרת

הקטגוריות למיון של הרשימה בסעיף ג' הן לפי סימונן בטור האחרון של הרשימה:

- | | |
|----|---|
| AN | פריטים שנכללו ברשימה (א) הנ"ל עם הסיכומים, והם חלק מהפריטים החשובים והרלוונטיים לנושא העבודה |
| IM | פריטים אשר לפי נושאם ועדכניותם נראו כחשובים לנושא |
| AR | פריטים רלוונטיים לנושא אף הם, אך כנראה במידה פחותה מהקודמים, או מעודכנים פחות מהם |
| LR | פריטים רלוונטיים פחות לנושא הנידון, אך שייכים לנושאי הרקע שלו הכלליים יותר |
| ST | פריטים הכוללים בעיקר, או כחלק חשוב, נתונים סטטיסטיים הנוגעים ישירות לנושאים הנידונים בעבודה זאת |

המיון הזה בוצע ברובו (מלבד לגבי הפריטים הכלולים ברשימה עם הסיכומים) על סמך התרשמות מנושאי העבודות ומהקשר פירסומן, ממחבריהן וממוסדות מוצאן בלבד, או על סמך ציטוטים או הזכרה קצרה בפירסומים אחרים.

פריטים שפורסמו בשם מוסדות ציבוריים (כגון לשכות מרכזיות לסטטיסטיקה, משרדי ממשלה, אוניברסיטאות וכיו"ב) ולא בשם מחברים אינדיבידואליים נרשמו בדרך כלל בסידור האלפבתי תחת שם הארץ אליה הם מתייחסים או תחת שם האירגון הבינלאומי (לדוגמה OECD, UNESCO).

מהספרות הנסקרת ברשימות להלן, כמו גם מהדיון בפרקים הראשונים של עבודה זו על 'מצב הידע (state of the art)' לגבי תכנון כח אדם בעולם ובישראל, מסתמנות מספר הערות סיכום בנוסף למימצאים המסוכמים בפרק 4 לעיל:

1. החיזוי של היצע ושל ביקוש כח אדם, שהוא תנאי מוקדם הכרחי לתכנון כח אדם מדעי, הנדסי ומחקרי, קשור בקשיים מרובים, בהם מתלבטים בחיפוש אחר שיטות עבודה מתאימות. הקשיים גדולים במיוחד בצד ההיצע התלוי יותר בנשיות ובטעויות אנושיות. השיטות השונות הנהוגות בעולם בנושאים אלה דומות במרכיביהן, אך שונות בדגשים ובמשקלים המיוחסים למרכיבים השונים - בהתאם לתכונות אופייניות סגוליות שונות בכל מקום. הדבר תלוי אף בדרגת ההתפתחות, בהרכב האתני ובמשטר בכל מקום. ככל שגדולה השפעתו של הסקטור הפרטי-העיסקי ורבים קשרי הגומלין הבינלאומיים במדינה מסוימת קשה התחזית הכוללת של היצע וביקוש כח אדם. מאידך קלים יותר לתחזיות המקצועיים האקדמיים והציבוריים-ממשלתיים-בטחוניים.
2. אף ללא שאיפה לתחזיות כמותיות מדויקות חשובים מודלים של חיזוי להבנת המגמות הצפויות הן בצד ההיצע והן בצד הביקוש ברמה סבירה של דיוק ולשם בחינת התוצאות האפשריות וה"מחירים" של צעדי מדיניות כח אדם שונים.
3. קיימות שיטות רבות במדינות השונות לצמצום הפער הקיים והחזוי בין ההיצע והביקוש שנמצא במציאות או בתחזיות. הן מנסות לטפל או בצד ההיצע, או בצד הביקוש, או בשניהם. היצע בלתי מספיק בתחום מסוים מביא בדרך כלל להמלצות על חיזוק השתתפותן של נשים בתחום זה, במיוחד גם בכל הקשור במחקר ובמדע.
4. נושאי האיכות של כח אדם טרם זכו לטיפול מספיק וראוי במה שנסקר בספרות. דווקא המצב הנוכחי בשוקי העבודה בישראל מצביע על חשיבותם המיוחדת של נושאים אלה. טיפול בהם יצטרך לבחון את השיעורים הנחוצים של לימוד אקדמי לעומת תכניות הסבה, התאמה, רענון והקניית נסיון מעשי ומתואם לתנאי המקום והשעה.
5. על מנת להקטין השפעות של מחזוריות דמוגרפית וגילאית, וכן של גלי עולים שונים במועדים מקריים צריך לחפש אמצעים להקטין השפעות אלה, במיוחד על הסקטור האקדמי, כמו גם המדעי-מחקרי במקומות אחרים, בהם חשיבות מיוחדת ליציבות ולהתמדה של הסגל המקצועי, כמו גם להתעדכנותו המתמדת.

א. רשימה ביבליוגרפית על נושאי ונתוני כח אדם מדעי, טכנולוגי ומחקרי בארצות שונות: רשימה קצרה עם סיכומים (ANNOTATIONS).

אביתר ע., כהן, ד., סקר מעקב בוגרי בתי ספר להנדסאים ולטכנאים 1978 - 1980 דו"ח מסגם, הטכניון, חיפה, 1987, ע' 30.

אביתר ע., כהן, ד., בוגרי המגמות להנדסאות ולטכנאות במדרשת רופין: מעקב 1978 - 1980 אופקי השכלה, 84, יולי 1984, ע"ע 20-25.

שתי העבודות בוצעו במסגרת המרכז למחקר ופיתוח בחינוך טכנולוגי ומדעי בטכניון בשנים 1983-1984. המטרה לסכם מימצאי סקר מעקב בוגרי בתי ספר להנדסאים ולטכנאים מחזורים 1978-1980. נבדקו 1408 הנדסאים ו-267 טכנאים שהשיבו על שאלון דואר. ממצאים עיקריים:

(1) מעל 30% מההנדסאים לומדים בבתי ספרם זיקה למוסד להשכלה גבוהה. התלמידים מעדיפים בתי ספר אלה בהניחם שהזיקה לאוניברסיטה מבטיחה רמת לימודים גבוהה.

(2) 90% מהבוגרים עובדים במקצוע שלמדו ורובם מרוצים ממנו וממקום עבודתם.

(3) בתיה"ס הינם אזוריים ומשרתים בעיקר את אזור המגורים של התלמידים. הבוגרים ממשיכים עם סיום לימודיהם לעבוד בו.

(4) מעל 70% שרתו בצה"ל כסמלים. קיים מתאם בין הדרגה הצבאית והבחירה ללמוד הנדסאות / טכנאות.

(5) רק 50% הגישו פרויקט גמר.

(6) רבים הרגישו תיסכול מכך שהדרך היחידה להמשך לימודיהם היא בחו"ל.

(7) 15% הנבדקים הן נשים הלומדות הנדסאות ו-10% לומדות טכנאות.

אבנר, א., ההכשרה והתעסוקה של בעלי תואר אקדמי ראשון - במדעי הרוח, החברה והטבע - מראשית שנות השישים עד אמצע שנות השבעים. בתוך: בן-דוד, י., ובו, י., (עורכים): הלימודים לתאור בוגר הבסיסיים בישראל. ירושלים, פברואר 1980.

מטרות:

- 1) לסקור את ציבור האקדמאים ולהצביע על שינויים אחדים בהרכבו במשך התקופה הנסקרת.
- 2) לסקר את המאפיינים של תעסוקת האקדמאים במדעים בסיסיים, על סמך מחקר שנערך ב- 1974.
- 3) לסקור את התמורות בשנים 1961 - 1974. מן הממצאים: מראשית שנות השישים ועד אמצע שנות השבעים גדל ציבור האקדמאים פי שלוש. בשנים האחרונות הוענק תואר ראשון מדי שנה לכ- 7000 מסיימים ומהם כ-75% במדעים הבסיסיים. בעשור הקרוב צפויה יציבות במספר הסטודנטים שיתחילו בלימודים לקראת התואר הראשון ובמספר הבוגרים. לקראת אמצע שנות השמונים צפוי גידול במספרם של תלמידי בתי ספר התיכוניים לסוגיהם. לקראת סוף שנות השמונים וראשית שנות התשעים יתבטא גידול זה גם במספר הסטודנטים באוניברסיטאות.

אבנר, א., קווים לפיתוח מידע סטטיסטי על ההשכלה הגבוהה והפעילות המדעית בישראל בשנות השמונים, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, מחלקה לסטטיסטיקה חברתית, ירושלים, 1980.

מטרה: לשרטט כיווני הפיתוח של המידע הסטטיסטי הדרוש לקביעת מדיניות בארבעה תחומים הקשורים להכשרה ותעסוקה של בעלי ההשכלה הגבוהה והמדינים בישראל. הדו"ח כולל סקירת רקע על המידע הסטטיסטי הקיים והצעות לפיתוחו וזאת בתחומים - מלאי ההשכלה הגבוהה באוכלוסייה בישראל; מערכת ההכשרה; מערכת המחקר; שוק העבודה לבעלי השכלה גבוהה. המלצה עיקרית: להקים ועדה מקצועית מתמדת שתלווה את הפיתוח של המידע הסטטיסטי בנושאי ההשכלה הגבוהה והפעילות המדעית ותהיה משותפת לכל הגופים הקשורים לנושא.

Amjad, Rashid, (ed.), Human Resource Planning, The Asian Experience. ILO, Asian Employment Programme--New Delhi, 1987

מחקרים נפרדים לענין של 11 ארצות המכילים שלושה מרכיבים עיקריים של פיתוח משאבי אנוש: תעסוקה, כוח-אדם ותיכנון החינוך. המחקרים בוצעו על ידי הצוות האסיאני האזורי לתיכנון התעסוקה כחלק מהשלב המכין של הרשת האסיאנית של מוסדות תיכנון לפיתוח משאבי אנוש (HRD) הם נידונו בסדנה בבנגקוק בדצמבר

1986. העורך מגיש סקירה על הנסיון באסיה בפיתוח משאבי אנוש מזווית הראיה של תיכנון תעסוקה ותיכנון כוח-אדם. אחר כך מובאים 11 המחקרים על ארצות נפרדות המתארים תיכנון כוח-אדם ומדיניות שוק העבודה בתאילנד, מלזיה, סינגפור, הפיליפינים, אינדונסיה, הרפובליקה הקוראנית, הרפובליקה העממית של סין, פקיסטאן, סרי לנקה, הודו ובנגלדש. מחקרי הארצות בוחנים נושאים כגון דיוק ומתודולוגיה של תחזיות, התאמת נתונים, קריטריונים להערכה, אסטרטגיות לפעולה, מנגנונים מוסדיים, הכשרה טכנית, מערכות מידע, שינויים בתיכנון ואנאלפבתיות. המחקרים כוללים סיכומים, מסקנות והמלצות. המחברים הם בעיקר כלכלנים. העורך (אמיד) הוא כלכלן בכיר לפיתוח כצוות האסיאני האזורי לטיפוח התעסוקה. כלולים אינדקסים של שמות מחברים ושל נושאים.

ע"ע IX + 323 - 0; 92-2-106033 ISBN

Brainard, R. & Fullgrabe, K., Technology and Jobs. In: O.E.C.D., STI Review, No. 1, Autumn 1986, pp 9-46

מאמר זה מציג סיכום טוב של מחקרים ופירוט שבוצעו עד להופעתו בנושא. הוא עומד על הגורמים להפסדים של מקומות תעסוקה ולעומתם על אלה ליצירת מקומות חדשים. המסקנה המסכמת היא, כי אין לדעת מראש האם התוצאה הסופית היא הפסד או תוספת תעסוקה, אך בדרך כלל לא יהיה שינוי כמותי משמעותי. לעומת זאת יש בדרך כלל לחשוב על שיפור איכותי, כאשר גדל מאוד מספר המועסקים בעלי רמות השכלתיות וטכניות גבוהות ולעומתם מצטמצם מספר עובדי הכפיים והעבודות הפשוטות יותר באותו ענף עם אימוץ טכנולוגיות חדישות. קיים שוני רב בין ענפי המשק השונים בנידון. כמותית המגמה היא מענפי הייצור לעבר השרותים. מפורטים בנפרד גורמי התפתחות ישירים ומשניים עקב שינוי הביקוש לתשומות של הענפים המושפעים ישירות. עקב כל אלה תהינה תצפיות כמותיות של ההתפתחות מסובכות ובלתי מדויקות. המאמר גם מביא רשימה ביבליוגרפית מפורטת מאד.

Cohen, D., What do Science Graduate Students do in Israel? Mada, 23 (2), 1989: 91, 103.

סקר על איפיוניהם העיקריים של בוגרי הפקולטות למדעי הטבע באוניברסיטאות ישראל. מדגם: 3570 בוגרי מתמטיקה, פיסיקה, כימיה וביולוגיה ב-5 האוניברסיטאות הגדולות בארץ, שסיימו לימודיהם בשנים 1973 - 1967. כלי המחקר: שאלון דואר. מן הממצאים: 70% מהבוגרים המשיכו לתואר שני ו-20% לתואר שלישי. 57.2% מהבוגרים גברים ו-42.8% נשים; היחס שונה בחוגים השונים. מקום המוסד משפיע על אזור המגורים של הבוגר אחרי סיום לימודיו כאשר עיקר עיסוק הבוגרים במוסדות חינוך, בשרותים ציבוריים ובמוסדות מחקר.

דיאמנט, א., אבינור, פ., צורכי המשק הישראלי בכוח-אדם מקצועי בכימיה והשלכותיו על החינוך המקצועי. מרכז לחינוך טכנולוגי, חולון, 1979.

מטרה: לבדוק את מכנה כוח האדם במקצועות הכימיה בכלל וכל אחד מענפי המשנה של תעשייה בפרט, תוך בחינת הפונקציות שממלאים הדרגים השונים של עובדי הכימיה הלא-אקדמיים. נבדק מדגם של 66 מפעלי תעשייה כימית. שיטה: ראיון פתוח ושאלון מובנה למנהלי כוח-אדם, מנהלי מעבדות ומנהלי ייצור. ממצאים: מובאת סקירה על התעשייה הכימית בארץ ובעולם, נתונים כלכליים-סטטיסטיים על התפתחותה בישראל, היקף כוח האדם המקצועי, מבנה מקצועותיו ומטלותיו, נתונים על ציוד ומכשור, בעיות אופיניות והכשרה מקצועית וכן מגמות ותחזיות התפתחות לגבי התעשייה הכימית וביקוש כוח האדם בה.

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ומשרד החינוך והתרבות, ירושלים, תשמ"א, סדרת פרסומים מיוחדים, מס. 643: בעלע השכלה אקדמית ועל-תיכונית 1974.

הסקר הוא אחת מפעולות ההמשך של מפקד האוכלוסין והדיוור 1972. מטרותיו: לספק נתונים על בעלי ההשכלה הגבוהה, תכונותיהם הדמוגרפיות, ההשכלתיות והעיסוקיות.

המועצה להשכלה גבוהה, הועדה לתיכנון ולתקצוב, ירושלים, 1983. דין וחשבון שנתי משנים שונות, האחרון לשנת 1989. (מס. 15).

בדו"ח מתוארים תפקידי הועדה לתיכנון ולתקצוב, האירגון והמנהל, התקציב הרגיל שהיא מאשרת ותקציב הפיתוח וכן הקשר בינה למוסדות להשכלה גבוהה, למוסדות ממלכתיים ולאומיים ולמוסדות ואוניברסיטאות בחו"ל. הדו"ח עומד על הצורך לשמור על האיזון בין הצרכים של מערכת ההשכלה הגבוהה לבין האפשרויות התקציביות המוגבלות. בין הנספחים מצויה רשימת המוסדות המתוקצבים על ידי הועדה, מספרי הסטודנטים ומקבלי התארים בכל מוסד ועוד.

Council for Higher Education, Jerusalem, 1982. Higher Education in Israel. Statistical Abstract 1980-81 (and div. other years).

הנתונים הנמסרים דומים למפורט בפריט הקודם.

Freeman, C. & Soete, L., Innovation Diffusion and Employment Policies. Science Policy Research Unit, Univ. of Sussex. March 1986

מאמר זה, שמסתמך על ספר מפורט יותר על "שינוי טכנולוגי ותעסוקה מלאה", מתייחס אף הוא בעיקר לארצות OECD. הוא עומד קודם כל על החשיבות הבולטת של מיקרו-אלקטרוניקה, דהיינו על הטכנולוגיות של אינפורמציה, תקשורת ותיב"מ וכיו"ב. הדגש בעבודה מושם על התפתחויות באנגליה, אך מובאות גם השוואות עם צרפת, גרמניה, יפן וארה"ב. מתכוונים לבחון בעיקר יצירת תעסוקה חדשה ע"י הטכנולוגיה החדשה ולא את צד צימצום התעסוקה עקב השפעות בכיוון יעילות ותיסכון בעבודה. לאלה התייחסו בשתי עבודות אחרות שלהם במסגרת OECD/ICCP מהשנים 1982 ו-1985, (ר' ביבליוגרפיה רחבה). מתמקדים במיוחד ב'מדיניות ההתאמה' הדרושה לחיזוק מנגנון הפיצוי על הריסת תעסוקה, להקטנת הפיגורים בזמן ולשיקום כלכלי בטווח הארוך. נבנה בעבודה מודל הממין את הטכנולוגיות הנידונות מבחינת מקורם ומבחינת צרכניהם וצרכני מוצריהם העיקריים, כי הדיון מתייחס למדיניות תפוצתן.

המסקנות העיקריות מהניתוח הן: עמדתם המרכזית של הטכנולוגיות הכלולות כ'טכניקת-מידע' במו"פ, בהשגת פריון עבודה-ופחות - פריון הון, בחדשנות בכלל וביצירת תעסוקה חדשה. נבחנות הגדרות צרות יותר של התחום וגם רחבה הכוללת גם רובוטיקה, אורונאוטיקה ותוכנה. חשוב השימוש החדשני בטכנולוגיה אולי יותר מיצירתה. מניתוח המודל הנ"ל בקשר למספר רב של חידושים והמצאות בולטת חדירות הטכנולוגיה למשתמשים, במיוחד כאלה שבעצמם שייכים לתחום. (User pervasiveness). בתעשייה המסורתית הושג גידול בפריון העבודה לרוב עם צמצום בפריון ההון, דהיינו ע"י תחלופה של עובדים בהון. לא כן בסקטור החדשני, שרק בו שניהם גדלו ביחד, וגם מכאן השפעה חיובית על התעסוקה בסקטור זה. בתחומים מסוימים (במיוחד בשרותים) תתלווה לגידול בפריון גם תחלופת עבודה בהון מהסוג החדש תוך גידול כולל ניכר. התופעה בולטת במיוחד בתחומים, בהם מנעו עד כה השקעות יקרות במיוחד בהון המסורתי את הגידול הכולל המתאפשר כעת עקב היות ההון המתוחכם זול יותר. יש גם השפעות עקיפות ניכרות על התעסוקה מהנהגת הטכנולוגיות החדשות, אך אלה נמדדות בעשורים ולא בשנים. כך גדל כושר הגמישות הן בתעשייה והן בשרותים. גם גדל כושר הפריון לגבי תשומות כל גורמי הייצור וגם הכושר לארגון וקבלת החלטות יותר מבוזרים אך יותר בעלי השפעות הדדיות. עד כה תפוצת חידושים נתפשה כנפרדת ממדיניות כלכלית ברוב ארצות OECD, ורק בהיבט של מו"פ ותכליות, לרוב בתחומי הבטחון והאנרגיה. לא עסקו כמעט בכלל בתוצאת החידושים.

מבינים, כי התפוצה תוביל לשיפורים ותגליות נוספים על סמך המשוב מהמשתמשים. זה יתרום במיוחד גם למיצוי פוטנציאל הגידול של הפריון. (דוגמה בולטת

בגידול המהיר של שרותי תוכנה). תוך התחשבות בפיגורי הזמן הארוכים לעתים ול-*spill over effects* המוגבלים יש כאן תחום נרחב לאינטגרציה מדיניות הטכנולוגיה (כולל תפוצתה) למדיניות מקרו-כלכלית. זה חשוב במיוחד עם החשיבות הגוברת של מו"פ בטחוני בארצות מסוימות והדאגה האפשרית לניצולו גם לתחומים אזרחיים. גם בנושא ניצולה של טכנולוגיה מארצות חוץ מקום מיוחד למדיניות תפוצה מתאימה. בכל ההקשרים האלה המאמצים הגדולים דרושים דווקא לטכנולוגיות האזרחיות ובהתאמה למסגרות האירגוניות ולמאפיינים הסגוליים של כל ארץ. לבסוף מודגשת חשיבותו של המחקר הבסיסי, הטהור להבטחת כל אלה והמשכם.

Kavanagh, R.J. & Fechter, A., Research Manpower. OECD, Paris, 1989 Supply and Demand. Availability of and Need for Research Manpower. Survey of member countries experience.

לקראת מחסורים אפשריים של כ"א מחקרי בעל רמה גבוהה ברוב ארצות ה OECD עומדת החוברת על הגורמים והמרכיבים השונים הן בחיזוי הביקוש והן בחיזוי ההיצע של כ"א זה המתחייבים הן לתחום הדמוגרפי והן לטכנולוגי ולחינוכי. המסקנה היא, כי תחזיות תהיינה בלתי בטוחות ותצטרכנה להתקבל ככאלה. אך, עקב הנזק הכלכלי והחברתי של חוסר איזון בין היצע וביקוש בתחום הנידון, ובמיוחד לגבי אקדמאים לסוגיהם (שלגביהם מאידך ניתן לדייק קצת יותר) מנסים ברוב הארצות להגיע למסקנות מסוימות ולהמלצות על דרכי פעולה סבירים. המאמר הראשון כולל גם רשימה ביבליוגרפית די מקפת מארצות OECD השונות בשנים האחרונות. - המאמר בחלק השני של החוברת סוקר את המהלך ואת המסקנות של סדנה שקיימה ב-OECD על תחזיות כ"א על סמך הנסיון בארצותיו.

חיזוי ההיצע קצת יותר מדויק מאשר זה של הביקוש שלגביו בעיקר נקבעות מגמות. בנסיונות הקיימים הדגש יותר על הכמות ופחות מדי על האיכות של כוח האדם. ברם, עניין זה חיוני, במיוחד לאור תחזיות דמוגרפיות של צמצום באוכלוסיה בגיל הלימוד הגבוה. לארצות השונות בעיות דומות, למרות השימוש בהן בשיטות שונות, במיוחד בדאגה לכח-אדם מספיק למו"פ. כך יוכלו הכל ליהנות ממימצאים ומידע משותפים ומהשוואת שיטות. חומר לכך והדגמות נמצאים בחלק השני בחוברת.

משרד החינוך והתרבות, ירושלים, 5891. החינוך הטכנולוגי בישראל לקראת שנת 2000. דו"ח הועדה הציבורית לעדכון מטרות החינוך הטכנולוגי.

דו"ח הועדה הציבורית לעדכון מטרות החינוך הטכנולוגי. ההמלצות:

- (א) יש להקנות חינוך טכנולוגי לכל נער בישראל במשך כל שנות לימודיו במערכת החינוך, מגן הילדים ועד האוניברסיטה, כחלק מתרבות התקופה.
- (ב) הלימודים הטכנולוגיים יתקיימו בשתי מסגרות: האחת - כלליים בגני ילדים, בתי ספר יסודיים, חטיבות ביניים ובחטיבה העליונה; השניה - לימודים ישומיים בתיכון שיכינו לקראת לימודים טכניים גבוהים.
- (ג) המעבר מהאירגון הנוכחי של החינוך הטכנולוגי למבנה הרצוי לשנת 2000 יתבצע במשך 6-8 שנים באמצעות שלבי מעבר.
- (ד) למימוש היעדים המוצעים יש להכשיר ולטפח כוח-אדם בהוראה. יש המלצות נוספות.

משרד העבודה והרווחה, הרשות לתכנון כוח-אדם, ירושלים, 1983. האם אמנם צפוי מחסור בכוח-אדם הנדסי בעשור הקרוב?

תחזית הצרכים של כוח-אדם טכנולוגי (מהנדסים והנדסאים-טכנאים) לשנים 1982 - 1992. מן הממצאים: בהעדר תוכנית יעדים כלל-משקית מפורטת, ובהנחות של צמיחה של 5.5% לשנה של התוצר הגולמי העיסקי, של גדילה בפריון העבודה ב-3% לשנה, ושל צמיחה של 2.5% בביקוש לכלל התעסוקה במשק ושל 2.5% בביקוש לתעסוקה במגזר העיסקי, צפוי ביקוש של 36,000 מהנדסים ושל 55,500 הנדסאים וטכנאים בשנת 1987 ושל 45,500 מהנדסים ו- 57,600 הנדסאים וטכנאים בשנת 1992. (בהשוואה ל- 28,000 מהנדסים ו-34,300 הנדסאים וטכנאים ב-1982). על פי תחזית ההיצע ל-1987 תסתכם תוספת הנטו של ההנדסאים והטכנאים ב-10,500 ואילו של המהנדסים בכ-4.13 אלף. עד 1992 תוספת היצע נטו של הנדסאים וטכנאים כ-23 אלף ושל מהנדסים כ-9 אלף.

National Science Foundation, Washington, D.C. Directorate for Scientific, Technological and International Affairs. Project Summaries: FY 1988. No. NSF 88-336. section II: Human resources, part c.: employment. pp 21-27.

סוקר בקצרה מספר פרויקטים מבוצעים באחרונה בנושאי מחלקה זו, מטרותם, שיטתם, אירגונים אחראיים ומבצעים, מקומות להשגת החומר ואת המימצאים העיקריים.

הנושאים לפרטיהם:

- (1) גורמים דמוגרפיים וכלכליים קובעים את היעילות המדעית.
- (2) שוק עבודה של מהנדסים.
- (3) מקורות של כח אדם מדעי והנדסי לתעשייה.
- (4) דגם של שוק העבודה האקדמי, המדעי וההנדסי.
- (5) התגובה הצפויה של שוק העבודה המדעי, ההנדסי, והטכנולוגי לצרכים בטחוניים ואזרחיים.
- (6) תכונות של ניידות תעסוקתית של מדענים ומהנדסים.
- (7) כח אדם מדעי וטכני המועסק על ידי הממשלה הפדרלית.
- (8) מדענים, מהנדסים וטכנאים בתעשייה הפרטית.
- (9) סקר ספרות על בנית מודלים ותצפיות של כח אדם מדעי והנדסי.

National Science Foundation, Washington D.C. Surveys of science resources. National patterns of R & D resources: 1989. No. NSF 89-308. Ch. 3: measures and comparisons of National Resources for R & D (p 13 ff), esp. p 15: R&D Scientists and Engineers/Labor Force Ratios. Chapter 4 and 5: National R&D Performance patterns by Sector and by State. Esp. pp 20 (Industry grouping), 25 and 27 (Industry).

מביא דיונים קצרים במגמות ובמימצאים ונתונים מקובצים למדי, אך בנספח נתונים סטטיסטיים יותר מפורטים עם השוואות בין ארה"ב וצרפת, אנגליה, יפן ומערב גרמניה של הוצאות כספיות על מו"פ כחלק מהתל"ג ועל היחס בין מדענים ומהנדסים במו"פ לכלל כוח העבודה.

National Science Foundation, Washington D.C. Surveys of science resources series, 1988. Science and Technology resources in U.S. Industry. No. NSF 88-321. Esp. ch. 2: Employment in Industry (pp 15-24) and ch. 3 : R&D in Industry (pp 25-55).

מביא דיונים קצרים במגמות ובמימצאים ונתונים מקובצים למדי, אך כנספח נתונים סטטיסטיים יותר מפורטים על הוצאות כספיות על מו"פ לפי מממניהם, על העסקת מדענים ומהנדסים לסוגיהם בארה"ב לפי תחומי השכלה ותחומי עיסוק בענפים השונים ועל עלות העסקתם.

O.E.C.D. Observer: NO. 152, June/July 1988. THE GREAT AMERICAN JOB MACHINE. (No author mentioned).

סוקר פרסום יותר מפורט שעמד לצאת באו.אי.סי.די. בסוף 1988 על מנגנוני היצירה של תעסוקה - שיעורים מארה"ב. עומד על מגמות התפתחות בשנים האחרונות וצפויות גם לעתיד של התחזקות סקטור השרותים ועל גידול מספרן של עבודות בעלות אופי שרותי גם בענפי הייצור עם החידושים הטכנולוגיים. עבודות אלה מתרכזות בשני קטבים, מחד דורשות עובדים בעלי רמת השכלה נמוכה המקבלים שכר נמוך ומאידך מתמחים ומשכילים המקבלים שכר גבוה יחסית. המאמר עומד על ההתפתחות המיוחדת בארה"ב, השונה מרוב יתר הארצות המפותחות בעלות האבטלה הרבה, שהביאה לגידול תעסוקה, בעיקר הודות לגידול הנ"ל בעבודות שרותים, אך יותר בסוג הראשון מאשר בשני. כך גם היה גידול פרויקט קטן יותר בארה"ב מבאירופה וביפן. המאמר עומד על קוי אופי ספציפיים בארה"ב שהביאו התפתחות זו ועל לקחים אפשריים ממנה. מאמר קצר מאד שני מסכם מפגש שקוים באו.אי.סי.די. על הכוונת השקעות לשם הישגים תעסוקתיים מרביים מבלי להיכנס לפעילויות בלתי כדאיות מבחינה כלכלית.

O.E.C.D. Observer, No. 154, Oct/Nov. 1988. Papadopoulos, G.S., EDUCATION: The Search for a New Consensus. # Wurzburg, G.K., Education, Economy and Political Will. # Furth, D., School and Beyond.

שלושת המאמרים רוצים להענות לענין המחודש בשאלות חינוך מתואם לצורכי התעסוקה ובעיותיה בשנים האחרונות. רואים בו את "השער לצמיחה ושגשוג כלכליים וחברתיים בעתיד ואמצעי להילחם באבטלה, גם כוח מניע של קידום מדעי וטכנולוגי ותנאי הכרחי לניצול חיובי של שעות הפנאי ההולכות ורבות. אי לכך נחוצה רפורמה של החינוך הנדרשת יותר ויותר מכיוונים שונים, אך לאחרונה במיוחד מתוך דאגה לכלכלה ולתעסוקה. קשרי הגומלין בין חינוך וכלכלה נבחנו בכנס של או.אי.סי.די. שמתואר במאמר השני ושעליו יוצא דו"ח בראשית 1989. הכוונה לחינוך במובנו הרחב ביותר מבחינת גילים, תחומים וסוגים וכולל גם מחקר. המאמר השלישי מכוון במיוחד לקבוצת הגיל של 16-19 שנים (מעל גיל לימוד חובה) ומתבסס על שני פרסומים יותר מפורטים בנושא שיצאו ב O.E.C.D.

ב- 1985 וב- 1988. הוא עומד במיוחד על הדיברסיפיקציה הרבה בנושאים ובשיטות ועל החידושים הנחוצים באירגון ובתוכני הלימוד לגילים אלה.

OECD, Centre for Educational Research and Innovation, Paris, 1984. The Development and Utilisation of Human Resources in the context of Technological Change and Industrial Restructuring. Synthesis of Case Studies in Phase III of the CERI Human Resources Project: Preliminary Findings and emerging Issues and Trends.

הפרויקט המתואר כולו מכיל בפאזה א' סקירת התאוריה, ניתוח התפיסות השונות של פיתוח משאבי אנוש ביחסם לשינוי סטרוקטורלי, במיוחד טכנולוגי. חלקה השני של פאזה א' עוסק בהתבסס על מחקרים עדכניים ונמשכים בהשפעת טכנולוגיות חדישות על עובדי צווארון לבן באשר לדפוסי עבודה, כישורים וצורכי השכלה והכשרה. פאזה ב' מביאה דו"חות על ארצות שונות, תאור וניתוח של מדיניות לאומית שונה בפיתוח משאבי אנוש, במיוחד בקשר להשכלה והכשרה. פאזה ג', המובאת במפורט בעבודה המוגשת כאן, מתרכזת בעיקר בעובדי צווארון כחול וטכנאים. יש בה Case Studies 5 על מפעלי ייצור בענף המכוניות בחמש ארצות שונות המכילים כל אחד דו"ח של החברה ודו"ח של צוות המחקר הלאומי שערך ראיונות עם חתך של עובדי החברה, נציגי האיגוד המקצועי הנהלה, אנשי הכשרה מקצועית ועובדים בייצור עצמו. הכל התרכזו בטכנולוגיות החדישות והשפעתה על דפוסי עבודה, השכלה והכשרה, ובדו"ח החברה על תגובתה בתחומים אלה ובשינויי אירגון.

OECD, Labour Market Flexibility Trends in Enterprises, Paris, 1989.
Brunhes, B., Labour flexibility in enterprises: A comparison of firms in four European countries; Rojot, J., National Experiences in Labour Market Flexibility; Wassermann, W., Worker Participation in Technological Change

המאמר הראשון עוסק בהגדרות של, בסיבות, בשיטות ובאמצעים ל-, ובמצב הדיפרנציאלי בארבע ארצות (שוודיה, מערב-גרמניה, צרפת ואנגליה) של הנושא של ניידות עובדים. בחוברת אף הקדמה על הטיפול בו ב-OECD. הדגש הוא על מגמות חדשות בניהול העבודה: בכל הארצות - אך במידה שונה - שואפים המעסיקים ליתר ניידות ועמדת האיגוד המקצועי מתחזקת. מודגשת חשיבות ההכשרה גם בתחום זה להקנות לעובדים יותר כושר התאמה. נמצאה דאגה חברתית מיתר הפרדה בין קבוצות עובדים ושוקי עבודה, הן ברמה הפוליטית הן בכלכלית וכן מבחינת רמת ההכשרה.

המאמר השני מסתמך על הקודם מצטמצם לנושאים של ניידות כמותית, ניידות פונקציונלית ושל שכר ושל 'אקסטרנליזציה'. לעומת צמצום זה הוא סוקר את התפתחות בכל ארצות ה-OECD ואת שוני התפיסות ביניהן. הוא מסכם, כי עצם השאיפה לניידות אינה חדשה, אך הסיבות לכך כן (בעיקר עליית משקל השרותים והנהגה מסיבית של טכנולוגיות חדשות). מסקנה חשובה נוספת בהכרת הצורך לטפל בנושא בהקשר כללי יותר של חינוך, הכשרה, למידה וכיו"ב.

המאמר השלישי עוסק בשיתוף העובדים בשינויים טכנולוגיים (אחד האמצעים שנסקרו במאמרים האחרים) שהוא נושא חדש יחסית בדיוני מעסיקים-עובדים. גם כאן נסקר הנושא בכל ארצות ה-OECD על הדמיון והשוני ביניהן. עד כה עיקר השיתוף הוא בשלב היישום של הטכנולוגיה החדשה, אך המשכו לשלבים נוספים הוכיח רווחים והישגים למעסיקים ולעובדים כאחת. מסוכמים מספר תנאים וצעדים הכרחיים להצלחה.

OECD, STI REVIEW No. 1, Autumn 1986, Paris. Technology and Jobs, International Flows of Technology (recent trends and developments) Science, Technology and Competiveness.

חשוב במיוחד המאמר הראשון, המלווה אף ביבליוגרפיה נרחבת, שפריטיה החשובים נכללו בנפרד ברשימתנו הכללית. המאמר נכתב בידי רוברט בריינרד ונסקר תחת שמו.

OECD, STI REVIEW No. 2, September 1987. Stevens, C., Technology and the Food processing Industry; Vichery, G., Diffusing new Technologies: Microelectronics; WALSH, V., TECHNOLOGY, COMPETITIVENESS AND SPECIAL PROBLEMS OF SMALL COUNTRIES; Archilugi, D., Casaratto S., Sirilli, G., Innovative Activity, R&D and Patenting, The evidence of the survey on innovation diffusion in Italy; Bell, G., Innovation Measures, A tentative appraisal.

החוברת מכילה חמישה מאמרים הדנים במצב הטכנולוגי ובטכנולוגיות חדשות ויישומן בתחומים של:

(1) תעשית המזון,

(2) מיקרואלקטרוניקה כדוגמה להפצת טכנולוגיה,

(3) טכנולוגיה, תחרותיות ובעיות מיוחדות של ארצות קטנות,

(4) הפצת טכנולוגיה בעזרת פטנטים באיטליה,

(5) אמצעי חדשנות.

בכל המאמרים מודגשים היבטים של חידושים ושל תחרותיות, של מו"פ ואוטומציה ומושוות הארצות השונות של האירגון.

כאן יודגש במיוחד המאמר השלישי אשר בהסתמכו על ביבליוגרפיה נרחבת של עבודות חדשות יחסית בנושאים שלו (הכלולה בחלקה ברשימתנו הכוללת) עומד על התכונות והתנאים המיוחדים של משקים קטנים, בעיותיהן, מגבלותיהן וסיכוניהם המיוחדים, תחרותיותן ותפקידי המדע והטכנולוגיה בהקשרן. גם סיכוייהן ומספר אסטרטגיות מיוחדות לארצות קטנות להתגברות על קשייהן נסקרות, כגון התמחויות, צורות שונות של שיתוף פעולה בין-לאומי ושל קבלנויות משנה, ניצול של כוכי-שוק, ניצול יתרונות יחסיים וסגוליים ושל ורזי הצמיחה שבחדשנות ותוך הפעלת מדיניות מדע וטכנולוגיה נכונה הכוללת מתן תמריצים מתאימים להשקעות, בעיקר גם מארצות חוץ.

המאמר האחרון נכתב לאור המשבר בחדשנות של ראשית שנות השמונים. הוא מוצא רק השפעה מוגבלת של "האקלים הכלכלי", מביא הגדרות של מרכיבי הבעיה ומסתפק בתאור ובבחינה של אמצעי עידוד כספי לחדשנות בכל הארצות החברות באירגון. יתר המאמרים ספציפיים לתחומם שכותרתם מבהירה כדרוש.

קלינוב, ר., כוח העבודה בישראל 1948 - 1983. מכון פאלק, ירושלים, (מאמר לדיון 86.4), 1986.

המאמר סוקר את כוח העבודה בישראל מ-1948, גידולו ושיעורי ההשתתפות בו בשנים הנידונות, בהן הוא מבחין בין 3 תקופות: קליטת העליה ההמונית: 1948-1965; תקופת התנדדות: 1966-1972; תקופת ההאטה: 1973-1984. המחברת דנה במבנה הענפי של כח העבודה המקומי, דהיינו סוגי המוצרים שבייצורם הוא מועסק ובשינויים שחלו. היא מתמקדת בענפים: שרותים ציבוריים ואזרחיים, עסקיים ופיננסיים, שלמרות היותם בעלי דרגה נמוכה של שכירות בשוק הבין-לאומי הם מתאפיינים בריכוזיות יתר. גם נידונה איכות כוח העבודה בארץ תוך בחינה של גיל, מין, השכלה וותק בארץ והשינויים בכך ובפערי האיכות של כוח העבודה בין שכבות אוכלוסיה שונות.

שחר, א. (יו"ר), המועצה להשכלה גבוהה, דו"ח הועדה לבדיקת צורכי המדינה בהכשרה אקדמית בתחומי הארכיטקטורה והתיכנון הפיסי, ירושלים, 1986.

הדו"ח בודק את צורכי המדינה בהכשרה אקדמית של בוגרי תחומים שונים של תיכנון פיסי, כמו אדריכלות, בינוי ערים, תיכנון עירוני, תיכנון אזורי וכפרי, עיצוב סביבתי, עיצוב פנים והאם יש צורך בהרחבה, שינוי וגיוון במסגרות הקיימות של הכשרה מקצועית בתחומים אלה. הדו"ח בודק כ"כ בקשות ספציפיות של מוסדות לימוד בתחומים אלה לגבי הוספת מסגרות לימוד, ממליץ על פתיחת בי"ס נוסף לארכיטקטורה והנהגת לימודי ארכיטקטורה באקדמיה לאמנות ועיצוב בצלאל.

שליב, א., ההרכב המקצועי של כוח-האדם בתעשייה הישראלית, 1968-1987. מכון ירושלים לחקר ישראל, ירושלים 1989.

החוברת מסכמת מימצאים מסקרים תלת-שנתיים של הנושא במשך קרוב לעשרים שנה. בנוסף על הסברים על שיטת העבודה, בעיותיה ומקורותיה, מובא בנספח הסטטיסטי פרוט של כ-60 ענפי משנה מקובצים בשבעה מועדים לשבע רמות עיסוקים ראשיות (מהנדסים ומדענים; אקדמאים אחרים ומנהלים בכירים; הנדסאים וטכנאים; עובדי משרד ומכירה; עובדים מקצועיים; מקצועיים למחצה ובלתי מקצועיים). הטקסט מסוכמים הנתונים ל-18 ענפים ראשיים, מובאות השוואות בין השנים ובדיקת שיעורי השינוי ביניהן ונידונים פרוטים שונים בתוך הענפים לפי אזורים בארץ, קבוצות של גודל התעסוקה במפעלים, סקטור הבעלות עליהם, כמו גם פרוטים פנימיים של שלוש הרמות הראשונות לסוגי עובדים ספציפיים בשנים 1965 ו-1984. העבודה מבוססת על מדגם גדול של למעלה מ-3500 מפעלים שדיווחו למרכז המידע של משרד התמ"ס. מוסף גם פרק הסוקר בקצרה את ההתפתחות ההיסטורית של התעשייה בארץ והתעסוקה בה מראשית המפעל הציוני בה. דגש מיוחד מושם על הענפים והעיסוקים הטכנולוגיים.

שליב, א., השוואות בין-לאומיות של ההרכב המקצועי של כוח האדם בתעשייה, 1950-1983. מכון ירושלים לחקר ישראל, ירושלים, (בהכנה, 1990).

מובאים נתונים לארבעה מועדים, בראשית שנות החמישים, השישים, השבעים והשמונים, לעד 13 ארצות ובפרוט של 17 ענפי תעשייה ראשיים (שתי ספרות סטטיסטיות). החומר מבוסס על מימצאים ממפקדי אוכלוסיה ותואם ברובו בעבודות של ע. זימלמן ואחרים בארה"ב בצורה אחידה. לראשית שנות השמונים נעשתה עבודה עצמאית מהמפקדים עצמם וגם נוספו נתונים על ישראל לשנים 1981 ו-1987.

מהעבודה המובאת בפריט הקודם. בוצעו השוואות בין מצבות ההרכב המקצועי בענפי התעשייה במועדים השונים, בארצות ובענפים השונים ובין שיעורי השינוי ביניהן. בטקסט העבודה מודגשות רק רמות העיסוקים של הצווארון הלבן (מהנדסים ומדענים; אקדמאים אחרים ומנהלים בכירים; הנדסאים וטכנאים; עובדי משרד ומכירה) בכלל התעשייה ובעשרה ענפים נבחרים המיצגים שלוש קבוצות של ענפים מסורתיים, בינוניים וטכנולוגיים. בנספח הסטטיסטי מוספים פירוט בתוך רמות אלה וסיכום עובדי הכפיים - וזאת בכל 17 הענפים הראשיים (ללא יהלומים).

Shinan, L., Nagaraja Rao, K. Supply and Demand for Professional and Technical Manpower in Israel MIT, Center for Policy Alternatives, Working Paper 79-80, June 1979.

עבודה יותר מוקדמת שנתמכה ע"י לשכת המדען הראשי במשרד התמ"ס ובוצעה בשיתוף עם המרכז לחיזוי טכנולוגי באוניברסיטת ת"א (ICTAF). הדו"ח סוקר את המצאי של כוח האדם הרלוונטי בארץ בזמנו, תכונותיו המיוחדות וחלוקתו הסקטורלית, כמו גם השינויים שחלו בכל אלה וסיבותיהם הדמוגרפיות, החברתיות והכלכליות. מסתמנות מגמות של ירידה בשיעורי הגידול של נכנסים ומסיימים במסגרות השכלה גבוהה מתאימה ומודגשת במיוחד חולשה של משקל ההנדסאים והטכנאים, למרות שכר יחסי מספק. לבסוף קיים נסיון חלקי ואינדיקטיבי בעיקרו של בדיקת ההתאמה האיכותית והכמותית של כוח האדם העוסק כמו"פ בישראל ושל חיזוי מגמות התפתחותו לעתיד.

BIBLIOGRAPHICAL LIST FOR SUBJECT:
TECHNOLOGICAL, SCIENTIFIC AND RESEARCH MANPOWER

(Explanation of signs in last column [explained in Introductory paper]):

ST = Mainly statistical;

AN = Included in Annotated Bibliography;

IM = Seemingly Important Item;

AR = Relevant Item;

LR = Seemingly less important item.)

= (Items published by public Institutions and not under specific author's name can be found alphabetically by Country or by International Institution's name.)

Abernathy, W., Utterback, J., A Dynamic Model of Process and Product Innovation. Omega, 3, No. 6, 1975. AR

Advisory Board for the Research Council, UK: Report of the Working Party on Postgraduate Education, London, 1982. AR

Ahmad, R., (ed.), Human Resource Planning. The Asian Experience. ILO, Asian Employment Programme New Delhi, 1987. AN

Amir, S., Educational Structure and Wage Differentials of the Labour Force in the 1970's, in Ben Porath (ed): op. cit. AR

Arcangeli, F., et.al., (eds), Innovation and the Diffusion of Technology. Oxford Univ. Press, 1987. IM

Armstrup, N., The Personal Problem of Small States, A Survey of Research Efforts, Cooperation and Conflict, XI, 163, 1976. IM

- Arnold, E., The Manpower Implications of CAD in the UK Engineering Industry. In: BCS 81: Information Technology for the Eighties (Proceedings) Ed.: R.D. Parslow, London: Hayden & Son, 1981. IM
- Arnold, E., CAD-CAM Report: Who, Wat and Why? CAD-CAM International, Nov. 1981, p. 24 IM
- Arnold, E., Play it again CAM. CAD-CAM International, July 1983, p. 27. IM
- Arnold, E., Learning to apply interactive graphics in CAD - some UK User Experience, Information & Management, 6, 1983. pp 235-240. IM
- Arnold, E., Learning to CAD. CAD-CAM International, Feb. 1983. IM
- Arnold, E., CAD: What Future for Europe? CAD-CAM International, Aug. 1984. pp 20-22. IM
- Arnold, E., Information Technology as a Technological Fix: CAD in the UK. In: Winch, G., (ed), Information Technology in Manufacturing Industry: Case Studies of Change. London, Rossindale, 1983. IM
- Arnold, E., Implication of CAD for Careers and Skills. Proceedings of Computer Graphics 1983 Conference, London. Online Publications, 1983. IM
- Arnold, E., Competition and Technological Change in the Television Industry, Mc Millan, 1985. AR
- Arnold, E., CAD in Europe, Sussex European Papers No. 14, 1984. IM
- Arnold, E., Bessant, J., Laming, R., Human Factors in Systems Design for Computer Integrated Manufacturing. Paper presented at International Conference on Human Factors in Manufacturing, London, April 1984. Reprinted in: Material Flow, 2, 1985, pp 49-58. IM

Arnold, E., Bessant, J., Senker, P., Science and Technology Manpower in the Electronic Sector: Skill Implications of Technological Change. Report prepared for the Irish National Board for Science & Technology, Aug. 1985. IM

Arnold, E., Senker, P., Designing the Future - The Implications of CAD interactive Graphics for Employment and Skills in the British Engineering Industry. ITB occasional paper 9, 1982. IM

Arnold, E., Senker, P., The effects of CAD on Manpower and Skills in the UK Engineering Industry. In: Proceedings of International Conference on Man/Machine Systems, IEE, July 1982. IM

Arnold, E., Senker, P., CAD in the UK Engineering Industry, In: CAD 82, 5. International Conference on Computers in Design Engineering (Proceedings), Butterworth, 1982. IM

Arnold, E., Senker, P., CAD in Europe. Chapter in: Sharp, M., (ed), Europe and the New Technologies. Six Case Studies in Innovation & Adjustment, Pinter, 1985. IM

Arnold, E., Senker, P., European Prospects in the CAD Industry. CAD Engineering Journal, Oct. 1985, pp 150-156. IM

Arnold, E. et.al., Microelectronics and Women's Employment. Employment Gazette, v. 90, No. 9, Sept. 1982, pp 337-384. IM

Atkinson, J., Manpower Strategies for Flexible Organisation. Personnel Management, Aug. 1985. AR

Attenborough, N., Employment and Technical Change: The Case of Microelectronic based Production Technologies in UK Manufacturing Industry, Government Economic Service Working Paper, No. 74, 1984. IM

Australian Bureau of Industrial Economics, The Long Run Impact of Technological Changes on the Structure of Australian Industry to 1990-91, 1981. IM

Australian Department of Science, Canberra, National Technology Strategy, Department of Industry, Technology and Commerce, 1985. AR

Australian Science & Technology Workforce, Australian Science and Technology Indicators Report, ch. 3. IM

AUSTRIA, Statistisches Handbuch, Annual, Central Statistical Office, Vienna, till 1989. ST/L

AUSTRIA, Hochschulbericht, Ministry of Science & Ressearch. Annual till 1988, Vienna. ST/A

Aveduto, S., Sirilli, G. The Survey of Technological Innovation in the Italian Manufacturing. Industries: Problems and Perspectives, Workshop on Innovation Statistics, OECD, Paris, 8-9, December 1986. IM

Aveduto, S., et.al., Evaluation of Trends in the Availability and Need for Research Manpower in Italy. Instit. i Studi sulla ricerca e documentazione scientifica. Consiglio Nazionale delle ricerche, Rome, 1988. IM,ST

Avner, U., Education and Employment of First Degree Obtainants in Humanities, Social and Nature Sciences - from the early Sixties to the middle Seventies (Hebrew). In: Ben-David, Y., Nevo, Y., (eds), Studies for First Degree in the basic Sciences in Israel. Jerusalem. 1980. AN

Avner, U., Guidelines for the Development of Statistical Information on Higher Education and Scientific Activities in Israel During the 80's. Jerusalem, 1980. AN

Baranson, J., Technology and the Multinationals, Lexington Books, 1978 IM

Baranson, J., Robots in Manufacturing, Lomond Publications, 1983. IM

Barras, R., Information Technology and Economic Perspectives, The Case of Office based Services, OECD, Paris, July 1984. IM

Bean, C.R., et.al., The Rise in Unemployment: A Multicountry Study (L.S.E. 1985 In: Economica, 1989). IM

BELGIUM, Fondation Universitaire, Bureau de Statistique Universitaire, Rapport Annuel, 1975 - 1986, Brussels. AR,ST

Bell, R.M., Changing Technology and Manpower Requirements in the Engineering Industry. Engineering Industry Training Board Research Report No. 3. Sussex University Press 1972. IM

Beller, N., Ben-Shahar, G., Evaluation of the Use of Matriculation Grades for Student Selection. Psychology Department, Hebrew University, Jerusalem. Am Oved, Tel-Aviv, 1980. LR

Beller, M., Ben-Shahar, G., An Evaluation Study of the Student Selection Process in the Hebrew University of Jerusalem. In: Megamot 27 (1), 1981, pp 22-36 LR

Beller, M., Ben-Shahar, G., On the fair use of psychological tests. In: Megamot 28 (1), 1983. pp 42-56. LR

Ben-Daviv, J., Universities in Israel: Dilemmas of Growth, Diversification and Administration. In: Studies in Higher Education 11(2), 1986 pp 105-130. LR

Ben Porath, Y. (ed), The Israel Economy: Maturing through Crisis. Harvard University Press, 1986. AR

Ben-Simon, N., Patterns of University Graduates Absorption in Employment. University Tel-Aviv, 1977. AR

Bertrand, O./Noyelle, T., The Evolution of New Technology, Work and Skills in the Service Sector, OECD, Paris, April 1986. AR

Besley, M., cit. in Freeman/Soete (1985)

Besley, M., Hutchin, T., cit. in Freeman/Soete (1985)

Bessant, J., Laming, R., Senker, P., The Challenge of CIM. Technovation No. 3, 1985, pp 283-295. IM

Bessant, J., Senker, P., Social Implications of Advanced Manufacturing Technology, chapter 8, In: T.D. Wall e.a., (ed), The Human Side of Advanced Manufacturing Technology, John Wiley & Sons Ltd., 1987. AR

Bitan, M., et.al., A Final Scientific Report on Developments in Higher Education Systems in France and in Israel in the late 70's and early 80's. Jerusalem Hebrew University, 1984. AR

Blackburn, P., et.al., Technology, Economic Growth and the Labour Process, Mc. Millan, London, 1985 IM

Blanchard, F., Technology, Work and Society: Some Pointers from ILO Research, International Labour Review, vol. 123, No. 3, Geneva, V-VI 1984. IM

Blaug, M., The Economics of Education. 1970. Chapter on Manpower Forecasting, including discussion on consultation with industrialists. Conclusion: Questioning Industrialists is the less reliable way to estimate Skilled Manpower Needs. AR,ST

Blaug, M., Ahmad, B. (Eds.), The Practice of Manpower Forecasting. Elsevier, Amsterdam, 1985. IM

Boyer, R., Petit, P., Emploi et Productivite dans la CEE, Economics & Statistics, 121, IV-V, 1980. AR

Brady, T., New Information Technology and Social Change in the UK. Report prepared for European Pool of Studies and Analyses, DG V EEC, May 1982 - May 1983 (two reports) AR

Brady, T., Information Technology and Social Change in Europe: Software Production in the UK, A Report prepared for the European Pool of Studies & Analyses, Oct. 1985 AR

Brady, T., Information Technology and Social Change in Europe: Manufacturing Automation in the UK, A Report prepared for the European Pool of Studies & Analyses, July 1985 IM

Brady, T., New Technology and Skills in British Industry, Manpower Services Commission, Skills Series No. 5, Jan. 1986. IM

Brady, T., Training Implications of New Materials, Final Report of the preliminary Study prepared for the Manpower Services Commission, Nov. 1985. IM

Brady, T., Training Implications of New Materials, Interim Report prepared for the Manpower Services Commission, Jan. 1986. IM

Brady, T., New Technology and Skill Shortages: Problems of Measurement. Chapter for Reader based on Workshop of the European Network of Organisational & Work Psychologists on Information Technology, Competence & Employment. Apr. 1986. IM

Brady, T., Incentives for Training. Lessons from Computer Maintenance. Paper presented at 3. International Conference on Human Factors in Manufacturing (Human-3). Stratford 1986. IM

Brady, T., New Information Technology and Social Change in Europe: Computerisation, Public Administration in the UK, A Report prepared for the European Pool of Studies and Analyses, Sept. 1986. IM

Brady, T., Research on the Implications of New Technology for Manpower and Skills. Some Methodological Considerations, New Technology, Work & Employment, v. 1, No. 1 Spring 1986, pp 77-83. IM

Brady, T., New Information Technology and Social Change in the UK. Sept. 1985 - Jan. 1986. Report prepared for European Pool of Studies and Analyses, May 1986. IM

Brady, T., New Technology and Skill Shortages: Problems of Measurement. Paper for Workshop on Information Technology, Competence & Employment, European Network of Organisational and Work Psychologists, Bad Homburg, Apr. 1986. IM

Brady, T., The Production & Use of advanced Ceramics: Implications for Skills and Training. Report prepared for the Skills Unit of the Manpower Service Commission, Nov. 1987. IM

Brady, T., Skills Implications of New Materials. A neglected field of Research. Paper prepared for Seminar on Skill Needs for Technological Innovation, organized by the Manpower Services Commission, Wembley, Sept. 1987. IM

Brady, T., The role of Education and Training in Lucas Industries, National Economic Dvlpt.Office, 1987. AR

Brady, T., The role of Education and Training in IBM UK Ltd., National Economic Development Office, 1987. AR

Brady, T., Users as Producers: Software's Silent Majority. CICT Working Paper No. 3. Feb. 1988. IM

Brady, T., Skills Implications of Advanced Ceramics. Paper presented at the Institute of Ceramics Annual Convention, Durham University, Apr. 1988. IM

Brady, T., Computerisation of Public Administration and Social Change: An Overview Social Europe, Supplement No. 4/88, 1988, pp 21-35. AR

Brady, T., New Technologies in Printing and Publishing in the UK. Social Europe, Supplement 1989, forthcoming. IM

Brady, T., The Labour Market for IT Professionals in the UK. Social Europe, Supplement 1989, forthcoming. IM

Brady, T., Liff, S., Monitoring New Technology and Employment, Manpower Services Commission, June 1983. IM

Brady, T., Miles, I., Robots and their Social Impact, the UK Case. In: Social Change and Technology in Europe Information Bulletin, No. 10. 1982. IM

Brady, T., et.al., The Objectives of IT Policy: An International Survey of IT Policy, Draft Contribution to a Report by Logica Ltd., R. Mansell (ed), Brighton SPRU, 1988 IM

Brady, T. & Jagger, N., New IT baswed Activities: Going boldly where no surveys have gone before? Mapping and Measuring, G. Locksley & K. Robbins (ed), London, Pinter, 1989. AR,ST

Brady, T., Senker, P., Ec. Incentives and Training: Changing Skill Requirements and Computer Maintenance, Report prepared for the Manpower Service Commission, Nov. 1985. IM

Brady, T., Senker, P., Contract Maintenance: No Panacea for Skills Shortages, Manpower Services Commission, Skills Series, No. 3, Jan. 1986. IM

Brainard, R., Technology and Jobs, STI Review, No.1, OECD, Paris, Autumn 1986. AN

Brinkman, P.T., Recent Estimates of Future Needs for Scientists & Engineers in the U.S.: A Methodological Perspective. NCHEMS, Washington, 1989. AR

Brodet, D., Birenbaum, M., Forecast of the Demand for Engineers 1981-1990, The Treasury, Economic Planning Authority, Jerusalem, 1981. AR

Brodet, D., Engineering and Technological Manpower Needs 1983-1992, Ministry for Trade and Industry, Jerusalem, 1983. IM

Braun, E., Senker, P., New Technology and Employment. Manpower Services Commission, London, 1982. IM

Buckingham, J., et.al., Expert Systems: Skills Implications for Endusers, Paper presented at Organisation and Control of the Labour Process, 7. Annual UMIST/Aston Conference, Manchester, March 1989. AR

Burstall, M.L. e.a., Multinational Enterprises, Governments and Technology: The Pharmaceutical Industry, OECD, Paris, 1981. AR

- CANADA, Employment & Immigration, Demand Methodology, The Canadian Occupation Projection System, Ottawa, 1983. IM,ST
- CANADA, Industrial R&D Statistics, Statistics Canada, Ottawa, June 1984. ST
- CANADA, Statistics Canada, Ottawa, unpublished data on foreign Students & Doctorate Recipients ST,AR
- CANADA, National Sciences and Engineering Research Council of: Supply and Demand Projections to 1990. Ottawa, 1985. AR
- CANADA, Employment & Immigration, Student Flow Model Methodology, The Canadian Occupation Projection System, Ottawa, 1987. IM
- Carey, M., Kasunic, K., Evaluating the 1980 projections of Occupational Employment. Monthly Labor Review, July 1982, pp 22-30. IM
- Caty, G.F., Ungerer, H., Les Telecommunications, Nouvelle frontier de l'Europe, Futuribles, Decembre 1984. AR
- Caves, R., Multinational Enterprise and Economic Analysis, Cambridge Univ. Press, 1982. AR
- Chesnais, F. et.al., Some Observations on alternative approaches to the analysis of international competitiveness and the role of technology factors, OECD, Science and Technology Indicators Conference, Paris, 1980. IM
- Clark, N., The Political Economy of Science and Technology, Blackwell, Oxford, 1985. IM
- Cohen, D., What do Sciece Graduate Students do in Israel? In: Mada, 23(2), 1989: 81,103. IM
- Collins, E.L., Meeting High Trained, Highly Specialised Skill Requirements in the Technology-Based Economy. Paper presented at Western Economic Association, July 1988. IM

Collins, E.L., Meeting the Scientific and Technical Staffing Requirements for Rationalisation of the American Economy. Science and Public Policy, Oct. 1988 IM

Connor, H., Pearson, R., Information Technology Manpower into the 1990's. Institute of Manpower Studies, Brighton, 1986. IM

Coombs, R. et.al., Economics and Technological Innovation, Mc Millan, London, 1986. IM

Council of Ontario Universities: Attracting and Retaining Women Students for Science and Engineering. Toronto, 1988. LR

Cox, J.G., Growth, Innovation & Employment: An Anglo-German Comparison, London 1980. AR

Cressey, P., New Technology: An Overview of Regulation. European Industrial Relations Review, No. 157, Feb. 1987. pp 9-16. AR

Cyert, R.M., Mowery, D.C., (eds.), Technology and Employment: Innovation and Growth in the US Economy. Panel on Technology and Employment, Committee on Science, Engineering and Public Policy, National Academy Press. 1987. IM

Cyert, R.M., Mowery, D.C., (eds.), The Impact of Technological Change on Employment and Economic Growth, Ballinger Publishing Company, 1988. IM

Dahlman, C.B., et.al., Managing Technological Development. Lessons from the NIC's. (Newly Industrialised Countries). World Bank Working Papers, No. 717, 1985. AR

Dalum, B., Fagerberg, G., Diffusion of Technology, Economic Growth and Intra-Industry Trade: The Case of the Nordic Countries, Paper, 2. Knoellinger Seminary, Aabo. Apr. 1986 mimeo AR

Dauffenbach, R., The Quality of Occupational Mobility in Scientist & Engineer Staffing. Oklahoma State University, Stillwater, Fall 1986. AR

- Davidson, Z., Analysis of the Technion Qualifying Examinations in Physics and classification of errors made by examinees. Technion, Haifa, 1977. LR
- De Bresson, C., Townsend, J., Notes on Interindustry Flow of Technology in Post-War Britain, Research Policy, vol. VII, 1978. AR
- Diamant, E., The Israeli Economy's Needs of Professional Manpower in Chemistry and its implications for professional education. Center for Technological Education Holon, 1979, 135 p. AR
- Diamant, E., Occupational Retention and Drop-Out among Graduates of Practical Engineering Schools. Holon, 1984. AR
- Diamant, E., Factors affecting Job Continuity and Drop-Out among Graduates of Practical Engineering High Schools. In: Megamot, 30 (2), 1987. pp 151-166 AR
- Doeringer, P.B., Piore, M.J., Internal Labor Markets and Manpower Analysis. DC Heath & Co., Lexington, Mass., 1971. IM
- Dosi, G., Technical paradigms and technological trajectories, A suggestive interpretation of the determinants and directions of technical change, Research Policy, 1982. IM
- Dosi, G., Technical Change and Industrial Transformation, Mc Millan, 1984. IM
- EEC, Committee on Energy, Research & Technology, Report on the Differences in Technological Development between the Member States of the EEC, European Parliament Working Documents A2-106/85, 1985. IM
- Einstein, M.E., Franklin, J.C., Computer Manufacturing enters a new era of growth. Monthly Labor Review, Sept.1986. IM
- Eliasson, G., Technical Change, Employment and Growth, The Industry Institute for Economic Growth and social Research, Sweden, Rep. No. 7, 1979. AR

- Ergas, H., Why some countries innovate more than others, Center for European Economic Studies, Brussels, 1984. AR
- EUROSTAT: Statistical Bulletin 4, 1984. Structural Data on Unemployment 1973 -1982. ST
- EUROSTAT: Statistical Bulletin 4, 1985. Structural Data on Unemployment 1973 -1984. ST
- Eviatar, A., Cohen, D., Follow-up Survey of Graduate Technicians and Technologists (1978-1980), Haifa, Technion, 1983. AR
- Eviatar, A., Cohen, D., Follow-up Survey of Graduate Technicians and Technologists in the Ruppin Institute: 1978-1980. In: Ofakei Haskala, 48, 1984: pp 20-25 AR
- Fagerberg, J., Technology, Growth and International Competitiveness, Norwegian Institute of International Affairs, NUPI, Rep. No. 95, Oslo, 1985. AR
- Feillet, P., Les Biotechnologies au service d'agriculture et des agroindustries, Futuribkes, Sept. 1986. IM
- Feldman, A., Paedagogical Attitudes of Education Students and their use in the Prediction of Success in teaching. Bar Ilan University, Ramat-Gan, 1982. AR
- Fenger, P., Frankfort, J., New Structures and Postgraduate Research Training in the Netherlands. OECD Centre for Educational Research and Innovation, Paris, 1987. AR
- Finn, M.G., Fields versus Occupations: A Comparison of NSF Data on Scientific and Technical Fields with Data on Occupation. Oak Ridge, Tennessee (Ass. Univ.), March 1980. LR
- Fossum, E. (ed), Computerisation of Working Life. Ellis Horwood, Ltd. (Publisher) Chichester, 1980. IM

- France: Conseil Superieur de la Recherche et de la Technologie. L'Emploi Scientifique dans la Recherche en France. Paris, 1986. IM
- France: Ministere National de l'Education, Data on (Foreign) Students & Degree Recipients 1981-87 Paris, different publications & unpublished data. ST,AR
- Freeman, C., The Economics of Industrial Innovation. Francis Pinter, London, 1980. AR
- Freeman, C., A Review of some recent Developments in Output Indicators for Science and Technology. Science Policy Research Unit, UK, 1994. IM
- Freeman, C., Technology Policy and Economic Performance. Lessons from Japan. Pinter, London, 1987. IM
- Freeman, C, Lundval, B.A. (eds), Small Countries Facing the Technological Revolution. Pinter, London, 1987. IM
- Freeman/Perez:Diff.of... cit. in Freeman/Soete (1985)
- Freeman, C., Soete, L., Technical Change and Full Employment, Blackwell, 1986. IM
- Freeman, C., Soete, L., Information Technology and Employment: An Assessment. University of Sussex, April 1985. AN
- Freeman. C., Soete, L., Innovation Diffusion and Employment, SPRU, March 1985. IM
- Freeman, C., et.al., Unemployment and Technical Innovation: A Study of Long Waves and Economic Development. 1982. AR
- Fullerton, H.,Jr., How accurate are the 1980 labor force projections? Monthly Labor Review, July 1982, pp 15-32. IM
- Fullerton, H.,Jr., Labor force projections 1986 to 2000. Monthly Labor Review Sept. 1987, pp 19-29. USA. IM

- Furth, D., School and Beyond. OECD Observer, No. 154, X/XI 1988. AN
- GERMANY, Grund & Strukturdaten, 1978 - 1988, Ministry of Education & Science, Bonn. ST,AR
- GERMANY, Bildung & Kultur, Annual Publication, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden. ST,AR
- GERMANY: Bundes Minister fuer Forschung und Technologie, Technischer Fortschritt, Schriftenreihe Technologie und Beschaeftigung, vol. 2, Bonn 1981. IM
- GERMANY, Geschaeftsstelle des Wissenschaftsrates: Grunddaten zum Personalbestand der Hochschulen. Koeln, 1988. ST
- GERMANY: Kultus Minister Konferenz: Statistische Veroefftlichungen: Prognose der Studienanfaenger, Studenten und Hochschulabsolventen bis 2010, Bonn, 1987. AR
- Gershuni, J.I., Miles, E.D., Service Employment: Trends and Prospects, Commission of the EEC, Series FAST, No. 4, 1982. AR
- Globerson, A., Bar-Am, B., University Graduates in Humanities & Social Sciences - Studies and Work. Bibliography, Tel-Aviv University, Institute for Labor & Society, 1975. AR
- Globerson, A., Higher Education and Employment - A Case Study of Israel. Saxonhouse, Hampshire, England, 1978. 171 p AR
- Globerson, A., Higher Education and Employment - Case Study of Israel. In: Higher Education, 8(6), 1979 pp 720-722. AR
- Gordon, M.S., Higher Education and the Labor Market. Carnegie Commission, Washington, 1974 LR
- Gutmanis, I., Report on Changes in the Demand for Scientific & Technological Manpower Induced by Changes in Technology. Semiconductor Industry as Case Study. Sterling Hobe Cpy. Washington DC, Aug. 1981. IM

Hancke, B., Wigaerts, D., Information Technology, Industrial Relations and Economic Democracy in Belgium. Working Paper presented at Conference on Economic Democracy as a Political Idea in Boston, Mass. TESA, Brussels, 1987. IM

Hebrew University, Jerusalem. Length of Study for Master and Ph.D. Degrees. Statistical Data of Students & Graduates 1971-1981. Jerusalem, 1982. ST

Henderson, B.A., Mowery, D.C., (ed), The Future of Technology and Work: Research and Policy Issues. Committee on Science, Engineering and Public Policy, National Academy Press, 1988. IM

Herman, R., The European Scientific Community, Longman, London, 1985. AR

Herring, C.P., Sanderson, A.R., Doctoral Employment: Supply and Demand Considerations 1981 - 2000. Princeton University, Princeton N.J., 1981. IM

Herskovic, S., Lunenfeld, B., Indicators of Clinical & Biomedical Research in Israel. Weizman Science Press, Jerusalem, 1988. LR

Herskovic, S., et. al., Trends in Science & Technology in the Middle East, Progress Report No. 2, Neeman Institute, Technion Haifa & Ministry of Science & Development, July 1988. AR

Hewlett, N., New Technology and Banking Employment in the EEC, Futures, Feb. 1985. AR

Holland: Interfacultair Center for Management, Rijksuniv. Gent, 1982. Supply and Demand for ighly Qualified Personnel in New Information Technologies. IM,ST

Howell, D.R., The Future Employment Impacts of Industrial Robots. An Input-Output Approach. Technological Forecasting and Social Change, 28, 1985. IM

Hugget, C., Participation in Practice: A Case Study of the Introduction of New Technology, Engineering Industrial Training Board, RC 22, 1988.

IM

Hunt, H.A. & Hunt T.L., Human Resource Implications of Robotics, Economic Impact 1985/1 pp 22-28. (repr. fr. Human Resource Implications of Robotics, The W.E. Upjohn Institute for Employment Research, 1983).IM

Hunt, H.A. & Hunt T.L., Clerical Employment and Technological Change: A Review of recent trends and projections. US National Committee for employment policy, Feb. 1986

IM

ILO: Bibliography of Public Research of the World Employment Programme. 7. ed. 1988, pp 14-27: ILO Publications (1) Books, (2) Articles in International Labor Review (3).Reports (4), ILO Working Papers (5), Discussion Papers (6), New ILO Publications Books & Articles. AR

ILO: Yearbook of Labor Statistics, Survey of Technical Innovation and Labour, 1982. AR,ST

ILO: Yearbook of Labor Statistics, 1988. Table 10c: Unemployed by Work Experience, by Occupation (Group 1: Prof., Techn. & related Workers). App. p. 1097 ISCO T. 3: Employment by occupation ST

Imai, K., Japan's Industrial Policy for HiTec Industries, Conference on Japanese Industrial Policy in Comparative Perspective, mimeo. New York, 1984. IM

INSEE Paris (9.plan), Evolution sectorielle de l'emploi, elements d'analyse retrospectives et prospectives, April. 1983. IM

Institute for Studies in Research and Higher Education, The Norwegian Research Council for Science and the Humanities (NAVF), Oslo, 1987. AR

Interfacultaire Centre voor Management, Rijk Univ. Tate, Gent, 1987. Surply and Demand for Highly Qualified Personal in new Information Technologies. IM

ISRAEL: Council for Higher Education, Committee for Planning & Budgeting: Universities in Israel. Statistical Abstract, different years till 1989. Jerusalem, 1990. ST

ISRAEL: Council for Higher Education, Committee for Planning & Budgeting: Higher Education in Israel. Statistical Abstract for different Years - English. ST,IM

ISRAEL: Council for Higher Education, Committee for Planning & Budgeting: Annual Reports for different years, last 1989 (No.15), Jerusalem, 1990. - Hebrew ST,AR

ISRAEL: Ministry fo Education & Culture: The Technological Education in Israel - Towards the year 2000, Jerusalem, 1983. 31 p. IM

ISRAEL: Ministry of Labour and Social Welfare. Forecast of Supply of Manpower for the years 1977-1982. Jerusalem. Internal report, 1979. AR

ISRAEL: Ministry of Labour and Social Welfare. Demand for Academic Personell. Jerusalem, 1980. AR

ISRAEL: Ministry of Labour and Social Affairs. Demand for Professional Manpower. Employment Service, Jerusalem, July 1982. IM

ISRAEL: Ministry of Labour and Social Affairs. Will there be a Shortage of Technological Manpower in the next Decade? Expectations and Reality. Jerusalem, 1983. IM

ISRAEL: Central Bureau of Statistics (CBS): Jerusalem 1977 and 1987: Graduates from Academic & Post-Secondary Education 1974 and 1984. (Special Publication 643 & 795) ST,IM

ISRAEL: Central Bureau of Statistics: Labour Force in Public & Community Services, 1978. Special Publication, No. 644. Jerusalem, 1981. ST

ISRAEL: Central Bureau of Statistics: Bashi, R., Report of Committee for Survey and Forecast of Research Manpower in Israel. Israel Academy of Sciences, Jerusalem, 1981. IM

ISRAEL: Central Bureau of Statistics: Candidates for First Degree Studies in Universities 1981/2. Jerusalem, 1983 (also for different other years). (In; Supplement of Monthly Bulletin of Statistics) AR

ISRAEL: Central Bureau of Statistics: Inputs in Research and Development in Universities 1978/79 and 1979/80. Jerusalem, 1984 and other years. ST,IM

ISRAEL: Central Bureau of Statistics: Recipients of Degrees from Universities 1981/2, 1982/3 and 1983/84. Jerusalem, 1984 and other years. ST,IM

ISRAEL: Central Bureau of Statistics: Recipients of Academic Degrees from Universities 1984/5. In: Monthly Bulletin of Statistics, 37 (5), Jerusalem, 1986, pp 43-79 (and other years). ST,IM

ISRAEL: Central Bureau of Statistics: Course of Studies of first University Degree Students. Follow-up survey 1976/77 and 1980/1. Jerusalem, 1986. AR,SDT

ISRAEL: Central Bureau of Statistics: Students in Universities 1984/5. In: Mthly B. of Stat., 1986 (4) (and different other years). ST

ISRAEL: Central Bureau of Statistics: Education & Employment of Graduates of Academic & of Post-Secondary Education 1974. In: Supplement, Monthly Bulletin of Statistics, 29 (4), April 1978, pp 80-99. ST

ISRAEL: Central Bureau of Statistics: Education & Employment of Graduates of Academic and Post-Secondary Education, vol. 2 - Findings of Survey on 1976/7 Graduates. Jerusalem. 1981. ST

ISRAEL: Central Bureau of Statistics: Demographic Characteristics of Recipients of Degrees from Universities. In: Monthly Bulletin of Statistics, Supplement, 36 (1), 1988 pp 67-93 ST

ISRAEL: Central Bureau of Statistics: Labour Force Surveys, different years up to 1988. Jerusalem, 1990.(special publications and also in: Supplement, Monthly Bulletin of Statistics) ST,IM

- ISRAEL: Central Bureau of Statistics: Graduates of Academic and Post-secondary Education, 1874. Jerusalem, 1979, Special Publication, No. 593. ST
- ISRAEL: Central Bureau of Statistics: Faculty in Universities, January 1977. Special Publication No. 565, Jerusalem. 1981 ST
- ISRAEL: Central Bureau of Statistics: Graduates of Academic General, Pharmaceutical and Dental Medical Education. In: Monthly Bulletin of Statistics, Supplement, 29 (8), 1978. pp 105-110. ST
- Israeli, E., Haifa University - Manpower Survey 1978-79 Jerusalem 1980. AR,ST
- Israeli, E., Weizmann Institute for Science - Manpower Survey 1978-79, Jerusalem 1981. AR,ST
- Israeli, E., Tel Aviv University - Manpower Survey 1978-79, Jerusalem 1981 Higher Educational Council, Jerusalem. AR,ST
- Israeli, E., The Hebrew University of Jerusalem - Manpower Survey 1978-79, Jerusalem 1980. AR,ST
- ITALY: Annuario degli Istruzioni, Ministero della Publ. Istruzione, Annual Publication, Roma. AR,ST
- Jacobson, S., Technological Change, Employment and Technological Dependence, Discussion Paper No. 133 Research Policy Studies, University of Lund, July 1979. IM
- Jagacinski, C.M., LeBold, W.K., Comparisons of Women and Men in the Engineering Work Force. IEEE Transactions on Education, v. E-28, No. 4, Nov. 1985. AR
- Jagacinski, C.M., LeBold, W.K., Linden, K.W., Today's Women in Engineering. US Women Engineer, July/August 1985. AR
- Jahoda, M., Senker, P., The Effects of Technological Change on Society and Work. National Electronics Review, 1983, pp 18-29. IM

- JAPAN: Efficiency League, Survey of the actual conditions of the Human Resource issue in the Manufacturing Industry, Small and Medium Enterprise Agency, December 1984. AR
- JAPAN: Ministry of Labour, Influence of Microelectronics on Employment, April 1984. IM
- JAPAN: Ministry of Labour, Survey of Technological Innovation and Work, March 1984 IM
- Jenkins, C., Sherman, B., The Collapse of Work. Department of Employment, London, 1979. UK AR
- Junne, G., Van Tulder, R., European Multinationals in the Robot Industry, University of Amsterdam, mimeo, 1984. IM
- Kaplinski, R., Microelectronics and Employment revisited: A review, ILO, Geneva. 1987. IM
- Katz, J., Technology Generation in Latin American Manufacturing Industries. Mc Millan Press 1987. AR
- Kavanagh, R.J., De la Mothe, J., Analysis of Demand for and Supply of New Faculty Members and Impact of URF Program, Natural Sciences and Engineering Research Council of CANADA, 1986. AR
- Kavanagh, R.J., The NSERC Program of University Research Fellowships. The Canadian Journal of Higher Education, v. XII-2, 1987. AR
- Kavanagh, R.J., The Aging of Engineering & Science Teaching Staff at Canadian Universities, Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada, Ottawa, 1988. AR
- Kavanagh, R.J., Research Manpower: Managing Supply and Demand 1989 p. I. Availability of and Need for Research Manpower: Survey of Member Countries Experience. OECD, (NSERC) part II: Forecasts and Action Required. (Summary & Conclusions of Workshop on Assessing Availability of and Need for Research Manpower. AN

- Kawakita, T., Technical Innovation and Employment. Journal of Japanese Trade & Industry, No.2, 1984. IM
- Kazuo, K., Do Robots make Skills unnecessary? Journal of Japanese Trade & Industry, No. 3, 1983. IM
- Keesing, DB, Labour Skills and the structure of Trade in Manufactures in: Lawrence, R. (ed) The open Economy: Essays in International Trade & Finance, New York, Columbia, 1968. AR
- Keesing,D.B., Population & Industrial Development; Some Evidence from Trade Patterns, AER, LVIII June 1968 LR
- Kenen, PB, Skills, Human Capital and Comparative Advntage, in: Hansen, W.R., (ed) Education, Income and Human Capital. New York, 1970. IM
- Kirkland, R.I. Jr., Are Service Jobs Good Jobs? Economic Impact, 1984/4 pp 14=21. AR
- Klinov-Malul, R., Occupational Mobility--Some Findings, Discussion Paper No. 7814, Falk Institute Jerusalem, Oct. 1970. LR
- Klinov R., Changes in the Industrial Structure pp 119-126 in: Ben-Porath, Y. (ed), op. cit. IM
- Klinov, R., The Work-Force in Israel 1948-1983. Falk Institute, Jerusalem, 1986. AR
- Kohn, D., Manpower Planning, Research and Statistics. Tehnion, Haifa, 1970 AR
- Komiya, R., et.al., Industrial Policy of Japan. Academic Press, 1988.AR
- Lall, S., The Multinational Corporation, Mc Millan, London, 1980. AR
- Landis, F., Swestka, J.A., Demand Projections for Engineers through 1987. Wisconsin University, Milwaukee, Jan. 1981. AR

- Leontieff, W., The Distribution of Work and Income. Scientific American, Sept. 1982 AR
- Leontieff, W., Duchin, F., The impacts of Automtion on Employment 1983 - 2000. New York University April 1984. IM
- Leviatan, Sar A., Services and Long Term Structural Change. An Interview, Economic Imoact 1985/4, pp 29-32. AR
- Levie, H., Sandberg, A., On Trade Union Activity in Times of Technical Change. Some Thoughts on 20 European Case Studies. Paper presented at Conference 'Social Movements as a Force of Dealienation', Arbetslivscentrum, Stockholm, 1988. LR
- Levin et al., Survey Research on R&D appropreability and technological opportunity. part 1 - appropreability, Yale University, New Haven, 1984. AR
- Liyanage, S., Manpower Issues in Science and Technology for Development: A Tentative Survey of Selected UNCSTED National Papers. Discussion Paper No. 131, Research Policy Studies, University of Lund, July 1979. IM
- Lundvall, B.A., Technology, Competitiveness and Small Countries, Smaskrift, No. 37, Aalborg University Press, Denmark, 1983. IM
- Lundvall, B.A., Product Innovation and User-Producer interaction, Industrial Development Research Theories, No. 31, Aalborg University Press, Denmark, 1985. AR
- Lundvall, B.A., Technological revolutions and the International Division of Labour. Paper presented at the workshop on Innovation and Regional Development, University of architecture, Venice, 1986. IM
- Magaziner, I., Hout, T., Japanese Industrial Policy. Policy Studies Institute, No. 585, Jan. 1980. IM
- Malerba, F, Orsenigo, L., Technological Change in Italy, Universita Bocconi, Milan, 1986. IM

Mansfield, E., Technological Change: Measurement Determinants and Diffusion. In: The Employment Impact of Technological Change, US National Commission on Technology, Automation and Economic Progress. US Government Printing Office, Washington, 1966. IM

Marsden, D., Institutions and Labour Mobility: Occupational Internal Labour Markets in Britain, France, Italy & Western Germany. Paper prepared for the AIEL/IEA Conference, Venice on Markets, Institutions and Cooperation: Labour Relations & Economic Performance, X/1988. IM

Massenet, M., Rapport au Premier Ministre sur l' Emploi Scientifique. La Documentation Francaise, Paris, 1979. IM

Massow, V.v., Organization and Promotion of Science in the Federal Republic of Germany, Bonn, 1986. AR

Mathematica, Policy Research Incorporated: The 1984 Composite Estimates of Scientists and Engineers: Documentation of Methodlogy, p. 1-4. Wahington DC, July 1986. AR

McLean, J.M., Rush, H., The Impact of Microelectronics in the UK. A Suggested Classification & Illustrative Case Studies. SPRU Occasional Paper Series No.7, June 1978 AR

Michaelson, D.G., Software Production Engineers, June 1988. IM

Momigliano, F., Technological Innovation, International Trade and Direct Foreign Investment. Old and New Problems for Economic Theory and Empirical Research. OEDD, Paris, 1981. mimeo LR

Montigny, P., Restier-Melleray,C., L' Evaluation des besoins en personel de recherche en France. Centre de Prospective et d' Evaluation, Ministere de l' Industrie, des Postes & Telegraphe et de Tourisme, Paris, 1987. IM

Mueller, D., Patents, R & D and the Measurement of Inventive Activity. Journal of Industrial Economics, vol. 15, pp 26-37, 1986. AR

Namir, S., Analysis of Technion Entrance Examinations in Biology according to Biological Levels of Organisation. Technion, Haifa, 1982.

LR

National Academy of Sciences, Washington, 1988: Engineering Personnel Data Needs for the 1990's. USA:

IM

National Sciences & Engineering Research Council of Canada, Ottawa, 1985: Research Talent in the Natural Sciences and Engineering--Supply & Demand Projections to 1990. CANADA:

IM

NSF 83-307: Scientific & Technical Manpower Projections: A Report for the Ad Hoc Subcommittee on Manpower of the Planning & Policy Commission to the National Science Board, Oct. 1974.

ST,IM

NSF 84-335: Comparison of Scientific & Technological Personnel Trends in the US, France, Western Germany and te UK since 1970. - Washington,1984.

IM

NSF 86-310: The Science & Technology Resources of Western Germany: A Comparison with the US. NSDF Special Report 86-310. Washington. 1986.

IM

National Science Foundation (NSF) 87-319: International Science and Technology Update last 1987.

ST

NSF (for National Science Board) NSB 87-1: Science Indicators - The 1987 Report.

IM

NSF 88-306: Biotechnology R & D Activities in Industry, last 1987.

ST,IM

NSF 87-308: A Guide to NSF Science & Engineering Resources Data. Washington, 1987. [Information about the Data Collection Activities of NSF].

IM

NSF 88-337: Scientists, Engineers and Technicians in Manufacturing Industry 1986. Washington, 1988.

ST,IM

- National Science Foundation (NSF): 88-313: Scientists, Engineers and Technicians in Trade and Regulated Industries 1985. Washington DC, 1988. AR
- NSF 88-304: Scientists, Engineers and Technicians in Private Industry, last 1987. Washington, 1988. ST
- NSF 88-336: Scientists, Engineers and Technicians in Manufacturing Industry, last 1986. Washington, 1988. ST
- NSF 88-322: US Scientists and Engineers 1988. Washington, 1988. ST,IM
- NSF 88-301: Women and Minorities in Science & Engineering. Washington, 1988. ST
- NSF 88-302: Doctoral Scientists & Engineers: A Decade of Change. Washington, 1988. ST
- NSF 88-321: Science & Technology Resources in US Industry. Special Report especially: chapter 2, Scientists & Technologists Employment in Industry, pp 15-33. Washington, 1988. AN,ST
- NSF 88-318: The Science & Technology Resources of Japan: A Comparison with the US. ST
- NSF 88-303: National Patterns of Science & Technology Resources, different years, last 1988. ST,IM
- NSF 87-307: Profiles: Chemistry, Human Resources and Funding. Washington, 1987.
- NSF 88-324: Profiles: Computer Sciences, Human Resources and Funding. Washington, 1988. ST
- NSF 88-326: Profiles: Electrical & Electronics Engineering, Human Resources & Funding. Washington, 1988 IM
- NSF 87-309: Profiles: Mechanical Engineering, Human Resources & Funding. Washington, 1987 IM

NSF 88-310, 80-325: Characteristics & Employment Attributes of recent Science & Engineering Graduates Washington, 1988. ST

NSF 84-304: Projected Response of the Science, Engineering & Technical Labor Market to Defense and Non-Defense Needs: 1982-1987. Washington, 1984 ST,IM

NSF 89-308: National Patterns of R&D Resources, Funds & Personnel-USA, Washington, last 1989. ST

Nelson, R. R., The Rate and Direction of Inventive Activity. Princeton University Press, 1982. IM

Nelson, R. R., High Technology Policy: A Five Nation Comparison. American Enterprise Institute for Public Policy Research, 1984. IM

Nelson, R., Winter, S., In Search of a Useful Theory of Innovation. Research Policy, 6, 35, 1977. AR

Nelson, R., Winter, S., An Evolutionary Theory of Economic Change. Harvard University Press, 1982. LR

Norris, D.M., Lasher, W.F., Brandt, F.S., ERIC: Higher Education Research Report No. 10, 1977. LR

Northcott, J., Rogers, P., Microelectronics in British Industry, The Pattern of Change. Policy Studies Institute, March 1984. IM

Northcott, J. et al., Microelectronics in Industry, An International Comparison: Britain, Germany, France. Policy Studies Institute & Anglo-German Foundation, January 1985. IM

Northcott, J., Microelectronics in Industry: Promise and Performance, Policy Studies Institute, June 1986. IM

NORWAY: Ministry of Cultural & Scientific Affairs, Oslo, 1986: On Scientific Research in Norway. White Paper No. 60 (1984-85). AR

- Nussbaum, B., Needed: Human Capital. Business Week, 19.9.1988., pp 44-47. IM
- O'Brien, R., Technology and Industrial Development: The Irish Electronics Industry in the International context. In: Fitzpatrick, J. & Kelly, J. (ed), Perspectives on Irish Industry. Irish Management Institute, 1986. IM
- OECD: Educational Trends in the 1970's. A Quantitative Analysis, Paris, 1984 AR
- OECD: Education in OECD Countries 1984-5. Comparative Statistics, Paris, 1988 AR/ST
- OECD, Human Resource Development Manpower Forecasting in Educational Planning. IEP/MRP. Joint Meeting, Dec. 1965. IM
- OECD: Resources of Scientific & Technical Personnel in OECD Area. Data on 1970. ST
- OECD: Innovation in Small and Medium Enterprises. Paris, 1982. AR
- OECD: Changing Skill Requirements & Training needs; Paper prepared by Canadian authorities for OECD Intergovernment conference on Employment Growth in context of Structural Change. Paris, Febr. 1984. IM
- OECD: Intergovernment Conference on Employment Growth in the Context of Structural Change: National Statement by Japan, February 1984. LR
- OECD: Microelectronics, Robotics and Jobs. ICCP Report No. 7, Paris, 1982. AR
- OECD: Information Technology and Economic Perspectives (ITEP), Part II, Analytical Summary, Paris, 1986. IM
- OECD: Information Activities, Electronics and Telecommunications Technologies: Impacts on Employment, Growth and Trade, Paris, 1984. IM
- OECD: Employment and Technology, unpublished report, Paris, June 1986. IM

- OECD: Employment in the Public Sector, Paris, 1982. AR
- OECD: Employment Outlook, Paris, Different Years IM,ST
- OECD: Innovation Policy in Ireland, Paris, 1987 b. IM
- OECD: Trade in High-Technology Products. Unpublished Report, Paris, 1984. AR
- OECD: New Technologies in the 1990's: A Socio-economic Strategy. Paris, 1988. IM
- OECD: Human Resources and Corporate Strategy. Technological Change in Banks & Insurance Companies.: France, Germany, Japan, Sweden, USA. Paris, 1988. AR
- OECD: Availability and Need for Research Manpower: Activities in OECD Countries -- Survey Report (Group on Science, Technology & Industry (DSTI/SPR/88.43, Rev. 1, 2 Feb. 1989). AN
- OECD: Conclusions of the Workshop on Technological Innovation Policy in Less Industrialised Member Countries, Paris, 1984. IM
- OECD: CSTP Group on Science, Technology & Competitiveness: The Specific Problems of Small Countries. Unpublished report, Paris, 1983. IM
- OECD: Center for Educational Research & Innovation: The Development & Utilisation of Human Resources in the context of Technological Change and Industrial Restructuring, Synthesis of the Case Studies in Phase III of the CERI Human Resources Project: Preliminary Findings and emerging Issues and Trends (CERI/CW/84.11, Rev.1). AN
- OECD: Education and the Economy in a Changing Society. Paris, 1989. IM
- OECD: Government Research Establishments, Paris, 1988. AR
- OECD: Science and Technology Indicators: Resources devoted to R & D. Paris, 1984. dito Recent results, 1981 - 1986, Paris. AR

- OECD: Labour Market Policies in Less Industrialised Countries, MAS (79)
18. 9.10. 1979. LR
- OECD: Postgraduate Education in the 1980's, Paris, 1987. IM
- OECD: Proceedings of High Level Conference on International Cooperation
in Science & Technology among OECD Member Countries, Tokyo, November
1983. AR
- OECD, DSTI: Supply of and Demand for High-Level Research Staff:
Forecasts and Action required. Summary & Conclusions of the Workshop on
Assessing the Availability and Need for Research Manpower. Paris 24-
25.10.1988. (DSTI/SPR/89. ,15.2.1989.) AN
- Ostermann, P., Employment Futures: Reorganisation, Dislocation and
Public Policy Oxford University Press, 1988. IM
- OTA: Computerised Manufacturing Automation: Employment, Education and
the Work Place (Summary in: Economic Impact 1985/1 pp 15-21.). IM
- Pack, H., Learning and Productivity Change in Developing Countries.
University of Pennsylvania, 1988, Typescript. IM
- Paikes, A., Nitzan, S., Optimum Contracts for Research Personnel.
Research Employment and the Establishment of 'Rival' Enterprises.
Journal of Labor Economics, 1.10.1983, pp 345-365. LR
- Palmer, L., Technical Change & Employment in Warehouses in Sweden, A
Pilot Study, Discussion Paper No 157, Research Policy Studies, Lund,
1983. AR
- Palmer, L. et al., Perspectives on Technological Change and Employment,
Technology & Development Discussion Paper No. 167, Research Policy
Institute, University of Lund, Sept. 1984. IM
- Patel, P. & Pavitt, K., Measuring Europe's Technological Performance:
Results and Prospects. In: Ergas, H., op. cit., Brussels, 1986. IM

- Patel, P. & Soete, L., Technological Trends & Employment in UK Manufacturing Sector. In: Freeman, C. & Soete L., Technological Change & Full Employment, B. Blackwell, London, 1986 IM
- Patrick, H. (ed), Japan's High-Tec Industries: Lessons & Limitations of Industrial Policy University of Tokyo Press, 1986. AR
- Pavitt, K., Patterns of Technological Change - Evidence, Theory & Policy Implications. Papers in Science, Technology & Public Policy, No. 3, SPRU, London 1983. AR
- Pavitt, K., (Ed.), Technological Innovation and British Economic Performance, Mc Millan, London, 1980. IM
- Pearonsick, V.A., The Job Outlook through 1996. Industrial Output and Employment. Monthly Labor Review (US), Nov. 1983. IM
- Pearonsick, V.A., A second look at Industrial Output and Employment trends through 1996. Monthly Labor Review (US), 1985. PM
- Perlberg, A., Israeli, R., Prediction of Academic Success: In: Technion Longitudinal Researches 1960-1976. Technion, Haifa, 1981. AR
- Pomfrett, S., et al., Work Organisation - Implications of Word Processing. University of Technology, Loughborough, 1984. IM
- Prentis, M., The Impact of Information Technology on Employment in Canada. A review of Current Research, in: Microelectronics, Productivity and Employment, OECD, Paris, 1981. AR
- Psarcharopoulos, G., (ed), Economics of Education: Research & Studies, Pergamon Press, 1987. AR
- Psarcharopoulos, G., Earnings and Education in OECD Countries. Paris, 1975. AR

- Psarcharapoulos, G., Education. the Search for a new Consensus. OECD Observer, No. 154, X/XI 1988. AN
- Psarcharapoulos, G., et.al., Manpower Issues in Educational Investment: A Consideration of Planning Processes and Techniques. World Bank Staff Working Papers 624, 1983. IM
- Psarcharapoulos, G., et.al., Education for Development: An Analysis of Investment Choices. World Bank Publications, Oxford University Press, 1985. AR
- Pure Glen, How Severe is Australia's Science and Engineering "Brain Drain"?, Search, v. 19, No. 2., 1988. IM
- Quester, A.O., Men and Women in Science & Engineering Occupations. Center for Naval Analysis, Alexandria, Va., 1984. AR
- Rajan, A., Office Technology and Clerical Skills, Futures, Aug. 1985. AR
- Richie, R., et.al., Hi-Tec Today and Tomorrow: A Small Slice of the Employment Pie. Monthly Labor Review (US), Nov. 1983. IM
- Robertson, JAS., et.al., Structure & Employment Prospects of the Service Industries. Research Paper No. 30, UK Department of Employment, July 1982. IM
- Roessner, JD., Impact of Office Automation on Office Workers. Prepared for the Employment and Training Administration, US Department of Labor, Washington, 1984. AR
- Rojot, J., Employer's Response to Technological Change. Report to the 7th World Congress of the International Industrial Relations Research Association, Hamburg, 1.-4.9.1986. IM
- Rojot, J., Accords collectives et flexibilit e de la main d'oeuvre. Les cahiers de la Fondation Europe et Societe. No. 4, Jan. 1987. AR
- Rosenberg, N., Perspectives on Technology, Cambridge, UK, 1976. IM

Ross, C.W., An Investigation into the Empirical Literature Pertaining to the Science and Engineering Labor Market. Georgetown University, Washington DC, 1988. IM

Rumberger, R.W., High Technology and Job Loss. Technology in Society, v.6,1984. IM

Rumberger, RW., Levin, HM., Forecasting the Impact of New Technologies on the Future Job Market. Technological Forecasting and Social Change, 27, 1985. IM

Sahal, D., Patterns of Technological Innovation, Addison-Wesley, 1981. IM

Saunders, N.C., Sensitivity of BLS Economic Projections to Economic Variables. MLR, Dec.1986. AR

Saunders, N.C., Economic Projections to the Year 2000, MLR, Sept. 1987. (USA) AR

Saviotti, P, Metcalfe, JS., A Theoretical Approach to the Construction of Technological Output Indicators. Research Policy, 13, 141, 1984. IM

Scherer, F., Inter-Industry Technology Flows in the US. Research Policy, v. 11, 1982, pp 227-245 AR

Schultz, T.W., Investing in People -- The Economics of Population Quality, University of California Press, Berkeley, 1981. AR

Schweizerische Hochschul Konferenz, Hochschulplanungskommission, Bern, 1987. 'Schweizerische Hochschulen in 1988 - 1991. AR

Science and Engineering Indicators 1987 NSF - USA, Washington, different years. IM

Science and Technology Data Books (last) - NSF - USA - Bureau of Census ST

Sciverras, E., International Competition and the UK Electronics

- Industry. Electronic Engineering, March 1979. AR
- Sciverras,E. e.a., Competition, Technical Change and Manpower in Electronic Capital Equipment: A Study of the UK Minicomputer Industry, SPRU occasional paper series, No. 8, Sept. 1978 IM
- Sciverras,E. e.a., The theory of the firm, technical change, manpower and competitiveness: Some theoretical foundations for industrial policy studies, Science Policy Research Unit, mimeo, 1977. AR
- Senker, P., Hugget, C., Technology and Manpower in the UK Engineering Industry. An Interim Report EITB Occasional Paper No. 3, 1973. AR
- Senker, P., et.al., Technological Change, Structural Change and Manpower in the UK Toolmaking Industry, EITB Research Paper No. 2, 1976. AR
- Senker, P., Competition, Technical Change and Skilled Manpower in Small Engineering Firms: A Study of UK Precision Press Tool Manufactures, Report prepared for EITB Science Policy Research Unit,mimeo, Feb. 1979. IM
- Senker, P., Microprocessors need Skills plus Planning, Rhe Engineer 15.3.1979. IM
- Senker, P., Social Implications of Automation, The Industrial Robot, June 1979. AR
- Senker, P., Manpower and Skill Implications of Technological Change in the Engineering Industry, Paper prepared for Manpower Society Conference: The Challenge of Change, Sept. 1979. IM
- Senker, P., Competition, Technological Change and Structural Change in the Toolmaking Industry, Paper presented to the NRDO/IPRODE/GITMA Joint Seminary on Toolmaking. The Way Shead, 23.1.1980 AR

Senker, P., Skill Requirements for Assembly Automation. Paper presented at the First International Conference on Assembly Automation. 25-27.3.1980. IM

Senker, P., Barriers to Automation, Paper presented to the Institute of Production Engineers, Manufacturing Systems Activity Group Seminar, Development of Integrated Manufacturing Systems, Birmingham, 9.10.1980. AR

Senker, P., Maintenance Skills and Automation. Paper presented at Robots 81/2. International Conference on Assembly Automation, Brighton, 18.-21.5.1981. IM

Senker, P., Impacts of Technological Change on Skills in the Engineering Industry. Vocational Training Bulletin, No. 5, May 1981. pp 15-56. IM

Senker, P., Technological Change, Employment and International Competition. Futures June 1981 pp 159-170. AR

Senker, P., Trends in the Introduction of Microtechnology in the UK and its Impact on Employment and Skills. A Review of Recent Research prepared for the Manpower Service Commission, mimeo, Sept. 1981. IM

Senker, P., et.al., Maintenance Skills in the Engineering Industry: The Influence of Technological Change, Engineering Industry Training Board, Occasional Paper No.8, 1981, 1985. IM

Senker, P., Chips and Unemployment. Auew Journal, Jan. 1982. AR

Senker, P., Microelectronics: Chipping away at Jobs. Auew Journal, March 1982. IM

Senker, P., Machinshop Automation. Auew Journal, May 1982. AR

Senker, P., Living with Robot Rule, The DOG Guide to Engineering. 1982. IM

Senker, P., Arnold, E., Implication of CAD/CAM for Training in the Engineering Industry, CAD Education 1982. Proceedings of 2. International Conference on CAD/CAM Education & Training, 19.7.1982. IM

Senker, P., Arnold, E., The effects of CAD on Manpower & Skills in the UK Engineering Industry, Proceedings of International Conference On Man/Machine Systems, 1982. IM

Senker, P., Microelectronics and Maintenance. Auew Journal, July 1982. IM

Senker, P., Some Problems in Justifying CAD/CAM. Proc. of the 2. European Conference on Automated Manufacturing (Automan 83), Birmingham 16-19.5. 1983. pp 59-66. IM

Senker, P., Technical Change and Women's Engineering Jobs. In: EOC Research Bulletin 7, Summer 1983. AR

Senker, P., Social and Economic Impacts of Automation. Japanese Society of Mechanical Engineers Journal, Oct. 1983. AR

Senker, P., Some Problems in Implementing Computer-aided Engineering - A General Review. Computer-aided Engineering Journal, v. 1, No. 1, Nov. 1983. IM

Senker, P., Training for Automation, ch. 7. In M. Warner (ed), Microprocessors, Manpower and Society. Gower, 1984. IM

Senker, P., Engineering Skills in the Robot Age. Chapter 9 in: Marstrand, P., (ed), New Technology and the Future of Work and Skills. Francis Pinter, 1984. IM

Senker, P., The Management of Microprocessor Technology in the Engineering Industry, Management Research News, v. 7, No. 1, 1984. pp 15-18. IM

Senker, P., Coping with New Technology: The Need for Training. Paper presented at International Conference on Human Factors in Manufacturing, London, 3.-5.4. 1984. AR

Senker, P., Implications of CAD/CAM for Management. Omega, v. 12, No. 3, 1984. pp 225-231. IM

Senker, P., (ed), Learning to Use Microelectronics: A Review of Empirical Research on Implications of Microelectronics for Work Organisation, Skills & Industrial relations, National Economic Development Office, 1984. IM

Senker, P., Beesley, M., Computer-aided Production and Inventory Control Systems: Training Needs for Successful Implementation. Engineering Industry Training Board Occasional Paper No. 13, 1985. IM

Senker, P., et.al., Employment and Training of Software Engineering Technicians. Report of a local collaborative Project. Brighton College of Technology, 1985. IM

Senker, P., (ed), Planning for Microelectronics in the Work Place, Gower 1985. IM

Senker, P., New Technologies and Decentralisation. Abridged Report to SEEDA on the UK Case Studies. 1985. AR

Senker, P., Brady, T., Skills for Automation: The Maintenance Training Gap. Paper presented at 2. International Conference on Human Factors in Manufacturing, Stuttgart, June 1985. IM

Senker, P., Beesley, M., Computerised Production and Inventory Control Systems: Some Skill and Employment Implications. Industrial Relations Journal, v. 16, No. 3, 1985. pp 52-57. IM

Senker, P., Automation and Maintenance Training, Robotica, v. 4, 1986, pp 47-50. IM

Senker, P., Education and Labour Markets: The Challenge of Technological Change. In: Parkes, D.L., et.al., (ed), Invited Paper for European Community Symposium: Education/Training and Labour Market Policy. The Netherlands, 28.-30.4. 1986. IM

Senker, P., Beesley, The Need for Skills in the Factory of the Future. New Technology, Work and Employment, v. 1, No. 1, Spring 1986. pp 9-17.

IM

Senker, P., The Technical and Vocational Education Initiative and economic performance in the UK : An initial assessment. Journal of Education Policy, v.1, No.4, 1986.

AR

Senker, P., Production Organisation in Britain - A brief Review prepared for Meeting of Berkley Roundtable on the International Economy. Sept. 1986.

AR

Senker, P., Clear Objectives, not gimmicks, Manpower Policy and Practice, Winter 1986, pp 19-20

AR

Senker, P., Towards the Automatic Factory?: The Need for Training. IFS Ltd., Bedford, 1986.

IM

Senker, P., Skill Shortages. Submission to the House of Commons Select Committee on Employment. January 1987.

AR

Senker, P., The Uncertainty Principle in Education and Training - Physicists and Britain's Economic Crisis. Physics in Technology, v.18. No.3, May 1987. pp 114-9.

LR

Senker, P., Information Technology and Training in Small Manufacturing Firms in Japan and England. An Interim Report for the Engineering Industry Board Jan. 1988.

IM

Senker, P., Priorities for Policy Research on IT Skills. Paper for Bath PICT Workshop, Feb. 1988.

IM

Senker, P., Vandervelde, M., The Influence of Technological Change on Maintenance Skills in the Engineering Industry. Paper presented at 12th National Maintenance Engineering Conference, London, 15/16. 3. 1988. IM

Senker, P., Training Implications of Information Technology in Small Firms in Japan and Britain. Interim Report for the Engineering Industry Training Board, March 1988.

IM

Senker, P., Technical Change, Work Organisation and Training: Some Issues Relating to the Role of Market Forces. *New Technology, Work and Employment*, v. 4, No. 1, Spring 1988, pp 46-53. AR

Senker, P., Skills and Training in the Use of New Materials. Report prepared for the Engineering Industry Training Board, Aug. 1988. IM

Senker, P., Assessing and Meeting Training Needs. Summary of talk to Industrial Society. 8. Dec. 1988. AR

Senker, P., et.al., Electronics on the Shop Floor. A Report on Electronics, Skills and Training in the Engineering Industry in England and Wales. EITB, Rc 21, 1988. IM

Senker, P., et.al., Expert Systems: Present State and Future Trends: Impact on Employment and Skill Requirements.(Three Case Studies). ILO, Geneva, 1988. IM

Senker, P., International Competition, Technical Change and Training. *Papers in Science, Technology and Public Policy*, No. 17, Imperial College, Science Policy Research Unit, 1988. AR

Senker, P., e.a., Some Implications of Expert Systems for Work. Paper presented at Expert Systems in Industry and Services Workshop, Chicago, Jan. 1989. AR

Senker, P., The Maintenance Skills required for Modern Technology. Paper presented at EOLAS Seminar on Multiskilling in Maintenance, Dublin, 18.5.1989. IM

Senker, P., Brady, T., Corporate Strategy: Skill, Education and Training. In: Dodgson, M., (ed), *Technology, Strategy and the Firm*. Longman, 1989. IM

Senker, P., The Technical and Vocational Education Initiative: Evaluation, Economic Policy and Ideology. Chapter for Hopkins, D., (ed), *TVEI at the Change of Life Clevedon*, Avon: Multilingual Matters, 1989. IM

- Senker, P., et.al., Working with Expert Systems. AI & Society, 1989. AR
- Senker, P., Braun, E., New Technology and Employment, Manpower Service Commission, 1982. IM
- Senker, P., Jahoda, M., The effects of Technological Change on Society and Work, National Electronics Review, 1983. AR
- Senker, P., et.al., Maintenance Skills in the Engineering Industry: The Influence of Technological Change, Engineering Industry Training Board, 1981. IM
- Senker, P. et.al., An Anotated Bibliography on the Relationship between Technological Change and Educational Development: UNESCO, International Institute for Educational Planning, 1980. IM
- Shahar, A., Report on the State Needs of Academic Training in Architecture and Physical Design. Jerusalem, Council for Higher Education, 1986. AN
- Shaliv, A., The Occupational Mix of Industrial Manpower in Israel, 1968-1987. Jerusalem Institute for Israel Studies, Jerusalem, 1989. AN
- Shaliv, A., International Comparisons of the Occupational Mix of Industrial Manpower, 1960-1983. Jerusalem Institute for Israel Studies, Jerusalem, in preparation (1990). AN
- Shelp, R.K., et al., Service, Industries and Economic Development. 1984, Praeger Press of Celanese and Government Appointed Industry Sector Advisory Committee on Services and Coordinating committee of the Coalition of Service Industries, 1984. LR
- Shiloh, S., Using Hadassa Institute Tests to predict Competitive University Grades. Jerusalem, 1980. (internal Report). LR
- Shinan, L., Nageraja, R.K., Supply & Demand for Professional & Technological Manpower in Israel. MIT, June 1979. Policy Discussion Project. AN

Shor, S., Statistical follow-up study of Kibbuz Arzi in service training courses, 1970-1980. Ofkei Haskala 37-38, May 1981. pp 8-16. LR

Shor, S., The annual statistical follow-up of trainees in the Kibbuz Arzi - problems and significance. In: Ofke Haskala, 44-45, 1983: pp 11-20. LR

Sikron, M., Trends in Israel's Academic Labor Force. In: Zionism, Expression of Jewish Solidarity, Jewish Agency, Jerusalem, 1976. pp 83-95. LR

Simmonds, P., Senker, P., A Review of Technical and Economic Trends in CAD/CAM. Paper presented at the International CAD Congress, Munich, Oct. 1988. IM

Simmonds, P., Senker, P., Skills Implications of CAD. Paper presented at the 2. International Conference on Industrial Engineering, Nancy, France, 12.-14. Dec. 1988. IM

Simmonds, P., Senker, P., Skills and Training Implications of CAD/CAM. An Interim Report for the EITB, Feb. 1988. IM

Soete, L., Dosi, G., Technology and Employment in the Electronics Industry. Frances Pinter, London, 1983. IM

Soete, L. (ed): Technol. Trends & Employment, v. 3, Electronics & Communications. Gower Press, Aldershot, 1985.

SPAIN: Comision Interministerial de Ciencia y Tecnologia, Madrid, 1988. Plan Nacional de Investigacion Cientifica y Desarrollo Technologico. ST,IM

Stankiewics, R., The place of basic Technologies in the R & D Policies of the Small Industrialised Countries. In: Kristenen, P., Stankiewics, R. (ed.): Technology Policy and Industrial Development in Scandinavia, Research Policy Institute, Lund. 1982. AR

Stankiewicz, R., The Development of Genetic Engineering in Sweden. Research Policy Institute, The University of Lund, mimeo, 1985. IM

Stankiewicz, R., The Size and Age of Swedish Academic Research Groups and their Scientific Performance. Discussion Paper, No. 110, Research Policy Program, Lund University, Oct. 1977. IM

STAT, Indagine statistica sulla ricerca scientifica. Bull. mensile di statistica, No. 19. Roma, 1985. ITALY: ST

Stymne, B. et.al., A Model for relating Technology, Organisation and Employment Level. A Study of Computerisation in the Swedish Insurance Industry. Research Paper No. 6253. Ekonomiska Forstningsinstitut, Stockholm, 1983. AR

SWEDEN: Cabinet Office, Stockholm, 1987 Government Bill on Research-- Main Issues. LR

SWEDEN: Royal Academy of Engineering Sciences (IVA), Engineers for the Future. Stockholm. 1986. AR

Swords-Isherwood, N., Senker, P., Technology and Organisational Change in Machine Shops. Report prepared for EITB, Science Policy Research Unit, mimeo, May 1978. AR

Swords-Isherwood, N., Senker, P., (eds), Microelectronics and the Engineering Industry. The Need for Skills. Francis Pinter, Aug. 1980. IM

Swords-Isherwood, N., Senker, P., Management Resistance to the New Technology. In: Forester, T., (ed), The Microelectronics Revolution: The Complete Guide to the New Technology and its Impact on Society. Basil Blackwell, Oxford, 1980. AR

Tadmor, A., Forecasting Success and Failure in the Pharmacology Faculty. Analysis of Selection and Follow-up Processes. Psychology Department, Hebrew University Jerusalem, 1978. LR

Tadmor, A., Kohavi, Z., Libai, A., Singer, P. & Kohn, D., Engineering Education 2001. The Neaman Press, Tehnion, Haifa, 1987. IM

- Teich, A.H., Gold, B., Education in Science, Engineering and Public Policy: A Stocktaking. American Association for the Advancement of Science, Washington DC, March 1986. AR
- Teubal, M., Innovation Performance, Learning and Government Policy. University of Wisconsin Press, 1987 AR
- Texhetter, J., An evaluation of B.L.S, projections of 1980 industry employment. Monthly Labor Review, Aug. 1984, pp 12-22. AR
- Thurow. L., Technological Unemployment and Occupational Education, In: T.F. Powers (ed), Educating for Careers: University Park, Pennsylvania State, 1977. IM
- Thurow, L., Investment in Human Capital. Wadsworth Series in Labour Economics & Industrial Relations, California, 1971. AR
- Tidd, J., The Introduction and Management of Robotic Assembly in the UK: Some Organisational and Skills Implications. Report for the EITB, July, 1988. IM
- Tirole, J., cit. in Freeman/Soete (1986)
- Tisdell, C., Science and Technology Policy Priorities of Government. Chapman & Hall, London, 1982. IM
- Townsend, J., e.a., Science and Technology Indicators for the UK, Innovations in Britain since 1945. SPRU Occasional Paper Series No. 16, University of Sussex, 1981. IM
- Triger, J., Porath, I., A Follow-up Study of the Selection process of Computer Engineering Students. Employment Service, Tel-Aviv, 1982 IM
- Trittemel, W., Mikroelektronik in der Oesterreichischen Industrie. Verein Oesterreichischer Industrieller, Wien, November 1986. IM
- Twiss, B., Managing Technological Innovation. Longman, London, 1980. IM

- Tyson, L.D., et.al. (ed), The Dynamics of Trade and Employment. Ballinger Publications Cambridge, Mass., 1988. LR
- UK: Department of Education & Science, London, 1986. Projections of Demand for Higher Education in Great Britain 1986 - 2000. ST,IM
- UK Department of Education & Science: Students from Abroad in Great Britain 1982 - 1984; Statistical Bulletin, London June 1984 & October 1986. AR,ST
- UK Department of Trade & Industry, Employment & Technological Change; The Case of Microelectronics based Production Technology in UK Manufacturing Industry, Government Economic Service Working Paper No. 74, London, 1984. Institute of Economic Research, Warwick University. IM
- UK: Institute of Manpower Studies: Contract Researchers in Universities. Brighton, 1987. AR
- UK: Institute of Manpower Studies: The IT Manpower Monitor - 1988. Brighton, 1988. IM
- UK Government: Her Majesty's Stationery Office: Higher Education -- Meeting the Challenge. Cm 114, London, 1985. AR
- UK: University Statistics, Students & Staff. Universities Grants Commission, London, annual publication 1981 - 1986. AR,ST
- UNESCO: Statistical Yearbook yearly 1974 - 1989, Paris. AR,ST
- UNESCO: Statistical Yearbook 1987: Education at Third Level. ##(Tables 3.13, 3.14, 5.19, 5.4, 5.9) ST
- UNESCO: Statistical Reports & Studies, No. 18, 21, 27: Statistics of Students Abroad, 1968 - 1978. Paris, 1971, 1976, 1982 AR,ST
- US: Institute of International Education, Open Doors, Annual Publication, N.Y. 1954-87 & Profiles, Semi-Ann. Publ., N.Y., 1983-86. On foreign Doctorate Recipients. ST,AR

- US: Scientists and Engineers/ yearly (last), NRC. ST
- US Department of Labor, Bureau of Labor Statistics: Occupational Outlook Handbook, 1986/1987, 19th edition, April 1986. IM
- US Department of Labor, Bureau of Labor Statistics, 1986: Employment Projections for 1995. Data & Methods, BLS, Bulletin 2253. ST,IM
- US Department of Labor, Bureau of Labor Statistics: Occupational Projection & Training Data, 1988 ed. ST
- US: Bureau of Labor Statistics: Occupational Employment in Mining, Construction, Finance and Services. Bulletin 2186: Department of Labor, Washington DC, Feb. 1984. IM
- US: Bureau of Labor Statistics: Occupational Employment in Transportation, Communications, Utilities and Trade. Bulletin 2220: Department of Labor, Washington DC, Dec. 1984. IM
- US Congress, Office of Technology Assessment, Washington, 1988: Educating Scientists and Engineers -- Grade School to Grad School. IM
- US Congress, Office of Technology Assessment, Computerised Manufacturing Automation. Employment Education and the Work Force, Washington April 1984.OTA-CIT-235. IM
- US Congress, Office of Technology Assessment, Demographic Trends and the Scientific and Engineering Work Force. Technical Memorandum, Washington, 1985. IM
- US Congress, Office of Technology Assessment, Educating Scientists and Engineers. Washington, 1987. IM
- US Department of Commerce, Bureau of the Census: 1980 Census of Population, Detailed Population Characteristics, US Summary, Section A, US, v.1, ch.D, p. 1, T. 283: Occupation of Employed Persons by Industry. pp 1-322-327. ST

- US Department of Education, 1985. Trends in Education AR
- US: National Academy of Sciences: Personnel Data Needs for the 1990's. Washington, 1988. ST
- US: National Research Council: Labor-Market Conditions foer Engineers: Is there a Shortage? 1984 LR
- US: National Research Council: Office of Scientific & Engineering Personnel: The Effects on Quality of Adjustments in Engineering Labor Markets. Washington DC , 1988. Committee to study Engineering Labor Market Adjustments. IM
- Vandervelde M, Senker P., Coping with Technological Change. Maintenance, v. 3, No. 2, June/Juky 1988. pp 9-14. AR
- Vardi, M., An evaluation of tests for the selection of candidates for studying educational counseling. Hebrew University, Jerusalem, 1982. LR
- Vetter, B.M., Jensen-Fisher, S., Guide to Data on Scientists & Engineers. Scientific Manpower Commission, Washington DC, 1984. AR
- Vickery, G., Campbell, D., Advanced Manufacturing Technology and the Organisation of Work. in: STI Review No. 6, OECD, Paris, 1989. IM
- Walsh, V., Swords-Isherwood, N., Women in Engineering. Labour Research, Apr. 1981. AR
- Walsh, W.M, et.al., Technical Change and Skilled Manpower Needs in the Plastics Processing Industry, SPRU, Occ. Pap. No. 11, 1980. Science Policy Research Unit, Sussex University IM
- Walsh, W.M., Roy, R., Plastics Productas: Good Design, Innovation and Business Success. Open University Press, Manchester, 1983. AR
- Walter, Y., On Scientific Manpower. Forecasts from the Viewpoint of a Dismal Scientist. pp 1-60. AR

- Way, P.O., Jamison, E.: Scientists & Engineers in Industrialised Countries. A Comparison of Characteristics for France, Western Germany, Japan, the UK and the US. Center for International Research, US Bureau of the Census, Department of Commerce, Washington DC, Nov. 1986. IM
- Westphal, L.E., et.al., Reflections on Korea's Acquisition of Technological Capability. World Bank, Washington DC, 1983. AR
- Williams, R. et.al., Government and Technology. Open University Press, Manchester, 1982. AR
- Williams, V., Employment Implications of New Technology. Employment Gazette, May 1984. IM
- Wilson, F., Whitley, J., Qualifying the Employment Effects of Microelectronics. Futures, vol. 14 No. 6, Dec. 1982. IM
- Wurzburg, G.K., Education, Economy and Political Will. OECD Observer, No. 154, X/XI 1988. LR
- Yamada, K., A Study of Forecast of Supply and Demand of Research Manpower in Future Society. Research Institute for Higher Education, Hiroshima University, 1987. IM
- Yamamura, K., Yasuba, Y. (ed), The Political Economy of Japan. v.1: The Domestic Transformation. 1987. LR
- Youdi, R.V., Honcliff, K., (eds), Forecasting Skilled Manpower Needs: The Experience of Eleven Countries. UNESCO, International Institute for Educational Planning (IIEP), Paris, 1985. IM
- Zahlan, A.B., Science & Science Policy in the Arab World. Crown Helm Ltd., London, 1980 AR
- Zetterblom, G., Postgraduate Education in Sweden: Reforms and Results. European Journal of Education, v. 21, No. 3, 1986. LR
- Ziderman, A., World Bank (D. Katz).