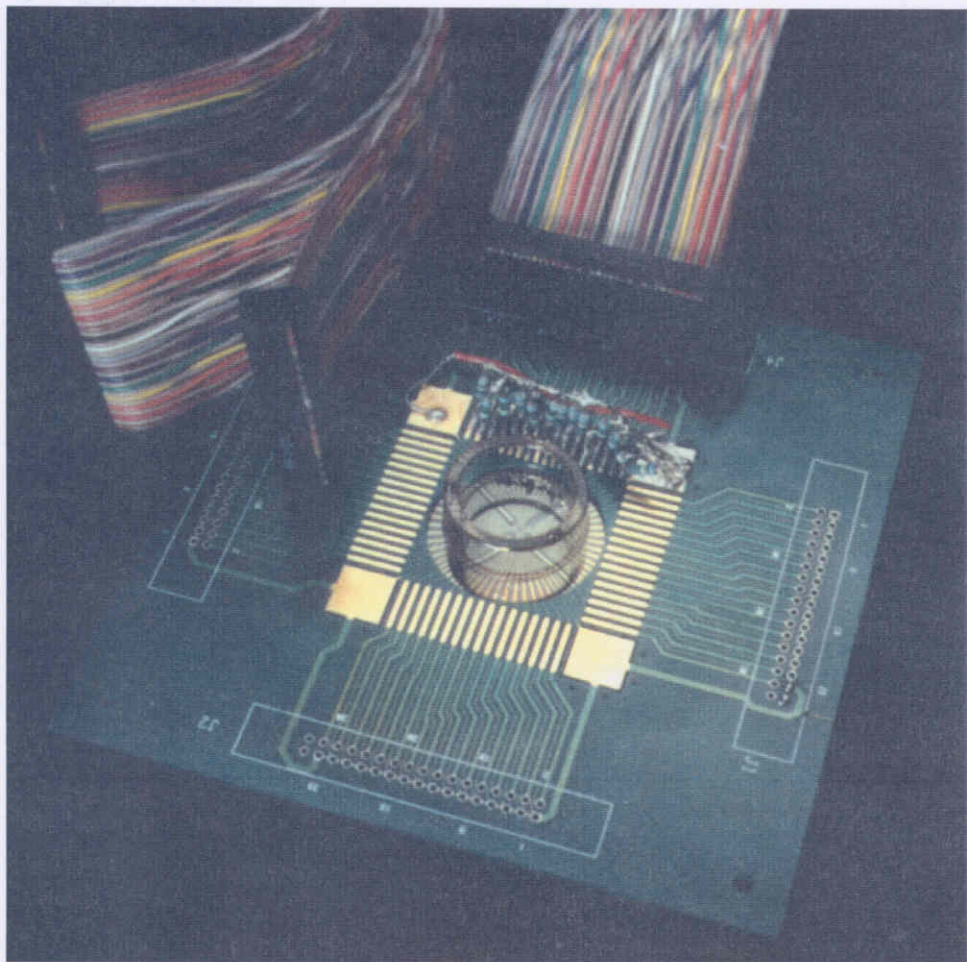


תרומת המדע לתעשייה האזרחית במדינת ישראל

ד"ר ראובן אשל



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





תרומת המדע לתעשייה האזרחית במדינת ישראל

מאת
ד"ר ראובן אשל

אוגוסט 1998

הדו"ח מאזכר כ-320 מוסדות וחברות ואת תרומתם המדעית לתעשייה של כ-180 אישים. מבין אלה בולטת, כצפוי, תרומת הטכניון ובוגריו: מסתבר שבוגרי הטכניון מובילים כנשיאים ומנכ"לים ברוב החברות שאוזכרו בדו"ח ובפרט בחברות עתירות הידע (HIGH TECH).

הבעת תודה

- בהכנת סקר זה היתה תרומה למוסדות ואנשים רבים. במיוחד יבואו על הברכה:
- נשיא הטכניון, פרופסור זאב תדמור, שיזם את הסקר והעיר הערות מועילות במהלכו.
 - אוניברסיטאות ומוסדות המחקר שסיפקו מידע רב ערך.
 - עשרות החברות ששיתפו פעולה באספקת נתונים וצילומים.
 - האישים הרבים שהסכימו להתראיין ושפכו אור על תרומות מדעיות בתחומיהם.
 - ואחרונים חביבים: גבי רחל בהר על עבודת ההדפסה הקפדנית ומר גרשון הרשקו מיחידת הדפוס על סריקת הצילומים הרבים.

תקציר

האקדמיה הישראלית למדעים יזמה סדרת ימי עיון על תרומת המדע למדינת ישראל במלאת לה חמישים שנה. במסגרת זו הזמין נשיא הטכניון, פרופסור זאב תדמור, סקר זה המוקדש לתרומת המדע לתעשייה, הבא להשלים סקר קודם על תרומת המדע לבטחון.

מאז קום המדינה גדל מספר הסטודנטים בארץ מ-3000 ל-120000, כלומר פי 40, בהשוואה לגידול אוכלוסייה פי שמונה בקירוב. כתוצאה מכך ומעלייה של אקדמאים רבים בשנת התשעים, הגיעה ישראל לשיא עולמי של מדענים ומהנדסים באוכלוסייה העובדת. הפוטנציאל האנושי הגדול הנ"ל הצטרף לתופעה כלל עולמית של התקרבות המדע לטכנולוגיה ויחד עם השקעות כספיים משמעותיות מהארץ ומחו"ל, הביאו לשינויים מרחיקי לכת בתעשייה הישראלית, שהתפתחה בארבעה שלבים:

- א. עד קום המדינה הוקמו בעיקר תעשיות אנרגיה (כגון חברת החשמל ובתי הזיקוק) ותעשיות בניין (נשר, וולקן, פניציה, נעמן, סולל בונה, אבן וסיד) כאשר הידע התעשייתי כולו מיובא.
- ב. מ-1948 עד 1967 הוקמו והורחבו מפעלי מזון, טקסטיל ותעשייה כימית, אך פרט להכשרת בוגרים הייתה לאקדמיה תרומה קטנה לתעשייה.
- ג. מ-1967 עד 1985 פרחתה התעשייה הביטחונית כתוצאה ישירה מהאמברגו הצרפתי מחד-גיסא וסיוע כספי אמריקני נדיב מאידך-גיסא. בתקופה זו נרקם קשר הולך ומתהדק בין האקדמיה לתעשיות הביטחון. שותפות זו הביאה להישגים מרשימים שתוארו בדו"ח קודם⁽⁹⁾.
- ד. מ-1985 ועד 1998 צומצמו תעשיות הביטחון לפחות מחצי כתוצאה מצמצום חריף בתקציב הביטחון. פורשי מערכת הביטחון חברו לחברי אקדמיה ומדענים עולים ויחד הקימו והרחיבו מאות מפעלי היי-טק המעסיקים כיום כמחצית מהעובדים בתעשייה; יותר משני שליש מהיצוא התעשייתי של מדינת ישראל נובע מהם.

הדו"ח סוקר את תרומת המדע לכל אחד מהענפים עד היום ומנסה גם להעריך אתגרים ותרומות בעתיד הנראה לעין. הענפים התעשייתיים הנסקרים הם: בניין, אנרגיה, תחבורה, כימיה, ביו-טכנולוגיה, הנדסה רפואית, אלקטרוניקה ותכנה.

תוכן העניינים

עמוד

1	התפתחות אוניברסיטאות המחקר בישראל מאז 1948	.1
5	התפתחות התעשייה בישראל מאז 1948	.2
17	תרומת המדע לתעשיית הבניין	.3
25	תרומת המדע לתעשיית המתכת והחומרים	.4
32	תרומת המדע לתעשיית האנרגיה והתחבורה	.5
39	תרומת המדע לתעשייה הכימית	.6
42	תרומת המדע לתעשיית הביוטכנולוגיה	.7
48	תרומת המדע להנדסה רפואית	.8
58	תרומת המדע לתעשיית האלקטרוניקה והתכנה	.9
72	סיכום	.10
73	מראי מקום	
75	אינדקס שמות מוסדות וחברות	
84	אינדקס שמות אישים	

רשימת ציורים

<u>עמוד</u>	<u>שם</u>	<u>מספר</u>
2	שיעור אקדמאים בארצות מפותחות	1.
3	מספר בעלי תואר שני ושלישי בהנדסה ומדעים בארצות מפותחות	2.
9	גידול היצוא התעשייתי בענפים מסורתיים ובהיי-טק	3.
10	יצוא תעשייתי ב-1995 לפי ענפים	4.
11	התפלגות המועסקים במשק הישראלי ב-1998	5.
19	צפיפות אוכלוסין במדינות מפותחות שונות	6.
20	אי מלאכותי עתידי מול חופי תל אביב	7.
21	רובוט לסיוע בבניית בתים מפיתוח הטכניון	8.
24	פרוייקט 2020	9.
26	מאיץ קופלר במכון ויצמן	10.
28	מפעל המגנזיום בים המלח	11.
30	גידול גבישים אורגנו-מתכתיים באוניברסיטת בן-גוריון	12.
31	מחקר על-מוליכות בטכניון	13.
33	מצבר אבץ-אוויר תוצרת חברת "דלק חשמלי"	14.
35	מתקן תוצרת "אורמת" לייצור חשמל מאנרגיית שמש	15.
36	מתקן לריכוז אנרגיית שמש על ידי מראות פרבוליות	16.
38	ארובת שרב לייצור חשמל והתפלת מים במדבר	17.
40	מתקן האשלג בים המלח	18.
41	מתקן הפקת הברוס בים המלח	19.
43	מעבדה בחברת "ביוטכנולוגיה"	20.
46	גידול משוער של אספקת דגה מהים	21.
49	ציוד הדמיה רפואית של חברת "אלסינט"	22.
50	טיפול עור בציוד של חברת "ESC"	23.
51	שקופי לב בציוד של חברת "פידליטי מדיקל"	24.
54	ציוד ניתוח תוצרת חברת "תעשיות לייזר"	25.
59	מכירות ויצוא ענף האלקטרוניקה בעשור החולף	26.
60	התפלגות כח אדם בענף האלקטרוניקה	27.
62	מערכת תקשורת תוצרת "מוטורולה-ישראל"	28.
63	טלפון סלולרי תוצרת "גאוטק"	29.
64	בדיקת מעגלים מודפסים במכונה תוצרת "אורבוטק"	30.
65	זפוס ממוחשב תוצרת "סאיטקס"	31.
67	מעבדה לאופטו-אלקטרוניקה בטכניון	32.
68	ביו-סנסור לחישובים אולטרא-מהירים שפותח בטכניון	33.

1. התפתחות אוניברסיטאות המחקר בישראל מ-1948

עם קום המדינה היו בארץ רק שתי אוניברסיטאות ומכון מחקר אחד:

א. הטכניון העברי בחיפה שנוסד ב-1924 והכשיר מהנדסים וארכיטקטים לתואר ראשון ותואר אינג'ינר. בעשרים המחזורים הראשונים שסיימו את לימודיהם עד קום המדינה סיימו 879 בוגרים מהם 605 עם תואר אינג'ינר⁽¹⁾.

ב. האוניברסיטה העברית בירושלים שנוסדה ב-1925 והכשירה לתואר ראשון בכל יתר המקצועות (רפואה, מדעים מדויקים, משפטים, מדעי החברה והרוח). מספר הבוגרים באוניברסיטה העברית היה בערך כפול, אך מעטים מאוד מהם פנו לתעשייה.

ג. מכון זיו למדע ברחובות (לימים מכון ויצמן) עסק במחקר מדע בסיסי בלבד וטרם הכשיר סטודנטים.

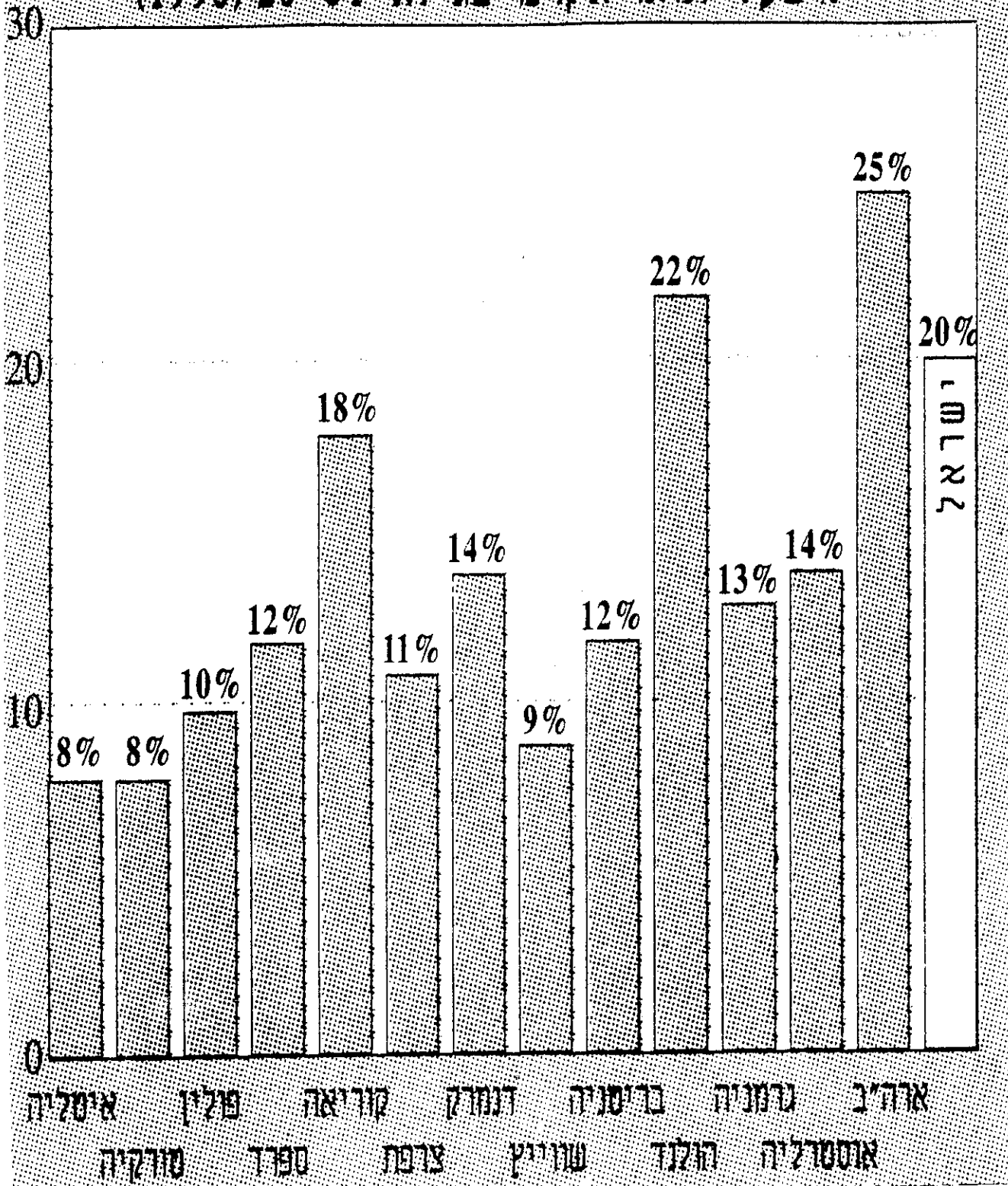
כפועל יוצא מהמצב הנ"ל הייתה התרומה לתעשייה כמעט באופן בלעדי על ידי הכשרת כח אדם מקצועי, בעיקר בטכניון, וגם שם במספרים קטנים: כך למשל למדו בטכניון ב-1947 (ערב מלחמת העצמאות) רק כ-500 סטודנטים להנדסה⁽¹⁾ שהיוו 0.8 פרומיל מהאוכלוסיה היהודית של אז⁽²⁾, בעוד שב-1995, למדו בארץ כ-12,000 סטודנטים להנדסה⁽³⁾ (ללא מכללות) שמהווים 2.4 פרומיל מהאוכלוסיה היהודית (כ-5 מיליון), דהיינו גידול יחסי פי שלושה!

תמונה עוד יותר מרשימה מתגלה כשמשווים את כלל ציבור הסטודנטים במדינה על פי המקורות הנ"ל:

שנה	סה"כ סטודנטים בכל התארים (כולל מכללות)	סה"כ אוכלוסיית ישראל (כולל מיעוטים)	% סטודנטים באוכלוסיה
1948	3,000	700,000	0.43%
1998	120,000	6,000,000	2.00%
גידול יחסי	40.0	8.57	4.67

בנוסף לגידול המרשים בשיעור הסטודנטים, קלטה מדינת ישראל בשנות התשעים ציבור עולים אקדמאי גדול מארצות ברית המועצות לשעבר וכך מתקבל שהשיעור הכולל של אקדמאים באוכלוסיית המדינה הינו כיום בין הגבוהים בעולם, אף בקרב הארצות המפותחות⁽⁴⁾,⁽⁵⁾ - ראה ציור מספר 1.

% בעלי תואר אקדמי בגילאי 25-64 (1995)



ציור מספר 1 - שיעור אקדמאים בארצות מפותחות ב-1995 - אחוז בעלי תואר אקדמי בני 25 עד 64^{(5), (4)}

עוד יותר מרשים מצבה היחסי הטוב של ישראל כיום במספר בעלי תואר שני ושלישי מתוך כלל אוכלוסיית המועסקים במשק: ציור 2⁽⁶⁾ מראה של ישראל שיא עולמי מרשים במספר היחסי של מהנדסים בעלי תואר שני ושלישי (4.2 מכל 10,000 עובדים) ומקום שני אחרי ארה"ב בבעלי תואר שני ושלישי במדעים (שניים מכל 10,000 עובדים).

ארץ	מדענים	מהנדסים	סה"כ
ישראל	2	4.2	6.2
ארה"ב	2.1	2.4	4.5
בריטניה	1.8	2	3.8
קנדה	1.5	1.6	3.1
שוויץ	0.3	1.6	1.9
יפן	1.5	0.2	1.7
גרמניה	0.4	0.9	1.3

ציור מספר 2 - מספר בעלי תואר שני ושלישי בהנדסה ובמדעים בארצות מפותחות לכל 10,000 עובדים⁽⁶⁾

תוצאה מדהימה זו נובעת הן מהעלייה מברה"מ והן מהגידול בשיעור הסטודנטים לתואר גבוה, שעלה מ-0% בקום המדינה ל-30% כיום. להלן פילוג הסטודנטים באוניברסיטאות המחקר ב-1994⁽³⁾:

אוניברסיטה	עברית	טכניון	ת"א	בר-אילן	חיפה	ב"ג	ויצמן	סה"כ
מספר סטודנטים בכל התארים	19,643	10,437	25,211	14,746	11,310	8,904	730	96,981
שיעור סטודנטים לתואר גבוה	38.6%	27.8%	33.2%	22.8%	19%	22.7%	100%	29.8%
מספר בוגרים מצטבר ⁽⁷⁾	90,000	40,000	90,000			27,800	3,300	

בנוסף לשבע אוניברסיטאות המחקר, נתרמת התעשייה כיום גם על ידי מכוני מחקר שונים במדינה, שרובם מכוונים לאומיים המעסיקים אלפי מדענים. בין אלה מן הדין למנות את המכוונים הבאים (רק שניים מהם ענו לשאלוני הסקר):

א)	המכון לחקר הימים והאגמים	-	חיפה/אילת
ב)	מכון המתכות	-	חיפה
ג)	מכון הפלסטיקה והגומי	-	חיפה
ד)	מכון הקרמיקה	-	חיפה
ה)	מכון וולקני לחקר חקלאי	-	רחובות
ו)	המכון הביולוגי	-	נס ציונה
ז)	מכון למחקר גרעיני (ממ"ג)	-	נחל שורק
ח)	קרית למחקר גרעיני (קמ"ג)	-	דימונה
ט)	המכון לחקר הנגב	-	שדה בוקר

ניתן לציין שתרומות האקדמיה ומכוני המחקר לתעשייה הן בארבעה מגזרים:

סוגי תרומות של האקדמיה לתעשייה

ייצור ידע חדש והעברתו

מחקרים מוזמנים
פטנטים (זכות שימוש)
חממות טכנולוגיות
פיתוח טכנולוגיות
קונסולציה עם תעשיות

הקניית ידע

תואר I, II, III
לימודי חוץ (קורסים)
ימי עיון
ארגון כנסים מדעיים
ארגון אגודות מקצועיות

שירותים לתעשייה

מבדקות
שירותי מעבדה
תקינה
מינוח עברי
תאגידים

מעבר מומחים

ייעוץ, ועדות ודירקטוריונים
שבתונים בארץ
הקמת חברות בנות
ייזום מפעלים חדשים
ניהול ועבודה בתעשייה
מדענים ראשיים וכו' במשרדי ממשלה

2. התפתחות התעשייה בישראל מ-1948

א. תקופת המנדט הבריטי

בתקופה זו הדגש היה על תעשייה כבדה, שהתפתחה במהירות מצרכנית של 1 מיליון קו"ט"ש ב-1926 ל-86 מיליון ב-1947⁽⁸⁾. דוגמאות:

- בתי הזיקוק בחיפה הוקמו על ידי חברת ICI הבריטית כחלק מאימפריית נפט שמקורה בבארות עיראק וסופה בצרכנים באירופה.
- חברת החשמל הוקמה על ידי פנחס רוטנברג, עולה מרוסיה.

הוקמו על ידי כור שנשלטה על ידי הסתדרות העובדים במטרה לקדם את העבודה העברית ובניית הארץ השוממה.

- מפעלי יציקה וולקן

- מפעלי זכוכית פניציה

- מפעל קרמיקה נעמן

- מחצבות אבן וסיד

- סולל בונה

- מפעלי מלט "נשר"

- מפעל "אשלג" בים

המלח

המפעלים האלה היו עתירי השקעות שבאו בעיקר מחו"ל, והתבססו על ידע שגם הוא נרכש בחו"ל. תפקידי המהנדסים במפעלים הצטמצם אפוא לתפעול ולתחזוקה. כח האדם ההנדסי הבכיר התבסס ברובו על העליות מרוסיה (בשנות העשרים) ומגרמניה (בשנות השלושים). אלה הצטרפו בוגרי הטכניון. שתי העובדות הנ"ל מסבירות מדוע יכלו להסתפק באותן שנים בכמה עשרות בוגרי טכניון לשנה.

ב. 1948 עד 1967

שני העשורים הראשונים למדינה הצטיינו בארבעה כיווני התפתחות תעשייתית:

- הרחבת תשתית הבנייה לצורך בניית השיכונים הרבים שנדרשו לקליטת העלייה בשנות קום המדינה.

למפעלים הקיימים התווספו:

* מפעלי צינורות המזרח התיכון

* מפעלי יובל-גד לצינורות בטון

- הקמת מפעלי מזון והרחבת הקיימים לסיפוק הצריכה העצמית:

* עלית

* תלמה

* טנא

* שטראוס

* ליבר

* אוסם

- הרחבת מפעלי "אתא" שהקים מולר בשנות השלושים

* פולגת

* דלתא

* כיתן

- הקמת תעשייה כימית לניצול אוצרות הטבע הבודדים שנתגלו בנגב:

* קונצרן כימיקלים לישראל (כולל מכתשים ודשנים)

* מפעלי תמנע להפקת נחושת

* מפעל הפוספטים באורון

* חיפה כימיקלים

* הרחבת מפעל האשלג בים המלח והקמת מפעל הברום

בתקופה זו גבר מאוד זרם הבוגרים והמוסמכים מהאוניברסיטאות לתעשייה, אך פרט לכך

היה הקשר לתעשייה האזרחית קלוש. האקדמיה נכנסה למחקרים בסיסיים שנתנו להן

אמנם מוניטין עולמי, אך פרט לשירותי מבדקות בטכניון, לא נעזרה התעשייה באקדמיה.

היו לעומת זאת מהנדסי תעשייה מנוסים שנקלטו בטכניון ובהם:

בפקולטה להנדסת מכונות:

פרופ' שלמה פרנק ז"ל - מפעלי ים המלח

פרופ' אילברג ז"ל - מכון התקנים

פרופ' קורט לוי ז"ל - "נשר"

פרופ' שמעון אשנר ז"ל - חברת החשמל

בפקולטה להנדסה כימית:

פרופ' זאב תדמור - רפא"ל

פרופ' דב כץ ז"ל - רפא"ל

פרופ' משה נרקיס - רפא"ל

פרופ' צבי ריגבי - רפא"ל

בפקולטה להנדסה אווירונאוטית:

- פרופ' אבינועם ליבאי
- התעשייה האווירית
- פרופ' שמואל מרחב
- רפא"ל

בפקולטה לחשמל

- פרופ' שטריקר ז"ל
- חברת החשמל
- פרופ' שטורק ז"ל
- חברת החשמל
- פרופ' משה זכאי
- רפא"ל
- פרופ' יעקב זיו
- רפא"ל
- פרופ' ישראל בר-דוד
- רפא"ל
- פרופ' אליעזר שן
- רפא"ל
- פרופ' אריה ארבל
- רפא"ל

ג. 1967 עד 1985

זוהי תקופת פריחתה של התעשייה הביטחונית בארץ: בעקבות הניצחון המזחיר במלחמת ששת הימים, חזר הביטחון העצמי ביכולתנו. לביטחון עצמי זה הצטרף צורך דחוף בפיתוח עצמי של מערכות נשק שנבע מהאמברגו הצרפתי, וסיוע כספי אמריקני נדיב.

כל אלה הביאו להרחבת התעשיות הביטחוניות הקיימות:

* התעשייה הצבאית (תע"ש)

* התעשייה האווירית (תע"א)

* הרשות לפיתוח אמצעי לחימה (רפא"ל)

* תדיראן

אל אלה הצטרפו מפעלים ביטחוניים חדשים ובהם:

* מנועי בית שמש

* אלישרא

* תעשיית אביזרי תעופה (תא"ת)

* אלביט

* אל-אופ (מיזוג של שני מפעלים אופטיים שונים ברחובות) ועוד.

מאות מפעלי מתכת ואלקטרוניקה עסקו בקבלנות משנה לנ"ל.

בתקופה זו נרקם קשר הדוק בין סגל האקדמיה ומעבדותיו לתעשיות הביטחון. השותפות הזו הביאה להישגים מרשימים שתוארו בדו"ח נפרד⁽⁹⁾.

במקביל, קמה בתעשייה הקיבוצית שרשרת מפעלי מתכת ופלסטיקה שגם היא נהנתה מתנופת העשייה הביטחונית ובמקביל ענתה לצורכי הקיבוצים עצמם.

ד. 1985 עד 1998

התכנית הכלכלית החדשה של ממשלת ישראל ב-1985 עצרה את האינפלציה הדוהרת, תוך קיצוץ חריף בתקציב הביטחון. תעשיות הביטחון נאלצו להצטמצם מחד-גיסא ולהרחיב יצוא מאידך-גיסא. היה זה תהליך כואב ויקר של פיטורי עשרות אלפים והסבתם לשוק האזרחי.

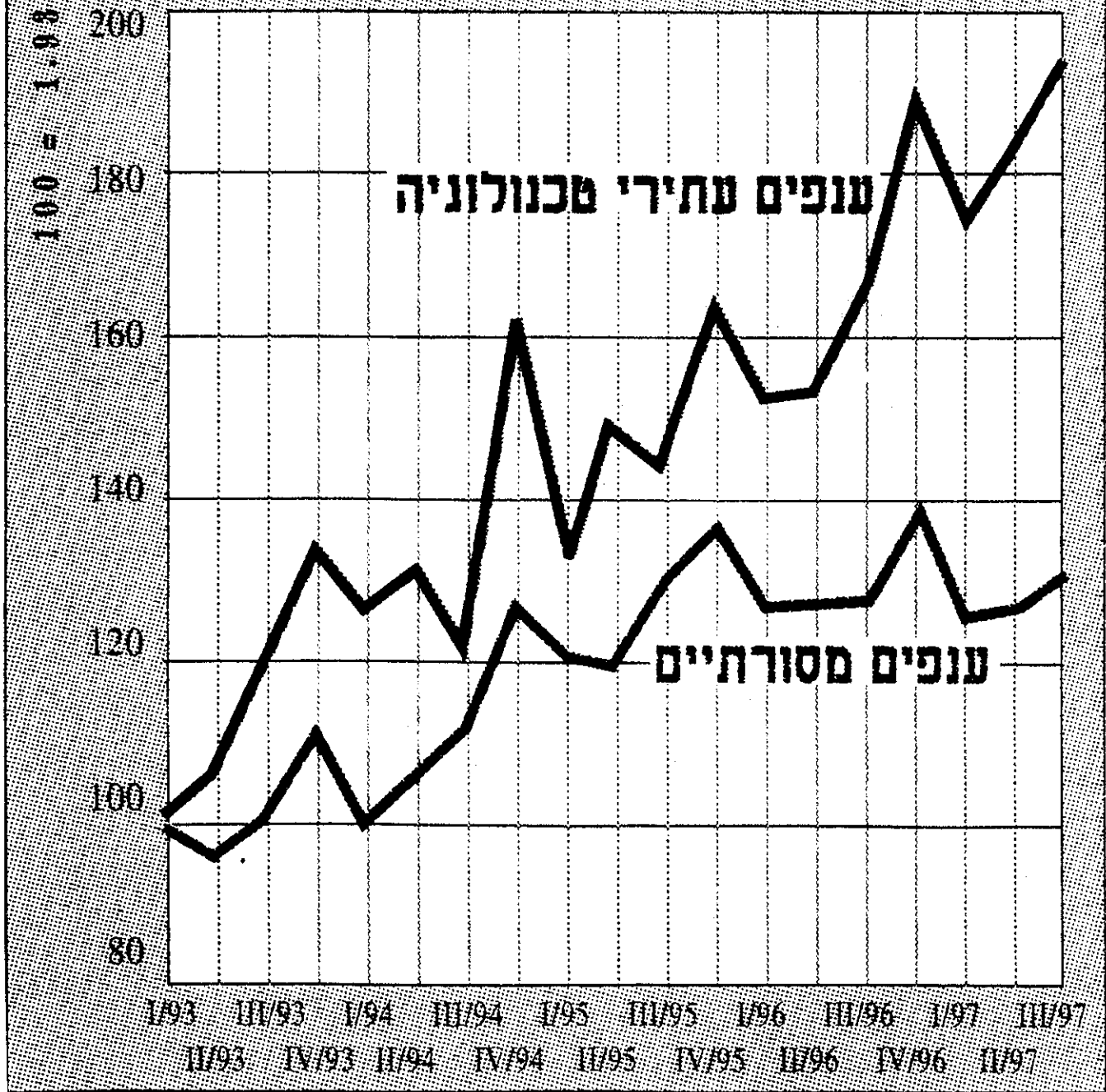
בתום שתיים-עשרה שנה ניתן לציין כי התהליך הכואב הביא עמו ברכה רבה לתעשייה עתירת הידע: בעוד שהניסיונות הפנימיים של תעשיות הביטחון לפתח קווי מוצר אזרחיים הצליח חלקית בלבד, הרי שהרבה מפורשי התעשיות הביטחוניות הפכו לעמודי התווך בתעשיות ההיי-טק ובמקרים רבים אף יזמו את הקמתן.

יוצאי תעשיות הביטחון ניצלו היטב את ניסיונם בטכנולוגיה מתקדמת, קשריהם באקדמיה ונכונות משרד התעשייה והמסחר להשקיע במחקר ופיתוח. כל שלושת הגורמים, יחד עם קליטת מדענים עולים רבים מברית המועצות לשעבר, הביא בשנות התשעים לפריחתה של תעשיית ההיי-טק בישראל. בתעשייה זו בולטים כמובילים וכמנהלים בוגרי האוניברסיטאות בכלל ובוגרי הטכניון בפרט. כיום יש בארץ מעל 100 בוגרי טכניון המשמשים כנשיאים או מנכ"לים של חברות גדולות במשק הישראלי [49].

על ההתפתחות המרשימה של הענפים עתירי הטכנולוגיה ניתן ללמוד מהגידול היחסי של היצוא שלהן לעומת הענפים המסורתיים, כפי שמשתקף בציור ⁽¹⁰⁾3 וההשוואה האבסולוטית בציור מספר ⁽⁶⁾4.

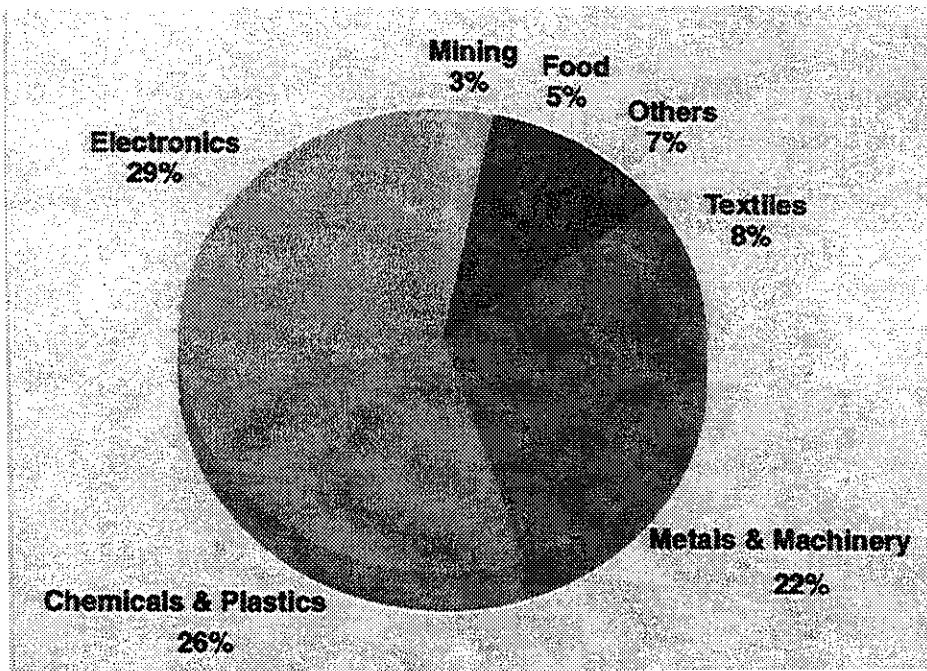
הייצוא התעשייתי

במונחים דולריים, נהווים רבשוניים

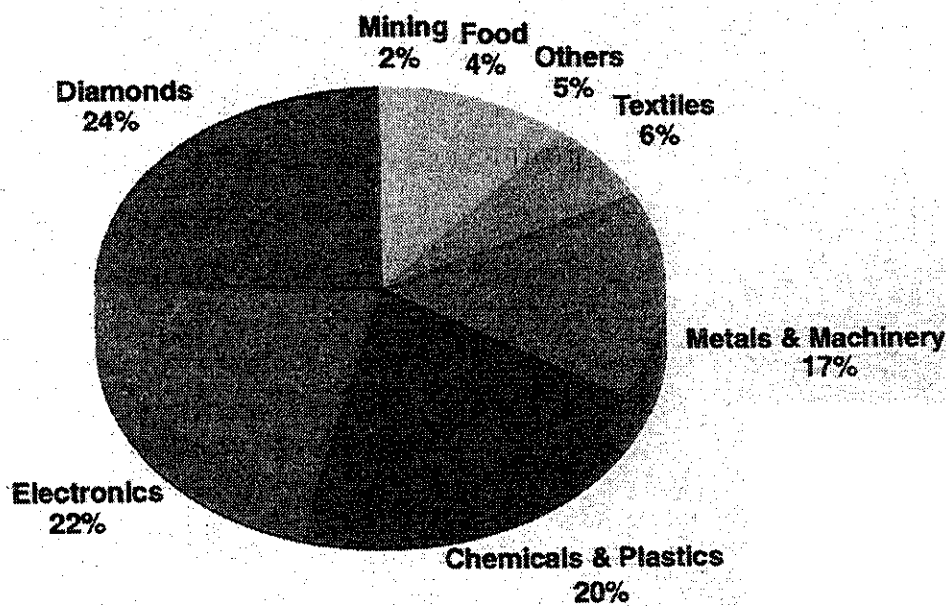


ציר מספר 3 - גידול היצוא התעשייתי בענפים מסורתיים ובהיי-טק⁽¹⁰⁾

**Total Excluding Diamonds
\$12,322 (Millions of US\$)**



**Total Industrial Exports (net)
\$16,262 (Millions of US\$)**



SOURCE: C.B.S. - Foreign Trade Department

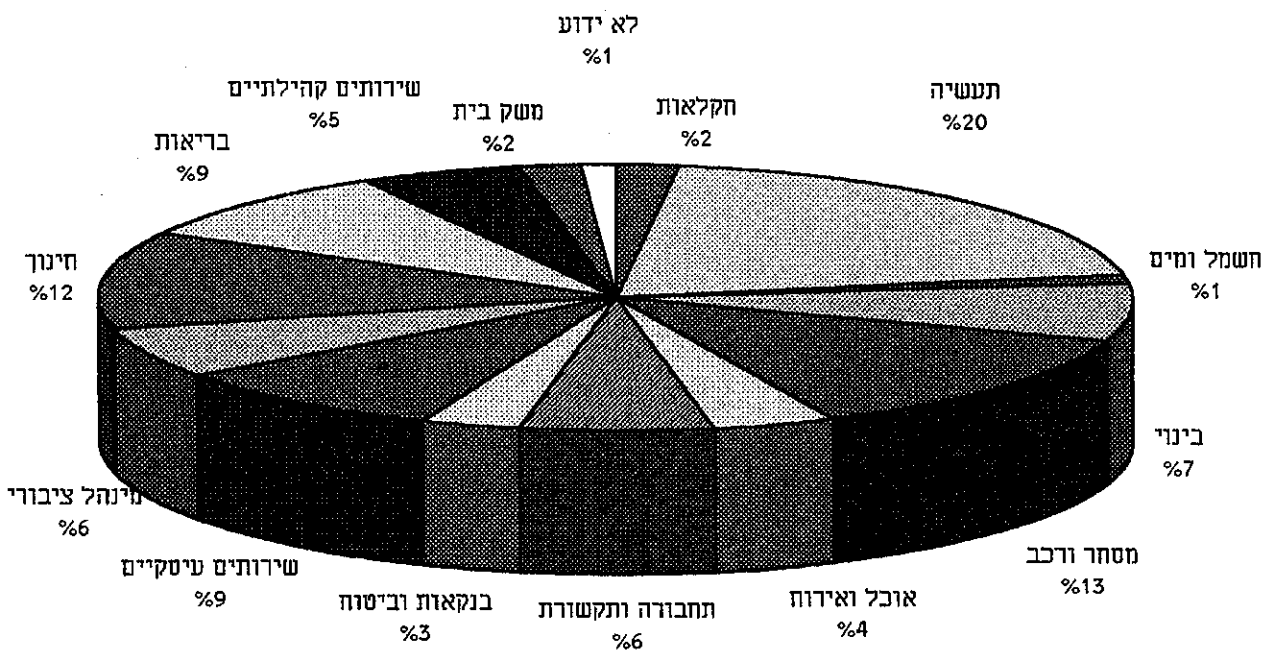
ציור מספר 4 - יצוא תעשייתי ב-1995 לפי ענפים⁽⁶⁾

גם התפתחות התעסוקה בתעשיית ההיי-טק מרשימה כפי שניתן לראות מהטבלה הבאה⁽¹⁰⁾

גידול ב-%	מועסקים		סיווג הענפים
	1996	1990	
14.1	191,800	167,700	מסורתיים
22.9	183,000	148,900	היי-טק
18.4%	374,800	316,600	סה"כ

יש לציין שהתעשייה בישראל מעסיקה ב-1998 כ-20% מכלל העובדים במשק, ובכך מהווה את הסקטור הגדול ביותר.

ציור מספר 5 מראה את פילוג המועסקים לפי סקטורים ב-1998⁽¹²⁾.



ציור מספר 5 - התפלגות המועסקים במשק הישראלי ב-1998⁽¹²⁾

להלן פירוט העובדים ב-120 החברות הגדולות במשק (יותר מ-300 עובדים) בשנת 1996 :

עובדים בענפים מסורתיים ⁽¹⁰⁾						
חשמל	מתכת	פלסטיקה, נייר וגומי	בניין	מזון	כימיה	טקסטיל
ח' חשמל 13200	ישכר 1400	נייר תדורה 2100	נשר 900	תנובה 2200	בתי זיקוק 1600	דלתא 5400
אלקטרה 2000	פקר 800	כתר 900	רדימיקס 1300	עלית 3800	רותם (כ"ל) 2100	כיתן 3500
תדיראן צריכה 1300	קליל 600	נטפים 700	אבן וסיד 700	אוסם 3200	מכתשים 2000	פולגת 3000
אלקו 700	קניאל 600	עץ לבד 1500	איטונג 600	קוקה קולה 1700	ברום 1600	נילית 600
פויכטוונגר 900	אורמת 700	אליאנס 1000	אלוני 600	שטראוס 1300	ים המלח 1800	מאקפל 1,200
אמקור 1,300	כבלים 500	מיכלי כרמל 800	אשטרום 300	תמ"י 1700	אולפינים 600	
חרות 1,000	יהודה רשתות 500	פלאסון 500		טמפו 1200	אגו 600	
מאדג'י 500	הוליס 1000	קרגל 500		יפאורה 600	חיפה כימיקלים 500	
	רב-ברית 800	פניציה 400		זוגלובק 1200	טמבור 1100	
		רוגוזין 300		הוד 700	דשנים 500	
				שמן 300	פרוטרום 400	
				טבעול 400		
				דובק 400		
20,900	6,900	8,700	4,400	18,700	12,800	13,700
סה"כ במדגם: 86,100 (45% מ-191,800)						

עובדים בענפי היי-טק⁽¹²⁾

תכנה	מחשבים	פרמצטיקה והנדסה רפואית	אלקטרוניקה		ביטחון
עורק 1500	י.ב.מ. 800	טבע 5800	אפרת 1200	מוטורולה 3200	תע"א 13100
מרקורי 400	פורמולה 2000	אגיס 700	אורבוטק 1000	סאיטקס 3400	תדיראן 7600
המיקד החדש 400	דיגיטל 500	EIL 400	טאואר 700	ECI 2800	תע"ש 5000
סקנומטיקס 400	ראד 900	אלביט הדמיה 3,000	אינדיגו 700	טלרד 3000	רפא"ל 4100
אוטומציה 500	לנט 500	אלסינט 1800	גילת 400	תדיראן-תקשורת 2500	אלביט מעי 1800
טלדור 500	נט-מנג' 500	אלביט אולטרא סאונד 900	גאוטק 300	אינטל 3000	אל-אופ 1800
צ'ק פוינט 300	כלל מחשבים 900	ESC 300	טלדטה 400	וישי 2600	אלת"א 2400
	תים מחשבים 500	תעשיות ליזור 400	נייס 500	אופטרוטק 900	אלישרא 800
	IIS 400	תרו 400	אופאל 300	אינטל פיתוח 800	
		ביוטכנולוגיה 300	הרמוניק לייטויין 300		
4,000	7,000	14,000	28,000		36,600

סה"כ במדגם 89,600 (49% מתוך 183,000)

הטבלה הבאה מראה את מחזור המכירות של אותן התעשיות הגדולות (יותר מ-300 איש) במהלך 1996 ובסוגריים את אחוז היצוא שלהן. בחלוקה לנתוני הטבלה הקודמת מתקבל ערך המכירות לעובד וזה מופיע בשורת הסכומים של כל ענף בתחתית הטבלה. מהסכום רואים שלוש מסקנות:

- א. היקף המכירות הכללי של ענפי ההיי-טק במדגם מתקרב לזה של המסורתיים.
- ב. ענפי כימיה ובניין מובילים במכירות לעובד (עתירי חומרים) ואלו ענף הטקסטיל רחוק מאחורי כולם (עתיר עבודה). היתר עתירי מדע.
- ג. בעוד שענפים מסורתיים משווקים בעיקר בארץ (31% יצוא), הרי ענפי ההיי-טק מובילים ביצוא (67% במדגם).

מכירות ב-M\$ ב-1996 (בסוגריים % יצוא)

ענפים מסודתיים ^(ג)							
שם	מתכת	פלסטיק נייר וגומי	בניין	מזון	כימיה	טקסטיל	
תבי חשמל 2167 (-)	ישכר 331 (98%)	נייר חדרה 339 (4%)	נשר 535 (14%)	תנובה 895 (1.4%)	בתי זיקוק 2063 (17%)	דלונא 303 (81%)	
אלקטרה 354 (59%)	פקר 165 (1%)	כתר 181 (83%)	רדימיקס 293 (-)	עלית 623 (46%)	רותם 585 (54%)	כיתן 220 (20%)	
נדיראן צריכה 181 (41%)	קליל 87 (12%)	נטפים 176 (85%)	אבן וסיד 183 (-)	אוסם 353 (10%)	מכתשים 547 (87%)	פולגת 180 (58%)	
אלקו 143 (-)	קאניאל 85 (5%)	עץ לבד 127 (33%)	איטונג 107 (3%)	קוקה קולה 320 (-)	ברוס 460 (95%)	נילית 99 (94%)	
פויכטונגר 130 (2%)	אורמת 74 (96%)	אליאנס 122 (72%)	אלוני 74 (4%)	שטראוס 271 (-)	ים המלח 358 (71%)	מאקפל 88 (89%)	
אמקור 127 (48%)	כבלים 120 (28%)	מיכלי כרמל 112 (1%)	אשטרום 107 (-)	תמיין 237 (5%)	אולפנינים 269 (26%)		
חרות 87 (-)	יהודה רשתות 101 (-)	פלאסון 86 (85%)		טמפו 145 (1%)	אגן 253 (93%)		
מאדג' 106 (92%)	חוליס 100 (90%)	קרגל 97 (1%)		יפאורה 131 (-)	חיפה כימ' 247 (91%)		
	רב-בריה 92 (34%)	פניציה 71 (56%)		זוגלובק 90 (-)	טמבור 193 (11%)		
		רוגויון 71 (72%)		חוד 96 (10%)	דשנים 113 (30%)		
				שמן 71 (-)	פרוטרום 77 (26%)		
				טבעול 74 (27%)			
				דובק 95 (1%)			
3,215	1,115	1,382	1,299	3,401	5,165	890	M\$
154	167	159	295	182	404	65	K\$ עובד
14%	49%	44%	6%	11%	48%	64%	% יצוא
M\$ 16,507 (31% יצוא) (K\$ 192 לעובד)							סה"כ במדגם

מכירות ב-M\$ ב-1996 (בסוגריים % יצוא)

ענפי היי-טק ⁽¹²⁾					
תכנה	מחשבים	פרמדטיקה והנדסה רפואית	אלקטרוניקה		ביטחון
עורק 191	י.ב.מ. 270	טבע 1103 (71%)	אפרת 276 (90%)	מוטורולה 946 (31%)	תע"א 1468 (64%)
מרקורי 70	פורמולה 132 (35%)	אגיס 210 (30%)	אורבוטק 162 (99%)	סאיטקס 695 (99%)	תדיראן 1117 (47%)
הממד החדש 60	דיגיטל 171	EIL 112 (44%)	טאואר 116 (99%)	ECI 590 (95%)	תע"ש 509 (47%)
טכנומטיקס 54	ראד 187 (92%)	אלביט הדמיה 528 (96%)	אינדיגו 96 (100%)	טלרד 470 (36%)	רפא"ל 527 (40%)
אוטומציה 59	לונט 120	אלסינט 311 (95%)	גילת 100 (96%)	תדיראן תקשורת 469 (37%)	אלביט מע' 367 (68%)
טלדור 62	נט-מנגי 104 (92%)	אלביט אולטרא- סאונד 187	גאוטק 117 (100%)	אינטל 479 (100%)	אל-אופ 300 (66%)
צ'ק פוינט 65	כלל מחשבים 91	ESC 90	טלדטה 81	וישי 243 (98%)	אלתי"א 250 (76%)
	תים מחשבים 71	תעשיות לייזר 72	נייס 59	אופטרוטק 150	אלישרא 101 (52%)
	IIS 63	תרו 60	אופאל 60	אינטל פיתוח 116 (100%)	
		ביוטכניקה 61	הרמוניק לייטויב 75		
561	1,209	2,734	5,300	4,639	M\$
140	173	195	189	127	K\$ / עובד
~36%	74%	75%	75%	56%	% יצוא
סה"כ במדגם					M\$ 14,443 (67% יצוא) (KS161 לעובד)

3. תרומת המדע לתעשיית הבניין

מדובר בתרומות של הפקולטות להנדסה אזרחית וארכיטקטורה, מקצועות שעד היום ניתן ללמוד בארץ בטכניון בלבד. הטכניון פתח את שעריו ב-1924. הפקולטות להנדסה בנאית (כיום הנדסה אזרחית) וארכיטקטורה (כיום ארכיטקטורה ובניין ערים) היו מהראשונות שנפתחו עם היווסדו והבוגרים הראשונים סיימו לימודיהם ב-1928.

3.1 הנדסה אזרחית

הפקולטה להנדסה אזרחית הסתעפה במשך השנים לשטחי התמחות הכוללים היום⁽¹³⁾:

* קונסטרוקציה

* גאוטכניקה

* הידרו-טכניקה

* מחצבים

* סביבה ומשאבי מים

על מנת לשרת את המשק והתעשייה בצורה מיטבית הוקמו במהלך השנים על ידי חברי הסגל בפקולטה שתי מבדקות גדולות ושלושה מכוני מחקר בין-פקולטיים:

א. המבדקה לחומרי בניין⁽¹⁴⁾

המבדקה הוקמה כבר בתחילת שנות השלושים על ידי פרופ' באדיין ז"ל ופרופ' היינריך נוימן ז"ל. נבדקים בה טיב בטונים, ברזלים, עץ, אריחים ואביזרי אינסטלציה לפי תקני איכות ישראליים ובין-לאומיים. במבדקה עובדים כיום כ-70 איש בתריסר שלוחות מקריית שמונה בצפון ועד קריית גת בדרום. פרויקטים ממלכתיים שנעזרו בשירותי המבדקה הם:

בשנות השלושים - חברת IPC:	הקמת בתי הזיקוק בחיפה
בשנות הארבעים - חברת חשמל:	בניין תחנות כח חיפה ותל-אביב
בשנות החמישים - משרד הבינוי והשיכון:	פיקוח על בניין שיכונים לעולים
משרד התחבורה:	הקמת נמל אשדוד
בשנות השישים - משרד ראש הממשלה:	בניית הכורים בממ"ג ובקמ"ג
חיל אוויר	הקמת דירים תת-קרקעיים למטוסים
בשנות השבעים - משרד הביטחון:	הקמת שדה תעופה עציון
משרד האנרגיה:	מנחת דלק באשתאול
בשנות השמונים - משרד הביטחון:	הרחבת בסיסי צה"ל
משרד השיכון -	הקמת מפקדת פיקוד צפון
משרד התמי"ס:	דיור חירום לעולים מברה"מ
משרד התמי"ס:	הסמכה לפי תקן ישראלי 2015

ג. המבדקה לקרקע ודרכים⁽¹⁵⁾

מבדקה זו עוסקת בסקרים גאו-הנדסיים באתרי בנייה, בודקת תכונות אספלט, בטומנים גאו-טקסטיל, תאורה לפי תקנים ומוודדת יציבות סטטית ודינמית של כלונסאות ביבשה ובים.

באמצעות כל הנ"ל היא מפקחת על עבודות ביסוס של דרכים, שדות תעופה, מזחים ומבנים. במבדקה כ-90 עובדים המשרתים בשישה אתרים מנצרת בצפון עד ירושלים במרכז. שורשי המבדקה במעבדה לחקר הקרקע שנבנתה ב-1935 בתרומה של הנציב הבריטי העליון, אך תנופה עיקרית קיבלה בשנות החמישים על ידי פרופ' צייטלין ופרופ' קומורניק.

הפרוייקטים העיקריים שנהנו משירותי המבדקה הם:

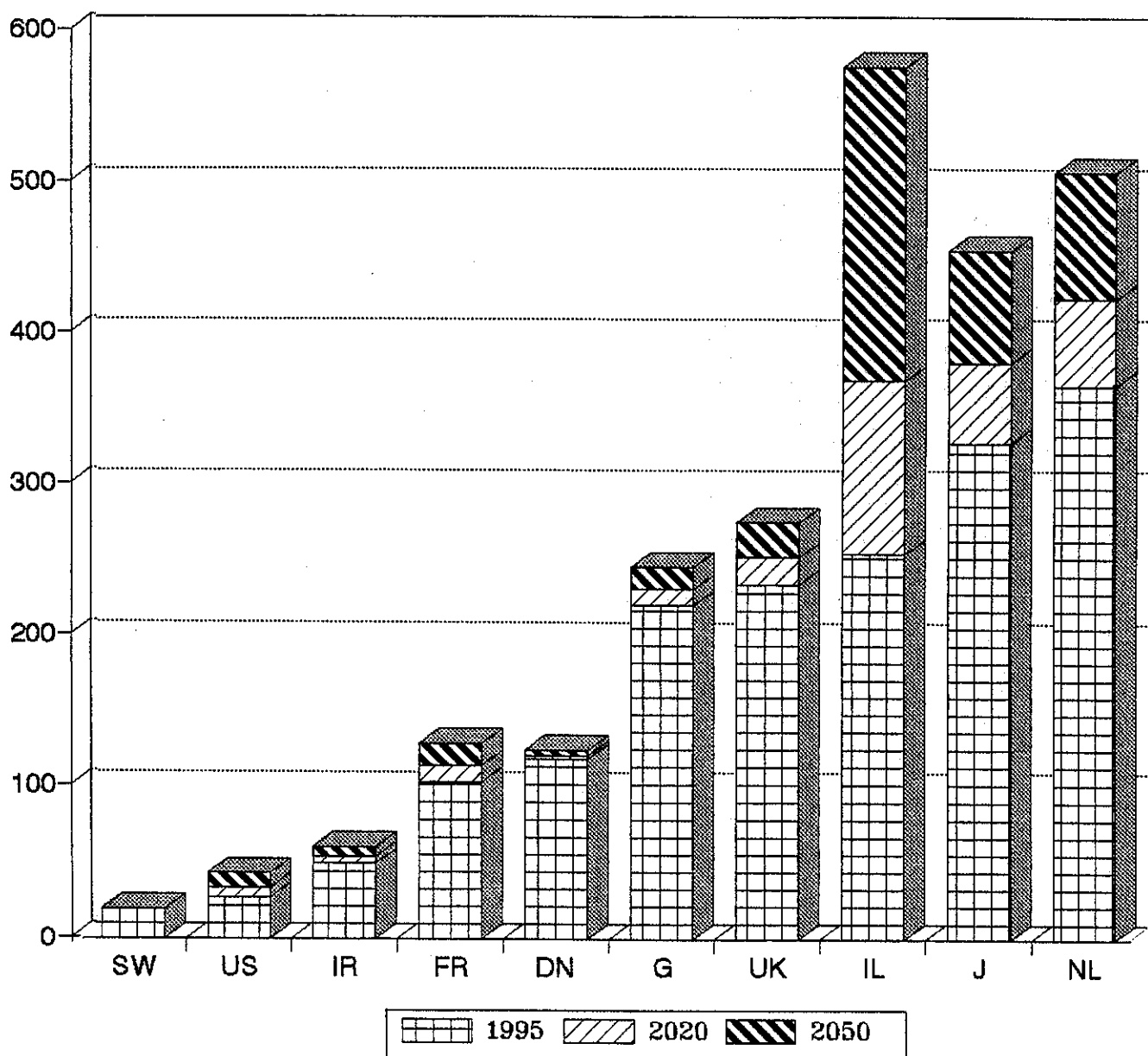
שנות החמישים	-	תה"ל:	הקמת המוביל הארצי
	-	משרד הביטחון:	הקמת מספנות ישראל, חיפה
שנות השישים	-	משרד רה"מ:	הקמת הכור בדימונה (קמ"ג)
	-	משרד הפיתוח:	שיקום מפעלי ים-המלח
שנות השבעים	-	חיל אוויר:	הקמת שדות תעופה
	-	משרד התחבורה:	הקמת נמל-אשדוד
שנות השמונים	-	חברת קצא"א:	קו הנפט אילת אשקלון
	-	חיל אוויר:	הקמת שדות תעופה בנגב
שנות התשעים	-	מח' עבודות ציבוריות:	שיפור תשתית כבישים
	-	רשות הנמלים:	הרחבת נמל אשדוד
	-	חברת חשמל:	ביסוס תחנת הכח בחדרה

אחד המחקרים הגדולים שנערכו בטכניון בשנים האחרונות בשטח הגאו-טכניקה קשור להקמת איים מלאכותיים (ראה ציור 7). מחקר זה, בניהולם של הפרופסורים גדליה שלף ויורם צימלס מהפקולטה להנדסה אזרחית, מצביע על כדאיות כלכלית עתידית בהקמת איים מלאכותיים לאורך חופי ישראל בכל מקום שערך הקרקע עולה על כמיליון דולר לדונם. אזורים כאלה מסתמנים בעתיד הקרוב בתל-אביב ובעתיד גם בחיפה.

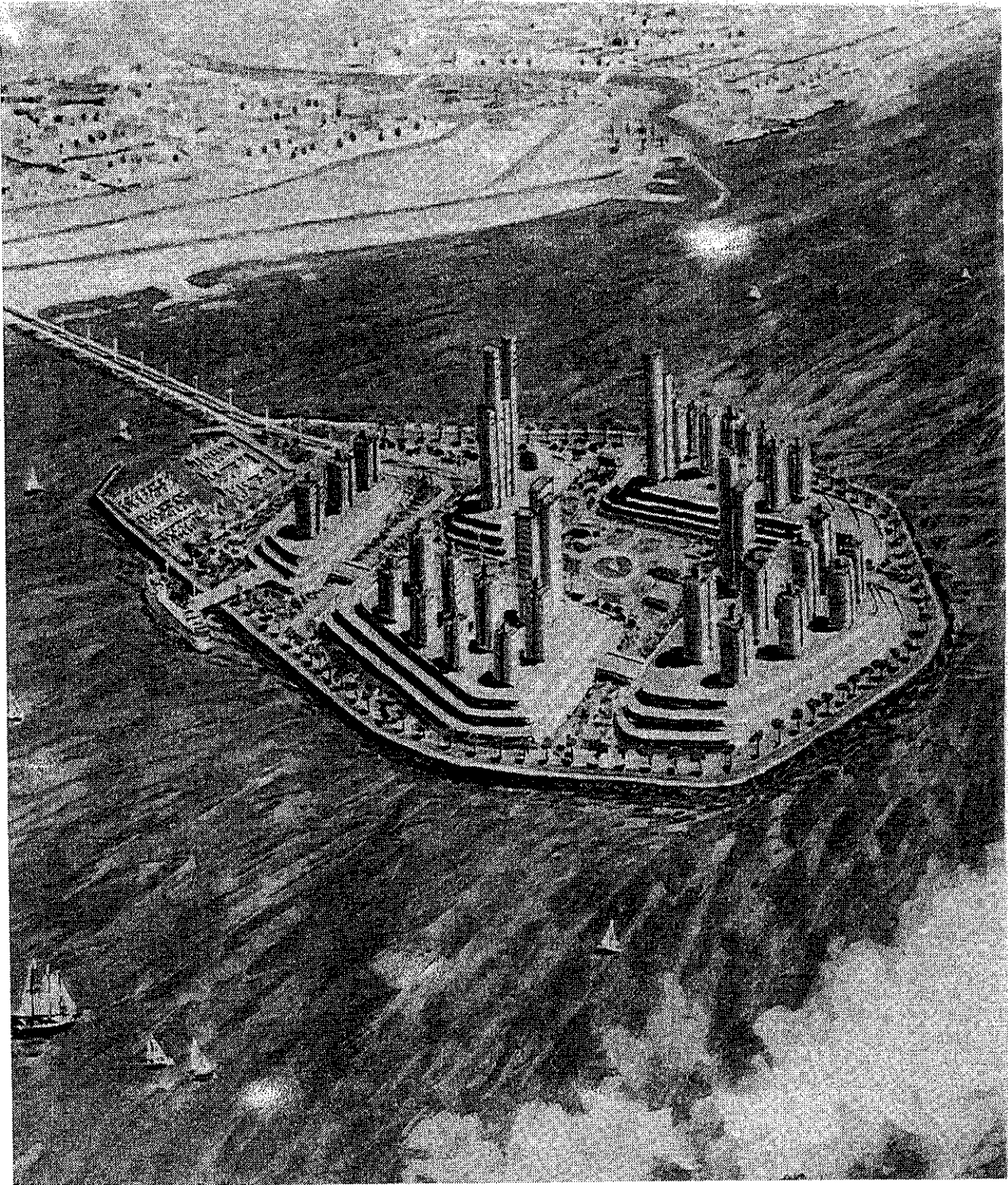
בשלב ראשון יש כוונה לחקים אי מלאכותי שישמש שדה תעופה של תל-אביב במקום שדה דב היושב על אדמה יקרה ביותר. כך תצטרף ישראל לשלוש מדינות צפופות אחרות שכבר החלו בכיבוש הים: יפן, הונג קונג והולנד. קצב גידול האוכלוסיה בארץ גדול אף מהארצות הנ"ל ולכן צפוי שבמאה ה-21 תעלה ישראל בסקלת הצפיפות למקום הראשון בעולם כפי שמראה ציור מספר 6, שהוצג על ידי המחבר בסדנה בין-לאומית בטכניון⁽²⁰⁾.

DENSITY

PEOPLE/KM²



ציור מספר 6 - צפיפות אוכלוסין במדינות מפותחות שונות⁽²⁰⁾



צילום מספר 7 - התרשמות אומן מאי-מלאכותי עתידי מול חופי תל-אביב

ג. המכון הלאומי לחקר הבנייה⁽¹⁹⁾

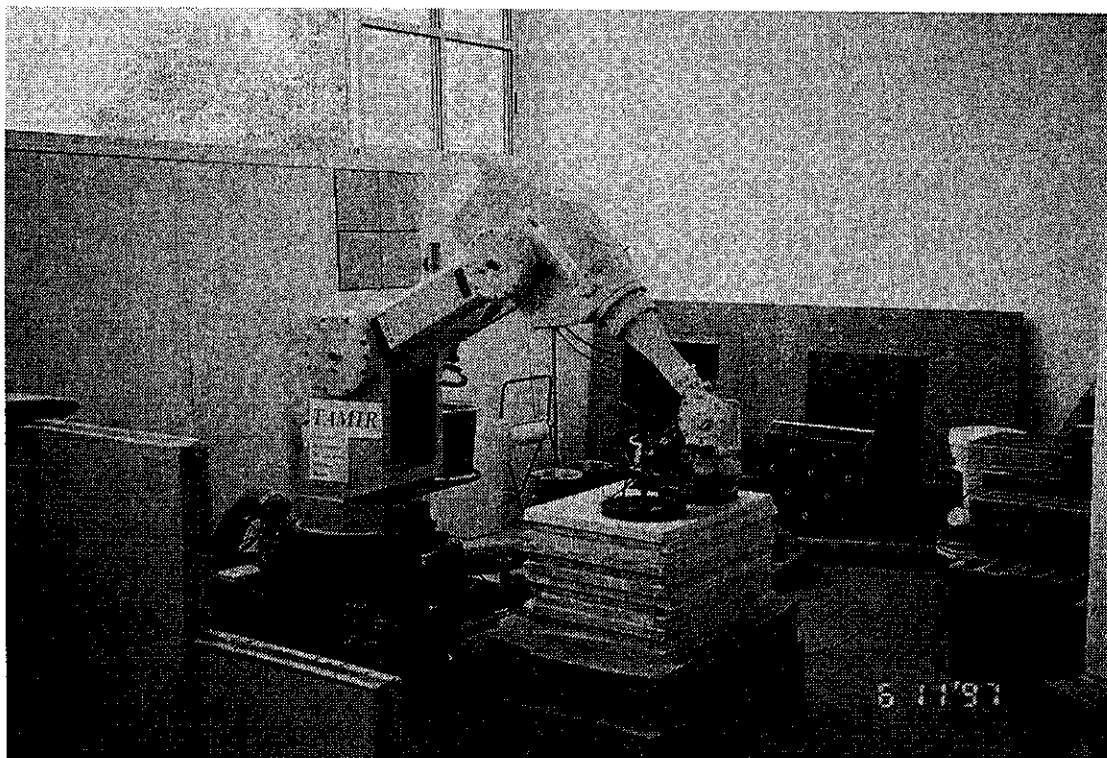
זהו מכון משותף של הפקולטות להנדסה אזרחית וארכיטקטורה שפעילותו נתמכת על ידי משרד הבינוי והשיכון.

המכון הוקם פורמלית ב-1988 על בסיס התחנה לחקר הבנייה שהוקמה ב-1953 על ידי פרופ' רחל שלון. תרומתו של המכון למשק מתבטאת בקידום הידע במדעי הבנייה על ידי מחקרי תשתית, שיפור הפיריון בענף הבנייה ופיתוח טכנולוגיות ושיטות בנייה חדשות.

להלן דוגמאות לתרומות המכון לתעשייה בעשור החולף:

- נשר וחברת חשמל - שימוש באפר פחם בבטונים
- משרד הבינוי והשיכון - בדיקת שיטות בנייה מהירות לעולים
- הערכות לרעידות אדמה

לעתיד מפתח המכון שיטות בנייה בעזרת רובוטים שיוכלו להחליף רצפים, טייחים, צבעים ובעלי מלאכה נוספים. לפי שעה שכר העבודה הזעום המשולם לפועלים זרים מסכל את הכדאיות הכלכלית להכנסת רובוטים אלה לפעולה.



ציור מספר 8: רובוט שפותח בטכניון לסיוע בבניית בתים

ד. המכון לחקר המים⁽¹⁸⁾

מכון זה משותף לפקולטות להנדסה אזרחית, חקלאית, חומרים, כימיה, מזון וביולוגיה. המכון חוקר בעיות מים בישראל ובפרט:

- מקורות מים

- הובלת מים

למכון שנוסד ב-1992 קשרי עבודה הן באקדמיה (אוניברסיטת ת"א) והן בגופי ביצוע כגון תה"ל ומקורות.

המכון שותף כמובן לתכניות הלאומיות הגדולות כגון תעלות הימים ובפרט לפרוייקטים המשותפים עם ירדן. במסגרת זו השתתף מנהל המכון, פרופ' אורי שמיר, בוועדה הכלכלית בעמאן ב-1994 וימים יגידו כיצד יתגלגלו התכניות המשותפות לפיתוח מקורות המים.

ה. המכון לחקר התחבורה⁽¹⁹⁾

מכון זה משותף לפקולטות להנדסה אזרחית, מכונות, חקלאית, תעשייה וניהול, ארכיטקטורה ומכון המתכות בטכניון. המכון הוקם ב-1971 וקלט לתוכו את המרכז לבטיחות בדרכים שהוקם ב-1966. בנוסף לבטיחות עוסק המכון בתכנון מסעות, תעבורה, הנדסת רכב, אנרגיה וסביבה.

תרומותיו העיקריות של המכון עד היום היו במלחמה בתאונות דרכים על ידי פיתוח שיטות תכנון ושיפור אביזרי בטיחות. לעתיד צפוי שמרכז כובד נוסף יהיה הפחתת זיהום האוויר. לשם כך חוקר כיום המכון דלקים חלופיים וכן הנעה חשמלית של כלי רכב. מחקרים אלה נעשים מול חברות אגד, חברת חשמל ועוד, בניהולו של ראש המכון, פרופ' יורם זבירין.

3.2 בינוי ערים⁽¹³⁾

הפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים כוללת ארבעה שטחי התמחות:

* אדריכלות בניין

* בינוי ערים

* אדריכלות נוף (1977)

* עיצוב תעשייתי (1994)

המגמה לעיצוב תעשייתי היא הקרובה ביותר לתעשייה, אך בהיותה חדשה, הוציאה בינתיים רק מתזור סטודנטים בודד שהשפעתו טרם ניכרת בשוק. מעצבים אלה מצטרפים למעצבים ותיקים בוגרי המכללה בחולון ובית ספר בצלאל בירושלים שתרומתם הפוטנציאלית על עיצוב מוצרי היי-טק, אריזות ותערוכות מתחילה להשפיע בעיקר על ענפי היצוא.

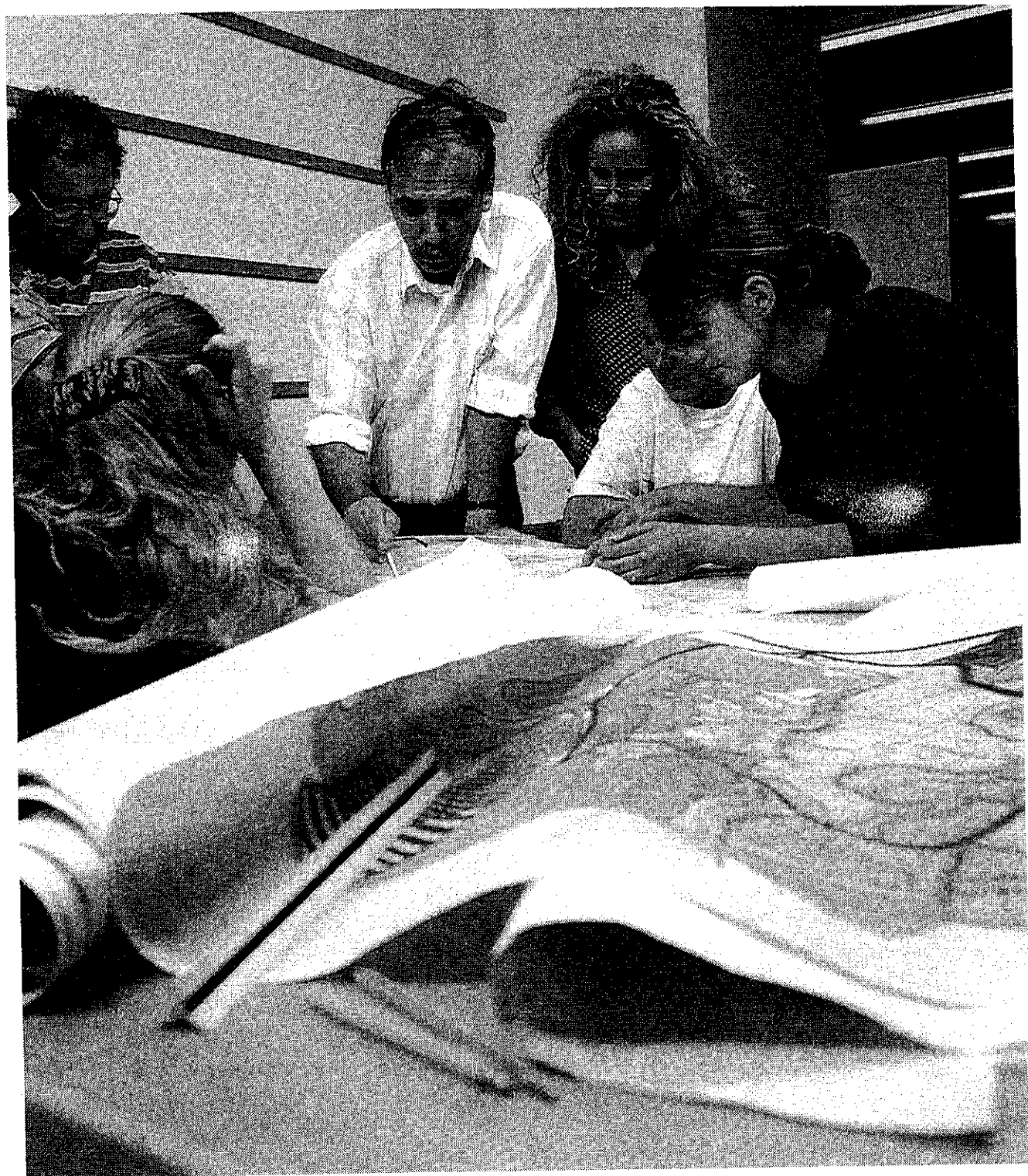
מבין שלושת מרכזי המחקר בפקולטה התרומה הבולטת ביותר על המשק והתעשייה היא של המרכז לחקר העיר והאזור. מרכז זה תרם רבות לעיצוב הפארקים התעשייתיים שקמים בדרך כלל ליד ערים אוניברסיטאיות⁽²¹⁾. כך למשל קמו בארץ:

- מרכז תעשיות מדע בחיפה - לא רחוק מהטכניון
- פארק "עתידיים" בתל-אביב - לא רחוק מאוניברסיטאות ת"א ובר-אילן
- פארק תעשייתי, נס-ציונה - ליד מכון ויצמן ברחובות
- מכון וולקני ברחובות - ליד הפקולטה לחקלאות של האוניברסיטה העברית.

המחקר המקיף ביותר שנערך במרכז לחקר העיר והאזור הוא פרויקט 2020. בפרויקט זה שנערך בשנים 1993 עד 1997 השתתפו עשרות רבות של מתכננים בניהולו של פרופ' אדם מזור⁽²²⁾. הפרוייקט עוסק בתכנון הפיזי הכולל של מדינת ישראל לקראת שנת 2020 בהיבטים רבים:

- * בינוי ערים - במימון משרד הבינוי והשיכון
- * כבישים בין-עירוניים - במימון משרד התחבורה
- * שטחים ירוקים - במימון משרד איכות הסביבה ומינהל מקרקעי ישראל
- * מקורות מים - במימון משרד החקלאות ונציבות המים
- * אנרגיה - במימון משרד התשתיות
- * ביטחון - במימון משרד הביטחון
- * חברה - במימון משרד הפנים, משרד החינוך והסוכנות היהודית
- * אינטגרציה - במימון משרדי האוצר וראש הממשלה

ציור מספר 9 מראה תוצאה טיפוסית מהתכנון של פרויקט 2020⁽²²⁾.



צילום מספר 9 - פרויקט 2020⁽²²⁾

4. תרומת המדע לתעשיית החומרים

תעשיות החומרים מתחלקות בארץ למספר תחומים שכל אחד מהם ייסקר בנפרד:

* שימוש בחומרים רדיו-אקטיביים

* תעשיית המתכת

* תעשיית היהלומים

* תעשיית הפלסטיקה והגומי

כמו כן ייסקר הפוטנציאל לתעשיות עתידיות:

* שימוש בחומרים אורגנו-מתכתיים

* חומרים על-מוליכים

4.1 חומרים רדיו-אקטיביים

המחקר של חומרים רדיו-אקטיביים החל במכון ויצמן בשנות הארבעים, בטכניון בשנות החמישים ובאוניברסיטת בן-גוריון בשנות השישים ואילך. פעילות זאת החלה מתוך כוונה לעסוק במחקר בסיסי ולשם כך נרכשו מאיצים שונים החל מה ואן-דה-גרף שהוקם במכון ויצמן בשנות החמישים, וכלה במאיץ קופלר במרכז לפיזיקה גרעינית במכון ויצמן, הנראה בציור מספר 10. מאיץ זה תורם לא רק להבנה בסיסית של המבנה האטומי, אלא תורם גם לפתרון מגוון בעיות בתחומי הרפואה והאקולוגיה באמצעות מעקב תנועת איזוטופים. מרכז המחקר הגרעיני (ממ"ג) בנחל שורק הפך את כור המחקר והידע שנצבר סביבו למוקד שירות תעשייתי לבדיקות ללא הרס (NDT) בשיטות הקרנת נויטרונים, קרני-X ובניית טומוגרפים תעשייתיים.



ציר מספר 10 - מאיץ קופלר במכון ויצמן

4.2 מתכת

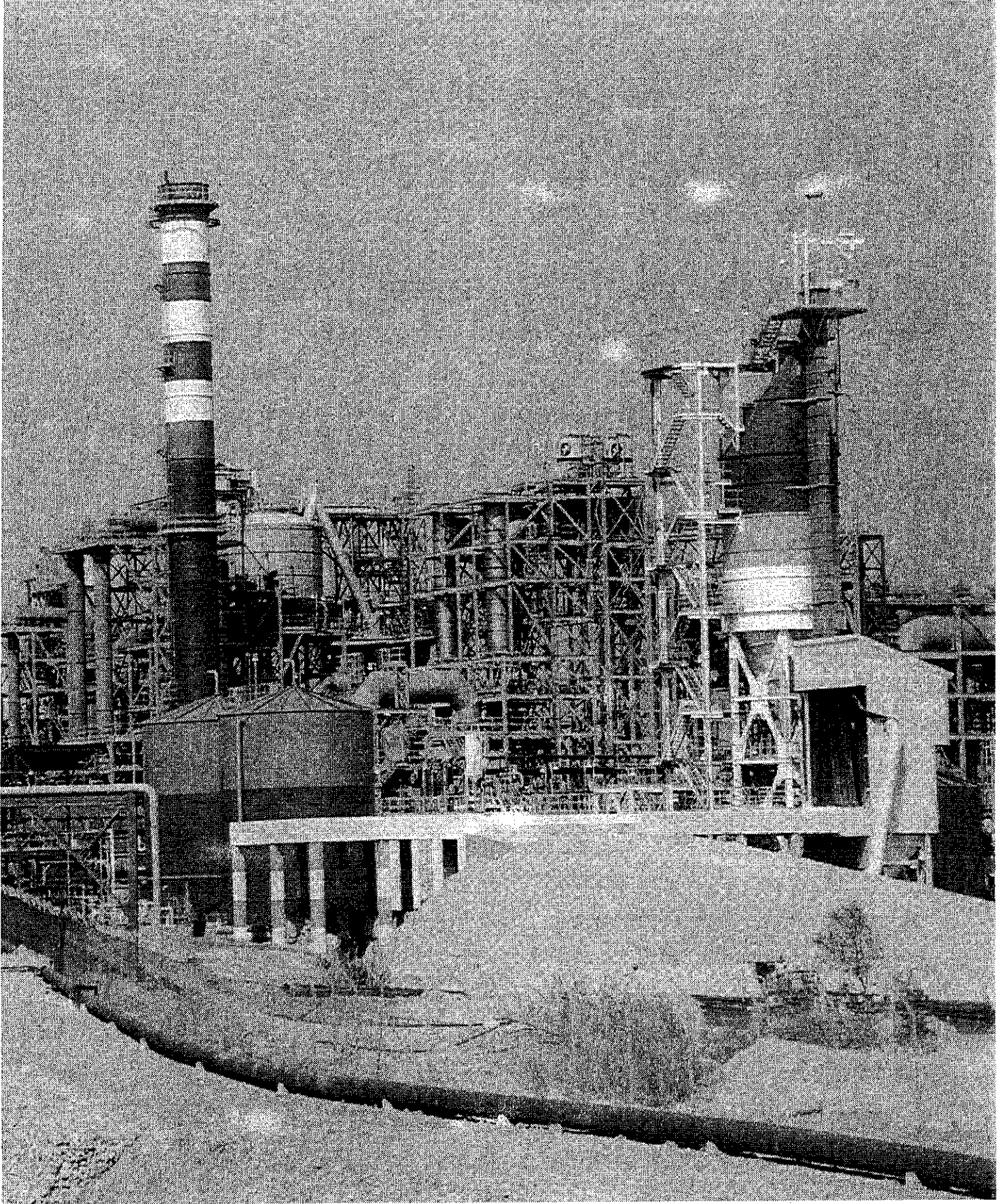
תעשיית המתכת והמכונות היא אמנם תעשייה מסורתית, אך בהדרגה מסתמנים בה סממני היי-טק שמקורם במחקר ופיתוח ומאפשרים לה להתחרות בעולם הרחב. מעיון בטבלת התעשיות המובילות בפרק 2, רואים שבממוצע כמחצית תוצרת מפעלי המתכת מופנית ליצוא. בולטים בין היצואנים "הוליס" עם 90% יצוא ו"ישקר" עם 98%. הישגיהם נתמכים על ידי מחקרים תעשייתיים רבים שנעשים במכון המתכות ובפקולטה למכונות בטכניון. מכון המתכון הישראלי נוסד ב-1963 לפי המלצת משלחת הפעולות האמריקנית (ד"ר קאלס) לצורך מתן סיוע לתעשיית המתכת בארץ.⁽¹⁶⁾

כיום מונה המכון כארבעים עובדים בארבע מעבדות: מטלורגיה, יציקה, ציפויים והנדסת רכב, המשרתים יותר ממאה מפעלי מתכת בארץ. בין התרומות הבולטות בעבר:

- השתלטות על טכנולוגיות עיצוב חדישות (HIP, מטלורית אבקות, חומרים מתכתיים מרוכבים, חיבורי מתכת קרמיקה) והכנסתן לתעשייה בארץ.
- הקמת איגוד תעשיות יציקה (26 חברות) וביצוע מחקרי התמצקות לשיפור תכונות היצוקים.
- בדיקות יציבות רכב, רכבלים וחקירת תאונות דרכים.
- שיפור הדבקות וציפויי מתכת על ידי טכניקות הכנת שטח באמצעות לייזר.
- התרומה העיקרית הצפויה לעתיד נובעת מהיזמה להקמת קונסורציום מגנזיום. קונסורציום זה בו שותפים הטכניון, אוניברסיטת בן-גוריון, מפעלי המגנזיום בים המלח (ציור 11), אורטל ומפעלי יציקה אחרים, עתיד לחפוך את אוצר המגנזיום בים המלח למוצרי היי-טק עבור תעשיות הרכב והתעופה בעתיד. הראיה הבולטת לכך היא ההשקעה המסיבית של חברת "פולקסוואגן" במפעל המגנזיום.

4.3 תעשיית היהלומים

תעשיית היהלומים הוותה 24% מהיצוא התעשייתי ב-1995 (ראה ציור מספר 4). זוהי תעשייה עתירת הון שכן כל היהלומים הגלמיים מיובאים ארצה, מעובדים כאן ומיוצאים לחו"ל. יש אפוא עניין מיוחד בניצול מיטבי של חומר הגלם היקר. אופטימיזציה זו נעשית ברוב העולם בצורה אמפירית על ידי אומנים. פרופ' ישעיהו ירניצקי מהפקולטה להנדסת מכונות הכניס לתעשייה זו בארץ חידוש מהפכני על ידי כך שפיתח אמצעי מדידה, אופטימיזציה וליטוש ממוחשבים שמבטיחים ניצול מיטבי של החומר⁽²³⁾. לצערנו לא רשם זכויות ידע ולכן לא רק שהוא והטכניון לא נהנו מהזכויות, אלא יש גם חשש שידע יקר זה ידלוף למתחרים בבריטל ולשאר מקומות בעולם.



צילום מספר 11 - מפעל המגנזיום בים המלח

4.4 תעשיית הפלסטיקה והגומי

תעשיית הפלסטיקה בארץ מרוכזות בעיקר בקיבוצים, ויחד עם התעשיות הכימיות מהוות 20% מהיצוא התעשייתי (ציור מספר 4). לאיגוד מכון מחקר ענפי השוכן בקריית הטכניון בשם המכון לפלסטיקה וגומי. במכון זה ציוד חדיש רב לקידום טכנולוגיות הייצור ויחד עם עשרים עובדיו מהווה את זרוע המו"פ של הענף. זוהי דוגמה ייחודית למכון מחקר ענפי באקדמיה שמשרת בלעדית את כל צורכי המו"פ של התעשייה הרלוונטית.

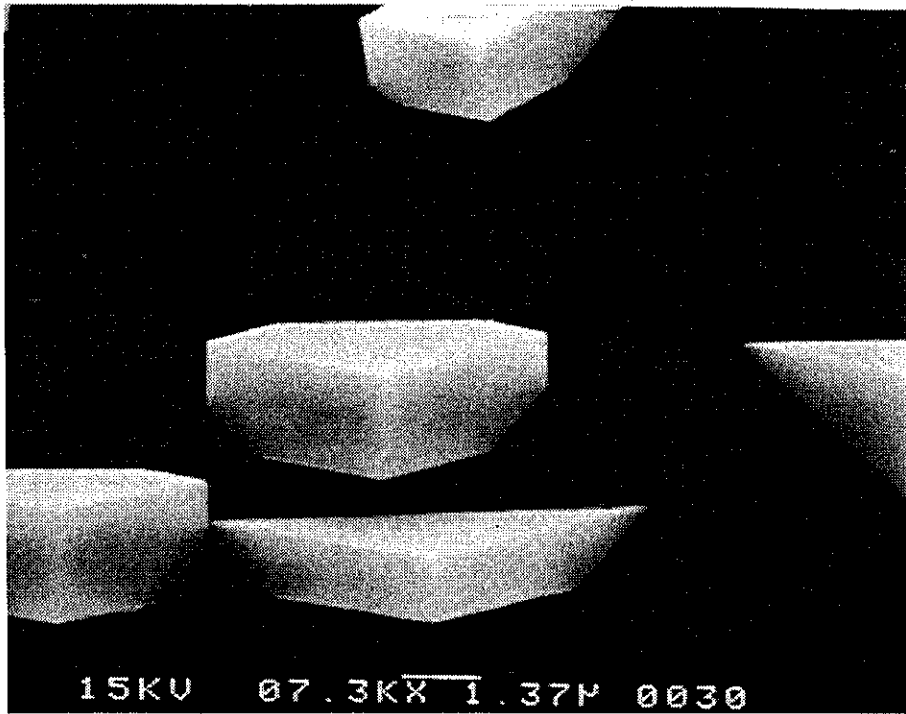
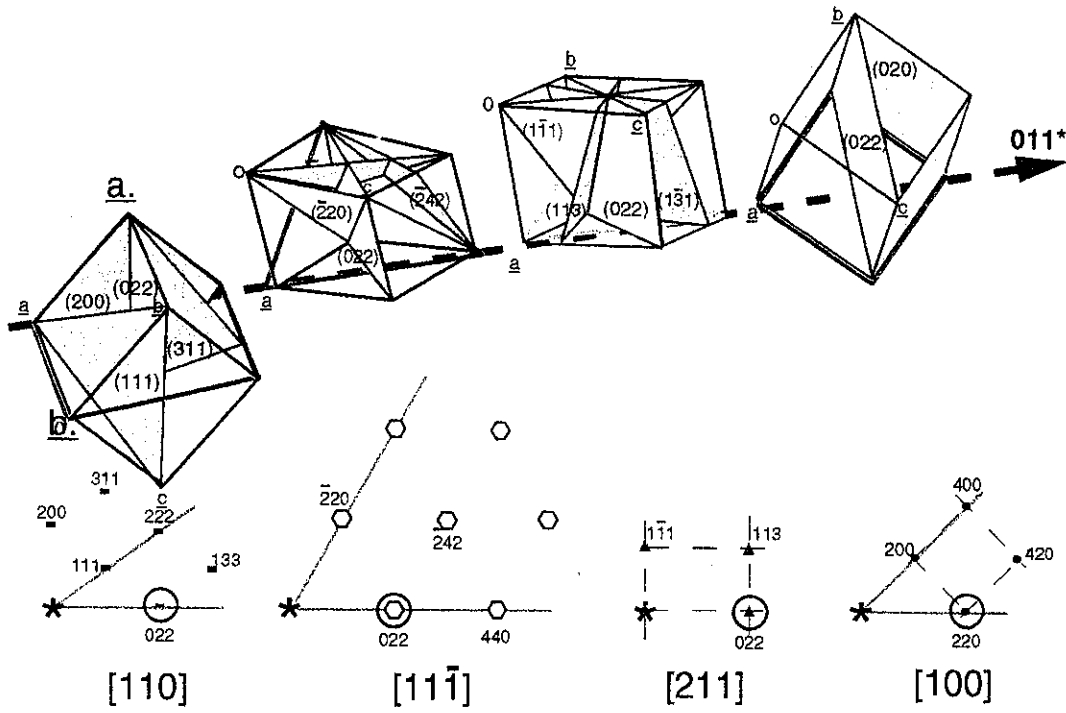
4.5 חומרים אורגנו-מתכתיים

זהו שטח מדעי חדש שטרם מנוצל תעשייתית. שטח זה נחקר באוניברסיטאות בן-גוריון על ידי ד"ר אמיר ברמן ובטכניון על ידי חתן פרס ישראל - פרופ' דן שכטמן. המחקרים מצביעים על פוטנציאל תעשייתי מרתק בחיבורים בין חומרים אורגניים ומתכתיים הן לצורך שימושים רפואיים כגון השתלות והן לצורך גידולי גבישים בצורות מיוחדות לצורכי חיישנים, תעשיית האופטיקה, האלקטרוניקה והמתכת. ציור מספר 12 מראה גידול גבישים כאלה באוניברסיטת בן-גוריון.

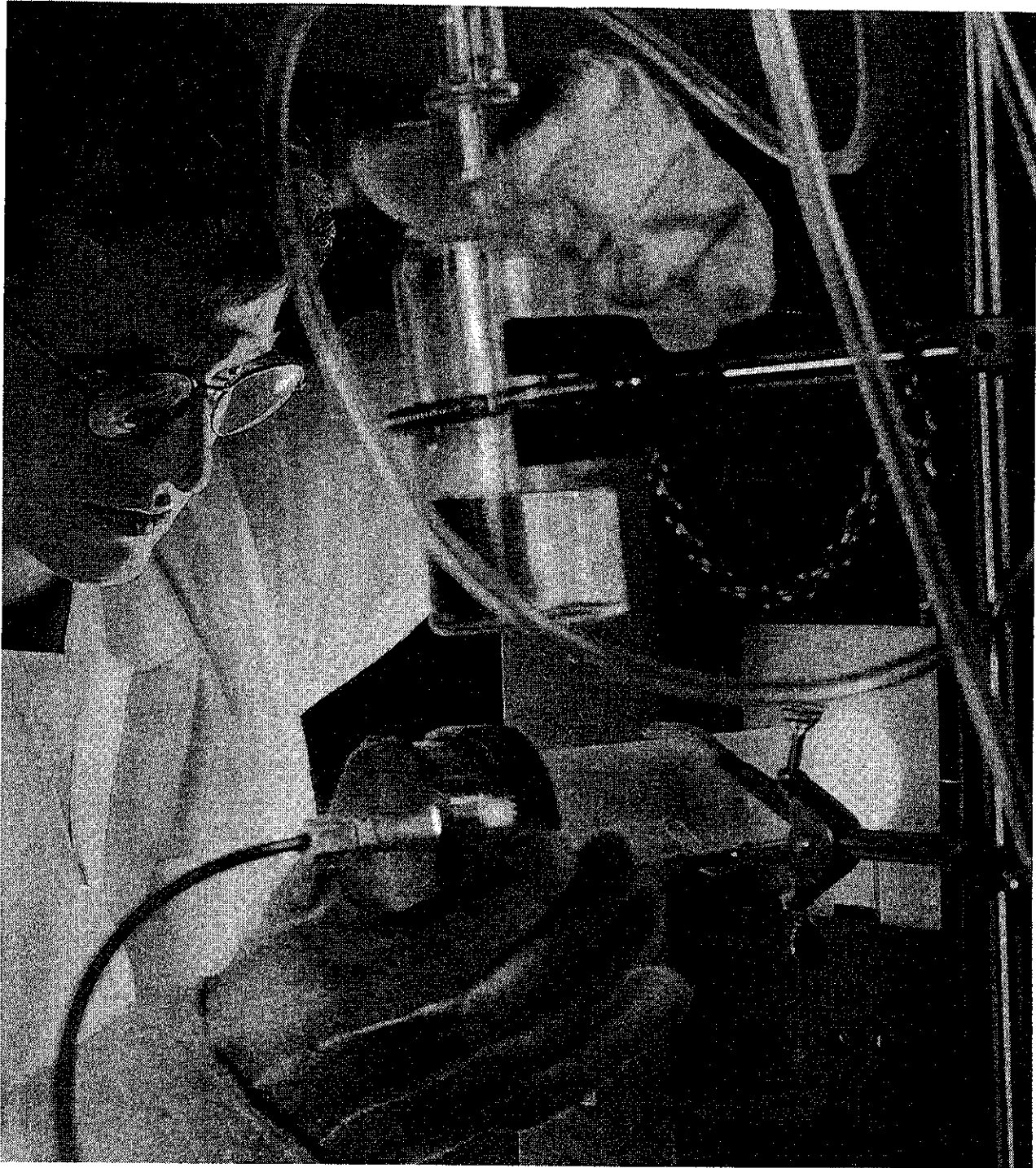
4.6 על-מוליכות

על-מוליכות היא תופעה פיסקלית מעניינת בה בתנאים מסוימים נעלמת התנגדות החומר למעבר אלקטרונים ומוליכותו הופכת לאין-סופית. מאז גילוי התופעה לפני כ-15 שנה נערכים בה מחקרים אינטנסיביים בכל העולם ובפרט בארה"ב, ביפן וגם בישראל. למרבה הצער נתגלו עד כה חומרים על-מוליכים רק בטמפרטורות נמוכות הדורשות חנקן נוזלי, דבר שמייקר ומגביל מאוד את השימושים. במכון ויצמן פיתח פרופ' יוסף ישורון התקן SMES לאגירת אנרגיה זו. זיכיון השימוש ניתן לחברת חשמל.

בטכניון פותח בשיתוף פעולה עם רפא"ל התקן לשיפור של ממש בנצילות מעגלי תקשורת. שימושים נוספים עדיין נחקרים. לכשימצאו חומרים על-מוליכים בטמפרטורת הסביבה תחול בוודאי מהפכה של ממש בכל נושאי ההינע והטרנסמיסיה החשמליים. ציור מספר 13 מראה מחקר על-מוליכות בטכניון בהובלת הפרופסורים אמיל פולטורק וגד קורן.



צילום מספר 12 - גידול גבישים אורגנו-מתכתיים באוניברסיטת בן-גוריון
(על פולימר חד-שכבתי) C CO)



ציור מספר 13 - מחקר על-מוליכות בטכניון

5. תרומת המדע לתעשיית התחבורה והאנרגיה

5.1 תרומות בעבר

(א) אנרגיה גרעינית

בין 1966 (הקמת הוועדה לאנרגיה אטומית) לבין 1986 (אסון צ'רנוביל) התכוננה מדינת ישראל במלוא הרצינות להקמת תחנות כח גרעיניות⁽²⁴⁾. אוניברסיטת בן-גוריון והטכניון הקימו מחלקות להנדסה גרעינית בהן הכשירו מהנדסי גרעין; חברת החשמל חקרה את האספקטים הכלכליים והוועדה לאנרגיה אטומית בדקה אתרים פוטנציאליים להקמת התחנה מנקודות מבט בטיחותיות. הפרוייקט קיבל סיכוי גבוה לאחר משבר האנרגיה ב-1973, אך נדחה שוב ושוב עקב סירוב המדינות המייצרות כורים לספק כור-כח למדינת ישראל מחשש שתעשה בו גם שימוש צבאי. הנושא הנמיד פרופיל לאחר אסון צ'רנוביל, אך ממשיך להיחקר במוסדות הנ"ל. בין התורמים העיקריים למחקרים משותפים לטכניון ולחברת החשמל יש להזכיר את הפרופסורים: שמעון יפתח, זאב רוטנשטיין, נפתלי שפירר, עזרא אליאס, ארתור שביט ופריץ אשנר ז"ל.

(ב) הנדסת רכב

התרומות כאן הן בעיקר של שתי יחידות טכניוניות:

מכון התחבורה - בטיחות בדרכים

מכון המתכות - בדיקת יציבות וניתוח תאונות

זוהי פעילות שוטפת שנתמכת חזק על ידי משרד התחבורה. כמו כן, מקיים מפעל "רכב נצרת" קשרים שוטפים עם מכון המתכות.

(ג) הנדסת אניות

התעשייה הרלוונטית העיקרית בארץ היא "מספנות ישראל", בה נבנים בעיקר כלי שיט קטנים לחיל הים כגון דבורים וסטילים. כמו כן משפצת המספנה אניות מכל הסוגים. בפקולטה להנדסת מכונות בטכניון יש מגמה להנדסת אניות. בין תרומותיה ל"מספנות ישראל" מן הדין להזכיר פיתוח תכנות לחישוב תצורות הידרודינמיות, התנהגות בגלים ותיכון מוקדם. תכנות אלה פותחו בטכניון בשנות השמונים על ידי הפרופסורים בודנר, קנטרוביץ וד"ר אדריאן בירן ועוזריהם ושימשו את חיל הים והמספנות במשך 10 שנים.⁽²⁵⁾

(ד) פחם וגז

- פרופ' אברהם טמיר, מאוניברסיטת בן-גוריון, נתן לחברת "אמגזית" זיכיון שימוש בפטנט שלו בנושא מבערי גז⁽²⁶⁾.
- פרופ' שמואל גרוסמן מאוניברסיטת בן-גוריון מונה למנהל חברת הפחם בארץ⁽²⁶⁾.
- בפקולטה להנדסה אזרחית בטכניון נחקרו שימושים לאפר הפחם בתעשיית הבניין.

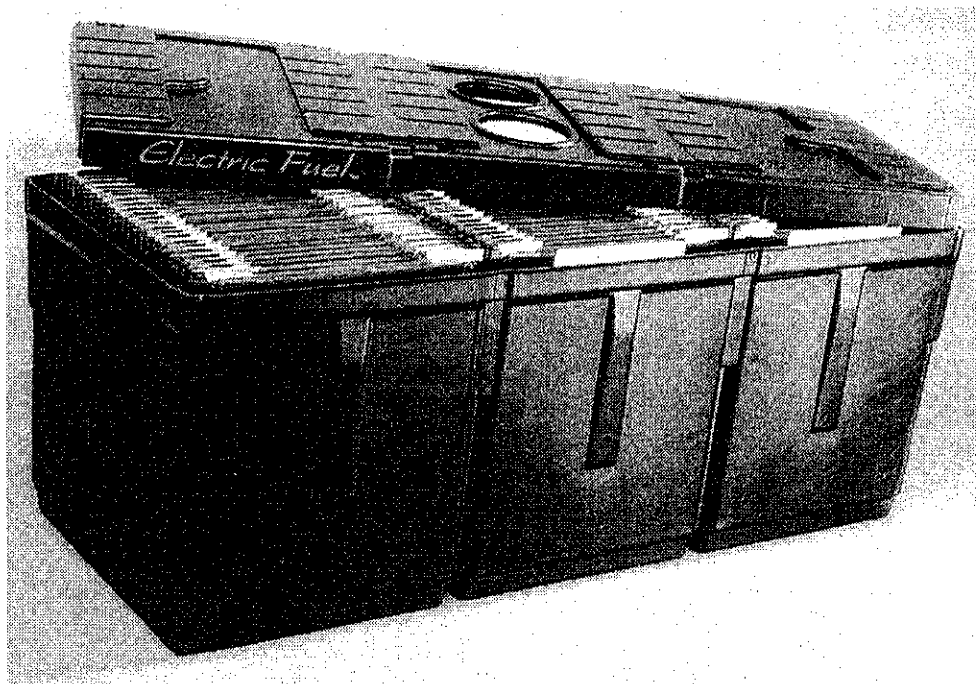
5.2 תרומות עם פוטנציאל עתידי

א) רכב חשמלי

במסגרת המאמץ לשימור איכות הסביבה נערך העולם כולו למעבר הדרגתי מרכבים בעלי מנוע שרפה פנימית לרכבים חשמליים. בצד המאמץ לפיתוח מרכבים ומנועים קלים ממגנזיום (ראה פרק חומרים), יש למדינת ישראל תרומה פוטנציאלית גם בתחום האתגר העיקרי: פיתוח מצברים חשמליים בעלי צפיפות אנרגיה והספק גבוהים. התרומה היא של חברת "דלק חשמלי" בירושלים שפיתחה מצבר אבץ-אוויר עתיר אנרגיה - ראה ציור 14. במצבר זה ניתן להחליף את האלקטרודות תוך דקות (בעזרת רובוט) וכך "לתדלק" את הרכב בצורה נוחה ומהירה. 50,000 רכבים כאלה כבר פועלים בצי הדואר הגרמני.

בראש חברת "דלק חשמלי" עומד מר יהודה חרץ, מהנדס מכונות בוגר הטכניון, והוא מסתייע בין השאר בייעוץ של פרופ' חיים ירניצקי מהפקולטה לכימיה בטכניון, שהנו מומחה לאלקטרו-כימיה.

מאמצים מקבילים לפיתוח מצברי חשמל בעלי צפיפות אנרגיה גבוהה נעשים גם באוניברסיטת בר-אילן על ידי פרופ' דורון אורבך⁽²⁷⁾. בעבר הצליח לפתח מצברי ליטיום המיוצרים כיום על ידי חברת "תדיראן". כיום הוא שוקד על פיתוח מצברי מגנזיום עם אלקטרוליט אורגני.



ציור מספר 14 - מצבר אבץ-אוויר תוצרת חברת "דלק חשמלי"

ב) אנרגיית שמש

כיוון עתידי עוד יותר מהפכני באנרגיה נקייה הוא לנצל את אנרגיית השמש הרבה בארץ לייצור ישיר של חשמל. על אתגר זה עובדים במספר מקומות בעולם, אך ישראל נחשבת לחלוצה.

המתקנים הראשונים נבנו על ידי חברת "לוז" בירושלים והיא אף יצאה מתקנים רבים לדרום קליפורניה. לרוע המזל נקלעה החברה למשבר כספי והתפרקה. חברה אחרת העובדת בכיוון דומה הנה "אורמת" והיא אף הציבה מתקנים ניסיוניים ליד ים המלח, כמתואר בציור מספר 15⁽²⁸⁾. מדובר בניצול הפרש הטמפרטורות של כמה עשרות מעלות בשכבות עומק שונות במים של ברכות שמש. הפרשים אלה מנוצלים להנעת טורבינות לחץ נמוך שמצדן מניעות גנרטורי חשמל.

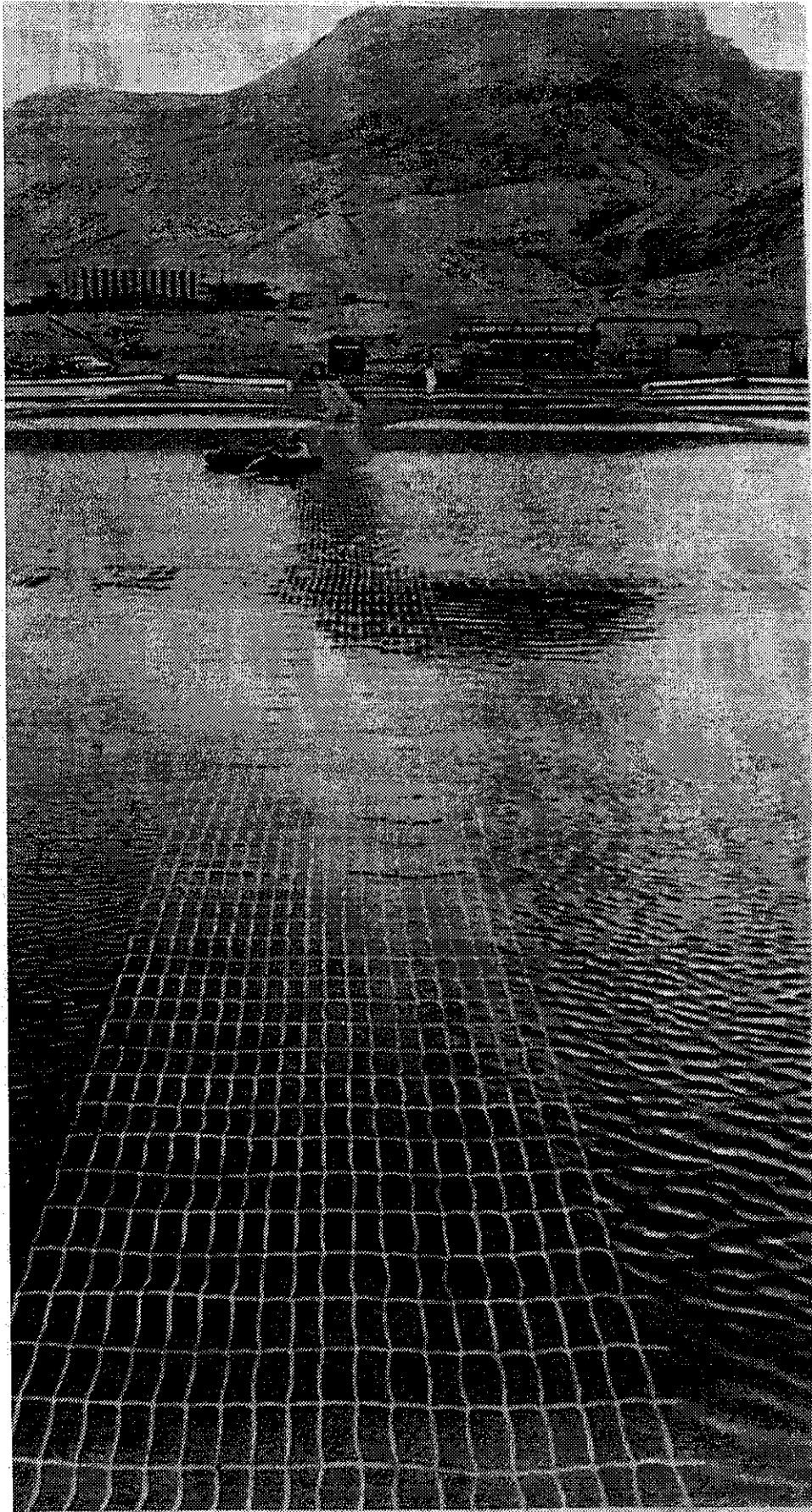
הבעייתיות במחקר איננה רק בגודל שטחי הברכות, אלא בעיקר בנצילות התרמית הנמוכה עקב הפרש הטמפרטורות הנמוך. שני חסרונות אלה מנסים לתקן במתקנים עם מראות פרבוליות המפותחים האחד במכון ויצמן בפיקוחם של הפרופסורים ישראל דוסטרובסקי ואמנון יוגב (ציור 16) והשני בשדה הניסויים ליד שדה בוקר בנגב על ידי מדעני משרד התשתיות (אנרגיה) ואוניברסיטת בן-גוריון. כדאיות ההפעלה של מתקנים נקיים אלה תלויה כמובן במחיר האנרגיה המסורתית מפחם. בינתיים הפער גדול.

על-מנת לייעל את תהליך הפיכת האנרגיה הסולרית לחשמל הוקם על ידי ועדת מגנ"ט במשרד התעשייה והמסחר קונסורציום "קונסולר". בקונסורציום זה שהוקם ביולי 1995 חברים מכון ויצמן, אוניברסיטת תל-אביב, אוניברסיטת בן-גוריון וחברות אורמת, "חץ-הכסף", מל"ס/תע"א ו"רותם". תכנית העבודה של הקונסורציום כוללת ארבעה יעדים⁽²⁹⁾:

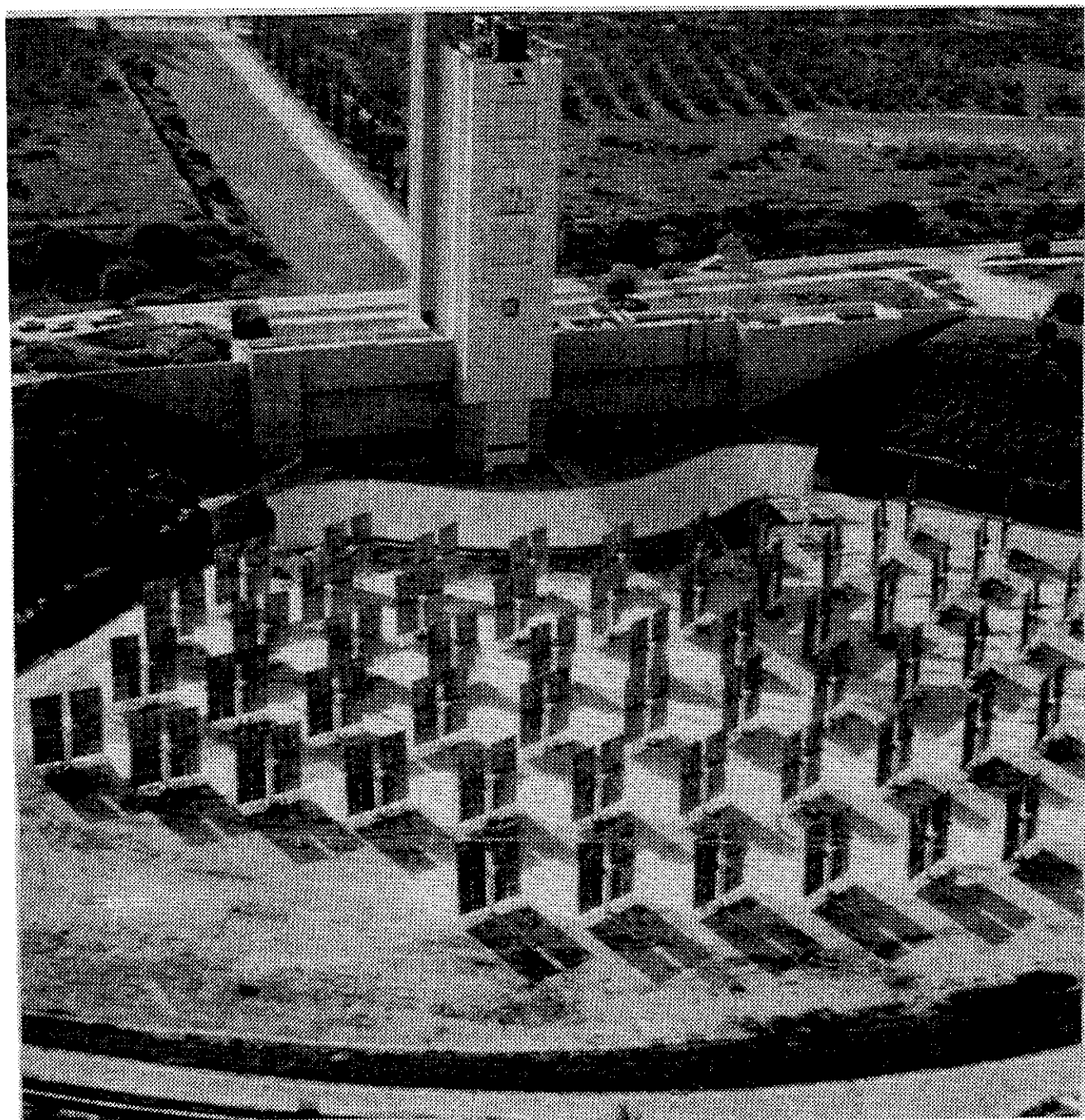
- א. בניית אב-טיפוס וניסוי של תחנת כוח סולרית המבוססת על מגדל ושדה סולרי.
- ב. ייצור חשמל בפלטפורמה מוטסת.
- ג. פיתוח מתקנים פוט-וולטאיים משופרים לייצור חשמל.
- ד. פיתוח לייזרים שאובי שמש רבי-עצמה לשימושים שונים.

יצוין כי עוד בשנת 1981 רשם פרופ' ירמיהו ברנובר מאוניברסיטת בן-גוריון פטנט להמרת אנרגיה סולרית לחשמל. זיכיון השימוש בפטנט זה נמסר לחברת "סולמקס"⁽²⁶⁾.

קונסורציום נוסף הרלוונטי לשימושי אנרגיה עתידיים נקרא לש"ד - לייזרים שאובי דיודות. קונסורציום זה הוקם ב-1996 וחברים בו מוסדות המחקר: הטכניון, אוניברסיטת בר-אילן, אוניברסיטת בן-גוריון וממ"ג וכן התעשיות: אל-אופ, תעשיות לייזר, המ"מ, אור-זיו, אורבוטק ו-LBT. כאן מפתחים טכנולוגיות ותהליכים גנריים לייצור דיודות רבות הספק ולייזרים שאובי דיודות במגוון אורכי גל והספקים⁽²⁹⁾.



ציור מספר 15 - מתקן תוצרת "אורמות" לייצור חשמל מאנרגיית השמש⁽²⁸⁾

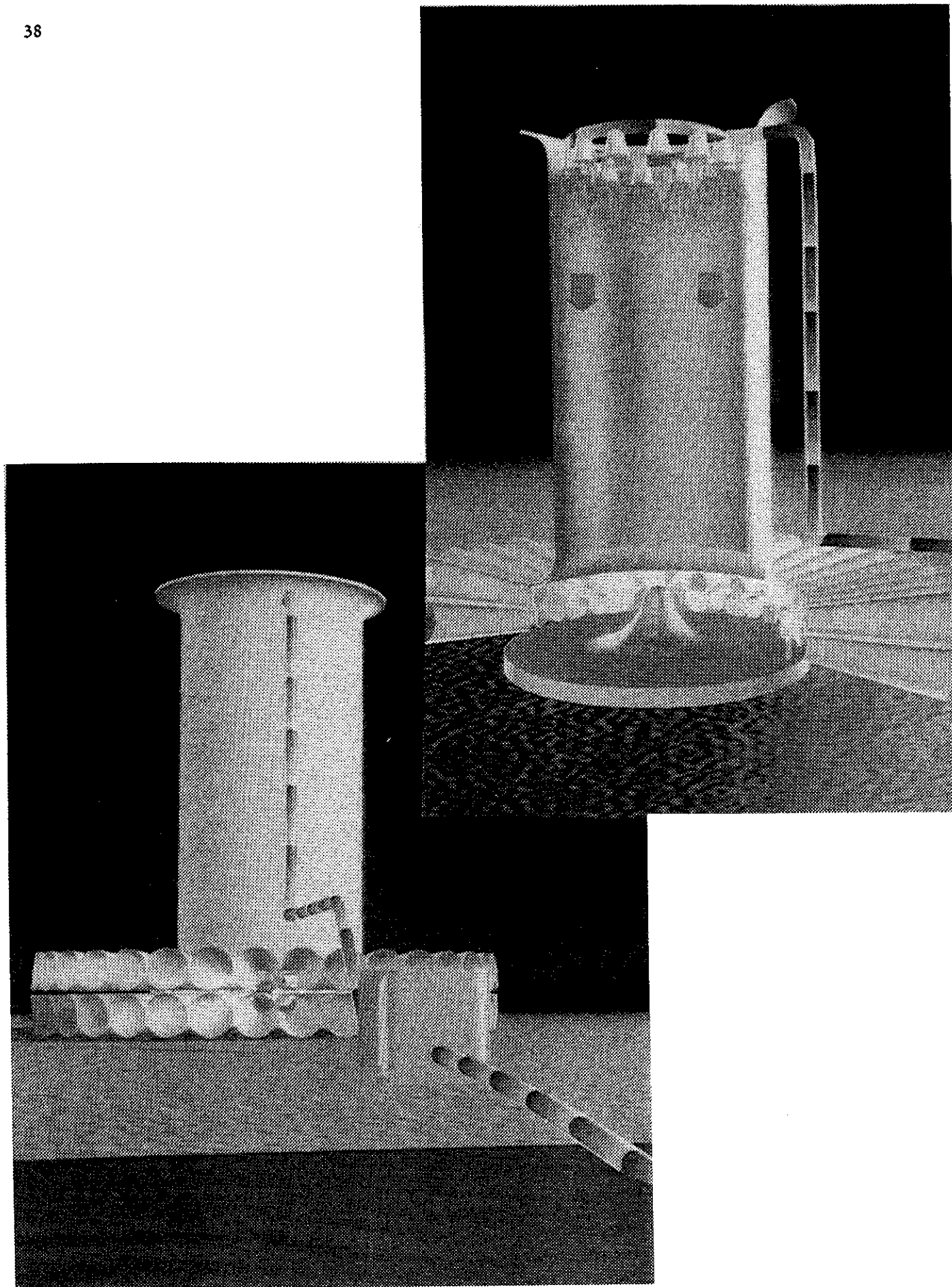


ציור מספר 16 - מתקן עם מראות פרבוליות לריכוז אנרגיית השמש, בפיתוח מכון ויצמן

ג. ארובות שרב

מתקן עוד יותר נועז מפותח בטכניון על ידי פרופסור דן זסלבסקי מהפקולטה להנדסה חקלאית. מתקן זה הנקרא "ארובות שרב" דורש אזור צחיח ויבש בקרבת ים, כגון מפרץ אילת. עיקרון הפעולה הוא שאיבת מי ים למגדל קירור גבוה והתזתם מלמעלה למטה. תוך כדי ההתזת מתאיידים המים ומקררים את האוויר במגדל. האוויר הקר יורד במהירות וביציאה התחתונה מהמגדל מניע טורבינות. ככול שהגובה של המגדל עולה, כן משתפר היחס בין האנרגיה המופקת בטורבינות לבין זו הדרושה למשאבות. בגובה של כ-300 מטר מגיעים לשוויון ובגובה 800 עד 1000 מקבלים כדאיות כלכלית של הפרוייקט כולו. כיום מתכננים בניית מתקן חלוץ (PILOT) בכספי משקיע חוץ וחברת החשמל, לאחר שכל מחקרי הייתכנות במימון משרד התשתיות נסתיימו בהצלחה⁽³⁰⁾.

מעבר ליצירת החשמל יש לארובות השרב גם פוטנציאל משמעותי להתפלת המים עקב איודם. הבעיה שנוותר לפתור היא מה לעשות עם כמויות המלח העצומות שיצטברו בסביבות המתקנים. יש לציין שדווקא בעיית הקונסטרוקציה של המגדלים בקוטר 400 מטר וגובה 800 עד 1000 מטר נראות פתירות לאחר שנבדקו על ידי מומחים שונים בפקולטה להנדסה אזרחית. אם יופעל הפרוייקט יהיה לישראל גם שיא עולמי בבנייה לגובה.



ציור מספר 17 - "ארובת שרב" לייצור חשמל והתפלת מים במדבר⁽³⁰⁾

6. תרומת המדע לתעשייה הכימית

א) חומרי נפץ

התרומות לתעשייה הכימית החלו עוד טרם קום המדינה עת עבדו על פיתוח חומרי נפץ. בפיתוחים אלה השתתפו המנוחים פרופ' משה ויצמן (אחיו של הנשיא המנוח), ד"ר ארנסט ברגמן וד"ר פליקס ברגמן ממכון זיו ברחובות, וכן פרופ' איליוף, ד"ר קלוגאי וד"ר היימן מהטכניון. פרטים נוספים בפרקים על תרומת המדע לביטחון⁽⁹⁾.

ב) ניצול מחצבי הנגב

עם קום המדינה עסק פרופ' ישראל דוסטרובסקי ממכון ויצמן בסקרים גאולוגיים לחיפוש חומרים אסטרטגיים בנגב. הממצאים העיקריים היו פוספטים וזיכיונות ייצורם הועברו לחברת כימיקלים לישראל (כ"ל), שהוקמה לצורך זה בשנות החמישים. לימים הוקמה בכ"ל יחידת המחקר תמ"י (תעשיות מחצבי ישראל) ובשנים 75 עד 1979 היא נוהלה על ידי פרופסור אפרים קהת מהטכניון. בתקופתו שוכלל תהליך הפקת האשלג במפעלי ים המלח וכן פותח רוב תהליך הפקת הדשנים והברום שם⁽³¹⁾. ציורים 18, 19 מראים את שני המפעלים הנ"ל. כיום משרתים במפעל הברום שלושה חוקרים מאוניברסיטת בן גוריון.

חברת "מכתשים" נהנתה גם היא מתרומה אקדמית נכבדה בדמותו של פרופ' יואל ששון שעבר לשם בשנת 1994 מהאוניברסיטה העברית (מכון קזאלי לכימיה שימושית) ונתמנה לסמנכ"ל למחקר ופיתוח⁽³²⁾.

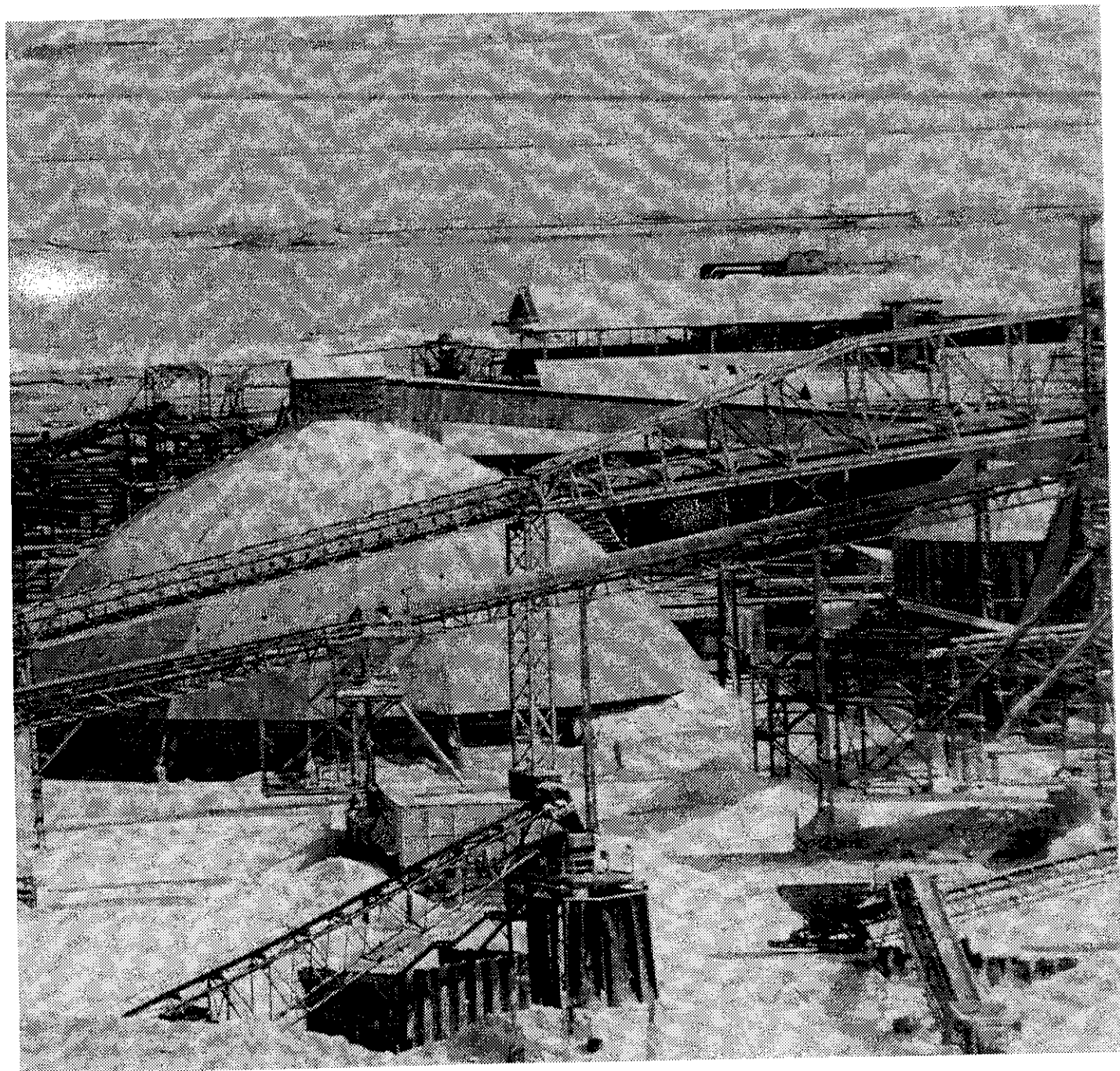
ג) אפיון ובדיקה של מוצרים כימיים⁽³³⁾

ב-1949 הוקמה ביזמת אגף המכס והבלו במשרד האוצר המבדקה הכימית בטכניון. זו נתבקשה לבדוק מוצרי יבוא שונים ובהם דלק, משקאות חריפים וכימיקלים שונים. כיום עוסקת המבדקה בעיקר בבדיקת מוצרי דלק לתעשייה (סולר, בנזין וגז), וכן בבדיקות שונות של אוויר, מים ושפכים תעשייתיים.

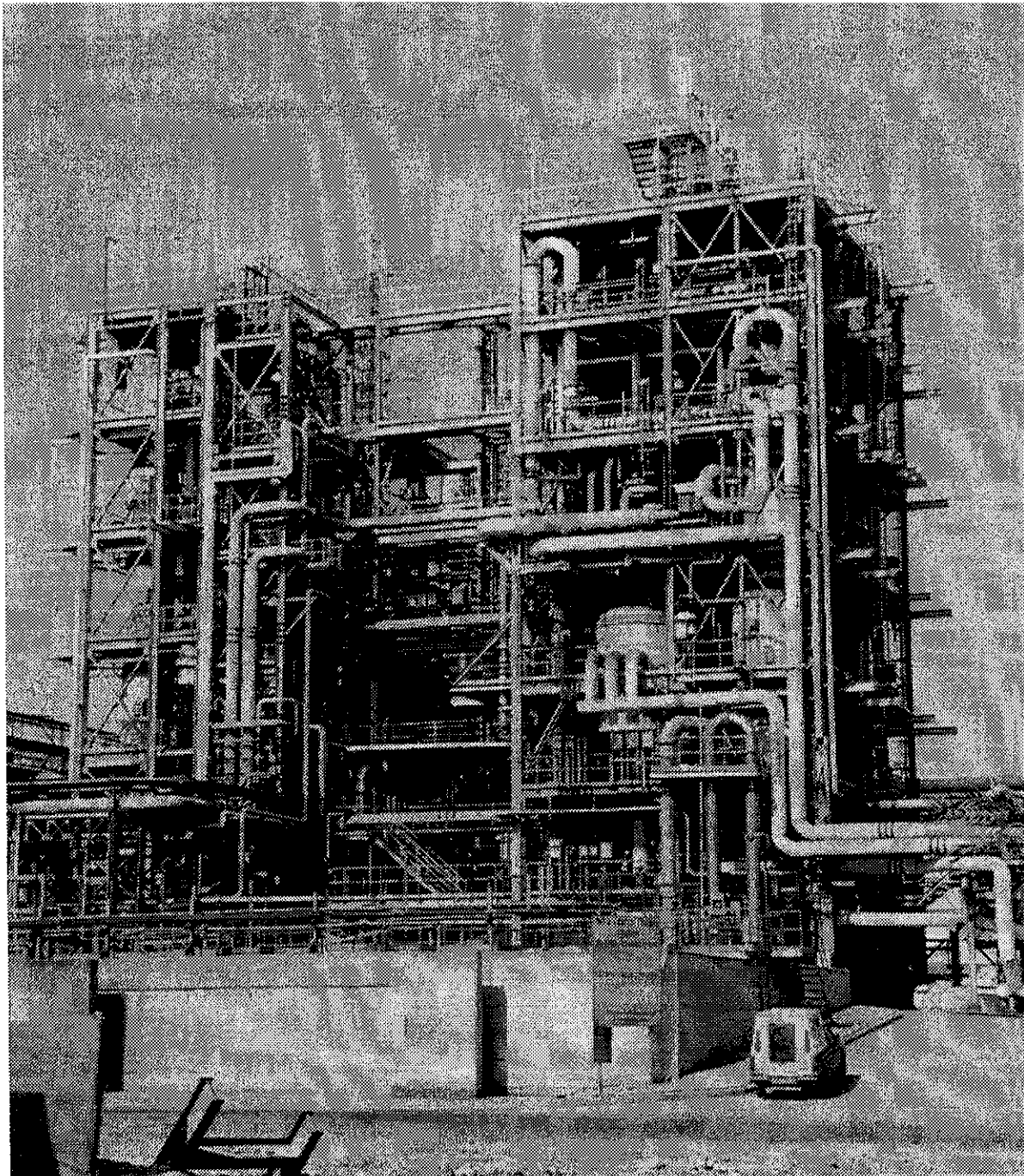
ד) אתגרים לעתיד

אתגרי האקדמיה בהקשר לתעשייה הכימית הם בייעול תהליכים שישמרו על היתרון היחסי של תעשייה זו בארץ מול מתחריה בעולם. מדובר על תהליכי קטליזה וכדומה שיהיו יעילים כימית וחסכוניים באנרגיה.

אתגר עוד יותר חשוב למדינת ישראל ולאזור המזרח התיכון כולו הוא פיתוח תהליך שיאפשר התפלת מי-ים במחיר תחרותי.



ציור מספר 18 - מתקן האשלג בים המלח



ציור מספר 19 - מתקן הפקת הברוס בים המלח

7. תרומת המדע לתעשיית הביוטכנולוגיה

בשטח הביוטכנולוגיה (הכולל חקלאות ומזון) יש פעילות מחקר ענפה כמעט בכל האוניברסיטאות בארץ במכון וולקני ובמכון לחקר הימים והאגמים. אך התעשייה הביוטכנולוגית בארץ היא עדיין צעירה.

7.1 דוגמאות לתרומות בעבר (עד 1995)

א) מכון וולקני⁽³⁴⁾

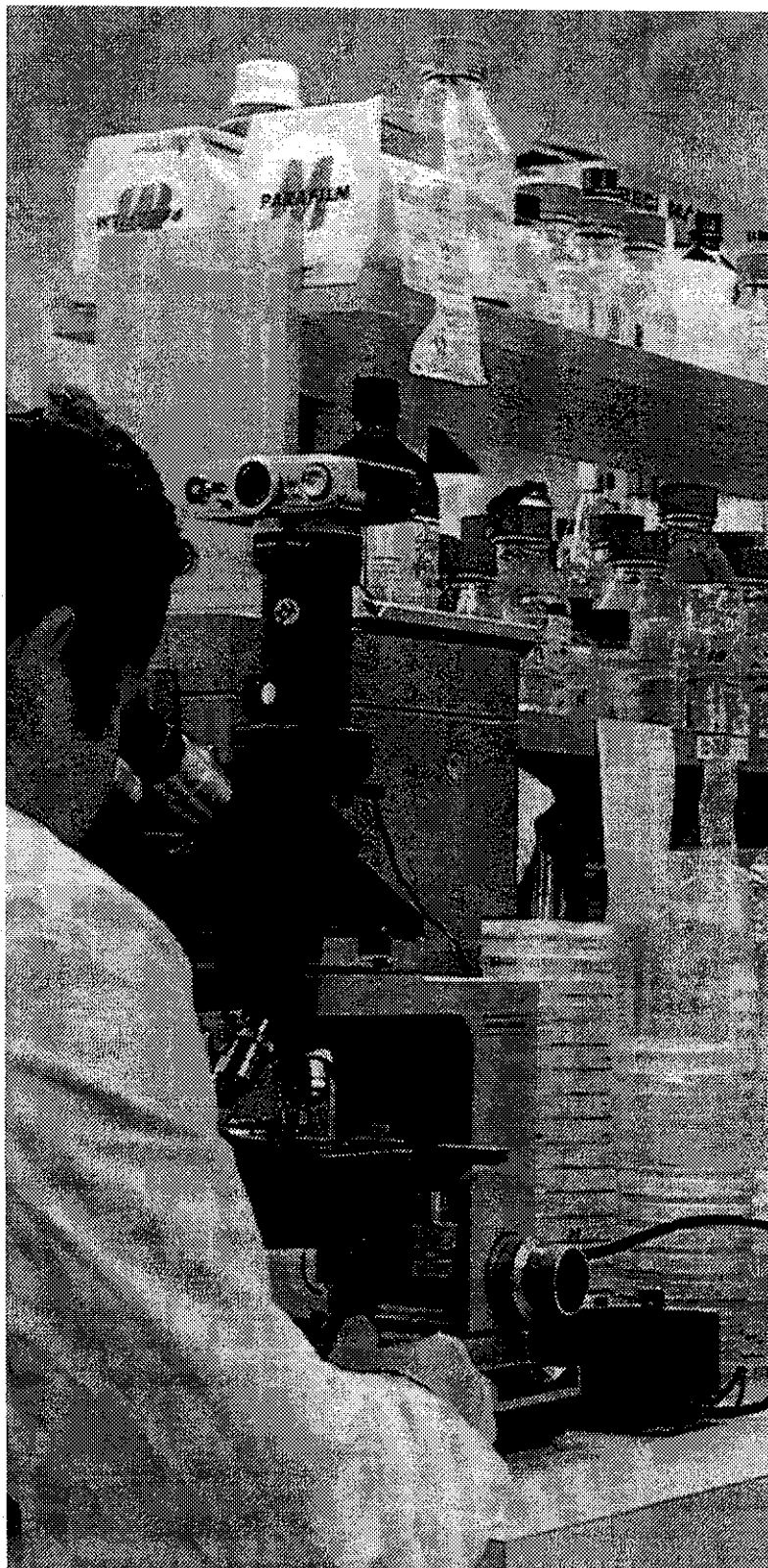
- * פיתוח זנים חדשים של פרות, ירקות ופרחים שהגדילו יכולים לדונם לרמות המהוות שיאים בין-לאומי.
- * פיתוח שיטות השקיה חסכוניות במים, כגון טפטפות.
- * פיתוח יריעות לחממות.

ב) מכון ויצמן⁽³⁵⁾

- * מעבר צוות אקדמי בכיר לניהול חברת "ביוטכנולוגיה" (ציור 20) ובהם: פרופ' חיים אביב (מנכ"ל מ-1978), פרופ' מריאן גורצקי (סמנכ"ל), ד"ר יפה בק (סמנכ"ל).
- * מעבר ד"ר יורם כרמון לניהול חברת "פפטור".
- * רישום פטנטים רבים ומתן זיכיון שימוש בהם לחברות "ביוטכנולוגיה" (הורמונים וחיסונים) וחברת NBT לגידול אצות באילת (β קרוטן).

ג) מכון לחקר הימים והאגמים⁽³⁶⁾

- מחקרי החברה הובילו עד כה להקמת שלוש חברות:
- * שתי חברות לרווית דגים באילת (דג-סוף וערד"ג).
- * מכון רוויה בעתלית (חברת בת של חברת המלח).
- * חברת NBT באילת לגידול אצות להפקת ביטא קרוטן.



ציור מספר 20 - מעבדה בחברת "ביוטכנולוגיה", שנוסדה על ידי מדעני מכון ויצמן⁽²⁸⁾

הטכניון^{(37), (38)}

- * פיתוח קוויאר כשר והקמת חברת Delitech לייצורו ולשיווקו.
- * פיתוח מכשיר לבקרת השקיה בחברת "אגרותים" על פי פטנט של פרופ' בני צור וד"ר ארי בן-חנן.
- * פיתוח מערכות עיבוד קרקע (כולל חישת תכונותיה) על ידי פרופ' דן וולף, זאת במסגרת חברת סטרט-אפ בשם: Ag. Tech.
- * פיתוח מכשיר לבדיקת איכות הפרי על ידי חברת "עשת אילון" על פי פטנט של פרופ' נפתלי גלילי ואחרים.
- * פיתוח מערכות אוטומטיות לריסוס, לדישון ולקטיף על ידי הפרופסורים גדליה מנור ודן וולף.
- * מיכון משק בעלי חיים.

ה) האוניברסיטה העברית⁽³²⁾

ביצוע מחקרים עבור חברות שונות ובהן:

* הזרע בע"מ

* פפטור בע"מ

* זרעים גדרה בע"מ

ו) אוניברסיטת בן גוריון⁽²⁶⁾

* פרופ' ישראל סרוב הקים ב-1984 את חברת "סביון דיאגנוסטיקה" וגם שימש בה מדען ראשי.

* פרופ' יוסף גיל, ד"ר שלום לוי וד"ר משה זרעוני מכהנים כדירקטורים ב"גריןטק".

* ד"ר אלי הרלב, משמש מנכ"ל חברת "אל-קוטי".

ז) אוניברסיטת תל-אביב⁽³⁹⁾

* פרופ' מקס הרצברג וד"ר יורם רוזנברג הם המקימים והמנהלים (נשיא מדען ראשי) של חברת Organic Bio-sensors.

* פרופ' הרצברג משמש גם יו"ר האגודה הביוטכנולוגית בישראל.

* האוניברסיטה מבצעת מחקרים מוזמנים עבור חברות "אורגניקס", "ביוסנסור", "הזרע", "אגן" ו"מכתשים".

ח) אוניברסיטת בר אילן⁽⁴⁰⁾

* פרופ' יגאל כהן העביר לחברת "הזרע" זיכיון שימוש בפטנט שלו לחיסון מילונים.

7.2 תרומות פוטנציאליות לעתיד

(א) מכון וולקני^{(27), (41)}

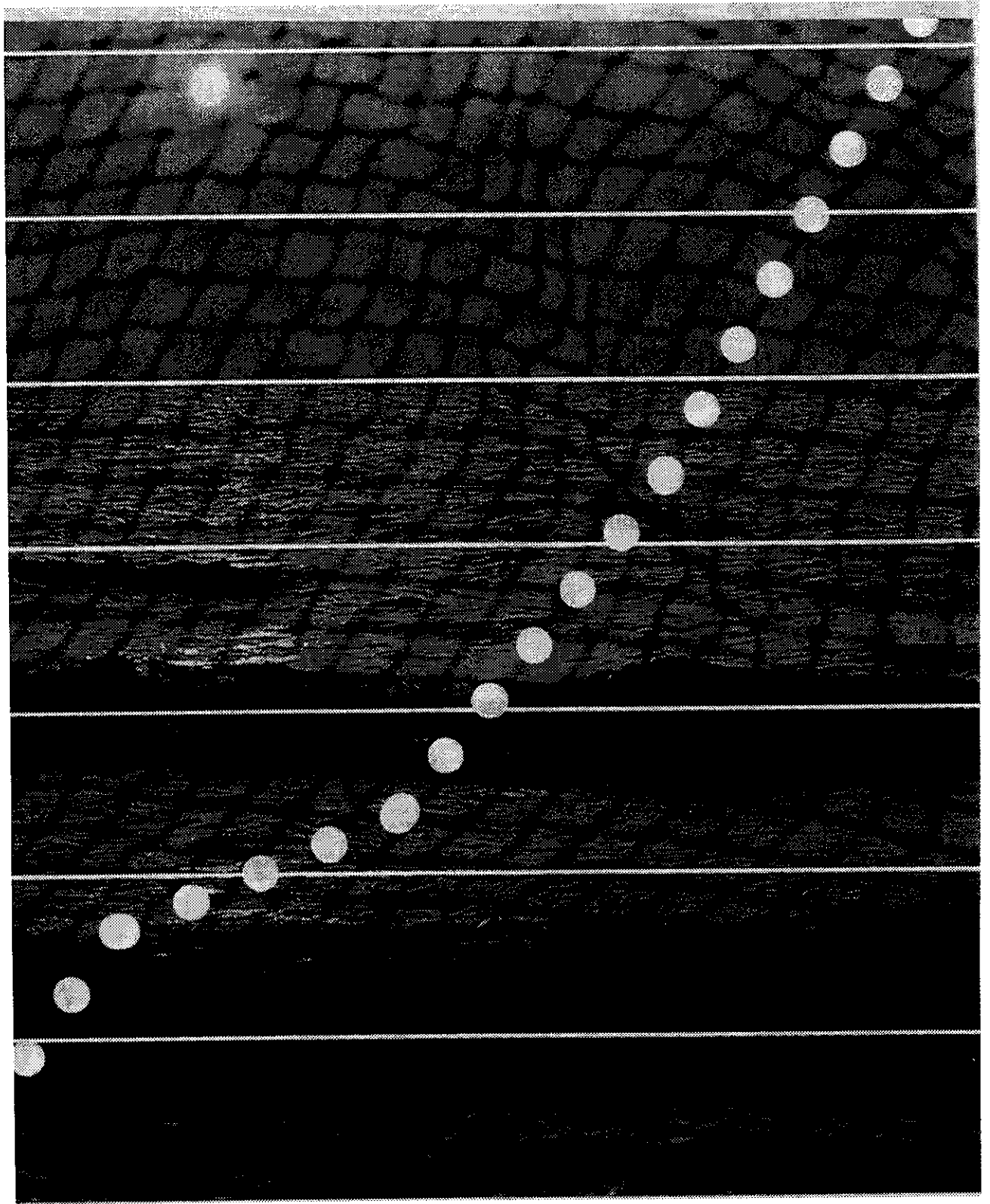
- * התאמת גידולים חקלאיים למים באיכות ירודה.
- * פיתוח חקלאות בתנאי סביבה קשים (מבחינת קרקע, מים, אקלים).

(ב) הטכניון⁽³⁷⁾

- * עיכוב תהליכי הזדקנות בצמחים. על סמך פטנט שלו. הקים פרופ' שמעון גפשיין ב-1995 חברת סטרט-אפ בשם "ויטליס".
- * פיתוח נוגדנים קטליטיים לפירוק קוטלי עשבים. על סמך פטנט של פרופ' אהוד קינן הוקמה על ידו ב-1996 חברת סטרט-אפ בשם "אגרומור".
- * פיתוח טרקטור משוכלל לשנות האלפיים על ידי פרופ' דן וולף במסגרת חברת סטרט-אפ בשם I.M.Tech.
- * גידול דגים בכלובים על ידי פרופ' גדליה מגור בשיתוף המכון לחקר הימים והאגמים.
- * פיתוח מזון לדגים במסגרת חברת חממה Adartech Ltd.

(ג) המכון לחקר הימים והאגמים⁽³⁶⁾

- פיתוח מואץ של טכנולוגיות לניצול משאבי הים (ראה ציור מספר 21) במכון הוא פועל יוצא מהמלצות ועדה ציבורית למשרדי האוצר, החקלאות והתשתית⁽⁴²⁾. לפי ממצאי הוועדה צפוי בישראל גידול צריכת הדגים פי 2.4 במשך 25 שנה (3.7% לשנה). אם מניחים שהיבוא ירד מ-60% ל-20% הרי שהדיג המקומי יצטרך לגדול פי חמישה!
- לקראת אתגר זה חוקרים במכון:
- * גידול דגים בכלובים (בשיתוף עם הטכניון).
 - * הגברת רוויה של דגים באמצעות שתלים.
 - * הקמת בנק זרע לדגים.
- הצלחת מחקרים אלה ויישומם הוא תנאי למניעת משבר דיג בארץ.



1980

1990

2000

2010

ציור מספר 21 - גידול משוער של אספקת דגה מהים

ד) אוניברסיטת בר-אילן⁽⁴⁰⁾

מבין מחקרי הביוטכנולוגיה כאן, יש להזכיר:

- * פיתוח של ביו-חיישנים (Bio-Sensors) על ידי פרופ' חיים סוקניק מהמחלקה לכימיה. לחיישנים אלה צפויים שימושים רפואיים ואחרים.
- * פרופ' צבי דוביצקי עובד על מחקר ארוך טווח להפקת אלגל לצורך סינתזה של קרוטנואיד (צבע אדמדם) עבור תעשיית המזון.
- * פרופ' יגאל כהן רשם פטנט להגנת צמחים שמשמש בסיס לחברת סטארט-אפ TDI שהקים ב-1996.

ה) אוניברסיטת תל-אביב⁽³⁹⁾

- * הקמת חברת סטרט-אפ "אינוסט" על ידי פרופ' מל רוזנברג.
- * הקמת חברת סטרט-אפ "סוקהד" על ידי פרופ' מוטי סוקולוב.
- * פיתוח ביו-דיספרסנט בשיתוף חברת תמ"ח/כימיקלים לישראל.

ו) קונסורציה במסגרת תכנית מגנ"ט⁽²⁹⁾

תעשיות	מכוני מחקר	נושא הקונסורציום
דשנים וחומרים כימיים קיבוץ ראש הנקרה NBT (אילת)	המכון לחקר הימים מכון ויצמן	טכנולוגיות לגידול אצות והפקת תוצריהן
הזרע האיגוד למשקי עופות ומגדלי בקר	מכון וולקני אוניברסיטה עברית	פיתוח סמני DNA וחומר ריבוי לקיצור זמני טיפוח זנים
הזרע זרעים גדרה ויטרו סטאר אבשלום	מכון וולקני	פיתוח שיטות יעילות לייצור זרע מכלוא והכוונת פריחה בביוטכנולוגיה

8. תרומת המדע להנדסה רפואית

בפרק זה תיסקרנה תרומות האקדמיה הן לתעשיית התרופות והן לתעשיית מכשור הדיאגנוסטיקה והריפוי.

8.1 תרומות בעבר

(א) הקמת וניהול חברות

הטכניון

- חברת "אלסינט" להדמיה רפואית (ציור 22) נוסדה על ידי ד"ר אברהם סוחמי, שהיה מרצה בפקולטה לפיזיקה בטכניון. בהמשך הצטרפו אליו חברי סגל נוספים מהפקולטה ובהם בני סבאח (לימים מנהל החברה), מר משה פרג (פרגון) לימים נשיא אלסינט ומר יונתן אדרת - מנהל החברה כיום.
- חברת ESC לטיפול עור (ציור מספר 23) בקרינה אופטית הוקמה על ידי בוגר הפקולטה, ד"ר שמעון אקהויז לאחר סיום עבודתו ברפא"ל. החברה מנצלת בין היתר זכות שימוש בפטנט של מוסד הטכניון למו"פ.
- סניף חברת Fidelity Medical בחיפה (ציור מספר 24) הוקם על ידי איתן מליץ בוגר הפקולטה להנדסת חשמל.
- פרופסור פרץ לביא, מהפקולטה לרפואה בטכניון, הקים ומנהל את המרכז להנדסת שינה (מר"ש) לטיפול בהפרעות שינה. לחברה ארבעה מרכזים ברחבי הארץ.

מכון ויצמן⁽³⁵⁾

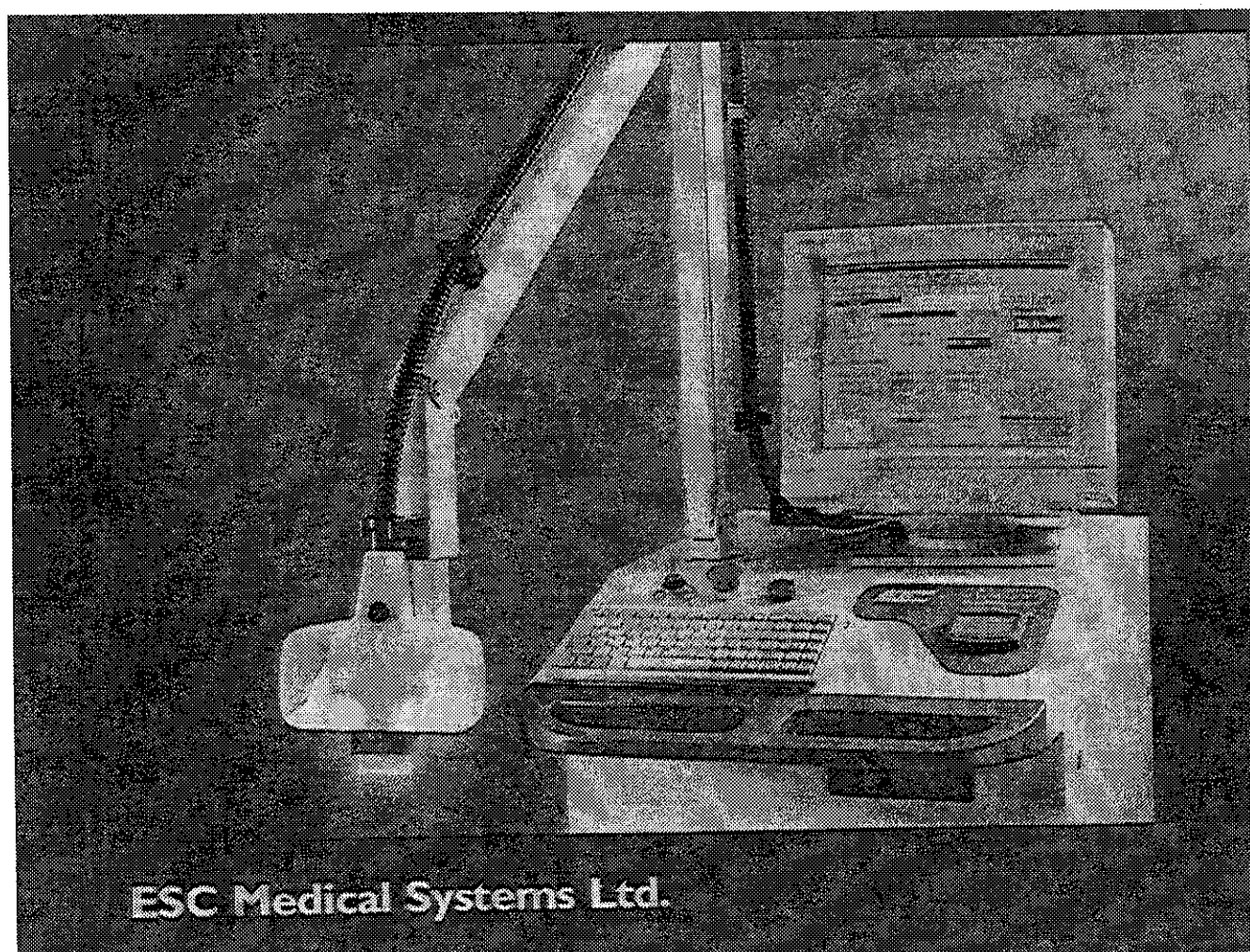
- ד"ר אלכס קוזאק, משמש כמנכ"ל "די-פארם".
- פרופ' אורגד לאוב, משמש כסמנכ"ל "אינטרפארם".

אוניברסיטת בן-גוריון⁽²⁶⁾

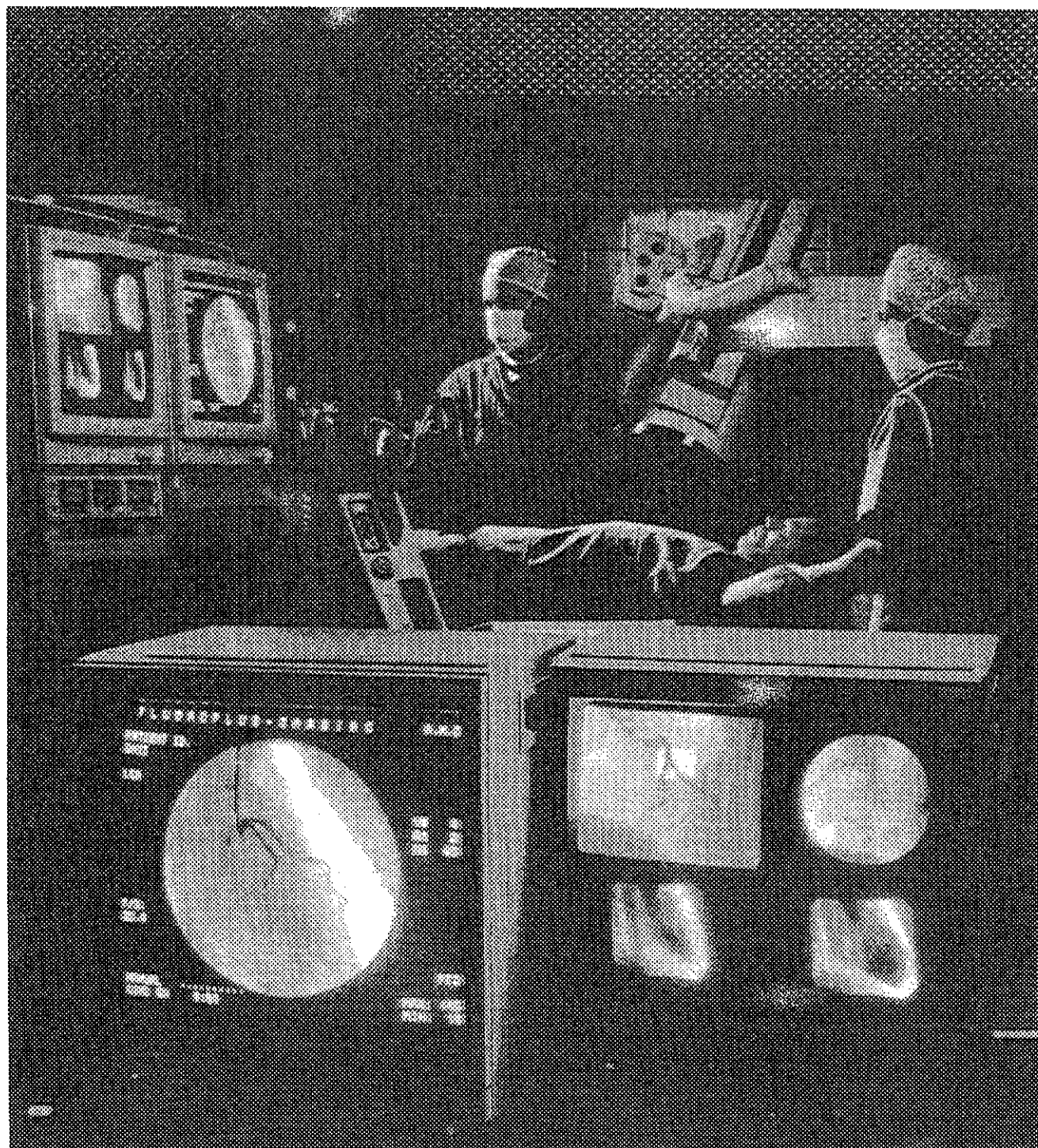
- פרופ' ישראל סרוב יזם ב-1984 את הקמת חברת "סביון דיאגנוסטיקה" על בסיס פטנט שלו לפיתוח ערכות זיהוי מחלות זיהומיות. מאז הוא משמש מדען ראשי בחברה.
- מר רוג'ר נתן מהאוניברסיטה הקים תעשיית ציוד עזר לנכים.
- ד"ר אליעזר שלום עבר לשמש מנהל המעבדות של חברת "טבע".



ציור מספר 22 - ציוד הדמיה רפואית של חברת "אלסינט",⁽²⁸⁾



ציור מספר 23 - טיפולי עור בצידוד של חברת ESC



צילום מספר 24 - שקופי לב בציוד תוצרת חברת "פידליטי מדיקל"⁽²⁸⁾

ב) ניצול פטנטים של האקדמיה בתעשייה הרפואית

הטכניון⁽³⁸⁾

- חברת "טבע" קיבלה ב-1991 זיכיון לניצול פטנט של הפרופסורים מוסה יודעים וגיוהן פיינברג מהפקולטה לרפואה לפיתוח תרופות נגד מחלת "פרקינסון".
- חברת "סביון דיאגנוסטיקה" קיבלה ב-1986 זיכיון ליישום פטנט של פרופ' יהודית נאות מהפקולטה לרפואה בנושא זיהוי מיקרופלסמה הגורמת לדלקת ריאות.
- חברת "בריסטול-מאיר" רכשה ב-1997 זכויות שימוש בפטנט של פרופ' אלה לינדנבאום מהפקולטה לרפואה לייצור ולהפצה של מתקן למתיחת עור.

האוניברסיטה העברית⁽³²⁾

- חברת "תכשירי פריון" קיבלה ב-1986 זיכיון שימוש בפטנט של הפרופסורים פרידמן, סלע וסוסקולני בנושא בדיקה תקופתית.
- חברת "סביון דיאגנוסטיקה" קיבלה ב-1987 זיכיון לניצול פטנט של פרופ' ציתרי שהמציא ערכה לבדיקת קטלז בשתן.

אוניברסיטת בן-גוריון⁽²⁶⁾

- חברת "סיכא" קיבלה ב-1990 זיכיון לפטנט של פרופ' אריה מרקוס בנושא אנטיקן.

אוניברסיטת בר-אילן⁽⁴¹⁾

- חברת "טבע" קיבלה ב-1986 זיכיון שימוש בהמצאה בנושא תרופה אנטי סרטנית (ANOMERIC DECETYLATION)

אוניברסיטת תל-אביב⁽⁴⁰⁾

- "תעשיות לייזר" (ציור מספר 25) קיבלה זיכיון שימוש בסיבים אופטיים חלולים שהמציא פרופ' נתן ברנוטרו.

- חברת "סביון דיאגנוסטיקה" קיבלה זיכיון שימוש בפטנטים שונים של פרופ' רוזנברג.

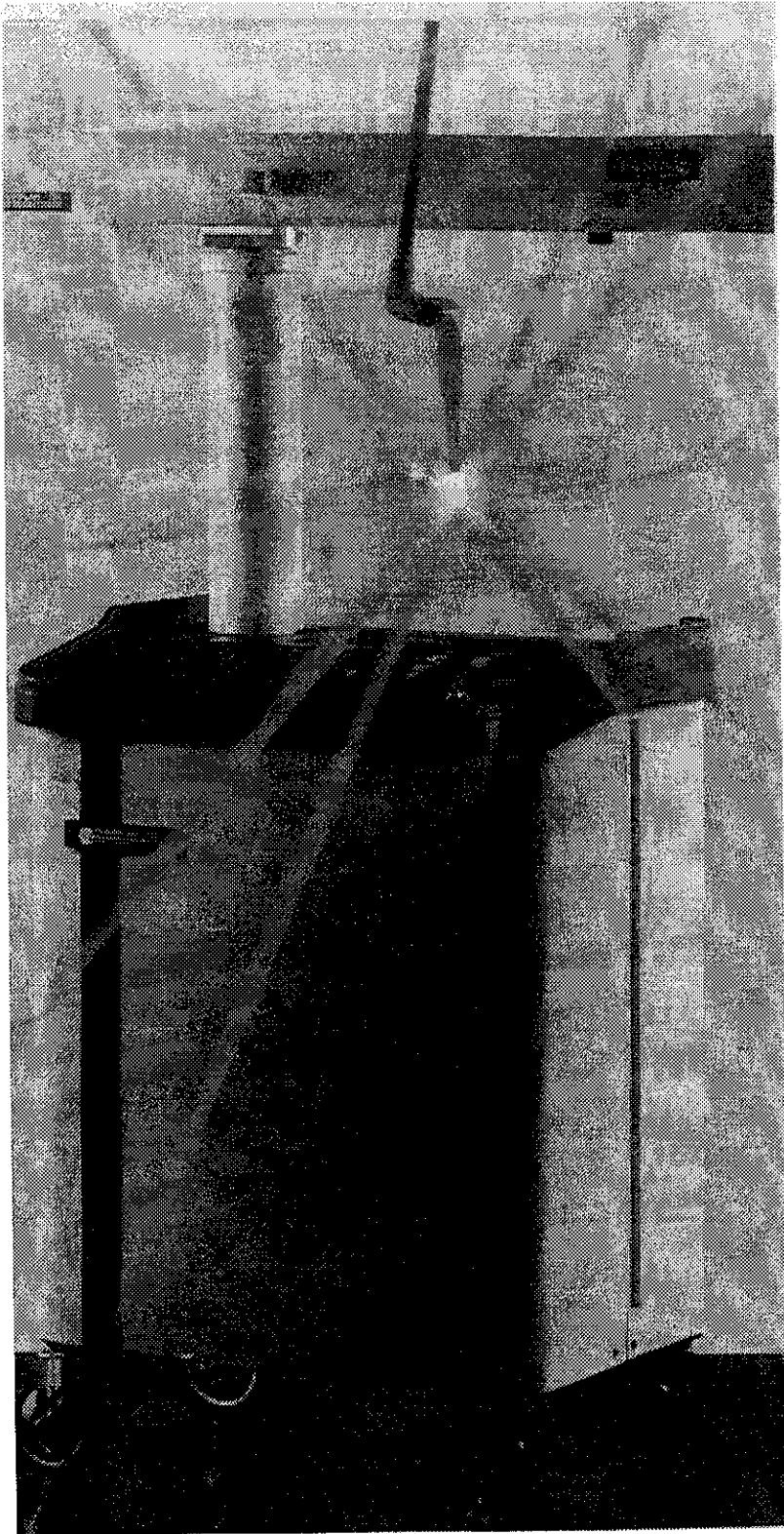
מכון ויצמן⁽³⁵⁾

- להלן דוגמאות לפטנטים שלגביהם קיבלו תעשיות בארץ זיכיון שימוש. מסתבר שרובם בתחום הרפואי.

דוגמאות לפטנטים של מבון ויצמן שלגביהם קיבלו תעשיות בארץ זיכיון שימוש³⁵⁾

NO.	INVENTOR(S)	SUBJECT	COMPANY	YEAR
1	Michael Sela/Ruth Arnon	Copaxone	Teva	1987
2	Mordhay Avron [†] /Ami Ben Amotz	Dunalliela/ β -Carotene	אמצות אילת\NBT	1976
3	Aharon Yerushalmi	Antiviral Hyperthermia	Nezer Sireni	1978
4	Ephraim Frei	Mammoscan		1993
5	Michael Epstein	Solar Heater	Miromit	1980
6	David Vofsi	Bromostyrenes	תרכובות ברום	1987
7	Haim Aviv	Bovine Growth Hormone	BioTechnology General	1982
8	Yoram Groner	Superoxide Dismutase	BioTechnology General	1984
9	Yoschi Goral	Hepatitis B Vaccine	BioTechnology General	1988
10	Shmuel Edelstein	Vitamin D3	Teva	1978
11	Mordekai Magaritz [†]	Underwater Sampling	Margan	1993
12	Ehud Shapiro	Internet Software	Ubique	1993
13	Ron Naaman/Zeev Vager	Electron multiplier	El-Mul	1992
14	Yair Reisner	Chimeric humanized mice	XTL Biopharmaceuticals	1993
15	Jakob Karni/Avi Kribus	Solar Receiver	רותם	1997
16	Ora Kedem	Water softening	Crecor\Ecosoft	1992
17	Carlos Gitler	Liposomes	Diatech/Savyon	1991
18	Michael Sela/Edna Mozes	Therapy for Myasthenia Gravis	Teva	1994
19	Meir Shinitzky	Schizophrenia diagnosis	Neurogenics	1992
20	Adi Kimchi	Apoptosis genes	QBI	1995
21	Amnon Yogev	Solar Laser	Consolar	1997
22	Amnon Yogev	Photovoltaic cells	Consolar	1997
23	Edna Mozes	Treatment of Lupus	Teva	1995
24	Avner Yayon	Growth factor Receptor	Prochon	1996
25	Avraham Shanzer	Iron Chelators	Ex Chel	1997
26	Yechiel Shai	Antibacterial peptides	Balm Pharm.	1997
27	Asher Friesem	Laser enhancer	Impala	1997
28	Michel Revel	Interferon beta	Interpharm	1979
29	Michel Revel	Interleukin 6	Interpharm	1979
30	Menachem Rubinstein	Gama Interferon	Interpharm	
31	David Wallach	TNF receptor	Interpharm	1989
32	Michal Schwartz	Nerve regeneration	Proneuron	1996
33	Irun Cohen	Therapy for Diabetes	Portinan Pharmaceutical	1992
34	Adi Shamir	Encryption/decoder	News Datacom	1988
35	Ezra Galun	hybrid seeds	Hazera	1978

[†]deceased



ציור מספר 25 - ציוד ניתוח תוצרת חברת "תעשיות לייזר", (28)

8.2 תרומות פוטנציאליות לעתיד

(א) ביצוע מחקרים לתעשייה הרפואית

- * באוניברסיטה העברית בירושלים מבוצעים מחקרים רפואיים רבים עבור חברות ישראליות ובהן⁽³²⁾: "טבע", "פפטור", "רפא" ו"מדיקה".
- * באוניברסיטת תל-אביב מתבצעים מחקרים רפואיים עבור חברות⁽⁴⁰⁾: "טבע", "מדיס-אל", "סאיטקס" ו"פארמוס".
- * בטכניון מתבצעים מחקרים עבור חברת "טבע"⁽³⁸⁾.
- * במכון ויצמן מתבצעים מחקרים עבור חברות⁽³⁵⁾: "XTL", "טבע", "פרוכון", "QBI", "פרוניורון", "אינטרפארם", "פפטור" ועוד.

(ב) הקמת חברות סטארט-אפ רפואיות ליד האוניברסיטאות (על בסיס פטנטים)

באוניברסיטת בר-אילן⁽⁴¹⁾

- פרופ' אברהם נודלמן ייסד את ANSAN ב-1992 ואת BEACON ב-1996 ולפיתוח תרופות אנטי סרטיניות.
 - פרופ' מרדכי דויטש הקים ב-1986 את חברת EL-MEDIS לבידוד תאים.
- בטכניון⁽³⁸⁾**
- פרופ' דב כץ ז"ל ייסד ב-1991 את חברת SBPM לפיתוח דבק עצמות.
 - פרופ' יהודה אשרף ייסד ב-1992 את חברת "כימוטק" לחומרים דיאגנוסטיים לזיהוי יעילות הטיפול בסרטן.
 - פרופ' אהוד קינן, ייסד ב-1995 את חברת "פרמור" לפיתוח חומרים מטלוצננים.
 - פרופ' איתן קימל, ייסד ב-1997 את חברת "אולטרא קיור" לפיתוח מערכת אולטרא סאונד.

באוניברסיטת בן-גוריון⁽²⁶⁾

- ד"ר צופיה שרייבר, ייסדה ב-1997 את חברת "מיינדסקייפ" לאבחון מחלות פסיכיאטריות.

באוניברסיטת תל-אביב⁽⁴⁰⁾

- פרופ' שרה לביטו, ייסדה את חברת "לבסיס" לדיאגנוסטיקת סרטן.
 - פרופ' אלי ספר, ייסד את חברת "קומבקט" לזיהוי ורידים.
- במכון ויצמן⁽³⁵⁾**
- להלן עשרים דוגמאות לחברות יישום שקמו על בסיס פטנטים של מכון ויצמן רובם בתחום הרפואי.

רשימת פטנטים של מכון וייצמן ששימשו בסיס להקמת חברות יישומיות בארץ⁽³⁵⁾:

NO.	WEIZMANN INVENTOR(S)	SUBJECT	COMPANY	YEAR
1	Ephraim Katzir, Abraham Patchornick, Michael Sela	Polypeptides, antibodies	Miles-Yeda	1968
2	Mordhay Avron [†] /Ami Ben Amotz	Dunaliella/ β -Carotene	NBT\אצות אילת	1976
3	Aharon Yerushalmi	Antiviral hyperthermia	Nezer Sireni	1978
4	Ephraim Frei	Mammoscan	Transcan	1993
5	Haim Aviv	Bovine Growth Hormone	BioTechnology General	1982
6	Mordekai Magaritz [†]	Under-Water Sampling	Margan	1993
7	Ehud Shapiro	Internet Software	Ubique	1993
8	Ron Naaman/Zeev Vager	Electron multiplier	El-Mul	1992
9	Yair Reisner	Chimeric humanized mice	XTL Biopharmaceuticals	1993
10	Ora Kedem	Water softening	Crecor/Ecosoft	1992
11	Meir Shinitzky	Schizophrenia diagnosis	Neurogenics	1992
12	Avner Yayon	Growth factors	Prochon	1996
13	Avraham Shanzer	Iron Chelators	Ex Chel	1997
14	Yechiel Shai	Antibacterial peptides	Balm	1997
15	Asher Friesem	Laser enhancer	Impala	1997
16	Michel Revel	Interferon beta	Interpharm	1979
17	Michal Schwartz	Nerve regeneration	Proneuron	1996
18	Irun Cohen	Therapy for Diabetes	Portman Pharmaceuticals	1992
19	Adi Shamir	Encryption/decoder	News Datacom	1988
20	Israel Dostrovsky	Oxygen isotopes	IsoYeda (Enritech)	1989

[†]= deceased

ג) קונסורציום דע"ת⁽²⁹⁾

ב-1996 אושרה על ידי ועדת מגני"ט החקמה של קונסורציות לפיתוח תרופות וערכות דיאגנוסטיות (דע"ת). בקונסורציום זה שותפים מכוני המחקר של האוניברסיטה העברית ותמ"י, וכן החברות: "אורגניקס", "טבע", "טרה-מחשבים", "סיליקון-גרפיקס", "ביו-מדיקל", "סינרגייקס", "פפטור", ו"קומפיוגן".
הקונסורציום הוקם כדי לפתח טכנולוגיות גינריות לגילוי, תכנון ופיתוח תרופות וערכות לאבחון מחלות. התוצרים הטכנולוגיים הצפויים ממאמץ הפיתוח המשותף צפויים לסייע לחברות בפיתוח של:

א. כלים חישוביים בתכנה ובחמרה.

ב. כלים סינתטיים בעיקר בתחום הסינתזה הקומבינטורית.

9. תרומת המדע לתעשיות האלקטרוניקה והמחשבים

9.1 כללי

ענף האלקטרוניקה והמחשבים בישראל מחזיק כיום כמה שיאים לאומיים בין ענפי התעשייה⁽⁴³⁾:

א. עם מכירות של M\$6,500 ב-1996 זהו הענף התעשייתי הגדול ביותר (פרט ליהלומים).

ב. חלק היצוא מהמכירות מגיע ל-75% לעומת 21% ממוצע כל שאר הענפים.

ג. הערך המוסף הנו 68% לעומת 42% בכל השאר.

ד. מספר המהנדסים והטכנאים מתוך כלל העובדים מהווה 59% לעומת 13% ביתר.

ה. מתוך כלל העובדים 12% עוסקים במחקר ופיתוח לעומת 2% בשאר.

שני המאפיינים האחרונים נובעים מעתירות הטכנולוגיה בענף זה. יש לציין שחלק ניכר מהתשתית הטכנולוגית והאנושית של ענף זה מקורם במערכת הביטחון, כפי שהוצג בדו"ח קודם⁽⁹⁾, בעלייה האקדמית הגדולה מברית המועצות לשעבר ובתרומת האקדמיה ומכוני המחקר. כל אלה תרמו לגידול מואץ של ענף האלקטרוניקה בכלל ושל היצוא שלו בפרט: כפי שניתן להיווכח מציורים 26, 27 גדלו המכירות הדולריות בעשור החולף ב-12.5% לשנה בממוצע והיצוא גדל בממוצע ב-15.7% לשנה.

על מנת שגידול מרשים זה יימשך חייבים להתמיד בהשקעות במחקר ופיתוח ואף להגדילם כדי לפצות על ירידת תרומת המו"פ הביטחוני⁽⁶⁾.

הגידול העצום במכירות בעשור האחרון נעשה תוך התייעלות מתמדת: ציור מספר 27 מראה את התפתחות כח האדם בענף⁽⁴³⁾. רואים כאן כמה תופעות מעניינות:

א. שיעור המהנדסים והטכנאים עלה מ-50% ל-59% מה שמצביע על גידול התחכום.

ב. הגידול העיקרי היה בכח אדם אקדמי שעלה מ-9,520 ל-14,580, כלומר ב-53% או 4.3% בממוצע שנתי.

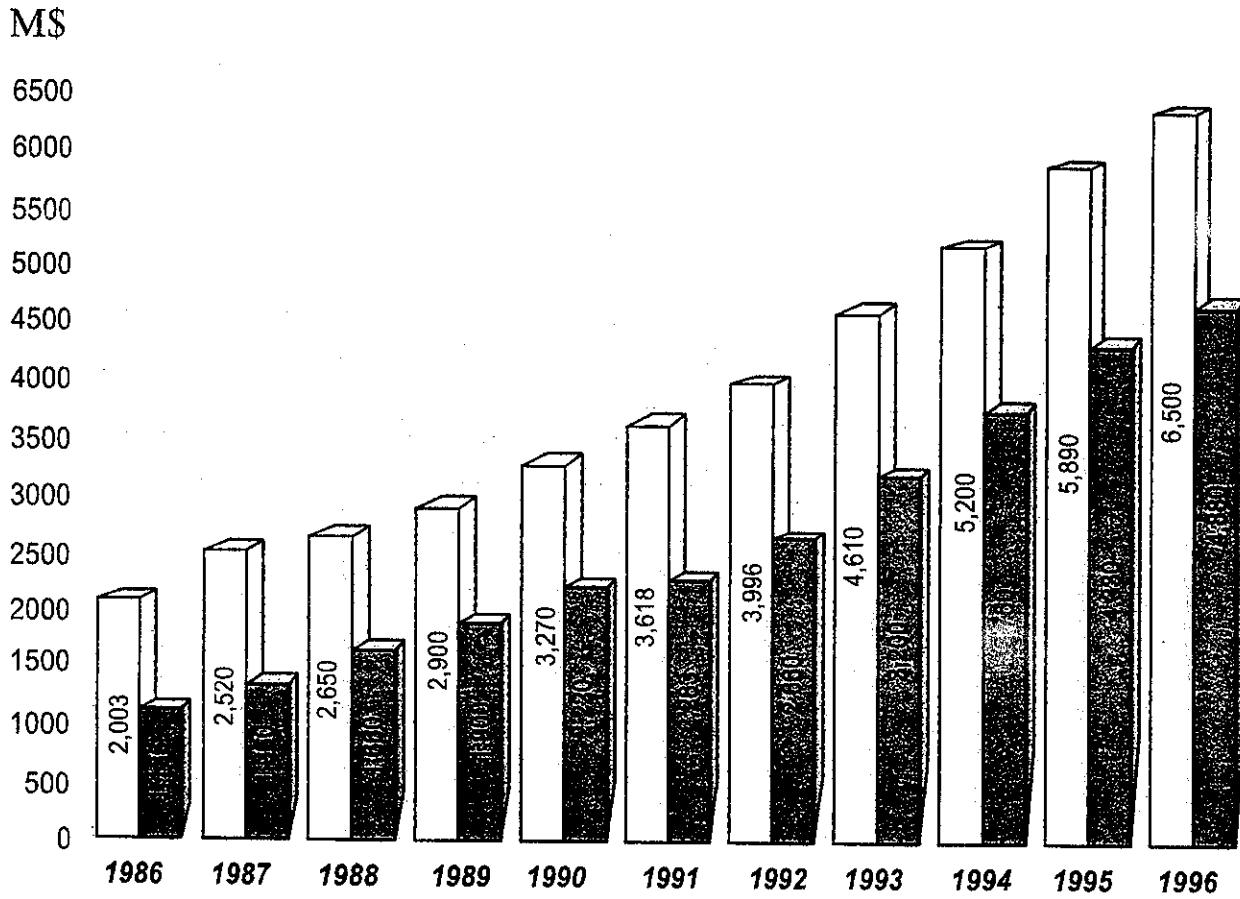
ג. לעומת זאת, מספר העובדים הלא טכניים דווקא ירד מ-18,120 ב-1986 ל-17,220 ב-1996.

ד. בהשוואה של ציור 26 עם 27 רואים שהמכירות לעובד ממוצע בענף גדלו בעשור החולף מ-K\$55 ל-K\$155 לעובד. גם לאחר ניכוי האינפלציה הדולרית⁽⁴⁴⁾ יש כאן גידול פריון ריאלי של כ-49%!

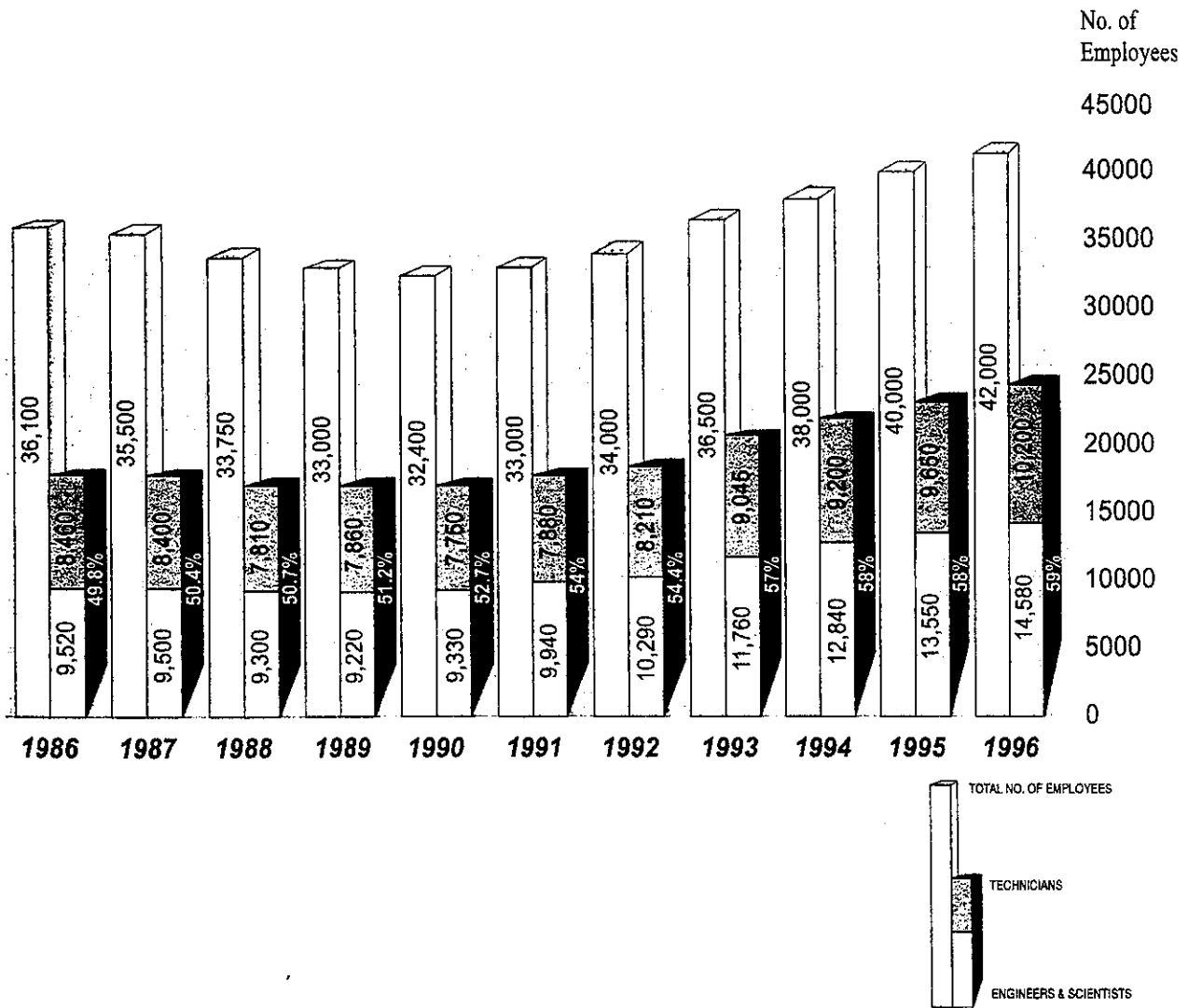
בתוך ענף האלקטרוניקה בולט כיום תחום התכנה והמחשוב כתחום משגשג במיוחד⁽⁴⁵⁾:

א. מ-M\$227 מכירות ב-1987 הן צמחו ל-M\$1,100 ב-1996, כלומר בכ-19% בממוצע לשנה!

ב. היצוא בענף זה עדיין צנוע, אך מטפס מהר מ-M\$25 (11%) ב-1987 ל-M\$400 (36%) ב-1996, כלומר גידול שנתי ממוצע של 36%!



ציור מספר 26 - גידול היקף המכירות והיצוא בענף תעשיות האלקטרוניקה בעשור
האחרון⁽⁴³⁾



ציור מספר 27 - התפלגות כח אדם בענף האלקטרוניקה בעשור החולף⁽⁴³⁾

האיגוד מחלק את תעשיות האלקטרוניקה לארבע קבוצות⁽⁴³⁾:

- (א) תעשיות הביטחון - מהוות כיום רק עוד 24.2% ממכירות הענף ותוארו בדו"ח קודם⁽⁹⁾.
- (ב) תעשיות הנדסה רפואית - אלה מהוות 21.5% מהמכירות ותוארו בפרק 8.
- (ג) תעשיות הטלקומוניקציה - מהוות את החלק הארי בענף (39.2%) ויונקות הרבה מטכנולוגיות ביטחוניות.
- (ד) תעשיות הרכיבים - מהוות 15.1% ממכירות הענף. להלן נבחן את תרומת המדע לשתי הקבוצות האחרונות.

9.2 תרומות האקדמיה בעבר

א. התרומה העיקרית היא בייזום, בהקמה ובניהול חברות אלקטרוניקה על ידי יוצאי האקדמיה. לדוגמה נמצא במקור 47 רשימת 115 מנהלים בכירים בתעשייה הישראלית שהינם בוגרי הטכניון מסתבר, כי 43 מהם הינם בוגרי הפקולטה לחשמל⁽⁴⁶⁾! בין אלה נמצא את חנן אכסוף, מנהל "מוטורולה" (ציור מספר 28), מיכאל מנור, מנהל "גאוטק" (ציור מספר 29) וד"ר שלמה ברק שהקים ומנהל את חברת "אורבוטק" (ציור מספר 30).

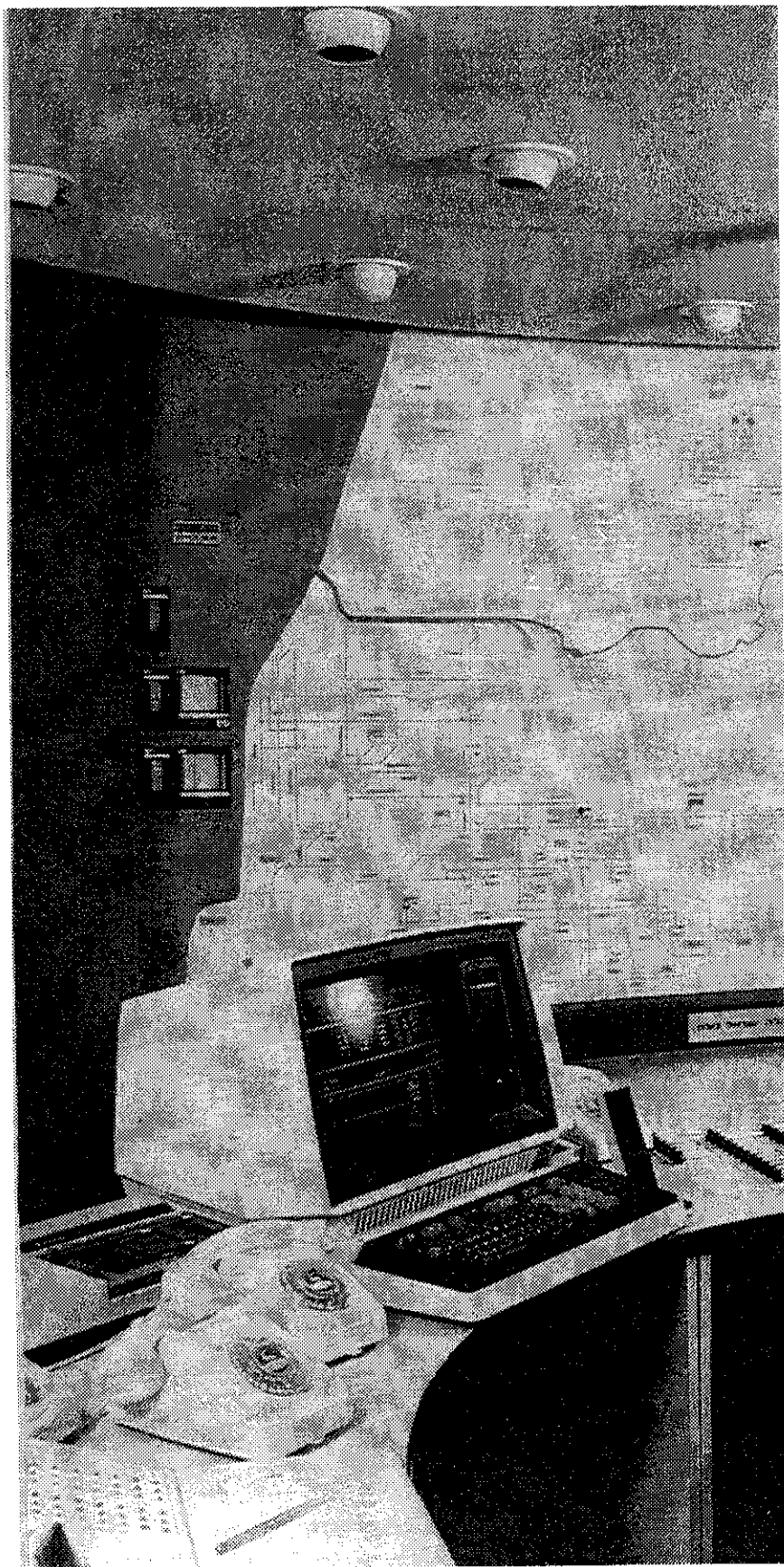
ב. הרבה מן תרומות ההקמה יצאו מהאקדמיה; לדוגמה:

- אפי ארזי, מקים "סאיטקס" (ציור מספר 31) ואחר כך חברת "אפיי", יצא ממכון ויצמן.

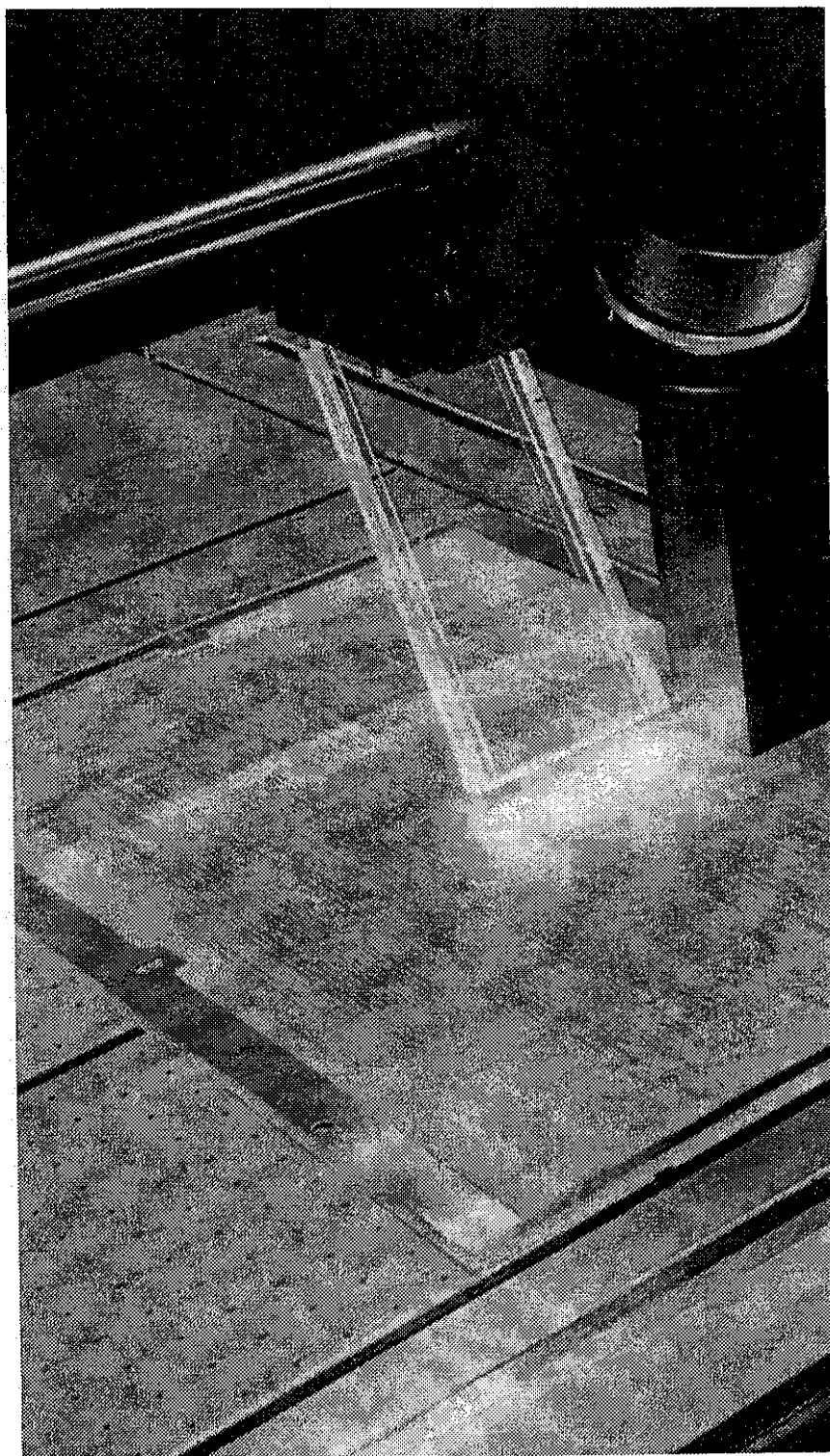
- פרופ' למפל מהטכניון הקים את "HP-ישראל".

- ד"ר דב פרומן, מקים "אינטל-ישראל" (1991) הוא בוגר הטכניון ובהמשך היה חבר סגל בבית ספר למדע יישומי באוניברסיטה העברית⁽³²⁾.

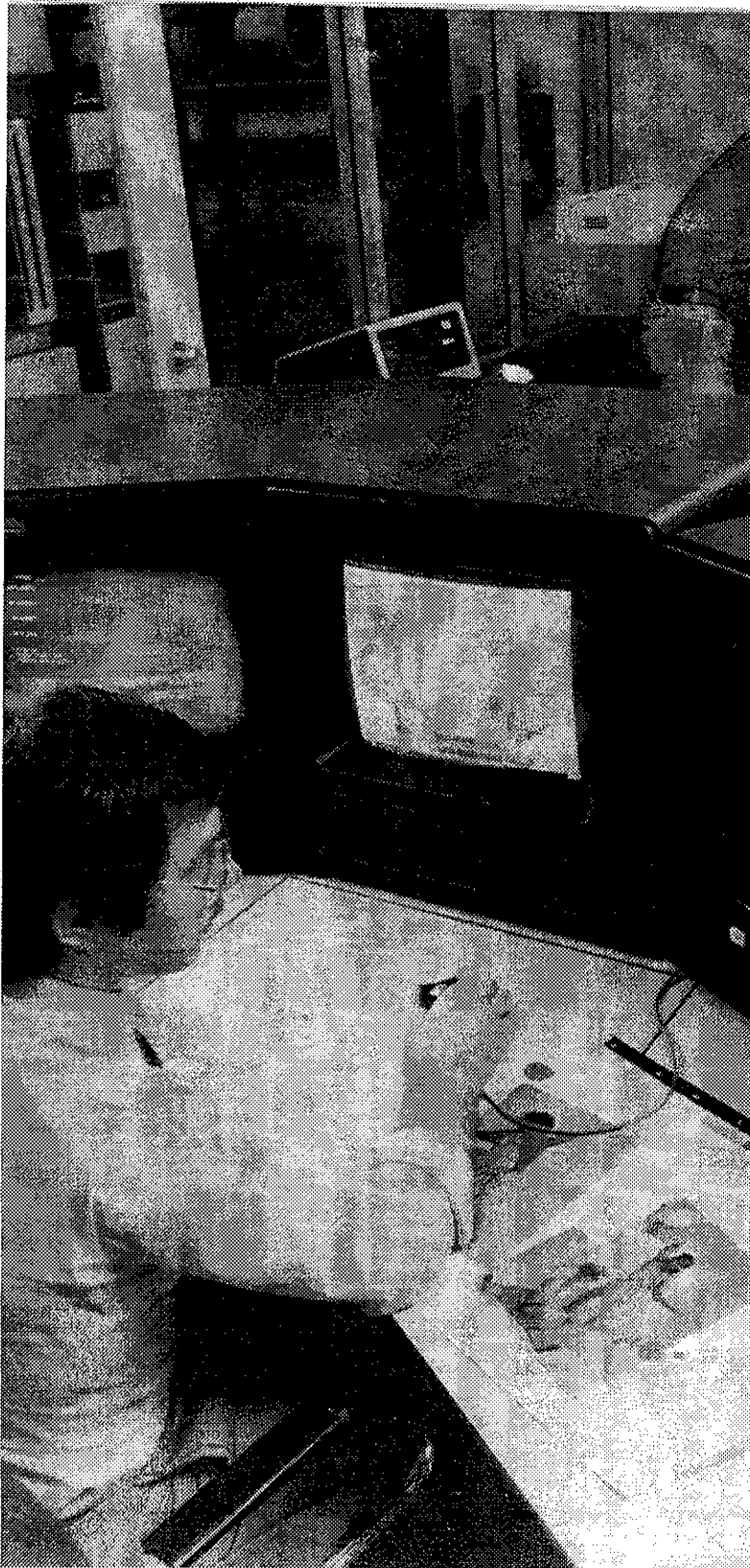
- עוזיה גליל, מקים "אלרון", עבד בטכניון כמהנדס בפקולטה לפיזיקה.



ציור מספר 28 - מערכת תקשורת תוצרת "מוטורולה-ישראל", (28)



ציור מספר 30 - בדיקה אוטומטית של מעגלים מודפסים במכונה מתוצרת חברת
"אורבוטק"⁽²⁸⁾



צילום מספר 31 - דפוס ממוחשב תוצרת חברת "סאיטקס",⁽²⁸⁾

ג) פטנטים של האקדמיה שקיבלו זיכיון שימוש בתעשייה, דוגמאות:

הטכניון⁽³⁸⁾

- חברת I-Sight קיבלה ב-1994 זיכיון שימוש בפטנט של פרופ' יהושע זאבי (חשמל) לנושא עיבוד אותות.
- חברת תכ"ם קיבלה זכות שימוש בפטנט של הפרופסורים זיו וכצנלסון בנושא תקשוב.
- הפרופסורים למפל וזיו קבעו אלגוריתם לקומוניקציה שהפך לתקן בין-לאומי (על שמם).

מכון ויצמן⁽³⁵⁾

- הפרופ' אהוד שפירא העניק זיכיון לחברת "אוביק" בתכנת אינטרנט (1993).

ד) ביצוע מחקרים לתעשיית האלקטרוניקה

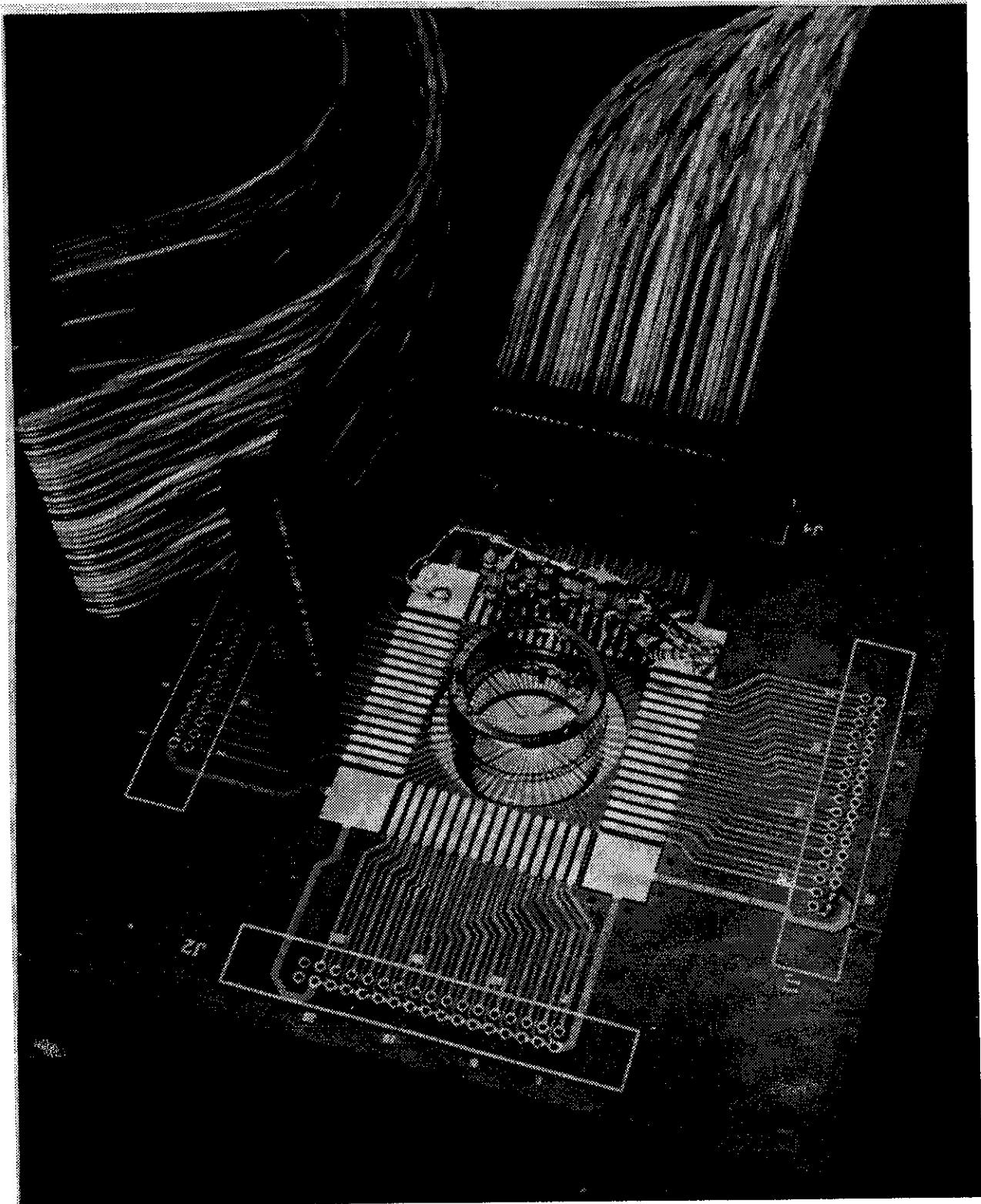
הטכניון⁽⁴⁸⁾

- התעשיות הנהנות כוללות את: רפא"ל, אלתי"א, אל-אופ, התעשייה-האווירית, בזק, אינטל, מוטורולה, תדיראן, טלקום, גילת, קוולקום.
- אוניברסיטת תל-אביב⁽⁴⁰⁾**
- מבצעת מחקרים עבור חברת החשמל ו"סאיטקס".

9.3 תרומות עתידיות

א) טכנולוגיות מתקדמות בטכניון

- קשה לנבא מי מהטכנולוגיות המפותחות כיום באקדמיה תזכנה לפריצות דרך. נזכיר כאן כמה מועמדים:
- נושא האופטו-אלקטרוניקה (ציור מספר 32) נראה מבטיח לקידום האלקטרוניקה המהירה בכלל והתקשורת בפרט. לדוגמה: פרופ' ברוך פישר מפתח זיכרונות אופטיים בגבישים.
- פיתוח ביו-סנסור בטכניון (ציור מספר 33) עשוי לגרום פריצת דרך במהירות חישוב ובצפיפות זיכרון. זהו שיתוף פעולה מעניין בין פיזיקאי מצב מוצק (אורי סיוון) ובולוג (ארז בראון) בנושא הקשור לאלקטרוניקה ביולוגית.
- מיקרו-מכניקה מפותחת בשיתוף פעולה של הטכניון (פרופ' יעל נמירובסקי) ורפא"ל ועשוי לאפשר פריצות דרך במתקנים מכניים זעירים לצורך הנדסה רפואית וכדומה.
- בתחום התקשורת מפותחים קווי תקשורת מהירים (ATM) שיחד עם טכניקות הצפנה מתקדמות שמפותחות בטכניון ובמכון ויצמן (אלי בוחם ועדי שמיר) נותנים סיכוי טוב לפריצות דרך בשימושי אינטרנט, בנקים וכדומה.



ציור מספר 33 - ביו-סנסור שפותח בטכניון לחישובים אולטרא מהירים

(ב) שיתופי פעולה אקדמיה-תעשייה במסגרת קונסורציה⁽²⁹⁾

– תפקיד הקונסורציה לפתח טכנולוגיות גבריות על ידי שיתוף פעולה אקדמי-תעשייתי.
מתוך 16 קונסורציה שהוקמה עד 1997, תשע הם בתחום האלקטרוניקה ואלה הם :

שם	יעדים	שותפים באקדמיה	שותפים בתעשייה
תחנות קרקע לתקשורת לווינים 3/1993	<ul style="list-style-type: none"> • אנטנות ומסלולי שידור-קליטה • דחיסת חוזי, דבור ונתונים • אפנון, קידוד ומיתוג • סימולוציית רשתות • מזעור ממדים, הספק ומחיר • תכנית ניהול, בקרה והצפנה 	טכניון	אלישרא רפא"ל / גלר"ם תע"א / מב"ת תע"א / אלתי"א גילת - רשתות לוויין אורביט
MMIC / גליום ארסניד (עבור מערכות תקשורת) 1/1994	<ul style="list-style-type: none"> • תיכון ועריכת התקנים • אפיון ובדיקה של חומרי גלם • תהליכי ייצור ועיבוד • תהליכי בחינת רכיבים וקווליפיקציה 	מכון ויצמן (קודם) אוניברסיטת תל-אביב	תע"א / אלתי"א אלישרא רפא"ל / גלר"ם תדיראן / קשר גילת - רשתות לווינים. אופטומיק אייל מקרוגלים מיקרוקים
תקשורת ספרתית 1/1994	<ul style="list-style-type: none"> • מודמים מהירים ואיטיים • מקלט DSP • מקלט רב-ערוצי • מזעור ממדים, הספק ומחיר 	טכניון	גילת - רשתות לוויין רפא"ל / גלר"ם DSPC שירון תדיראן / תקשורת תע"א / אלתי"א

המשך טבלה מעמוד קודם

שם	יעדים	שותפים באקדמיה	שותפים בתעשייה
תקשורת רחבת סרט 10/1994	<ul style="list-style-type: none"> תמסורת ומיתוג ברשת ציבורית מיתוג מסגרות ותאים פיתוח DSP ומיקרו-גל תכנת זחיסה ובקרה 	טכניון	תדיראן / תקשורת בזק ECI אל-אופ המ"מ
ניהול רשתות תקשורת (NMS) 5/1995	<ul style="list-style-type: none"> תכנה ג'נרית לייצוג בסיס נתונים מצב מערכת אחסון הצגת נתונים ניהול מערכת 	אוני' בן-גוריון	BAY Networks Medge Networks RND Networks ESI מערכות מומחה לנאופטיקס
0.25μ/300mm 9/1995	פיתוח כלים ומערכות לייצור התקני מיקרו-אלקטרוניקה בצפיפות של רבע מיקרון של פרוסות 300 מ"מ	טכניון	אופאל AGI אורבוט מכשור קרינה שימושית ריקור BT
שירותי מולטימדיה מקוונים (MOST) 1/1996	<ul style="list-style-type: none"> בניית כלי עריכה תכנה לאיתור מידע בניית ממשקי קצה 	טכניון IDC (מרכז בין תחומי)	24 חברות ובהן: גילת, סאיטקס, בזק, מוטורולה-תקשורת רד-תקשורת ועוד
זווד אלקטרוני מתקדם (MCM) 10/1996	<ul style="list-style-type: none"> מזעור זווד אלקטרוני לצורך הקטנה והוזלה 	אוניברסיטת ב"ג אוניברסיטת ת"א	תכטל אלישרא הרמטרון רכיבים זעירים

המשך טבלה מעמוד קודם

שם	יעדים	שותפים באקדמיה	שותפים בתעשייה
הטמעת SMT ו- VHDL 6/1992	<ul style="list-style-type: none"> • עדכון טכנולוגיות • עדכון תקנים • איתור פערי ידע ושיטות לסגירתם • חילופי ידע 	<ul style="list-style-type: none"> טכניון אוני ת"א אוני ב"ג מכון ויצמן 	60 חברות

10. סיכום

מאז קום המדינה גדל מספר הסטודנטים בארץ מ-3000 ל-120000, כלומר פי 40, בהשוואה לגידול אוכלוסייה פי שמונה בקירוב. כתוצאה מכך ומעלייה של אקדמאים רבים בשנת התשעים, הגיעה ישראל לשיא עולמי של מדענים ומדענים באוכלוסייה העובדת. הפוטנציאל האנושי הגדול הנ"ל הצטרף לתופעה כלל עולמית של התקרבות המדע לטכנולוגיה ויחד עם השקעות כספיים משמעותיות מהארץ ומחו"ל, הביאו לשינויים מרחיקי לכת בתעשייה הישראלית, שהתפתחה בארבעה שלבים:

- א. עד קום המדינה הוקמו בעיקר תעשיות אנרגיה (כגון חברת החשמל ובתי הזיקוק) ותעשיות בניין (נשר, וולקן, פניציה, נעמן, סולל בונה, אבן וסיד) כאשר הידע התעשייתי כולו מיובא.
- ב. מ-1948 עד 1967 הוקמו והורחבו מפעלי מזון, טקסטיל ותעשייה כימית, אך פרט להכשרת בוגרים הייתה לאקדמיה תרומה קטנה לתעשייה.
- ג. מ-1967 עד 1985 פרחו התעשייה הביטחונית כתוצאה ישירה מהאמברגו הצרפתי מתד-גיסא וסיוע כספי אמריקני נדיב מאידך-גיסא. בתקופה זו נרקם קשר הולך ומתהדק בין האקדמיה לתעשיות הביטחון. שותפות זו הביאה להישגים מרשימים שתוארו בדו"ח קודם⁹.
- ד. מ-1985 ועד 1998 צומצמו תעשיות הביטחון לפחות מחצי כתוצאה מצמצום חריף בתקציב הביטחון. פורשי מערכת הביטחון חברו לחברת אקדמיה ומדענים עולים ויחד הקימו והרחיבו מאות מפעלי היי-טק המעסיקים כיום כמחצית מהעובדים בתעשייה; יותר משני שלישי מהיצוא התעשייתי של מדינת ישראל נובע מהם.

הדו"ח סוקר את תרומת המדע לכל אחד מהענפים עד היום ומנסה גם להעריך אתגרים ותרומות בעתיד הנראה לעין. הענפים התעשייתיים הנסקרים הם: בניין, אנרגיה, תחבורה, כימיה, ביו-טכנולוגיה, הנדסה רפואית, אלקטרוניקה ותכנה.

מראי מקום

1. דו"ח שנתי של נשיא הטכניון לשנת 1995/6 - יוני 1996.
2. האנציקלופדיה העברית, כרך מדינת ישראל, תשנ"ג, עמ' 13.
3. ד"ר ראובן אשל - "השוואת מדדי הוראה ומחקר באוניברסיטאות בישראל - תשנ"ד" דו"ח מוסד הטכניון למו"פ - אוקטובר 1996.
4. נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, 1995.
5. דו"ח OECD 1995 (צוטט ב"הארץ" 31.12.97).
6. "תשתיות מו"פ בישראל" - הרצאת פרופ' זאב תדמור בפני "מועדון המאה" ב-18.7.97.
7. תשובות האוניברסיטאות לשאלון הסקר הנוכחי שהופץ בנובמבר 1997.
8. האנציקלופדיה העברית, כרך ארץ ישראל תשנ"ג - עמ' 891.
9. ד"ר ראובן אשל - "תרומת המדע לביטחון מדינת ישראל" - מוסד נאמן, אפריל 1998.
10. מוסף "הארץ" להיי-טק מיום 31.12.97.
11. מוסף "הארץ" לכלכלה 15.4.97 - 100 חברות התעשייה המובילות בישראל.
12. מוסף כלכלי של עיתון "הארץ" - מרס 1998.
13. ד"ר ראובן אשל - "מוקדים לאומיים בטכניון" - הוצאת מוסד הטכניון למו"פ, עמ' 21, מאי 1997.
14. שם, עמ' 50.
15. שם, עמ' 56.
16. שם, עמ' 73.
17. שם, עמ' 98.
18. שם, עמ' 97.
19. שם, עמ' 110.
20. "מי יבצע תכנון ארצי?" - סדנה בין-לאומית בטכניון 10-11.1.1996.
21. אמיר וידר ודניאל שפר - "מרכזי מידע ומיקום תעשיות עתירות ידע" בהוצאת מוסד נאמן והמרכז לחקר העיר והאזור, מרס 1993.
22. "פרוייקט 2020 - תמונת העתיד: תכנית לארגון המרחב הלאומי" מאת פרופ' אדם מזור ומיכל סופר, הטכניון 1997.
23. ראיון עם פרופ' גרשון גרוסמן - דיקן הפקולטה להנדסת מכונות בטכניון, ינואר 1998.
24. ראיון עם מר משה כץ, לשעבר מנכ"ל חברת החשמל, ינואר 1998.
25. מכתב ד"ר אדריאן בירן מיום 16.3.98.
26. מכתב גבי רות אלוש - ראש לשכת נשיא אוניברסיטת בן גוריון מ-23.3.98.

27. Bar-Ilan University - Applied Research, New Horizons, p. 12.
28. Industrial R & D Israel - The Ministry of Industry and Trade, 1984.
29. תכנית מגנ"ט 1997 - פרסום לשכת המדען הראשי במשרד התמ"ס, 1997.
30. Energy 95 - The Ministry of Energy & Infrastructure, 1996.
31. ראיון עם פרופ' אפרים קהת מהפקולטה להנדסה כימית בטכניון ב-10.12.97.
32. מכתב מנהל רשות המחקר באוניברסיטה העברית, ד"ר שבתאי דובר, 21.1.98.
33. ד"ר ראובן אשל - "מוקדים לאומיים בטכניון", מוסד הטכניון למו"פ, מאי 97, עמ' 65.
34. ראיון טלפוני עם המדען הראשי של משרד החקלאות, פרופ' דן לבנון - 5.1.98.
35. מכתב סגן נשיא מכון ויצמן ליישומים טכנולוגיים, פרופ' דוד מירלמן מ-28.1.98.
36. ראיון עם מנהל המכון לחקר הימים והאגמים, ד"ר יובל כהן ב-7.1.98.
37. Dimotech News, March 1998.
38. מכתב מזכיר ועדת הפטנטים בטכניון, מר דן אורן מפברואר 1998.
39. מכתב הדיקן למחקר באוניברסיטת תל-אביב, פרופ' יאיר אהרונוביץ מ-2.2.98.
40. מכתב חברת המו"פ של אוניברסיטת בר-אילן מ-31.12.97.
41. משרד החקלאות - לשכת המדען הראשי: "תרומת המו"פ החקלאי", דצמבר 1997.
42. דו"ח הוועדה הציבורית לבחינת ענף החקלאות הימית בישראל (רענן וייץ, יואש ועדיה, דוד בועז, שמעון סרופי), נובמבר 1995.
43. Israel's Electronics Industry Profile, פרסום איגוד תעשיות האלקטרוניקה, מאי 1997.
44. ירחון "חשב-מחירים, מדדים ומידע כלכלי" - מאי 1996.
45. Israel's Software Industry 1996-1997.
46. ראיון עם הנהלת הפקולטה לחשמל בטכניון, הפרופסורים יהושע זאבי, ישראל בר-דוד ומשה סידי - 6.1.1998.
47. מכתב מזכירות ארגון בוגרי הטכניון מינואר 1998.
48. מחלקת קידום פרוייקט במוסד הטכניון למו"פ - 2.2.1998.
49. דוד כהן ואילנה שלו - "תרומת בוגרי הטכניון לכלכלה הישראלית", דו"ח מוסד נאמן, מאי 1998.

אינדקס שמות מוסדות וחברות

<u>עמוד</u>	<u>שם המוסד או החברה</u>
5,12,15,72	אבן וסיד, מחצבות
47	אבשלום
22	אגד
44	אג-טק (AG. TECH.)
13,16	אגיס
12,15,44	אגן
39	אגף המכס והבלו (משרד האוצר)
44	אגרותים
45	אדרטק (ADRATECH)
66	אוביק
13,16	אוטומציה
55	אולטרא-קוור
12,15	אולפינים
3,25,27,29,30,32,34,35	אוניברסיטת בן-גוריון
9,44,48,52,55,70,71,74	
3,23,33,34,44,47,52,55	אוניברסיטת בר-אילן
74	
3	אוניברסיטת חיפה
3,22,23,34,44,47,52,55	אוניברסיטת תל-אביב
66,69,70,71	
6,12,15	אוסם
13,16,70	אופאל
69	אופטומיק
13,16	אופטרוטק
70	אורבוט מכשור
13,16,34,61,64	אורבוטק
64	אורביט
44	אורגניק ביו-סנסורס (ORGANIC BIO - SENSORS)
44,57	אורגניקס (ORGANICS)
34	אור-זיו
27	אורטל
12,15,34,35	אורמת
13,16,48,50	אי.אס.סי (E.S.C.)
70	אי.אס.סי (E.S.I.)
74	איגוד תעשיות האלקטרוניקה

74	איגוד תעשיות התכנה בישראל
12,15	איטונג
61	איטש.פי-ישראל (H.P.)
13,16	איי.אי.אל (A.E.L.)
13,16	איי.איי.אס. (I.I.S.)
45	איי.אם.טק (I.M. TECH.)
13,16	איי.בי.אם. (I.B.M.)
70	איי.גי.איי. (A.G.I.)
70	איי.ד.סי. (I.D.C.)
69	אייל מקרוגלים
66	אייסייט (I - SIGHT)
5,17	איי.פי.סי. (I.P.C.)
53,56	אימפאלה (IMPALA)
13,16	אינדיגו
47	אינוסט
13,16,61,66	אינטל
48,53,55,56	אינטר-פארם
13,16,70	אי.סי.איי. (E.C.I.)
53,55,56	איקס.טי.אל (X.T.L.)
7,13,16,34,66,70	אלאופ
7,13,16	אלביט (מערכות, חדמיה, אולטרא-סאונד)
34	אל.בי.טי. (L.B.T.)
12,15	אלוני
12,15	אליאנס חדרה
7,13,16,69,70	אלישרא
55	אלמדיס (ELMEDIS)
53,56	אל-מול
13,16,48,49	אלסינט
12,15	אלקו
44	אלקוט
12,15	אלקטרה
61	אלרון (ראה גם אלביט ואלסינט)
13,16,66,69	אלת"א (אלקטרוניקה תעשייה אורית)
32	אמגזית
12,15	אמקור
42,53,56	אן.בי.טי. (N.B.T.)
55	אנסן (ANSAN)
56	אנריטק

55	א.ס.בי.פי.א.ם. (S.B.P.M.)
61	אפי
13,16	אפרת
53,56	אקוסופט (ECOSOFT)
53,56	אקס-קל (EX -CHEL)
70	אר.אן.די. (R.N.D.)
74	ארגון בהוגרי הטכניון
12,15	אשטרום
6	את"א
66,70	בזק
13,16,42,43,53,56	ביו-טכנולוגיה כללית
57	ביו-מדיקל
44	ביו-סנסור (BIO - SENSOR)
70	בי.טי. (B.T.)
70	ביי-נטוורקס (BAY - NETWORKS)
55	ביקון (BEACON)
53,56	בלם-פארם (BALM - PHARM)
6,12,15,53	ברום
52	בריסטול-מאיר (BRISTOL - MEIR)
5,12,15,17,72	בתי הזיקוק (בו"ז)
13,15,61,63	גאוטק
13,15,66,69,70	גילת
69	גלר"ם
44	גריין-טק
42	דג-סוף
12,15	דובק
53	דיאטק (DIATECH)
69	די.אס.פי.סי. (D.S.P.C.)
13,16	דיגיטל
74	דיימוטק
48	די-פארם
44	דליטק (DELITECH)
33	דלק חשמלי
6,12,15	דלתא
6,12,15,47	דשנים וחמרים כימיים

44	האגודה הביוטכנולוגית בישראל
1,3,23,39,44,47,52,55	האוניברסיטה העברית
57,61,74	
47	האיגוד למשקי עופות ומגדלי בקר
73	הארץ, עיתון יומי
12,15	הוד
32	הוועדה לאנרגיה אטומית
12,15	הוליס
44,47,53	הזרע
1,3,5,6,17,18,21,23,25	הטכניון
27,29,30,32,33,34,37,39	
44,45,48,52,55,61,66,67	
68,69,70,71,72,73,74	
39	המבדקה הכימית
17	המבדקה לחומרי בניין
18	המבדקה לקרקע ודרכים
13,16	המימד החדש
4	המכון הביולוגי
21	המכון הלאומי לחקר הבניה
4,42,45,47,74	המכון לחקר הימים והאגמים
22	המכון לחקר המים
4	המכון לחקר הנגב
22	המכון לחקר התחבורה
34,70	המ"מ (התקני מצב מוצק)
22	המרכז לבטיחות בדרכים
48	המרכז להנדסת שינה (מר"ש)
23,73	המרכז לחקר העיר והאיזור
23	הסוכנות היהודית
5	הסתדרות העובדים
13,16	הרמוניק לייט-ווייו (HARMONIC LIGHT WAVE)
70	הרמטרון
7,13,16,34,66,69	התחנה לחקר הבניה - ראה המכון לחקר הבניה
7,13,16	התעשייה האוירית
7	התעשייה הצבאית
5,72	התעשייה הקיבוצית
34	וולקן, מפעלי יציקה
45	וועדת מגנ"ט
47	ויטליטי (VITALITY)
13,16	ויטרו-סטאר
	וישי
12,15	זוגלובק
44,47	זרעים גדרה

5,6,12,15,17,18,21,22
29,32,37,66,72,73

42

17,18

32

6,12,15

34

12,15

12,16

13,16,48,52,53,55,57

12,15

47

13,16

13,16

66

13,16

12,15

12,15

6

13,16

53,56

57

56,56

12,15

53,56

5

12,15

12,15

12,15

55

6,12,15,39

6,12,15

13,16

12,15

55

34

6

13,16

70

חברת החשמל לישראל

חברת המלח, עתלית

חיל האוויר

חיל הים

חיפה כימיקלים

חץ הכסף

חרות

טאואר

טבע

טבעול

טי.די.איי. (T.D.I.)

טלדור

טלדטה

טלקום

טלרד

טמבור

טמפו

טנא

טקנומטיקס

טראנסקן (TRANSCAN)

טרה-מחשבים

ידע

יהודה רשתות

יוביק (UBIQUE)

יובל-גד, מפעל לצינורות בטון

יפאורה

ישכר

כבלים

כימוטק (CHEMOTECH)

כימיקלים לישראל (כי"ל)

כיתן

כלל, מחשבים

כתר פלסטיקה

לבסיס

לוז

ליבר

לנט (LAN - NET)

לנאופטיקס (LAN - OPTICS)

12,15,70	מאדג' נטוורקס (MEDGE - NETWORKS)
12,15	מאקפל
69	מב"ת
55	מדיס-אל
55	מדיקה
13,16,61,62,66,70	מוטורולה
73,74	מוסד הטכניון למחקר ופיתוח
73,74	מוסד נאמן
18	מחלקת עבודות ציבוריות
55	מיינדסקייפ
12,15	מיכלי כרמל
23	מינהל מקרקעי ישראל
53	מירומית
4,22,27,32	מכון המתכות הישראלי
4,29	מכון הפלסטיקה והגומי
4	מכון הקרמיקה
32	מכון התחבורה
6	מכון התקנים
23,42,45	מכון וולקני
1,3,23,25,26,29,33,34	מכון ויצמן
36,43,48,52,53,55,61,66	
69,71,74	
1,39	מכון זיו (לימים מכון ויצמן)
39	מכון קזאלי
6,12,15,39,44	מכתשים
34	מל"ם
7	מנועי בית שמש
18,32	מספנות ישראל
5,6,12,15,18,27,28,39	מפעלי ים המלח (אשלג, ברום, מגנזיום)
40,41	
53,56	מרגן
4,17,25,34	מרכז למחקר גרעיני (ממ"ג)
23	מרכז תעשיות מדע (מת"מ)
13,16	מרקורי
23	משרד איכות הסביבה
23,39	משרד האוצר
17	משרד האנרגיה (ראה גם משרד התשתיות)
17,18,23	משרד הביטחון
17,21,23	משרד הבינוי והשיכון

23	משרד החינוך
23,74	משרד החקלאות
18	משרד הפיתוח (ראה גם משרד התשתיות)
23	משרד הפנים
17,18,23,32	משרד התחבורה
8,34,74	משרד התעשייה והמסחר (תמ"ס)
23,34,37,74	משרד התשתיות
17,18,23	משרד ראש הממשלה
53,56	ניורוגניקס (NEUROGENICS)
13,16	נט-מנג'
12,15	נטפים
53,56	ניוז-דטקום (NEWS - DATACOM)
12,15	נילית
13,16	נייס
12,15	נייר חדרה
5,72	נעמן, מפעלי קרמיקה
23	נציבות המים
53,56	נצר סירני
5,6,12,15,21,72	נשר, מפעלי מלט
13,16,55,61,65,66,70	סאיטקס
44,48,52,53	סביון דיאגנוסטיקה
5,72	סולל בונה
34	סולמקס
47	סוקהד
57	סיליקון-גרפיקס (SILICON - GRAPHICS)
57	סינרגיקס (SYNERGICS)
13,16	עורק
6,12,15	עלית
12,15	עץ לבוד
42	ערד"ג
44	עשת אילון
55	פארמוס
23	פארק עתידים
23	פארק תעשייתי, נס-ציונה
12,15	פויכטוונגר
6,12,15	פולגת
6	פוספטים
53,56	פורטמן (PORTMAN - PHARMACEUTICAL)
13,16	פורמולה
48,51	פידליטי מדיקל (FIDELITY MEDICAL)

17	פיקוד צפון
12,15	פלאסון
5,12,15,72	פניציה, מפעלי זכוכית
42,55,57	פפטור
12,15	פקר פלדה
12,15	פרוטרום
53,55,56	פרוכון (PROCHON)
53,55,56	פרו-נוירון (PRO - NEURON)
55	פרמור
17	צה"ל
5	צינורות המזרח התיכון
13,16	צ'ק-פוינט
66	קוולקום (QUALCOM)
55	קומבקט
57	קומפיוגן
71	קונסורציום אס.מס.טי. (V.H.D.L. & S.M.T.)
69	קונסורציום גליום-ערסניד (GA-AS)
57	קונסורציום דע"ת (תגופות וערכות דיאגנוסטיות)
70	קונסורציום לזוד אלקטרוני מתקדם (MCM)
70	קונסורציום למולטימדיה מקוונים (MOST)
70	קונסורציום לניהול רשתות תקשורת
34	קונסורציום לש"ד (לייזרים שאובי דיודות)
69	קונסורציום לתקשורת לווינים
69	קונסורציום לתקשורת ספרתית
70	קונסורציום לתקשורת רחבת סרט
34,53	קונסורציום קונסולר
70	קונסורציום רבע מיקרון
18	קו צינור-נפט אילת - אשקלון (קצא"א)
12,15	קוקה קולה
53,55	קיו.בי.איי. (Q.B.I.)
12,15	קליל
12,15	קניאל
12,15	קרגל
4,17,18	קריה למחקר גרעיני (קמ"ג)
70	קרינה שימושית
53,56	קרטור (CRECOR)

13,16,70	ראד
47	ראש הנקרה, קיבוץ
12,15	רב-בריה
12,15	רדימיקס
12,15	רוגוזין
12,15,34,53	רותם
70	ריקור
32	רכב נצרת
55	רפא
18	רשות הנמלים
6,7,13,16,29,48,66,69	רשות לפיתוח אמצעי לחימה (רפא"ל)
6,12,15	שטראוס
69	שירון
12,15	שמן
7,12,13,15,16,33,66,69	תדיראן (מפעלי מצברים, צריכה, תקשורת)
70	תים
13,16	תכט"ל
70	תכ"ם
66	תכנון המים לישראל (תה"ל)
18,22	
52	תכשירי פריון
6	תלמה
6	תמנע, מפעלי הפקת נחושת
12,15	תנובה
13,16,34,52,54	תעשיות לייזר
7	תעשית אביזרי תעופה (תא"ת)
12,15	תעשית מזון ישראל (תמ"י)
39,47,57	תעשיות מחצבי ישראל (תמ"י)כימיכלים)
13,16	תרו

אינדקס שמות אישים

<u>עמוד</u>	<u>שם</u>
42,53,56	אביב חיים
53,56	אברון מרדכי
53	אדלשטיין שמואל
48	אדרת יונתן
74	אהרונוביץ יאיר
33	אורבך דורון
74	אורן דן
6	אילברג
39	איליוף
61	אכסף חנן
74	אלוש רות
32	אליאס עזרע
53	אפשטיין מיכאל
48	אקהויז שמעון
7	ארבל אריה
61	ארזי אפי
53	ארנון רות
73,74	אשל ראובן
6,32	אשנר פריץ-שמעון
55	אשרף יהודה
17	באדיין
32	בודנר סול
66	בוהם אלי
74	בועז דוד
32,73	בירן אדריאן
53,56	בן-אמוץ עמי
44	בן-חנן ארי
39	בק יפה
66	בראון ארז
39	ברגמן ארנסט-דוד
39	ברגמן פליקס
7,74	בר-דוד ישראל
29	ברמן אמיר
34	ברנובר
52	ברנוטרו נתן
61	ברק שלמה

42	גוריפקי מריאן
53	גיטלר קרלוס
44	גיל יוסף
53	גלון עזרא
61	גליל עוזיה
45	גפשטיין שמעון
53	גרונר יורם
73	גרוסמן גרשון
32	גרוסמן שמואל
47	דוביפקי צבי
74	דובר שבתאי
55	דויטש מרדכי
34,39,56	דוסטרובסקי ישראל
39	היימן
44	הרלב
44	הרצברג
53,55	ואגר זאב
53	וואלך דוד
44,45	וולף דן
53	וופסי דוד
73	וידר אמיר
74	וייץ רענן
39	ויצמן משה
74	ועדיה יואש
66,74	זאבי יהושע
22	זבירין יורם
7,66	זיו יעקב
7	זכאי משה
37	זסלבסקי דן
44	זרעוני משה
33	חרץ יהודה
32	טמיר אברהם
34,53	יוגב אמנון
52	יודעים מוסה
53	יוסף שאול
32	יפתח שמעון
53,56	ירון אבנר

53,56	ירושלמי אהרון
33	ירניצקי חיים
27	ירניצקי ישעיהו
29	ישורון יוסף
53,56	כהן אירון
74	כהן דוד
44,47	כהן יגאל
74	כהן יובל
6,55	כץ דב
73	כץ משה
66	כצנלסון
42	כרמון יורם
48	לאוב אורגד
48	לביא פרץ
55	לביטו שרה
73	לבנון דן
6	לוי קורט
7	ליבאי אבינועם
61,66	למפל
53,56	מגריץ מרדכי
53	מוזס עדנה
6	מולר
23,73	מזור אדם
74	מילרמן דוד
48	מליץ איתן
44,45	מנור גדליה
61	מנור מיכאל
7	מרחב שמואל
52	נאות יהודית
55	נודלמן
17	נוימן היינריך
66	נמירובסקי יעל
53,55	נעמן רון
6	נרקיס משה
48	סבאח בני
48	סוחמי אברהם
52	סוסקולני
73	סופר מיכל
47	סוקולוב מוטי

47	סוקניק חיים
66	סיוון אורי
74	סידי משה
52,53,56	סלע מיכאל
44,48	סרוב ישראל
74	סרובי שמעון
29	פולטורק אמיל
52	פיינברג ג'והן
56	פטקורניק אברהם
66	פישר ברוך
53,56	פראי אפרים
48	פרג משה
61	פרומן דב
52	פרידמן
53,56	פריזם אשר
6	פרנק שלמה
44	צור בנימן
18	צייטלין
18	צימלס גדליה
52	ציתרי
23	קאלס
53,56	קדם אורה
39,74	קחת אפרים
48	קוזאק אלכס
18	קומורניק עמוס
29	קורן גד
55	קימל איתן
45,55	קינן אהוד
39	קלוגאי
53	קמחי עדי
32	קנטרוביץ
53	קריבוס אבי
56	קציר אפרים
53	קרני יעקב
53,56	רבל מיכל
6	רגבי צבי
53	רובינשטיין מנחם
48	רוג'ר נתן

44	רוזנברג יורם
47,52	רוזנברג מל
5	רוטנברג פנחס
32	רוטנשטיין זאב
53,56	רייזנר יאיר
32	שביט ארתור
53,56	שוורץ מיכל
7	שטורק
7	שטריקר
53,56	שי יחיאל
53,56	שיניצקי מאיר
29	שכטמן דן
48	שלום אליעזר
21	שלון רחל
18	שלף גדליה
22	שמיר אורי
53,56,66	שמיר עדי
7	שן אליעזר
53,56	שנצר אברהם
66	שפירא אהוד
53,56	שפירו אהוד
73	שפר דן
32	שפריר נפתלי
55	שרייבר צופיה
39	ששון יואל
6,73	תדמור זאב