



תפקידו של מכון הקרמיקה והסיליקטים ותיפקודו

חיים קוסטינר אמנון פרנקל

יוני 1994

תפקידו של מכון הקרמיקה והסיליקטים ותיפקודו

חיים קוסטינר אמנון פרנקל

אפרת מזא"ה

יוני 1994

תוכן הענינים

1	פרק 1: מבוא
1	פתיחה
1	מטרות הבדיקה
3	פרק 2: תחום הקרמיקה והסליקטים בישראל- רקע כללי
3	היבטים טכניים ויישומיים
4	התפתחות תחום הקרמיקה בעולם
7	תיאור ענף הקרמיקה והסליקטים בישראל ובמצב משווה בינלאומי
18	סיכום
20	פרק 3: רקע כללי על המכון לקרמיקה וסיליקטים
23	פרק 4: תהליך העבודה
23	תיאור התהליך
24	תיאור המדגם
26	השאלון
27	פרק 5: ממצאים מסקר המפעלים
27	נתונים כלליים
28	לקוחות המכון לקרמיקה
31	פירמות פוטנציאליות לשימוש בשירותי המכון לקרמיקה
33	גורמים העשויים להביא לשימוש בשירותי המכון
35	פרק 6: ממצאים מראיונות אישיים
37	פרק 7: מסקנות והמלצות
41	רשימה בבליוגרפיה

43	נספח 1
44	נספח 2
45	נספח 3
46	נספח 4
47	נספח 5
49	נספח 6
50	נספח 7
52	נספח 8
53	נספח 9
54	נספח 10
56	נספח 11
59	נספח 12
60	נספח 13
64	נספח 14
71	נספח 15
79	נספח 16
81	נספח 17

פרק 1: מבוא

פתיחה

במסגרת מדיניות העידוד הממשלתית בפעילויות מו"פ, תומכת לשכת המדען הראשי של משרד התעשייה והמסחר בכ-7 מכוני מחקר ובהם המכון הישראלי לקרמיקה וסיליקטים. תמיכת המשרד באה לידי ביטוי בשנים האחרונות בנושאים הבאים:

1. מימון ישיר של מחקרי תשתית במכון
 2. מימון עקיף של גורמי תעשייה הרוכשים שירותים במכון
 3. מימון לרכישת ציוד, הוצאות שוטפות של אחזקה, ארגון ומנהל
 4. מימון קליטת עולים מדענים וביצוע פרויקטים על ידם
- בהמשך לתמיכה זו שניתנה במשך תקופה ממושכת, יזם ומימן המשרד בצוע בדיקה לגבי תרומה וההשפעה של תמיכה זו על התעשייה וצמיחתה. הבדיקה החלה בחודש נובמבר 1993 ונמשכה כ-6 חדשים. במסגרתה נכללו 6 פעילויות:

- א. איתור אוכלוסית הסקר
- ב. סקירת ספרות
- ג. בנית שאלונים
- ד. הפצת השאלונים וביצוע הראיונות במדגם הלקוחות
- ה. עיבוד הנתונים וניסוח מסקנות ראשוניות
- ו. כתיבת הדו"ח המסכם והצגתו בפני המזמין

מטרות הבדיקה

מטרת העבודה כפי שהוגדרה על ידי משרד התעשייה והמסחר היא: "בדיקת תפקידו ותפקודו של מכון הקרמיקה". הבדיקה כללה את ההיבטים הבאים:

- א. סקירת ענף הקרמיקה בארץ
- ב. חלקו של המכון בתהליכי מו"פ בתחום הקרמיקה והסיליקטים

- ג. הקשר בין המכון ללקוחותיו הקיימים והפטונציאליים
- ד. התועלת והיעילות של מחקרי תשתית המבוצעים במכון
- ה. מבנה המכון והתאמת ציודו והרכב כח האדם שבו, למטרות לשמן הוקם.
- תוצאות הבדיקה וממצאיה יסייעו בידי משרד התעשייה והמסחר בקביעת מדיניות התמיכה במכון בעתיד ובחירת חלופות אופטימליות.

פרק 2: תחום הקרמיקה והסיליקטים - רקע כללי

היבטים טכניים וישומיים

תחום הקרמיקה כולל בתוכו משפחה רחבה יותר של חמרים אנאורגניים המבוססים על מינרלים, שמבחינה היסטורית ויישומית ניתן לחלק אותו לשני ענפים עקריים (ראה נספח מס' 1 ו-2):

א. **קרמיקה קלאסית**- ענף הכולל בתוכו את המוצרים הקונבנציונליים המוכרים מזה אלפי שנים. מבוסס על חומרי גלם טבעיים ומיושם בעיקר למוצרי בניה וכלים לשימוש ביתי. בענף זה נכללים: מוצרי מלט, זכוכית, פורצלן, אמאיל, גבס, שיש, אבן, סיד, סיליקטים, מינרלים וכמובן אריחים וכלים קרמיים.

ב. **קרמיקה מתקדמת**- ענף מודרני המתבסס על חמרי גלם מלאכותיים, שפותחו בחצי השני של המאה הנוכחית, במטרה להפיק מחומרי גלם זמינים חומרים חדשניים, בעלי תכונות פיזיקליות משופרות, הנדרשות על ידי התעשייה והטכנולוגיות העתידיות.

פעילות המחקר, הפיתוח והייצור בתחום הקרמיקה, דורשים רמה מדעית וטכנולוגית גבוהה בתחום אינטרדיסיפלינרי הכולל את ענפי הכמיה, הפיסיקה, המכניקה, הנדסת חומרים, גיאולוגיה, חקר הקרקע, חקר ימים ואגמים, ביולוגיה ואיכות הסביבה. פעילות זו מתבצעת במוסדות מדע, מכוני מחקר ותעשיות הי-טק.

סיווג החומרים החדשניים לפי תכונותיהם המשופרות בתחום המכני, הכימי, החשמלי, האלקטרוני, המגנטי, האופטי וכו', מאפשר יישומים רבים בתעשייה כגון: מוצרים חסיני אש, מוצרי שחיקה, כלים מכניים, מכונות, מנועים, מוצרים ותהליכים כימיים, ייצור והובלת חשמל, ייצור אנרגיה תחלופית, רכיבים ומערכות אלקטרוניות, מוצרים אופטיים, מגנטיים, חומרים מרוכבים ורבים אחרים. (ראה נספח מס' 3).

המגוון הרב של היישומים הקיימים מאפשרים לקרמיקה המתקדמת לחדור כמעט לכל תחום פעילות, כגון: חלל, תעופה, רכב, בטחון, אנרגיה, איכות הסביבה, רפואה, תעשייה מכנית, כימית, מחצבים, תקשורת וכו'. (ראה נספח מס' 4 ו-5).

הערך המוסף במוצרי קרמיקה מתקדמת הוא גבוה מאד, נמצא בתחום הי-טק ומתבצע על ידי כח אדם בעל מיומנות מדעית והנדסית גבוהה. מרכיבי עלות של מוצר בתחום הקרמיקה ההנדסית הוא ייחודי כמוצג להלן:

5%	חמרי גלם
50%	תהליכי ייצור
45%	תתהליכי בדיקה ואבטחת איכות
100%	סה"כ

התפתחות תחום הקרמיקה בעולם

ענף הקרמיקה הקלאסית

ענף בוגר עם שוק תחרותי ביותר. כושר הייצור וההיצע מתאים עצמו לקצב הביקוש המושפע בעיקר מקצב התפתחות הבניה בעקבות גידול האוכלוסייה ורמת החיים.

עיקר פעילות המו"פ שהיא מצומצמת ביחס לשוק, מתבצעת בעיקר בתעשייה ובמקצת במרכזי מחקר, ומתרכזת בשיפורים טכנולוגיים להקטנת עלויות, תסכון באנרגיה והתאמת המוצר והתהליך לדרישות איכות הסביבה, כולל שימוש בפסולת מתהליכים אחרים.

הייצור והבקרה הם בדרך כלל רצופים, בדרגת מיכון גבוהה ומתבצעים במפעלים גדולים, פרט למוצרים ביתיים ומוצרי נוי, בהם קיימים תהליכים ידניים המתבצעים במפעלים קטנים.

הקרמיקה המתקדמת

ענף חדש, מוכר יותר במחצית השניה של המאה הנוכחית, אשר נהנה מעדיפות לאומית ברוב המדינות המפותחות ובתמיכה ועידוד של ממשלותיהן.

ענף הקרמיקה המתקדמת נמצא בצמיחה מתמדת של 9% לשנה החל משנת 1980 והגיע בשנת 1992 להיקף של 18 בליון דולר, עם תחזית צמיחה זהה בהמשך עד שנת 2000. (ראה נספח מס' 6 ו-7).

המדינה המובילה בפעילות מו"פ וייצור בענף זה היא יפן, עם העמקה ופריסה אנכית בכל סוגי המוצרים, בהיקף של 46% מכלל השוק העולמי.

בארה"ב, התמקדו במיוחד בייצור אבקות של תחמוצות, בחמרים ומוצרים ביוקרמיים, בשכבות דקות, חמרים ומוצרים לבטחון, בהיקף של כ-38% מהפעילות בעולם.

באירופה ובמיוחד בגרמניה, בריטניה וצרפת, ההתמחות היא בקטליזטורים, יישומים כימיים וטכנולוגיות ייצור של אבקות, בהיקף של כ-14% מהפעילות בעולם.

הפעילות בכל שאר המדינות היא כ-2% בלבד מהשוק העולמי.

כ-80% מסך כל הפעילות בענף הקרמיקה המתקדמת מתבצע בקרמיקה אלקטרונית בהיקף של כ-14 בליון דולר בשנת 1992, כ-11% בציפויים קרמיים וכ-9% בקרמיקה מבנית. החמרים הקרמיים המרוכבים נמצאים בתחילת הדרך עם אחוז צמיחה גבוה של כ-15% לשנה.

הגורמים המסיעים לצמיחת הענף הם זמינות חמרי הגלם ופוטנציאל היישום הרב בעקבות פיתוח התכונות המשופרות המאפשרות להתגבר על המגבלות הטכנולוגיות של המוצרים הקונבציונליים. הגורמים המעכבים הם מחיר גבוה, ייצוריות, אמינות ועקביות בשמירת התכונות. בעיה נוספת היא העברת הטכנולוגיה ממרכזי המו"פ לייצור.

פעילות מו"פ בענף בעולם

פעילות המו"פ בקרמיקה מתקדמת מקבלת עדיפות בחלוקת המימון של התקציבים ברוב המדינות המפותחות. תקציב הפיתוח של ממשלת ארה"ב המנוהל ע"י AMPP (Advanced Materials and Processing Program) עבור חמרים ותהליכים חדשים, הגיע ב-1993 להיקף של 1.8 בליון דולר, לאחר גידול של 12% בהשוואה ל-1992. מתוך סכום זה הוקצבו לנושאים הקשורים לקרמיקה מתקדמת סה"כ 840 מליון דולר, שהם כ-48% מתקציב הפיתוח ו-18% מהיקף השוק בארה"ב. ממצא זה מלמד על החשיבות הרבה שמיחסים לענף זה בארה"ב (ראה נספחים מס' 8 ו-9).

פעילות המו"פ נמצאת בכיוון של גלובליזציה ולכן קיימת היענות, פתיחות ורצון לשיתוף פעולה בתחומי המו"פ בכל העולם- ההזדמנויות, הנושאים והמימון מתפרסמים בערוצי התקשורת המקצועיים ובמאגרי המידע.

על פי בדיקה באחד ממאגרי המידע, נמצאו 31 הצעות לשיתוף פעולה בפרויקטים של מו"פ במסגרת התכניות האירופאיות בלבד. אפשרויות רבות נוספות קיימות בארה"ב וביפן.

בטבלת מרכזי הפיתוח והייצור בקרמיקה מתקדמת (ראה נספח 10), ניתן לראות איך פעילות המו"פ הצמיחה תעשייה רבת היקף בארצות המפותחות בהן ענף הקרמיקה המתקדמת נמצא בעדיפות. לגורמים הישראליים יש אפשרות להשתתף בתכניות אלה באירופה וביפן.

פעילות המו"פ בענף הקרמיקה והסיליקטים בארץ

פעילות מו"פ בארץ מתבצעת בעקר באוניברסיטאות, מרכזי מחקר, חממות טכנולוגיות ובתעשיות הגדולות, ונמצאת בהתרחבות מתמדת בעקבות המגמה בעולם והעליה מארצות חבר העמים, במיוחד בנושאי קרמיקה מתקדמת. רוב פעילויות המו"פ מתמקדות במחקר בסיסי ותשתית ומתקיימות במוסדות אקדמיים של מדעי התנדסה והחיים, ובמיוחד בפקולטות ומחלקות של הנדסת חומרים, ביו רפואה, כמיה, מכונות, פיסיקה, מצב מוצק, חקר בניה, מתכות ועוד. מתוכן ניתן לציין את המוסדות הבאים:

- האוניברסיטה העברית בירושלים
- אוניברסיטת בן גוריון- באר שבע
- אוניברסיטת תל אביב
- הטכניון
- מכון ויצמן למדע
- החממות הטכנולוגיות

בארץ קיימות כ-28 חממות וברובן מתנהלת פעילות בנושאי קרמיקה מתקדמת¹.

התעשיות הגדולות בארץ

בין אלה מן הראוי לציין את התעשיות הבאות: התעשייה האוירית, התעשייה הצבאית, קמ"ג, ממ"ג, רפא"ל, כ"ל באמצעות תמ"י, ישקר, עשות אשקלון וכו'.

רוב הפעילויות באוניברסיטאות, מרכזי מחקר, חממות ובתעשייה, מתבצעות במימון ממשלתי ישיר או עקיף באמצעות משרד התעשייה והמסחר ומשרד הבטחון.

מראיונות ושיחות עם אנשי מפתח באקדמיה ובתעשייה, עולה כי יש מעט שיתוף פעולה והחלפת מידע בין הגורמים השונים בארץ בהם מתקיימת פעילות מו"פ, עם הגורמים המקבילים בחו"ל וכמעט ולא קיים קשר עם התעשייה.

פעילות המו"פ עדיין מצוייה בשלב המעבדתי וטרם הצמיחה פעילות תעשיתית רחבת היקף למטרות של ייצוא, למרות היתרונות היחסיים הקיימים בארץ. יתרונות אלה באים לידי בטוי בזמינות של חומרי גלם וכוח אדם הנדסי טכני מקצועי בכל הרמות הנדרשות בתחום. הסיבה לכך היא הקושי בהעברת טכנולוגיות משלבי המו"פ האקדמי לתהליכי ייצור תעשיתיים. לאחרונה החלה התענינות של גורמים תעשיתיים בנושא הקרמיקה המתקדמת וחלק מהם קיבלו החלטה אסטרטגית להכנס ולהשקיע בנושאים אלה, ביניהם יש לציין את:

חברת מימיקלים לישראל- לניצול טוב יותר של אוצרות הטבע בים המלח והפוספטים בנגב.

התעשיין סטף ורטהיימר- להקמת פארק תעשיתי בנושאי קרמיקה מתקדמת.

מפעלים מכניים כמו פקר פלדה, אלקטרוטרם, עשות אשקלון המחפשים תחליף לירידת הפעילות בנושאי מתכת.

¹ רשימת החוקרים העוסקת בנושאים אלו, המוסדות ותוחמי עיסוקם מפורטים בנספח.

תיאור ענף הקרמיקה והסיליקטים בישראל ובמבט משווה בינלאומי

מצב הענף

ענפי התעשייה אשר בתחומם עיקר פעילותו של המכון הישראלי לקרמיקה וסיליקטים, מסווגים למספר תחומים על פי הסיווג המקובל על ידי הל.מ.ס. שני ענפי התעשייה הראשיים בהם מצויים תחומי הפעילות, כוללים את ענף הכריה והחציבה - ענף מסי 10 ואת ענף המוצרים המינרליים אל-מתכתיים - ענף מסי 21. ענפי תעשייה ראשיים אלה כוללים ענפי משנה אשר רק חלקם קשור לתחומי פעילות המכון. באמצעות סיווג ענפי המשנה, ניתן היה לאתר במדויק את הענפים אשר מכסים את תחומי הפעילות המסויימים הקשורים למכון. בלוח מסי 1 שלהלן, מוצגים ענפי המשנה, הללו כולל נתונים סטטיסטיים על היקף הפעילות בהם לשנת 1992¹

לוח מסי 1: מדדים של ענף הקרמיקה והסיליקטים, בהשוואה לכלל התעשייה בישראל 1992

מסי ענף המשנה	שם ותיאור ענף המשנה	מספר מועסקים	פדיון שנתי במליוני \$	פדיון למועסק באלפי \$	יצוא במליוני \$	אחוז היצוא מהפדיון
101, 102	חציבה, גריסה וטחינת אבן וכריית חול דיונות	1,845	295.8	160.3	0.5	0.16
210, 214	תעשיית מוצרי חימר וסיד לבנייה, ותעשיית מוצרי מלט	6,015	937.5	155.8	9.8	0.16
213, 218	תעשיית המלט, ותעשיית מוצרים מינרליים אל-מתכתיים	4,143	571.8	138.0	3.9	0.68
211	תעשיית זכוכית ומוצריה	1,222	132.3	108.2	7.4	5.59
212	מוצרי קרמיקה סניטרית, אריחים, כלי בית, למוצרי חשמל, קרמיקה אמנותית	1,380	115.0	83.3	5.4	4.70
סה"כ	תעשיית הקרמיקה והסיליקטים	14,605	2,052.4	140.5	27.0	1.32
סה"כ	כלל התעשייה (למעט ענף יהלומים)	342,597	34,181.5	99.8	9,354.0	27.4
	אחוז שמהווה ענף הקרמיקה מכלל התעשייה בישראל	4.3	6.0	140.8	0.3	-----

מנתוני לוח מסי 1 עולה כי משקלו של ענף הקרמיקה והסיליקטים בכלל התעשייה הישראלית נמוך. הענף העסיק בשנת 1992 כ-14,600, עובדים אשר היוו 4.3% בלבד מסך כל המועסקים בענף

¹ מקור הנתונים: מכון ירושלים לחקר ישראל, דו"ח מחקר על מערך מידע לענפי משנה בתעשייה, 1993.

התעשייה בישראל. ענפי המשנה הבולטים בחלקם היחסי הגדול בענף, הם: תעשיית מוצרי חימר וסיד לבנייה, תעשיית המלט ומוצריה והמוצרים המינרלים האל-מתכתיים. בארבעת ענפי משנה אלה, עובדים כ-70% מכלל המועסקים בענף כולו. מפעלי הקרמיקה מעסיקים רק כ-1,380 עובדים שהם כ-9% בלבד מכלל המועסקים בענף.

היקף הפדיון בענף הגיע בשנת 1992 לכ-2 מיליארד דולר וחלקו בפדיון הכולל של ענף התעשייה בארץ עמד על 6%. פועל יוצא מכך הוא סך הפדיון לעובד בענף הקרמיקה והסיליקטים הגבוה בכ-41% מהמקביל לו בממוצע לכלל התעשייה בשנה זו (140 אלף דולר בהשוואה לכ-100 אלף דולר בהתאמה). גם בנתוני הייצור המיוצגים בלוח על ידי מדד הפדיון, ארבעה ענפי המשנה אשר צוינו דלעיל, הם המובילים וחלקם בסך כל הפדיון בענף הגיע בשנת 1992 לכ-74%. במרבית ענפי המשנה שבענף הקרמיקה והסיליקטים, נמצא שמדד הפדיון לעובד הוא גבוה מהממוצע המקביל לכלל התעשייה. רק בענף המשנה של מוצרי הקרמיקה, מדד זה נמוך במיוחד ומגיע ל-83% מהשיעור המקביל בממוצע הכללי לתעשייה, או 59% בלבד מהשיעור הממוצע לענף כולו.

ממצא נוסף הבולט מנתוני לוח מס' 1 הוא כי ענף הקרמיקה והסיליקטים איננו ענף המתבסס על שווקי יצוא. סך כל היצוא בענף הסתכם בשנת 1992 בכ-27 מיליון דולר שהם 1.3% בלבד מסך כל הפדיון בענף. ממצא זה מלמד כי תוצרי הענף מכוונים בעיקר אל השוק המקומי. התפלגות נתון זה בין ענפי המשנה, מצביע על שונות גדולה. משקל היצוא בענפי המשנה של תעשיית הזכוכית ומוצריה ומוצרי הקרמיקה, בולט במיוחד בהשוואה לשאר ענפי המשנה של הענף, כאשר בהם אחוז היצוא מהפדיון עומד על ממוצע של 5.2% בהשוואה לפחות מ-1% בשאר הענפים. משקל היצוא של שני ענפי משנה אלה, מהווה כ-47% מהיצוא של כל הענף. משקלו הכולל של היצוא התעשייתי של ענף הקרמיקה וסיליקטים בכלל היצוא התעשייתי מישראל, חסר משמעות והגיע בשנת 1992 לכ-0.3% בלבד מן היצוא התעשייתי, שהגיע בשנה זו לכ-9.4 מיליארד דולר.

מגמות בהתפתחות הענף

על המגמות בהתפתחות הענף בשנים האחרונות ניתן ללמוד מהנתונים המוצגים בלוח מס' 2 המצביעים על התפתחות ענף הקרמיקה והסיליקטים בפרמטרים השונים בארבע השנים האחרונות, בהשוואה לכלל התעשייה בארץ.

הנתונים מצביעים על צמיחה מואצת ביותר של ענף הקרמיקה והסיליקטים בתקופה הנסקרת, בהשוואה לזו שאיפנה את הממוצע של כלל התעשייה בישראל. ממצא זה בולט במיוחד, נוכח העובדה שענף התעשייה בכללותו אופין על ידי גידול משמעותי בתקופה זו.

מספר המועסקים בענף עלה מכ-9,800 עובדים ב-1989, עד כדי 14,600 עובדים בשנת 1992. זהו גידול מרשים של כ-50% בהיקף המועסקים בענף, בהשוואה לגידול המקביל בענף התעשייה כולו אשר עמד על כ-19% בתקופה זו. עוד יותר מרשימה הצמיחה המואצת בהיקף הפדיון בענף אשר יותר מאשר הוכפל בתקופה זו, מכ-928 מיליון דולר ב-1989, עד למעלה מ-2 מיליארד דולר ב-1992. הצמיחה בכלל ענף התעשייה במשק, בתקופה המקבילה, הגיעה ל-41% בלבד.

לוח מס' 2: התפתחות ענף הקרמיקה והסיליקטים בתקופה 1989-1992 בהשוואה לכלל ענף התעשייה בארץ

ענף הקרמיקה והסיליקטים					
השנה	מספר מועסקים	פדיון שנתי במליוני \$	פדיון למועסק באלפי \$	יצוא במליוני \$	אחוז היצוא מהפדיון
1989	9,796	928.1	94.7	23.1	2.48
1990	11,018	1,280.3	116.2	20.5	1.6
1991	13,005	1,789.9	137.6	27.9	1.6
1992	14,605	2,052.0	140.5	27.0	1.3
שיעור הגידול בתקופה	1.49	2.21	1.48	1.17	0.52
ענף התעשייה בישראל (למעט יהלומים)					
1989	288,636	24,256.3	84.0	6,796.0	28.7
1990	327,370	32,745.3	100.0	7,792.5	23.8
1991	329,646	32,472.5	98.5	7,817.7	24.1
1992	342,597	34,181.5	99.8	9,354.0	27.4
שיעור הגידול בתקופה	1.19	1.41	1.19	1.38	0.95

מקור: משרד התעשייה והמסחר, המרכז לתכנון וכלכלה, דוחות שנתיים של לוחות התעשייה לתקופה 1989-1992

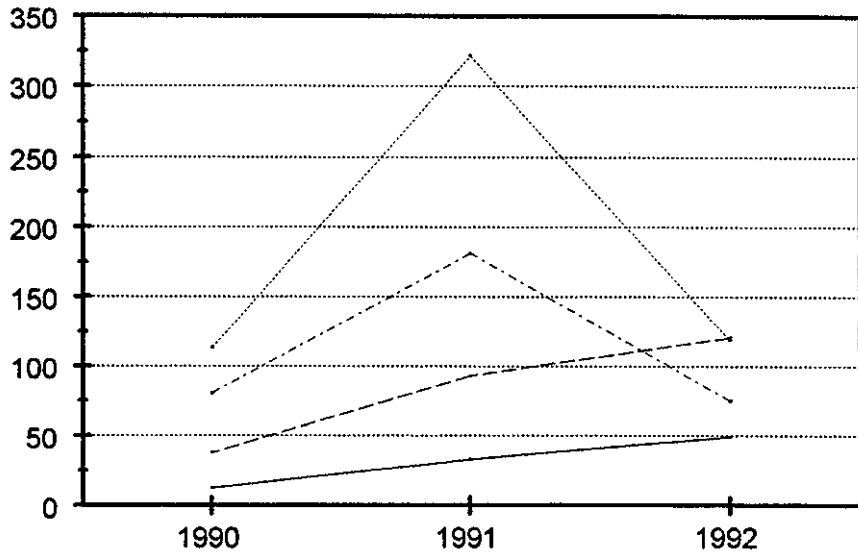
מגמת היצוא לאורך זמן, מראה אף היא על כך שיעקר הגידול בענף יועד עבור הביקושים המקומיים. הגידול ביצוא בענף בתקופה הנסקרת הגיע לכ-17% בלבד, ורשם שיא של כ-28 מליון דולר בשנת 1991 עם ירידה מתונה בשנה שלאחר מכן. בהשוואה לכך, היצוא בכלל ענף התעשייה בישראל צמח בתקופה המקבילה ב-38%.

במדד שיעור היצוא מהפדיון, חלה ירידה בענף הקרמיקה והסיליקטים בשנת 1992 עד כדי מחצית השיעור בהשוואה לשנת 1989, לעומת שמירה על שיעור דומה בממוצע לכלל התעשייה בתקופה המקבילה. ממצא זה מחזק את המסקנה כי עיקר גידולו וצמיחתו של ענף הקרמיקה והסיליקטים בתקופה זו נועד לספק את הביקושים המקומיים.

הגידול הניכר שחל בביקושים המקומים בתקופה הנסקרת, הוא תולדה של גלי העלייה הגדולים ממדינות חבר העמים אשר במהלכם הגיעו בשנים 1989-1993 קרוב לחצי מליון עולים. היקפי העלייה הגדולים יצרו ביקושים גדולים מאוד והביאו להרחבה וגידול חסר תקדים בהיקפי הבנייה למגורים, אך גם בבנייה אחרת, כל זאת במטרה לספק לעולים הרבים תנאי דיור מינימאליים (ראה איור מס' 1).

איור מס' 1: הגידול בענף הקרמיקה והסיליקטים בהשוואה לגידול בהיקפי הבנייה במשק בשנים 1989-1992 (אחוז הגידול על בסיס נתוני 1989)

אחוז הגידול



————— יחידות דיור
 - - - - - ענף הקרמיקה והסיליקטים
 - · - · - שטח בנייה במ"ר
 ————— מועסקים פדיון

מספר העובדים בענף הבנייה גדל בתקופה המקבילה בכ-50%, שיעור הדומה לשיעור הגידול בענף הקרמיקה והסיליקטים, וגבוה במידה ניכרת מן השיעור המקביל בממוצע לענף התעשייה. עוד יותר מרשימה תנופת הפיתוח במשק בנתוני הגידול בבנייה. נתוני הל.מ.ס מצביעים על כך שקצב התחלות הבנייה למגורים במשק (באלפי מ"ר שטח ריצפה), גדל בתקופה שבין 1989-1992 ב-76% עם שיא הפיתוח בשנת 1991 (שנת שיא העלייה), גידול של 182% בהשוואה לשנת 1989 שנת תחילת בוא גל העלייה. מספר התחלות הבנייה בנתונים של מספר יחידות דיור, גדל מ-19,850 זירות בשנת 1989 לכ-83,700 בשנת 1991, כלומר גידול של למעלה מפי ארבעה, וירידה בשנת 1992 להיקף של כ-43,400 זירות בשל התמתנות גל העלייה. יחד עם זאת גם בשנה זו, היקף הבנייה הוא יותר מכפול בהשוואה להיקף הבנייה לפני תחילת גל העלייה (1989).

מאחר ומרבית תוצרי ענף הקרמיקה והסיליקטים (למעט קרמיקה הנדסית), מהווים מוצרי ביניים ומוצרים מוגמרים המיועדים לענף הבנייה, הגידול המרשים של ענף הבנייה הביא ככל הנראה

לעלייה הגדולה בביקוש למוצרי הענף, עלייה אשר התבטאה בצמיחה המשמעותית ביותר של ענף זה בתקופה כפי שמוצג בלוח מס' 2.

התמתנות קצבי העלייה מאז 1992 ואילך, הביאה למיתון וירידה בהיקפי הבנייה הגדולים בהשוואה לתקופה הקודמת, ויש להניח כי תהיה לכך בעתיד השפעה ישירה על המשך צמיחתו של הענף בישראל. הדרך היחידה לשמירה על תנופת צמיחה ופיתוח הוא ריכוז מאמץ גדול יותר לכיוון של פיתוח שוקי חוץ והגדלת חלקו של היצוא בכלל תוצר הענף. לא מן הנמנע, כי את עיקר המאמץ יש לעשות בכיוון של תמרוץ ועידוד הפיתוח של הקרמיקה ההנדסית והפיכתה לשלד המוביל של ענף תעשייה זה. הסיכוי לאיתור נישות בשווקים העולמיים למוצרי הי-טק, המאפיינים את הקרמיקה ההנדסית מחד גיסא, וניצול ההון האנושי הקיים בארץ למחקר ופיתוח בנושא זה מאידך גיסא, עשויים ליצור תנופת פיתוח בכיוון מבטיח יותר, אשר יביא לדחיפת הענף קדימה ולתפיסת מקומו הראוי בין ענפי התעשייה המובילים.

אשר למגמת הגידול בביקושים המקומיים בעתיד, יש להביא בחשבון כי האוכלוסייה במדינת ישראל בניגוד למדינות ה-OECD בעולם, צומחת בעקביות לאורך זמן. תחזית המשך הגידול של האוכלוסייה במדינה לשני העשורים הבאים¹ מראה כי האוכלוסייה צפויה לגדול פי 1.7 בהשוואה לאוכלוסיית המדינה בשנת 1990. בשל העלייה ברמת הרווחה בדיור וברמת הפעילות של האוכלוסייה, היקפי הבנייה בשטחי ריצפה צפויים לגדול פי 2.02, כלומר יותר מאשר הגידול הצפוי של האוכלוסייה. כלומר גם בטווח הארוך, ולמרות ההנחה לגבי התמתנות קצבי והיקפי גלי העלייה לישראל, צפוי המשך גידול הביקושים למוצרים בשוק הבנייה בישראל.

הענף בהשוואה בינלאומית

בדיקת קצב הגידול השנתי בייצור בענף הקרמיקה והסיליקטים בשנות ה-80 בישראל, בהשוואה למדינות העולם, מוצגת בלוח מס' 3 ובאיור מס' 2. הנתונים הזמינים אינם כוללים את ענפי המשנה 101 ו-102 (חציבה וכריה) משום שהנתונים הבינלאומיים לא מפורטים ענפי משנה אלה מענפי המשנה 103 ו-108 שאינם קשורים לענף הנסקר. לכן, תמונת המצב המוצגת איננה מלאה, אולם היא כוללת את תעשיית המלט ומוצריו כולל מינרלים אל-מתכתיים, ענף הקרמיקה למוצרי השונים ותעשיית הזכוכית ומוצריה. המדינות המשוות כוללות מדינות מפותחות כמו גרמניה, ארה"ב ויפן, בצד מדינות פחות מפותחות כמו פורטוגל וטורקיה, אשר דווקא בהן ניתן לראות מגמות גידול משמעותיות ביותר בעשור זה.

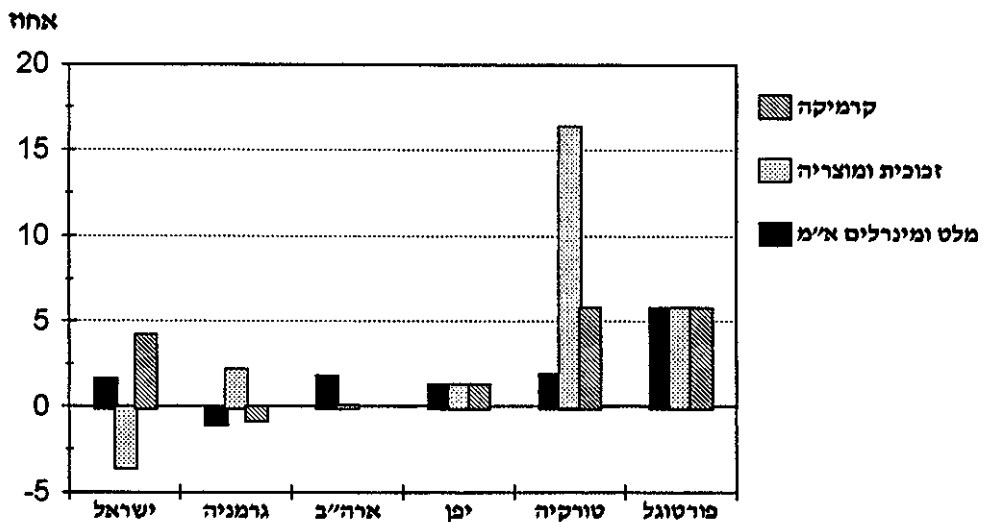
¹ נתונים אלה מבוססים על תחזיות ראשוניות שנעשו במסגרת הצוות המכון תכנית אב למדינת ישראל לשנת 2020 אשר נעשת בטכניון, ואשר אמנון פרנקל הוא אחד מחברי הצוות הבכירים.

לוח מס' 3: קצב הגידול השנתי בייצור בענף הקרמיקה והסיליקטים בישראל, בהשוואה בינלאומית 1980-1990 (אחוזים)

מס' ענף המשנה	תיאור ענף המשנה	ישראל (1990)	גרמניה (1989)	ארה"ב (1990)	יפן (1989)	טורקיה (1989)	פורטוגל (1987)
213, 210 218, 214	מלט ומינרלים אל מתכתיים	1.6	-1.0	1.8	1.3	1.9	5.8
211	זכוכית ומוצריה	-3.5	2.2	0.1	1.3	16.4	5.8
212	מוצרי קרמיקה	4.2	-0.8	א.נ.	1.3	5.8	5.8

הממצאים ההשוואתיים מלמדים כי מגמת הפיתוח של ענף הקרמיקה והסיליקטים בעשור שנות ה-80, התבטאה בקצב גידול מואץ יותר של הייצור בענף בישראל בהשוואה למדינות התעשייתיות המפותחות בעולם, למעט הירידה בייצור שאיפנה את תעשיית הזכוכית ומוצריה. לעומת זאת, המדינות הפחות מפותחות שבאזור כמו טורקיה ופורטוגל, גילו מגמה של צמיחה מואצת ביותר בתקופה המקבילה בכל ענפי המשנה של הענף. במיוחד בולט קצב הגידול השנתי של תעשיית הזכוכית ומוצריה בטורקיה שהגיע בתקופה זו ל-16.4%.

איור מס' 2: הגידול השנתי הממוצע בייצור בישראל בהשוואה בינלאומית 1980-1990 אחוז



מבין שלושת קבוצות ענפי המשנה, בולט קצב הגידול השנתי בתעשיית הקרמיקה ומוצריה בישראל (מעל 4% שנתי), בהשוואה לגידול שלילי או מועט בגרמניה ויפן. גם בהשוואה לטורקיה ופורטוגל, קצב הגידול של תעשייה זו בישראל נמוך רק במעט. מאחר ואין בידנו נתונים על ההפרדה בתוך הענף בין מוצרי הקרמיקה המסורתית למתקדמת, לא ניתן לבחון האם הגידול

בישראל הוא תוצאה של עליית חלקה של הקרמיקה ההנדסית והמתחכמת, בהשוואה לסוג המוצרים המקביל של תעשייה זו במדינות המתחרות.

נתון השוואתי אחר הוא הגידול הנומינלי בערך היצוא בישראל בהשוואה למדינות אחרות, המהווה אינדיקטור ליכולת התחרות של ענפי תעשייה אלה. הנתונים המחושבים לתקופה 1986-1990, מוצגים בלוח מס' 4 ובאיור מס' 3 שלהלן.

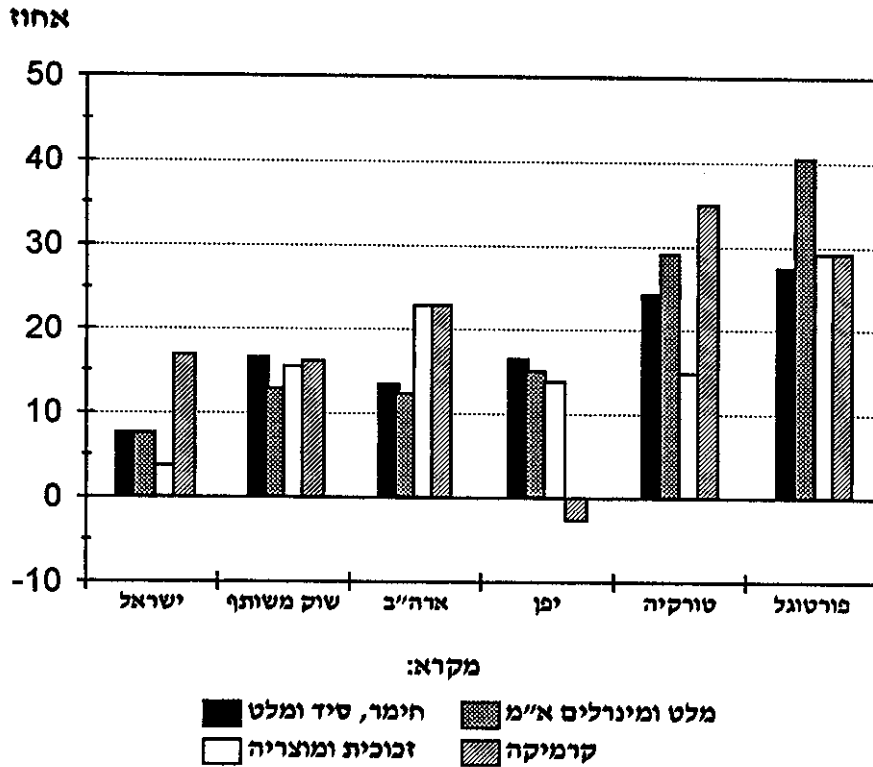
לוח מס' 4: קצב הגידול השנתי הממוצע בסך היצוא של ענף הקרמיקה והסיליקטים בישראל, בהשוואה בינלאומית 1986-1990 (אחוזים)

מס' המשנה	ענף המשנה	ישראל	מדינות השוק	ארה"ב	יפן	טורקיה	פורטוגל
214, 210	מוצרי חימר, סיד ומלט	7.3	16.3	13.2	16.2	24.0	27.2
218, 213	מלט ומינרלים אל מתכתיים	7.3	12.6	12.0	14.7	28.8	40.2
211	זכוכית ומוצריה	3.5	15.2	22.6	13.5	14.5	28.9
212	מוצרי קרמיקה	16.6	15.9	22.6	-2.3	34.7	28.9

הממצא הבולט מנתונים השוואתיים אלה, הוא כי בכל ענפי המשנה של ענף הקרמיקה והסיליקטים בישראל, בתקופה נסקרת, ישנה מגמה של צמיחה בקצב הגידול של היצוא. יחד עם זאת, במרבית ענפי המשנה, שיעור הגידול נמוך באופן משמעותי משיעור הגידול המקביל במדינות המשוות לישראל. במיוחד בולטת מגמה זו בתעשיית הזכוכית ומוצריה בה קצב הצמיחה בארצות המפותחות הגיע לפי 4-6 מהמקביל לו בישראל, ובהשוואה לפורטוגל עד מעל לפי שמונה.

במוצרי החימר, סיד ותעשיית המלט ומוצריה, הפערים נמוכים יותר, אך גם בהם קצב הצמיחה בייצוא של המדינות המפותחות גבוה כמעט פי שניים מהמקביל לו בתעשייה הישראלית. גם בענף משנה זה, בולטת המגמה החיובית במדינות הפחות מפותחות כמו טורקיה ופורטוגל, בהן הצמיחה בהיקף היצוא גדולה פי 3-4 מזה שבישראל, עם גידול בולט במיוחד של פורטוגל בקצב שנתי ממוצע של מעל 40%!

איור מס' 3: הגידול השנתי הממוצע בייצוא בישראל בהשוואה בינלאומית
(אחוזים) 1990-1980



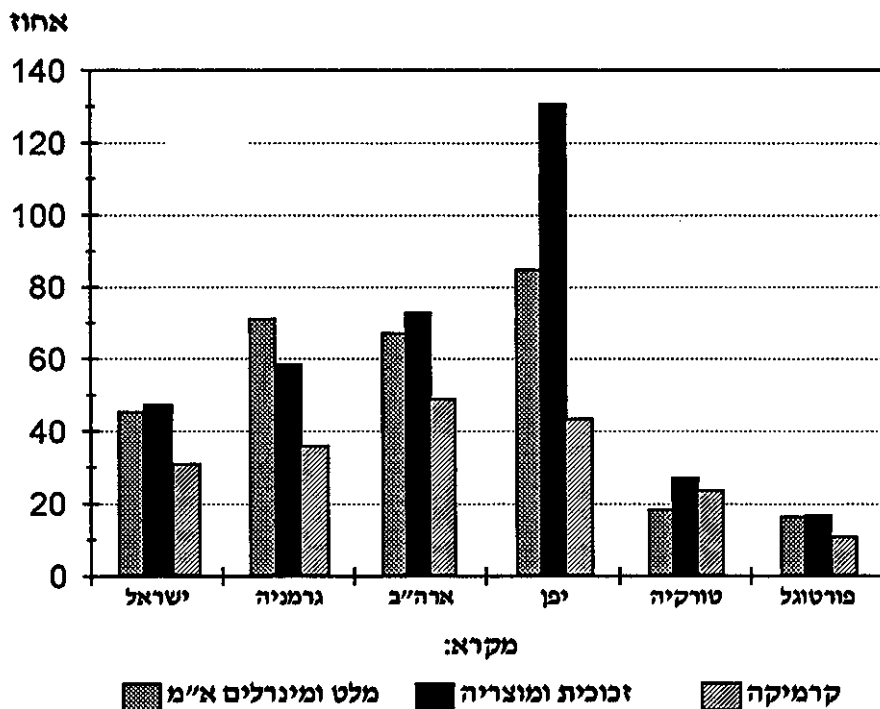
היקף הצמיחה ביצוא בהשוואה בין ענפי המשנה בישראל, הוא הגבוה ביותר בתעשיית הקרמיקה ומוצריה אשר הגיע בממוצע שנתי ל-16.6% בתקופה הנסקרת. קצב צמיחה זה עולה על המקביל לו בארצות השוק המשותף ויפן, ונמוך במקצת מזה של ארה"ב. בהשוואה לארצות כמו טורקיה ופורטוגל, שוב נמצא כי קצב הצמיחה ביצוא של התעשייה ישראלית מגיע רק לכמחצית משיעור הצמיחה של מדינות אלה.

נתון השוואתי אחר המוצג בלוח מס' 5 ובאיור מס' 4, הוא הערך המוסף למועסק בענפי המשנה השונים המבטא את התמורה להון, הון אנושי, לרמה טכנולוגית, לחדשנות ויזמות, ליכולת שיווקית ונהולית ולכן מודד את הרמה הכלכלית של הענף.

לוח מס' 5: ערך מוסף לעובד (באלפי דולר) בענף הקרמיקה והסיליקטים בישראל, בהשוואה בינלאומית (סוף שנות ה-80)

מס' ענף המשנה	תיאור ענף המשנה	ישראל (1990)	גרמניה (1989)	ארה"ב (1990)	יפן (1989)	טורקיה (1989)	פורטוגל (1987)
213, 210 218, 214	מלט ומינרלים אל מתכתיים	44.4	69.8	65.9	83.6	17.2	15.2
211	זכוכית ומוצריה	46.3	57.3	71.6	129.4	26.0	15.6
212	מוצרי קרמיקה	29.7	34.7	47.7	42.2	22.4	9.6

איור מס' 4: ערך מוסף לעובד בישראל בהשוואה בינלאומית (סוף שנות ה-80) (באלפי דולר)



מבין שלושת קבוצות ענפי המשנה, בולט הערך המוסף הנמוך יותר המאפיין את תעשיית קרמיקה ומוצריה, כך בישראל וגם בשאר המדינות. מצבה הבינלאומי של ישראל בהשוואת היעילות הכלכלית של הענף, טוב יותר מהמדיים ההשוואתיים לגבי שיעורי הצמיחה של הענף ושל מרכיב

היצוא בו אשר הוצגו דלעיל. יחד עם זאת, רמת היעילות של ענפי המשנה בישראל, נופלת מזו המושגת במקביל במדינות המפותחות.

במוצרי מלט ומינרלים אל-מתכתיים, הערך המוסף בישראל מגיע ל-53%-64% מן הערך המוסף שבמדינות כמו גרמניה, ארה"ב ובמיוחד יפן. לעומת זאת הוא גבוה ביותר מפי 2.5 בהשוואה לערך המוסף של המדינות הפחות מפותחות, טורקיה ופורטוגל, אשר גילו מגמה מואצת ביותר בנתוני הצמיחה של הענף בשנות ה-80 (ראה נתונים בלוחות 3 ו-4 דלעיל).

בתעשיית הזכוכית הממצאים דומים, עם בולטות רבה ביותר בערך המוסף לעובד ביפן המגיע ל-129 אלף דולר, הגבוה בהרבה מכל נתון מקביל לו בכל אחת מהמדינות המשוות.

בתעשיית הקרמיקה הדיפרנציאציה בערך המוסף בין המדינות, נמוכה יותר. למרות זאת, הנתון של התעשייה הישראלית נמוך מהמקביל לו במדינות המפותחות עד כדי 60%-85%, וגבוה פי 1.3 ופי 3 מהנתון המקביל בטורקיה ופורטוגל בהתאמה.

לבסוף, הגורם החשוב ביכולת התחרות של המדינה בענפי התעשייה הוא עלות העבודה למועסק. הנתונים מוצגים בלוח מס' 6 ואיור מס' 5.

לוח מס' 6: עלות עבודה למועסק (באלפי דולר) בענף הקרמיקה והסיליקטים בישראל, בהשוואה בינלאומית (סוף שנות ה-80)

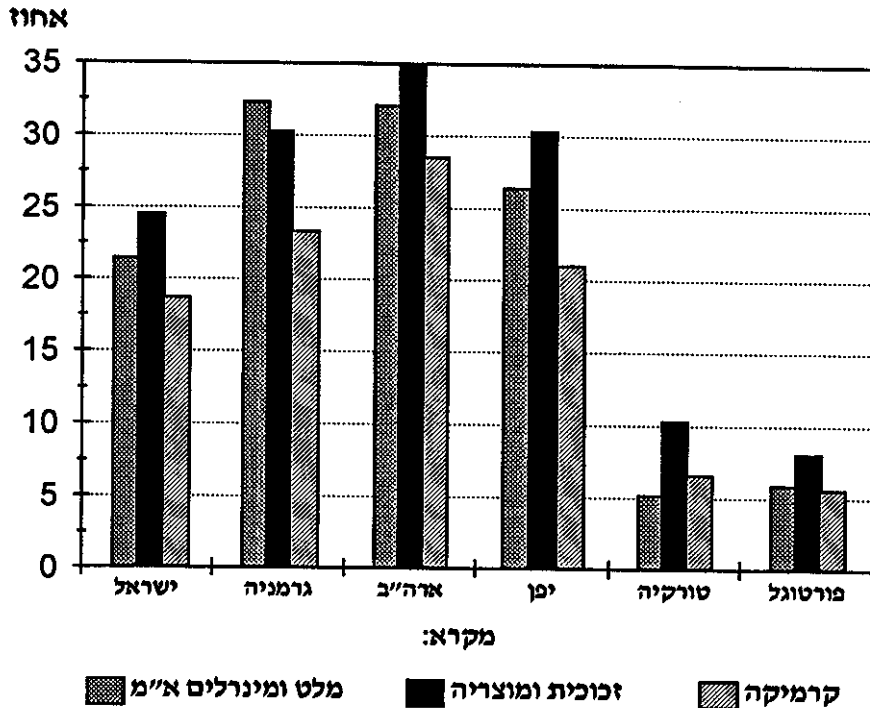
מס' ענף המשנה	תיאור ענף המשנה	ישראל (1990)	גרמניה (1989)	ארה"ב (1990)	יפן (1989)	טורקיה (1989)	פורטוגל (1987)
213, 210, 218, 214	מלט ומינרלים אל מתכתיים	21.1	32.0	31.8	26.1	4.9	5.6
211	זכוכית ומוצריה	24.2	30.0	34.5	30.1	10.0	7.8
212	מוצרי קרמיקה	18.4	23.0	28.2	20.7	6.3	5.3

עלות העבודה למועסק בתעשיית הקרמיקה ומוצרית, הוא הנמוך ביותר מבין ענפי המשנה של ענף הקרמיקה והסיליקטים והוא גבוה ביותר בתעשיית הזכוכית ומוצרית, וזאת בכל המדינות המשוות.

עלות העבודה למועסק בישראל בכל ענפי המשנה, נמוכה מן העלות למועסק במדינות המפותחות עד כדי 60%-80% (תלוי בענף המשנה ובמדינה המשווימת). לכאורה, נתון זה מצביע על סיכויי תחרות טובים של ישראל בענף ביחס למדינות אלה. יחד עם זאת, עובדה זו לא תורגמה עדיין למונחים של יצוא כפי שאלה באו לידי ביטוי בהשוואת קצב צמיחת היצוא בענפים אלה בישראל

בהשוואה למדינות אלה. מבין המדינות המפותחות, בולטת יפן בה עלות העבודה למועסק נמוכה יותר.

איור מס' 5: עלות עבודה למועסק בישראל בהשוואה בינלאומית (סוף שנות ה-80)
(באלפי דולר)



בהשוואה לכך, עלות העבודה למועסק במדינות הפחות מפותחות, טורקיה ופורטוגל, אשר גילו הצלחה רבה ביותר בצמיחת היצוא של ענפי תעשייה אלה, היא נמוכה בהרבה מזו של ישראל וזאת בכל ענפי המשנה. עלות העבודה למועסק במדינות אלה, היא רק 30%-40% מהעלות המקבילה בישראל בתעשיית הזכוכית ותעשיית הקרמיקה, וכרבע בתעשיית המלט ומוצריה.

סיכום

סיכום הממצאים אשר הובאו בפרק זה מלמדים על המסקנות הבאות:

1. ענף הקרמיקה והסיליקטים בישראל הוא ענף קטן אשר חלקו מכלל התעשייה הן במועסקים והן בתפוקה נמוך מאוד. משקלה של הקרמיקה המסורתית (הכוללת מוצרי קרמיקה סניטרית, אריחים, כלי בית ווי) והן הקרמיקה המתקדמת, בכלל הענף נמוך במיוחד. מרבית הפעילות של הענף מתמקדת בתעשיית המלט, ומוצרי הבנייה.
2. ענף הקרמיקה והסיליקטים בישראל, הוא ענף שכמעט כל תוצרתו מיועדת לספק את הביקושים המקומיים. היצוא בענף נמוך מאוד וכך גם תרומתו לכלל היצוא התעשייתי. בנושא היצוא בולטים יותר ענף מוצרי הקרמיקה והזכוכית ומוצריה, בהשוואה לענפי המשנה האחרים.
3. בארבע השנים האחרונות, חל גידול מואץ ביותר בענף הקרמיקה והסיליקטים בישראל בהשוואה לממוצע של כל התעשייה. שיעורי הגידול המשמעותיים ביותר נמצאו בפרמטר של היקף הפדיון השנתי, אשר הוכפל בתקופה זו, וכן במספר המועסקים שגדל בכ-50%.
4. גידול חל גם בהיקף היצוא במספרים מוחלטים, אם כי הגידול היה מתון בהרבה בהשוואה לגידול הממוצע של כלל התעשייה במשק.
5. ניתן לייחס את הגידול המרשים בענף הקרמיקה והסיליקטים, כנובע מהגידול בביקושים המקומיים למוצרי בנייים ומוצרים מוגמרים בענף הבנייה. העלייה המואצת בביקושים אלה באה לידי ביטוי בגידול הרב בהיקפי הבנייה למגורים תוצאה של גל העלייה הגדול לישראל מארצות חבר העמים אשר החל ב-1989.
6. המשך התפתחותו של הענף בעתיד, עם התמתנות היקפי העלייה וירידה בהיקפי הבנייה במשק, תלויה בשימת דגש על פיתוחה של הקרמיקה המתקדמת בישראל. כיוון אשר סיכוויו בפיתוח שוקי יצוא גדולים יותר.
7. בהשוואה בין מאפני הענף בישראל, למאפיינים במדינות אחרות בעולם, נמצא כי קצב הגידול של תעשיית הקרמיקה ומוצריה והמלט ומוצריה בשנות ה-80 בישראל, היה מתון, אך גבוה במקצת בהשוואה לזה אשר איפין את הענפים הללו במדינות התעשייתיות המפותחות כדוגמת ארה"ב, יפן וארצות השוק המשותף. בתקופה זו, מסתמן גידול מואץ ביותר בהתפתחות ענף הקרמיקה והסיליקטים במדינות הלא מפותחות כדוגמת פורטוגל וטורקיה, בהשוואה לישראל ולמדינות התעשייתיות המפותחות. מגמה זו באה לידי ביטוי בקצב הגידול השנתי של הייצור, ובגידול הממוצע של היצוא בענף במדינות אלה.
8. רמת היעילות הכלכלית של הענף, הנמדדת בערך המוסף לעובד, נמצאה גבוהה משמעותית בישראל בסוף שנות ה-80, בהשוואה לזו של המדינות הלא מפותחות, אך נמוכה מזו של המדינות המפותחות, במיוחד יפן. יחד עם זאת, עלות העבודה למועסק בענף בישראל, נמוכה בהרבה מזו המאפיינת את הענף במדינות המפותחות. שיפור ביעילות הענף בארץ עשוי

להגביר את כושר התחרותיות של ישראל עם המדינות המפותחות. לעומת זאת, ישראל מצוייה בנחיתות ביכולת התחרות שלה עם המדינות הלא מפותחות, שם עלות העבודה נמוכה במיוחד ומגיעה לפחות מ-40% מן העלות בישראל.

9. השוואת נתונים אלה להתפתחויות העולמיות בתחום הקרמיקה המתקדמת (ראה סעיף 3.2 דלעיל), מצביעים כנראה על מגמה של ירידה בחלקן של המדינות המפותחות בשוק העולמי במוצרים המסורתיים, והתמקדותן יותר ויותר במוצרים מתוחכמים ומתקדמים. את מקומן תופסות המדינות הפחות מפותחות. יתרון הברור הוא בעלות העבודה הנמוכה מאפשרת להן להתחרות בהצלחה בשווקים הבינלאומיים, ואמנם קצב הגידול ביצוא ממדינות אלה היה מרשים ביותר בשנות ה-80. לישראל יתרון יחסי על פני המדינות המפותחות בעלות העבודה בנוסף להון האנושי הקיים בה, לכן פיתוח הענף והפיכתו לענף יצוא תלוי במידה בה ייושמו משאבים לפיתוח של מוצרים הי-טק מתוחכמים. במוצרים המסורתיים אין לישראל כל יתרון על פני המדינות הלא מפותחות, ההולכות וכובשות את השווקים הבינלאומיים בתחום זה, ולכן המשך הגידול בתחום זה של הענף, יוכתב בעיקר על ידי הביקושים המקומיים.

פרק 3: רקע כללי על המכון לקרמיקה וסיליקטים

המכון נוסד בשנת 1962 בעזרת קרן מיוחדת של האו"ם וממשלת ישראל כהמשך של האיגוד למחקר קרמי שהוקם ב-1951 על ידי גורמים תעשייתיים והמשרד לתעשייה ומסחר.

המכון מאוגד כחברה בע"מ, ממוקם בקמפוס הטכניון שבחיפה ועוסק בביצוע מחקרי תשתית, מחקר יישומי, בדיקות מעבדה, תהליכים נסיוניים וביצוע דגמים בענף הקרמיקה, הסיליקטים, מלט, זכוכית, צמר סלעים, מוצרים חסיני אש וכו', בהכוונה ובניהול של נציגי מפעלים תעשייתיים של הענף, משרד התעשייה והמסחר והטכניון. (ראה נספח 11).

במכון מועסקים כ-20 עובדים, מתוכם 5 בעלי תואר D.S, 9 בעלי תואר M.Sc, 2 מנהלים ו-4 טכנאים. (ראה נספח 12). למכון רכוש קבוע הכולל בנין וציוד כגון: מכבשים, תנורים ומכשירי מעבדה הרשומים בספרים בערך סמלי.

ועדה שמונתה בשנת 1986 במטרה להעביר את הבעלות על הבנין והציוד על שם המכון עדיין לא סיימה את עבודתה. ציוד וחלפים שנרכשו ע"י המכון בשנים האחרונות נזקפו ישירות להוצאות בשנת הרכישה, ולכן ערכם בספרים סמלי בלבד. במכון הצטבר ידע רב כתוצאה מביצוע מחקרי תשתית שאינו מוערך כספית ואינו מופיע בספרים.

תקציבו השנתי של המכון עמד בממוצע ב-3 שנים אחרונות (1991-1993) על כ-1.38 מליון ש"ח, עם חלוקה לפי מקור המימון היא כדלקמן:

51.0%	מחקרים ושירותים עבור לקוחות שונים
26.6%	ביצוע מחקרי תשתית במימון משרד תמ"ס
17.0%	קליטת עולים חדשים ומימון פרויקטים בביצועם
5.4%	מימון ציוד והחזר הוצאות (הופסק ב-1993)
100.0%	סה"כ

חלוקת הכנסות המכון לפי סוגי פעילויות, היא כדלקמן:

מביצוע מחקרים	65.0%
מבדיקות ושירותים	27.4%
מהקצבת משרד התמי"ס לציוד והוצאות	5.4%
דמי חבר	2.2%
סה"כ	100%

מתוך סה"כ פעילות במחקר בדיקות ושירותים שביצע המכון בתקופה זו

● 79% הם בתחום הקרמיקה המתקדמת

● 21% הם בתחום הקרמיקה הקלאסית

בעשר השנים האחרונות ביצע המכון כ-90 עבודות מחקר (בממוצע של 9 מחקרים בשנה) המתפלגים כדלקמן:

● 13 מחקרים היו בנושא קרמיקה קלאסית.

● 77 מחקרים היו בנושא קרמיקה מתקדמת.

חלוקת העבודות לפי מקורות המימון היא כדלהלן:

מזמין	מספר מחקרים	מתוכם בתחום הקרמיקה הקלאסית
משרדי ממשלה	27	1
תעשייה פרטית וצבורית	37	6
קרן המלט	9	5
תעשיות בטחון	11	0
גורמים אקדמיים	6	1

חלק ניכר ממחקרי התשתית במימון ממשלתי, תרמו להצטברות והרחבת הידע של המכון בתחומים רבים, והיוו בסיס למחקרי המשך משותפים עם התעשייה. כמו כן איפשרו מתן ייעוץ, פתרון בעיות, פיתוח תהליכי ייצור, ביצוע דגמים וכו', ועל ידי כך תרמו באופן ישיר ועקיף לתעשיית הקרמיקה הקלאסית והמתקדמת.

הוצאות המכון עבור משכורות ועלויות נלוות, הם כ-76% מהתקציב, והיתרה עבור הוצאות אחזקה, תפעול, מימון והוצאות ארגוניות (בתוכן רכישת ציוד).

הצעת התקציב לשנת 1994 מסתכמת בכ-1.75 מליון ש"ח שמהווה גידול של כ-24%, ביחס לשנה הקודמת.

במקורות המימון חל גידול בהכנסות מלקוחות שונים, והקטנה יחסית של מימון ממשלתי ל-27% בלבד לעומת 49% בממוצע בשלוש השנים הקודמות.

פרק 4: תהליך העבודה

תיאור התהליך

במסגרת העבודה בוצע סקר שדה של מדגם מפעלים בשתי רמות:

א. דגימה רחבה של מפעלים מהתחומים הרלבנטיים לתחומי עיסוקו של המכון. למפעלים אלה נשלח שאלון מובנה אשר אותו התבקשו למלא ולהחזירו אלינו לשם ניתוח התשובות

ב. דגימה מוצמצמת של מפעלים נבחרים בהם קיימו ראיונות על בסיס אישי עם אנשי מפתח.

אחת מההשערות אשר נבדקו במסגרת העבודה הייתה כי למכון מאגר לקוחות מוגבל ובלתי ממצה. לפיכך, כלל תהליך העבודה, בין השאר, נסיון לזהות את האוכלוסייה המשתמשת והפוטנציאלית לשימוש בשירותי המכון.

הרכבת מאגר לקוחות פוטנציאלי נעשה באמצעות: א) קבלת רשימת הלקוחות של המכון; ב) סריקת מאגרי נתונים; ג) ידע אישי.

הכוונה הייתה לבצע סקר שדה בקרב מדגם של הלקוחות הקיימים והפוטנציאליים אשר באמצעותו יבחנו שאלות הקשורות: א) בנכונות להשתמש בשירותי המכון, ב) סוגי השימוש המועדפים ואלה אשר כיום ניתנים, ג) רמת שביעות הרצון משירותי המכון בקרב אלה שמנצלים שירותים אלה.

רשימת הלקוחות של מכון הקרמיקה שנמסרה לנו על ידם (ראה נספח מס' 13), כללה 63 פירמות ומוסדות. בדיקת הרשימה העלתה כי פירמות אלה משתייכות למגוון גדול ביותר של ענפי תעשייה, ושירותי המכון לא ניתנים אך ורק, או אפילו בעיקר לפירמות המשתייכות למעגל הפנימי של הענפי התעשייה שניתן לסווגם ישירות למה שניתן לכנות ענף הקרמיקה והסיליקטים¹. מספרם של אלה לא עלה על 9 פירמות מכלל 56 הלקוחות. שאר הפירמות אשר נמנות על לקוחות המכון, הן פירמות המשתייכות לענפים אחרים אשר אינם מהווים חלק אינטגרלי של ענף הקרמיקה והסיליקטים, כגון: ענף האלקטרוניקה, ענפי המכונות, הכלים והמתכת, ענף האופטיקה, ענף הכימיה, התעשייה הביטחונית ותעשיית כלי ההובלה.

המשמעות הישירה של ממצא זה, היא כי לא ניתן לזהות את מאגר הלקוחות הפוטנציאלי של המכון כזה אשר שייך לתחום הישיר - הקרמיקה והסיליקטים, אלא יש לכוון את הבדיקה לתחומים מגוונים בהרבה. שיטת הזיהוי אשר נבחרה כללה שימוש במאגר הנתונים הממוחשב של חברת דן אנד ברדסטריט אינטרנשיונל לשנת 1994, הכולל מסד נתונים אודות למעלה מ-10,000 פירמות עסקיות הממוינות על פי סיווג הסחורות האמריקאי.

¹ אלה כוללים את 8 ענפי המשנה אשר פורטו בהרחבה בפרק 3 של הדו"ח ראה דלעיל.

לגבי כל אחת מהפירמות הכלולות ברשימת הלקוחות של המכון, זוהה הענף אליו משתייכת הפירמה על פי סיווג העסקים המוגדר במאגר הנתונים. במקביל, אותרה באמצעות מאגר הנתונים רשימת של כל הפירמות המסווגות בסימול הזוהה לזה של אותו לקוח. רשימה זו על מאפייניה נבחנה על בסיס ידע אישי, והוצאו מתוכה הפירמות אשר על פי נתוניהן נראו לנו כבלתי רלבנטיות לשירותי המכון. שאר הפירמות שנתרו, היוו את בסיס מדגם המפעלים לסקר השדה. הסקר כלל הפצת שאלון מצומצם לכלל הפירמות שעלו במדגם ובחירה של כ-30 פירמות מובילות בתחומים השונים, בהן קיימנו ראיונות אישיים עם מנהלים בכירים.

תיאור המדגם

שיטת זיהוי אוכלוסיית הסקר אשר תוארה דלעיל, העלתה בעייה מסויימת מאחר ועל פי שיטת הסיווג של מאגר הנתונים, מסווגת כל אחת מהפירמות ליותר מאשר ענף מוצרים אחד, וזאת על פי מגוון המוצרים המיוצרים בה והתפלגותם בין הענפים השונים. בהתאם לכך, כמות הפירמות הכוללת המתקבלת מסכימת הרשימות של הענפים הרלבנטיים כאמור, גדולה מהכמות בפועל בשל חפיפות כמוסבר לעיל. רשימת הפירמות המסווגות על פי מוצריהן לענפים אשר מהם זיהינו לקוחות בפועל של המכון, כללה 47 תת ענפים (סיווג של 4 ספרות). עבור כל אחד מתת ענפים אלה, זיהינו את הסיווג המקביל של ענפי התעשייה של ה.מ.ס (סיווג 3 ספרות) ועל ידי כך קיבלנו הקבצה של מיון הפירמות ל-18 ענפי תעשייה. בשלב הבא קובצו הענפים ל-7 קטגוריות עיקריות אשר כללו את הענפים כמוצג בלוח 4.1 שלהלן:

לוח מס' 4.1: מיון מפעלי המדגם לענפים תעשייתיים

שם הענף	ענפי המשנה הכלולים (סמל ענף של ל.מ.ס)	סיווג המוצרים הנכללים בענף על בסיס מאגר הנתונים של דן אנד ברדסטריט
כימיה	206, 204, 203, 200	פיגמנטים וכימיקלים אי אורגניים, מוצרים ביולוגיים, תמרוקים, צבעים, כימיקלים אורגניים, דשנים חנקניים, זיקוק נפט.
קרמיקה וסיליקטים	218, 214, 212, 211, 210, 101	אבני גזית, אבן שבורה וטחונה, חרסית ומינרלים נילווים, מינרלים לא מתכתיים, זכוכית שטוחה, מכלי זכוכית, אריחי קרמיקה, חרסית, גבס, שיש, חסיני אש, מוצרי חרסית לבניים, מוצרי בטון, מינרלים טחונים, מוצרי שחיקה.
מכונות ומתכת	260, 230, 221, 220	תיל פלדה, פרופילי פלדה, יציקת פלדה, כלי עבודה, תבניות תעשייתיות, מתכות אלקליות, מכונות לעיבוד מתכת, מכונות דפוס.
כלי הובלה	263, 262	בניית אניות, מנועי כלי טיס, חלקים וציוד לכלי טיס.

שם הענף	ענפי המשנה הכלולים (סמל ענף של ל.מ.ס)	סיווג המוצרים הנכללים בענף על בסיס מאגר הנתונים של דן אנד ברדסטריט
חשמל ואלקטרוניקה	250	אספקת ציוד חשמלי, רכיבים אלקטרוניים, קבלים, מעגלים מודפסים, ציוד תקשורת,
אופטיקה	281	מכשירים אופטיים ועדשות.
מכוני מחקר	840	מכללות ואוניברסיטאות, מחקר פיסי מסחרי ולא מסחרי.

הרשימה הכוללת אשר התקבלה מנתה 1,095 פירמות בענפים שזוהו כרלבנטים (מספר מנופח בשל החפיפות). מתוכם לאחר ניפוי חלק ניכר מהמפעלים בשל החפיפות וקריטריונים של רלבנטיות כפי שתאר דלעיל, כללה הרשימה הסופית אשר עלתה במדגם 358 פירמות מסווגות לענפים אלה, אשר נמצאו כבעלות מוצרים שיש להם רלבנטיות לתחומים בהם עוסק המכון. בפועל הכילה רשימה זו 344 מפעלים (לאחר ניכוי מלא של החפיפה).

שאלון המפעלים נשלח לכל 344 המפעלים, מתוכם קיבלנו תשובות מ-152 מפעלים שהם 44.2%. התפלגות מדגם המפעלים והתשובות לפי החלוקה הענפית מוצגת בלוח 4.2 שלהלן (רשימת המפעלים להם נשלחו השאלונים מוצגת בנספח מס' 14):

לוח מס' 4.2: מדגם המפעלים

שם הענף	הפירמות הרלבנטיות שעלו במדגם		מספר המפעלים שענו על השאלון		אחוז העונים מהמדגם הכולל
	מספר	אחוז	מספר	אחוז	
כימיה	88	23.2	30	17.6	34.1
קרימיקה וסיליקטים	82	21.6	42	24.7	51.2
מכונות ומתכת	31	8.2	29	17.1	93.5
כלי הובלה	30	7.9	7	4.1	23.3
חשמל ואלקטרוניקה	108	28.5	39	22.9	36.1
אופטיקה	23	6.1	10	5.9	43.5
מכוני מחקר	17	4.5	13	7.6	76.5
סה"כ ¹	379	100.0	170	100.0	44.9

¹ הסכום בכל אחד מהטורים גבוה מהמספר האמיתי של המפעלים בקבוצה, בשל חפיפות כפי שהובר דלעיל.

נתוני לוח מס' 14.1 מצביעים על כך שבמרבית ענפי התעשייה אחוז התשובות שהתקבלו הוא גבוה. ויכול לכן לייצג את הענף. בעיקר בולטים המפעלים המשתייכים לענפי המכונות ומתכת אשר מרבית אלה אשר פנינו אליהם השיבו. בענף הגדול ביותר חשמל ואלקטרוניקה, אחוז התשובות מגיע לכ-36%.

השאלון

השאלון אשר נבנה במיוחד למטרת הבדיקה, הועבר כאמור ל-344 המפעלים אשר זוהו כרלבנטים לתחומי עיסוקו של המכון. מטרת השאלון הייתה לברר את מידת נחיצותו של המכון כפי שזו נתפסת על ידי המפעלים השונים, ההכרות של המפעלים השונים את המכון ותחומי פעילותו, זיהוי בעיות עוד. דוגמת השאלון מצורפת לדו"ח (ראה נספח מס' 15).

השאלון התחלק לשלושה חלקים. חלקו הראשון כלל שאלות כלליות אשר עשויות לספק תמונה כוללת על המפעלים שזוהו כרלבנטים. שאלות אודות וותק המפעלים, גודלם, אופיה של הבעלות, המוצרים בהם הם עוסקים וכו'.

חלקו השני של השאלון, כוון לפירמות אשר אינן משתמשות בשירותי המכון, או כאלה אשר עשו שימוש שכזה בעבר וחדלו. פירמות אלה נשאלו שאלות הקשורות לסיבות אי השימוש בשירותי המכון ומה היה מביא אותן אם בכלל, להשתמש בשירותי המכון. שאלות אלה איפשרו לזהות פוטנציאל אפשרי של לקוחות נוספים עבור המכון, כמו גם לזהות את הבעיות המונעות כיום שימוש בשירותי המכון.

חלקו השלישי של השאלון הופנה רק לאותן פירמות אשר הן בחוג הלקוחות של המכון ועשו שימוש בשירותיו בחמש השנים האחרונות, או כאלה שהתכוונו להשתמש בשירותיו בעתיד הקרוב. השאלות כללו שאלות הקשורות: בסוג השירות המבוקש, תדירות השימוש, מידת שביעות הרצון של הלקוחות מהשירותים שהם מקבלים, בעיות שהם מזהים, הרחבת מגוון השירותים ושאלות אודות פרויקטים אשר פותחו בסיוע המכון ואשר הובילו לפיתוח מוצרים. עיבוד הנתונים מחלק זה של השאלון, איפשר לקבל תמונת מצב של המכון כפי שהוא נתפס בעיני הלקוחות, וכיווני התפתחות לעתיד.

פרק 5: ממצאים מסקר המפעלים

נתונים כללים

סקר המפעלים כלל כאמור 152 פירמות אשר השיבו על השאלון אשר הופץ. הפירמות מתחלקות לשתי קבוצות עיקריות: (א) קבוצת הפירמות אשר הן לקוחות של המכון לקרמיקה וסיליקטים, (ב) פירמות אשר אינן משתמשות בשירותי המכון. בקבוצה הראשונה נמנו 31 פירמות (20.4%), ובקבוצה השנייה 121 פירמות (79.6%). בהמשך, ניתוח הנתונים יתייחס בנפרד לכל אחת מקבוצות אלה אשר כווננו אליהן שאלות שונות בשאלון כפי שהוצג דלעיל.

בדיקת הממצאים הכללים של הפירמות אשר השיבו על השאלון, מלמדת על הפרופיל של קבוצת המפעלים הרלבנטית לתחומי עיסוקו של המכון כדלקמן:

- ◆ מרבית הפירמות (כ-80%) הן פירמות וותיקות אשר הוקמו לפני 20 שנה ויותר. לא קיימת שונות בפרמטר זה בין פירמות שהן לקוחות של המכון, לבין הפירמות האחרות שבמדגם.
- ◆ מבחינת אופיה של הבעלות על הפירמה, נמצא כי שכ-63% מהפירמות הן בבעלות פרטית, 22% בבעלות ציבורית, כ-8% בבעלות ממשלתית וכ-5% מכוני מחקר, חממות טכנולוגיות ואחר. ההתפלגות בקרב הפירמות שהן לקוחות של המכון, שונה במקצת לטובת משקלן של החברות הממשלתיות כ-22% ומכוני מחקר כ-16%, לעומת משקלן של החברות הפרטיות הנמוך יותר כ-55%, והחברות שבבעלות ציבורית כ-6% בלבד.
- ◆ מבחינת גודל הפירמות, הרי ש-17% מן הפירמות הן פירמות קטנות המעסיקות עד 50 עובדים, 24% הן פירמות בינוניות המעסיקות 50-100 עובדים כל אחת ו-59% הן פירמות גדולות המעסיקות מעל 100 עובדים בממוצע כל אחת. בדיקה מקבילה בקרב הפירמות שהן לקוחות המכון, הראתה התפלגות דומה.
- ◆ המסקנה העולה מממצאים אלה, היא שהפרופיל השכיח של החברות הרוכשות שירותים במכון ודומות להן, הוא של חברות פרטיות, וותיקות וגדולות. מעניין כי דווקא פירמות צעירות וקטנות, המצויות בשלבים הראשונים של מחזור החיים שלהן, שלב בו עיקר המאמצים מתמקדים במחקר ופיתוח של מוצרים, נעזרות פחות בשירותי המכון. יתכן כי נושא זה ראוי לבדיקה על ידי המכון בכל הקשור לאיתור וזיהוי פוטנציאל של לקוחות בעתיד.

לקוחות המכון לקרמיקה

בתשובות אשר קיבלנו בסקר המפעלים, נמנו 31 פירמות אשר העידו על עצמן שהן משתמשות בשירותי המכון. מספר הלקוחות בפועל אשר רשומים במכון ואשר את שמותיהן קיבלנו מהמכון ואלה היוו הבסיס לבניית מדגם המפעלים שבסקר, עומד כיום על 63 פירמות. כלומר מדגם המפעלים כלל 49% מלקוחות המכון, ועשוי לכן לשקף בהחלט את קבוצת הלקוחות כולה. הממצאים העיקרים העולים מניתוח התשובות הן כדלקמן:

סוג השירות הנרכש במכון

- ◆ מרבית לקוחות המכון מעוניינים במגוון של שירותים אותם ניתן לקבל במכון, והכוללים משירותי מעבדה ויעוץ ועד שירותי מו"פ ופיתוח טכנולוגי.
- ◆ מרבית הלקוחות - 87.1% (27 פירמות), רוכשים במכון שירותי מעבדה ויעוץ, כאשר מתוכן 22.2% בלבד (6) רוכשות בנוסף לכך גם שירותי מו"פ ו/או פיתוח טכנולוגי.
- ◆ רק 29% מבין הפירמות (9) הנמנות על לקוחות המכון, פונות למכון לקבלת שירותים הקשורים בפיתוח טכנולוגי בו הם עוסקים, ו/או שירותי מו"פ. מרביתן רוכשות בנוסף לכך גם שירותי מעבדה.
- ◆ בהתפלגות סוג השירות הנרכש במכון לקרמיקה, על פי ההשתייכות הענפית של הפירמות, נמצא כי בולט משקלן הנמוך של תעשיות הקרמיקה והכימיה ברכישת שירותי מו"פ ופיתוח טכנולוגי (22.2% מכלל הרוכשים שירותים אלה), בהשוואה למשקלן היחסי בכלל המשתמשים בשירותי המכון (58.1%). התפלגות הפירמות המשתמשות בשירותי המכון, בנפרד בכל אחד מהענפים, מראה כי רק 11.1% מהפירמות המשתייכות לענפים אלה, רוכשות שירותי מו"פ ופיתוח טכנולוגי במכון בהשוואה לשיעור של 29% מכלל הפירמות הרוכשות שירותים אלה במכון. ממצא זה ככל הנראה קשור לעובדה כי התעשיות בענף הקרמיקה בישראל עוסקות בעיקר בפיתוח מוצרים מתחום הקרמיקה המסורתית ומעט בתחום הקרמיקה המתקדמת¹.
- ◆ נושא הקרמיקה המתקדמת, כנראה מובלע בתוך תעשיות האלקטרוניקה, המכונות וההובלה (חלקים וציוד של כלי טיס). הנחה זו מוצאת את חיזוקה בנתוני הסקר המראים כי שיעור המפעלים הרוכשים שירותי מו"פ ופיתוח טכנולוגי במכון והמשתייכים לתעשיית האלקטרוניקה, המכונות וכלי ההובלה (55.6%), גבוה באופן משמעותי ממשקלם היחסי בסה"כ המשתמשים (22.6%). התפלגות הפירמות המשתמשות בשירותי המכון והמשתייכות לענפים אלה מראה כי 71.4% מהפירמות בענפים אלה, רוכשות במכון שירותי מו"פ ופיתוח טכנולוגי בהשוואה לשיעור של 29% בלבד מכלל הפירמות הרוכשות שירותים כאלה במכון.

¹ אלא אם כן המפעלים בתחום הקרמיקה ההנדסית פיתחו לעצמן שירותי מו"פ מתקדם בכמות וברמה כזו, שאין נזקקות לשירותי המכון, או שאין ביכולתן לספק להן את הרמה הנדרשת. תימוכין לאפשרויות אלו לא קיבלנו מהממצאים בשטח.

תדירות השימוש בשירותי המכון

- ◆ האבתנה בין לקוחות המכון על פי תדירות השימוש בשירותיו, מצביעה על חלוקה כמעט זהה בין מספר הפירמות הרוכשות שירותים באופן שוטף, לבין אלה אשר רכשו שירותים על בסיס חד פעמי.
- ◆ בדיקת ההתפלגות הפירמות על פי תדירות השימוש בחלוקתן לפי הענף התעשייתי, הראתה כי כל הפירמות המשתייכות לענף הכימיה רכשו שירותים רק על בסיס חד פעמי. בענף הקרמיקה, ישנה נטייה רבה יותר לרכוש שירותים על בסיס שוטף - כ-55% מכלל הפירמות בענף. נטייה הפוכה נמצאה בין הפירמות המשתייכות לענפי האלקטרוניקה, המכונות וכלי הובלה. כ-57% מהפירמות בענפים אלה, העדיפו לרכוש שירותים על בסיס חד פעמי. לעומתן רוב ברור של מכוני המחקר - כ-83%, רוכשים שירותים במכון על בסיס שוטף.

מידת שביעות הרצון של הלקוחות משירותי המכון

נתוני הסקר סיפקו תשובות באשר למידת שביעות הרצון של הלקוחות מהשירותים השונים אשר ניתנים על ידי המכון לקרמיקה. מידת שביעות הרצון נבדקה בנפרד לגבי 4 סוגי השירותים: ההיבט הטכנולוגי, ההיבט המחקרי, שירותים מעבדתיים ושירותי יעוץ. לגבי כל סוג שירות, התבקשו הפירמות לציין את רמת שביעות הרצון שלהם על סולם בין 4 דרגות: (1 מרוצה מאוד; (2 מרוצה; (3 לא כל כך מרוצה; (4-1) מאוד לא מרוצה. הממצאים שהתקבלו מניתוח התשובות מוצגים להלן:

- ◆ בכל סוגי השירותים הניתנים על ידי המכון, מעל 90% מהלקוחות הביעו שביעות רצון גבוהה עד גבוהה מאוד מהשירותים אשר קיבלו.
- ◆ בשום מקרה לא ציינה פירמה כלשהי, כי איננה מרוצה כלל מן השירותים אשר קיבלה מהמכון. מספר הפירמות אשר בחרו בתשובה לא כל כך מרוצים מרמת השירות, היה נמוך ביותר ולא עלה על 1-2 פירמות בסוגי השירותים השונים, כאשר משקלן היחסי מכלל המשיבים לא עלה על 9%.
- ◆ מבין הפירמות אשר הביעו שביעות רצון מרמת השירותים אשר קיבלו מהמכון, בחלוקה לסוגי השירותים התברר כי:
 - בהיבט הטכנולוגי - כ-63% מהפירמות הביעו שביעות רצון גבוהה מאוד, ועוד כ-32% שביעות רצון גבוהה.
 - בהיבט המחקרי - 45% מהפירמות הביעו שביעות רצון גבוהה מאוד, ועוד 45% שביעות רצון גבוהה.
 - משירותים מעבדתיים - 64% מהפירמות הביעו שביעות רצון גבוהה מאוד, ועוד 28% שביעות רצון גבוהה.

- משירותי יעוץ - 60% מהפירמות הביעו שביעות רצון גבוהה מאוד, ועוד 40% שביעות רצון גבוהה.

- ◆ התפלגות הפירמות על פי השתייכותם לענף כלכלי¹ מראה כי ציון מידת שביעות רצון גבוהה מאוד, בולטת באופן יחסי בקרב הפירמות מתעשיית הכימיה מההיבט טכנולוגי, בקרב מכוני המחקר בכל סוגי השירות הניתנים במכון, ובקרב הפירמות מתעשיית המכונות, האלקטרוניקה וכלי ההובלה, משירותי המחקר ושירותי המעבדה של המכון.

- ◆ בקבוצת הפירמות המשתייכות לענף הקרמיקה והסיליקטים, בולט יותר משקלן היחסי של אלה אשר ציינו רמת שביעות רצון גבוהה משירותי המכון, לעומת אלה אשר ציינו רמת שביעות רצון גבוהה מאוד. רק 50% מהפירמות בענף זה, ציינו רמת שביעות רצון גבוהה מאוד מההיבט הטכנולוגי ומשירותי המעבדה. בשירותי המחקר, יורד אחוז המשיבים תשובה זהה בקרב קבוצה זו ל-25% בלבד, כאשר 25% נוספים ציינו כי אינם מרוצים כל כך מרמת השירות. הנתונים מראים כי בכל סוגי השירותים שנבדקו, כל הפירמות אשר ציינו כי אינם מרוצים כל כך מרמת השירות, משתייכות אך ורק לקבוצת תעשיות הקרמיקה והסיליקטים. שום פירמה מבין קבוצות התעשיות האחרות לא ציינה תשובה זו.

הרחבת שירותי המכון

- ◆ בסקר המפעלים נשאלו הלקוחות של המכון, האם ישנם שירותים שהיו מעוניינים לקבל מהמכון ואשר כיום אינם ניתנים על ידו? תשובה על שאלה זו קיבלנו רק מ-23 פירמות שהן כשלושה רבעים מסך כל המשיבות. מהתשובות עולים הממצאים הבאים:

- ◆ 61% מהמשיבות על השאלה, משתמשות בשירותי המכון ואינן מעוניינים בהרחבת מגוון השירותים אותם הם מקבלים כיום. רק 29% (9 לקוחות) הצביעו על רצון לקבלת שירותים שכיום אינם מסופקים על ידי המכון.

- ◆ בין הבקשות אשר צוינו על ידי מפעלים אלה, נכללות בקשות הקשורות בהעלאת היכולת הטכנולוגית וברכישת ציוד כגון:

- תנורי סינטור באווירות מגינות לטמפרטורות גבוהות וזיהוי אלמנטים מזהמים

- יכולת לכייל תהליכים ברמת מחקר

- יעוץ בשיווק מוצרים קרמיים

- הסמכה לפי תקן איכות 2025

- אנליזה כימית של זיהומים באבקות מאוד נקיות ברמת 1ppm.

¹ קשה להסיק מן הממצאים המוצגים דלעיל מסקנות אשר יש להן ביסוס סטטיסטי מובהק, משום שמספר הלקוחות המשיבים איננו גדול דיו, כך שפילוגו לקבוצות משנה רבות, איננו מאפשר הסקה סטטיסטית מובהקת. יחד עם זאת ניתן בהחלט לציין את המגמות המסתמנות.

- עדכון מוצרי זכויות בפיתוח וגמר פיתוח
- מדידות מעבר קרינה, אנליזות בזמן אמת.
- בנוסף לכך, היו בין פירמות אלה (מעטות) אשר התלוננו על כך שתוצאות הבדיקות והאנליזות אשר הוזמנו במכון, מתקבלות באיחור, חוסר במידע על מגוון השירותים שניתן לקבל (בעייה שיווקית של המכון), ומחיר גבוה של השירותים.

תרומת המכון לפיתוח מוצרים ותהליכים בתעשייה

אחד הנושאים החשובים ביותר היא מידת תרומתו של המכון לתעשייה אשר מתבטאת בסיוע לפיתוח מוצרים ותהליכים. על מנת לבחון נושא זה, ביקשנו מלקוחות המכון שנכללו במדגם, לציין האם הפרוייקטים אשר בהן נעזרו בסיוע המכון, הביאו בפועל בסופו של דבר, לפיתוח מוצרים או תהליכים. 22 מהלקוחות (72%) השיבו על השאלה. מהתשובות אשר קיבלנו עולים הממצאים הבאים:

- ◆ 26% מהלקוחות (8) ציינו כי השירות אותו קיבלו במכון סייע בפיתוח מוצרים או תהליכים, ואילו 45% מהלקוחות שללו זאת (השאר לא ענו).
- ◆ בחלוקה ענפית, מתברר כי באופן יחסי בולט משקלן של הלקוחות מענפי המכונות, האלקטרוניקה וכלי ההובלה אשר הסתייעותן בשירותי המכון הביאה לפיתוח מוצרים ותהליכים - 50% מהלקוחות המשתייכם לענפים אלה, ועוד יותר בולט בקרב מכוני המחקר שהם לקוחות המכון - כ-67%. לעומת זאת, בולט המשקל היחסי הנמוך של הלקוחות מענף הכימייה וענף הקרמיקה אשר סיוע המכון הביא בהם לפיתוח מוצרים ו/או תהליכים - 33% ו-14% בהתאמה. ממצא זה בהחלט קשור לעובדה ששיעור מקבלי הסיוע בתחום טכנולוגי ומחקרי מבין תעשיות הקרמיקה והכימייה נמוך (אלה בעיקר רוכשות שירותים מעבדתיים), לעומת שיעור גבוה בהרבה בקרב הפירמות המשתיכות לענפי המכונות, אלקטרוניקה, וכלי ההובלה.
- ◆ מבין המוצרים אשר הגיעו לפיתוח ולשימוש תעשייתי בסיוע שירותי המכון צוינו הפרוייקטים הבאים: פיתוח תומרים קרמיים למערכות פיזור אור ולמערכות החזר אור העומדים בתנאי סביבה קשים; זרקוניה לטחינה. חלק מהמפעלים לא פירט בגלל בעיות של סודיות ואחרים ציינו פתרונות בתהליכים טכנולוגיים אשר נפתרו באמצעות המכון.

פירמות פוטנציאליות לשימוש בשירותי המכון לקרמיקה

הקבוצה השנייה של מפעלים אשר נכללו במדגם הפירמות שבסקר השדה, כללה 121 מפעלים אשר אינם לקוחות של המכון לקרמיקה, אך עוסקים בייצור מוצרים המשתייכים לקבוצות המוצרים שמיוצרות על ידי לקוחות המכון. ההנחה הייתה שבקבוצה זו, ניתן מטבע הדברים, לזהות מאגר

לקוחות פוטנציאלים, ולבחון את הסיבות לאי שימוש בשירותי המכון. להלן יפורטו הממצאים העולים מניתוח השאלונים של 121 החברות.

הסיבות לאי שימוש בשירותי המכון

החברות בסקר נשאלו לסיבת אי השימוש בשירותי המכון, כאשר הוצגה בפניהם רשימה מפורטת שמנתה 10 סיבות אפשריות והן התבקשו לציין איזה מביניהן הסיבות הרלבנטיות. החברות התבקשו לציין יותר מסיבה אחת אם אמנם יש כאלה. הסיבות התחלקו ל-3 קבוצות:

1. אי היכרות של המכון.
2. ההזדקקות לשירותי המכון - שירותים בכלל מן הסוג שהמכון מספק, או קבלת שירותים ממקורות אלטרנטיביים.
3. בעיות הקשורות במכון והתלויות: במיקומו, ביכולתו המחקרית והטכנולוגית, ברמת מחיריו וביעילותו.

הממצאים העולים מניתוח התשובות, מצביעים על כך שניתן לקבוע בוודאות שהסיבות העיקריות לאי הרכישה של שירותי המכון, אינן תלויות במכון עצמו, אלא יותר בשוק המצומצם יחסית של לקוחות אפשריים, ששירותים מסוג זה נדרשים להם. בנוסף, זוהתה בעייה שיווקית של המכון, כאשר חלק מהמפעלים כלל לא יודעים על קיומו. זוהי סיבה נוספת אך משקלה קטן בהרבה לעומת הסיבות הקודמות. כמו כן, כמובן שלא ניתן להסיק מכך בוודאות כי לו ידעו המפעלים על קיומו של המכון היו רוכשים שירותים בו. מכל מקום, בעיות הקשורות ביעילותו של המכון או ביכולתו הטכנולוגית והמחקרית, כלל לא מהוות סיבות לאי רכישת השירותים בו. להלן פירוט הממצאים:

היכרות עם המכון

- ◆ 27 מפעלים המהווים 22.3% מכלל המפעלים, תולים את סיבת האי השימוש בשירותי המכון באי הידיעה על קיומו. מתוכם כ-51% משתייכים לענפי הכימיה והקרימיקה, תעשיות המצויות במעגל הפנימי של תחום העיסוק של המכון. ממצא זה מלמד על בעייה שיווקית של המכון.
- ◆ מבין מפעלים אלה 40.7% (11 מפעלים) הצביעו על אי הזדקקותם לשירותי מעבדה ושירותי מו"פ. כלומר, גם היכרותם את המכון לא הייתה מביאה אותם להשתמש בשירותיו להם הם אינם נזקקים, על פי עדותם. 4 מפעלים נוספים, מקיימים שירותים דומים פנים מפעליים (3), או רוכשים אותם מגורם אחר (1).
- ◆ המשמעות של ממצא זה, כי מבין 27 המפעלים שלא ידעו על קיומו של המכון, רק 12 מפעלים יתכן ונזקקים לשירותים אשר מספק המכון ואי ידיעתם על קיומו גרמה לכך שלא פנו לקבל את שירותיו.

הזדקקות לשירותי המכון

- ◆ 91 מפעלים המהווים 75.2% מכלל המפעלים שבמדגם, הצביעו על אי הזדקקותם לשירותי מו"פ כסיבה לכך שאינם רוכשים שירותים במכון.
- ◆ 87 מפעלים המהווים 71.9% מכלל המפעלים שבמדגם, הצביעו על אי הזדקקותם לשירותי מעבדה כסיבה לכך שאינם רוכשים שירותים במכון.
- ◆ בין שתי קבוצות אלה כמובן שהחפיפה היא גדולה והצלבת התשובות מצביעה על כך כי 86 מפעלים אינם זקוקים לשירותי מו"פ ואו שירותי מעבדה כלשהם, ולכן הם יוצאים ממעגל הלקוחות הפוטנציאליים של המכון. באופן יחסי בולט משקלן של אלה בתוך קבוצת המפעלים שבתעשיית הקרמיקה, מתכת ומכונות, כלי הובלה ואלקטרוניקה.
- ◆ רק 5 מפעלים (4.1%) ציינו את קיומם של שירותים מקבילים פנים מפעלים, כסיבה לאי ניצול שירותי המכון ועוד 7 מפעלים (5.8%) ציינו כי הם מקבלים שירותים דומים מגורמים אחרים חלופיים.

בעיות הקשורות במכון

- ◆ רק מעט מאוד מפעלים תלו את הסיבה לאי רכישת שירותי המכון בבעיות הקיימות במכון עצמו.
- ◆ אף אחד מהמפעלים שבמדגם לא ציין את יכולתו הטכנולוגית של המכון, יכולתו המחקרית או אי יעילותו, כגורמים לאי רכישת שירותים.
- ◆ בסך הכל 2 מפעלים (1.7%) מהמפעלים שבמדגם, ציינו כי את רמת התעריפים של המכון כסיבה לאי רכישת השירותים, ועוד 2 מפעלים ציינו את מיקומו המרוחק של המכון כסיבה לכך.

גורמים העשויים להביא לשימוש בשירותי המכון

החברות בסקר נשאלו מה היה מביא אותם להשתמש בשירותי המכון. בפני החברות הוצגה רשימה בת 9 אפשרויות תיאורטיות, והן התבקשו לציין איזה מביניהן היו מביאות אותם לרכוש שירותים המכון. החברות התבקשו לציין יותר מאפשרות אחת אם אמנם קיימת. רק 39 מפעלים שהן 32% מכלל המפעלים שבמדגם בקבוצה זו, השיבו לשאלה. תוצאות ניתוח התשובות מוצג להלן:

- ◆ מבין המפעלים אשר השיבו על השאלה הקבוצה הגדולה (41%), משתייכת לענפי הכימייה והקרמיקה.
- ◆ מבין המפעלים אשר השיבו על השאלה, שליש (13 מפעלים) טענו כי אין להם כל כוונה להשתמש בשירותי המכון, כלומר 26 מפעלים לא שללו את האפשרות של רכישת שירותים בעתיד במכון.
- ◆ המפעלים הני"ל, ציינו את הסיבות אשר יביאו אותם להשתמש בשירותי המכון כדלקמן : 25 מפעלים המהווים 64% מהמשיבים בכלל, או 20.7% מכלל המפעלים שבמדגם, הצביעו על רצונם לקבל מידע מפורט על פעילויות המכון ויכולתו. יצויין כי 13 מפעלים בקבוצה זו הם מפעלים אשר על פי תשובתם, כלל לא ידעו על קיומו של המכון.
- ◆ על מניעים נוספים אשר עשויים לתמוך ביוזמה לרכישת שירותים מהמכון, ענו מספר מועט של מפעלים : 2 מפעלים ציינו את נושא הורדת התעריפים, 2 מפעלים ציינו את הצורך בהקמת שלוחה של המכון בקירבת המפעל ומפעל נוסף את שיפור היכולת המחקרית-טכנולוגית של המכון. מרביתם נכללים בקבוצת המפעלים אשר ביקשו מידע נוסף על שירותי המכון.
- ◆ אם יצליח המכון לקרמיקה לצרף לחוג לקחותיו את אותם 26 מפעלים אשר הביעו התענינות בשירותיו ויכולתו המחקרית-טכנולוגית, כי אז יביא הדבר לגידול של 41% במספר החברות הרוכשות שירותים במכון, בהשוואה למצב כיום על פי דיווחי המכון.

פרק 6: ממצאים מראיונות אישיים

במסגרת הסקר ערכנו 28 ראיונות אישיים עם אנשי מפתח במוסדות ובחברות שהם מדגם מייצג של הקבוצות הפעילות בתחום הקרמיקה (ראה נספח 16)

הראיונות התקיימו על בסיס חומר רקע שנשלח למראוינים לפני ביצוע הראיון, והסבר טלפוני נוסף על מטרות השיחה ונושאה (נספח מס' 17).

בנוסף לראיונות האישיים, התקיימו כמה עשרות שיחות טלפון ומפגשים קצרים עם אנשים נוספים בתחום, וגם דעותיהם יובאו להלן. מהראיונות שנערכו עולים הממצאים הבאים:

היבטים ארגוניים

◆ במכון הצטבר ידע רב ונסיון בנושאי פעילותו המביאים תועלת לתעשייה ולמרכזי מו"פ בפתרון בעיות בתהליך, ביצוע דגמים, תהליכים נסיוניים, ומחקר יישומי שאין לו תחליף במקומות אחרים בארץ.

◆ רצוי לשמור על מסגרת ארגונית עצמאית על מנת לאפשר מתן שירותים בלתי תלויים ובשמירת סודיות מסחרית ועסקית (גם על דעת מתחרים כמו תמ"י או רפא"ל).

◆ הפסקת מתן השירותים של המכון ללקוחות איתם הם עובדים, תפגע בפעילותם ותחייב איתור תחלופות למכון, דבר אשר יגרור בעקבותיו הפסד זמן ועלויות גבוהות יותר.

◆ לדעת התעשיין סוף ורטהיימר רצוי להוציא את המכון מהקמפוס ולהקים סביבו פארק תעשייתי.

◆ התעשייה איננה בשלה ורווחית מספיק על מנת להחזיק את פעילות המכון בשלב זה, לכן המשך התמיכה הממשלתית במימון חלק מהפעילות של המכון היא חיונית ביותר.

הרכב כוח האדם הנוכחי

כוח האדם במכון הוא בעל פתיחות ומוטיבציה גבוהה, וברמה טכנית ומדעית מתאימה לפעילויות השגרתיות של המכון לשביעות רצון מקבלי השירות.

יחד עם זאת, מהראיונות עולה כי רצוי לחדש כוח האדם במכון ולדאוג לדור המשך ברמה טכנית, מדעית ועסקית מתאימה לאתגרים העתידיים, דבר אשר יאפשר קשר ושיתוף פעולה עם האקדמיה ועם התעשייה. לשם כך דרושה תמיכה ממשלתית למימון עבודות פוסט דוקטורט ולמשיכת כוחות בעלי רמה מהאקדמיה והמגזר התעשייתי.

ציוד

הציוד הקיים במכון התחיל להתישן ובעקבות כך גורמים אחרים רוכשים ציוד מתקדם, בחלקו במימון ממשלתי, ומתרבות לאחרונה פניות לחי"ל על ידי התעשיות. גם במקרה זה נדרשת תמיכה ממשלתית ברכישת ציוד חדיש שיאפשר ביצוע תהליכים ייצוריים ובדיקות הדרושים במוי"פ של קרמיקה מתקדמת, באופן מרוכז על ידי המכון שהוא בעל ידע ייחודי בתחום זה.

פעילויות

מן הראיונות עולה כי בנוסף לפעילויות הקיימות רצוי לחזק ולהוסיף פעולות כגון:

- ◆ פעילות שווקית בקרב התעשייה והאקדמיה על מנת להביא לניצול טוב יותר של יכולות המכון.
- ◆ פעילות פרסומית בארץ ובחוי"ל בין גורמי תעשייה, אקדמיה ומרכזי מחקר, במטרה למשוך משקיעים, תרומות ושיתוף פעולה.
- ◆ ארגון כנסים בארץ בהשתתפות גורמי תעשייה, מרכזי מחקר ואקדמיה במטרה להדק את הקשר ושיתוף הפעולה ביניהם.
- ◆ הפצת מידע מעודכן ובאופן שוטף לכל הגורמים ובמיוחד לתעשייה, על הנעשה בארץ ובעולם על הענף.
- ◆ יוזמה ארגונית להגדלת כמות המפעלים החברים במכון והעלאת דמי חבר
- ◆ יוזמה עסקית בין משקיעים וגורמים תעשייתיים, להקמת תעשיות על בסיס הידע שהצטבר עד כה במכון.
- ◆ פעולתו העיקרית של המכון צריכה להיות במחקר גנרי יישומי של תהליכים טכנולוגיים, שרותי בדיקה, פתרונות בעיות, תהליך בצוע דגמים ותהליכים נסיוניים.
- ◆ פעולתו העיקרית של המכון היא להיות חוליה מקשרת בין האקדמיה לתעשייה ולסייע בהקמת מפעלים חדשים הן על בסיס של ידע מקומי, או על בסיס של ידע חיצוני (חוי"ל).

פרק 7: מסקנות והמלצות

מסקנות העבודה

להלן יוצגו המסקנות אשר הוסקו מממצאי העבודה:

- ◆ תחום הקרמיקה המתקדמת הוא תחום עתידני בהיקף פעילות עולמי שנתי של 20 בליון דולר המצוי בצמיחה מתמדת ומקבל עדיפות לאומית ברוב המדינות המפותחות בעולם.
 - ◆ בישראל הייצור מצומצם למדי. המו"פ מצוי בשלבי מחקר בסיסי ותשתית ללא מתן עדיפות מיוחדת, ובמעט קשר ותיאום עם התעשייה.
 - ◆ עד לאחרונה, המודעות לפוטנציאל העסקי של הענף ויתרונותיו בישראל הייתה מצומצמת וללא מתן עדיפות.
 - ◆ לאחרונה החלו גורמים תעשייתיים להתעניין בנושא, ויש בהם אשר קיבלו החלטה אסטרטגית להשקיע ולפתח את הענף, בהם: חברת כיי"ל, התעשין סטף ורטהיימר, עשות אשקלון ועוד.
 - ◆ בארץ קיימים היתרונות היחסיים הדרושים לצמיחת הענף, כגון:
 - כח אדם מקצועי, הנדסי, אקדמי ברמה גבוהה בכל התחומים.
 - רמה טכנולוגית תעשייתית ברמה גבוהה בכל ענפי התעשייה הדרושים.
 - יתרונות שוקיים לאירופה ולארצות הברית.
 - הימצאות חמרי גלם ואוצרות טבע.
 - ◆ למכון הקרמיקה תפקיד חשוב בצמיחת הפעילות בארץ, במיוחד כחוליה מקשרת בין המו"פ האקדמי ליישומים התעשייתיים, ע"י ביצוע פעילות מחקר גנרי ויישומי בתחום תהליכי ייצור ובדיקה, ועל ידי יוזמה ועידוד לשיתוף פעולה בין הגורמים בארץ ובעולם.
- מתוך הסקר והראיונות האישיים מתברר:
- ◆ רוב הלקוחות של המכון הביעו שביעות רצון מהשירותים שקבלו בתחום הבדיקות, הדגמים, היעוץ, פתרון בעיות, קביעת תהליך וביצוע מחקרים ישומיים בהיבטים של רמה טכנית, היענות, זמן ביצוע ותמחיר.
 - ◆ כמות הלקוחות נשארה מצומצמת למרות הפוטנציאל המשמעותי הקיים בענף בארץ, שלא נוצל על ידי המכון מחמת חוסר פעילות שוקית מספקת. כמו כן לא נוצלו עד כה הזדמנויות של שיתוף פעולה בפרויקטים של מו"פ בחו"ל.

- ◆ ביצוע מחקרי התשתית ע"י המכון במימון משרד התמי"ס, תרם באופן ישיר למספר פרויקטים שיושמו בתעשייה, ובאופן עקיף לפתרון בעיות תהליך בתעשייה בהתבסס על הידע והנסיון שהצטבר מביצוע מחקרים אלה.
- ◆ יוזמה וחיזוק הקשר בין המכון לתעשייה על ידי פעילות שווקית ופרסומית מתאימה, תביא לידיעת היזמים הפוטנציאלים את ההזדמנויות העסקיות בעקבות הידע שהצטבר, וכתוצאה מכך לצמיחת פעילויות תעשיותיות.
- ◆ נדרשת תכנית פעולה בתחום ארגוני, תפעולי ותקציבי להגדלת תרומת המכון לצמיחת הפעילות התעשיתית בארץ כפי שמוגדר בפרק המלצות.
- ◆ בצוע מוצלח של תכנית הפעולה, תביא לידי עצמאות ארגונית ותקציבית של המכון בתמיכה גוברת והולכת של התעשייה והאקדמיה, ופוחתת בתמיכה ממשלתית ישירה.

ההמלצות ליישום

את ההמלצות העולות מתוצאות העבודה ניתן לחלק לשלושה תחומים כפי שיפורט להלן:

המלצות בתחום השיווק, ההפצה והפרסום

א. חיזוק הפעילות היזמית והשווקית של המכון במטרה להרחיב משמעותית את כמות הלקוחות מתוך ענפי התעשייה, החממות הטכנולוגיות, ומרכזי המחקר האקדמיים שיכלול את השלבים הבאים:

- מפוי מפורט של כל פעילות המו"פ באקדמיה, מכונים, חממות וגורמים תעשיתיים
- ארגון כינוס שנתי של כל הגורמים הפעילים בענף בארץ במו"פ, ייצור, שירות, לפי מוקדים של תת ענפים בהשתתפות גורמים מחו"ל.
- הכנת חומר הסברה על המכון שיכלול את מחקרי התשתית שבוצעו עד כה, מאגר הידע שהצטבר בעקבותם, הפעילויות והשירותים שהמכון מציע עם פירוט כוח אדם וידע.
- חידוש פעילות הספרייה והקשר עם מאגרי המידע, והפצת הנושאים החדשים בין הגורמים המעוניינים הפוטנציאלים בארץ.

ב. ייזום פעילות הסברה ושכנוע למתן עדיפות לענף הקרמיקה המתקדמת ברמה לאומית ממשלתית, וייזמה להתארגנות ענפית בהתאם בקרב גורמים ממשלתיים, ארגונים מקצועיים (לשכת המהנדסים), תעשיתיים (לשכת התעשיינים) ועוד, כולל פרסומים והוצאות לאור תקופתיים כפי שמקובל בענפים אחרים.

התארגנות בתוך המכון במוקדים תת ענפיים כמו קרמיקה מבנית, זכוכית ואופטיקה, קרמיקה אלקטרונית וכו', במטרה להרחיב את כמות החברים במכון מתוך כל תת הענפים,

וליצור בסיס ויכולת בביצוע מחקר גנרי ומתן שירותים בנושאים בעלי ענין משותף למספר גורמים באותו ענף.

המלצות בתחום מו"פ ובדיקות מעבדה

פעולתו העקרית של המכון היא להיות חוליה מקשרת בין האקדמיה לתעשייה, ולסייע להקמת מפעלים חדשים הן על בסיס של ידע מקומי או על בסיס של ידע חיצוני (חו"ל).

1. המכון יעסוק במחקר גנרי ויישומי בלבד והמוסדות האקדמיים יעסקו במחקר בסיסי.
2. הפעילות המחקרית הממומנת ע"י משרד התמיס - רצוי שתעשה בשיתוף גורמים בתעשייה המעוניינים בכך.
3. קבלת מידע דרך הגורמים הממנים את המחקר הבסיסי במוסדות אקדמיים ולפעול להשתלבות מוקדמת ככל שניתן בפרויקטים (בתמיכת הגורם המממן) במטרה להשלים את המחקר התהליכי הגנרי והיישומי ולקצר את הזמן והעלות של העברת הידע מהאקדמיה לתעשייה. ביצוע פרויקטים משותפים עם האקדמיה כשהמכון עוסק בחלק המעשי של הפרויקט. שיתוף פעולה עם האקדמיה בביצוע עבודות דוקטורט ופוסט דוקטורט ביחד עם גורמים תעשייתיים.
4. לקבל מידע על ההשקעות המתבצעות בענף ברכישת ידע ואמצעי ייצור (בעזרה ותמיכת הגורמים המממנים) ולפעול להשתלבות מוקדמת ככל שניתן במתן עזרה, ייעוץ, הדרכה, הכשרה מקצועית, שרותי בדיקה וכו'.
5. קבלת בקרה והסמכה לפעול כמכון תקנים בכל הקשור בענף מאחר והמכון הינו מוקד ידע ייחודי בנושאים אלה.

המלצות בתחום הארגון והמנהל

1. יש צורך לדאוג לרענון כוח אדם במכון, השלמת פרטי ציוד חדשים, הרחבת מקום הפעילות וארגונו כדי לאפשר מתן שירותים ברמה הטכנולוגית הדרושה כתחליף לרכש חו"ל או להקמת כושר מתן שירות ע"י גורמים חדשים בעלות גבוהה יותר.
2. לאחר תקופה זו ובהנחה שהמטרות יושגו, ניתן יהיה לבסס את פעילות המכון לפי אוריינטציה עסקית. יש ליצור מנגנוני התנייה בהקצבת המימון הממשלתי בהשתתפות חלקית של גורמים תעשייתיים:
 - בשלב א' 5-10% השתתפות במימון ופעילות אקטיבית במעקב אחרי השגת היעדים.
 - בשלב ב' ארגון הפעילות לתקופות רב שנתיות עם תקציבים ויעדים מוגדרים במסגרת קונסורציה. לפי בדיקות ראשוניות שבצענו נראה לנו שקיימת התעניינות בביצוע משותף

של מחקר גנרי במסגרת קונסורציה בכמה תתי ענפים כמו קרמיקה מיבנית לכלים וחלקי מכונות ומיגון, קרמיקה לציפויים דקים וכו'.

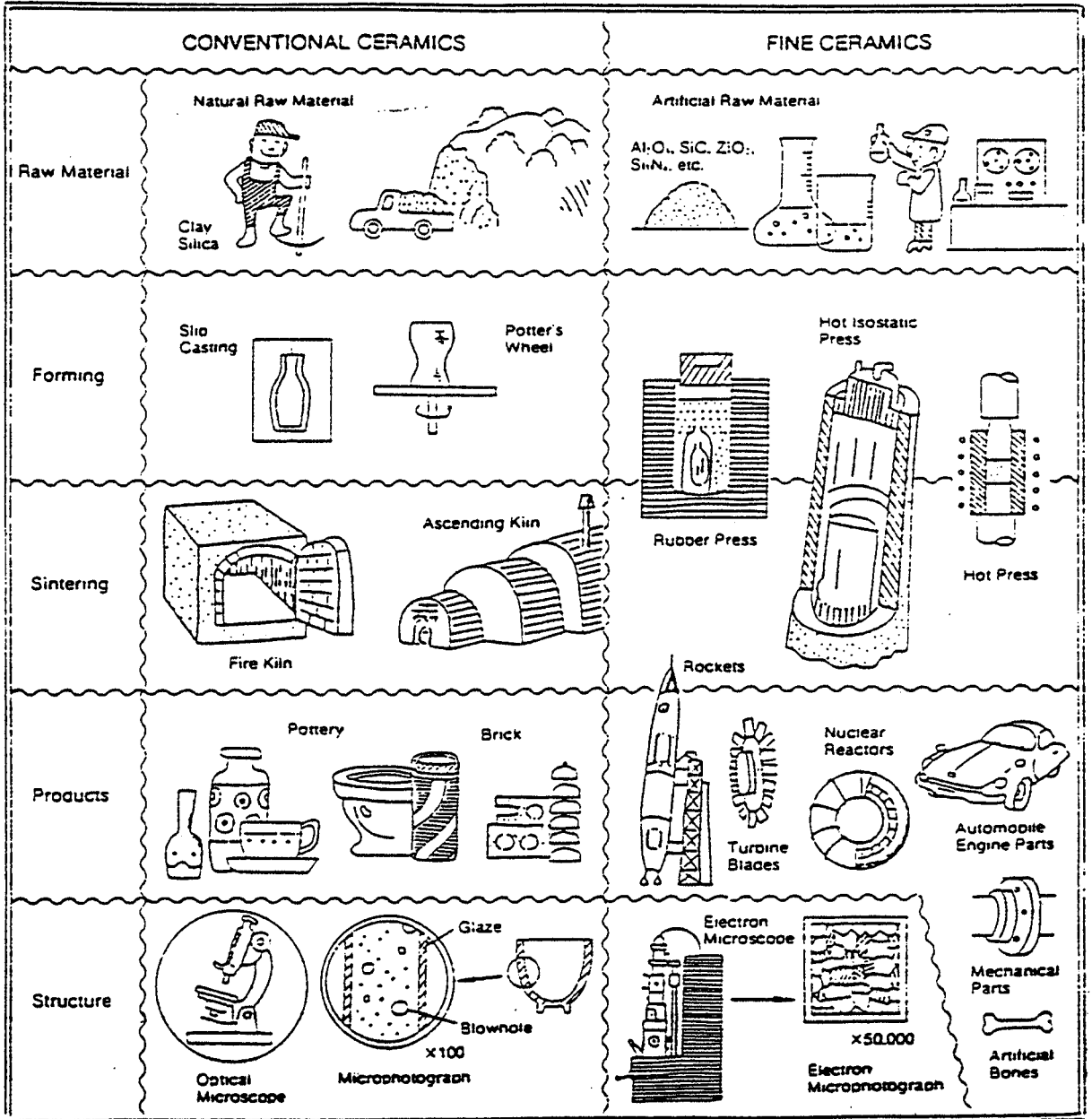
רשימה בבליוגרפית

1. Barks, R., Sheppard, L.M. (ed.) , (1993), *The Business of Technology: Valuing Ceramic Technology as Asset*, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos.
2. Cranmer, D.C., (1993), *A Government perspective on the advanced materials and processing program (AMPP)*, National Institute of Standards and Technology, ceramics division, Gaithersburg.
3. Ho, C.Y., and El-Rahaby, S.K., (eds.), (1992), *Assessment of the status of ceramic matrix composites technology in the united states and abroad*, DoD ceramics information center, CINDAS, Purdue university, west Lafayette, Indiana.
4. Isreal Industry Center for R&D, (1993), *Technological Landscapes in Isreal* .
5. Ford, R.G., (1993), *Promising State of the art Technologies in Advanced Ceramics*, Materials Technology, Elsevier Science Publishing, New York, N.Y.
6. Kompass, (1993), *Register of Industry and Companies of Isreal*
7. Ministry of Science and Technology, (1992), *Science research in Isreal*.
8. Sheppard, L.M., (1993), *Ceramic Research in Belgium*
9. Somiya, S., (1992), *Advanced Technical Ceramics*, research laboratory of engineering materials, Tokyo Institute of Technology.
10. Somiya, S., (1989), *Types of Ceramics*, Research laboratory of engineering materials, Tokyo Institute of Technology.
11. Subramanian K., Redington, P.D., (1993), *Total Cost Approach for Ceramic Component Development*, Norton Company, Worcester.
12. Technologies Publishing, (1993), *Advanced ceramic- a world of over view*.
13. Thomas, A., (1993), *Current U.S markets for advanced ceramics and projections for future growth*, Business Communication Co., Inc.
14. Vaidyanathan, P.N., (1993) *Critical Issues in Technology Transfer*, MICROFABRITECH, University of Florida, Gainesville.
15. You, S.K., Sung, D.J., (1993), *Ceramic engineering training and ceramic business in Korea*, Korea Advanced Institute of Science & Technology, Seoul, Korea.

17. מסמכים של המכון הישראלי לקרמיקה: מאזניים 1992-1993, תקציב 1994, רשימת לקוחות, רשימת מחקרים ב-10 שנים אחרונות, תזכיר ההתאגדות של המכון הישראלי לקרמיקה וסיליקטים, רשימת מהנדסים חוקרים פעילים ב-1994, חומר פרסומי טכני ושווקי,
18. פישר, ר., (1993), *קרמיקה מתקדמת- תכונות ושימושים*, כמיה הנדסה כימית, פולימרים ופלסטיקה מתקדמת.
19. רבעון לסטטיסטיקה של סחר חוץ
20. ניר בן אהרון (1993), מכון ירושלים לחקר ישראל, *דו"ח מחקר על מערך מידע לענפי משנה בתעשייה, ירושלים*.
21. משרד התעשייה והמסחר, המרכז לתכנון וכלכלה, *דוח התעשייה בישראל 1989, 1990, 1991, 1992. ירושלים*.
22. תפוחי, א., ואיש שלום, מ., (1993), *קרמיקה פונקציונלית*, המרכז הבין תחומי לניתוח וחזוי טכנולוגי ליד אוניברסיטת תל אביב.

נספחים

נספח 1: תרשים הבדלים בין קרמיקה קלסית לקרמיקה מתקדמת



מקור: תפוחי א., ואיש שלום, מ., (1993), קרמיקה מונקציונלית, המרכז הבין תחומי לניתוח וחזוי טכנולוגי ליד אוניברסיטת תל אביב.

נספח מס' 2

4 Shigeyuki Sōmiya

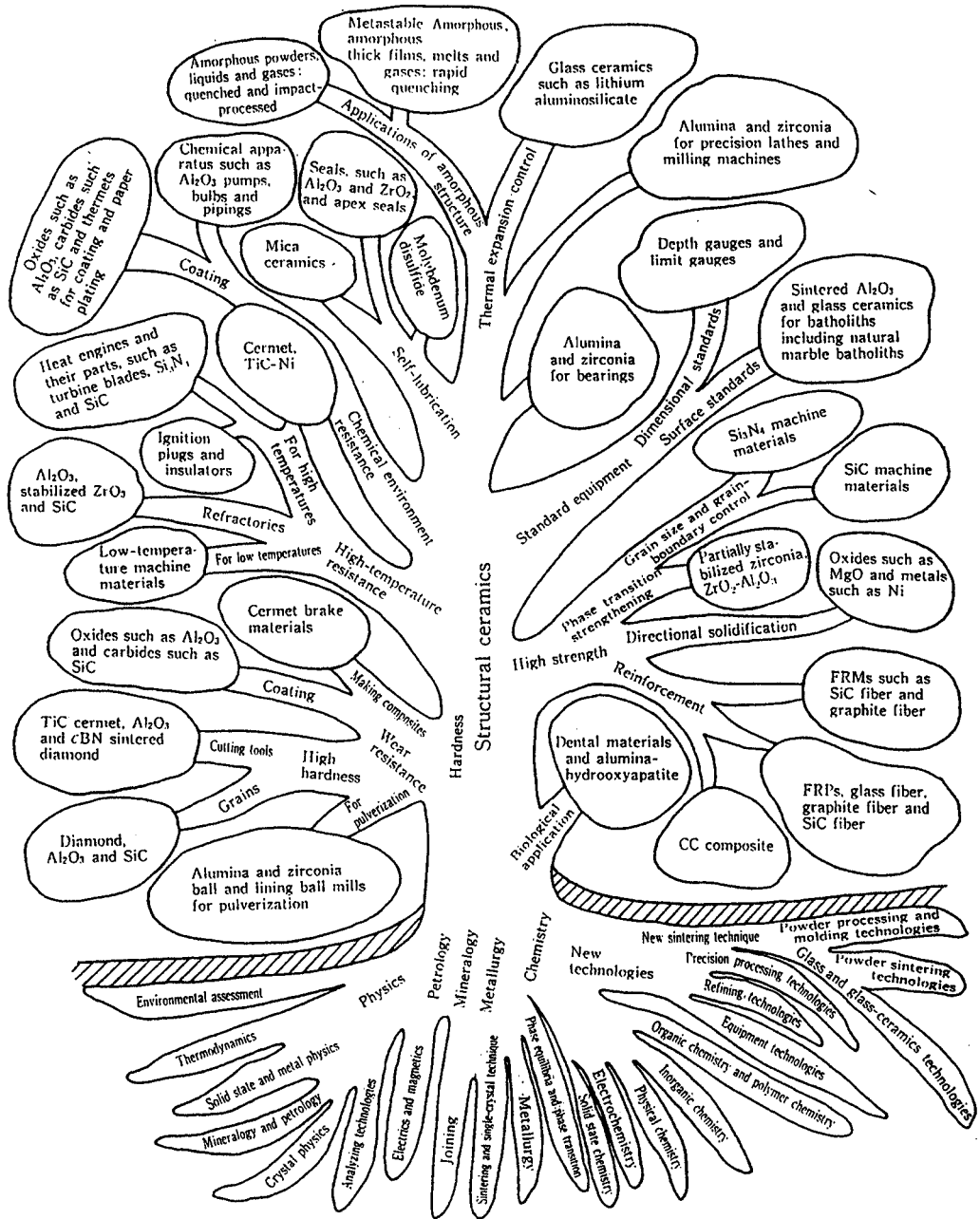


Figure 1.1. Structure of basic and applied ceramics. Adapted from F. C. Report (1983).

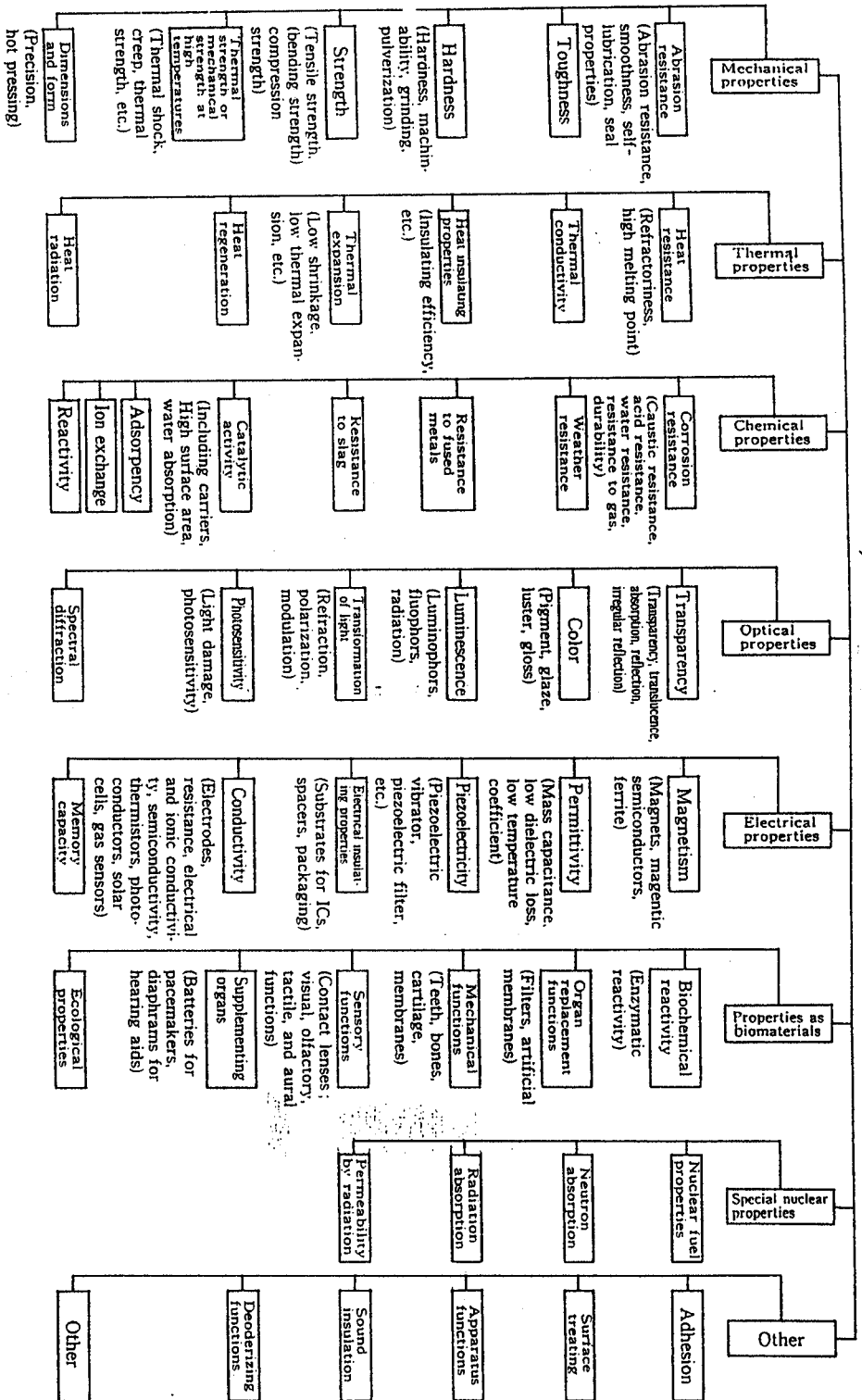


Figure 2.7. Classification of ceramics by their properties. Revised from materials provided by the Diamondosha keiei kaihasu johō henshubu.

נספח מס' 4

Table 1. Current and Future Market for Advanced Ceramics [2,4]

Aerospace	- mechanical seals	- multilayer capacitors
- bearings	- nozzles	- pressure and gas sensors
- combustors	- radiant tubes and burners	- substrates
- fuel cells	- recuperators	
- fuel systems and valves	- reformers	Environmental
- high temperature auxiliary power units, low weight components for rotary equipment such as starters	- refractories	- advanced components and systems for environmentally harsh processes
- seals	- valve components	- filters and scrubbers
- structures		- incinerator liners and after-burners
- thermal protection systems	Defense	- radiant burners and boilers
- turbine engine components	- improved armor	- wastewater treatment
	- bearings	
Automotive	- engine combustor section	Industrial
- catalytic converters	- high performance radome materials and IR domes	- boats
- drivetrain components	- low observables (stealth applications)	- burners
- fixed boundary recuperators	- rocket nozzles	- crucibles and ladles
- fuel injector components	- submarine shaft seals	- cutting tools and dies
- low heat rejection diesels	- tank power trains	- insulation
- turbines	- ground support vehicles	- molten metal filters
- turbocharger rotors	- helicopter and jet components	- seeded gel abrasives for metal/ceramic finishing
- valves and valve seats		- heat exchangers
- waterpump seals	Electric Power Generation	- submersibles
	- bearings	- HT tooling
Bioceramics	- ceramic gas turbines	
- artificial teeth, bones and joints	- cogeneration	Oil Industry
- heart valves	- filters (gas clean-up)	- bearings
	- fuel cells (solid oxide)	- blast sleeves
Chemical Process Industry	- high temperature components	- flow control valves
- catalysts and igniters	Electronics	- pumps
	- advanced multilayer integrated packages	- refinery heaters

Source: Ho, C.Y., and El-Rahaby, S.K., (eds.), (1993), *Assessment of the status of ceramic matrix composites technology un the united states and abroad*, DoD ceramics information center, CINDAS, Purdue university, west Lafayette, Indiana.

Table 2.3 Properties and Uses of Technical Ceramics^a

Field	Properties	Uses
Electroceramics	Good insulating properties	<i>Optics, electronics, magnetism</i> Integrated circuit packages, integrated circuit substrates, heat-radiating insulating substrates
	Ferroelectric properties, permittivity	Image memory components, electrooptical polarizing components, high-volume capacitors
Piezoelectric properties	Piezoelectric properties	Radiators, ignition components, radio wave filters, piezoelectric transistors, ultrasonic devices, electronic lighters, elastic surface wave components, electronic clocks
	Pyroelectric properties	Infrared detection components, thermography, detectors, special weapons
Electronic radiation properties	Electronic radiation properties	Hot cathodes for the electron gun in television tubes, thermionic devices, electron microscopes, electron-beam welding, heat direct power generators, electron beam lithography equipment for VLSIs
	Semiconductor sensor properties	Resistance heating elements (high-temperature electronic furnaces), humidity sensors, thermistors (temperature control devices), pressure sensors, voltage-dependent resistors (varistors), self-regulating resistance heating elements (in electronic rice cookers, bedding dryers, or hair dryers), gas sensors (gas leak detectors)
Optoelectroceramics	Ionic conduction properties	Oxygen sensors (air/fuel ratio control devices in automobile engines), blast furnace controls, sodium-sulfur batteries (for electric power equalization)
	Fluorescence	Fluorophors, materials used in color television tubes
Optoceramics	Polarization	Electrooptical polarization components
	Many questions remain for development in the 1980s.	The 1980s offer great promise for such developments as a photoelectric conversion component.
Optoceramics	Transparency	Transparency with heat resistance and corrosion resistance (high-voltage sodium lamps), spy holes for kilns, windows for nuclear reactors, transparency to visible light (nontoggling glass)
	Reflection of infrared light	Heat resistance and metallic characteristics Transparency to visible light but reflecting infrared (energy-saving window glass)

Magnetic ceramics	Transmission of light	Optical fibers for telecommunications, optical communication cables, gastroscopes, optical energy transmission fibers
	Soft magnetism	Memory components for computers, magnetic cores for transformers, magnetic tape, magnetic disks, rubber magnetics, stereo pickups, magnetic heads, magnetic cash cards, magnetic door seals for refrigerators
	Thermal properties	Insulating (radiating) substrates for integrated circuits
	Thermal conductivity	Heat-resistant insulators, lightweight insulators, fireproof wall materials, energy-saving furnace materials
	Thermal insulating property	Heat-resistant structural materials, high-temperature furnaces, fusion reactor materials, nuclear reactor materials
	Heat resistance	Ultraprecision all-ceramic lathes and machine tools, measuring instruments, and wire drawing dies
Mechanical properties	High strength, resistance to abrasion, no expansion and contraction	High performance, highly efficient automobile engines, gas turbine vanes, diesel engines, Stirling engines, heat-resistant tiles for the space shuttle
Engineering ceramics	High strength, heat resistance	Automobile parts, manmade satellite parts, rocket fuselages, airplane fuselages
	High strength-to-weight ratio	
	Great elasticity	Golf clubs and shafts, tennis rackets, pole-vault poles, fishing poles, various springy materials
	Ultrahardness	Grinding materials, cutting tools, abrasives, bits for excavating, scissors, knives
	Lubricating properties	Bearing materials, high-temperature lubricants
		<i>Biological and chemical</i>
Bioceramics	Bone compatibility (replacement for bone material)	Artificial bones, artificial teeth, artificial joints (surgical knives)
	Carrier properties	Carriers for immobilized enzymes, carriers for catalytic agents, control devices for biochemical reactions, linings for combustion chambers
	Corrosion resistance	Physics and chemistry apparatus, chemical engineering apparatus, nuclear power-related materials, linings for chemical apparatus
	Catalytic properties	Catalysts in water-gas reactions, heat-resistant catalysts, and catalysts in C ₁ chemical reactions

^a Adapted from Ho (1982, p. 79).

Source: Somiya, S., (1989), *Types of Ceramics*, Research laboratory of engineering materials, Tokyo Institute of Technology.

נספח מס' 6

Table IV. Trend of World Fine Ceramics Market (\$Billions)

Country	1980	1985	1990	1995	2000	Avg. growth (%)
U.S.	1.5	3.2	6.0	11.0	20.0	12.8
Japan	2.0	3.9	7.5	14.0	24.0	12.3
Europe	.68	.82	1.0	4.0	7.0	21.5
Others	.7	.9	1.03	1.19	1.36	14.8
Total	4.88	8.82	15.53	30.19	52.36	12.6

Source: Chemical Hitech Inc., Market and Technical Survey of the international high Technology Ceramic Industry (1985).

Table V. Fine Ceramics Product Growth (%)

Product	Japan		United States		
	1985-90	1990-95	1985-90	1990-95	1995-2000
Packages	14.4	11.7	12.0	8.7	6.3
IC substrates	5.2	4.6	-	-	-
Capacitors	12.2	8.7	11.5	3.9	4.4
Cutting tools	10.0	10.1	21.3	9.6	9.9
Wear-resistant parts	26.2	16.3	32.0	15.8	7.6
Ceramic engine parts	39.8	18.8	23.9	16.3	12.3
Bioceramics	49.8	24.0	-	-	-

Source: Japan NRI Forecast ('85/'86)

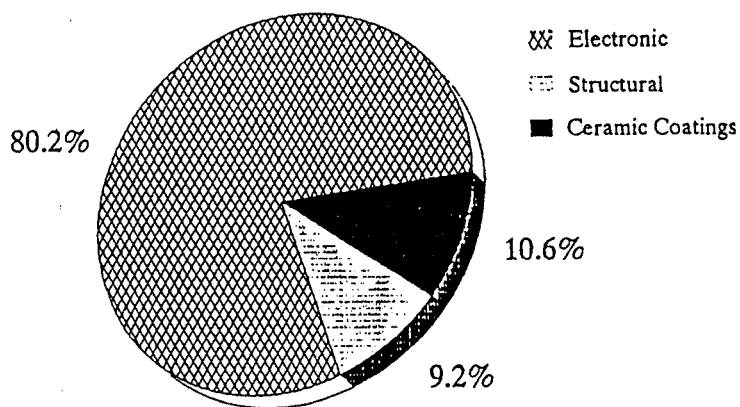
Source: You, S.K., Sung, D.J., (1993), *Ceramic engineering training and ceramic business in Korea*, Korea Advanced Institute of Science & Technology, Seoul, Korea.

נספח מס' 7

Table 3. Share of U.S. Advanced Ceramic Component Market Segments from 1992 to 2000

	<u>1992</u> (%)	<u>1995</u> (%)	<u>2000</u> (%)
Structural Ceramics	9.2	9.8	12.1
Electronic Ceramics	80.2	79.4	76.8
Ceramic Coatings	<u>10.6</u>	<u>10.8</u>	<u>11.1</u>
Total	100.0	100.0	100.0

Source: Business Communications Co., Inc.



Total Market Value for 1992: \$4,200 million

Figure 2. Summary Chart Showing Share of U.S. Advanced Ceramic Market Segments for 1992

Source: Business Communications Co., Inc.

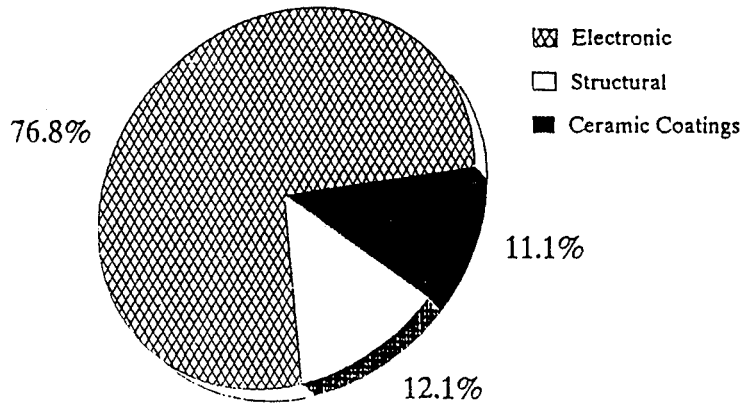
Table 2. U.S. Markets for Advanced Ceramic Components
from 1992 to 2000

	1992 (\$ mil.)	1995 (\$ mil.)	2000 (\$ mil.)	AAGR 1992-2000 (%)
Structural Ceramics	385	530	1,020	13.0
Electronic Ceramics	3,370	4,318	6,490	8.5
Ceramic Coatings	<u>445</u>	<u>587</u>	<u>940</u>	<u>9.8</u>
Total	4,200	5,435	8,450	9.1

AAGR - Average Annual Growth Rate

Note: All dollar values are in current U.S. dollars

Source: Business Communications Co., Inc.



Total Market Value for 2000: \$8,540 million

Figure 3. Summary Chart Showing Share of U.S. Advanced Ceramic Market Segments for 2000

Source: Business Communications Co., Inc.

Source: Thomas, A., (1993), *Current U.S. markets for advanced ceramics and projections for future growth*, Business Communication Co., Inc.

נספח מס' 8

Table 3.

	<u>Funding Categories in Which Ceramic and Ceramic Composite R&D Appears</u>	
	<u>FY 1992 (\$ millions)</u>	<u>FY 1993 (\$ millions)</u>
Ceramics	132.4	150.5
Composites	182.5	206.8
Electronic Materials	162.2	176.6
Magnetic Materials	22.6	27.7
Optical/Photonic Mat.	133.0	138.8
Superconducting Mat.	<u>151.7</u>	<u>142.9</u>
TOTAL	784.4	843.3

Source: Thomas, A., (1993), *Current U.S markets for advanced ceramics and projections for future growth*, Business Communication Co., Inc.

Table 4. Technology Areas

Synthesis and Processing
of Powders, Fibers, and Whiskers

Fabrication, Joining, Attachment Design,
and Quality Manufacture of Component Shapes

Microstructural and Microchemical Design and Control

Interfacial Design, Modification, and Behavior

Properties and Behavior

Standards for Manufacturing Quality Assurance

Performance and Properties Data Bases
including Life Prediction Methodology

Intelligent Processing
including NDE Monitoring, Evaluation, and Control

NDE for Lifetime Prediction

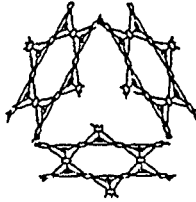
Rapid Prototyping and Design

Layered Ceramic Coatings
or Functionally Gradient Materials

Biomimetic Processing

Source: Cranmer, D.C., (1993), *A Government perspective on the advanced materials and processing program (AMPP)*, National Institute of Standards and Technology, ceramics division, Gaithersburg.

THE ISRAEL CERAMIC & SILICATE INSTITUTE



ICSI is an R&D organization operating in the fields of ceramics (both oxide and non-oxide), glass, glass-ceramics, cements and related materials.

Our business is:

- a) to generate knowledge needed by industry through research and development in order to improve quality and competitiveness
- b) to assist in establishing new industries in the above-mentioned fields through:
 - * *technology development*
 - * *product development*
- c) to actively assist in the implementation of new technologies into industry through:
 - * *technology transfer*
 - * *consulting*
 - * *training*
 - * *information services*
 - * *physical, chemical and ceramographic analyses*

Since the beginning of its activity in 1962, ICSI has helped the absorption process of new immigrant scientists. Presently, about 60% of the research staff of the Institute are new immigrants.

For more information, please contact Dr. R. Fischer
 Israel Ceramic & Silicate Institute
 Technion City, Haifa 32000

Tel: 972-4-222107, 222108, 292293

Fax: 972-4-221581

Israel Ceramic And Silicate Institute (ICSI)
 Technion City, Haifa 32000, ISRAEL
 Tell: 972-4-222107/222108/292293
 Fax: 972-4-221581
 Field of activity: R&D in Ceramics

Project A. Engineering ceramics

The aim of this project is to produce special shapes for various engineering equipments from Silica, Silicon nitride, Sialon, Aluminium nitride, Zirconia, Alumina, Mullite, Cordierite.

The following themes were and are currently under research and development at our institute:

- 1 - Alumina: Bodies from two purity grades: >99% and 85-99% Al_2O_3 were produced. Shaping procedures employed were: slip casting, uniaxial (one and two directional) and isostatic pressing, extrusion and low pressure hot injection casting. A mechanical semi-finishing procedure was developed to minimize efforts required for final mechanical finishing.
 10% zirconia containing alumina bodies, known for their high strength were developed and industrially produced. The zirconia addition increased the strength.
 Conventional shaping procedures for alumina bodies were used.
- 2 - Zirconia: Bodies from calcia, magnesia and yttria stabilized zirconia were prepared. Firing conditions for highest density were established.
- 3 - Aluminium Titanate: Due to it's low thermal expansion and hence, high thermal shock resistance this material is a serious candidate to substitute metal parts in the vehicle's industries (e.g. automobile).
 Aluminium Titanate powder and from it plates and rods were produced.

4. **Silicon Nitride Ceramics:** The green bodies have been produced by slip-casting or by uniaxial pressing. Dense ceramics have been manufactured on a laboratory scale by pressureless sintering under protective atmosphere with the use of special sintering aids. A machining process has been developed for manufacturing more complicated shapes. Another process has been investigated for the production of silicon nitride ceramics, namely Sintered Reaction-Bonded Silicon Nitride SRBN. Silicon powder has been used as raw material in this process. The sintering contraction of the ceramics made by this process is lower than in the previous case, and precision final shaping is easier to achieve.

5. **Synthesis of Boron Carbide Powders by a Fast Method :**

A fast electrophysical heating method has been developed in the ICSI for laboratory-scale production of boron carbide from relatively cheap raw materials. Support/cooperation are necessary for the construction of a pilot-scale installation and for pursuing the R&D in the following directions:

- a) Synthesis of other powders by the same method;
- b) Investigation of fast sintering processes done under protective atmospheres in the mentioned installation.

Investments are required for further R&D, market research updating and piloting.

All communications should be addressed to Dr. R. Fischer, Head of the ICSI.

Israel Ceramic And Silicate Institute (ICSI)

Technion City, Haifa 32000, ISRAEL

Tel: 972-4-222107/222108/292293

Fax: 972-4-221581

Field of activity: Ceramics, Research and development

Project: Preparation of raw materials, synthetic minerals and various aggregates to meet traditional and advanced technologies requirements.

The following themes were and are currently under research and development at our institute:

- Improvement of clay plasticity
- Titanate (Ba,Sr) powders by solid state reaction and sol-gel route
- Superconductor (1,2,3) powder by solid state reaction and traditional chemistry route
- AlN powder for substrates
- Si_3N_4 , SiC and AlON by carbothermal method
- Partially stabilized fine grained zirconia employing dissolution, settling, filtering and firing
- Zirconia from zircon by melting with sodium salt or solid state reaction with $CaCO_3$
- Cordierite, cordierite - mullite, spinel and wollastonite by solid state reaction
- Magnesia and dolomite based aggregates from local raw materials for refractories industry
- Synthetic mullite from local high alumina clay or special high alumina mix
- Mullite - zirconia from clay - alumina-zircon mix

Investments are required for further R&D, market research updating and piloting.

All communications should be addressed to Dr. R. Fischer, Head of the ICSI.

Israel Ceramic And Silicate Institute (ICSI)

Technion City, Haifa 32000, ISRAEL

Tel: 972-4-222107/222108/292293

Fax: 972-4-221581

Field of activity: R&D in Ceramics

Project: Electronic Ceramics

1. **Barium Titanates:** A powder synthesis method has been worked out, that combines some of the advantages of the solid state synthesis with some unique features of reactive, high surface area powders prepared by a chemical route. High dielectric constant materials have been prepared from these powders. Pilot stage development of the method is necessary before a decision regarding its marketability can be taken. The potential of this method for preparing GBL materials is presently under investigation.
2. **Solid Electrolytes:** The electrochemical implications of the toughening of beta aluminas by a technique developed in the ICSI are now under investigation. Support/cooperation in this field are required.
Limited research is being done in the field of laboratory - scale production of new oxide-based solid electrolytes.
3. **Aluminium Nitride and Cordierite Ceramics for Substrate -** know how is available in the ICSI for the laboratory-scale production of AlN and cordierite ceramics. Cooperation for pilot and large scale production are required.
4. **Y-Ba-Cu Ceramic Superconductors:** Laboratory-scale production of sintered Y-Ba-Cu ceramics is currently done in the ICSI.

All communications should be addressed to Dr. R. Fischer, Head of the ICSI.