



מדע וטכנולוגיה

הערכת תכנית התשתיות של משרד המדע והטכנולוגיה בשנים 2005-2015

דו"ח מסכם

ד"ר דפנה גץ
ורד גלעד
סימה ציפרפל
מעין זרביב ציון

סביבה
ואנרגיה

תכנון
ארוך טווח

תעשייה
וחדשנות

תשתיות
פיזיות

בריאות

הון
אנושי

השכלה
גבוהה

חברה

חינוך

כלכלה

אודות מוסד שמואל נאמן

מוסד שמואל נאמן הוקם בטכניון בשנת 1978 ביוזמת מר שמואל (סם) נאמן והוא פועל להטמעת חזונו לקידומה המדעי-טכנולוגי, כלכלי וחברתי של מדינת ישראל.

מוסד שמואל נאמן הוא מכון מחקר המתמקד בהתווית מדיניות לאומית בנושאי מדע וטכנולוגיה, תעשייה, חינוך והשכלה גבוהה, תשתיות פיסיות, סביבה ואנרגיה ובנושאים נוספים בעלי חשיבות לחוסנה הלאומי של ישראל בהם המוסד תורם תרומה ייחודית. במוסד מבוצעים מחקרי מדיניות וסקירות, שמסקנותיהם והמלצותיהם משמשים את מקבלי ההחלטות במשק על רבדיו השונים. מחקרי המדיניות נעשים בידי צוותים נבחרים מהאקדמיה, מהטכניון ומוסדות אחרים ומהתעשייה. לצוותים נבחרים האנשים המתאימים, בעלי כישורים והישגים מוכרים במקצועם. במקרים רבים העבודה נעשית תוך שיתוף פעולה עם משרדים ממשלתיים ובמקרים אחרים היוזמה באה ממוסד שמואל נאמן וללא שיתוף ישיר של משרד ממשלתי. בנושאי התווית מדיניות לאומית שעניינה מדע, טכנולוגיה והשכלה גבוהה נחשב מוסד שמואל נאמן כמוסד למחקרי מדיניות המוביל בישראל.

עד כה ביצע מוסד שמואל נאמן מאות מחקרי מדיניות וסקירות המשמשים מקבלי החלטות ואנשי מקצוע במשק ובממשל. סקירת הפרויקטים השונים שבוצעו במוסד מוצגת באתר האינטרנט של המוסד. בנוסף מסייע מוסד שמואל נאמן בפרויקטים לאומיים דוגמת המאגדים של משרד התמ"ס - מגנ"ט בתחומים: ננוטכנולוגיות, תקשורת, אופטיקה, רפואה, כימיה, אנרגיה, איכות סביבה ופרויקטים אחרים בעלי חשיבות חברתית לאומית. מוסד שמואל נאמן מארגן גם ימי עיון מקיפים בתחומי העניין אותם הוא מוביל.

יו"ר מוסד שמואל נאמן הוא פרופ' זאב תדמור וכמנכ"ל מכהן פרופ' משה סידי.



כתובת המוסד: מוסד שמואל נאמן, קרית הטכניון, חיפה 32000

טלפון: 04-8292329, פקס: 04-8231889

כתובת דוא"ל: info@neaman.org.il

כתובת אתר האינטרנט: www.neaman.org.il

מוגש למשרד המדע והטכנולוגיה

הערכת תכנית התשתיות של משרד המדע והטכנולוגיה בשנים 2005-2015

דו"ח מסכם למחקר

חוקרים:
ד"ר דפנה גץ
ורד גלעד
סימה ציפרפל
מעין זרביב ציון

פברואר, 2018

אין לשכפל כל חלק מפרסום זה ללא רשות מראש ובכתב ממוסד שמואל נאמן מלבד לצורך ציטוט של קטעים קצרים במאמרי סקירה ופרסומים דומים תוך ציון מפורש של המקור.

הדעות והמסקנות המובאות בפרסום זה הן על דעת המחבר/ים ואינן משקפות בהכרח את דעת

מוסד שמואל נאמן.

0	תוכן עניינים
5	תקציר מנהלים
8	1. מבוא
16	2. מערך המחקר
16	2.1 מטרת המחקר
16	2.2 אוכלוסיית המחקר
16	2.3 שיטת המחקר
20	2.4 מהימנות ותיקוף
21	3. ממצאים- מחקרים
21	3.1 נתונים כלליים
23	3.2 שיתוף הפעולה במחקרים
27	3.3 קבלת מענקי מחקר
29	3.4 סטטוס נושא המחקר כיום
31	4. תפוקות המחקרים שבוצעו במסגרת תכנית התשתיות
32	4.1 פרסום מאמרים
34	4.2 פטנטים
34	4.3 הקמת חברות
37	4.4 הכשרת סטודנטים
38	5. התרומה של תכנית התשתיות למחקר
38	5.1 משמעות תכנית התשתיות בשלב שבין מחקר בסיסי למחקר יישומי
40	6. הצעות לשיפור
42	7. סיכום מחקרים
44	8. מרכזי ידע
46	8.1 שיעור מענה על שאלון המחקר
46	8.2 מאפייני מרכזי הידע
46	8.3 תקציבי מרכזי הידע
49	8.4 המשך פעילות מרכז הידע
50	8.5 משתמשים במרכז הידע
51	8.6 תפוקות/ תרומות של מרכזי הידע
59	9. סיכום מרכזי ידע
61	נספחים

נספח 1: ראיונות עם המנהלים המדעיים במשרד המדע והטכנולוגיה	61
נספח 2: סיכומי ראיונות עם חוקרים	64

רשימת איורים

איור 1: מיקומן של תכניות לעידוד מו"פ במערך המו"פ בישראל	9
איור 2: מספר המחקרים, תקציב שנתי ותקציב ממוצע למחקר (במיליוני שקלים) לפי שנה	22
איור 3: התפלגות החוקרים על פי סוג המוסד	22
איור 4: שיתופי פעולה במחקרים	23
איור 5: אחוז המחקרים שבוצעו ע"י חוקר יחיד, ע"י מספר חוקרים מאותו מוסד או ע"י חוקרים ממוסדות שונים מסך כל המחקרים באותה שנה	23
איור 6: רמת שיתוף הפעולה בין החוקרים (באחוזים)	24
איור 7: המשך שיתוף הפעולה בין החוקרים לאחר סיום התכנית (באחוזים)	25
איור 8: רמת שיתוף הפעולה בין החוקרים בממוצע לתחום	26
איור 9: אחוז התפלגות מקבלי מענק ISF לפי תחומים (אחוז/מספר החוקרים)	28
איור 10: התפלגות מחקרים שהמשיכו לאחר סיום התכנית, לפי תחומים (באחוזים)	30
איור 11: התפלגות המענקים שקבלו מחקרים לאחר סיום התכנית (באחוזים)	30
איור 12: התפלגות קבלת מענקים אחרים לאחר סיום התכנית על פי תחומים (באחוזים)	31
איור 13: מספר המחקרים בהם התקבלו תפוקות לפי תחומים	32
איור 14: מספר המחקרים בהם פורסמו מאמרים לפי תחומים	33
איור 15: ממוצע המחקרים בהם פורסמו מאמרים לפי תחומים	33
איור 16: מספר פטנטים שהוגשו ונרשמו לפי תחומים	34
איור 17: התפלגות התחומים בהם השתתפו סטודנטים במחקר (באחוזים)	37
איור 18: מרכזי הידע בחלוקה לתחומי מחקר	46
איור 19: תקציב מרכזי הידע לפי שנת אישור התקציב (ממוצע תקציב שנתי)	47
איור 20: תפוקות / תרומות שהיו למרכז הידע: מספר מרכזי הידע (אחוז)	51

טבלה 1: תכניות ממשלתיות לפיתוח תשתיות מדעיות, תמיכה במו"פ ועידוד העברת טכנולוגיות מהאקדמיה לתעשייה	10
טבלה 2: מספר המחקרים לפי שנת אישור המחקר	18
טבלה 3: מספר החוקרים ושיעור המענה לפי שנת התחלת המחקר	18
טבלה 4: שיעור המענה על שאלוני המחקר לפי תחומים	19
טבלה 5: מבחן חי בריבוע לבדיקת ההבדלים בין קבוצת המשיבים לבין אוכלוסיית המחקר לפי תחומים	19
טבלה 6: תקציב שנתי ותקציב ממוצע למחקר לפי שנת אישור המחקר (במיליוני שקלים)	21
טבלה 7: שיתופי הפעולה בין חוקרים במחקרים על פי תחומי מחקר	24
טבלה 8: המשך שיתוף הפעולה בין החוקרים לאחר סיום השתתפותם בתכנית התשתיות	26
טבלה 9: גורמים שיכולים להוביל לשיתוף פעולה טוב יותר בין קבוצות המחקר בתכנית התשתיות	27
טבלה 10: השפעת המענק שקיבל החוקר ב-ISF לעומת המענק שקיבל בתכנית התשתיות	28
טבלה 11: המשך פעילות בנושא המחקר לאחר סיום התכנית	29
טבלה 12: התפוקות של המחקרים בתכנית התשתיות	31
טבלה 13: חברות שנוצרו על בסיס ידע ממחקרים בתכנית התשתיות	35
טבלה 14: חברות שאינן פעילות	36
טבלה 15: התקדמות המחקר מסיומו במסגרת תכנית התשתיות	38
טבלה 16: המשמעות של תכנית התשתיות בשלב שבין המחקר הבסיסי למחקר היישומי	39
טבלה 17: מרכזי הידע שהוקמו במסגרת תכנית התשתיות	44
טבלה 18: תקציב מרכזי ידע (במיליוני ₪)	48
טבלה 19: הכנסות ומימון עצמי של מרכזי הידע	49
טבלה 20: תפוקות/ תרומות מרכזי ידע כפי שדווח ע"י מנהלי מרכזי הידע בשאלונים	51
טבלה 21: שיתוף פעולה בין קבוצות המחקר	53
טבלה 22: תרומות נוספות למרכזי הידע	55
טבלה 23: חשיבות מרכז הידע ברמה הלאומית והבינלאומית	56
טבלה 24: תשתית ייחודית שהעמיד מרכז הידע לרשות הקהילה המדעית	57

תכנית התשתיות המדעיות של משרד המדע והטכנולוגיה פועלת החל משנת 1995 במטרה להוות חוליה מקשרת בין המחקר הבסיסי האקדמי לבין הפיתוח היישומי, ולצמצם את זמן ההבשלה של רעיונות טכנולוגיים שיש להם פוטנציאל יישומי.

מוסד שמואל נאמן ביצע במהלך השנים שלוש הערכות של מחקרים ומרכזי ידע שבוצעו במסגרת תכנית התשתיות. מחקרי ההערכה בוצעו במימון משותף של משרד המדע והטכנולוגיה ומוסד שמואל נאמן בשנים 2005, 2012 והמחקר הנוכחי ב-2017. מטרת המחקרים הייתה להעריך את ההשפעות קצרות וארוכות הטווח של מחקרים ומרכזי ידע, שקיבלו מימון ממשרד המדע והטכנולוגיה במסגרת התכנית.

במחקר הנוכחי התבקשו להתמקד בהערכת מחקרים ומרכזי ידע שבוצעו במסגרת תכנית התשתיות בשנים 2005-2015. אוכלוסיית המחקר כללה 827 חוקרים שהשתתפו ב-287 מחקרים ו-25 מרכזי ידע שהוקמו במסגרת התכנית. מחקר ההערכה בוצע בגישה המשלבת (Mixed method) הכוללת מספר שיטות מחקר כמותיות ואיכותניות. איסוף הנתונים כלל שאלון הערכה וראיונות אישיים עם המנהלים המדעיים במשרד המדע והטכנולוגיה ועם חוקרים שביצעו מחקרים והקימו מרכזי ידע במסגרת התכנית.

שיעור המענה למחקרים שבוצעו בשנים 2005-2015 היה 79%. התקבל מענה (של לפחות חוקר אחד למחקר) לגבי 227 מחקרים מתוך 287 מחקרים שבוצעו בתכנית התשתיות בשנים אלה. **שיעור המענה של החוקרים** היה 46%. נערך מבחן חי בריבוע לבדיקת ההבדלים בין קבוצת המשיבים (המדגם) לבין אוכלוסיית המחקר בנוגע לתחומי המחקר של המחקרים שבוצעו בתכנית. על פי התוצאות קבוצת המדגם מייצגת נאמנה את האוכלוסייה.

תקציב: התקציב הכולל שהעניק משרד המדע והטכנולוגיה ל-287 מחקרים בשנים 2005-2015, היה כ-245 מיליון ₪. התקציב הממוצע למחקר בתקופה זו היה כ-0.9 מיליון ₪ לשנה. התקציב הממוצע למחקר נשאר פחות או יותר יציב לאורך השנים, למעט בשנת 2007 בה התקציב הממוצע למחקר היה גבוה יותר בשל מספר המחקרים הנמוך שאושרו בשנה זו. בשנת 2008 לא אושרו מחקרים בתכנית.

תכנית התשתיות מעניקה מענקי מחקר בשלב שבו קשה לחוקרים להשיג מימון למחקריהם מתכניות אחרות. בין המחקר האקדמי הבסיסי שנתמך ע"י ות"ת והקן הלאומית למדע לבין התכניות של הרשות לחדשנות במשרד הכלכלה, שמכוונות ליישום בתעשייה.

שיתופי פעולה במחקר: מאפיין חשוב של תכנית התשתיות הוא שיתוף הפעולה בין החוקרים במחקר. ברוב המחקרים (71%) השתתפו חוקרים ממוסדות שונים, ב-12% מהמחקרים השתתפו חוקרים מאותו מוסד אקדמי ו-17% מהמחקרים בוצעו ע"י חוקר יחיד. בכל התחומים, מלבד תחום החלל, שיתוף הפעולה נטה לערב חוקרים ממוסדות שונים. בתחום החלל, ישנה נטייה לפחות שיתופי פעולה, ויותר למחקרים שמבוצעים ע"י חוקר יחיד. רוב החוקרים (67%) דיווחו שרמת שיתוף הפעולה ביניהם הייתה גבוהה. רמת שיתוף הפעולה הגבוהה ביותר הייתה בתחום האנרגיה, חומרים מתקדמים ונווטכנולוגיה וכן בתחום מדעי הרוח והחברה. כ-84% מהחוקרים דיווחו ששיתוף הפעולה ביניהם נמשך לאחר סיומו של המחקר במסגרת תכנית התשתיות.

מענקי מחקר: 24% מהחוקרים דיווחו שקיבלו מענק מ-ISF לפני השתתפותם בתכנית (כשליש מהם בתחום מדעי החיים והרפואה). כשליש מהמשיבים חשבו שלמענק ה-ISF הייתה השפעה גדולה יותר על המחקר שלהם מאשר למענק שניתן במסגרת תכנית התשתיות. הסיבות העיקריות לכך היו שמענק ה-ISF ניתן לטווח זמן ארוך יותר, סכום המענק גדול יותר ויש גמישות רבה יותר בניצול כספי המענק.

המשך המחקרים: ב-74% מהמחקרים החוקרים המשיכו במחקר באותו נושא לאחר סיום השתתפותם בתכנית התשתיות. כמחצית מהמחקרים שהמשיכו היו בתחומי מדעי החיים והרפואה ומדעי הרוח והחברה. 49% מהחוקרים דיווחו שתכנית התשתיות היוותה גורם מסייע לקבלת מענקים נוספים למחקר באותו נושא, לאחר סיום התכנית.

תפוקות המחקרים: התפוקה הגבוהה ביותר של המחקרים שבוצעו במסגרת התכנית, הייתה פרסום מאמרים מדעיים על תוצאות המחקר (147 מחקרים, 65%). תפוקות גבוהות נוספות של המחקרים היו: פיתוח תשתית נוספת למעבדה (82 מחקרים, 36%), הצגה של תוצאות המחקר בכנסים (69 מחקרים, 30%), יצירת דו שיח עם התעשייה (68 מחקרים, 30%), ושיפור של טכנולוגיות/מוצרים או שירותים (62 מחקרים, 27%). ב-38 מחקרים הוגשה בקשה לרישום פטנט (17%), ב-32 מהם נרשם פטנט (14%).

מספר היישומים הרב ביותר מתקבל במחקרים בתחומים: אנרגיה, חומרים ונווטכנולוגיה, סייבר מידע ותקשוב ומדעי החיים והרפואה. מספר הפטנטים הגבוה ביותר נרשם בתחום אנרגיה, חומרים ונווטכנולוגיה.

בחנו את נושא **הקמת החברות** לגבי כל המחקרים שבוצעו בתכנית התשתיות ולא רק לגבי התקופה שנבחרה במחקר ההערכה הנוכחי. נמצא שבמהלך השנים הוקמו 14 חברות, שלגביהן ניתן לומר שהמחקר במסגרת תכנית התשתיות תרם להקמתן.

הכשרת סטודנטים: בכל המחקרים שקיבלו מענק במסגרת התכנית, השתתפו סטודנטים.

מרכזי ידע

בשנים 2002-2015 הוקמו במסגרת תכנית התשתיות 25 מרכזי ידע. מענה לשאלון המחקר התקבל מ-22 חוקרים שהשתתפו בהקמת 19 מרכזי ידע. 44% ממרכזי הידע הם בתחום מדעי החיים והרפואה, 16% במדעי הסביבה, 12% בסייבר, מידע ותקשוב, 8% באנרגיה, חומרים מתקדמים ונווטכנולוגיה, 8% במדעי הרוח והחברה, 8% בתחום החלל, ו-4% בתחום הפיסיקה והמתמטיקה השימושית.

סה"כ המימון שנתן משרד המדע והטכנולוגיה למרכזי הידע, בין השנים 2002 עד 2015, היה כ-65 מיליון ₪.

סטטוס המרכזים כיום - מתוך 25 מרכזים, ידוע לנו שהפעילות ממשיכה ב-18 מרכזי ידע. ארבעה מרכזי ידע הפסיקו את פעילותם. החוקרים של מרכזי ידע אלה נימקו את אי המשך הפעילות של המרכז בסיום של תקופת המימון. משלושה מרכזי ידע לא התקבל מידע לגבי פעילותם כיום.

רוב המרכזים דיווחו שהם אינם עומדים ביעד של מימון הפעילויות במרכז הידע מהכנסות המרכז.

התפוקות/התרומות הגבוהות ביותר היו, פרסום מאמרים (13 מרכזי ידע, 68% מהמרכזים), יצירה של ידע תשתיתי חדש (13 מרכזים, 68%), שיפור טכנולוגיות, מוצרים או שירותים (12 מרכזי ידע, 63%), יישום

מסחרי (9 מרכזי ידע, 47%). צוין שהוקמה חברה שמתבססת על פעילות של אחד ממרכזי הידע. בנוסף דווח על **שיתופי פעולה** עם קבוצות מהארץ ומחו"ל.

הדו"ח כולל המלצות לשיפור התכנית שהתקבלו מהחוקרים ומהמנהלים המדעיים ועיקרם:

- **הגדלת יישומיות המחקרים:** על מנת להגדיל את יישומיות המחקרים יש להעביר את תוצאות המחקרים לקובעי מדיניות ולפרסם אותם בקרב בעלי עניין מהתעשייה/הסקטור הציבורי למשל במפגשים עם נציגים של ארגונים שעשויים להתעניין ביישום של תוצאות המחקרים. בנוסף, יש לסייע לחוקרים בנושאים הקשורים לארגון כנסים, פטנטים, זכויות יוצרים והדרכה לגבי מהם השלבים להשלמת הפער בין המחקר האקדמי ליישום בתעשייה.
- **מימון ומשאבים:** הקצאת משאבים ממשרד המדע למחקרי המשך. תכניות מימון המשך ייעודיות לשלב המעבר ממחקר ליישום ולקידום שיתוף הפעולה עם התעשייה. מימון פטנטים. גמישות תקציבית לרכישת ציוד ומכשור שיעזרו לקדם את המחקר. לאפשר שינוי ייעודי לכסף במהלך המחקר.
- **מדדי הצלחה:** להגדיר מדדי הצלחה ולבחון אותם באופן שוטף.
- **שיפור מערכות המידע** לצורך מעקב אחר תפוקות המחקרים ולצורך ממשק עם המנהלים המדעיים במשרדי ממשלה אחרים.
- **מרכזי הידע-** למרבית מרכזי הידע קיים קושי להמשיך בפעילות המרכז לאחר סיום תקופת המימון ממשרד המדע והטכנולוגיה במסגרת התכנית. יש צורך בבניית תכנית, שילווה משרד המדע והטכנולוגיה, שבה ימצאו אפיקי מימון להמשך פעילות מרכזי הידע גם לאחר סיום השתתפותם בתכנית.

משרד המדע והטכנולוגיה אמון על ההשקעה במחקר מדעי במדינת ישראל בתחומי עדיפות לאומית ונותן מענקי מחקר לשלב שבין מחקר אקדמי ופיתוח תעשייתי. המשרד פועל לשיפור תשתיות הידע והמחקר במדינה כדי למקסם את התועלת מהידע של החוקרים במוסדות המחקר בארץ למען המשך מחקר בעל פוטנציאל יישום ריאלי.

תכנית התשתיות המדעיות הינה תכנית מטעם משרד המדע והטכנולוגיה, אשר פועלת החל משנת 1995. מטרת התכנית הינה לפתח את התשתיות המדעיות והטכנולוגיות מתוך ראייה לאומית כוללת של מיצוב המחקר המדעי הישראלי בחזית המדע והטכנולוגיה בעולם ויצירת מנוף למיצוי הפוטנציאל הכלכלי הטמון בידע המדעי-טכנולוגי, שיוביל לצמיחה מוגברת של המשק.

מאפייני התוכנית- המחקר התשתיתי הוגדר על ידי משרד המדע והטכנולוגיה כמחקר בעל היתכנות יישומית ופוטנציאל כלכלי שמטרתו משולשת: א. קידום מחקרים חדשניים בעלי פוטנציאל יישומי שעדיין אינם בשלים ליישום בטווח זמן קצר. ב. מיצוי הפוטנציאל הכלכלי הטמון במחקר המדעי ע"י פיתוח טכנולוגיות חדשות שיובילו לפיתוח דורות חדשים של יישומים/מוצרים באמצעותם תוכל התעשייה על ענפיה השונים להתחרות בשווקים העולמיים. ג. שיתוף פעולה בין חוקרים ממוסדות מחקר שונים, לרבות התעשייה, כדי להשלים את הידע הנדרש לקידום המדע והטכנולוגיה ולמען יישומם.

התכנית לפיתוח תשתיות מדעיות וטכנולוגיות בישראל, שמוביל המשרד, מיועדת למיצוי כוח האדם המקצועי והפוטנציאל הכלכלי הטמון בתחומי המדע והטכנולוגיה שבהם לישראל יתרון יחסי. במסגרת התכנית, משקיע המשרד במחקרים בתחומי עדיפות לאומית מתוך ראייה אסטרטגית כוללת של צורכי המשק לטווח הבינוני והארוך.

המשרד משקיע בתכנית בשלושה מסלולים:

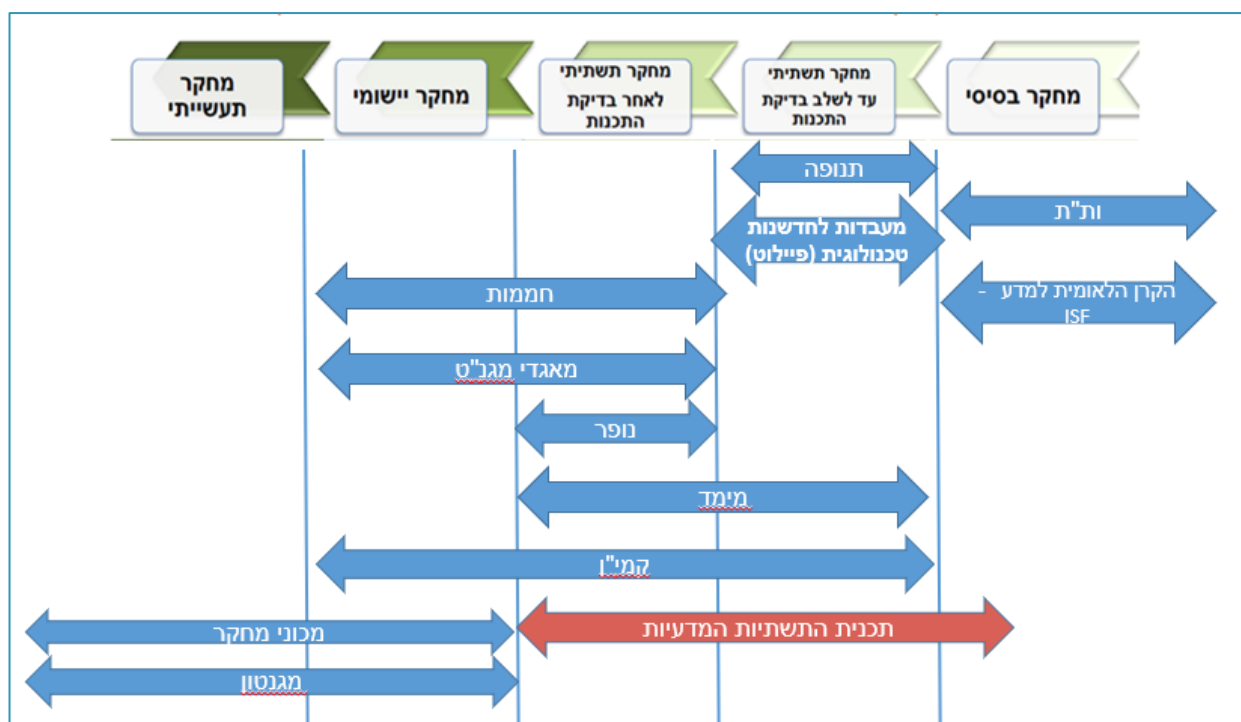
- מענקי מחקר:** התכנית נועדה להוות גשר בין המחקר הבסיסי לבין הפיתוח היישומי ולצמצם את זמן ההבשלה של רעיונות טכנולוגיים שימושיים. למטרה זו מחלק המשרד מדי שנה מענקים בגובה עשרות אלפי שקלים עד מיליוני שקלים למחקר. המענקים ניתנים למחקרים בתחומי עדיפות, שהראו פוטנציאל לתרומה משמעותית למדע ולחברה. בנוסף, המשרד תומך במימון מחקרים משותפים למוסדות ולתעשיות שונות ובמחקרים רב תחומיים המאפשרים פיתוח טכנולוגיה חדשנית.
- מלגות:** מדי שנה מעניק המשרד כאלף מלגות - החל ממלגות לחונכות ללימודי מדעים ועד למלגות פוסט דוקטורט בתחומי המדע והטכנולוגיה. חלק מהמלגות ממשיכות את מורשתם של אישים בישראל כגון מלגות על שמם של רה"מ לוי אשכול, פרופ' יובל נאמן ואילן רמון, וחלקן מיועדות למגזרים שונים מתוך כוונה להגדיל את ייצוגם באקדמיה ובעולם המדעי כגון: מלגות לקידום נשים במדע וטכנולוגיה, מלגות ליוצאי אתיופיה ע"ש מנחם בגין, מלגות לאזרחי ישראל מהחברה הערבית, הדרוזית והצ'רקסית ע"ש צבי ינאי ועוד.
- מרכזי ידע תשתיתיים:** המשרד מקים מרכזי ידע תשתיתיים במוסדות מחקר בתחומי מחקר הדורשים ציוד מתקדם, ייחודי ויקר במיוחד. מטרת המרכזים היא לחזק ולבסס את תשתית המחקר המדעי בישראל. מרכז ידע תשתיתי מפתח ומשכלל את הטכנולוגיה ומעמיד אותה לרשות קבוצות המחקר. מרכזי הידע מורכבים

מיחידה אחת או ממספר יחידות משולבות המתמחות כל אחת בפיתוח תת תחום טכנולוגי אחר. בראש המרכזים עומדים מדענים בכירים המצויים בחזית הידע המחקרי ועובדים בהם צוותים בעלי מיומנויות ייחודיות.

תכנית התשתיות המדעיות בהשוואה לתכניות אחרות לעידוד מו"פ

בחינת מיקומה של תכנית התשתיות של משרד המדע והטכנולוגיה במערך התכניות הממשלתיות המיועדות לעידוד ותמיכה במחקר ולהעברת רעיונות שנוצרו באקדמיה לכדי יישוםם בתעשייה, מראה שהתכנית מעניקה מענקי מחקר בשלב שבו קשה לחוקרים להשיג מימון למחקריהם מתכניות אחרות. בין המחקר האקדמי הבסיסי שנתמך ע"י ות"ת והקרן הלאומית למדע לבין התכניות של הרשות לחדשנות במשרד הכלכלה, שמכוונות ליישום בתעשייה, תכנית התשתיות מעניקה עבור מחקרים בעלי פוטנציאל יישומי.

איור 1: מיקומן של תכניות לעידוד מו"פ במערך המו"פ בישראל



טבלה 1: תכניות ממשלתיות לפיתוח תשתיות מדעיות, תמיכה במו"פ ועידוד העברת טכנולוגיות מהאקדמיה לתעשייה^{1,2,3}

שם התוכנית	שם המסלול	תיאור	שנת התחלה	גוף אחראי	משך התמיכה למיזם	תקציב עבור כל מיזם	תקציב שנתי
תכנית התשתיות המדעיות	מטרת התוכנית לחזק ולתגבר את תשתיות המדע בישראל, בשלושת ההיבטים: הון אנושי, תשתית פיזית ותשתית מחקרית		1995	משרד המדע והטכנולוגיה	מלגה לדוקטורנט: 3 שנים	חולקו 69 מלגות בסכום כולל של 7.85 מיליון ₪ ²	תקציב תכנית לפיתוח תשתיות מדעיות: 58.5 מיליון ₪ ² (לשנת 2016)
	טיפוח כוח-אדם מחקרי (מערך מלגות)	טיפוח כוח-אדם בעל הכשרה מדעית ויכולת מחקרית בתחומי התשתית הנבחרים.					
	מרכזי-ידע	הקמת מרכזי ידע לצורך מתן שירות לחוקרים באמצעות ציוד מתקדם				6 מיליון ₪ עבור שני מרכזי-ידע ²	
	מחקרי תשתית	מתן תקציבים ומענקים למחקרים חדשניים בעלי היתכנות יישומית ופוטנציאל כלכלי, שאינם בשלים ליישום בטווח-זמן קצר			3 שנים	26 מיליון שקלים ל-32 מחקרים ²	

¹ תכניות הרשות לחדשנות: <https://innovationisrael.org.il>

² תכנית התשתיות המדעיות משרד המדע והטכנולוגיה: דין וחשבון שנתי על פי חוק חופש המידע לשנת 2016, משרד המדע והטכנולוגיה: https://www.gov.il/he/Departments/ministry_of_science_and_technology

³ תכניות לשכת המדען הראשי 2013: <http://www.economy.gov.il/Publications/Publications/DocLib/chief-scientist-programs-2013.pdf>

שם התוכנית		שם המסלול	תיאור	שנת התחלה	גוף אחראי	משך התמיכה למיזם	תקציב עבור כל מיזם	תקציב שנתי
	תנופה		התוכנית מסייעת ליזמים טכנולוגיים מתחילים בשלב הראשוני ותומכת בשלב הוכחת היתכנות טכנולוגית בסיסית. במסגרת התוכנית היזם מקבל תמיכה כגון: תכנון, הרכבה וניסוי של דגם או אב-טיפוס של רעיון, הכנת בקשות לרישום פטנט, ביצוע חקר ישימות עסקית, הכנת תכנית עסקית, השתתפות בתערוכות, הכנת חומר פרסומי וייעוץ מקצועי.	2001	הרשות לחדשנות, משרד הכלכלה	שנתיים עד 3 שנים	מענק בשיעור של עד 85% מהתקציב המאושר ועד לתקרת מענק של 200,000 שקלים לתקופה של עד שנתיים: 100,000 ₪ לשנה + 100,000 ₪ למשך נוספת. המענק משמש לבניית אב-טיפוס, הגנה על קניין רוחני ופיתוח עסקי ראשוני. ¹	12 מיליון ₪ ³ (לשנת 2013)
חממות		חממות טכנולוגיות	לתמוך ביזמים, בעלי רעיון טכנולוגי חדשני בשלב התחלתי של מחקר ופיתוח, המתקשים בגיוס הון פרטי וזקוקים לתמיכת החממה בהפחתת הסיכונים במיזם במטרה להגיע לאבן דרך מימונית משמעותית.	1992	הרשות לחדשנות, משרד הכלכלה	שנתיים	מענק בשיעור השתתפות של 85% מהתקציב המאושר: עד 1.7 מיליון ₪, בחממות בפריפריה עד 2.125 מיליון ₪. ¹	140 מיליון ₪ ³ (לשנת 2013)
		מסלול מעבדות לחדשנות טכנולוגית (פיילוט)	מסלול מעבדות לחדשנות טכנולוגית מיועד לספק סיוע עבור יזמים בראשית דרכם הזקוקים לגישה לתשתיות ולמומחיות ייחודיים לצורך הוכחת היתכנות של רעיון טכנולוגי. הסיוע יינתן באמצעות מעבדות לחדשנות שיופעלו על ידי תאגידים תעשייתיים מובילים בתחומם.	2017	רשות החדשנות, משרד הכלכלה	חברות הזנק: עד שנה	מעבדות לחדשנות: הרשות תממן 33% מהוצאות הקמת התשתית הטכנולוגית הנדרשת (50% בפריפריה), עד לתקרה של 4 מיליון ₪, וכן 50% מהוצאות התפעול השוטף של המעבדה בכל שנה עד לתקרה של חצי מיליון ₪.	אין

שם התוכנית		שם המסלול	תיאור	שנת התחלה	גוף אחראי	משך התמיכה למיזם	תקציב עבור כל מיזם	תקציב שנתי
							חברות הזנק: מענק בשיעור של עד 85% מהתקציב המאושר ועד לתקרת תקציב של מיליון ₪. ¹	
מגנ"ט		מאגדי מגנ"ט	מסלול זה כולל התאגדות ושיתוף פעולה בין תאגידים תעשייתיים ומוסדות מחקר, לצורך פיתוח של טכנולוגיות גרורות. שיתוף הפעולה בין התעשייה לאקדמיה מנגיש את החברות השותפות במאגד לידע המחקרי המצוי באקדמיה, שלעתים קרובות מתגלה כמכריע לפיתוח הטכנולוגיה.	1993	הרשות לחדשנות, משרד הכלכלה	3-5 שנים למאגד	שיעור המענק עד 66% מהתקציב המאושר לחברה תעשייתית ו-100% מהתקציב המאושר למוסד המחקר (80% כמענק, 20% מהחברות התעשייתיות במאגד). ¹	210 מיליון ₪ ³ (לשנת 2013)
מגנ"ט		מגנטון	מסלול מגנטון מעודד העברת טכנולוגיות מהאקדמיה לתעשייה על מנת לנצל את הישגי המחקר האקדמי ליישום תעשייתי ולפיתוח מוצר בעל פוטנציאל כלכלי באמצעותו. התוכנית מתבססת על שת"פ דואלי בין קבוצת מחקר מהאקדמיה לבין חברה תעשייתית: קבוצת מחקר מהאקדמיה שהוכיחה היתכנות לטכנולוגיה מסוימת מתחברת לחברה הזקוקה לטכנולוגיה כדי לפתח מוצר בעל פוטנציאל נסחר בשוק	2001	הרשות לחדשנות, משרד הכלכלה	עד שנתיים	מענק מחקר יישומי בשיעור של עד 66% מהתקציב המאושר, עד סכום של 3.4 מיליון ₪. ¹	36.4 מיליון ₪ ³ (לשנת 2013)

שם התוכנית		שם המסלול	תיאור	שנת התחלה	גוף אחראי	משך התמיכה למיזם	תקציב עבור כל מיזם	תקציב שנתי
מגנ"ט		נופר	תכנית נופר מגשרת בין מחקר בסיסי שהוכיח היתכנות טכנולוגית לבין מחקר יישומי ראשוני, שאינו בשל דיו לתמיכה של התעשייה או במסגרת מסלול מגנטון. פעילות תכנית נופר מתבצעת באקדמיה, כנדבך משלים למחקר הבסיסי	2002	הרשות לחדשנות, משרד הכלכלה	12 חודשים (עם אפשרות להארכת התקופה ב- 3 חודשים)	מענק של עד 90% מהתקציב המאושר שהיקפו המרבי הוא 550 אלף שקלים. החברה התעשייתית המלווה משתתפת במימון 10% מעלות המחקר. מחקר המבוצע בשיתוף פעולה של שני מוסדות שונים, זכאי למימון של עד 660 אלף ₪ ¹	6.9 מיליון ₪ ³ (לשנת 2013)
מגנ"ט		קמי"ן (קידום מחקר יישומי נבחר)	תכנית קמין נועדה לעודד ביצוע מחקר יישומי במוסדות המחקר בישראל והבאתו לשלב התעניינות של גורמים עסקיים עד לחתימת הסכם מסחור עם מוסד המחקר.	2011	הרשות לחדשנות, משרד הכלכלה	12 – 24 חודשים	התקציב המרבי לפרויקט הוא 396 אלף ₪ (90% מתקציב המחקר) לשנת מחקר אחת. 748 אלף ₪ (85% מתקציב המחקר) לשתי שנות מחקר. בקשה להארכת מחקר לתקופה של עד 12 חודשים נוספים: במענק מרבי של 290.4 אלף ₪ (66% מתקציב המחקר). ¹	59.2 מיליון ₪, מהם השתתפות המדינה היא בהיקף של 6.2 מיליון ₪ ³ (לשנת 2013)
מגנ"ט		מימ"ד (מינוף מו"פ דואלי -	מטרת התוכנית לקדם מחקר ופיתוח צבאי, ביטחוני ומסחרי בעל יישומים דואליים המהווים מצד אחד תרומה לביטחון המדינה ומצד שני בסיס	2012	רשות החדשנות, משרד הכלכלה, משרד	עד 30 חודשים, למעט תכנית שאושרה למוסד מחקר אשר תקופת התוכנית המאושרת	התקציב המרבי לפרויקט הוא 5 מיליון ₪ לכל התקופה.	39.5 מיליון ₪ ³ (לשנת 2013)

שם התוכנית		שם המסלול	תיאור	שנת התחלה	גוף אחראי	משך התמיכה למיזם	תקציב עבור כל מיזם	תקציב שנתי
		מסחרי (וצבאי)	לפוטנציאל כלכלי. לתוכנית רשאיות לפנות חברות קטנות ובינוניות (עד 50 מיליון דולר מכירות בשנה), ובכללן מוסדות מחקר אוניברסיטאיים ומכוני מחקר. התוכנית מלווה ומקדמת אותן עד לשלב של הוכחת היתכנות.		האוצר ומפא"ת (במשרד הביטחון)	שלו לא תעלה על 11 חודשים.	התקציב המרבי של תכנית מאושרת למוסד מחקר הוא 500 אלף ₪. ¹	
מחקר ופיתוח		מכוני מחקר תעשייתיים	המסלול מסייע ותומך במכוני מחקר המבצעים מחקריים יישומיים המיועדים לקידום התעשייה בישראל.	2008	רשות החדשנות, משרד הכלכלה	שנה, עם אפשרות להגיש בקשה לתמיכה עבור שנה נוספת. הוועדה למכוני מחקר יכולה לאשר בקשה למענק לשנה שלישית לתוכנית הרלבנטית לענפי תעשייה שוועדת המחקר הכריזה עליהם כתחומים מועדפים.	מענק כספי שישמש למימון מסלול המו"פ ו/או מסלול לרכישת ציוד ¹	9.3 מיליון ₪ ³ (לשנת 2013)

בשנים 2005 וב-2012, ביצע מוסד שמואל נאמן שני מחקרי הערכה לבחינת ההשפעות והתרומות של מחקרים ומרכזי ידע שבוצעו במסגרת תכנית התשתיות של משרד המדע והטכנולוגיה. מחקרי ההערכה בחנו את התועלות והתרומות של המחקרים ומרכזי הידע לפי מדדים מקובלים של פרסומים, פטנטים, הקמת חברות וכדו'.

במחקר הנוכחי נעשתה הערכה של מחקרים ומרכזי ידע שקיבלו מימון במסגרת התכנית בשנים 2005-2015. המחקר בוצע במימון משותף של משרד המדע ומוסד שמואל נאמן.

הדו"ח הנוכחי מסכם את מחקר ההערכה וכולל תשעה פרקים: שני הפרקים הראשונים הינם מבוא ותאור מערך המחקר. חמשת הפרקים שלאחר מכן מציגים את ההערכה שנעשתה למחקרים שבוצעו במסגרת התכנית (ממצאים, תפוקות, תרומה, הצעות לשיפור וסיכום), ושני פרקים שעוסקים בהערכה שבוצעה למרכזי הידע שהוקמו במסגרת התכנית.

הדוח כולל שני נספחים של סיכומי הראיונות שנערכו למנהלים המדעיים במשרד המדע והטכנולוגיה ולחוקרים שעמדו בראש מחקרים שבוצעו במסגרת התכנית.

2. מערך המחקר

2.1 מטרת המחקר

לבצע מחקר המשך להערכת ההשפעות קצרות וארוכות הטווח של מחקרים ומרכזי ידע שקיבלו מימון ממשד המדע והטכנולוגיה בשנים 2005-2015, במסגרת תכנית התשתיות.

תוצאות ההערכה יוכלו לשמש לצורך גיבוש מדיניות עתידית של השקעה במחקר ופיתוח מדעי טכנולוגי ולבחינת מיקומה של תכנית התשתיות של משרד המדע והטכנולוגיה במערך ההשקעות במו"פ במדינת ישראל.

2.2 אוכלוסיית המחקר

במחקר הנוכחי הערכת התכנית כללה שניים מאפיקי תכנית התשתיות של משרד המדע והטכנולוגיה: מענקי מחקר ומרכזי ידע.

אוכלוסיית המחקר כללה 827 חוקרים שהשתתפו ב-287 מחקרים בתכנית התשתיות של משרד המדע והטכנולוגיה בשנים 2005-2015.

לגבי מרכזי הידע, נבחנו התפוקות והתרומות של כל 25 מרכזי הידע שהוקמו במסגרת התכנית בשנים 2002 עד 2015.

2.3 שיטת המחקר

מחקר ההערכה בוצע בגישה המשלבת (Mixed method) הכוללת מספר שיטות מחקר כמותיות ואיכותיות⁴. המחקר כלל ניתוח מקורות מידע מגוונים, על מנת ליצור הבנה מעמיקה של התכנית.

הכלים המחקריים שבהם נעשה שימוש במחקר היו: שאלון הערכה (evaluation survey) וראיונות אישיים עם המנהלים המדעיים במשרד המדע והטכנולוגיה ועם חוקרים שביצעו מחקרים והקימו מרכזי ידע במסגרת התכנית.

2.3.1 שאלון ההערכה

במטרה לאסוף נתונים מהחוקרים שבצעו מחקרים במסגרת תכנית התשתיות, נשלח אליהם שאלון מחקר. חוברו שני שאלוני מחקר: האחד לאוכלוסיית החוקרים שביצעו מחקרים במסגרת התכנית, והשני לראשי מרכזי ידע שהוקמו וקיבלו מימון במסגרת התכנית.

שאלון המחקר היה מורכב משאלות סגורות ופתוחות. בעת מילוי השאלון, התבקשו הנשאלים לבחור את החלופה המתאימה ביותר מבחינתם מתוך כמה תשובות אלטרנטיביות או לענות על שאלות פתוחות.

⁴ Tashakkori and Creswell, 2007

השאלון כלל 27 שאלות בנוגע לנושאים הבאים: **פרטים** לגבי נושא המחקר, החוקרים שהשתתפו במחקר וממלא השאלון. **שאלות לגבי מהלך המחקר**, הסטטוס שלו כיום והאם הוא תרם לקבלת מענקי מחקר נוספים. **שיתופי פעולה** בין הקבוצות שהשתתפו במחקר, **ותוצאות המחקר**, המסלול שעבר המחקר מסיום התכנית, ההשפעות והתרומות שהיו למחקר, נקודות חוזק ונקודות שכדאי לשפר בתכנית.

איסוף נתוני השאלון התבצע באמצעות כלי מקוון (תוכנת סקרים בשם Opinio) הנמצא ברשות מוסד נאמן. התוכנה מאפשרת לשלוח פניה אישית לכל חוקר, שכוללת את פרטי המחקר שהוא ביצע (שם החוקר, שם המחקר ושנת התחלת המחקר). התוכנה מאפשרת מעקב אחר המשיבים לשאלון בזמן אמת וייצוא התוצאות לתוכנות סטטיסטיות לצורך ניתוחם.

לאחר עריכת פיילוט, שאלון המחקר נשלח לחוקרים שהשתתפו בתכנית בשנים 2005 עד 2015, למעט חוקרים שהשיבו על השאלון בהערכה הקודמת שנערכה לתכנית בשנת 2013 (שהתייחסה למחקרים שבוצעו בשנים 2005-2010).

המערכת נשארה פתוחה למענה במשך כחודשיים, במהלכם נשלחו תזכורות למשתתפים.

על מנת להגדיל את שיעור המענה לשאלונים, צוות המחקר התקשר טלפונית לחוקרים שלא מילאו את השאלון וביקש מכל אחד מהם באופן אישי לענות על השאלון.

עזרה בהעלאת שיעור המענה התקבלה גם מהמנהלים המדעיים במשרד המדע והטכנולוגיה שיצרו קשר עם חוקרים שלא ענו על השאלונים וביקשו מהם באופן אישי לענות עליהם.

פעולות אלה הגדילו את שיעור המענה לשאלונים.

בסיס הנתונים של המחקר כלל מענה של 290 חוקרים שהשיבו על שאלון המחקר הנוכחי ו-87 חוקרים שהשיבו על שאלון המחקר בהערכה שבוצעה ב-2013 לגבי מחקרים שבוצעו בשנים 2005 עד 2010. כל הממצאים שיוצגו בדוח הנוכחי מתבססים על ניתוח הנתונים של בסיס הנתונים המלא הזה.

שיעור המענה על שאלוני המחקר

שיעור המענה למחקרים שבוצעו בשנים 2005-2015 היה גבוה ועומד על 79%. התקבל מענה (של לפחות חוקר אחד לכל מחקר שבוצע במסגרת התכנית) לגבי 227 מחקרים מתוך 287 מחקרים שבוצעו בתכנית התשתיות בשנים אלה.

בטבלה 2 ניתן לראות את מספר המחקרים שהחלו בכל שנה במסגרת התכנית, בשנים 2005-2015, ואת שיעור המענה שהתקבל למחקרים אלה. בשנת 2013, מספר המחקרים שהתחילו בתכנית היה הגדול ביותר (60 מחקרים המהווים 21% מכלל המחקרים בשנים 2005-2015), ואילו בשנת 2007 היה המספר המועט ביותר של מחקרים שהחלו בתכנית (7 מחקרים המהווים 2% מכלל המחקרים).

בשנים 2005-2010 ממוצע המחקרים עמד על 17 מחקרים לשנה. בשנים 2011 עד 2015, מספר המחקרים גדל והיה בממוצע 41 מחקרים לשנה.

טבלה 2: מספר המחקרים לפי שנת אישור המחקר*

שנת התחלה	מחקרים שבוצעו בשנים 2005 עד 2015 (אוכלוסייה)		מחקרים עליהם התקבל מענה בשאלונים לפי שנת אישור המחקרים	
	מספר המחקרים בשנה באוכלוסייה	% מחקרים בשנה מתוך סה"כ המחקרים באוכלוסייה	מספר המחקרים עליהם התקבל מענה כל שנה	% השאלונים עליהם התקבל מענה מתוך סה"כ המחקרים שהתחילו באותה שנה
2005	22	8%	20	91%
2006	15	5%	14	93%
2007	7	2%	7	100%
2009	21	7%	18	86%
2010	18	6%	15	83%
2011	35	12%	25	71%
2012	47	16%	35	74%
2013	60	21%	45	75%
2014	25	9%	19	76%
2015	37	13%	29	78%
סה"כ	287	100%	227	79%

*בשנת 2008 לא החלו מחקרים חדשים בתכנית התשתיות

שיעור המענה של החוקרים- היות שברוב המחקרים השתתפו מספר חוקרים, חשוב היה לנו לקבל את דעתם של כמה שיותר חוקרים לגבי כל מחקר שבוצע במסגרת התכנית. במחקר הנוכחי שיעור המענה של החוקרים היה 46% (377 חוקרים שענו על השאלון מתוך 827 חוקרים שהשתתפו במחקרים). בטבלה 3 ניתן לראות את מספר החוקרים שהשתתפו בתכנית ואת שיעור המענה שלהם על שאלון המחקר בשנים 2005-2015.

טבלה 3: מספר החוקרים ושיעור המענה לפי שנת התחלת המחקר

שנת התחלת המחקר בתכנית	החוקרים שהשתתפו במחקרים בתכנית התשתיות		החוקרים שענו על שאלוני המחקר	
	N	% מתוך כלל המחקרים באוכלוסייה	n	% המענה למחקרים שהתחילו בשנה
2005	85	10%	43	51%
2006	58	7%	28	48%
2007	41	5%	21	51%
2009	64	8%	35	55%
2010	52	6%	24	46%
2011	93	11%	39	42%
2012	105	13%	49	47%
2013	161	19%	62	39%
2014	74	9%	34	46%
2015	94	11%	42	45%
סה"כ	827	100%	377	46%

בדקנו את שיעור המענה לשאלונים לפי תחומים. נמצא ששיעור המענה בתחומי המחקר השונים דומה לשיעור המחקרים שבוצעו במסגרת התכנית בתחומי מחקר אלה (טבלה 4).

טבלה 4: שיעור המענה על שאלוני המחקר לפי תחומים

מספר המחקרים בתכנית התשתיות לפי תחום	% המחקרים בכל תחום מתוך סך כל המחקרים שהשתתפו בתכנית	מספר המחקרים שמולא לגביהם שאלון	% המחקרים בכל תחום מתוך סך כל המחקרים שמולא לגביהם שאלון
מדעי הרוח והחברה	63	22%	56
סייבר, מידע ותקשוב	50	18%	34
מדעי החיים והרפואה	49	17%	43
אנרגיה, חומרים מתקדמים וננו טכנולוגיה	47	16%	31
חלל	35	12%	24
מדעי הסביבה	34	12%	30
פיסיקה ומתמטיקה שימושית	9	3%	9
סה"כ	287	100%	227

תחומי המחקר שעליהם קיבלנו את שיעור המענה הגבוה ביותר הם: מדעי הרוח והחברה (89%), מדעי החיים והרפואה (88%) ומדעי הסביבה (88%). בתחום פיסיקה ומתמטיקה שימושית אמנם התקבל מענה על כל המחקרים שהשתתפו בתכנית התשתיות, אך מספר המחקרים בתחום זה היה נמוך מאוד (9 מחקרים).

על מנת לבדוק האם קיים הבדל מובהק בין שיעור המחקרים שבוצעו בתכנית התשתיות לפי תחום, לשיעור המענה על שאלון המחקר לפי תחומי מחקר, נערך מבחן חי בריבוע לבדיקת ההבדלים בין קבוצת המשיבים לשאלון לבין כלל המחקרים שבוצעו בתכנית לגבי תחומי המחקר (טבלה 5). על פי התוצאות, לא נמצא הבדל מובהק בין קבוצת המשיבים לשאלוני המחקר לבין כלל המחקרים שבוצעו בתכנית לפי תחומים ($\chi^2 = 2.46$, $p > 0.05$), כלומר, המשיבים לשאלוני המחקר מייצגים נאמנה את כלל המחקרים שבוצעו בתכנית.

טבלה 5: מבחן חי בריבוע לבדיקת ההבדלים בין קבוצת המשיבים לבין אוכלוסיית המחקר לפי תחומים

Chi-square χ^2	Expected	Observed	Number of projects population	
0.40	52.55	56	63	מדעי הרוח והחברה
0.24	40.63	43	49	מדעי החיים והרפואה
0.19	26.28	30	34	מדעי הסביבה
0.62	34.44	31	47	אנרגיה, חומרים מתקדמים וננוטכנולוגיה
0.46	37.09	34	50	סייבר, מידע ותקשוב
0.29	26.05	24	35	חלל
0.25	7.49	9	9	פיסיקה ומתמטיקה שימושית
2.46				

2.3.2 ראיונות

כלי הערכה נוסף בו נעשה שימוש במחקר הנוכחי היה ראיונות.

במחקר הנוכחי היה חשוב לקבל גם את זווית הראיה של המנהלים המדעיים שמלווים את המחקרים ולכן נערכו ראיונות עם כל המנהלים המדעיים במשרד המדע והטכנולוגיה. בראיונות הם נשאלו לגבי מחקרים בתחום עליו הם אחראים: מהי הצלחה? סיבות לאי הצלחה של מחקרים; ייחודיות התכנית; מה כדאי לשפר וכדו'. לסיכומי הראיונות עם המנהלים המדעיים נעשה ניתוח איכותני המובא בנספח 1 לעבודה זו. רשימת המנהלים המדעיים שראיינו:

דר' חגית שוימר, סגנית המדען הראשי במשרד המדע ולשעבר מנהלת תחום מדעי הרפואה.
דר' פדיל סאלח, מנהל תחום פיזיקה ומתמטיקה שימושית.
דר' יוסי קאליפא, ראש תחום מחקרים במדעי החיים.
דר' אלה שטראוס, ראש תחום כימיה, אנרגיה, חומרים וננוטכנולוגיה.
דר' משה בן שושן, מנהל תחום מדעי הסביבה, מים, חקלאות וסביבה.
דר' סקיי גרוס, מנהלת תחום מדעי החברה והרוח.
דר' שרון יגור-קרול, מנהלת תחום מדעי הרפואה.
דר' אביה כפרי, מנהל מדעי של תחום מדעי החלל.

במרץ 2017, נערכה פגישה במשרד המדע והטכנולוגיה, שבה השתתפו צוות המחקר ממוסד נאמן עם המדען הראשי, סגנית המדען הראשי, אבי ענתי והמנהלים המדעיים במשרד המדע.

מוסד נאמן הציג את תכנית המחקר המתוכנן, את שאלון המחקר- עליו ניתנו הערות של המשתתפים במפגש ונערך דיון על סוגיות שונות הקשורות למחקר ההערכה. סיכום המפגש ובו כל הנושאים שעלו לדיון נשלח למשתתפי המפגש.

בנוסף, נערכו חמישה ראיונות עם חוקרים שביצעו מחקרים בתכנית (סיכומי הראיונות מופיעים בנספח 2 לדו"ח זה).

2.4 מהימנות ותיקוף

איסוף הנתונים במחקר נעשה באופן שיטתי: נעשה ניהול קפדני של איסוף הנתונים ותיעוד מלא ומפורט של אופן יישום כלי המחקר. בנוסף, נאספו נתונים ממקורות שונים ונעשה שימוש בכלי מחקר שונים. בוצע ניתוח נתונים שהתקבלו ממספר חוקרים שביצעו את אותו מחקר ובין מחקרים.

3. ממצאים- מחקרים

פרק זה מציג את ממצאי המחקר שנערך להערכת התפוקות וההשפעות של תכנית התשתיות של משרד המדע והטכנולוגיה.

3.1 נתונים כלליים

נתונים כלליים לגבי המחקרים שבוצעו במסגרת תכנית התשתיות בשנים 2005-2015.

3.1.1 תקציב

התקציב הכולל שהעניק משרד המדע והטכנולוגיה ל- 287 מחקרים בשנים 2005-2015, היה כ- 245 מיליון ₪ במונחי שנת 2015^{5,6}.

התקציב הממוצע למחקר בתקופה זו היה כ- 0.9 מיליון ₪ לשנה (טבלה 6). בשנת 2008 לא הוענקו תקציבי מחקר למחקרים.

על פי הטבלה ניתן לראות, שהתקציב הממוצע למחקר נע בין 0.7 ל- 1.1 מיליון ₪. התקציב הממוצע למחקר יציב לאורך השנים. יוצא דופן הוא התקציב הממוצע בשנת 2007, שבה הוא היה גבוה יחסית בשל כמות המחקרים הנמוכה יחסית שאושרו בשנה זו.

טבלה 6: תקציב שנתי ותקציב ממוצע למחקר לפי שנת אישור המחקר (במיליוני שקלים)^{5,6}

שנה	תקציב שנתי (במיליוני ₪)	מספר המחקרים	תקציב ממוצע למחקר (במיליוני ₪)
2005	20	22	0.9
2006	12	15	0.8
2007	11	7	1.6
2008	0	0	-
2009	17	21	0.8
2010	20	18	1.1
2011	33	35	0.9
2012	34	47	0.7
2013	51	60	0.9
2014	18	25	0.7
2015	28	37	0.7
סה"כ	245	287	0.9

באיור 2 מוצג התקציב השנתי לשנה מול מספר המחקרים באותה שנה, ואת הממוצע התקציבי באותה שנה מתוך נתוני משרד המדע והטכנולוגיה.

⁵ הנתונים הכספיים מבוטאים במונחי שנת 2015 לפי נתוני מדד המחירים לצרכן אשר התקבלו מהלמ"ס.

⁶ הנתונים הכספיים התקבלו ממשרד המדע והטכנולוגיה לגבי המחקרים שבוצעו במסגרת התשתיות (באנלוגיה) לפי שנת אישור המחקרים (מקור: משרד המדע והטכנולוגיה).

איור 2: מספר המחקרים, תקציב שנתי ותקציב ממוצע למחקר (במיליוני שקלים) לפי שנה, בתכנית התשתיות 2005-2015*



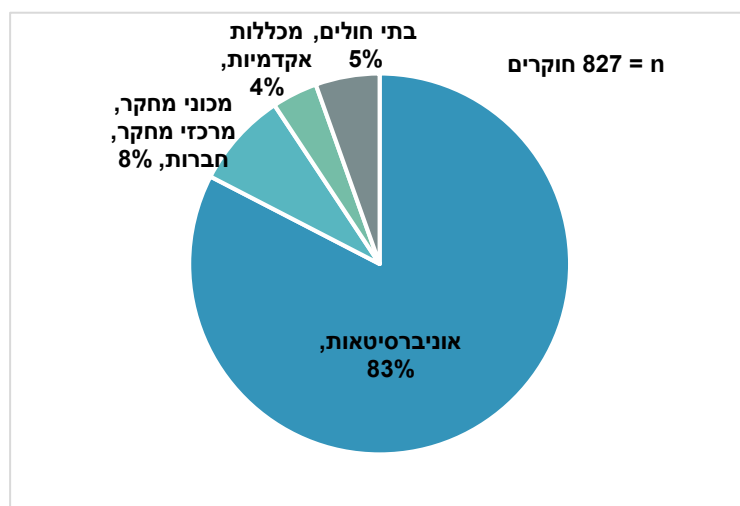
* מקור: נתוני התקציב עבור המחקרים התקבלו ממשרד המדע והטכנולוגיה.

** תקציב ממוצע חושב לפי התקציב הכולל לשנה בה אושרו המחקרים ומספרם באותם שנה.

3.1.2 החוקרים בתכנית

רוב החוקרים שהשתתפו בתכנית (83%) משתייכים למוסדות אקדמיים (איור 3) ורק מיעוטם לבתי חולים (5%), מכללות אקדמיות (4%), ומכוני מחקר, מרכזי מחקר וחברות (8%).

איור 3: התפלגות החוקרים על פי סוג המוסד

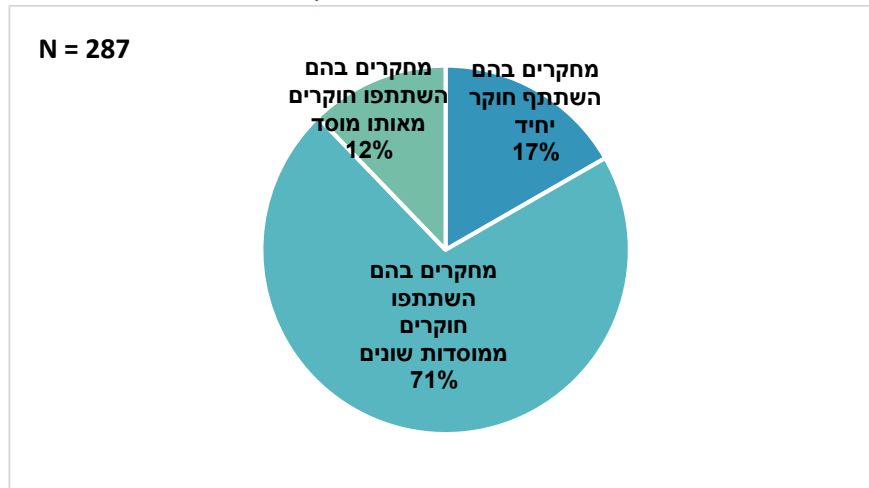


* מקור: נתונים לגבי החוקרים התקבלו ממשרד המדע והטכנולוגיה.

3.2 שיתוף הפעולה במחקרים

מאפיין חשוב של תכנית התשתיות הוא שיתוף פעולה בין קבוצות החוקרים במסגרת המחקר. באיור 4 מוצג סוג החלוקה לפי שיתוף הפעולה שהתקיים בין החוקרים במסגרת המחקרים. ב-71% מהמחקרים השתתפו חוקרים ממוסדות שונים, ב-12% מהמחקרים השתתפו חוקרים מקבוצות מחקר שונות מאותו מוסד אקדמי ו-17% מהמחקרים בוצעו ע"י חוקר יחיד.

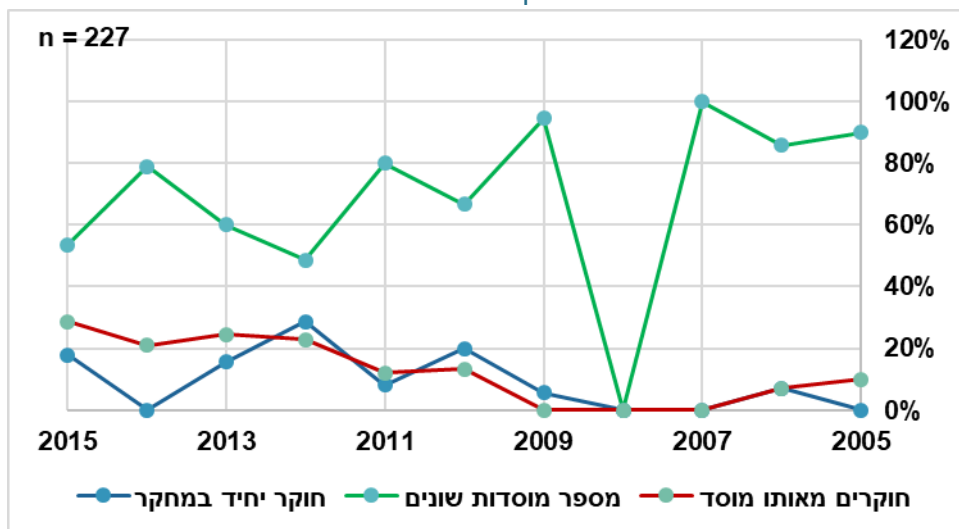
איור 4: שיתופי פעולה במחקרים*



* מקור: נתוני החוקרים שהשתתפו בכל מחקר התקבלו ממשרד המדע והטכנולוגיה.
 ** הנתונים מתייחסים לכל המחקרים שבוצעו במסגרת התכנית בשנים 2005-2015

איור 5 מציג את סוג שיתוף הפעולה במחקרים. בשנים 2005 עד 2009 שיתופי הפעולה במחקרים היו בעיקר בין חוקרים ממוסדות שונים. החל משנת 2010 חלה עליה במספר המחקרים בהם שיתופי הפעולה היו בין חוקרים מאותו מוסד אקדמי, דבר שתואם את השינוי במדיניות משרד המדע והטכנולוגיה בנושא.

איור 5: אחוז המחקרים שבוצעו ע"י חוקר יחיד, ע"י מספר חוקרים מאותו מוסד או ע"י חוקרים ממוסדות שונים מסך כל המחקרים באותה שנה



* מקור: נתוני החוקרים שהשתתפו בכל מחקר התקבלו ממשרד המדע והטכנולוגיה.
 ** בשנת 2008 לא מומנו מחקרים חדשים בתכנית התשתיות.

בראיונות עם המנהלים המדעיים הם חיוו את דעתם, שלא משנה אם שיתוף הפעולה נעשה בין קבוצות מחקר מאוניברסיטאות שונות או בין קבוצות מחקר שונות באותה אוניברסיטה. החשוב זה שהחוקרים שמבצעים את המחקר יגיעו מתחומים שונים וישלימו את המידע המקצועי הרלבנטי לנושא המחקר.

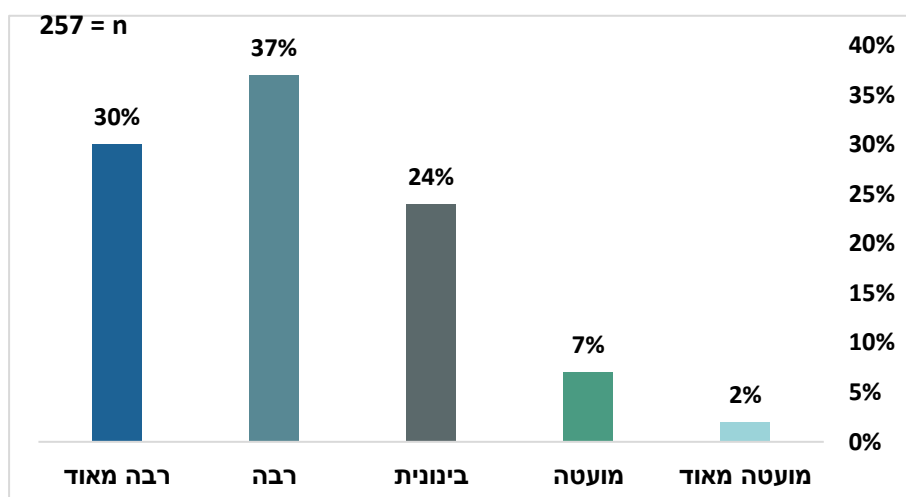
בטבלה 7 מוצג סוג שיתוף הפעולה שהתקיים במחקרים על פי סיווגם לתחומים. על פי הנתונים, בכל התחומים, מלבד חלל, שיתוף הפעולה נטה לערב חוקרים ממוסדות שונים. בתחום החלל, ישנה נטייה לפחות שיתופי פעולה, ויותר למחקרים שמבצעים ע"י חוקר יחיד.

טבלה 7: שיתופי הפעולה בין חוקרים במחקרים על פי תחומי מחקר

תחום	חוקרים ממוסדות שונים	חוקרים מאותו מוסד	חוקר יחיד במחקר
אנרגיה, חומרים מתקדמים ונווטכנולוגיה	94%	0%	6%
מדעי הסביבה	90%	5%	5%
מדעי החיים והרפואה	78%	11%	11%
פיסיקה ומתמטיקה שימושית	68%	16%	16%
מדעי הרוח והחברה	58%	31%	11%
סייבר, מידע ותקשוב	43%	32%	25%
חלל	31%	23%	46%

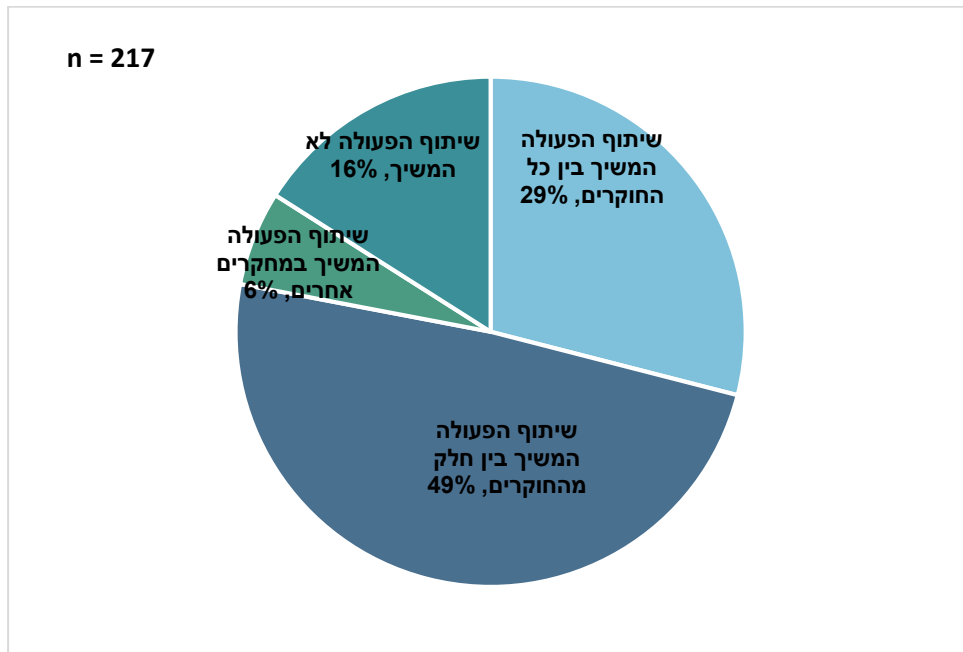
257 חוקרים דירגו את רמת שיתוף הפעולה שנוצרה בין החוקרים שהשתתפו במחקרים. מהממצאים עולה, שרמת שיתוף הפעולה בין החוקרים במחקרים הייתה גבוהה. 67% דיווחו שרמת שיתוף הפעולה במחקר הייתה רבה או רבה מאוד (איור 6).

איור 6: רמת שיתוף הפעולה בין החוקרים (באחוזים)



המשך שיתוף הפעולה לאחר התכנית: כ-84% מהחוקרים דיווחו ששיתוף הפעולה ביניהם המשיך לאחר סיום פעילותו של המחקר במסגרת התכנית. מתוכם, 49% דיווחו ששיתוף הפעולה המשיך בין חלק מהחוקרים שהשתתפו במחקר, 29% דיווחו ששיתוף הפעולה המשיך בין כל החוקרים שהשתתפו במחקר, ו-6% דיווחו ששיתוף הפעולה ביניהם הוביל לשיתופי פעולה נוספים במחקרים אחרים שלא במסגרת תכנית התשתיות. רק כ-16% מהחוקרים דיווחו ששיתוף הפעולה בין החוקרים שהיו שותפים למחקר, לא המשיך כלל (איור 7).

איור 7: המשך שיתוף הפעולה בין החוקרים לאחר סיום התכנית (באחוזים)



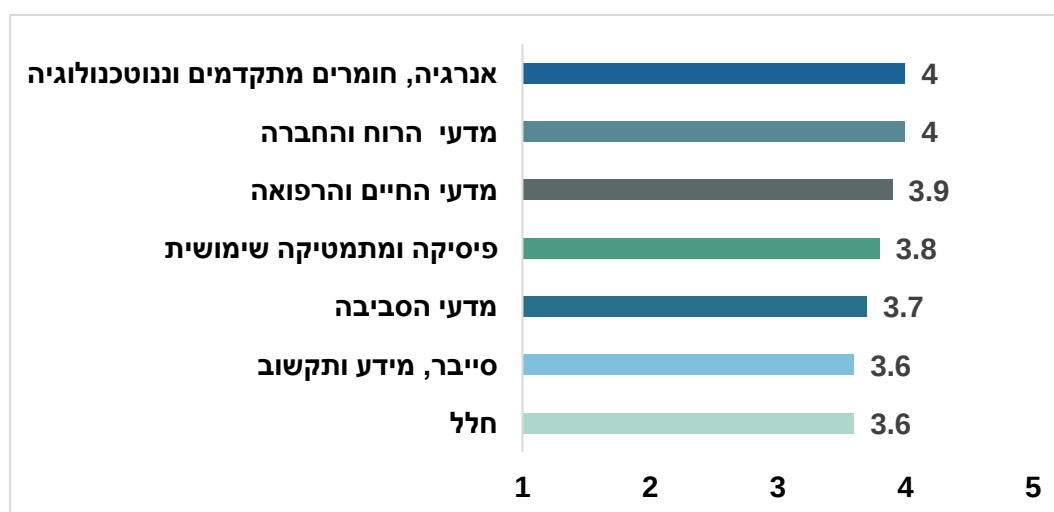
נערך מבחן חי בריבוע על מנת לבדוק האם קיים קשר בין רמת שיתוף הפעולה בין החוקרים בתכנית התשתיות לבין המשך שיתוף הפעולה ביניהם לאחר סיום המחקר בתכנית. על פי הממצאים, קיים קשר חיובי מובהק בעוצמה גבוהה בין רמת שיתוף הפעולה להמשך שיתוף הפעולה ($\chi^2 = 59.20$, $p < 0.001$, Cramer's $V = 0.524$), כך שכל שרמת שיתוף הפעולה בין החוקרים בזמן התכנית הינה גבוהה יותר, כך יש יותר סיכוי ששיתוף הפעולה ביניהם ימשיך לאחר סיומה.

באיור 8 מוצגת רמת שיתוף הפעולה שנוצרה בין השותפים למחקר בממוצע לכל תחום. ניתן לראות שרמת שיתוף הפעולה הגבוהה ביותר הינה בתחום אנרגיה חומרים מתקדמים וננוטכנולוגיה וכן בתחום מדעי הרוח והחברה. בתחומים אלה ממוצע שיתוף הפעולה הוא 4 (בסולם של 1 מועטה מאוד עד 5 רבה מאוד). בתחום החלל ובתחום הסייבר מידע ותקשוב דווח על רמה נמוכה יותר של שיתוף פעולה (ממוצע של 3.6).

המשיבים לשאלון שענו כי רמת שיתוף הפעולה בין החוקרים במחקר הייתה גבוהה, הסבירו את הרמה הגבוהה של שיתוף הפעולה כנובעת מהסיבות הבאות: פגישות בתדירות גבוהה בין חברי הקבוצות וקשר רצוף והדוק במהלך כל תקופת המחקר ואחריה; אינטראקציה בין החוקרים שעזרה לזהות כיווני מחקר חדשניים; ניסויים משותפים; החלפת ידע, חומרים, מכשור ורעיונות במהלך הפרויקט והפרייה הדדית.

לעומת זאת, המשיבים שצינו כי רמת שיתוף הפעולה הייתה נמוכה ציינו את הסיבות הבאות: מורכבות המחקר, כל חוקר עוסק בהיבט אחר של הבעיה המחקרית; תדירות נמוכה של מפגשים בין המשתתפים במחקר, תקציב המחקר קטן מדי בשביל ליצור חיבור משמעותי ושיתוף פעולה מאוד מצומצם בין המוסדות השונים.

איור 8: רמת שיתוף הפעולה בין החוקרים בממוצע לתחום



להבנת הסיבות לרמת שיתוף הפעולה בין החוקרים לאחר סיום השתתפותם בתכנית התשתיות, נערך ניתוח איכותני (טבלה 8).

טבלה 8: המשך שיתוף הפעולה בין החוקרים לאחר סיום השתתפותם בתכנית התשתיות

מצב שיתוף הפעולה לאחר סיום המחקר	הערות מרכזיות של החוקרים
שיתוף הפעולה המשיך בין כל החוקרים שהשתתפו במחקר	- קבוצות הממשיכות לשיתוף פעולה מתכננות להפוך את המודל ליישומי, לכתוב מאמרים ולפרסמם. - הפרויקט הנוכחי היווה בסיס לפרויקטי המשך. - לאחר קבלת מענק המחקר, הקבוצות ממשיכות לשיתוף פעולה בפרויקטים משותפים רבים. - קבוצות מסוימות ימשיכו בשיתוף הפעולה לאחר קבלת תוצאות הניסויים, על מנת לתכנן את המשך המחקר.
שיתוף הפעולה המשיך בין חלק מהחוקרים	- שיתוף הפעולה קל יותר כאשר החוקרים מגיעים מאותה אוניברסיטה. - שיתוף הפעולה מתאפשר בין חלק מהחוקרים במקרה וישנם חוקרים רבים במחקר. - שיתוף הפעולה בין חוקרים באותו מחקר ממשיך עם חוקרים שכבר היה איתם שיתוף פעולה בעבר. - שיתוף פעולה בין חלק מהחוקרים המשיך היות והם קיבלו מימון נוסף (למשל, במסגרת תכנית קמין). - על מנת לפרסם מאמרים או להציג את המחקר בכנסים. - שיתוף הפעולה המשיך בין חוקרים המעוניינים להמשיך לקדם את תחום המחקר הנוכחי או עבודה על פרויקטים נוספים.
שיתוף הפעולה עם החוקרים בתכנית הוביל לשיתופי פעולה נוספים במחקרים אחרים	- שיתוף פעולה בין חוקרים המתבטא בכתיבת הצעת מחקר נוספת תוך ניסיון למצוא מקור מימון (בארץ או בחו"ל), או בעבודה על מחקר המשך משותף. - שיתוף פעולה בין חוקרים בכתיבת מאמרים משותפים.
שיתוף הפעולה לא המשיך	- בשל עומס עבודה של החוקרים. - פרישה של שותפים. - חוסר הצלחה בגיוס מימון להמשך המחקר. - מיצוי היכולות של הצדדים השותפים. - רמת שיתוף הפעולה הייתה נמוכה.

בטבלה 9 מוצגת חוות דעתם של החוקרים לגבי מה יכול להוביל לשיתוף פעולה טוב יותר בין קבוצות המחקר במחקרים של תכנית התשתיות.

טבלה 9: גורמים שיכולים להוביל לשיתוף פעולה טוב יותר בין קבוצות המחקר בתכנית התשתיות

נושא	הערות החוקרים
מימון	- מימון לטווח ארוך יותר או הגדלת היקף התקציב בכל מענק מחקר, מימון המשך ומענקי מחקר לפרויקטים מצליחים. הגדלת מספר מענקי המחקר. צוין כי חסרות מסגרות לאומיות (מלבד משרד המדע) למימון (כגון ות"ת, קרן המחקר הלאומית, קופות החולים, וכד'). - הפורמט הנוכחי של מענקי מחקר יעיל ביותר לעידוד שיתוף פעולה בין קבוצות המחקר. - עלתה בקשה לגמישות בניצול כספי ארגון כנס גם לאחר תום המענק הרשמי.
תחומי התמחות ועניין מגוונים ומשלימים	- נדרשים תחומי ההתמחות שונים של חברי הצוות שיהוו השלמה אחד של השני ויאפשרו מחקר מולטי-דיסציפלינרי הדרוש גם להגברת המעורבות של כל חבר בקבוצה. חוקרים אחרים ציינו כי כדאי שתהיה חפיפה מסוימת בתחומי המחקר של החוקרים. - מומלץ שלפחות אחד מחברי הקבוצה יתמחה בתחום ממנו מגיעים הנתונים (לדוגמא, אם מדובר במידע קליני, רצוי שחוקר כלשהו יגיע מהתחום הקליני). - תחומי עניין משותפים לחברי הקבוצה. - לכל קבוצה תהיה את המומחיות שלה הנדרשת למחקר.
כנסים להצגת המחקרים	- לעודד כנסים משותפים וסמינרים בזמן העבודה על המחקר לקבלת משוב מחוקרים אחרים. - ליזום אירועים להצגת שיתוף הפעולה בשלבים מתקדמים של הפרויקט. - לקיים כנס מסכם של הפרויקט.
שיתוף פעולה	- לא ניתן לכפות שיתוף פעולה (על ידי גורמים חיצוניים). - צריכה להיות אחריות מוגדרת של כל קבוצת מחקר על חלקה בפרויקט וחלוקה נכונה של המשימות, כאשר כל משימה נעשית בזמן. אם יש עיכוב באחת המשימות, נדרש שיתוף ידע על מנת להפנות יותר משאבים לעזרה למתעכבים. - המשך שיתוף הפעולה של חוקרים אינו תלוי בתכנית התשתיות אלא בתחומי המחקר של החוקרים עצמם שמשתנים עם הזמן. - שיתוף סטודנטים - העמקת שיתופי פעולה עם קבוצות חוקרים מחוץ לארץ. - עידוד שיתוף הפעולה על ידי מתן בונסים למאמרים משותפים.
ציוד	ציוד משותף.
פיקוח	- לדרוש תוצרים מפורשים שמבטאים שיתוף פעולה בין חברי הפרויקט, למשל, הממצאים הראשוניים באמצע הפרויקט תוך כדי הכנת מצגת משותפת ובהשתתפות כל קבוצות המחקר הרלוונטיות. - נדרשת ביקורת טובה יותר וקביעת אמות מידה להצלחה, מעקב יזום או דרישה לתכנית המשך.
ניהול	הקלה באדמיניסטרציה בניהול המחקר והתקציב (נסיעות והשתתפות בכנסים בחו"ל, קניית ציוד קבוע).

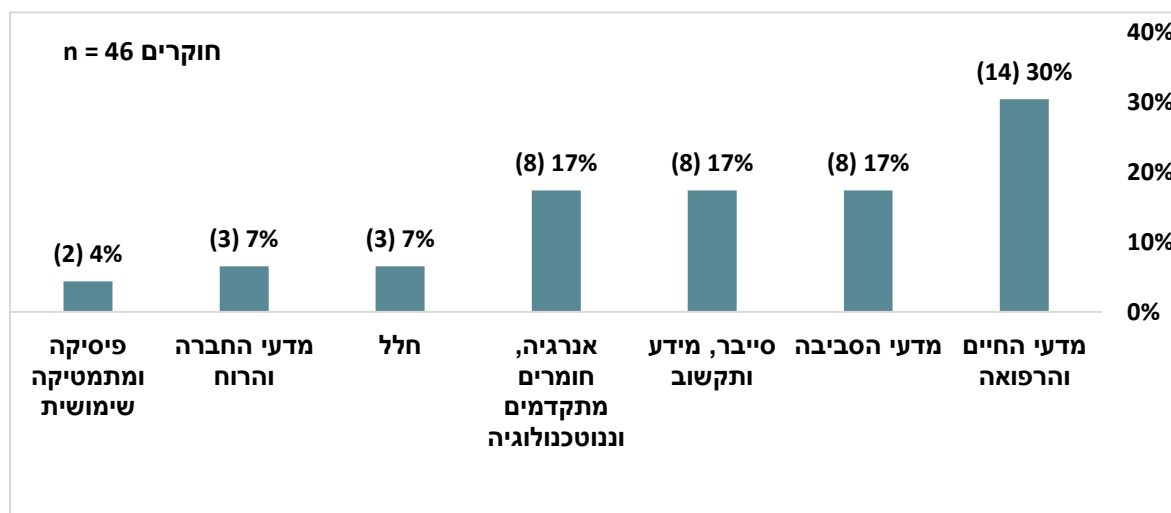
3.3 קבלת מענקי מחקר

לשאלה, 'האם קיבלת ISF למחקר כלשהו לפני קבלת המענק במסגרת תכנית התשתיות?', ענו 188 חוקרים. כ- 24% מהם דיווחו שקיבלו מענק ISF. באיור 9 מוצגת התפלגות החוקרים שקבלו ISF לפי תחומי מחקר. ניתן לראות שכשליש מהחוקרים שבצעו מחקרים

בתחום מדעי החיים והרפואה קבלו ISF. לעומתם, מעטים החוקרים שקבלו את המענק בתחומים של: מדעי הרוח והחברה (7%), חלל (7%) ופיסיקה ומתמטיקה שימושית (4%).

46 חוקרים מ-42 מהמחקרים שהשתתפו בתכנית בשנים 2005-2015, דיווחו על קבלת ISF. ב-90% מהמחקרים האלה, רק חוקר אחד קיבל ISF וב-10% מהמחקרים שני חוקרים מצוות המחקר קיבלו ISF.

איור 9: אחוז התפלגות מקבלי מענק ISF לפי תחומים (אחוז/מספר החוקרים)



על השאלה, 'מה הייתה ההשפעה של קבלת ISF על המחקר, לעומת המענק שקיבלת בתכנית התשתיות?', ענו 44 חוקרים. כשליש מהמשיבים ענו כי ל-ISF היה השפעה גדולה יותר מאשר למענק שניתן בתכנית התשתיות. הסיבות העיקריות לכך היו: שמענק ה-ISF ניתן לטווח זמן ארוך יותר, שסכום המענק היה גדול יותר ושיש גמישות רבה יותר בניצול כספי המענק.

טבלה 10: השפעת המענק שקיבל החוקר ב-ISF לעומת המענק שקיבל בתכנית התשתיות

תשובות החוקרים	נושא
- מענק ה-ISF העניק גמישות רבה יותר בניצול הכסף, ובכך אפשר לשנות ולהתאים את המחקר במסגרת התהליך. - גובה המענק שניתן ב-ISF היה גבוה יותר מזה שניתן בתוכנית התשתיות ולכן השפעתו הייתה גדולה יותר. - השפעת ה-ISF גדולה יותר כי הוא ניתן לטווח ארוך יותר (4 שנים) ומאפשר לכן מחקר עמוק ומקיף יותר. - אופן ניהול המענקים ב-ISF מקצועי יותר ומסודר יותר, פחות בירוקרטי וגמיש יותר. - ה-ISF עזר בהקמת מעבדה.	מענק ה-ISF בעל השפעה גדולה יותר (34% מכלל התשובות)
- השפעת שניהם טובה וזהה. שני המענקים תרמו מאד להתקדמות המחקר. - השילוב בין המענקים בין שני פרויקטים אפשר את קפיצת הדרך המחקרית בהטמעת טכנולוגיה שפותחה בפרויקט אחד ויושמה בפרויקט השני.	השפעה דומה (14% מכלל התשובות)
- ה-ISF היה על סכום נמוך יותר שהתחלק עם שותף ולכן השפעתו הייתה נמוכה יותר. - ה-ISF התקבל עבור נושא שונה שבו ההשפעה שלו הייתה מועטה יותר.	מענק ה-ISF בעל השפעה נמוכה יותר (16% מכלל התשובות)
- אלה שני מענקים שונים מאד: ה-ISF היה מענק אישי עבור פרויקט יחסית קטן. מענק התשתיות היה בסקאלה יותר גדולה ואפשר הקמת טכנולוגיות שלא היו קיימות במעבדה. - המענק שהתקבל מ-ISF היה עבור מחקר בסיסי. - מענק ה-ISF היה אישי ותרם יותר למחקר הספציפי של החוקר. תכנית התשתיות תרמה למחקר משותף. לחקר שטחים יותר חדשים בעלי אופי יישומי יותר.	לא ניתן להשוות בין המענקים (36% מכלל התשובות)

3.4 סטטוס נושא המחקר כיום

לשאלה לגבי סטטוס המחקר כיום ענו 295 חוקרים (78% מכלל החוקרים שהשתתפו במחקר).
ב-74% מהמחקרים החוקרים המשיכו במחקר לאחר סיום השתתפותם בתכנית התשתיות.

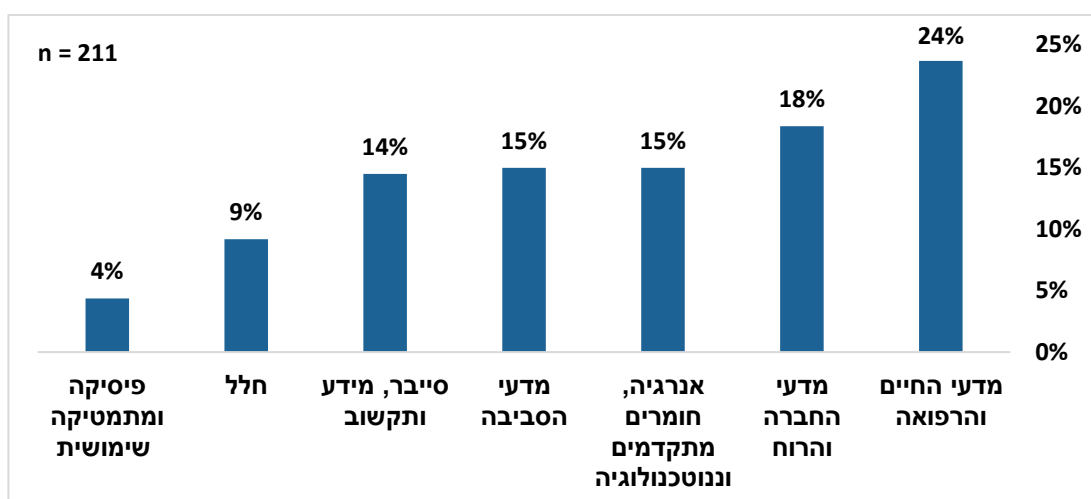
טבלה 11: המשך פעילות בנושא המחקר לאחר סיום התכנית

נושאים	תשובות החוקרים
מאמרים/ספרים/פטנטים/כנסים	כתיבת מאמרים ופרסומם, כתיבת ספר, הצגה בכנסים, בועדות כנסת ומול גופים רלבנטיים, ורישום פטנטים.
התקדמות במחקר	הרחבות תיאורטיות למודל המחקר, עריכת ניסויים במחקר כולל ניסויים קליניים ברפואה והמשך פיתוח של כלים חדשים.
יישום תוצאות המחקר	יישום טכנולוגיות במחקר (לדוגמא, טכנולוגיות חדשניות לספיגת מזהמים מגזי שריפה, מערכת מתקדמת לאגירת מימן ואנרגיה, שיטות לחיבור תמונות), פיתוח ויישום של כלים חדשים (יישום מדדים בניירופידבק, תשתית לחיפוש פלנטות, מיקרוסקופ תלת ממדי), יישום של גישות חדשות בתחום המחקר (לדוגמא, אסטרטגיות חדשות להבנת תהליכים ביולוגיים).
פרויקטים המחכים להמשך מימון	מספר חוקרים דיווחו שהם הגישו בקשות למימון נוסף (למשל, מגנטון, horizon 2020).
מחקרי המשך	מספר חוקרים דיווחו על מחקרי המשך לאור התוצאות/ההישגים של המחקרים במסגרת תכנית התשתיות והתפשטות לכיוונים חדשים.
מימוש מסחרי	שני חוקרים דיווחו על המשך למימוש מסחרי. חוקר אחד ציין שהמחקר הגיע למימוש מבחינה מסחרית בארץ ובחו"ל, והחוקר השני ציין שנערכים כעת מאמצים מצד הגורמים המממנים להעביר את המחקר לשלב הפיתוח המסחרי.
שיתופי פעולה	המחקר בתכנית פתח דלת לשיתופי פעולה עם קבוצות מחקר מובילות בעולם.

הסיבות שניתנו למחקרים שלא המשיכו לאחר סיום השתתפותם בתכנית התשתיות: חוסר התקדמות במחקר, הפסקת המחקר באמצע, החוקרים השותפים למחקר המשיכו בעבודה על מחקרים אחרים בתחומם, או שרק חלק מהחוקרים המשיכו לעבוד על נושא המחקר.

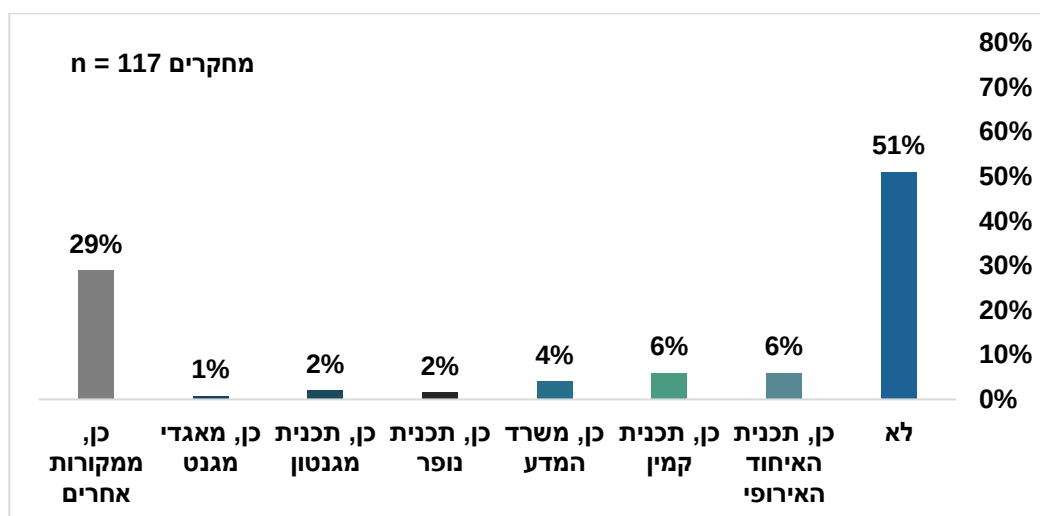
באיור 10 מוצגת התפלגות המחקרים שהמשיכו לאחר סיום השתתפותם בתכנית התשתיות לפי תחומים. כמחצית מהמחקרים היו בתחומי מדעי החיים והרפואה ומדעי הרוח והחברה. לעומתם, מחקרים שהמשיכו בתחומי החלל הפיסיקה והמתמטיקה השימושית מהווים רק 13% מכלל המחקרים הממשיכים. מבחן חי בריבוע הראה כי הקשר בין המשך המחקרים לבין תחום המחקר הינו מובהק וחיובי בעוצמה בינונית ($\chi^2 = 19.28, p < 0.01, \text{Cramer's } V_c = 0.260$).

איור 10: התפלגות מחקרים שהמשיכו לאחר סיום התכנית, לפי תחומים (באחוזים)



לשאלה, האם תכנית התשתיות היוותה גורם מסייע לקבלת מענקים אחרים בסיום התכנית, התקבלו תשובות לגבי 117 מחקרים (52% מכלל המחקרים עליהם קיבלנו מענה לשאלון). מהם, 49% מהמחקרים (57 מחקרים) דיווחו שתכנית התשתיות היוותה גורם מסייע לקבלת מענקים אחרים למחקר בסיום התכנית. באיור 11 מוצגת התפלגות מענקי המחקר שקיבלו מחקרים בהמשך לתכנית התשתיות.

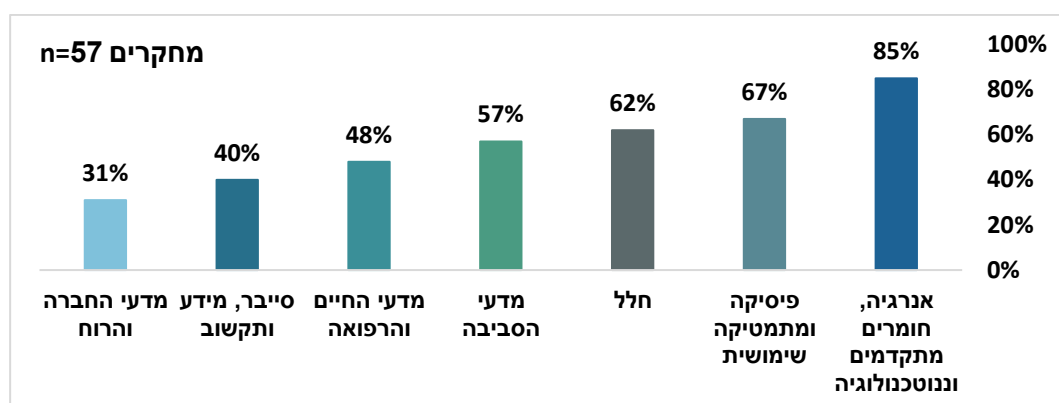
איור 11: התפלגות המענקים שקיבלו מחקרים לאחר סיום התכנית (באחוזים)



*אחר: ב- 29% מהמחקרים דווח כי התקבלו מענקים מקרנות מקומיות אחרות (המדען הראשי של משרד החקלאות ופיתוח הכפר, משרד האנרגיה, מכון גזית גלוב לחקר הנדל"ן, מימון פנימי של הטכניון ועוד).

איור 12 מציג את התפלגות התשובות לגבי מענקים שהתקבלו לאחר סיום התכנית לפי תחומים. התחומים שבהם התקבלו הכי הרבה מענקים בסיום התכנית היו: אנרגיה, חומרים מתקדמים וננוטכנולוגיה (85% מהמחקרים בתחום), פסיקה ומתמטיקה שימושית (67% מהמחקרים בתחום). לעומתם, מיעוט המענקים שהתקבלו היו בתחומים של סייבר, מידע ותקשוב (40% מהמחקרים בתחום) מדעי הרוח והחברה (31% מהמחקרים בתחום). מבחן חי בריבוע מצא כי הקשר בין קבלת מענקים להמשך המחקר בסיום התכנית לבין התחומים הינו מובהק וחיובי, בעוצמה בינונית ($\chi^2 = 14.69$, $p < 0.05$, Cramer's $V_c = 0.354$).

איור 12: התפלגות קבלת מענקים אחרים לאחר סיום התכנית על פי תחומים (באחוזים)



4. תפוקות המחקרים שבוצעו במסגרת תכנית התשתיות

תפוקות המחקרים שבוצעו במסגרת תכנית התשתיות בשנים 2005-2015 מופיעות בטבלה 12. הממצאים נספרו ברמת המחקר. במחקרים שבהם ענו על השאלון מספר חוקרים שהשתתפו באותו מחקר תשובות שונות לגבי מדד מסוים, נלקחה התשובה החיובית, בהנחה שהיה מידע חסר לשאר החוקרים. הנתונים מוצגים בשני אופנים: מספר המחקרים שענו שהושגה בהם התפוקה ואחוז המחקרים שדווח שהייתה בהם התפוקה.

טבלה 12: התפוקות של המחקרים בתכנית התשתיות

תפוקות	מספר המחקרים שהושגה בהם התפוקה	אחוז המחקרים שהושגה בהם התפוקה מתוך כלל המחקרים שהתקבל עבורם מענה
פרסום מאמרים	147	65%
פותחה או נוספה תשתית למעבדה	82	36%
ארגון כנס/הצגת המחקר בכנס	69	30%
נוצר דו שיח עם התעשייה	68	30%
שופרו טכנולוגיות, מוצרים, שירותים או תהליכים קיימים	62	27%
יישום בתעשייה	45	20%
הוגשה בקשה לרישום פטנט	38	17%
ממצאי המחקר הועברו למוסדות הממשל/מוסדות ציבוריים	34	15%
נרשם פטנט	32	14%
המחקר קיבל מימון נוסף מתכניות/קרנות נוספות	31	14%
ממצאי המחקר השפיעו על המדיניות המיושמת בפועל	23	10%
שיתופי פעולה עם חוקרים וגופים בחו"ל	18	8%
רישיונות לשימוש בטכנולוגיה	9	4%
הוקמה חברה שהמחקר בתכנית התשתיות תרם להקמתה	4	2%
שיתופי פעולה עם חוקרים נוספים בארץ	2	1%

ניתן לראות, שהתפוקה הגבוהה ביותר של המחקרים שבוצעו במסגרת התכנית, הינה פרסום של מאמרים. הדבר מתאים לאופי המחקרים בתכנית שהינו בסיסי עם אופק יישומי.

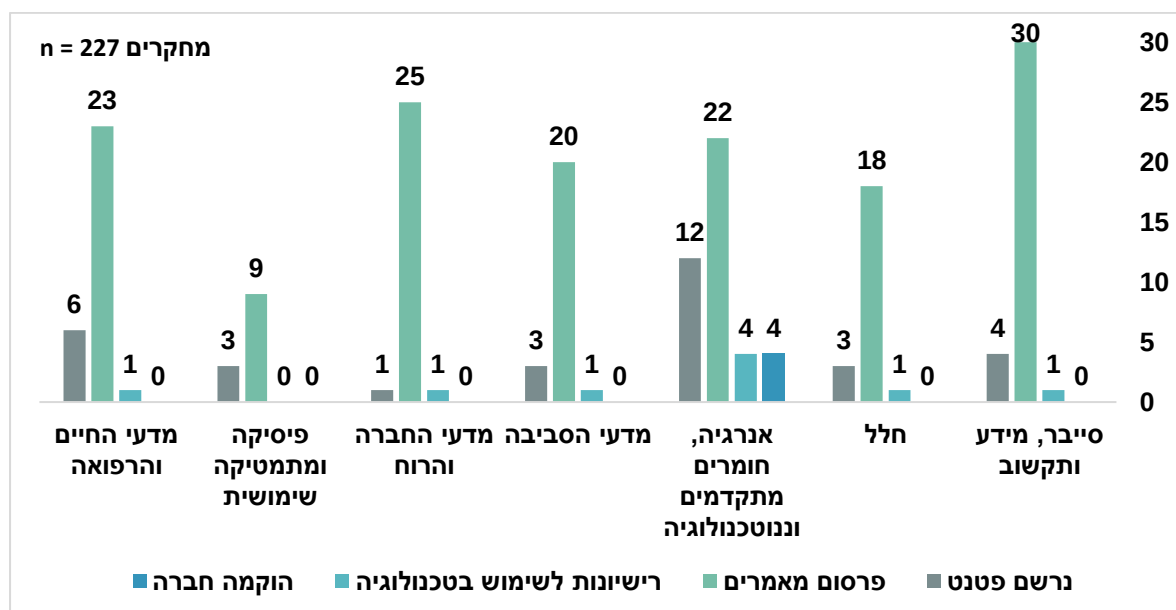
תפוקות גבוהות נוספות של המחקרים היו: פיתוח תשתית נוספת למעבדה, הצגה של תוצאות המחקר בכנסים, יצירת דו שיח עם התעשייה ושיפור של טכנולוגיות/מוצרים או שירותים. תפוקות שקשה יותר להשיג בעקבות המחקרים היו פטנטים, הקמת חברות ומתן רישיונות לשימוש בטכנולוגיות.

ב- 18 מחקרים דווח על יצירת שיתופי פעולה עם קבוצות מחקר ועם חוקרים מחו"ל (לדוגמא, הצטרפות לגופים בינלאומיים ואירופאים). במחקר אחד צוין כי הפרויקט זכה בפרס בינלאומי על טכנולוגיה מבטיחה.

באיור 13 מוצגות התפוקות של המחקרים לפי תחומים. בתחום מדעי הרוח והחברה, שהוא אחד מהתחומים בהם הכי הרבה מחקרים הניבו פרסומים, יש מעט מאוד יישומים מסחריים. לעומת זאת בתחומים: אנרגיה, חומרים וננוטכנולוגיה, סייבר מידע ותקשוב ומדעי החיים והרפואה, קיימים יישומים מסחריים.

מספר הפטנטים הגבוה ביותר נרשם בתחום אנרגיה, חומרים וננוטכנולוגיה.

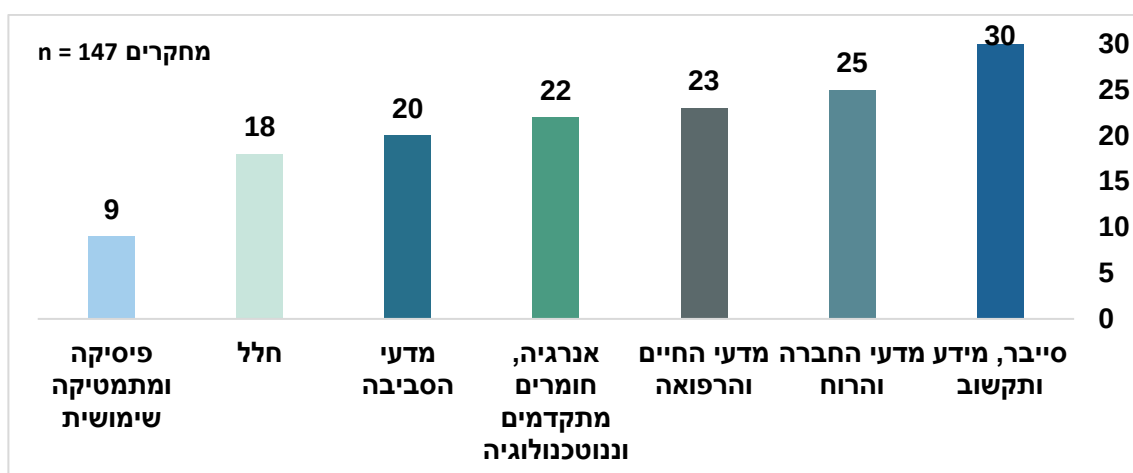
איור 13: מספר המחקרים בהם התקבלו תפוקות לפי תחומים



4.1 פרסום מאמרים

ב-147 מחקרים מתוך 227 מחקרים שעליהם קיבלנו מענה לשאלה זו, דווח שהתפרסמו מאמרים. התחומים שבהם פורסמו המספר הרב ביותר של מאמרים היו סייבר, מידע ותקשוב (30 מחקרים) ומדעי הרוח והחברה (25 מחקרים) והם מהווים יחד כ- 37% מכלל הפרסומים. לעומתם, בתחום הפיסיקה והמתמטיקה השימושית התפרסמו מאמרים בתשעה מחקרים בלבד.

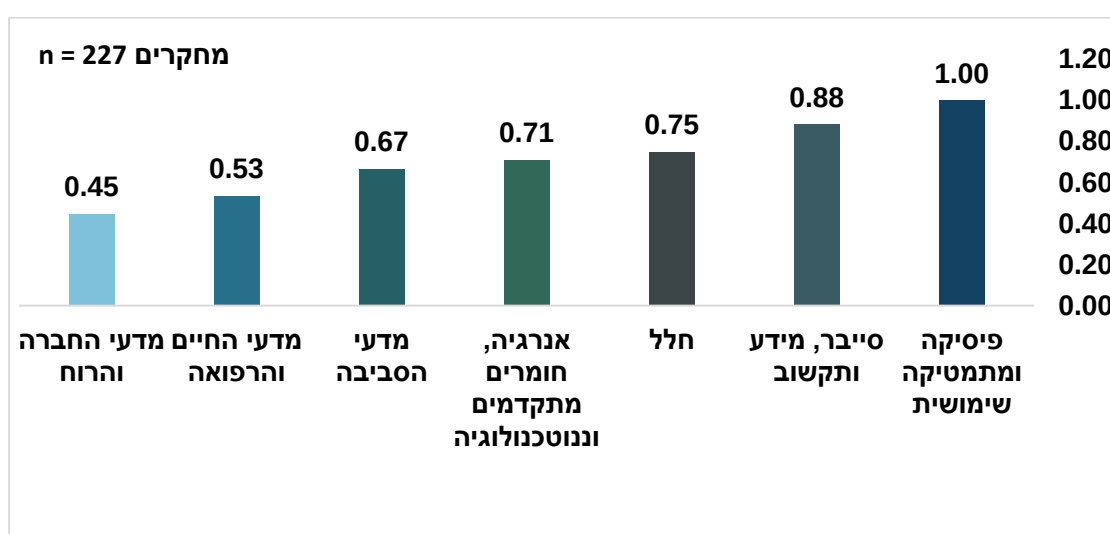
איור 14: מספר המחקרים בהם פורסמו מאמרים לפי תחומים



ממוצע המחקרים בהם פורסמו מאמרים בכל תחום חושב לפי מספר המחקרים בהם פורסמו מאמרים בתחום מסוים חלקי מספר המחקרים בתחום (איור 15).

ניתן לראות כי בתחום הפיסיקה והמתמטיקה השימושית פורסמו מאמרים בכל המחקרים שהשתתפו בתכנית. בתחום החלל אמנם מספר המחקרים שבוצעו במסגרת התכנית ופורסמו מאמרים היה נמוך יחסית (18 פרסומים), אך יחסית לכמות המחקרים שבוצעו במסגרת תכנית התשתיות בתחום זה, ממוצע המחקרים בהם היו פרסומים הינו גבוה (0.75 מחקרים בממוצע). במדעי החיים והרפואה ובמדעי הרוח והחברה פורסמו מספר גבוה של מאמרים (23 מאמרים במדעי החיים והרפואה ו-25 מאמרים במדעי הרוח והחברה), אך יחסית למספר המחקרים שבוצעו במסגרת התכנית בתחום, פורסמו בממוצע מעט מאמרים לתחום (0.53 מאמרים בממוצע במדעי החיים והרפואה ו-0.45 מאמרים בממוצע במדעי הרוח והחברה).

איור 15: ממוצע המחקרים בהם פורסמו מאמרים לפי תחומים

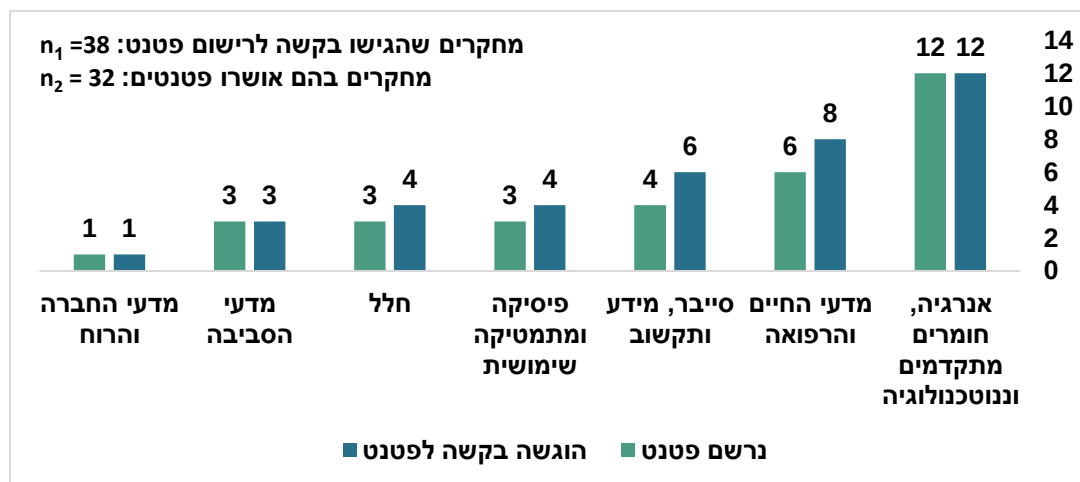


4.2 פטנטים

ב-38 מחקרים הוגשה בקשה לרישום פטנט, ב-32 מחקרים אושרו פטנטים. באיור 16 מוצגים מספר הפטנטים שהוגשו ונרשמו בכל תחום. בתחום אנרגיה, חומרים וננוטכנולוגיה הוגשו מספר הפטנטים הגבוה ביותר (12 פטנטים), כולם הם כיום פטנטים רשומים.

נערך מבחן t בלתי תלוי, על מנת לבדוק האם קיים הבדל בין מחקרים ממשיכים לבין מחקרים שהסתיימו, במספר הפטנטים שהוגשו ובמספר הפטנטים שנרשמו. התוצאות הראו שקיים הבדל מובהק בין מחקרים ממשיכים למחקרים שהסתיימו במספר הפטנטים שהוגשו ($t(30) = 2.06, p < 0.05$), כך שמספר הפטנטים היה גבוה יותר במחקרים ממשיכים ($M=0.79, SD=0.88$) ממספר הפטנטים שהוגשו במחקרים שהסתיימו ($M=0.13, SD=0.35$). כלומר, קיים סיכוי גבוה יותר שבמחקרים ממשיכים יהיה מספר גדול יותר של פטנטים שהוגשו. בנוסף, התקבל הבדל מובהק בין מחקרים ממשיכים למחקרים שהסתיימו במספר הפטנטים שנרשמו ($t(25) = 1.61, p < 0.05$), כך שמספר הפטנטים שנרשמו במחקרים ממשיכים היה גבוה יותר ($M=0.68, SD=0.95$) ממספר הפטנטים שנרשמו במחקרים שהסתיימו ($M=0.13, SD=0.35$). כלומר, קיים סיכוי גבוה יותר שבמחקרים ממשיכים יהיה מספר גדול יותר של פטנטים נרשמים. מתוך תוצאות אלו, ניתן להסיק, כי יש יתרון בתמיכה במחקרים כך שיהיה להם המשך.

איור 16: מספר פטנטים שהוגשו ונרשמו לפי תחומים



4.3 הקמת חברות

נושא הקמת החברות במחקר הנוכחי נסקר לגבי כל השנים בהן התכנית פועלת (ולא רק לגבי התקופה שנבחנה במחקר ההערכה הנוכחי).

יש לציין, שכל החוקרים שדיווחו על הקמת חברות ציינו שהחברות לא הוקמו כתוצאה ישירה של הידע שפותח במחקר שהתבצע במסגרת תכנית התשתיות. משרד המדע תרם באמצעות תכנית התשתיות נדבך מסוים יחד עם מלגות ופרויקטי מחקר רבים נוספים שבאו אחריו, להקמת החברות.

בשלושת המחקרים להערכת תכנית התשתיות שבוצעו במוסד נאמן נמצא, שבמהלך השנים הוקמו 14 חברות שלמחקר שהתבצע במסגרת תכנית התשתיות הייתה תרומה, בצד תרומות נוספות, להקמתן.

10 מהחברות האלה פעילות גם כיום: Medgenics Medical Inc, Intec Pharma LTD, NanoMaterials, Consumer Physics Inc. (SCiO), VisIC Technologies LTD, Advanced Mem Tech Ltd, NRGstorEdge, Nanosynex נוסדה בשנת 2017, MercuRemoval Ltd, נוסדה בשנת 2015, Salamandra Zone, נוסדה בשנת 2013.

שווי השוק המשותף של החברות שלגביהן יש לנו מידע (לפי מדדי שוק מקובלים) מוערך בכ-658 מיליוני ש"ח. גם המשקיעים הביעו אמון בחברות אלו והן הצליחו לגייס במהלך שנות פעילותן סכום של כ-459 מיליוני ש"ח מקרנות השקעה, ממשקיעים פרטיים ומהנפקה ציבורית (טבלה 13). ארבע מהחברות הפסיקו את פעילותן (טבלה 14).

מבין ארבע החברות שהפסיקו את פעילותן, ראוי לציין את Chiaro Networks Ltd אשר זכתה לאמון גדול מצד המשקיעים, והצליחה לגייס כ-741 מיליוני ש"ח בטרם נסגרה בשנת 2005 עקב היקלעות לקשיים תזרימיים וכישלון מו"מ למכירתה לאחת מיצרניות הציוד הגדולות.

טבלה 13: חברות שנוצרו על בסיס ידע ממחקרים בתכנית התשתיות^{7, 8}

שם החברה	שנת הקמת החברה	תיאור פעילות החברה	מספר עובדים ⁷ (שנת 2017)	גיוסי הון (מיליוני ש"ח) ^{7, 8}	הערכת שווי (מיליוני ש"ח) ^{7, 8}	השלב בו נמצאת החברה	המחקר בתכנית התשתיות שתרתם להקמת החברה
Intec Pharma Ltd	2000	השבחת תרופות	37	108 (שנת 2017)	181 (שנת 2017)	R&D נסחרת בבורסה לניירות ערך בתל אביב	פיתוח טכנולוגיה להרחבת הפוטנציאל התרופותי של תרופות בעלות חלון ספיגה צר על ידי מערכות מתכלות המשתהות בקיבה (מחקר משנת 2000)
Medgenics Medical Ltd	2000	מחקר ופיתוח מוצרים תרופתיים המבוססים על חלבונים	40	112 (שנת 2012)	230 (שנת 2012)	R&D, החברה נסחרת בבורסת ניו-יורק (NYSE)	שיטה חדשנית לריפוי גנטי באמצעות תרבויות מרוכבות תלת ממדיות (מחקר משנת 2000)
NanoMaterials Ltd ⁹	2002	פיתוח אפליקציות מסחריות המתבססות על מבנים וחומרים ננומטרים	28	62 (שנת 2008)	247 (שנת 2008)	initial revenue	חישובי שדה קרוב המבוססים על שילוב של ננו-צינור וננו-חלקיק לפיתוח חיישנים כימיים, מגנטו-אופטיים ושימושים נוספים בעלי חשיבות (מחקר משנת 2000)
VisIC Technologies LTD	2010	פיתוח טכנולוגיה למערכות המרת הספק חשמלי	18	62 (שנת 2017)	-	initial revenue הוקמה ע"י יוצאי חברת גל-אל	אלקטרוניקה להספק גבוה תדר גבוה וטמפרטורה גבוהה המבוססת על מבנים מעורבים של גליום ניטריד (מחקר משנת 2000)

⁷ IVC Research Center Ltd. הנתונים אוזרו ממאגר המידע בדצמבר 2017.
⁸ נתוני הכספים של גיוסי ההון והערכת השווי פורסמו ב- IVC Research Center Ltd בדולרים. שער ההמרה מדולרים לשקלים נקבע פי שער ההמרה שפורסם על ידי בנק ישראל בחודש דצמבר של השנה הרלבנטית. הנתונים הכספיים בטבלה, לאחר ההמרה, מבוססים במונחי שנת 2015 לפי נתוני מדד המחירים לצרכן אשר התקבלו מהלמ"ס.
⁹ לשעבר ApNano Materials

שם החברה	שנת הקמת החברה	תיאור פעילות החברה	מספר עובדים ⁷ (שנת 2017)	גיוסי הון (מיליוני ₪) ^{7,8}	הערכת שווי (מיליוני ₪) ^{7,8}	השלב בו נמצאת החברה	המחקר בתכנית התשתיות שתרם להקמת החברה
Advanced Mem Tech Ltd	2010	פיתוח ממברנות חדשניות לתהליכי טיפול וסינון מים	15	25 (שנת 2014)	-	initial revenue	פיתוח ושיפור ממברנות לתהליכי הפרדה (מחקר משנת 2006)
Consumer Physics (SCiO) Inc.	2011	מערכות בדיקה אופטיות לעולם הרפואה והמזון	50	88 (שנת 2016)	-	R&D	התקנים ננו-פוטוניים דינמיים ונשלטים בסיליקון (מחקר משנת 2006)
MercuRemoval Ltd	2015	Absorption technology for removal of mercury from fuel gas .emissions	6	2 (שנת 2015)	-	seed	ננו-חומרים כזרזים חדשניים לשימושים מתקדמים בסינתזה כימית וטיפול מחמצן של שפכים תעשייתיים (מחקר משנת 2005)
NRGStorEdge	2015	Safe and inexpensive use in no-emission Hydrogen-powered .vehicles	8	-	-	R&D	
Salamandra Zone	2013	treats and purifies toxic gases in extremely high concentrations.	10	-	-	initial revenue	
Nanosynex Ltd	2017	Rapid Diagnostic Test for Bacterial Infections	5	-	-	Seed	פלטפורמה מיקרופלואידית של מעבדה על שבב מבוססת דיאלקטרופוטטיקה, ננו-חלקיקים וטיפות ננו ליטרליות לאנליזה וסריקת תאים בודדים (מחקר משנת 2011)

טבלה 14: חברות שאינן פעילות

שם החברה	השנים בהן פעלה החברה	תיאור פעילות החברה	מספר עובדים ¹⁰
PolyEitan Composites LTS	1996-2005	טכנולוגיות מערכות ידע פוליאתילן	5
Enbaya Inc	1999-2002	פיתוח פתרונות לתלת מימד באינטרנט	24
Chiaro Networks Ltd	1997-2005	מתגים אופטיים לתעשיית הטלקומיוניקציה	125
Carbon Valley Technologies (CVT) Ltd	2007-2008	פיתוח רכיב למסכי תצוגה שטוחים	5

¹⁰ מספר העובדים נלקח מ- IVC Research Center Ltd. . הנתונים אוחדו ממאגר המידע בדצמבר 2017.

במחקר הנוכחי, שכלל מחקרים שקיבלו מימון בשנים 2005-2015, התקבל מענה חיובי מארבעה מחקרים לשאלה לגבי הקמת חברה:

1. במחקר 'ננו-חומרים כזרזים חדשניים לשימושים מתקדמים בסינתזה כימית וטיפול מחמצן של שפכים תעשייתיים' – צוין שהוקמו 3 חברות שגם המחקר שנערך במסגרת תכנית התשתיות תרם להקמתן: MercuRemoval Ltd, NRGstorEdge, Salamandra Zone. ועוד חברה שנמצאת בתהליכי הקמה: Plastic to NRG.

2. במחקר 'פלטפורמה מיקרופלואידית של מעבדה על שבב מבוססת דיאלקטרופוטקה, ננו-חלקיקים וטיפות ננו ליטרליות לאנליזה וסריקת תאים בודדים' – צוינה חברה בשם: Nanosynex, שהוקמה בשנת 2017.

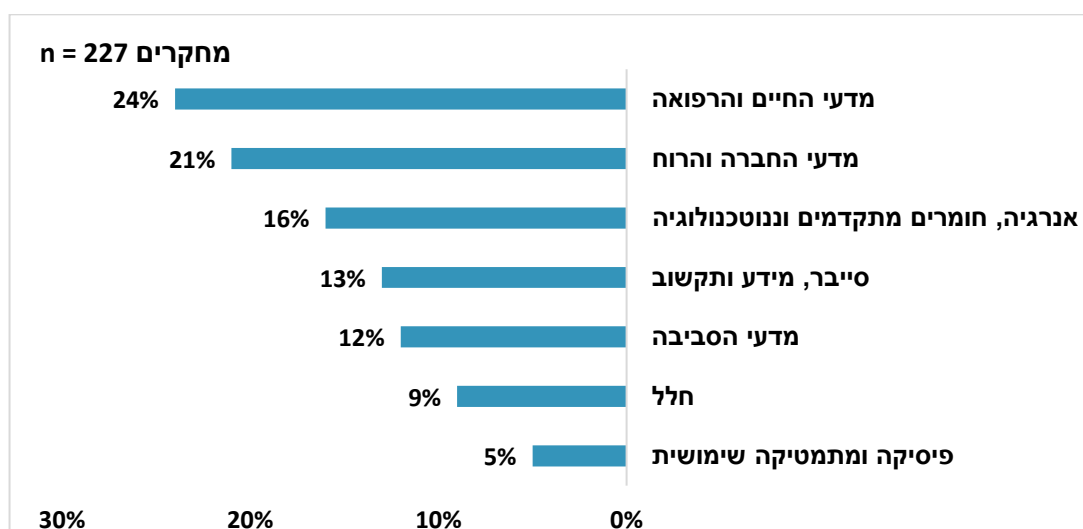
3. במחקר 'התקנים ננו-פוטוניים דינמיים ונשלטים בסיליקון' – צוינה חברה בשם Consumer Physics Inc. (SCiO).

4. במחקר 'פיתוח ושיפור ממברנות לתהליכי הפרדה' – צוינה חברה בשם Advanced Mem Tech Ltd.

4.4 הכשרת סטודנטים

בכל המחקרים עליהם התקבל מענה דווח על השתתפות סטודנטים במחקרים. סה"כ צוינו 353 סטודנטים לתארים שונים, שהשתתפו במחקרים. מהם, 5% לתואר ראשון, 41% לתואר שני, ו-54% לדוקטורט. בנוסף השתתפו במחקרים 14 בתר-דוקטורנטים. באיור 17 מוצגת התפלגות הסטודנטים במחקרים שהשתתפו בתכנית. ניתן לראות, כי כמחצית מהסטודנטים (45%) השתתפו במחקרים בתחומי מדעי הרוח והחברה, החיים והרפואה. מיעוטם במחקרים בתחומי החלל (9%) ופיסיקה ומתמטיקה שימושית (5%).

איור 17: התפלגות התחומים בהם השתתפו סטודנטים במחקר (באחוזים)



התקדמות המחקר לאחר סיום פעילותו במסגרת תכנית התשתיות

החוקרים התבקשו לתאר את התקדמות המחקר מסיום פעילותו במסגרת תכנית התשתיות ועד היום. 261 חוקרים ענו על שאלה זו.

טבלה 15: התקדמות המחקר מסימו במסגרת תכנית התשתיות

נושאים	תשובות החוקרים
המשך התקדמות במחקר	החוקרים דיווחו על התקדמות המחקר והשגת יעדים: הרחבות תיאורטיות למודל המחקר, עריכת ניסויים במחקר כולל ניסיונות קליניים ברפואה, והמשך של פיתוח כלים חדשים (לדוגמא, טיפול במדיום של קולחין שניוניים, גלישות ימיות ונביעות נוזלים מקרקעית הים). מספר חוקרים דיווחו שהמשך המחקר התאפשר כתוצאה מקבלת מענקים נוספים.
התקדמות לשלב היישום	ישום טכנולוגיות במחקר (לדוגמא, טכנולוגיות חדשניות לספיגת מזהמים מגזי שריפה, מערכת מתקדמת לאגירת מימן ואנרגיה, שיטות לחיבור תמונות), פיתוח ויישום של כלים חדשים (יישום מדדי רשת בנירופידבק, תשתית לחיפוש פלנטות, מיקרוסקופ תלת ממדי), יישום של גישות חדשות בתחום המחקר (לדוגמא, אסטרטגיות חדשות להבנת תהליכים ביולוגיים). שני חוקרים דיווחו על המשך למימוש מסחרי. חוקר אחד ציין שהמחקר הגיע למימוש מבחינה מסחרית בארץ ובחו"ל, והחוקר השני ציין שנערכים כעת מאמצים מצד הגורמים המממנים להעביר את המחקר לשלב הפיתוח המסחרי.
מאמרים/ספרים/פטנטים/כנסים	מספר חוקרים דיווחו כי הם סיימו את המחקר בשטח, את סקירת הספרות וניתוח המידע. והם המשיכו לכתובת ממצאים, כתיבת מאמרים ופרסומם, כתיבת ספר, הצגה בכנסים, בוועדות כנסת ומול גופים רלבנטיים, והוצאה של פטנטים.
פרויקטים המכחים להמשך מימון	מספר חוקרים דיווחו שהם הגישו בקשות למימון נוסף (למשל, מגנטון, horizon 2020).
מחקרי המשך	מספר חוקרים דיווחו על מחקרי המשך לאור התוצאות/ההישגים של המחקרים במסגרת תכנית התשתיות והתפתחות לכיוונים חדשים.
המחקר הסתיים	מספר חוקרים דיווחו על כך שהפרייקט לא המשיך אחרי התקופה של המענק, אם מסיבה של חוסר התקדמות מחקרית, ואם מסיבה של הפסקת הפרויקט באמצע. חלקם דיווח שהחוקרים בפרייקט המשיכו בעבודה על פרויקטים אחרים בתחומם, או שרק חלק מהחוקרים בפרייקט המשיכו לעבוד עליו.

5. התרומה של תכנית התשתיות למחקר

רוב החוקרים שענו על שאלון המחקר ציינו כי ללא המענק, עבודת המחקר לא הייתה יכולה להתבצע. נושאים שצוינו ככאלה שהמענק שהתקבל בתכנית איפשר היו: פיתוח חומרים וטכנולוגיות ושימוש בטכנולוגיות חדשות, יכולת לקיים ניסויים, בחירת כיוון להמשך המחקר, מימוש מחקר בתחום חדש, הקמת תשתיות ארוכות טווח, יכולת התמקדות בהיבטים מעשיים, שיתופי פעולה עם חוקרים נוספים, העסקת דוקטורנטים ופוסט-דוקטורנטים, קליטת כוח אדם מיומן ולפעמים גם שינוי מסלול המחקר.

5.1 משמעות תכנית התשתיות בשלב שבין מחקר בסיסי למחקר יישומי

בראיונות עם המנהלים המדעיים צוינה התרומה הייחודית של תכנית התשתיות לעומת תכניות אחרות המוצעות לחוקרים בהיבטים הבאים:

- זו התוכנית היחידה שתומכת במחקרים בסיסיים בעלי אופק יישומי במשרד המדע והטכנולוגיה.

בין מחקר בסיסי למחקר יישומי. תכנית התשתיות נותנת אפשרות לבצע מחקר.

- **מחקר תשתיתי מבחינת הידע.**
- **בתחומי מדעי הרוח והחברה אפשר להגיש מחקרים יישומיים שמסייעים לעבודת הממשלה**
- חלק מהמנהלים המדעיים סבורים **שהמימון שניתן בתוכנית התשתיות למחקרים** הינו מכובד ויפה וחלק אחר חושבים שהוא נמוך מידי (נתקלנו בשונות זו בדעות גם בראיונות שקיימנו עם חוקרים שביצעו מחקרים במסגרת התוכנית).
- כשמקבלים מימון לשלוש שנים מ-ISF או מקרן אחרת, זה מאפשר מימון לכל מחקר של החוקר למשך שלוש שנים. לתוכנית התשתיות אין תרומה בלעדית. החוקר יצטרך להשיג עוד מקורות מימון כגון מ-Horizon 2020 או לגייס תרומות.
- **מעודדים שיתופי פעולה.** יש לוודא ששיתוף הפעולה אמיתי ולא רק לצורך ההגשה.

על השאלה בשאלון 'מה היתה המשמעות של תכנית התשתיות בשלב שבין המחקר הבסיסי למחקר היישומי', ענו 141 חוקרים. רוב החוקרים ציינו שהתכנית היתה מאוד משמעותית עבורם ועבור המשך המחקר. בטבלה 16 מוצגים הנושאים שעלו מתוך תשובות החוקרים.

טבלה 16: המשמעות של תכנית התשתיות בשלב שבין המחקר הבסיסי למחקר היישומי

נושא	תשובות החוקרים
ידע	יצירה וביסוס של ידע בתחום המחקר (לדוגמא, פרמטרים הנוגעים לאוכלוסיית הנגב, מדיניות והסברה, אי יציבות של מדרונות ימיים, פיתוח אינדקסים של רמת חיים, איכות חיים ואיכות סביבה, אפיון השפעות של טיפולים על תוצאות הטיפול, ניתוח משפטי, חקיקה ופסיקה, והקמה של תשתיות של מידע רפואי).
שיתופי פעולה	התכנית תרמה לשיתוף פעולה עם מכוני מחקר, בתי חולים, חוקרים מהעולם ושיתוף פעולה בין ממסדי.
מימון משאבים	המימון אפשר את המשך המחקר (תשלום על נתונים, מיקום פיזי למחקר, מלגות לסטודנטים, שדרוג הטכנולוגיה ורכישת ציוד הדרושים למחקר).
קידום המחקר היישומי	התכנית היוותה גשר בין התיאוריה לפרקטיקה: עבודות תיאורטיות, ניסויים בשדה ובמעבדה, פיתוח טכנולוגיות חדשות, פיתוח אב טיפוס של מוצרים ושירותים יישומיים, ופיתוח טכנולוגיה לתעשייה (לדוגמא, תרפיה תאית, מחלות קשות, רפואה מותאמת אישית באמצעות שתלים, פיתוח תרופה). התכנית מהווה שלב חיוני לפיתוח התהליך משלב המעבדה לתהליך מסחרי מלא. היא מממנת את השלב המקדים לשילוב בתעשייה (דו-שיח עם התעשייה נוצר בתכנית של משרד הכלכלה: נופר, מגנטון וקמין). התכנית אפשרה רישום פטנטים.

6. הצעות לשיפור

להלן מובאים עיקרי ההצעות לשיפור התכנית שעלו בראיונות עם המנהלים המדעיים, בראיונות עם החוקרים ובמענה שלהם לשאלון המחקר:

העלאת יישומיות המחקרים:

- יצירת עניין ונטווקרינג בקרב קובעי מדיניות מהסקטור הממשלתי והסקטור העסקי. יש צורך להנגיש ולהעביר את המידע לגבי תוצאות המחקרים למדענים הראשיים של משרדי הממשלה.
- פרסום תוצאות המחקרים לציבור הרחב ולגורמים מסחריים למשל באמצעות הצגה של תוצאות המחקרים בפורומים מצומצמים יותר של בעלי עניין מהתעשייה/סקטור ציבורי ומפגשים עם נציגים של ארגונים שעשויים להתעניין ביישום של תוצאות המחקר.
- ליווי של מוביל עסקי למחקר.
- המשך מחקר ופיתוח. צריך זמן ואורך רוח על מנת לאפשר למחקר הבסיסי להיות רחב ומקיף מספיק בשביל שיוביל לפיתוח יישומי.
- סדנאות לחוקרים בנושאים אדמיניסטרטיביים, כגון, כיצד לארגן כנס, ליצור קשרים עם מקבלי החלטות, הדרכה בנושא השלבים להשלמת הפער בין המחקר האקדמי ליישום מעשי ורישום פטנטים.
- עזרה בשכתוב ממצאי המחקר בלשון המוכרת לקובעי מדיניות, בעריכת Press Releases ויחסי ציבור למחקר.
- תמיכה וייעוץ בקשר עם חברות מסחריות, שחוששות מקשר עם האקדמיה בעניין זכויות יוצרים.
- מצד אחד, הוצע שתהיה לחוקרים מחויבות לספק פיתרון יישומי ובהתאם לכך גם יהיה התכנון המחקרי. מצד שני, נאמר שעדיף לא להתמקד ביישומיות ספציפית שמורידה את רמת המחקר הבסיסי.

מימון ומשאבים:

מנהלים מדעיים: יש לעשות חשיבה כללית על התוכנית, כמה כסף יש להקצות לתוכנית? כמה השפעה יש לתוכנית? יש תחושה לעיתים שהתוכנית לא מספיק משמעותית (התחומים צרים, צמצום/הרחבת נושא לפי אחוזי זכיה ועוד).

הצעות שהעלו החוקרים:

- הקצאת משאבים ממשרד המדע למחקרי המשך. תכניות מימון המשך ייעודיות לשלב המעבר ממחקר ליישום ולקידום שיתוף הפעולה עם התעשייה.
- הגדלת גובה התקציב למענקים, כי אין עוד תכניות אשר מממנות את הנישה הזו.
- מימון לפטנטים.
- גמישות תקציבית לרכישת ציוד ומכשור שיעזרו לקדם את המחקר. לאפשר שינוי ייעודי לכסף. צריכה להיות אפשרות לערוך שינויים בשנה השנייה למחקר.
- תכנית מימון מחקרים ל- 4 שנים, כמו ב-ISF, לתת מימון לשנתיים וכעבור שנתיים לבחון מימון שנתיים נוספות.

- לשחרר חוקרים מחיפוש מתמיד אחר תקציבים למחקריהם. לתת ל-4-5 חוקרים כל שנה מימון ושלא יוכלו להגיש בקשה נוספת למימון עד שמסתיים המימון הראשון שקיבלו, כמו ב-ISF, זה מוריד לחץ מהמערכת ומפנה אנשים להשתתף בוועדות שיפוט (למשל, חוקר שמקבל ERC לא מתעסק בתוכניות מימון אחרות).

צורת תמיכה מועדפת:

לשאלה, מהי צורת התמיכה המועדפת בהינתן סכום מסוים לתמיכה במחקרים, 60% מהחוקרים שהשיבו לשאלון טענו שעדיף שתינתן תמיכה למספר מצומצם של מחקרים כך שכל מחקר יקבל מענק גבוה יותר מאשר תמיכה במספר רב של מחקרים עם מענק נמוך יותר. לא היתה הסכמה בין המנהלים המדעיים בראיונות לגבי שאלה זו. חלקם סברו שעדיף לתמוך במספר מצומצם של מחקרים ואז כל אחד מהם יקבל מענק גדול יותר וחלקם, שעדיף לתמוך במספר גדול יחסית של מחקרים שכל אחד מהם יקבל מענק מצומצם יותר.

רוב המנהלים המדעיים סברו שזה תלוי תחום וכל מנהל מדעי צריך להחליט על המדיניות בתחומו, היות שלכל תחום יש צרכים שונים.

עליתה גם הצעה לממן שני מחקרי דגל בסכום גדול ובנוסף מספר מחקרים קטנים.

שיתופי פעולה:

- לשנות תפיסה ולא לחייב את החוקר לחפש שותפים למחקר על מנת לקבל יותר כסף (מנהלים מדעיים).
- דגש על שיתוף פעולה מולטי-דיסציפלינרי ומולטי-דיסציפלינריות של צוות המחקר (חוקרים).

מדדי הצלחה:

- להגדיר מדדים להצלחה (מנהלים מדעיים).
- אחת לתקופה, מעקב אחר התקדמות המחקרים על ידי המנהלים המדעיים ומשרד המדע.
- כשחוקרים מגישים דו"ח מסכם למחקר שעשו בתוכנית התשתיות, יש להכין אותם לכך שלאחר שנתיים עד ארבע מסיום המחקר יפנו אליהם על מנת לעקוב אחר התקדמות המחקר שביצעו. שיהיה מצוין לאן הגיע המחקר ואז ניתן יהיה לשאול לגבי התקדמות המחקר מנקודה זו. להוסיף שאלות: לאן אתה מתכוון להמשיך עם המחקר? כמה קרוב אתה לקבלת מימון להמשך? ועוד.

מערכות המידע:

מערכות המידע כיום אינן מאפשרות שיתוף מבחינה טכנולוגית. צריך להתממשק טכנולוגית עם משרדי ממשלה אחרים (מנהלים מדעיים).

כללי:

- יש מקום לשנות את התהליך כך שכל השופטים והסוקרים בתהליך השיפוט של הצעות שמתקבלות במענה לקולות הקוראים, יקבלו שכר עבור עמלם (מנהלים מדעיים).
- לא לצאת עם יותר מידי קולות קוראים כשהתקציב מצומצם (מנהלים מדעיים).

7. סיכום מחקרים

אוכלוסיית המחקר: 827 חוקרים שהשתתפו ב-287 מחקרים בתכנית התשתיות של משרד המדע והטכנולוגיה בשנים 2005-2015.

שיעור מענה: 79% מהמחקרים (227 מחקרים מתוך 287). 46% מהחוקרים (377 מתוך 827).
תקציב: התקציב הכולל שהעניק משרד המדע והטכנולוגיה ל-287 מחקרים בשנים 2005-2015, היה כ-245 מיליון ש"ח¹¹. התקציב הממוצע למחקר בתקופה זו היה כ-0.9 מיליון ש"ח לשנה, למעט בשנת 2007 שבה התקציב הממוצע למחקר עמד על 1.6 מיליון ש"ח.

מאפייני המחקרים

- 83% מהחוקרים הם ממוסדות אקדמיים. השאר מבתי חולים, מכללות אקדמיות, מכוני מחקר, מרכזי מחקר וחברות.
- ב-71% מהמחקרים השתתפו חוקרים ממוסדות שונים. ב-12% השתתפו חוקרים מקבוצות מחקר שונות באותו מוסד אקדמי ו-17% מהמחקרים בוצעו ע"י חוקר יחיד.

שיתופי פעולה במחקר:

- 67% דיווחו שרמת שיתוף הפעולה במחקר הייתה רבה או רבה מאוד.
- 78% מהחוקרים דיווחו ששיתוף הפעולה ביניהם המשיך לאחר סיומו של המחקר במסגרת התכנית.
- רמת שיתוף הפעולה הגבוהה ביותר נמצאה בתחום אנרגיה חומרים מתקדמים וננוטכנולוגיה וכן בתחום מדעי הרוח והחברה. בתחום החלל ובתחום הסייבר מידע ותקשוב דווח על רמה נמוכה יותר של שיתוף פעולה. חוסר שיתוף פעולה נבע ממורכבות המחקר, הנושאים השונים קשורים לאותה בעיה מרכזית אבל היא רבת פרמטרים וכל חוקר עוסק בהיבט אחר, וכן תקציב מחקר קטן מדי בשביל ליצור חיבור משמעותי.

מענקי מחקר:

24% מהחוקרים שענו על השאלה, ציינו שקיבלו מענק ISF לפני המענק שקיבלו מתכנית התשתיות. כשליש מהם דיווחו כי ל-ISF היה השפעה גדולה יותר מאשר למענק שניתן במסגרת תכנית התשתיות. הסיבות העיקריות לכך היו: שמענק ה-ISF ניתן לטווח זמן ארוך יותר, שסכום המענק גדול יותר ושיש גמישות רבה יותר בניצול כספי המענק.

המשך המחקר:

ב-74% מהמחקרים החוקרים המשיכו במחקר לאחר סיום השתתפותם בתכנית התשתיות, באותו נושא של המחקר או בנגזרת שלו.

הסיבות שניתנו למחקרים שלא המשיכו, באותו נושא, לאחר סיום פעילותם בתכנית התשתיות: חוסר התקדמות במחקר, הפסקת המחקר באמצע, החוקרים השותפים למחקר המשיכו בעבודה על מחקרים אחרים, או שרק חלק מהחוקרים בפרויקט המשיכו לעבוד על המחקר.

¹¹ במונחי שנת 2015

- לגבי מחצית מהמחקרים דווח שהתכנית היוותה גורם מסייע בקבלת מענקי מחקר נוספים לאחר סיומה.
- התחומים שבהם התקבלו הכי הרבה מענקים לאחר סיום התכנית הם: אנרגיה, חומרים מתקדמים וננוטכנולוגיה (85% מהמחקרים בתחום) ופיסיקה ומתמטיקה שימושית (67% מהמחקרים בתחום).

תפוקות/תרומות:

- בכל המחקרים שקיבלו מענק במסגרת התכנית, השתתפו סטודנטים במחקר. סה"כ צוינו 353 סטודנטים שהשתתפו במחקרים. מהם, 5% לתואר ראשון, 41% לתואר שני, ו-54% לדוקטורט. בנוסף, השתתפו במחקרים 14 בתר-דוקטורנטים.
- התפוקה הגבוהה ביותר של המחקרים שבוצעו במסגרת תכנית התשתיות, הינה **פרסומים מאמרים** (65% מהמחקרים). הדבר מתאים לאופי המחקרים בתכנית שהינו בסיסי עם אופק יישומי. התחומים שבהם פורסמו המספר הרב ביותר של מאמרים היו סייבר, מידע ותקשוב ומדעי הרוח והחברה.
- **תפוקות נוספות של המחקרים** היו: הוספת /פיתוח תשתית נוספת למעבדה (36%) הצגה של תוצאות המחקר בכנסים (30%), דו-שיח עם התעשייה (30%) ושיפור של טכנולוגיות/מוצרים או שירותים (27%).
- **פטנטים:** ב-38 מחקרים הוגשה בקשה לרישום פטנט. ב-32 מחקרים מהם נרשם פטנט. בתחום אנרגיה, חומרים מתקדמים וננו טכנולוגיה הוגשו מספר הפטנטים הגבוה ביותר וכולם כיום הם פטנטים רשומים.
- **הקמת חברות:** במחקרים להערכת תכנית התשתיות שבוצעו במוסד נאמן נמצא שבמהלך השנים הוקמו 14 חברות, שהמחקר שהתבצע במסגרת תכנית התשתיות היה אחד התורמים להקמתן. 10 מהחברות האלה פעילות גם כיום.
- במחקר הנוכחי, שכלל מחקרים שקיבלו מימון בשנים 2005-2015, התקבל מענה חיובי מארבעה מחקרים לשאלה לגבי הקמת חברה. מחקר אחד ציין שלוש חברות שונות. סך הכול שש חברות שהוקמו בין השנים 2005-2015.
- סך כל שווי השוק המשותף של החברות שלגביהן יש לנו מידע מוערך בכ-658 מיליוני ש"ח. גם המשקיעים הביעו אמון בחברות אלו והן הצליחו לגייס במהלך שנות פעילותן סכום של כ-459 מיליוני ש"ח מקרנות השקעה, ממשקיעים פרטיים ומהנפקה ציבורית.
- **רישיונות לשימוש בטכנולוגיות- 9 רישיונות.**
- רוב היישומים המסחריים בתחומים: אנרגיה, חומרים וננוטכנולוגיה סייבר מידע ותקשוב ומדעי החיים והרפואה.
- בראיונות עם המנהלים המדעיים עלו הצעות לגבי דברים שכדאי לשפר בתכנית בנושאים הנוגעים לשימוש בממצאי המחקרים, מערכות המידע במשרד המדע והטכנולוגיה בהם מרוכזים הנתונים על המחקרים, קולות קוראים, הגדרת מדדי הצלחה ועוד.

8. מרכזי ידע

בשנים 2002-2015 הוקמו במסגרת תכנית התשתיות 25 מרכזי ידע (טבלה 17).

טבלה 17: מרכזי הידע שהוקמו במסגרת תכנית התשתיות

שם המרכז	שנת אישור מימון	מנהל/ת המרכז	תחום	מיקום גיאוגרפי של המרכז	אתר אינטרנט
1 המרכז הישראלי לאטמוספירה ואקלים (IACDC)	2015	מעין רוטשטיין	מדעי החלל	אוניברסיטת תל אביב	http://www.iacdc.tau.ac.il
2 הקרינה הבלתי מייננת והשפעתה על בריאות הציבור	2012	פרופ' סיגל סדצקי	מדעי הרפואה	מכון גרטנר לחקר אפידמיולוגיה ומדיניות בריאות, המרכז הרפואי שיבא, תל השומר	http://www.gertnerinst.org.il/998/
3 מרכז ידע ללמידה ממוחשבת ובינה מלאכותית ¹²	2012	פרופ' נפתלי תשבי	מדעי המחשב	האוניברסיטה העברית ירושלים	http://mlai.cs.huji.ac.il/
4 מרכז ידע לחקר קרינה קוסמית	2012	פרופ' קולין פרייס	גיאופיזיקה, מדעי החלל	אוניברסיטת תל אביב	האתר נמצא בבנייה
5 מרכז ידע ללוחייניות זעירה SSKC	2012	פרופ' פיני גורפיל	פיזיקה	הטכניון, מכון טכנולוגי לישראל	https://asri.technion.ac.il/node/325
6 אוספי הטבע הלאומיים באוניברסיטת ת"א: מרכז ידע תשתית בתחום מחקר המגוון הביולוגי, הסביבה והחקלאות ¹³	2007	פרופ' דיין תמר	מדעי הסביבה	אוניברסיטת תל אביב	https://www.tau.ac.il/natural-history-collections
7 המכון הבין אוניברסיטאי למדעי הים באילת	2007	פרופ' קפלן אהרון	מדעי הסביבה	האוניברסיטה העברית ירושלים	http://www.iui-eilat.ac.il/
8 מרכז ידע במדעי המוח למחקר התנהגותי לחיות מודל למחלות נוירו-דגנרטיביות/ BrainLabs	2013	פרופ' בנימין לרר	מדעי הרפואה	מרכז רפואי הדסה	http://brainlabs.org.il/
9 מרכז סמולר לפרוטאומיקה ¹⁴	2002	פרופ' אריה אדמון	ביולוגיה, מדעי הרפואה ומדעי החיים	הטכניון, מכון טכנולוגי לישראל	https://proteomics.net/technion.ac.il
10 חקר קרבוהידרטים ואנלוגים ¹⁵	2002	ד"ר יורם תקוע	ביולוגיה, מדעי הרפואה ומדעי החיים	אוניברסיטת בן גוריון בנגב	לא נמצא

¹² מימון משרד המדע עבור המרכז הסתיים לאחר 3 שנות פעילות. למרכז ישנו עדיין אתר אינטרנט פעיל.

¹³ מרכז הידע הפך למוזיאון טבע (2017), ואינו פעיל כיום כמרכז ידע.

¹⁴ למרכז הפרוטאומיקה אושרו כ- 60K ₪ בשנת 2001.

¹⁵ מרכז הידע 'חקר קרבוהידרטים ואנלוגים' נשלח מייל למנהל המרכז-יורם תקוע. עד למועד כתיבת הדו"ח טרם התקבלה תשובה לגבי פעילות המרכז.

שם המרכז	שנת אישור מימון	מנהל/ת המרכז	תחום	מיקום גיאוגרפי של המרכז	אתר אינטרנט
11	2002	פרופ' עמנואל פלד	אנרגיה	אוניברסיטת תל אביב	http://www.tau.ac.il/institutes/ifcbc/index.html
12	2002	פרופ' יואל זוסמן	ביולוגיה, מדעי הרפואה ומדעי החיים	מכון ויצמן למדע	http://www.weizmann.ac.il/ISPC
13	2002	פרופ' הווארד ליטוין	מדעי החברה	האוניברסיטה העברית בירושלים	http://igdc.huji.ac.il
14	2002	פרופ' מאיר אדלמן	ביולוגיה, מדעי הרפואה ומדעי החיים	מכון ויצמן למדע	https://webhome.weizmann.ac.il/home/edg/index.html
15	2002	פרופ' איתי אלון	מידע ותקשוב	הטכניון, מכון טכנולוגי לישראל	http://www.mila.cs.tec hnion.ac.il/
16	2002	פרופ' דורון לנצט	ביולוגיה, מדעי הרפואה ומדעי החיים	האוניברסיטה העברית בירושלים	http://bio.huji.ac.il/services.asp?cat=174&in=0
17	2002	פרופ' אברהם גובר	פיסיקה ואלקטרוניקה	אוניברסיטת תל אביב	http://www.eng.tau.ac.il/research/FEL/
18	2002	פרופ' עקיבא פלכסר	מדעי הסביבה	אוניברסיטת תל אביב	לא נמצא
19	2002	ד"ר עינב מייזליש גתי	מדעי הסביבה	מכון וולקני, בית דגן	http://igb.agri.gov.il/web/
20	2002	פרופ' איתן גלון	ביולוגיה, מדעי הרפואה ומדעי החיים	בית חולים הדסה, ירושלים	המרכז לא פעיל ¹⁸
21	2002	פרופ' מיכה אילן	ביולוגיה, מדעי הרפואה ומדעי החיים	אוניברסיטת תל אביב	http://www.tau.ac.il/~nchts/
22	2007	פרופ' מרים ארז	מדעי החברה	הטכניון, מכון טכנולוגי לישראל	http://innovation.technion.ac.il/page.asp?id=4
23	2007	פרופ' יוסף איצקוביץ'	ביולוגיה, מדעי הרפואה ומדעי החיים	בית חולים רמב"ם, חיפה	לא נמצא ¹⁹
24	2007	פרופ' יורי פלדמן	פיסיקה ואלקטרוניקה	האוניברסיטה העברית בירושלים	https://ep-dep.web.cern.ch/
25	2007	פרופ' אורי וייזר	מידע ותקשוב	הטכניון, מכון טכנולוגי לישראל	המרכז לא פעיל ²⁰

¹⁶ המרכז הלאומי לטכנולוגיות גנומיות: עד למועד כתיבת הדו"ח טרם התקבלה תשובה לגבי פעילות המרכז.

¹⁷ מרכז ידע גאו-הידרולוגי: עד למועד כתיבת הדו"ח טרם התקבלה תשובה לגבי פעילות המרכז.

¹⁸ המכון לתרפיה גנטית: התקבלה תשובה מהחוקר לגבי אי פעילותו של המרכז בפברואר 2017.

¹⁹ מרכז לתאי גזע: עד למועד כתיבת הדו"ח טרם התקבלה תשובה לגבי פעילות המרכז.

²⁰ תשתיות לחקר מערכות מעבדים על שבב: התקבלה תשובה מהחוקר לגבי אי פעילותו של המרכז בפברואר 2017.

8.1 שיעור מענה על שאלון המחקר

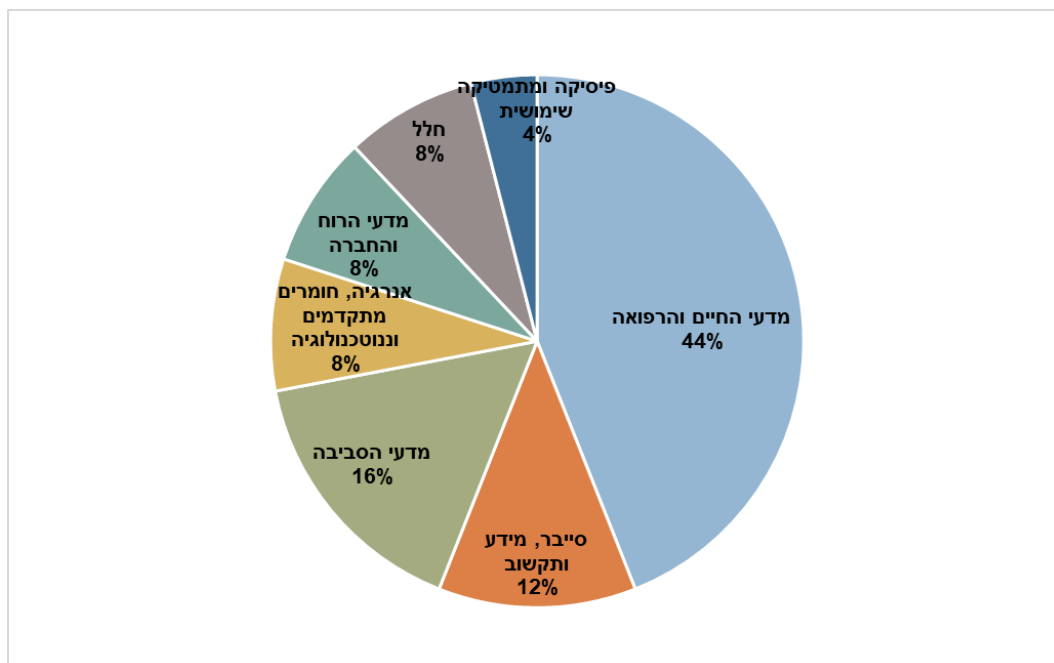
מענה לשאלון המחקר התקבל מ- 22 חוקרים מ- 19 מרכזי ידע. מהם, 71% הם מנהלי/ראשי מרכז ידע.

8.2 מאפייני מרכזי הידע

44% ממרכזי הידע הם בתחום מדעי החיים והרפואה (כולל ביוטכנולוגיה). 16% מדעי הסביבה (כולל קרינה בלתי מייננת, חקלאות, מדעי הצמח ומים). 12% סייבר, מידע ותקשוב (כולל ארכיטקטורה של מערכות מרובות מעבדים, בינה מלאכותית), 8% מתחום אנרגיה, חומרים מתקדמים וננוטכנולוגיה (כולל כימיה, אלקטרואופטיקה ומיקרואלקטרוניקה), 8% מתחום מדעי הרוח והחברה, 8% מתחום החלל, ו- 4% מתחום הפיסיקה והמתמטיקה השימושית.

19 מרכזי ידע (76%) הוקמו במוסדות אקדמיים, 4 (16%) בבתי חולים ומרכזי ידע אחד הוקם במכון וולקני.

איור 18: מרכזי הידע בחלוקה לתחומי מחקר



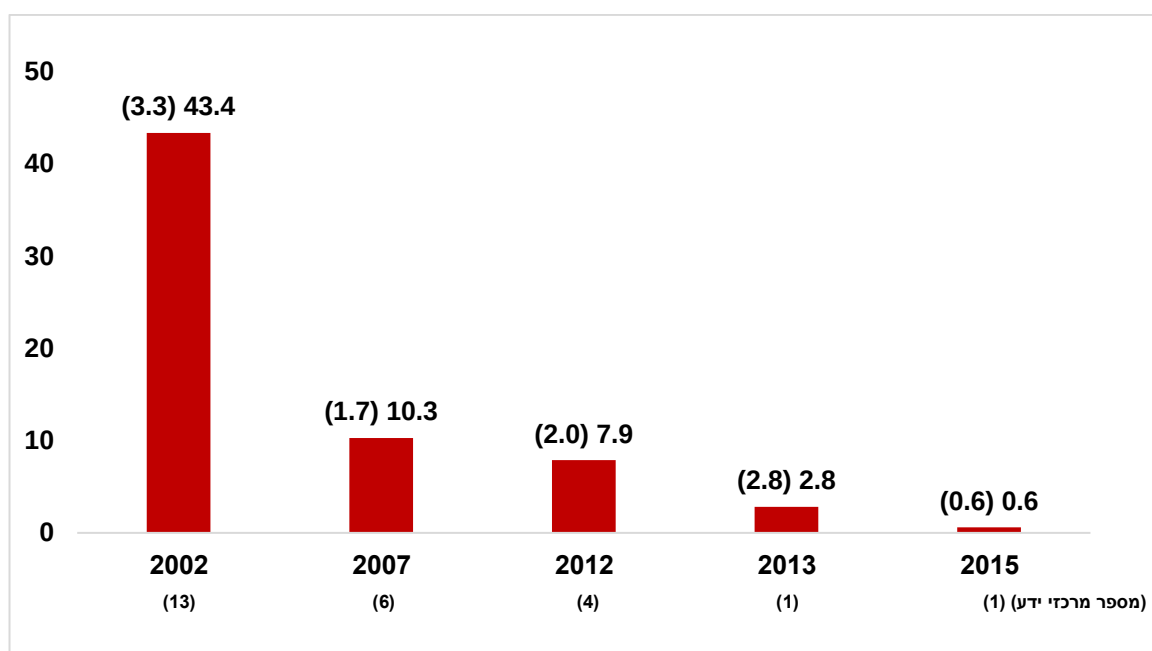
8.3 תקציבי מרכזי הידע

סה"כ המימון שנתן משרד המדע והטכנולוגיה למרכזי הידע בין השנים 2002-2015 היה 64.9 מיליון ש"ח.²¹ באיור 19 מוצג התקציב השנתי והתקציב הממוצע של משרד המדע והטכנולוגיה למרכזי ידע לפי שנת אישור התקציב.

לפי האיור ניתן לראות שמספר מרכזי הידע שתוקצבו לאורך השנים הלך וקטן, כך שבשנים 2013 ו- 2015 תוקצב רק מרכז ידע אחד בכל שנה.

²¹ הנתונים הכספיים מבוססים במונחי שנת 2015 לפי נתוני מדד המחירים לצרכן אשר התקבלו מהלמ"ס. הנתונים הכספיים התקבלו ממשרד המדע והטכנולוגיה לגבי מרכזי הידע שהוקמו במסגרת התכנית לפי שנת אישור התקציב.

איור 19: תקציב מרכזי הידע לפי שנת אישור התקציב (ממוצע תקציב שנתי)²²



בטבלה 18 מוצג גובה התקציב שניתן למרכזי הידע על ידי משרד המדע והטכנולוגיה.

²² הנתונים הכספיים מבוטאים במונחי שנת 2015 לפי נתוני מדד המחירים לצרכן אשר התקבלו מהלמ"ס.

טבלה 18: תקציב מרכזי ידע (במיליוני ₪)²³

השנה בה אושר מרכז הידע ¹	שם המרכז	תקציב (במיליוני ₪)
2002	מרכז פרוטיאומיקה ²⁴	3.7
2002	חקר קרבוהידרטים ואנלוגים ²⁵	2.7
2002	מרכז ידע לתאי דלק וסוללות IFCBC	2.0
2002	מרכז ישראלי לפרוטיאומיקה מבנית	6.8
2002	מרכז ידע לחקר הזדקנות האוכלוסייה בישראל	2.6
2002	מרכז ידע תשתיתי לביאנפורמטיקה	9.7
2002	מילה – מרכז ידע לתקשוב בשפה העברית	3.4
2002	המרכז הלאומי לטכנולוגיות גנומיות	3.8
2002	לייזר אלקטרונים חופשיים - קרינת גלים מילימטריים ושימושיה	2.6
2002	מרכז ידע גיאווהידרולוגי	0.8
2002	בנק הגנים לצמחיית ארץ ישראל ²⁵	1.8
2002	המכון לתרפיה גנטית ²⁵	2.7
2002	מרכז ידע HTS (High Throughput Screening)	0.9
סה"כ תקציב לשנת 2002		
2007	המכון הבין אוניברסיטאי למדעי הים באילת ²⁶	2.2
2007	מרכז הידע לחדשנות	0.3
2007	מרכז לתאי גזע ²⁵	2.0
2007	אוספי הטבע הלאומיים באוניברסיטת ת"א: מרכז ידע תשתיתי בתחום מחקר המגוון הביולוגי, הסביבה והחקלאות ²⁷	2.9
2007	מרכז למחקר ואפיון התכונות האלקטרומגנטיות של חומרים ויישומן בננוטכנולוגיה, כימיה, ביולוגיה, מיקרואלקטרוניקה ואופטו-אלקטרוניקה	1.5
2007	תשתיות לחקר מערכות מרובות מעבדים על שבב ²⁵	1.3
סה"כ תקציב לשנת 2007		
2012	מרכז ידע לליוויניות זעירה SSKC ²⁵	1.0
2012	הקרינה הבלתי מייננת והשפעתה על בריאות הציבור	3.0
2012	הקמת מרכז ידע לחקר קרינה קוסמית.	1.0
2012	מרכז ידע ללמידה ממוחשבת ובינה מלאכותית	3.0
סה"כ תקציב לשנת 2012		
2013	מרכז ידע במדעי המוח למחקר התנהגותי לחיות מודל למחלות נוירו-דגנרטיביות/ BrainLabs	2.8
סה"כ תקציב לשנת 2013		
2015	המרכז הישראלי לאטמוספירה ואקלים (IACDC)	0.6
סה"כ תקציב לשנת 2015		
סה"כ תקציב		64.9

²³ הנתונים הכספיים מבוססים במונחי שנת 2015 לפי נתוני מדד המחירים לצרכן אשר התקבלו מהלמ"ס.

²⁴ למרכז הפרוטיאומיקה אושרו כ- 60K ₪ בשנת 2001.

²⁵ למרכז ידע זה לא התקבל מענה לשאלון המחקר.

²⁶ למרכז אושרו 1.52 מיליון ₪ בשנת 2007 ועוד 0.9 מיליון ₪ בשנת 2010.

²⁷ למרכז אושרו 2.2 מיליון ₪ בשנת 2007 ועוד 0.7 מיליון ₪ בשנת 2010.

8.4 המשך פעילות מרכז הידע

מתוך 25 מרכזי ידע, נמצא כי הפעילות במרכזי הידע ממשיכה ב- 18 מרכזים (ב-72% מהמרכזים). ארבעה מרכזי ידע הפסיקו את פעילותם: המכון לתרפיה גנטית, תשתיות לחקר מערכות מעבדים על שבב (המרכז סיים את פעילותו לאחר 3 שנות פעילות), מרכז ידע ללמידה ממוחשבת ובינה מלאכותית (המרכז סיים את פעילותו לאחר 3 שנות פעילות), ואוספי הטבע הלאומיים באוניברסיטת ת"א (מרכז הידע הפך למוזיאון). לגבי שלושה מרכזי ידע לא התקבל מידע לגבי פעילותם כיום: חקר קרבוהידרטים ואנלוגיים, מרכז לתאי גזע והמרכז הלאומי לטכנולוגיות גנומיות.

עמידה ביעד של מימון עצמי מהכנסות

לשאלה, האם מרכז הידע עומד ביעד של מימון עצמי מהכנסות, התקבלו תשובות לגבי 15 מרכזי ידע. ברוב המרכזים (69%) דווח שהם לא עומדים ביעד זה. 5 חוקרים דיווחו שאין הכנסות ממרכז הידע.

טבלה 19: הכנסות ומימון עצמי של מרכזי הידע

	שם המרכז	עמידה ביעד של מימון עצמי של מרכז הידע מהכנסות	
		לא עומדים ביעד	עומדים ביעד
1	המרכז הישראלי לאטמוספירה ואקלים (IACDC)	המרכז נמצא בשנה האחרונה של קבלת מימון ממשרד המדע והטכנולוגיה ומחפש אחר אלטרנטיבות אחרות למימון. המרכז אינו גובה עדיין תשלום. החל משנת 2019, המרכז מתכנן לגבות עבור שירותים מיוחדים.	
2	הקרנה הבלתי מייננת והשפעתה על בריאות הציבור	למרכז אין הכנסות	
3	מרכז ידע ללמידה ממוחשבת ובינה מלאכותית	התקצוב של משרד המדע למרכז הסתיים לאחר 3 שנים.	
4	מרכז ידע לחקר קרינה קוסמית	אין הכנסות מהמרכז. המרכז קיבל תקציב חדש בינואר 2018 בתעשייה מעדיפים לא להשתמש בשירותים של המרכז.	
5	מרכז ידע לליוויניות זעירה SSKC	המרכז קיבל לאחרונה מימון ל-3 שנים נוספות	
7	המכון הבין אוניברסיטאי למדעי הים באילת	הכנסות הפעלת הציוד גבוהות אך לא ניתן להפרידן מאלו של המכון	
8	מרכז ידע במדעי המוח למחקר התנהגותי לחיות מודל למחלות נוירו-דגנרטיביות/ BrainLabs	בשלב זה עדיין לא, אך מתוכנן לעמוד ביעד זה תוך כ-5 שנים	
9	מרכז סמולר לפרוטאומיקה	מתן השירותים הממומנים על ידי תשלומי המשתמשים מכסה בדוחק את הפעולה השוטפת של המרכז. כספים אלו לא מאפשרים חידוש ציוד ותוכנות.	
11	מרכז ידע לתאי דלק וסוללות IFCBC	המרכז עומד ביעד	

	שם המרכז	עמידה ביעד של מימון עצמי של מרכז הידע מהכנסות	
		לא עומדים ביעד	עומדים ביעד
12	מרכז ישראלי לפרוטאומיקה מבנית		מימון התשתית ב-2012 היה ממכון וייצמן, ממענקים ומתשלום של משתמשים בתשתית.
13	מרכז ידע לחקר הזדקנות האוכלוסייה בישראל	אין הכנסות ממתן שירותים	
14	מרכז ידע תשתיתי לביואינפורמטיקה-קבוצת אדלמן-סובולב		השירותים ניתנים ללא תשלום. משרד המדע והטכנולוגיה תמך במרכז עד לפני שנתיים-שלוש. המרכז ממשיך לפעול גם כיום. הוצאות התפעול ממומנות על ידי האוניברסיטאות דרך משרד המדע שתומך באוניברסיטאות
15	מילה – מרכז ידע לתקשוב בשפה העברית	יש הכנסות ממכירת הטכנולוגיה, אך הם אינם מספיקים למימון הפעילות. שאר המימון מגיע מקרנות מחקר.	
16	המרכז הלאומי לטכנולוגיות גנומיות		ישנן הכנסות. מכון וייצמן מסבסד את השירות.
17	לייזר אלקטרונים חופשיים - קרינת גלים מלימטריים ושימושיה	הטכנולוגיה בתחום מאיצי חלקיקים עדיין אינה מפותחת מספיק בארץ ונמצאת עתה בשלבי פיתוח נוסף במסגרת המרכז הקיים.	
22	מרכז הידע לחדשנות		ההכנסות של המרכז משמשות על מנת לתמוך במשכורות של שני עובדים קבועים ומלגות לסטודנטים

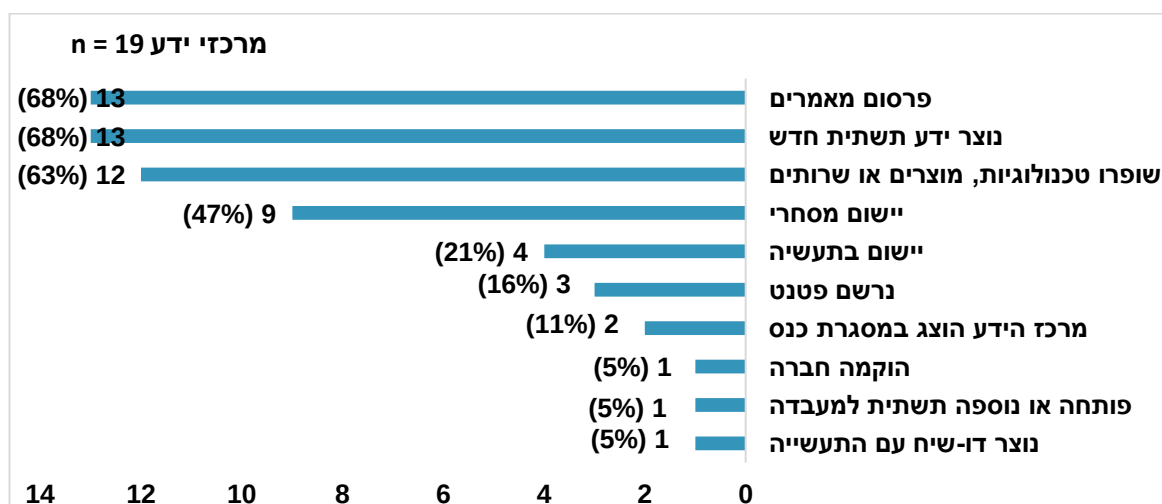
8.5 משתמשים במרכז הידע

על השאלה, מהו מספר המשתמשים במרכז הידע, לא כל החוקרים ציינו מידע כמותי מדויק. החוקרים ציינו כי ישנם משתמשים רבים מהארגון בו ממוקם מרכז הידע, וכן משתמשים מחברות תעשייתיות מהארץ ומחו"ל. כמו כן, החוקרים ציינו כי ישנם משתמשים רבים מארגונים ציבוריים או ממשלתיים (הגנת הסביבה, מוסדות חינוך, המוסד לביטוח לאומי, משרד הרווחה, המשרד לאזרחים ותיקים, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, לשכות רווחה ועוד), אך גם כאן פעמים רבות ללא ציון כמותי מדויק. גם דוקטורנטים ופוסט דוקטורנטים רבים משתמשים במרכזי הידע.

8.6 תפוקות/ תרומות של מרכזי הידע

התפוקות/התרומות הגבוהות ביותר שדווחו לגבי מרכזי הידע היו, פרסום מאמרים, יצירה של ידע תשתיתי חדש, שיפוט טכנולוגיות, מוצרים או שירותים, והקמת חברות.

איור 20: תפוקות / תרומות שהיו למרכז הידע: מספר מרכזי הידע (אחוז)



בטבלה 20 מרוכזים התפוקות והתרומות של כל אחד ממרכזי הידע שצוינו ע"י העונים לשאלון:

טבלה 20: תפוקות/ תרומות מרכזי ידע כפי שדווח ע"י מנהלי מרכזי הידע בשאלונים

מרכז ידע	תפוקות / תרומות
1 המרכז הישראלי לאטמוספירה ואקלים (IACDC)	נוצר ידע תשתיתי חדש: גילינו מום גנטי בעכבר (+/- Ah1) אשר גורם לעמידות לדחק ויכול לשמש חוקרים בתחום. 2 (פתחנו שיטה להזרקה מבוקרת של חומרים למוח. נתונים חדשים מחיישים חדשים שופרו טכנולוגיות, מוצרים או שירותים: 1) יישמנו ושיפרנו מודלים בחיות: דמנציה וסקולרית בעכברים ובחולדות, מודל לדחק כרוני בעכברים, מודל חריף למחלת אלצהיימר בהזרקה תוך מוחית של טוקסינים למוח. 2) יישמנו טסטים התנהגותיים נוספים. שדרוג ציוד מדעי. פותחה או נוספה תשתית למעבדה: 1) הוספנו מערכת ETHOVISION חדשה לבדיקה ממוחשבת של התנהגות ולמידה בחולדות. דוח שיח עם התעשייה: מבוצעת מחקר עבור התעשייה. באמצעות אתר SCIENCE EXCHANGE בו פתחנו דף עבור המרכז, נוצר דו-שיח עם מספר חברות בחו"ל פורסמו מאמרים
6 אוספי הטבע הלאומיים באוניברסיטת תל אביב: מרכז ידע תשתיתי בתחום מחקר המגוון הביולוגי, הסביבה והחקלאות	המרכז הוצג בכנסים.
7 המכון הבין אוניברסיטאי למדעי הים באילת	נוצר ידע תשתיתי חדש: ידע רב במדעי הים. שיפור בטכנולוגיות, מוצרים או שירותים: שיפורים רבים בפרטי ציוד לחקר מדעי הים. היה יישום מסחרי: ללא פירוט. פורסמו מאמרים

	מרכז ידע	תפוקות / תרומות
9	מרכז סמולר לפרוטאומיקה	נוצר ידע תשתיתי חדש : פיתוח כלים חדשים לחיסון לסרטן ולדיאגנוזה של סרטן בבדיקת דם פשוטה. ישנם יישומים מסחריים , אבל אנחנו מנועים מלפרסם מסיבות של הסכמה לסודיות מסחרית שנדרשה על ידי החברות. שיפור בטכנולוגיות, מוצרים או שירותים בנושאים שונים. הוקמה חברה (ללא פירוט). היה יישום בתעשייה (ללא פירוט). פורסמו מאמרים
11	מרכז ידע לתאי דלק וסוללות IFCBC	נוצר ידע תשתיתי חדש : ידע בטכנולוגיות פחמן. מרכז הידע 'הוליד' מרכז חדש להנעה אלקטרוכימית. שיפור בטכנולוגיות, מוצרים או שירותים : פותחו תאי דלק ייחודיים (קבוצת פלד) סוללות מגנזיום נטענות (אורבך). יישום בתעשייה : קשה לדעת. יהיו בעתיד בוודאי. יישומים מסחריים : התעשיות וגורמים כלכליים הרוכשים או מקבלים שירותים מהמרכז הם: AVX-ECR - יעוץ בנושא סופר קבלים. תדיראן סוללות- יעוץ ועבודה בנושא סוללות ליתיום. תעשייה אווירית יעוץ ומדידות מקורות כוח ממ'ג (שורק) פיתוח התקנים קורוזיה תעשייה צבאית מדע חומרים. חברה ישראלית, פיתוח סוללות מגנזיום. וולקן פורסמו מאמרים
12	מרכז ישראלי לפרוטאומיקה מבנית	נוצר ידע תשתיתי חדש : ללא פירוט. שיפור בטכנולוגיות, מוצרים או שירותים : יש טכניקה שלא רשום עליה פטנט, אך היא משפרת תהליכים. נרשם פטנט . יישומים מסחריים : חברת פרטליקס שבאה למרכז הפרוטאומיקה והצליחה לפתח חלבון תרופתי למחלה הגנטית גושה באמצעות הנדסה גנטית של תאי גזע. זה היה החלבון הראשון שהשתמשו בו כתרופה. עד אז ניסו בארה"ב בתאים של חיות ונוצרו בעיות וירוסים, בגזר זה עבד והתקבל מבנה דומה לזה שהתקבל בארה"ב. הועבר לאישור ה-FDA לניסויים כתרופה. גם חברת טבע השתמשה במרכז. דוגמא אחרת היא עבודה שנעשתה במרכז לצבא ארה"ב. חלבון בכבד יכול לפרק גז עצבים בצורה מאוד איטית. הצליחו במרכז לעשות לפי המבנה שהאנזים יעבוד מיליון פעם מהר יותר, שלחו למעבדה בארה"ב ובדיקות על עכברים קטנים הראו שהחלבון שהזריקו עובד.
13	מרכז ידע לחקר הזדקנות האוכלוסייה בישראל	נוצר ידע תשתיתי חדש : נבנה מודל למרכז ביבליוגרפי מקוון דו-לשוני שיכול לשמש מודל לתחומים שונים. שיפור בטכנולוגיות, מוצרים או שירותים : שופרו תנאי חיפוש המידע בלוחות הסטטיסטיים המופקים על ידי משאב. שיפור מתמיד של מאגרי המידע ואתר המרכז. פורסמו מאמרים
14	מרכז ידע תשתיתי לביואינפורמטיקה- קבוצת אדלמן-סובולב	יישום מסחרי : חברות הזנק קטנות משתמשות בתשתית. (חברות גדולות משתמשות בתשתיות שלהן). בזכות ההפריה ההדדית שמרכז הידע יצר, נולדו חברות ביו-אינפורמטיקה כמו קומפיוג'ן. הקמת חברות : העובדה שהתחום התפתח בארץ בזכות ההפריה וההדדיות הוליד חב' ביו-אינפורמטיקה.
15	מילה – מרכז ידע לתקשוב בשפה העברית	נוצר ידע תשתיתי חדש : הטכנולוגיה שפותחה לעברית תשמש גם לשפות אחרות כמו ערבית. שיפור בטכנולוגיות, מוצרים או שירותים : כל המוצרים של המרכז או שפותחו או ששופרו מאד כדי להביא לרמה תעשייתית. יישום מסחרי : גוגל ונס הטמיעו את הטכנולוגיה במוצריהן. יישום בתעשייה : גוגל ונס הטמיעו את הטכנולוגיה במוצריהן. פורסמו מאמרים
16	המרכז הלאומי לטכנולוגיות גנומיות	נוצר ידע תשתיתי חדש : גילוי גנים למחלות גנטיות, מחקרים בסיסיים רבים שהשתמשו בתשתית שהוקמה. קביעת גנוטיפים. שיפור בטכנולוגיות, מוצרים או שירותים : בידע התשתיתי שנוצר. בטכנולוגיות הסריקות הגנומיות באמצעות סמנים מיקרוסטיליטים. לא הוקמו חברות , אך למרכז היו שיתופי פעולה עם חברת טבע, עם חברת קומפיוג'ן ועם זרעים גדרה. יישומים מסחריים : יישומים בעקבות מחקרים בסיסיים שבוצעו בעזרת התשתית, אין מידע פרטני. הפקולטה לחקלאות באוניברסיטה העברית ובתי חולים עושים יישומים לדברים שהתגלו במרכז. התעשיות וגורמים כלכליים הרוכשים או מקבלים שירותים מהמרכז: טבע, קומפיוג'ן, זרעים גדרה, מכון וולקני.

	מרכז ידע	תפוקות / תרומות
		פורסמו מאמרים
17	לייזר אלקטרוניס חופשיים - קרינת גלים מילימטריים ושימושיה.	נוצר ידע תשתיתי חדש : מקורות קרינה בתחום הגמ"מ והטרהרץ. פיתוח שימושים של חישה מרחוק, הדמיה ומכ"ם לתחומים אלה. שימושים בתחום של תקשורת לוויינים, העברת אנרגיה, וטיפול במחלות ממאירות. שיפור בטכנולוגיות, מוצרים או שירותים (ללא פירוט). נרשם פטנט. פורסמו מאמרים
18	מרכז ידע גיא-הידרולוגי	נוצר ידע תשתיתי חדש : נוצר ידע תשתיתי חדש לאיתור מקורות מים חדשים באזור וכן נוצר ידע טכנולוגי חדש לצורת אגירת נתונים גיאולוגים ונידרולוגים. שיפור בטכנולוגיות, מוצרים או שירותים : שופרה טכנולוגית אגירת הנתונים ושופרו הנתונים עצמם ועיבודם. פורסמו מאמרים
21	מרכז ידע HTS (High Throughput Screening)	יישום מסחרי : התעשיות וגורמים כלכליים הרוכשים או מקבלים שירותים מהמרכז: קנסרטק, פרוטאולוג'יקס, XTL, ציטרמד, מו"פ חצבה, רימונסט. פורסמו מאמרים
22	מרכז הידע לחדשנות	נוצר ידע תשתיתי חדש : הטכנולוגיה שלנו קשורה בשיטות וכלים התנהגותיים וארגוניים. שיפור בטכנולוגיות, מוצרים או שירותים : שופרו כלי מדידה והערכה של רמת החדשנות. יישום בתעשייה : הקמנו מגנט בתעשיית הפלסטיקה העוסק בפיתוח אריזות חכמות. פורסמו מאמרים
24	מרכז למחקר ואפיון התכונות האלקטרומגנטיות של חומרים ויישומן בננוטכנולוגיה, כימיה, ביולוגיה, מיקרואלקטרוניקה ואופטואלקטרוניקה	נוצר ידע תשתיתי חדש : מפתחים טכנולוגיה ייחודית- מערכת שתוכל למצוא את הדרכון הייחודי של התא כדי לזהות וירוס או בקטריה. נרשמו פטנטים. יישום בתעשייה : מפתחים סנסור לביטחון מזון. היה יישום מסחרי : פרויקט גדול לעיצוב הסנסור השולט באיכות החלב הנחלב מפרות. פורסמו מאמרים

הקמת חברה: במרכז הידע של 'חלבונים/פרוטאומיקה בטכניון' צוין שהוקמה חברה. המידע לגביה חסוי בהסכם של המרכז עם החברות שמשתמשות בו.

שיתופי פעולה: רוב החוקרים השיבו שהתקיים שיתוף פעולה בין קבוצות מהארץ ומחו"ל (טבלה 21).

טבלה 21: שיתוף פעולה בין קבוצות המחקר

	שם מרכז הידע	שית"פ עם קבוצות מחקר בארץ	שית"פ עם קבוצות מחקר מחו"ל
2	הקרינה הבלתי מייננת והשפעתה על בריאות הציבור		ככול הידוע לי לא נוצר שיתוף פעולה עם קבוצות מחקר חדשות מחו"ל כתוצאה מהקמת המרכז. שיתוף פעולה התקיים עם מספר קבוצות בחו"ל שהיו בקשר עם אנשי המרכז בעבר.
4	מרכז ידע לחקר קרינה קוסמית		שיתוף פעולה עם חוקרים באנגליה, רוסיה, ארמניה, הונגריה, פולין, ברזיל, יפן, ארה"ב ועוד מדינות.
7	המכון הבין אוניברסיטאי למדעי הים באילת	שיתופי פעולה רבים בקבוצות ישראליות וכן עם שותפים בחו"ל	
8	מרכז ידע במדעי המוח למחקר התנהגותי לחיות מודל למחלות נוירו-דגנרטיביות/ BrainLabs	קבוצות המחקר פונות למרכז בפני עצמם לביצוע פרויקטים. המרכז שומר על סודיות	חוקרי המרכז הנם שותפים בתכניות מחקר של ה-EU וגם בתכניות מחקר בילטרליות עם חוקרים מסין, הודו ויפן

שם מרכז הידע	ש"פ עם קבוצות מחקר בארץ	ש"פ עם קבוצות מחקר מחו"ל
	הפרויקטים ואינה מקשרת בין קבוצות.	
9	מרכז סמולר לפרוטאומיקה	נעשו מספר שיתופי פעולה בין לאומיים, חלקם במימון האיחוד האירופאי.
11	מרכז ידע לתאי דלק וסוללות IFCBC	השתתפנו בתכנית אירופאית, ונוצר שיתוף פעולה עם תעשיות בחו"ל והקרן הלאומית ישראל-ארה"ב.
12	מרכז ישראלי לפרוטאומיקה מבנית	לדוגמא, נעשה במרכז שימוש בתוכנות שפותחו במסגרת EMBL- Molecular Biology Organization, שהיא מעבדה אירופית לביולוגיה מולקולארית שישראל חברה בה.
13	מרכז ידע לחקר הזדקנות האוכלוסייה בישראל	שיתוף פעולה דרך תכנית בין לאומית, שותפות בסקר עם מטה אירופי במסגרת האיחוד האירופי (SHARE – Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe), שיתוף פעולה עם חוקרים מארצות שונות לצורך סדנאות עבודה ועוד.
14	מרכז ידע תשתיתי לביואינפורמטיקה- קבוצת אדלמן-סובולב	שיתוף פעולה עם קבוצות מחקר בחו"ל.
15	מילה – מרכז ידע לתקשוב בשפה העברית	שיתוף פעולה עם גוגל.
16	המרכז הלאומי לטכנולוגיות גנומיות	למרכז היה ש"פ עם בית החולים תל השומר לפיענוח מחלות תורשתיות. לקבוצה פרויקט EU FP6 FP7. למרכז היה ש"פ עם אוניברסיטת דיוק בארה"ב. הריצוף נעשה בעיקר בארה"ב בשל עלויות נמוכות יותר
17	לייזר אלקטרונים חופשיים - קרינת גלים מילימטריים ושימושיה	פעילות משותפת והדוקה בעיקר בין אונ' ת"א והמרכז האוניברסיטאי באריאל. כמו כן ש"פ עם רפא"ל ואלת"א במסגרת מגנט, שיתוף פעולה עם ENEA Frascati, Italy במסגרת קונסורציום THz Bridge. שיתוף פעולה עם UCLA במסגרת פיתוח מאיצים זעירים חדשים ומקורות קרינת טרהרץ. שיתופי פעולה עם האוניברסיטה הטכנולוגית של דנמרק בתחום טיפולי הסרטן, שיתוף פעולה עם אוניברסיטת רומא בנושא תקשורת לוויינים בגמ"מ.
18	מרכז ידע גיאואידרולוגי	נוצר שיתוף פעולה עם הולנד, גרמניה, ירדן והרשות הפלשתינאית
21	מרכז ידע HTS (High Throughput Screening)	שיתוף פעולה עם גרמניה
22	מרכז הידע לחדשנות	שיתוף פעולה מחקרי עם חברי המרכז לחדשנות ומנהיגות בהוג-קונג.

שם מרכז הידע	ש"פ עם קבוצות מחקר בארץ	ש"פ עם קבוצות מחקר מחו"ל
24	מרכז למחקר ואפיון התכונות האלקטרומגנטיות של חומרים ויישומן בננוטכנולוגיה, כימיה, ביולוגיה, מיקרואלקטרוניקה ואופטואלקטרוניקה	שיתוף פעולה עם יוון, אמריקה, אנגליה, יפן.

טבלה 22: תרומות נוספות למרכזי הידע

שם המרכז	תרומות נוספות שצוינו שהיו למרכזי הידע
4	מרכז ידע לחקר קרינה קוסמית מקום עליה ברגל להרבה מבקרים מדענים מחו"ל. המרכז שם את ישראל על המפה הגלובלית בתחום מחקר זה.
8	מרכז ידע במדעי המוח למחקר התנהגותי לחיות מודל למחלות ניר-דגנרטיביות / BrainLabs המרכז משקיע מאמץ רב במתן יעוץ ללא תשלום לחוקרים מהאקדמיה בתחילת דרכם.
11	מרכז ידע לתאי דלק וסוללות IFCBC מרכז הידע פועל בהיקף נרחב קשור לכל גורמי המחקר והתעשייה נרשמו מספר פטנטים דרך חברות שאנחנו עובדים איתם מחו"ל.
12	מרכז ישראלי לפרוטיאומיקה מבנית למרכז לפרוטאומיקה מבנית במכון ויצמן יש הכרה בינלאומית. זה הפרויקט היחיד של ESFRI בישראל המהווה Core center.
13	מרכז ידע לחקר הזדקנות האוכלוסייה בישראל מרכז הידע מספק מסד נתונים המאפשר מגוון עשיר של ניתוחים סטטיסטיים, להן השלכות לאומיות, כלכליות, חברתיות ומדעיות.
14	מרכז ידע תשתית לביואינפורמטיקה- קבוצת אדלמן-סובולב חלק מפעילות המרכז הייתה כינוסים בארץ ובחו"ל. סטודנטים בחו"ל נחשפו לנושא ובאו לארץ ללימודי דוקטורט ופוסט דוקטורט.
16	המרכז הלאומי לטכנולוגיות גנומיות המרכז שומר על רמה מקבילה למרכזי הגנום המובילים בעולם. במרכז עשו שימוש כ-30 סטודנטים לתואר שני, דוקטורט ופוסט דוקטורט. רובם ממכון ויצמן, אוניברסיטת תל-אביב, האוניברסיטה העברית ובתי החולים הדסה ותל השומר. מרכז הידע של משרד המדע, כפי שהיה קיים במשך שנים רבות, אינו קיים עוד, אבל כולנו מכירים בתרומה החשובה של התמיכה שקיבלנו מהמשרד במשך שנים רבות, שכן הוא הקל על הקמתן של יחידות חזקות מאוד בעלות יכולות בטכנולוגיות הרלוונטיות במכון ויצמן: מתקני ליבה במדעי החיים (The Life Sciences Core Facilities) והמרכז לרפואה אישית (the Nancy & Stephen Grand Israel National Center for Personalized Medicine - G-INCPM).
17	לייזר אלקטרוני חופשיים - קרינת גלים מילימטריים ושימושיה בסיס ידע ותשתית לאומית בתחום מאיצי חלקיקים ומקורות קרינה רבי עוצמה בתחום ספקטרי רחב ממיקרוגל עד X-ray. טכנולוגיה זאת נמצאת בפיתוח מתקדם במרבית המדינות המפותחות בעולם. המרכז הישראלי יצר בסיס ציוד, טכנולוגיה, ידע וכוח אדם לקליטת הטכנולוגיה בארץ. הפיתוח נמשך בנוסף לשדרוג למאיצי חדשים.
22	מרכז הידע לחדשנות המרכז שותף עם מוסד נאמן בבניית מדיניות לעידוד חדשנות בתעשייה הקלאסית.
24	מרכז למחקר ואפיון התכונות האלקטרומגנטיות של חומרים ויישומן בננוטכנולוגיה, כימיה, ביולוגיה, מיקרואלקטרוניקה ואופטואלקטרוניקה גילויים שיכולים לשנות את הרפואה, הביטחון והפסיכולוגיה של המרכז.

טבלה 23: חשיבות מרכז הידע ברמה הלאומית והבינלאומית

שם המרכז	חשיבות מרכז הידע ברמה הלאומית והבינלאומית
1	המרכז יאפשר לחוקרים לגשת למידע מבלי לבזבז זמן רב ברישום, גישה והשגת אישורי שימוש כל פעם למאגרים ייחודיים מתמחים. בכך יעזור למחקר הבסיסי בארץ בתחומי האטמוספירה והסביבה בכלל חשיבותם של מאגרי מידע סביבתיים גדלה ככל שמתארך הזמן שהם מכסים. מטרת מרכז הידע, לפיכך, להקים ארכיון לטווח ארוך, שיוכל לשמש למחקר מערכת כדור הארץ בישראל. ארכיון כזה ישמש כמובן למחקרים בתחום האקלים והסביבה, ויוכל גם לתמוך במקבלי החלטות ברמה המקומית והלאומית, בהקשרים של שינוי אקלים, כמו גם נושאים סביבתיים אחרים.
7	המכון הבין אוניברסיטאי למדעי הים באילת מספר רב של מדענים זרים מגיעים למרכז לצורך מחקר.
12	מרכז ישראלי לפרוטאומיקה מבנית חברות רבות משתמשות במרכז הידע בפרוטאומיקה מבנית במכון ויצמן. תרומה נוספת שיש למרכז היא לחינוך. המרכז פיתח תוכנה הנקראת Proteopedia המאפשרת לראות תוך שימוש בטכניקת D3 אנציקלופדיה של חלבונים ומולקולות אחרות. בתוכנה משתמשים סטודנטים בארץ והיא תורגמה לשפות נוספות- תורכית, ערבית וסינית
13	מרכז ידע לחקר הזדקנות האוכלוסייה בישראל מרכז הידע מספק מסד נתונים אורכי המאפשר זיהוי מגמות חיוניות, הנוגעות להזדקנות האוכלוסייה
14	מרכז ידע תשתיתי לביואינפורמטיקה ביו-אינפורמטיקה הוא תחום שאנו מובילים בו בעולם, מאוד ייחודי לישראל. לדעתו של פרופ' אידלמן לא הגענו לניצול מסחרי מספק
15	מילה – מרכז ידע לתקשוב בשפה העברית מאפשר מחקר בשפה העברית מבלי לייצר מחדש את אותם הכלים
16	המרכז הלאומי לטכנולוגיות גנומיות חשיבות לאומית ברמה אקדמית. אפשר לייסד תשתיות גנומיות בישראל. במהלך מחקרים במרכז גילו גנים למחלות גנטיות ונערכו מחקרים רבים. במרכז נעשה מיפוי גנטי של שבע מחלות תורשתיות שאופייניות לישראל. בדיקות לנשים בהריון נעשות כיום למוטציות שרופא במרכז. המרכז במכון ויצמן היה חלוץ בתחום של כיצד להסתכל על מפה גנומית ולחפש וריאציות וגם כיום הוא מוביל בטכנולוגיות חדשניות וביואינפורמטיקה חדשנית.
17	לייזר אלקטרונים חופשיים - קרינת גלים מילימטריים ושימושיה בסיס ידע ותשתית לאומית בתחום מאיצי חלקיקים ומקורות קרינה רבי עוצמה בתחום ספקטרלי רחב ממיקרוגל עד X-ray טכנולוגיה זאת נמצאת בפיתוח מתקדם במרבית המדינות המפותחות בעולם. המרכז הישראלי יצר בסיס ציוד, טכנולוגיה, ידע וכוח אדם לקליטת טכנולוגיה זאת בארץ. הפיתוח נמשך עם שדרוג למאיצים חדשים
18	מרכז ידע גיאווהידרולוגי מאגר נתונים מפורט לכל קידוחי המים העמוקים בארץ. יכול לשמש את הקהילה המדעית, את רשות המים, תעשיית המים ומקבלי החלטות.
22	מרכז הידע לחדשנות למרכז חשיבות מרכזית. המרכז מסייע בקידום החדשנות בתעשייה הישראלית. המרכז מסייע לחברות מהסקטור של התעשייה הקלאסית לפתח חדשנות ולנהל תהליכי חדשנות
24	מרכז למחקר ואפיון התכונות האלקטרומגנטיות של חומרים ויישומן בננוטכנולוגיה, כימיה, ביולוגיה, מיקרואלקטרוניקה ואופטואלקטרוניקה מרכז בין לאומי, מרכז את הפעילות בכל העולם, מקיים ועידה בינלאומית דו שנתית

בטבלה 24 מתוארת מהי התשתית הייחודית שהעמיד מרכז הידע לרשות הקהילה המדעית כפי שפרטו החוקרים שענו על השאלה במחקר הנוכחי.

טבלה 24: תשתית ייחודית שהעמיד מרכז הידע לרשות הקהילה המדעית

שם המרכז	התשתית הייחודית שהעמיד מרכז הידע לרשות הקהילה המדעית
1 המרכז הישראלי לאטמוספירה ואקלים (IACDC)	מרכז ידע נגיש דרך המרשתת מבוסס ענן בשלב ראשון, ובשנה השנייה עבר לשרת 216 טרה בייט שישרת את צרכי הקהילה המדעית באחסון מידע והקלת גישה לנתונים. המרכז חוסך זמן לחוקרים בכך שסגל המרכז מבצע את כל הליכי הרישום ובקשת הנתונים במרכזים בינלאומיים, מוריד מערכי מידע data-sets לשרת של המרכז, ומאפשר גישה אליהם לחוקרים. כמו כן מתקבלות בקשות מיוחדות לנתונים וסגל המרכז יענה להן במידת האפשר ובמגבלות זמינות המידע. מאגר נתונים של כדור הארץ, נתונים אטמוספריים ואקלימיים. הנגשת הנתונים לחוקרים מהארץ ומהעולם (באנגלית, בניגוד לרוב המאגרים בארץ כגון של השירות המטאורולוגי או המשרד לאיכות הסביבה). הצעת מקום לנתונים ועיבודים של חוקרים ישראליים, והנגשת המחקר שלהם.
2 הקרינה הבלתי מייננת והשפעתה על בריאות הציבור	אתר אינטרנט הכולל מידע על קרינה בלתי-מייננת ומספק תשובות (ידע) לפניות הציבור.
3 מרכז ידע ללמידה ממוחשבת ובניה מלאכותית	מיומנויות ייחודיות בתחום machine learning
4 הקמת מרכז ידע לחקר קרינה קוסמית.	מעבדה ייחודית בהר חרמון למעקב וחקירה של השמש, קרינה קוסמית, מזג אוויר חללי וההשפעות על היונספירה והאטמוספירה
6 אוספי הטבע הלאומיים באוניברסיטת ת"א: מרכז ידע תשתית בתחום מחקר המגוון הביולוגי, הסביבה והחקלאות ²⁸	במרכז הידע קיימות שתי תשתיות ייחודיות: (1) אוספי הטבע הלאומיים המונים למעלה מ-5 מיליון פריטי אוסף המתעדים את המגוון הביולוגי של ישראל והאזור מראשית המאה ה-20 וכן את ההיסטוריה והאבולוציה של האדם באזורנו ואת השינויים שחלו בסביבה. (2) צוות מקצועי ייחודי של טקסונומים המכירים ועובדים על מגוון רחב מאד של קבוצות חי ומעבר למחקרם מעניקים סיוע נרחב למדענים רבים וכן בנושאי חקלאות, הגנת הסביבה, שמירת טבע, בריאות ועוד.
8 מרכז ידע במדעי המוח למחקר התנהגותי לחיות מודל למחלות נויר-דגנרטיביות/BrainLabs	המרכז מציע מומחיות מדעית רחבה של מדעני מוח בתחומי מפתח לשם תכנון יעיל של מחקר ופיתוח, וכן את השירותים הנחוצים על מנת לבצע את המחקר. המרכז מאפשר נגישות למגוון רחב של חיות מודל למחלות נוירודגנרטיביות ומחלות מוח אחרות שקיימות במרכז וכן מייצר מודלים חדשניים או שילובי מודלים קיימים לפי הצרכים של החוקרים והפרויקט הספציפי. חלק ניכר מהמודלים המוצעים הנם תוצר של מחקר מקורי שנעשה על ידי המדענים חברי המרכז. מתקני התנהגות חדשניים ועדכניים קיימים במרכז. המרכז גם מספק גישה להדמיה מוחית מתקדמת (MRI, Micro-PET), גורם מפתח בהגדלת הערך הסגולי של מחקרי התנהגות בחיות, וכן מספק שרותי היסטולוגיה של המוח ומחקרים מולקולאריים ואחרים. תשתיות אלה מתוארות בהרחבה באתר המרכז תחת כותרת חיות מודל (http://brainlabs.org.il/disease-models) ומדידות (http://brainlabs.org.il/outcome-measures). המרכז מספק שרות כולל החל משלב הייעוץ, תכנון המחקר ועד הניסויים המבוצעים והגעה לשלב אנליזות הנתונים והכנת דו"ח מקיף. בנוסף, מושם דגש במרכז על פיתוח שירותים חדשים יחד עם המשך קיום ושימור טכנולוגיות קיימות.
9 מרכז סמולר לפרוטאומיקה	מרכז ידע המאפשר לחוקרים בישראל גישה ישירה לטכנולוגיה ולידע בתחום הפרוטאומיקה ההשוואתית והפונקציונאלית. המטרה הושגה על ידי רכישת ציוד מתקדם והפעלתו בעזרת צוות מיומן המשרת את המחקר באוניברסיטאות, מכוני המחקר, בתעשייה הביוטכנולוגית והרפואה בישראל.

	שם המרכז	התשתית הייחודית שהעמיד מרכז הידע לרשות הקהילה המדעית
		השירות של מרכז הפרוטאומיקה ניתן כשירות וכשיתוף פעולה מדעי תוך מימון ההוצאות הישירות בלבד של האנליזות על ידי החוקרים. האנליזות מתבצעות לפי סדר הגעת הדוגמאות, עם בירוקרטיה מינימאלית. הפעילות העיקרית של המרכז היא אנליזה פרוטאומית העוסקת בזיהוי חלבונים המתבטאים ברקמה או בתאים תוך שימוש בכרומטוגרפיה דו-ממדית להפרדה ובספקטרומטריית מסות לזיהוי ואפיון. סוגי אנליזות, ניתוח מקיף של דוגמאות: זיהוי 4000-800 חלבונים מהפקת תאים אחת, פרוטאומיקה כמותית השוואתית: הגדרת רמות יחסיות של החלבונים בסוגי תאים שונים או שינויים ברמות הללו כתגובה לטיפול. ניתוח של קומפלקסים חלבונים: אפיון האינטראקציה בין החלבונים התאיים השונים ולקבוע את המיקום שלהם בתא. מודיפיקציות: קביעת המודיפיקציות לאחר תרגום (פוסטורילציות, יוביקוטינציות, אצטילציות וכו') של החלבונים השונים. שונות בין חלבונים: קביעת ההבדלים בין חלבונים דומים. בנוסף לפעילות במחקר בסיסי מבוצעים גם פרויקטים לתעשייה. בקרת איכות- אפיון מוצר חלבוני ובקרת איכות שלו- אפיון אצוות שונות של חלבונים ופפטידים על ידי ספקטרומטריית מסות כולל בקרת מסה, מפת פפטידים, שבירת פפטידים לפרגמנטים (MS/MS) ועוד. בוצעו גם פרויקטים המשווים את המוצר בשלבים שונים של הייצור. אפיון של אי ניקיונות בהפקת מוצר חלבוני- אפיון חומרים הנמצאים כחומר נלווה למוצר (בדרך כלל נמצא כפיק נלווה בהפרדת HPLC). העמדת שיטה להעשרת חומר פעיל- שימוש בביוכימיה להעשרת החומר הפעיל בדגימה ובספקטרומטריית מסות לאנליזה. הפרויקט כולל יעוץ וביצוע. מחקר ופיתוח- זיהוי חלבונים על ידי ספקטרומטריית מסות זיהוי חלבונים בתוך נוזלי גוף- ניקוי הדוגמא והורדת רמתם של חלבונים דומיננטיים על מנת לאפיין חלבונים ופפטידים פעילים. בדיקות יציבות של פפטידים וחלבונים - הבדיקות מתבצעות על ידי ספקטרומטריית מסות לאחר אינקובציה בתנאים שונים. בדיקות יציבות של פפטידים וחלבונים בתוך נוזלי גוף- ניקוי הדוגמא והורדת רמתם של חלבונים דומיננטיים על מנת לזהות את החלבון המבוקש. השוואה בין פרופיל חלבוני של דוגמאות תאים שונות- סימונים כימיים שונים לכל דוגמא. אנליזה על ידי ספקטרומטריית מסות והשוואת מכלול החלבונים בדוגמאות השונות כולל כמותם היחסית. זיהוי מודיפיקציות שלאחר תרגום במוצר חלבוני- מודיפיקציות, חיתוך החלבון ועוד כוח אדם בראשות המרכז עומד פרופ' אריה אדמון והמנהלת המקצועית היא ד"ר תמר זיו. הצוות כולל שישה חוקרים בעלי תחומי התמחות מגוונים הכוללים ביולוגיה, כימיה, ביטכנולוגיה וספקטרומטריית מסות. הצוות מנוסה מאד בטכנולוגיות הנחוצות לפרוטאומיקה, כולל הרצת גלים דו-ממדיים, מיקרו אנליזה של חלבונים כולל הרצת של כרומטוגרפיה קפילרית חד ודו-ממדית, ספקטרומטריית מסות וביו-אינפורמטיקה. הצוות מתעדכן בשיטות ובטכנולוגיות חדשות ומטמיע אותן בפעילות השוטפת.
12	מרכז ישראלי לפרוטאומיקה מבנית	משרד המדע תמך כספית במרכז בשנים 2000 עד 2007 במשך חמש שנים. זו הייתה תכנית ייחודית במדינת ישראל באותה תקופה. מטרת הקמת המרכז הייתה לייעל את התהליך של קביעת מבנה חלבונים ולשרת את האקדמיה והתעשייה בנושאים הקשורים לקביעת מבנה חלבונים. היעד הינו פיתוח של תרופות חדשות לפי מבנה חלבונים.
13	מרכז ידע לחקר הזדקנות האוכלוסייה בישראל	מרכז ידע תשתיתי על זקנה והזדקנות ובו מאגרי נתונים לשימושם של חוקרים. סקר אורכי העוקב אחר בני 50 ומעלה ומאפשר הבנת תהליכי הזדקנות
14	מרכז ידע תשתיתי לביו-אנפורמטיקה	המרכז לתשתיות ביו-אינפורמטיות COBI מהווה רשת ייחודית המקשרת בין הקבוצות לביו-אינפורמטיקה הנמצאות במוסדות להשכלה גבוהה בישראל. התוצר העיקרי של COBI הוא מאגר משמעותי של ביו-אינפורמטיקאים, שנותנים הדרכה ותמיכה לקהילת הביולוגים המשתמשים בביו-אינפורמטיקה ומתפעלים תשתית ביו-אינפורמטית לאומית. המטרה של COBI לחזק את התשתית הישראלית בביו-אינפורמטיקה ולקדם את השימוש בשיטות ביו-אינפורמטיות ובפיתוחי המחשוב הביולוגי בקרב ציבור החוקרים במדעי החיים, הרפואה והחקלאות, תוך שימת דגש על הדרכה וסיוע טכני מקצועי למשתמשים. המרכז החל לפעול בשנת 1989. כל הנושא התפתח דרך משרד המדע ומאוחר יותר באמצעות עזרה של משרד הקליטה לאקדמאים. הרעיון של להגביר תשתיות ביו-אינפורמטיקה התבסס על המיקום הגבוה של ישראל ברמה העולמית בנושא זה. בכל מוסד היה צורך בביולוג ובביו-אנפורמטיקאי. קבוצה ביו-אינפורמטיקאית מצליחה צריכה להיות הטרוגנית ולכולל: פיסיקאי, כימאי, ביולוג ומתמטיקאי.

שם המרכז	התשתית הייחודית שהעמיד מרכז הידע לרשות הקהילה המדעית
15	מילה – מרכז ידע לתקשוב בשפה העברית כלים לניתוח טקסטים בעברית: מנתח מורפולוגי, לקסיקון, מנתח תחבירי.
16	המרכז הלאומי לטכנולוגיות גנומיות בשנת 1997 הוקמה מעבדת תשתית לאומית לטכנולוגיות גנומיות המשתפת חוקרים בראשות פרופ' דורון לנצט ממכון ויצמן למדע ופרופ' בת שבע כרם מהאוניברסיטה העברית בירושלים. הצידוד בשני המרכזים יוצר השלמה- בירושלים יש טכנולוגיה למיפוי ראשוני ובוויצמן מיפוי לרצפים. בשנת 2002, המעבדה הפכה למרכז ידע בתמיכת משרד המדע. תקציב הפרויקט כולו היה 2,000,000 ש"ח שהתחלקו שווה בשווה בין שני המרכזים. התמיכה של משרד המדע הסתיימה בשנת 2005 ומאז שני המרכזים הפסיקו לפעול במשותף והמרכז בוויצמן המשיך לפעול בתמיכת מכון ויצמן אך נאלץ לצמצם את היקף השירותים שנתן בשל מגבלות תקציב. במרכז נבדקות מאות דגימות בשבוע עבור לקוחות מתוך מכון ויצמן ומחוצה לו ממוסדות אקדמיים שונים, בתי חולים וחברות פרטיות. במהלך מחקרים במרכז גילו גנים למחלות גנטיות ונערכו מחקרים רבים. במרכז נעשה מיפוי גנטי של שבע מחלות תורשתיות שאופייניות לישראל. בדיקות לנשים בהריון נעשות כיום למוטציות שרוצפו במרכז. המרכז במכון ויצמן היה חלוץ בתחום של כיצד להסתכל על מפה גנומית ולחפש וריאציות וגם כיום הוא מוביל בטכנולוגיות חדשניות וביו-אינפורמטיקה חדשנית. חוקרי המרכז זכו ב-ISF והביאו מכשיר ראשון של רצפים ל-DNA. ההתקדמות של התחום מהירה מאוד מבחינת הירידה במשך הזמן הנדרש לריצוף ומבחינת הפחתת העלויות. כיום יש מרכזים דומים בירושלים, בטכניון ובאוניברסיטת ת"א- לכל אחד יש ציוד משלו. הצידוד בגנומיקה מתישן מאוד מהר וכל כמה שנים צריכים להחליף אותו בהשקעה של מיליונים. בעקבות המהפכה בריצוף DNA ב-2006, יש עכשיו דור שלישי של מרצפים.
17	לייזר אלקטרונים חופשיים - קרינת גלים מילימטריים ושימושיה טכנולוגיות חדשניות - מיומנות מקצועית.
22	מרכז הידע לחדשנות מיומנויות לניהול תהליך החדשנות, כלים ומדדים למדידת מאפיינים אישיותיים רלבנטיים ליצירתיות, למדידת תהליכים קבוצתיים ולמדידת תרבות ארגונית וכן שיטות לעידוד חדשנות ולהתגברות על התנגדות לשנוי.

9. סיכום מרכזי ידע

אוכלוסיית המחקר: בשנים 2002-2015 הוקמו במסגרת תכנית התשתיות 25 מרכזי ידע.

מאפייני מרכזי הידע: 44% ממרכזי הידע הם בתחום מדעי החיים והרפואה, 16% מתחום מדעי הסביבה, 12% ממרכזי הידע הם מתחום סייבר, מידע ותקשוב, 8% מתחום האנרגיה, חומרים מתקדמים וננוטכנולוגיה, 8% מתחום מדעי הרוח והחברה, 8% מתחום החלל, ו- 4% מתחום הפיסיקה והמתמטיקה השימושית.

תקציב: סה"כ המימון שנתן משרד המדע והטכנולוגיה למרכזי הידע בין השנים 2002-2015 היה 64.9 מיליון ₪. מספר מרכזי הידע שתוקצבו לאורך השנים הלך וקטן, כך שבשנים 2013 ו- 2015 תוקצב רק מרכז ידע אחד בכל שנה.

שיעור מענה: מענה לשאלון המחקר התקבל מ- 22 חוקרים מ- 19 מרכזי ידע. מהם 71% הם מנהלי/ראשי מרכז הידע.

תפוקות/תרומות:

- התפוקות/התרומות הגבוהות ביותר שדווחו לגבי מרכזי הידע היו: פרסום מאמרים (ב-13 מחקרים המהווים 68% מהמחקרים שלגביהם קיבלנו מענה), יצירה של ידע תשתיתי חדש (ב-13 מחקרים המהווים 68% מהמחקרים שלגביהם קיבלנו מענה), שיפור טכנולוגיות, מוצרים או שירותים (ב-12 מחקרים, 63%) יישום מסחרי (9 מחקרים, 47%) והוקמה חברה אחת בעקבות פעילות במרכז ידע.
- **שיתופי פעולה** בין קבוצות גם מהארץ וגם מחו"ל.
- התשתיות ייחודיות ובעלות תרומה ברמה הלאומית והבינלאומית.

המשך פעילות מרכזי הידע:

- מתוך 25 מרכזי ידע שהוקמו, ידוע לנו שב-18 מרכזי ידע הפעילות ממשיכה גם כיום. ארבעה מרכזי ידע אינם פעילים עוד, ומשלושה מרכזים לא התקבל מידע לגבי פעילותם כיום.
- ברוב מרכזי הידע (69% מ-15 מרכזי הידע שלגביהם קיבלנו תשובה לשאלה זו) לא עומדים ביעד של מימון עצמי מהכנסות (5 חוקרים דיווחו שאין הכנסות ממרכז הידע).

למרבת מרכזי הידע קיים קושי להמשיך בפעילות המרכז לאחר סיום תקופת המימון ממשד המדע והטכנולוגיה במסגרת התכנית. יש צורך בבניית תכנית, שילווה משד המדע והטכנולוגיה, שבה ימצאו אפיקי מימון להשמך פעילות מרכזי הידע גם לאחר סיום השתתפותם בתכנית.

נספח 1: ראינות עם המנהלים המדעיים במשרד המדע והטכנולוגיה

התפקיד שמבצע מנהל מדעי בתחום שבאחריותו, בתכנית התשתיות

- לקדם את התחום במסגרת משרד המדע והטכנולוגיה והמדען הראשי במשרד המדע, לשמור על קשר עם הקהילה המדעית/החוקרים להיכרות ולמידה של המחקרים, ולייצג את המשרד בכנסים.
- המנהל המדעי דואג שיהיה לו ידע רב לגבי מה שנעשה בארץ ובעולם בתחומים שהוא אחראי עליהם. הוא עוקב אחר מאמרים וחידושים בתחום ומעלה רעיונות בפני שאר המנהלים המדעיים בישיבות שהם מקיימים עם המדען הראשי.
- השתתפות בגיבוש מדיניות המשרד. קביעה אילו תחומים ימומנו בשנים הבאות. הגדרה וזיהוי של תחומי העדיפות שמעוניינים לקדם.
- המנהל המדעי מציע קולות קוראים בנושאים מסוימים. לאחר שמחליטים על הנושאים, המנהל המדעי כותב את הקולות הקוראים, דואג לפרסם אותם ברבים ובנוסף, לשלוח את הקולות הקוראים באופן אישי לחוקרים העוסקים בנושאים הרלבנטיים.
- תהליך השיפוט של ההצעות בתכנית התשתיות: המנהלים המדעיים מקיימים ועדת שיפוט שמורכבת מחוקרים בכירים באקדמיה, כל שופט אחראי על עד 5 הצעות. בהמשך, ההצעות עוברות לסוקרים מחו"ל אליהם שולחים בקשה לחוות דעת, לכל הצעה שואפים לקבל 3 חוות דעת. תהליך זה אורך כ-3 חודשים. בהמשך, השופטים של ועדת השיפוט מקבלים את חוות הדעת של הסוקרים ואז מדרגים את ההצעות. ישנם מצבים, שבהם בסופו של דבר מתוך הרבה מאוד הצעות שהוגשו יהיה מימון רק לשתי הצעות מחקר.
- הסוקרים מחו"ל והשופטים בוועדה עושים את עבודתם בהתנדבות מתוך רצון טוב ובשם המדע (בשונה מה-ISF, שם משלמים לסוקרים ולשופטים).
- לאחר שמחליטים מהם המחקרים שיקבלו מימון במסגרת התוכנית, המנהלים המדעיים עוקבים אחרי ניהול המחקר, מקבלים דוחות התקדמות ומוודאים שהמחקר מתבצע עפ"י התוכנית. הם מעוניינים לבקר במרכזי הידע על מנת להתרשם, לבחון את התוכנית התקציבית של המחקר, לבדוק דוחות התקדמות של המחקרים והאם נדרשים שינויים בתקציב.

התהליך בו נקבעים נושאי המחקר בכל שנה

- המנהל המדעי מעלה רעיונות לפי נקודת המבט המקצועית שלו. לפי המנהלים המדעיים, כמעט כל הנושאים שהם מציעים לקולות קוראים מתקבלים, אם כי לא בהיקף התקציב הנדרש.
- לקראת 2019-2024 תקום וועדת חומש בראשות המדען הראשי של המשרד וחוקרים שונים, ובוועדה יוחלט מה יהיו הנושאים לשנים הבאות.
- בנושאים בין-תחומיים כמו ננוטכנולוגיה, הגיל השלישי אשר נוגעים לתחומים של מספר מנהלים מדעיים, נבחר מנהל מדעי אחד אשר אחראי על המחקר.
- נושאים שהמדען הראשי מעוניין לקדם.
- כאשר קובעים תכנית עבודה, יש דיונים לגבי הקולות הקוראים מבחינת תעדוף ותקצוב.
- המדען הראשי קובע את תחומי מרכזי הידע. לא בכל שנה מתפרסם קול קורא למרכזי ידע.

היחס בין מספר ההגשות למספר המחקרים הזוכים

- היחס משתנה בהתאם לנושא. במידה ורוצים לפתח תחום שאין בו מספיק מחקר בארץ, צופים שיהיו מעט הגשות ואחוזי זכיה גבוהים. בתחומים שרוצים להרחיב פעילות קיימת, יכולים לממן מעט הגשות.

- התקציב דל מאוד ואחוזי הזכייה נמוכים. לדוגמא, מתוך 62 הצעות מחקר שהתקבלו בתחום רפואה מותאמת אישית, התקבלו לתכנית התשתיות כ- 5-6 מחקרים בסך הכל. אחוזי הזכייה הנמוכים מביאים לכך שלחוקרים אין אינטרס להשקיע זמן. אחוז זכיה תקין הוא של 30% מכלל ההצעות.
- כל מנהל מדעי מוציא 2-3 קולות קוראים בשנה. צריך לחשוב על נושאים ספציפיים שלא יהיו בהם הרבה מאוד הגשות. בוחרים את ההצעות הטובות ביותר שיש להן את הפוטנציאל הגבוה ביותר.
- כאשר הקולות הקוראים שיוצאים עוסקים בתתי נושאים, אחוזי ההגשות לקולות קוראים אלה הם נמוכים. צריך לממן הצעות משפיעות אשר יקדמו תחומים. הסטנדרטים של התוכנית גבוהים ובשיפוט העבודות נעזרים בחוקרים מחו"ל ולא רק מהארץ.

התרומה הייחודית של תכנית התשתיות בין שאר התכניות המוצעות לחוקרים

- זו התוכנית היחידה שתומכת במחקרים בסיסיים בעלי אופק יישומי במשרד המדע והטכנולוגיה. המנהלים המדעיים לא מכירים תכניות בעולם שהינן בעלי מאפיינים דומים לתוכנית התשתיות. הוזכרה תכנית Horizon- שתומכת במחקרים ממוקדי מטרה, יישומיים ושיש בהם שיתוף פעולה. קידום תחום מסוים כמו מחקר של מחלה ספציפית למציאת טיפול ואפילו ניסויים קליניים.
- ב-Horizon נותנים סכום כסף גדול לשלוש ארבע שנים על מנת שהחוקרים יוכלו להתרכז במחקר ולא יצטרכו לחפש כל הזמן מימון נוסף.
- חלק מהמנהלים המדעיים סבורים שהמימון שניתן בתוכנית התשתיות למחקרים הינו מכובד ויפה וחלק אחר חושבים שהוא קטן מידי (נתקלנו בשונות זו בדעות גם בראיונות שקיימנו עם חוקרים שביצעו מחקרים במסגרת התוכנית).
- כשמקבלים מימון לשלוש שנים ומ-ISF או קרן אחרת, החוקר מסודר לשלוש שנים. לתוכנית התשתיות אין תרומה בלעדית. החוקר יצטרך להשיג עוד מקורות מימון כגון מ-Horizon 2020 או לגייס תרומות.
- התכנית תומכת במחקרים שהם בין מחקר בסיסי למחקר יישומי.
- מחקר תשתיתי מבחינת הידע.
- בתחומי מדעי הרוח והחברה אפשר להגיש מחקרים יישומיים שמסייעים לעבודת הממשלה נושאים שאי אפשר להגיש ב-ISF.
- מאפשרים לשתף פעולה. כששיתוף פעולה אינו אמיתי וחוזרים יחד רק לשם ההגשה – זה לא עובד טוב. כמעט כל ההצעות בתחום האנרגיה בשנה מסוימת נפסלו מכיוון שהחוקרים הגישו יחד ושיתופי הפעולה לא היו אמיתיים. נאמר שאם היו מגישים בנפרד, היו זוכים.

שינויים שחלו בתכנית

- לפני חודש נכנס לכל הקולות הקוראים של תכנית התשתיות, סעיף שדורש 'ישוג' outreach. 3000 שו בתקציב המימון למחקר מיועדים לחינוך הציבור או להנגשת תוצאות המחקר למקבלי ההחלטות. זה יכול להיות או במהלך המחקר או בסיומו. דוגמאות: ניתן להכין חוברת, סדנא, סרטון- דברים ללא עלות גבוהה. דורשים להגדיר מראש למה ישתמשו בתקציב. במידה וזה לא נעשה, הכסף לא מועבר.

מהי הצלחה של מחקר שבוצע בתכנית התשתיות

- כשיש תוצאות, כשיש התקדמות. ברור שתקציב בגובה 600,000 שו לתקופה של שנתיים-שלוש שמתחלק בין השותפים למחקר, לא יביא לפתרון השאלה שמעלים החוקרים.
- הצלחה היא כאשר מחקר השיג את מטרותיו. גם אם לא הושגו היעדים אי אפשר לומר שהמחקר נכשל, אם המחקר לימד על כיוון חדש, ואם נעשתה העבודה שהוצהר עליה שתעשה. הצלחה ראשונית זה לעמוד באבני הדרך וכל השאר זה בונס.
- נכתב דו"ח, הידע הועבר ועוזר לביצוע מדיניות או שינויים חברתיים לתועלת הכלל, זו הצלחה. לא דווקא פרסום מדעי, אלא העברת הידע למשרדי הממשלה או לוועדות.
- במדעי הים לדוגמא, הצלחה היא הבנת מערכות טבעיות וקביעת מדיניות. בפן הטכנולוגיה- לפתוח כיוון חשיבה טכנולוגי חדש (שימוש ברכיבים חדשניים ועוד).

- הצלחה של מרכז ידע זה שתהיה לו תרומה לביסוס הידע בתחום מסוים. צריך שיהיו מספיק חוקרים שישתמשו במרכז הידע, כלומר תחום שיש בו מחקר בארץ. המרכז צריך לכלול ידע ייחודי שיכול לתרום לקידום המחקר של חוקרים אחרים, כך יוכלו להשתמש בידע ובתשתיות, שלא היו זמינות ללא מרכז הידע לחוקרים.
- חוקר שהקים חברה על בסיס מחקר שמומן בתכנית התשתיות.
- סטודנטים שמתמחים ומקבלים תארי דוקטור.

סיבות מרכזיות למחקרים שלא הצליחו

- מקרים בהם במחקר שקיבל מימון של תכנית התשתיות, החוקר הראשי עזב והגיע חוקר אחר. או מחקרים בהם החוקר מתעסק במחקר בסיסי והדו"ח לא ברמה המצופה.
- כשהמחקר לא ממשיך או לא נותן תוצאות לתעשייה. כשהמחקר עדיין רק בגדר תאוריה. במידה ופותחה תאוריה טובה שיכולה להוביל לטכנולוגיה זו כן התקדמות.
- יש מעט מאוד מחקרים שהחוקר מזלזל. קרה שמחקר נעצר, אך זה קורה מעט מאוד. אם המחקר מתעכב החוקר מתבקש להסביר. יש סטיות ימינה ושמאלה, חומר ב במקום חומר a. יש גמישות מסוימת והבנה שבמהלך מחקר יש לבצע שינויים במה שתוכנן לפני שהמחקר החל.
- המאפיין את המחקרים בתחום המחשוב והסייבר הוא שהם ברובם מבוצעים ע"י סטודנטים לתואר שלישי. חלקם לא מעוניינים להמשיך לחקור עם סיום לימודיהם, ולכן הפרויקט מתעכב עד שמגייסים חוקר חדש ואז מגיעות בקשות להעביר יתרות תקציב משנה ראשונה לשנייה ולשלישית.

שיתופי פעולה

- שיתוף הפעולה בין החוקרים- לרוב עובד טוב. החלפת דעות/ציוד/מחשבות.
- שיתוף פעולה בין תחומים- לא קריטי ששיתוף הפעולה יעשה בין אוניברסיטאות שונות או בין פקולטות שונות באותה אוניברסיטה. מה שחשוב זה שהחוקרים שמבצעים את המחקר, יגיעו מתחומים שונים ומגיעים מאותו מוסד מחקרי.

הקשר הקיים בין המנהל המדעי לחוקרים שמשותפים בתוכנית

- המנהלים המדעיים במשרד המדע עוקבים אחרי התקדמות המחקרים- קבלת דו"ח אחת לשנה ואישורו או בקשת הבהרות. המנהלים המדעיים משתדלים לבקר פעם בשנה וחצי במעבדת המחקר על מנת להיות מעורבים. השאיפה היא לקיים סמינר למספר מחקרים בתוכנית התשתיות באותו תחום, למשל, לפני שנה נערך סמינר כזה בתחום המחלות היתומות ובו הוצגו 4 מחקרים מתכנית התשתיות.
- בשל עומס רב, הקשר בין המנהלים המדעיים לחוקרים, אינו כפי שהמנהלים המדעיים היו רוצים שיהיה. יש קשר שוטף באישור שינויים ואישור חידוש המחקר בכל שנה.
- ליזום ביקורים אצל חוקרים. סיורים מדעיים באוניברסיטאות יחד עם המנהלים המדעיים האחרים, יביא לחשיפה למחקרים של המנהלים המדעיים האחרים.

מה כדאי לשפר בתוכנית?

- להביא לכך שיהיה **יותר שימוש בממצאים**. למשל, במסגרת עבודה עם מדענים ראשיים, להנגיש ולהעביר את המידע לגבי תוצאות המחקרים למדענים הראשיים של משרדי הממשלה. ליצור ממשקים נכונים כך שהם יוכלו להשתמש במידע שמופק במחקרים.
- **מערכות המידע** כיום אינן מאפשרות שיתוף מבחינה טכנולוגית. צריך להתממשק טכנולוגית עם משרדי ממשלה אחרים. זה ימנע מחקרים כפולים.
- יש לעשות **חשיבה כללית על התוכנית**. כמה כסף יש להקצות לתוכנית? מה מידת ההשפעה של התוכנית? יש לעיתים תחושה שהתוכנית לא מספיק משמעותית- התחומים קטנים, צמצום/הרחבת נושא לפי אחוזי זכיה ועוד.
- לא לצאת עם **יותר מדי קולות קוראים** כשהתקציב מצומצם.
- אחת לתקופה **לבחון לאן הגיעו המחקרים**.
- לשנות תפיסה **ולא לאלץ את החוקר לחפש שותפים למחקר** על מנת לקבל יותר כסף.

- לשחרר חוקרים מחיפוש מתמיד אחר תקציבים למחקריהם. לתת ל-4-5 חוקרים כל שנה מימון ושלא יוכלו להגיש בקשה נוספת למימון עד שמסתיים המימון הראשון שקיבלו. כמו ב-ISF. זה מוריד לחץ מהמערכת ומפנה אנשים להשתתף בוועדות שיפוט. חוקר שמקבל ERC לא מתעסק בתוכניות מימון אחרות.
- יש להגדיל את התקציב של תכנית התשתיות כי אין עוד תכניות אשר מממנות את הנישה הזו. רצוי שהתקציב של תחום מדעי אחד יהיה 10 מיליון ₪ בשנה.
- לקדם מצינונות וחדשנות במחקר. לא לממן מחקרים שמציעים טכנולוגיות ישנות אשר נחקרו כבר בעבר, אלא להתמקד בחזית המדע.
- כשחוקרים מגישים דו"ח מסכם למחקר שעשו בתוכנית התשתיות, יש להכין אותם לכך שלאחר שנתיים עד ארבע שנים מסיום המחקר, יפנו אליהם על מנת לעקוב אחר התפתחות המחקר שביצעו ותוצאותיו. צריך שהדו"ח יכלול טבלה בקובץ נפרד שבה מצוין לאן הגיע המחקר. להוסיף שאלות: לאן אתה מתכוון להמשיך עם המחקר שלך עכשיו? כמה קרוב אתה לקבלת מימון להמשך? ועוד.
- להגדיר מדדים להצלחה
- יש מקום לשנות את התהליך כך, שכל השופטים והסוקרים בתהליך השיפוט של הצעות שמתקבלות במענה לקולות הקוראים, יקבלו שכר עבור עמלם.

נספח 2: סיכומי ראיונות עם חוקרים

סיכום ראיון 1: ראיון עם פרופ' יונתן (ג'וני) גרשוני, אוניברסיטת תל-אביב.

נושא המחקר בתכנית התשתיות: התגובה הנוגדנית כנגד שפעת בגיל הזהב כמנחה מדיניות חיסונים ובריאות הציבור.

תחילת המחקר: 2015

פרופ' גרשוני הוא פרופ' לאימונולוגיה. מחקרו מתמקד ב- 'תגובה הנוגדנית כנגד שפעת בגיל הזהב כמנחה מדיניות חיסונים ובריאות הציבור'.

לפי פרופ' גרשוני, הם נמצאים באמצע התהליך. המחקר הוא מחקר ביולוגי מולקולרי עם השלכות על המדיניות. המחקר בוחן את יעילות התגובה לחיסון שפעת עונתית. מנסים לבנות תשתית טכנולוגית שתאפשר לאדם לבחון את מידת התגובה שלו לחיסון, ובוחנים האם התגובות שונות הם פונקציה של משתנים כגון גיל המוחסן.

במעבדה של פרופ' גרשוני חוקרים את התגובה החיסונית-נוגדנים כנגד נגיפים HIV וצהבת וגם SARS ו-MERS. הם מומנו ע"י BARD בנושא שפעת העופות. הייתה תשתית מבחינת אנליזה חישובית של נוגדנים. התגובה לשפעת הייתה בסיס טוב להגשת הבקשה להמשך פיתוח הטכנולוגיה.

המחקר נמצא בסיום השנה השנייה, יש מימון לשנה שלישית שמקווים שיספיק. הם לא הגיעו להישגים שרצו, הדברים מורכבים יותר ממה שחשבו בזמן כתיבת ההצעה, אך יש התקדמות יפה. יתכן שבזכות התוצאות יש קבוצות שרוצות לשתף איתם פעולה. הם לא פיצחו הכל אבל הצליחו ליצור מספיק תוצאות ותשתית שמעוררים עניין למחקרי המשך.

שותפים למחקר: ד"ר מיכל מנדלבאום מתל השומר מהמעבדה הלאומית לנגיפים ווירוסים. היא עוסקת בתחום האפידמיולוגי דיאגנוסטי. אחראית על נושא מחלות ריאה.

שותף שני פרופ' טל פופקו מאוניברסיטת תל אביב. חיים אשכנזי הוא פוסט דוקטורנט שחוקר יחד אתו. עם שניהם כבר היה שיתוף פעולה בעבר. טל מנסה לפתח כלים חישוביים שנותנים חיזוי סטטיסטי ודיוק.

היו עוד שני מאסטרנטים: מיכאל מורדקובסקי ויעקוב לר. בנוסף, יש עוד פוסט דוקטורנט וחוקרת שהם חלק מצוות המעבדה.

חלק מהטכנולוגיות שמנסים לפתח משתלבות עם אנליזות דומות בוורוסים ודוגמאות אחרות.

שופרו טכנולוגיות. הנחת היסוד שלו- אם יוכלו לאפיין מגוון נוגדנים שיש לאדם בסרום יהיה לזה ערך מבחינה פרגנוסטית.

רמת התגובה החיסונית, באופן כללי, מחייבת יכולת לפתח שיטה למדידת מגוון הנוגדנים בסרום ולתת פן חישובי כמותי, כי התגובה שלנו לא דיכוטומית של כן או לא. זה עניין של סוגים וגוונים של נוגדנים וצריך לפתח כלים ליותר ממדידת נוגדנים באופן כללי על מנת לעמוד על איכותם.

צריכים להיות מסוגלים לאפיין את התגובות לקטגוריות של איכות תגובה. מה המוטיב או הדפוס המולקולרי המזוהה ע"י נוגדן זה או אחר. השפעת מציגה אתגר מיוחד היות ויש 3 תתי זנים בחיסון ויש שונות בנגיף מידי שנה.

זו לא מחלה קטלנית. הרוב מחלימים. לרובנו יש התנסות בשפעת וקשה למצוא אדם שלא חלה במחלה לחלוטין, בוודאי בקרב האוכלוסייה המבוגרת. זה מקשה על מציאת תוצאה חד משמעית.

אין קשר עם התעשייה בתחום.

חברת 'סנופי פסטר' שעוסקים בפיתוח חיסוני שפעת פנו אליהם לאחרונה. כרגע לא מדובר על יישום תעשייתי אלא על קידום שיתוף פעולה אקדמי. הם מכירים בחשיבות המחקר.

יש כאן שאלה גנרית למחלה נגיפית- מחפשים לפתח חיסון יותר אפקטיבי שיצליח לתת הגנה גם לוורוסים שעם הזמן משתנים.

הגיעו 3 חוקרים מרוסיה וגם חוקר מאוגנדה שרצה לבחון אופציה לאבולה.

יש שותפות עם בר אילן וצפת במחקר ה- HCV .

המיומן בתכנית התשתיות היה מכובד. בהתייחס ל-ISF או BSF היה סכום בהחלט סביר, וגם התהליך סביר.

הצפי של הקרן ריאלי מבחינת היכולות. המחקרים האלה מורכבים מאוד ומחייבים אורך נשימה ותשתיות. בגדול התכנית טובה. התהליך קצת מייגע. קיבלו הודעה שהתכנית אושרה והתאזרו בסבלנות עד שראו מימון.

סיכום ריאיון 2: ריאיון עם פרופ' חרמונה שורק, האוניברסיטה העברית בירושלים.

תאריך הריאיון: יולי 2017

נושא המחקר בתכנית התשתיות: המחקר בתחום מדעי המוח: מרכז לטכנולוגיה לתאי גזע עובריים ותאים פלורפוטנטיים מושרים .

תחילת המחקר: 2012.

רעיון המחקר: פרויקט תשתיות. לפתח טכנולוגיות של תאי גזע עובריים, להנגיש אותם לחוקרים נוספים ולפתח אנליזות של מודלים של מחלות נירודגנרטיביות.

השותפים למחקר: פרופ' ניסים בנבנישתי, פרופ' בני רובינוב ופרופ' ערן משורר.

פרופ' רובינוב הוא קלינאי מבית חולים הדסה. ניסים בנבנישתי וערן משורר שניהם עוסקים במחקר בסיסי בהיבטים שונים של תאי גזע. שניהם נמצאים במחלקה לגנטיקה, פרופ' שורק נמצאת במחלקה לחקר המוח ונוצר שילוב של מיומנויות מסוגים שונים.

המחקר נמשך 3 שנים, המענק שניתן היה נמוך מכדי לבסס תשתית.

האם המחקר המשיך לאחר סיום פעילותו במסגרת תכנית התשתיות?

המחקר המשיך במעבדות השונות לאחר סיום פעילותו במסגרת תכנית התשתיות. פרופ' משורר המשיך לעבוד על תאי גזע בתמיכת ERC שזה מענק מאוד משמעותי. פרופ' בנבנישתי חוקר תאי גזע כמודל למחלות. פרופ' רובינוב מפתח מודלים למחלות נוירו-גנרטיביות ברמה הקלינית ופרופ' שורק עושה מחקר בסיסי בנוגע לשלבים השונים של ההתמיינות.

המענק בתכנית ניתן לארבע קבוצות שיש ביניהן קשר נושאי במחקרים והן ממשיכות לעבוד על נושאי המחקר האלה. יש גם מחקרים משותפים.

מה היו המענקים שקיבלתם לפני שהשתתפתם בתכנית התשתיות?

לפרופ' שורק היה מענק מהקהילה האירופית. המחקר לא היה על תאי גזע באופן מובהק. תמיכה של הקרן הלאומית למדע וקרן לגסי ותמיכה של DFG מגרמניה. במשך הזמן קיבלה מענק ERC שהינו מאוד משמעותי, שהתחיל לפני 5 שנים ב-2013.

כל הזמן מקבלים עוד מימון מעבר לתכנית. אי אפשר לעבוד בהתבסס רק על המענק שניתן בתכנית.

השתתפות סטודנטים במחקר

סטודנטית של פרופ' שורק למדה להעמיד תרבויות של תאי גזע במעבדה של פרופ' בנבנישתי. בכל הקבוצות השתתפו סטודנטים.

שיתוף הפעולה במחקר

חלק משיתופי הפעולה נוצרו במחקר הזה במסגרת תכנית התשתיות, למשל שיתוף הפעולה של פרופ' שורק עם פרופ' רובינוב. עם פרופ' בנבנישתי פורסמו מאמרים משותפים לפני שנים רבות והמחקר בתכנית החזיר את שיתוף הפעולה.

צייני תפוקות/תרומות שאפשר לייחס למחקר

יומרני לחשוב שנותנים לאדם כסף שמספיק למלגה אחת של תלמיד אחד, בלי כספים לחומרי מחקר והוצאות שוטפות ועוד שיהיה לזה תפוקה מעשית. התקציב של משרד המדע נמוך מידי לכך.

איזה תרומה את רואה למחקרים במסגרת תכנית זו בין כל שאר התכניות שפונים אליהן לקבלת מימון?

כל מקור למימון של מחקר הוא מבורך. ההשקעה היא יחסית צנועה יותר בהכנה של הבקשות כי זו בקשה משותפת אז כל אחד מכין חלק בהצעה.

משרד המדע צריך להגדיל בסדר גודל רציני את התמיכה במחקרים על מנת שתהיה לזה משמעות.

בעקבות המחקר פורסמו מאמרים, ולפרופ' בנבנישתי יש פטנטים.

הצעות לשיפור התכנית

אם יהיה מימון רציני יוכלו לגייס ועדות רציניות. בתקציב הנוכחי בתכנית אין כדי לעשות שינוי ברמת או בהיקף המחקר של אף אחד מהחוקרים. המענקים האישיים הם קצת יותר טובים במובן הזה שהם פחות יומרניים והם עובדים על התחום המרכזי של חוקר אחד.

פרופ' שורק מספרת שהעמיתים שלה בשווייץ מקבלים, לפני שמתחילים להגיש בבקשות למענקים, מהאוניברסיטה 200,000 יורו לשנה לחומרים. בנוסף, לכל הסטודנטים והפוסט דוקטורנטים יש מלגות כי ממשלת שווייץ מעוניינת לפתח את המדע. התוצאות הן נגזרת ישירה של ההשקעה.

האם תהיי מעוניינת בעתיד לפנות שוב לתכנית?

"כן. אני חיה בישראל ויש לי עניין לקדם את המדע בישראל. זה רק מאוד עצוב לי לראות כמה סדר הגודל שלנו כ"כ זעום בהשוואה למדינות שהיינו רוצים להתחרות איתן".

האם יש עוד תכנית בארץ שיושבת על נישה של מימון לשיתוף פעולה?

ה-iCore נתן אופציה כזאת וזו תכנית יוצאת מהכלל אבל היא רצה סיבוב אחד ונסגרה מחוסר תקציב. אם לא מוכנים להשקיע לא יהיה מחקר מקומי ראוי מלבד בודדים שמצליחים לעבור את המשוכה של ה-ERC. רואים את אחוזי הזכייה של צעירים שחוזרים מארה"ב או מאירופה ממעבדות ראיות, שממומנות כראוי ואחוזי הזכייה אצלנו הם הכי גבוהים באירופה.

שת"פ עם התעשייה

חלק מהחוקרים הצעירים מבינים שזה עובד נגדם בתהליכי הקידום כי אומרים עליהם שהם לא עושים עבודה עצמאית. במשך כל השנים, רוב המימון של המעבדה של פרופ' שורק מגיע מחו"ל. ממשלת ישראל משלמת לקהילה האירופית כדי להיות ראויה להתחרות בפרויקטים של הקהילה וב-ERC. זכיה במענקים אלה זו בעצם תמיכה של ממשלת ישראל.

סיכום ריאיון 3: פרופ' אורי להב מהפקולטה להנדסה אזרחית בטכניון

תאריך הריאיון: יולי 2017

נושא המחקר בתכנית התשתיות: פיתוח טכנולוגיה להפקה של מגנזיום מוצק משלב הפרדתו ממי ים או מרכזים של מתקני התפלת מי ים ועד הפקתו על ידי חיזור תרמי.

השתתפו בפגישה: ליאת בירנהק- מנהלת המעבדה ודוקטורנטית, ירון אביעזר- מהנדס כימי שעשה מאסטר על המחקר.

הם קיבלו מימון מתכנית התשתיות ל- 3 שנים ונמצאים כרגע בסוף השנה השלישית.

המחקר נערך יחד עם פרופ' אלי אגיון מאוני' בן גוריון אשר מתמחה במטלורגיה- במתכות. חלוקת התקציב ביניהם היא חצי חצי, כל אחד קיבל 800,000 ₪, פחות מ- 200,000 ₪ לשנה לכל צד.

מה הביא אותם לחקור את הנושא הזה? בעשור האחרון עוסקים הרבה בהשבת מגנזיום Mg למי שתיה אשר עברו התפלה. וזה היה תמריץ למחקר.

החלוקה בין החוקרים: המחקר נחלק לשני שלבים: בשלב הראשון קבוצת המחקר שלהם עסקה בהפרדה מורכבת של מגנזיום במצב מוצק מהמלחים האחרים. בשלב השני קבוצת המחקר של בן גוריון עסקה בהפיכת המגנזיום המומס למתכת.

מהלך המחקר: בתחילת המחקר, עבדו על רכז המים שמהווה בעצם תוצר לוואי בתהליך התפלת מי ים. עבדו עם ממברנות לשם הפרדה של ה-Mg בתהליך של חיזור תרמי והוספת סיליקון מוצק ובסוף התהליך ה-Mg מתמצק. תהליך הפרדה זה לא הצליח כפי שציפו בהשערת המחקר, ולכן שינו כיוון: בנו תהליך הפרדה המבוסס על חילוף יונים- שרף שסופח אליו Mg דרכו מעבירים מי ים (ולא רכז כמו קודם- משום שריכוז המלחים הגבוה ברכז עלול לסתום את מחליפי היונים) אליו נספחים רק Mg ושאר המלחים חוזרים לים. בהמשך- תהליך שיקוע של משחה- דקנטר (צנטריפוגה עוצמתית)- סינון- שטיפה- ערבוב עם סיד לתהליך חיזור- ייבוש בתנור חיזור. הסיד הופך את התהליך לכלכלי משום שהוא משמש גם בתהליך השיקוע וגם חוזר להתחלת התגובה וריענון.

ה-Mg המוצק הינו מתכת קלה לעיבוד בדומה לאלומיניום, זו מתכת חזקה עם משקל נמוך לשימוש תעשייתי מובהק. תהליכים אחרים להפקת Mg: הידרוליזה (כפי שנעשה בים המלח ובארה"ב)- תהליך יקר. כיום 75% מהמגנזיום בעולם מיוצר בסין בתהליך אחר- תרמי ממחצבות ומאוד לא סביבתי אך זול יותר מההידרוליזה. התהליך אותו חקרו במחקר- תהליך ביניים מבחינה כלכלית ויותר סביבתי.

במהלך השנה הראשונה של המחקר הרבה מהדברים שכתבו בהצעה נמצאו כלא רלבנטיים לאחר שנבדקו, והחליטו לשנות כיוון.

מהו היישום למחקר: לדעתנו קיים פוטנציאל כלכלי גדול במחקר, אולם השיטה פתוחה לכל (open access) ולא רשמו עליה פטנט. תהליך רישום פטנטים הינו ארוך, יקר, מסורבל ודורש שעות עבודה רבות שאין ביכולתו להקצות במעבדה. נכון להיום הם עובדים במעבדה על 6 פטנטים שונים שנמצאים בשלב יישומי יותר. המחקר הזה עדיין לא יישומי ולכן חבל על ההשקעה. הטכניון משקיע כסף ברישום פטנט עד שלב ה-PCT (עד 10,000 דולר), ובהשקעה גדולה יותר צריך החוקר לגייס כספים בעצמו ולכן זה לא כדאי מבחינתו.

מבחינת תפוקות המחקר: פורסם מאמר וכיום בתהליך הוצאת מאמר נוסף ואולי אפילו שני מאמרים.

המימון למחקר: במהלך המחקר- רכשו תנור עבור התהליך בסכום של 60,000 ₪, המימון לכך גויס מתרומות ולא מתקציב המחקר של תכנית התשתיות, משום שתהליך ה-matching והבירוקרטיה מקשים עליו. כל המימון למחקר מלבד רכישת ציוד היה ממשד המדע- 1,600,000 ₪ לשני המוסדות. לאחר חלוקה ביניהם והורדת תקורה כ-600,000 ₪ לכל אחד. זה מימון סטנדרטי.

מה ההבדל בין ISF לתכנית התשתיות: בעיניו ISF מבינים איך מחקר עובד ועובדים באופן לוגי, גמיש וקל יותר, המימון מכווץ יותר. אתה יכול להשתמש במימון לכל צרכי המחקר.

מבחינת העתיד של המחקר: ימשיכו לעבוד על מחקרי צד שעוסקים בהפרדות. כרגע לא ימשיך לעבוד על ייצור Mg מוצק, מכיוון שבדצמבר המחקר מסתיים והוא טס לשנת שבתון בסין. אולי בן גוריון ירצו להמשיך. זה שלב שבו צריך לקבל החלטות, ובמידה ומעוניינים להמשיך יש לכתוב הצעות מחקר.

הקשר עם משרד המדע: ממשד המדע הגיעו לבקר את המכון פעם אחת במהלך המחקר. מגישים להם דוחות תקופתיים על התקדמות המחקר, לעתים יש תוצאות שבעקבותיהן מחליטים על שינוי בדרך המחקר.

היתרון בתכנית התשתיות למחקר זה: מבחינתו, תכנית התשתיות התאימה בדיוק למחקר הזה מכיוון שעוסק ביישום בשלב שלפני המוצר. חשוב שיהיה מימון למחקר יישומי.

מה לדעתו כדאי לשנות: כדאי לאפשר בשנה השנייה למחקר גמישות תקציבית לרכישת ציוד ומכשור שיעזרו לקדם את המחקר. על בסיס תכנית המחקר לשנה השנייה לאפשר שינוי ייעודי לכסף. יש דברים שלא תומחרו בתחילת המחקר כי לא ידעו שיהיה בהם צורך וצריכה להיות אפשרות לערוך שינויים בשנה השנייה למחקר.

סיכום ריאיון 4: סיכום ריאיון עם פרופ' מוטי שגב מהפקולטה לפיזיקה בטכניון

תאריך הריאיון: אוגוסט 2017

המחקר במסגרת תכנית התשתיות: התקנים ננופוטונים הבנויים במרחב עקום תלת ממדי בהשראת עקרונות היחסות הכללית.

המחקר קיבל מימון לשנתיים במסגרת תכנית התשתיות. התקציב למחקר התחלק 40% לפרופ' שגב, 60% לפרופ' אהרון אגרנט מאוני' ת"א.

הרקע למחקר: המחקר מסתמך על קונספטים מתורת היחסות הכללית ומשתמש בכלים אופטיים כדי לשלוט במהירות האור. זהו רעיון חדשני שמהווה מחקר המשך של עבודת דוקטורט של רבקה בקנשטיין.

בסך הכל השתתפו במחקר: אצלו בטכניון- 1 דוקטורנט ועוד 2 סטודנטים נוספים. אצל פרופ' אגרנט- סטודנט אחד.

איך היה הקשר עם החוקר השני? קבוצת המחקר שלו טובה בהעלאת רעיונות אך לא בפבריקציה- ייצור מבנה מסוים ברזולוציה ננומטרית, אשר באמצעותו שולטים על מהירות הפאזה ומהירות החבורה של האור. ייצור המבנה מתבצע בעזרת מכונה שנמצאת אצל אגרנט ועברה שינוי (ע"י אגרנט והסטודנטים שלו) ובעלת יכולות נדירות. אגרנט יושב על התפר בין חומרים לאופטיקה ולכן פרטנר טבעי למחקר מסוג זה.

מטרת המחקר: הוכחת יכולת לפתח רכיבים אופטיים שישימשו למחקר בסיסי ובתעשייה. המחקר הספציפי הזה מציע דרך לשלוט בפאזה של האור, במהירות הפאזה ומהירות החבורה של האור. ועל ידי כך לשלוט באינטראקציה של האור עם חלקיקים.

השימוש העתידי למחקר: מתגים אופטיים ורכיבים אחרים לתקשורת אופטית.

האם התקציב היה מספק? המחקר הזה קיבל מימון לשנתיים, המימון הזה הספיק בערך לחצי מהמחקר והוא העביר כסף נוסף למחקר הזה. אם היה מקבל מימון גדול יותר, היה יכול לשכלל את המכונה או לקנות מכונה כזו לטכניון.

איך המשיך את המחקר אם התקציב לא היה מספק? ניסו לשכנע את משרד המדע להמשיך את המימון למחקר. על מנת להמשיך את המחקר, הוא עושה חפיפה בין תכניות מחקר הממומנות ממקורות שונים. נשארה עוד כחצי שנה למחקר (סך הכל- המחקר לשנתיים).

האם יש אופק יישומי למחקר? יש לו קשר חזק לרפאל ולתעשייה הביטחונית, אך לא בפרויקט הזה משום שהפרויקט עדיין לא יישומי. יש אימפקט רציני למשרד הביטחון, אולם שם לא תומכים במחקר בסיסי אלא במחקר יישומי לביטחון ובפרויקט הקוואנטום.

מהם תפוקות המחקר? הצלחה של המחקר מבחינתו:

1. המאמר שכתבו על המחקר התקבל ל: Nature Photonics, כתב עת בין היוקרתיים ביותר.
2. המחקר הוצג בכנסים.

מה יש לשפר בתכנית התשתיות? לדעתו, תכנית מימון מחקרים לשנתיים אינה טובה, עדיף מימון ל- 4 שנים כמו ב-ISF, לתת מימון לשנתיים וכעבור שנתיים לבחון מימון שנתיים נוספות.

צריך לקחת בחשבון שהמעבר ליישום תעשייתי לא קורה ישר, אלא רק אחרי כמה שנים.

האם קיבל בעבר מימון למחקרים ממשרד המדע? בתחילת שנות ה- 2000 התקבל מימון לשני מחקרים ממשרד המדע, מחקרים שלא הלכו למסחור אלא נשארו כמדע בסיסי. השוק האופטי השתנה מאז ולא התאים בזמנו לאפליקציה.

האם קיבל מימון נוסף למחקרים אחרים? פרויקט מגנט של התמ"ת (משרד הכלכלה)- בשלב ביתא בתעשייה. כמו כן, מחקרים רבים אחרים במימון ERC, ISF, BSF, DIP, ועוד.

בתחום האופטיקה ישראל מובילה- פרופ' שגב ופרופ' ירון זילברברג בחוד החנית בתחום בעולם, מלבדם יש בישראל עוד מספר משמעותי של חוקרים בעלי מצוינות ברמה עולמית.

סיכום ריאיון 5: סיכום ריאיון עם פרופ' דני מנדלר- האוניברסיטה העברית בירושלים

ערך 3 מחקרים במהלך השנים במסגרת תכנית התשתיות.

מחקר שהתחיל השנה בשיתוף עם שרון מרקס מהמכון הביולוגי ורז ילינק מאוניברסיטת בן גוריון בב"ש.

מחקר נוסף התחיל לפני שנה בשיתוף עם יעקב סגיב ממכון וייצמן.

תחום המחקרים: אנרגיה, חומרים מתקדמים וננוטכנולוגיה, מדעי הסביבה.

הדרך שעבר המחקר מסיום הפרויקט בתכנית התשתיות:

כאשר המחקר מוצלח, מחפשים אפיקים נוספים בתעשייה על מנת להמשיך את המחקר. ערך בעבר מחקר במסגרת תכנית התשתיות בתחום האנרגיה הסולארית שהמשיך לתעשייה: חברת "ברייטסורס" אשר מפיקה אנרגיה תרמו-סולארית במתקן גדול מאוד בקליפורניה, ומשתמשת בציפוי שפיתחו במחקר שלהם.

רמת שיתוף הפעולה בין קבוצות המחקר היתה טובה מאוד. במחקר עם יעקב סגיב ממכון וייצמן לא היה לו שת"פ בעבר, וכאשר יצא הקול הקורא הוא פנה אליו והם הגישו יחד הצעה. כמו כן, הוא לא עבד בעבר עם רז ילינק, אך כן עבד עם שרון מרקס מהמכון הביולוגי על מחקר מאוד מוצלח ויישומי בתחום החישה.

לאחר שפרויקט מסתיים, שיתוף הפעולה לא תמיד ממשיך. עם המכון הביולוגי לא אישרו במשך שנים שיתוף פעולה במחקרים.

חשיבות הפרויקט ברמה הלאומית

הכשרת מדענים: בארץ חסרים מדענים בתחומים רבים וביניהם בכימיה. המחקרים שערך במסגרת תכנית התשתיות אפשרו לו לממן דוקטורנטים במעבדה שלו ויש לכך בעיניו חשיבות אדירה למדינה. לאחר שהדוקטורנטים מסיימים את המחקר, הם משתלבים בתעשייה (יש לו בוגרים ברפאל, באינטל, במכון הביולוגי). מצב בו חוקרים משתלבים בתעשייה בארץ הוא מצב אידיאלי, משום שכך מחזירים למדינה את ההשקעה בהם ולכן יש לכך חשיבות לאומית גדולה.

חשיבות הפרויקט ברמה הבינלאומית

כיום יש לו במעבדה חוקרים מסין ומהודו שעובדים על מחקרי תכנית התשתיות. פחות מעדיף את המצב הזה, מעדיף שתכנית התשתיות תממן חוקרים מ ישראל. יחד עם זאת, אין היום מספיק סטודנטים שלומדים כימיה ולכן חלק לא קטן מהמחקר המדעי בארץ מתבצע על ידי זרים.

התפוקות/ התרומות שהיו לפרויקט בו השתתפת במסגרת תכנית התשתיות:

- דו שיח עם תעשייה נוצר עם תכניות של משרד הכלכלה כמו נופר, מגנטון וקמין. תכנית התשתיות מממנת שלב מוקדם יותר לשלב התעשייה (ISF- תשתיות- משרד הכלכלה).
- פורסמו מספר מאמרים בכל מחקר שמומן בתכנית התשתיות.
- ברוב במחקרים נרשמו פטנטים. כיום המוסד האקדמי מעודד לעשות זאת.

האם תהיה מעוניין להשתתף שוב במחקר במסגרת תכנית התשתיות

כן. ממשיך להגיש במספר תחומים וגם במי"ה.

יתרונות תכנית התשתיות

לדעתו, זו תכנית המימון הטובה ביותר של משרד המדע והטכנולוגיה. היתרון הבולט של התכנית הוא שיתוף הפעולה בין חוקרים. שיתוף פעולה בין 2-3 קבוצות מחקר עם אוריינטציה יישומית הוא אידיאלי וזו הנישה של תכנית התשתיות.

מרבית המחקרים הממומנים על ידי הקהילה האירופאית הם מרובי קבוצות חוקרים וזה לא טוב, ככל שיש מספר גדול יותר של קבוצות כך הניהול של המחקר לקוי, קשה לשלוט על כיוון המחקר וכל קבוצה פועלת באופן עצמאי ולא בשיתוף פעולה.

במקרים מסוימים, כמו במוקדי מצינות של ה-ISF, מממנים מחקרים לתקופה ארוכה של 5 שנים וזה חסרון. כאשר מחקר מקבל מימון לתקופה ארוכה מאוד, יש בעיה לפקח על המחקר.

בתכנית התשתיות משקיעים כסף בתחומים בהם לישראל יש יתרונות ואין עוד תכניות שמממנות נישה זו.

ה-output של תכנית התשתיות טוב מאוד, כלומר, תפוקות ותוצרים טובים על כל שקל שהושקע.

הערות, הצעות לשיפור התכנית ותובנות נוספות

לא תמיד משרד המדע מפקח על הצלחת התכנית ביעילות. ידוע לו רק על מחקר אחד שמשרד המדע עזר באמצע. אין מעקב טוב על עמידה באבני דרך לאורך המחקר וחסר מעקב אחר הצלחה של פרויקט (מאמרים, חברות שיצאו בעקבות המחקר וכו').

סך הכסף שניתן בתכנית התשתיות נמוך, 200,000 ₪ לשנה. סכום כזה לא מספיק להוספת תשתית למעבדה או לרכישת ציוד, המלווה בפרוצדורה בירוקרטית וקשה.

יש לעודד יותר אינטרדיסציפלינריות- חוקרים מתחומים שונים. יש לערוך בדיקת השקעה בתחומים וצרכים עתידיים. יש להגדיל את סכום הכסף בתכנית.

יש להשקיע יותר במימון מחקרים ופחות במרכזי ידע, שרובם נסגרים ולא ממשיכים להתקיים, בעיניו המרכזים לא תרמו ידע משמעותי.

יש לעודד שיתוף פעולה עם מדינות אחרות משום שזה חסר.

מדע וטכנולוגיה



מוסד שמואל נאמן
למחקר מדיניות לאומית

טל. 04-8292329 | פקס. 04-8231889
הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל
קרית הטכניון, חיפה 3200003
www.neaman.org.il