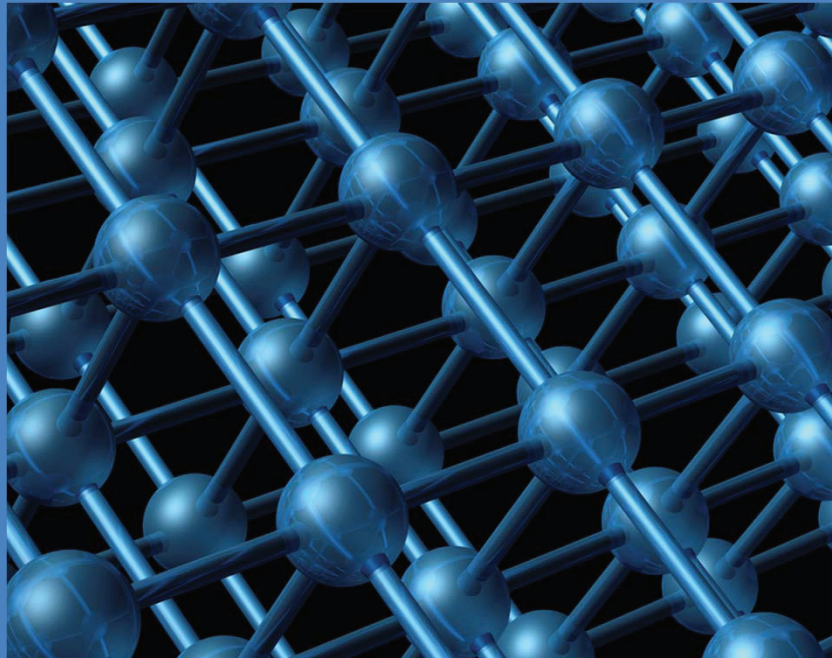




מחקר לבחינת שיתופי פעולה
בין התעשייה למרכזי התשתית
בנווטכנולוגיה בטכניון



ד"ר דפנה גץ
ורד סגל • בלה זלמנוביץ



אודות מוסד שמואל נאמן

מוסד שמואל נאמן שהוקם בטכניון בשנת 1978 ביוזמת מר שמואל (סס) 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 פיזיות, 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 החלטות 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 התוויית 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 מוסד שמואל נאמן מסייע בפרויקטים לאומיים דוגמת המאגדים של משרד התמי"ס - מגני"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' עמרי רנד.

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

טלפון: 04-8292329, פקס: 04-8120273

כתובת דוא"ל: info@neaman.org.il

כתובת אתר האינטרנט: www.neaman.org.il

**מחקר לבחינת שיתופי פעולה
בין התעשייה למרכזי התשתית בנוטכנולוגיה
בטכניון**

צוות המחקר: ד"ר דפנה גץ, ורד סגל ובלה זלמנוביץ'

ינואר 2013

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.

תוכן העניינים

1	תקציר
3	סקר ספרות של מודלים לשיתופי פעולה אקדמיה - תעשייה בתחום הננוטכנולוגיה
3	1.1 הקדמה
4	1.2 מודלים של שיתוף פעולה בין האקדמיה לתעשייה
7	1.3 צרכים וחסמים לקידום שיתופי פעולה בין האקדמיה לתעשייה
11	1.4 המלצות לעידוד שיתופי פעולה בין אקדמיה לתעשייה
13	1.5 שיתופי פעולה בין התעשייה לאקדמיה בתחום הננוטכנולוגיה
17	1.6 יוזמות לאומיות לשיתופי פעולה בין האקדמיה לתעשייה בתחומי הננו
20	1.7 יוזמות מקומיות לשיתופי פעולה בין האקדמיה לתעשייה בתחומי הננו
23	1.8 שיתופי פעולה בין האקדמיה לתעשייה בישראל
24	1.9 שיתופי פעולה בין האקדמיה והתעשייה בתחומי הננוטכנולוגיה בישראל
27	1.10 המכון לננוטכנולוגיה ע"ש ראסל ברי
28	2 מתודולוגיה
28	2.1 מטרות המחקר:
28	2.2 אוכלוסיית המחקר
28	2.3 שיטת המחקר
29	2.4 תרומת המחקר
30	3 ממצאי המחקר
30	3.1 מאפייני החברות שענו לשאלון ושיתפו פעולה בעבר עם תשתיות הננו בטכניון
33	3.2 ניתוח שאלוני החברות בעלות פוטנציאל לשיתוף פעולה עם מרכזי תשתית הננו בטכניון
36	3.3 דרכים להגברת שיתוף הפעולה בין חברות תעשייה למרכזי תשתית הננו בטכניון
39	ביבליוגרפיה

רשימת טבלאות

- טבלה 1: קשרי אקדמיה תעשייה.....6
- טבלה 2: צרכי התעשייה בבניית הקשר עם האוניברסיטה.....9
- טבלה 3: מדיניות גישה למשתמשים חיצוניים של מרכזי הננו השונים בישראל.....26
- טבלה 4: שאלוני המחקר.....29
- טבלה 5: סיכום המשוב שנתנו חברות התעשייה לגבי נושאים הקשורים לשימוש שעשו בתשתיות*.....35

רשימת איורים

- איור 1: אתרי ה-NNIN.....18
- איור 2: תחום הפעילות של החברות (לפי IVC).....30
- איור 3: גודל החברות ששיתפו פעולה עם מרכזי תשתית הננו בטכניון.....31
- איור 4: מיקום גיאוגרפי של החברות ששיתפו פעולה עם מרכזי תשתית הננו בטכניון.....31
- איור 5: באיזה בעלות נמצאות החברות ששיתפו פעולה עם מרכזי תשתית הננו בטכניון.....32
- איור 6: השלב (stage) בו נמצאות החברות.....32
- איור 7: תחום הפעילות של החברות (לפי IVC).....33
- איור 8: גודל החברות שענו לשאלון ולהן פוטנציאל לשיתוף פעולה עם מרכזי תשתית הננו בטכניון.....34
- איור 9: מיקום גיאוגרפי של החברות בעלות הפוטנציאל לשיתוף פעולה עם מרכזי תשתית הננו בטכניון.....34
- איור 10: באיזה בעלות נמצאות החברות ששיתפו פעולה עם מרכזי תשתית הננו בטכניון.....35

תקציר

המכון לננוטכנולוגיה ע"ש ראסל ברי הוקם בינואר 2005 כמיזם משותף של קרן ראסל ברי, ממשלת ישראל דרך פורום תשתיות לאומיות למו"פ (תל"מ), INNI והטכניון. חזון המכון הוא מיצוב הטכניון ומדינת ישראל בחזית המחקר והפיתוח העולמיים בתחומי הננוטכנולוגיה.

פעילות המכון נשענת על יוזמות המכון ועל היענות הקמפוס לקולות הקוראים שמפרסם המכון במגוון תחומים, המזמינים את החוקרים לקחת חלק פעיל בפעילויות RBNI. החל משנת 2010, המכון לננוטכנולוגיה נכנס לשלב השני של פיתוח, שאמור להימשך עד שנת 2014.

חיזוק הקשר עם התעשייה הישראלית והעברת טכנולוגיה שפותחה בטכניון לתעשייה עומד בראש מעייניו של RBNI. המכון השקיע רבות בהקמה ובשרוג של עשרה מרכזי תשתית בפקולטות השונות בטכניון. השימוש בציוד התשתיתי פתוח לקהל החוקרים בישראל מהאקדמיה ומהתעשייה, ומספר רב של אוניברסיטות וחברות מהתעשייה משתמשות בציוד שנרכש בתמיכת RBNI.

כחלק מהמאמץ של RBNI לשפר את שיתוף הפעולה בין מרכזי התשתית בננוטכנולוגיה בטכניון ובין חברות תעשייתיות, התבקש מוסד שמואל נאמן על-ידי RBNI לבצע מחקר שיסייע להבין טוב יותר את צרכי התעשייה בנוגע לשימוש במרכזי התשתית בננוטכנולוגיה בטכניון, ומהו מודל שיתוף הפעולה, בין הטכניון לתעשייה, המתאים ביותר לצרכים ולאינטרסים של שני גופים אלה.

במסגרת המחקר נשלחו שני שאלונים, האחד לחברות ששיתפו פעולה בעבר עם מרכזי התשתית בטכניון, והשני לחברות בעלות פוטנציאל לשיתוף פעולה עם מרכזי התשתית. השאלונים נבנו כך שכללו מידע לגבי מאפייני שיתוף הפעולה, אלטרנטיבות לשיתוף פעולה שעומדות בפני החברות, הרמה הקיימת בתשתיות בהן השתמשו החברות, שביעות הרצון שלהן במגוון קריטריונים, חוות דעת כללית והצעות לשיפור. השאלון לחברות בעלות פוטנציאל לשיתוף פעולה כלל גם שאלות האם החברה מכירה את מרכזי התשתית בטכניון, אם כן, באיזה תשתית/ציוד החברה יכולה להעזר, מהם הצרכים של החברה שיכולים לקבל מענה בשיתוף פעולה עם מרכזי תשתית הננו בטכניון והצעות למהלכים שיקדמו את שיתוף הפעולה.

המענה לשאלונים בוצע באמצעות מערכת שאלונים מקוונת, ראיונות פנים-אל-פנים וראיונות טלפוניים עם נציגי החברות. במקביל הוכן קובץ נתונים, שבו מופו החברות המהוות את אוכלוסיית המחקר. לגבי כל החברות נאספו נתונים המאפיינים אותן מבחינת גודל החברה, תחום הפעילות, שנת ההקמה וכדו', ממקורות מידע שונים.

בסך הכל נשלחו 73 שאלונים לחברות ששיתפו בעבר פעולה עם תשתיות המחקר בטכניון. ענו עליו 38 חברות (שיעור החזר של 52%) ו-43 שאלונים לחברות בעלות פוטנציאל לשיתוף פעולה. מתוכן ענו על השאלון 25 חברות (שיעור החזר של 58%).

מניתוח התשובות לשאלונים, בנינו פרופיל של מאפייני החברות ששיתפו פעולה עם מרכזי הננו בטכניון ושל אלה שהן בעלות פוטנציאל לשיתוף פעולה עם מרכזי הננו.

עבור כל מרכז מחקר סוכם הנתונים שנמסרו על ידי החברות ששיתפו פעולה עם מרכז זה.

על בסיס ניתוח התשובות של החברות נבנה מודל שבו מוצעים דרכים להגברת שיתוף הפעולה בין חברות בתעשייה למרכזי תשתית הננו בטכניון. המודל כולל המלצות לדברים שניתן לעשות לפני השימוש בתשתיות (הגברת המודעות לשירותים הניתנים בתשתיות), בזמן השימוש (בנושאים כגון: זמני השימוש, מומחיות, איכות הציוד, תחזוקה, עלות, שירות ו-IP) ושמירה על הקשר עם החברות לאחר שיתוף הפעולה.

נכון לזמן פרסום הדו"ח (ינואר 2013) נמסר לנו מהנהלת RBNI שחלק מההצעות והבקשות שעלו במהלך ההערכה שביצע מוסד נאמן, כבר מיושמות בהצלחה.

דו"ח מפורט של המחקר הועבר ל-RBNI. הדו"ח כולל את רשימת החברות שענו לשאלונים ומאפייניהן, וסיכום של המשוב שנתנו החברות לכל אחת מתשתיות המחקר, בפרמטרים שונים הנוגעים לשימוש התעשייה בתשתיות אלה.

לגבי החברות בעלות הפוטנציאל לשיתוף פעולה עם מרכזי תשתית הננו בטכניון, סוכמו הצרכים והנושאים שחשובים להם, והנהלת RBNI משתמשת במידע זה על מנת להגיע לחברות אלה ולעניין אותן בשיתופי פעולה ובשימוש בתשתיות.

סקר ספרות של מודלים לשיתופי פעולה אקדמיה - תעשייה בתחום הנווטכנולוגיה

1.1. הקדמה

ברוב הכלכלות המודרניות, האוניברסיטאות נתפסות כאחראיות על המחקר המדעי הבסיסי, בעוד שחברות תעשייה מבצעות את המחקר היישומי ואת הפיתוח של מוצרים ותהליכים חדשים לשוק. נושא מרכזי הוא הממשק שבין שני גופים אלה ונוגע לצורה ולמהירות שבה התוצאות של מחקר מדעי מועברות לתעשייה ותורמות לצמיחה כלכלית (Hall, 2004). הנושא של שיתופי פעולה בין האקדמיה לתעשייה הוא אחד הנושאים החשובים בכלכלת הידע. שיתופי פעולה אלו מתייחסים לסביבת עבודה פיסית או ווירטואלית, שבה חוקרים ממגזרים שונים חולקים יחד עלויות וסיכונים הקשורים לפעילויות מו"פ. לשיתופי פעולה אלו צורות רבות הכוללות: מימון מחקר אקדמי על-ידי התעשייה, שימוש במתקנים ובתשתיות מחקר הנמצאים באקדמיה, מאגדים של חוקרים מהאקדמיה וחברות תעשייה במימון ממשלתי ופארקים תעשייתיים או חממות של חברות הזנק בקמפוסים אוניברסיטאיים (Schultz, 2010).

המטרות של שיתופי פעולה אלה הן מגוונות וכוללות פיתוח טכנולוגיות חדשות ורעיונות חדשים, העברת ידע מהאקדמיה לתעשייה לצורך מסחורו, הכשרת כוח אדם ועוד. המניעים של התעשייה לשתף פעולה עם האקדמיה הם: גישה לכוח אדם – חוקרים ובוגרי תארים, גישה לתוצאות של מחקר יישומי ובסיסי, גישה למומחיות ולידע עדכני הקיים באקדמיה לצורך פתרון בעיות ספציפיות, גישה למתקנים ולתשתיות, יוקרה וקידום תדמית החברה ותרומה לקהילה המקומית. המניעים של האקדמיה לשיתוף פעולה עם התעשייה כוללים: קידום מסחור של טכנולוגיות, מימון ראשוני למחקרים והרחבת תשתיות, חשיפת הסטודנטים ל"עולם האמיתי", השתתפות של החוקרים בתוכניות מאתגרות, קבלת מימון ממשלתי ויישום של מחקרים שמתבצעים באקדמיה לקידום כלכלת ורווחת המדינה. בנוסף למשאבים פיזיים, האקדמיה יכולה להציע לתעשייה הון אינטלקטואלי המצוי בידע של החוקרים וביכולות המחקר שלהם, הון חברתי המצוי ברשתות ובקשרים מדעיים שיש לחוקרים באקדמיה עם עמיתיהם, והון מעמדי (positional capital) הנובע מהמעמד והיוקרה שיש לחוקרים במערכת ההשכלה הגבוהה (Wang & Shapira, 2009).

בשני העשורים האחרונים מתרחש במדינות שונות תהליך מואץ של הידוק והתרחבות הקשרים בין האקדמיה לתעשייה. בעידן של תחרות גלובאלית, הכולל שינויים טכנולוגיים מהירים, מחפשת התעשייה דרכים חדשות על מנת להיות תחרותית. לשם כך, עליה להרחיב את הבסיס האקדמי שלה. חברות תעשייה מורידות את הנפח וההיקף של המחקר המתבצע בהן ופונות יותר ויותר לאקדמיה על מנת שתבצע עבורן פעילויות של מחקר בסיסי. ממשלות ומדינות מפתחות תוכניות מימון שמטרתן הגברת שיתופי פעולה בין האקדמיה לתעשייה. כמו כן, בשל הירידה בתמיכה כספית ממשלתית במערכת ההשכלה הגבוהה, אנשי האקדמיה החלו לחפש פתרונות אחרים למימון פעילותם. אוניברסיטות המחקר החלו לשנות את הגישה שלהן כלפי התעשייה, ולעודד התקשרות עם חברות תעשייה. כיום, תפוקה מחקרית של אנשי סגל נמדדת, בין השאר, גם באמצעות מספר פטנטים ורשימות ולא רק בפרסומים ומענקי מחקר (Santoro & Chakrabarti, 2001).

לסיכום, מספר התפתחויות, שחלו בשנים האחרונות, חיזקו את הזיקה של התעשייה לאוניברסיטאות, הבולטות ביניהן:

- התעשייה רוכשת חברות הזנק, שהוקמו על-ידי אנשי סגל אוניברסיטאי, על מנת ליישם ידע שפותח באקדמיה.
- העלויות הגבוהות הדרושות לקיום מו"פ בתעשייה.
- לחץ של המדינה על האוניברסיטאות לתרום לכלכלה הלאומית ולחברה בתמורה להשקעות הגדולות במערכת ההשכלה הגבוהה (דו"ח האקדמיה הלאומית למדעים, 2005).

יש לציין, כי לא כל חברות התעשייה והאוניברסיטאות דומות בגישתן לנושא שיתוף הפעולה בין האקדמיה והתעשייה וקיימים הבדלים בין מגזרי תעשייה שונים ובין חברות במגזר תעשייתי מסוים. כמו כן, קיימים הבדלים בגישה לנושא זה בין סוגי האוניברסיטאות השונות (ציבוריות, פרטיות) ובין המחלקות האקדמיות השונות (Schultz, 2010).
בסקירה הנוכחית, מוצגים מודלים לשיתוף פעולה בין האקדמיה לתעשייה באופן כללי ובתחומי הננו טכנולוגיה, חסמים ודרכים להגברת שיתופי הפעולה בין שני המגזרים ויוזמות לאומיות (ברמת המדינה) או מקומיות (ברמת מוסדות אקדמיים ורשויות מקומיות) שנועדו לקידום שיתופי פעולה בין האקדמיה לתעשייה בתחומי הננו טכנולוגיה.

1.2. מודלים של שיתוף פעולה בין האקדמיה לתעשייה

Santoro & Chakrabarti (2001) מונים ארבעה מרכיבים מרכזיים בשיתוף הפעולה בין התעשייה לאקדמיה: **תמיכה במחקר (Research support)** – מקיימת את רמת האינטראקציה המעטה ביותר בין שני הגופים. התעשייה יכולה לתרום לאקדמיה ציוד (כמתנה או כהשקעה) או תמיכה כספית במחקרים שהיא מעוניינת בהם. בדרך כלל, מימון למחקר המתבצע באקדמיה על-ידי התעשייה הוא לתקופת זמן מוגבלת. קיימים חוזים סטנדרטים בנושא, אולם לעיתים נדרש משא ומתן בסוגיות של זכויות קניין רוחני, פרסום וסודיות. בארה"ב קיימות תוכניות ממשלתיות, כדוגמת ה-STTR¹, שבהן התנאי לקבלת מימון ממשלתי לתוכנית המחקר הינו שיתוף פעולה בין האקדמיה לתעשייה. בעבר, התמיכה הכספית של התעשייה באוניברסיטה היתה ללא תנאים מוקדמים, אולם כיום תמיכה זו יותר ממוקדת מטרה וקשורה לפרויקטים ספציפיים.

מחקר משותף (Cooperative research) – כולל הסכמים בין מוסדות, בין קבוצות, שימוש בתשתיות ואינטראקציות לא רשמיות. הצורה הנפוצה ביותר היא חוזי מחקר של חוקרים בודדים - חבר סגל אחד העובד עם חברה מסוימת על פרויקט ספציפי. קיימים גם הסדרים קבוצתיים המערבים אינטראקציות תכופות בין קבוצות של אנשי תעשייה לחוקרים מהאקדמיה. לדוגמה: מאגדים – קבוצה המאגדת חברות וחוקרים מהאקדמיה המשתפים פעולה ומשאבים בתחום מחקרי מסוים המשותף לחברי הקבוצה. המאגדים מאפשרים לחבריהם למנף השקעות כספיות ומספקים גישה לפרויקטים גנריים של מחקר באופן שהינו כדאי מבחינת עלות תועלת. מחקר משותף נעשה גם בדרכים שאינן רשמיות - שיחות, כנסים וכתיבה משותפת של מאמרים.

העברת ידע (Knowledge transfer) – כוללת קשרים רשמיים ולא רשמיים בין האקדמיה לתעשייה כגון, חברות במאגדים, כתיבה משותפת של מאמרים, גיוס והעסקה של בוגרי אוניברסיטאות, תוכניות לימודים משותפות, שמטרתן חילופי ידע והכשרת סטודנטים בטכניקות החדשות ביותר באופן שיתאימו לעולם התעשייה ו-On-the-job training. צורה נפוצה של העברת ידע נעשית בדרך של יעוץ לחברות תעשייה, הניתן על-ידי חברי סגל, דבר המוביל לעיתים למיזמים משותפים בין האקדמיה לתעשייה.

העברת טכנולוגיה (Technology transfer) – הפעולה האינטראקטיבית ביותר הכוללת שילוב בין המומחיות של התעשייה והמחקר האקדמי כדי ליצור טכנולוגיה שניתן למסחר. לעיתים קרובות, מרכזי מחקר באקדמיה מספקים ידע טכני המוביל לרישום פטנט, בעוד שחברות תעשייה מספקות ידע בתחום ספציפי העונה על צרכי השוק. העברה של טכנולוגיה מתרחשת במספר דרכים, ביניהן: הסכמי ייעוץ (הסדר פרטי בין חבר סגל אקדמי המספק את המומחיות והידע שלו על מנת לסייע לחברה תמורת תשלום), שימוש של התעשייה במתקנים ובתשתיות של האקדמיה, ומיזמים משותפים של התעשייה והאקדמיה.

Small Business Transfer Program ¹

Peerbaye & Mangematin (2004) מונים ארבעה מנגנונים להעברת טכנולוגיה:

רשיונות – הסכמי רישוי מספקים לחברות תעשייה גישה לקניין רוחני (פטנטים) של האקדמיה תמורת תשלום. חוק Bayh-Dole משנת 1980, קובע שהקניין הרוחני, שנוצר באוניברסיטאות ממחקרים במימון ציבורי, שייך לאוניברסיטה. האקדמיה יכולה לתת רישיונות לחברות על בסיס בלעדי ולא בלעדי. החוק נועד לקדם את העברת הטכנולוגיות מהאקדמיה לתעשייה, וכדי ליצור תמריץ לאוניברסיטאות לפעול לניצול יעיל של המחקר המתבצע במסגרתן. תוצאות של מחקרים הנערכים באקדמיה, במיוחד בתחומים כמו מדעי החיים, מחייבים בחינה ופיתוח נוסף. לחברות תעשייה יש תמריץ מועט להמשיך במחקר, אלא אם כן יובטחו להם רווחים והחזרת ההשקעה במקרה של הצלחה. פטנטים ורישיונות מהווים את אחד הכלים המסורתיים להעברה של טכנולוגיה, כשמתקבלות תוצאות של מחקר מדעי וכשלהברות תעשייה יש את היכולת לבצע עבודת המשך על התוצאות המתקבלות מהמחקר. מנגנון זה מתאים לחברות מבוססות, שפיתחו יכולות מחקר משל עצמן. אולם, הסכמי רישוי מורכבים ודורשים השקעה רבה בתכנונם.

מיזמים משותפים בין האקדמיה לתעשייה – מודל שלפיו שותפים מהאקדמיה ומהתעשייה עורכים מחקר ביחד. בשנים האחרונות, היחסים בין האקדמיה לתעשייה נהפכו לרשמיים יותר באמצעות פיתוח מיזמים משותפים, מפרויקטים לטווח קצר ועד לחוזי מחקר ארוכים. במקרים רבים, מיזמים בין האקדמיה לתעשייה, ממומנים במסגרת תוכניות של גופים ממשלתיים וציבוריים. באירופה, מיזמים אלה זוכים למימון במסגרת תוכניות המו"פ של האיחוד האירופי, ובארה"ב במסגרת תוכניות של הקרן הלאומית למדע.

ניידות כוח אדם – העסקת פוסט דוקטורנטים או חוקרים מהאקדמיה בחברות תעשייה. אנשים אלה מביאים את הידע ואת הקשרים החברתיים שלהם, ובתמורה הם מקבלים ידע על הפעילות בתעשייה. ניידות של כוח אדם יכולה להיות קבועה או זמנית ויכולה להתאים גם לחברות הזנק וגם לחברות גדולות. בנוסף, סטודנטים יכולים להתמחות או לבצע פרויקטים בחברות תעשייה כחלק מהכשרתם.

הקמת חברות – בשלב המוקדם של פיתוח טכנולוגיות, מוקמות לעיתים, חברות הזנק או חברות מסוג spin off הממוקמות במרכזי מחקר אקדמיים. מדענים וחוקרים מהאקדמיה מייסדים חברה במטרה לפתח ידע שנוצר במעבדה שלהם והשייך להם. במקרים רבים, חברות מבוססות לא מעוניינות לסכן משאבים, הנחוצים להבאת טכנולוגיה חדשה לשוק, ואילו טכנולוגיות בשלבי פיתוח מוקדמים דורשות חברה שתהיה מוכנה להביא ליישומן באופן מוצלח. עריכת מחקרים המשותפים לאקדמיה ולתעשייה, כוללת גם הסכמים בנוגע להחלפת חומרי מחקר בין שני הגופים. הסכם ה-MTA² מבטיח שהחומרים מועברים למטרות מחקר בלבד ולא לשימוש מסחרי. ההסכם מטפל בסוגיות נוספות כגון קניין רוחני, פרסומי תוצאות המחקר ובעלות על הנתונים שהתקבלו במהלך המחקר. הסכמים נוספים הם מסוג NDA³ או מסוג CA⁴, הסכמים הרלבנטיים כאשר חברה או חוקר רוצים לחלוק במידע חסוי עם עמיתיהם באקדמיה. בדרך כלל, זה אינטרס של חברות התעשייה לבקש חתימה על הסכמים אלו, כאשר הן מעוניינות שחוקר מהאקדמיה יעבור על מידע, חומרים או מכשור שנמצא אצלו ואינו זמין בדרך כלל לציבור.

עד אמצע שנות ה-80 של המאה שעברה, רוב הקשרים בין האקדמיה לתעשייה היו בצורה של תרומה או מענק של חברת תעשייה לתמיכה במחקר של חבר סגל מסוים או בתוכנית מחקר מסוימת. בנוסף, היו מקובלים שיתופי פעולה בלתי רשמיים, ואוניברסיטאות רבות עודדו את חברי הסגל שלהם לייצג לחברות תעשייה כדי לוודא שתוכניות הלימודים של הפקולטות השונות קשורות ורלבנטיות לבעיות ולאתגרים שאיתם הסטודנטים יצטרכו להתמודד בשטח (Santoro & Chakrabarti, 2001).

Material Transfer Agreement²
Non Disclosure Agreements³
Confidentiality Agreements⁴

במהלך השנים, הופיעו סוגים נוספים של שיתופי פעולה והעברת טכנולוגיות בין האקדמיה לתעשייה, ביניהם: **מרכזי מחקר משותפים לאקדמיה ולתעשייה (IUCRC)**⁵ – מרכזים אלו הוקמו במהלך שנות ה-70 בארה"ב כתוצאה מיוזמות פדראליות, יוזמות של המדינות השונות ובתמיכת ה-NSF⁶. מרכזים אלו נועדו לחזק את הקשרים בין התעשייה לאקדמיה, במיוחד עם בתי ספר להנדסה, במימון ציבורי. תוכניות המחקר במרכזים השונים כוללים מספר פרויקטים שבהם מושם דגש על הצרכים של התעשייה. המטרה הסופית היא שמרכזים אלו יהפכו לגופים עצמאיים ללא תלות ב-NSF ושיקבלו תמיכה כספית מחברות התעשייה, מהאוניברסיטה או מהמדינה אליה הם משתייכים. בודקים עצמאיים עוסקים בהערכת הקשר בין התעשייה והאקדמיה, הקיים במרכזים אלו, ואת רמת שביעות הרצון של שני הצדדים המשתתפים. במהלך שנות ה-80, נוצרה תוכנית נוספת של ה-NSF, שמטרתה לתמוך בשיתופי פעולה בין התעשייה והאקדמיה, ה-Engineering Research Centers (ERC). מרכזים אלו נועדו לפתח ידע בסיסי, בתחומים בולטים, ומתמקדים במחקר גנרי הקשור לטכנולוגיות של הדור הבא. בנוסף, המרכזים כוללים מרכיב חינוכי - מעורבות של סטודנטים בפעילות המחקרית והכנתם לעבודה בתעשייה. המרכזים נועדו להגדיל את הנגישות של התעשייה למו"פ המתבצע באקדמיה ולעודד מעבר מהיר של תוצרי מחקר, כתוצאה מפעילות באקדמיה, לתעשייה (Gray et al, 2001; Feller et al, 2002).

מודל ה-Triple Helix – מודל ליחסי ממשלה-תעשייה-אקדמיה שנוצר על-ידי Leydesdroff & Etzkowitz בשנת 2000. המודל כולל רשת שבה שלושת הגופים לוקחים על עצמם תפקידים בנוסף לתפקידיהם המסורתיים. האקדמיה – בנוסף לתפקיד המסורתי של מחקר בסיסי והכשרת כוח אדם, משמשת זרז לפיתוח כלכלי סביבתי. הממשלה, מעבר לתפקיד המסורתי של מימון, מספקת תמיכה בשיתופי הפעולה ועל התעשייה לחפש הזדמנויות לשיתוף פעולה עם האקדמיה ועם חברות נוספות. מודל זה דורש יצירת קשרים בין השותפים על מנת לזרז את מעבר הטכנולוגיה מהאוניברסיטה לתעשייה. זאת לעומת המודל המסורתי המערב הערכה של ה-TTO⁷ לגבי הפוטנציאל המסחרי של הפטנט, תהליך שבדרך כלל אורך זמן (Sultz, 2010).

Innovation Ecosystem – מערכת הכוללת קשרים בין גורמים ממגזרים שונים, שתפקידם לאפשר התפתחות של טכנולוגיות וחדשנות. המערכת כוללת משאבים חומריים (כגון: קרנות, ציוד, תשתיות ועוד), הון אנושי (סטודנטים, אנשי סגל, חוקרים, נציגים מהתעשייה, יזמים ומשקיעים) המרכיבים את הגורמים המוסדיים המשתתפים במערכת (אוניברסיטאות, חברות, קרנות הון סיכון, מרכזי מצוינות, ארגוני עסקים ועוד). מערכת זו מורכבת משתי כלכלות נפרדות – כלכלת המחקר המונעת על-ידי מחקר בסיסי וכלכלה מסחרית המונעת באמצעות כוחות השוק. הטבלה הבאה מציגה סיכום של הקשרים בין האקדמיה לתעשייה:

טבלה 1: קשרי אקדמיה תעשייה

סוג הקשר	תיאור
שותפות מחקר	הסדרים בין הארגונים למטרות פיתוח ומחקר משותפים
שירותי מחקר	חוזי מחקר וייעוץ
יזמות של האקדמיה	פיתוח ומסחר של טכנולוגיות, שפותחו על-ידי חוקרים מהאקדמיה, באמצעות חברות שייסדו
מעבר של כוח אדם	הכשרה של עובדים מהתעשייה באקדמייה והכשרה של בוגרי אוניברסיטאות בתעשייה
אינטראקציות לא רשמיות	יצירת קשרים חברתיים בכנסים
מסחר של קניין רוחני	העברה של קניין רוחני מהאקדמיה (פטנטים) לתעשייה דרך מתן רישוי
פרסומים מדעיים	שימוש בידע

מקור: Perkman & Walsh (2007), Table no. 1

⁵ Industry-University Cooperative Research Centers
⁶ /http://www.nsf.gov - National Science Foundation
⁷ Technology Transfer Office

מרבית המחקרים וסקירות הספרות בנושא שיתופי פעולה בין האקדמיה לתעשייה מתמקדים בהעברת ידע מהאקדמיה לתעשייה באמצעות אנשים או פטנטים. בניגוד לכך, הגישה של התעשייה למשאבי האקדמיה (מומחיות, כישורים וציוד) זכתה לתשומת לב פחותה בספרות המקצועית (Merz & Biniok, 2010).

1.3. צרכים וחסמים לקידום שיתופי פעולה בין האקדמיה לתעשייה

נושא חשוב בשיתופי פעולה בין האקדמיה לתעשייה הוא ניהול הקשרים בין שני הארגונים, מכיוון שלשחקנים הראשיים יש מניעים ותמריצים שונים, והם פועלים בתרבות ארגונית שונה. במקביל לאינטרס המשותף, יש לאקדמיה ולתעשייה נקודות מבט שונות: המטרה העיקרית של התעשייה היא מענה לצורכי הלקוח בדרך שממקסמת רווחים לבעלי המניות ואילו מטרתה העיקרית של האקדמיה היא יצירתו של ידע חדש והפצתו לטובת הציבור הרחב. להלן יפורט השוני בין הארגונים השונים במספר תחומים:

סוג הפעילות – המחקר האקדמי מושפע, בין השאר, מתחומי עניין אישיים, מכישורים ומומחיות של אנשי הסגל, מלוח השנה האקדמי, ומזמינות של סטודנטים לתארים מתקדמים. המחקר אינו מוגבל בזמן ומיועד לטווח ארוך. הפעילות בתעשייה מיועדת בעיקרה לטווח קצר ומוכתבת על-ידי אבני דרך ספציפיות, לוחות זמנים ומונעת על-ידי תחרות בשווקים וניסיון למקסם רווחים. מטרתם של אנשי התעשייה היא ליישם את הידע על מנת לפתור בעיות מידיות ולשם כך הם מחפשים פתרונות מחוץ לארגון (מספקים ומלקוחות).

מבנה ארגוני – האוניברסיטה אינה בנויה בצורה היררכית נוקשה, בראש האוניברסיטה עומדים נשיא ודיקנים, אך בתוך הפקולטות השונות, יש לחברי הסגל עצמאות רבה. בתעשייה, החברות מאורגנות במבנה היררכי מוגדר עם שרשרת ניהול מובנית. בדרך כלל, חברות תעשייה אינם ארגונים דמוקרטיים. המנכ"ל קובע את הכיוון של החברה, כל עוד הוא זוכה לאמונם של בעלי המניות.

פרסומים – הפצת הידע היא המהות של המחקר האקדמי, לכן פרסומים מהווים דרישה מרכזית. חוקרי האקדמיה מחפשים יוקרה מדעית. המניע המרכזי שלהם הינו לפרסם את מאמריהם ולהיות מצוטטים, שכן זו הדרך העיקרית בה הם נמדדים על-ידי עמיתיהם ומשיגים מלגות, מענקים, הכרה וקביעות. עבור סטודנטים, פרסומים מהווים כלי להשגת משרות פוסט-דוקטורט. לעומתם, אנשי התעשייה שואפים לא לגלות את הטכנולוגיה שבבעלותם לזמן ארוך ככל האפשר, כדי להגן עליה ממתחרים.

זכויות קניין רוחני – הגנה על זכויות קניין רוחני היא נורמה תרבותית של חברות תעשייה. הגנה על זכויות קניין רוחני נועדה להעניק להם יתרון בשוק התחרותי. באופן דומה, אוניברסיטאות רבות מתעקשות להיות הבעלים של הפטנטים, שנובעים ממחקרם, מכיוון שהדבר מבטיח הכנסות עתידיות מתמלוגים, וחופש פעולה במחקר עתידי ומדיניות אחידה של חוקרי האוניברסיטה בשיתופי פעולה עתידיים עם המגזר התעשייתי או במחקרים הממומנים מקרנות ממשלתיות. טיעון נוסף של האקדמיה, הנוגע לשמירה על זכויות קניין רוחני, הוא שחברות התעשייה לא שילמו על הידע, הכשרת הסטודנטים, הציוד במעבדה והמומחיות של החוקרים באקדמיה. חברות התעשייה שותפות, לזמן מוגבל, בידע, במומחיות ובתשתיות של האקדמיה. הקשרים בין האקדמיה לתעשייה הם זמניים. חלק מהחברות מבינות שהאקדמיה מתקשה להתפשר בנושא הבעלות על הפטנטים ומוכנות להגיע לפשרה, שבה האקדמיה היא בעלת הפטנט, אולם היא מעניקה לחברות התעשייה רשיונות תמורת תשלום.

שיעורי תקורה – בארה"ב, רוב האוניברסיטאות גובות דמי תקורה מהתעשייה בשיעור זהה לזה המורשה במענקים של הממשל הפדרלי. חלק מחברות התעשייה מתנגדות לכך בטענה שהמעבדות, הציוד וכוח האדם כבר קיים באוניברסיטה ולכן על התעשייה לשלם רק עבור ההוצאות הישירות של המחקר. מניעים מנוגדים אלה וסביבות העבודה השונות גורמים לעיתים לקונפליקט בין אנשי האקדמיה לתעשייה. חברות תעשייה

טוענות שהגישה של האקדמיה בנושאי קניין רוחני נוקשה, ושהאוניברסיטאות נעדרות גמישות וסובלות מעודף בירוקרטיה. מנגד, אנשי האקדמיה טוענים שאנשי התעשייה אינם מבינים את הסביבה והמגבלות שבמסגרתן הם פועלים. למרות הבדלי הגישות, שיתופי פעולה מוצלחים אפשריים אם שני הצדדים מכבדים את המטרות של כל צד ומנסים להקל על המתח סביב הסוגיות הבעייתיות (במיוחד קניין רוחני). על שני הצדדים להבין שהמטרות של שיתופי הפעולה הן: (1) תמיכה בתגליות מדעיות הנובעות ממחקר; (2) הכשרה של סטודנטים; (3) העברת תגליות הנוצרות במחקר אקדמי לציבור על-ידי פיתוח מוצרים חדשים (Demain, Siegel et al., 2001).

Santoro & Chakrabarti (2001) מצאו, שלחברות תעשייה שונות יש סוגים שונים של קשרים עם מרכזי מחקר באקדמיה המיועדים להשגת מטרות שונות. חברות גדולות נוקטות בדרך כלל בקשרים מסוג העברת טכנולוגיה ותמיכה במחקר במטרה לחזק ידע וכישורים ולקבל גישה לתשתיות של האוניברסיטה על מנת לקדם טכנולוגיות שאינן בתחום הליבה שלהן. המשאבים הכספיים, שיש לחברות גדולות, מאפשרים להן לחפש הזדמנויות חדשות בתחומי עיסוק שהינם משניים עבורם. בניגוד לכך, חברות קטנות מוגבלות יותר על-ידי משאבים כספיים וכוח אדם העומד לרשותן מצומצם יותר ולכן הן משתמשות, בקשריהם עם האקדמיה, במנגנונים של העברת טכנולוגיה ומחקר משותף על מנת לקדם את טכנולוגיות הליבה שלהם.

שיתוף פעולה מוצלח בין האקדמיה לתעשייה דורש התאמה בין התפקיד המשתנה של האוניברסיטאות לבין צרכי התעשייה. כיום, קיימת התאמה טובה בין האקדמיה לתעשייה בנושאים של התפתחות טכנולוגית, ניהול סיכונים, יצירת רשתות, ניהול משאבי אנוש, מתן גישה למומחיות ולתשתיות. קיימות גישות שונות בנושא הפרסומים. אמנם, האקדמיה יותר רגישה לצרכי התעשייה, אך החופש האקדמי הוא עדיין נושא חשוב, והצורך האקדמי לפרסם עלול לסכן את יחסי האקדמיה והתעשייה.

במאמרם של Santoro & Chakrabarti (1999), זוהו שלושה סוגי משאבים בקשר בין האקדמיה לתעשייה: משאבים פיזיים הכוללים מתקני ייצור וציוד, משאבים ארגוניים הכוללים את מבנה הארגון, תהליכי תכנון ומערכות תיאום ומשאבים אנושיים הכוללים ידע, כישורים ומומחיות.

הצרכים של התעשייה בשיתוף פעולה עם האקדמיה מתרכזים בארבעה תחומים: פיתוח טכנולוגיות; ניהול סיכונים; יצירת קשרים; פיתוח הון אנושי וגישה למתקנים ולמומחיות. סיכום של צרכי התעשייה בבניית הקשר עם האקדמיה מוצג בטבלה 2.

ההיבט של גישה למתקנים, לתשתיות ולמומחיות, מתייחס ליכולתה של החברה לבנות ולחזק את הידע והכישורים הנחוצים על מנת לקדם טכנולוגיות חדשות. בנוסף, חברות תעשייה מעוניינות בגישה למתקנים ולתשתיות היצרניות, שתהיה כדאית עבורם מבחינת עלות מול תועלת.

טבלה 2: צרכי התעשייה בבניית הקשר עם האוניברסיטה

קטגוריה	צרכי התעשייה	נושאים בעלי עניין בקרב התעשייה
פיתוח טכנולוגיות	מחקר פיתוח מסחר	גישה למגוון רעיונות מחקר אמצעים כדאיים מבחינת עלות תועלת לפיתוח טכנולוגיות הורדת זמן הפיתוח (developing cycle) שיפור וקידום תהליכים בניית יכולות בטכנולוגיות שאינן ליבה
ניהול סיכונים הקשורים לפיתוח	סיכונים של מחקר ראשוני לוח זמנים גמיש העלאת ההסתברות להצלחה	התאמה בין הטכנולוגיה לצורכי השוק הגדרת גבולות טכניים ברורים הפחתת הסיכון לקשיים ומכשולים שמירה על אפשרויות וגישות שונות הבאה למינימום של השקעות שאינן נושאות פרי (sunk cost)
יצירת קשרים	מבנה מאורגן משימה מוגדרת מסה קריטית של ארגונים גדולים	סימטריה בחילופי המידע מחויבות לזמן סביר חשיבות היחסים השפעה על תדמית החברה
פיתוח הון אנושי	הכשרת עובדים חדשים הכשרה מקצועית נמשכת פיתוח תוכניות לימודים	גיוס עובדים חדשים בעלי כישורים מתאימים יצירת אפשרויות להכשרה עבור עובדים פוטנציאליים התאמה בין תוכניות הלימודים של האוניברסיטה לצורכי השוק שדרוג נמשך של הכישורים
גישה למומחיות ולמתקנים	בנייה וחיזוק של מומחיות וידע שימוש במתקנים של האקדמיה	השלמה ותוספת למשאבים הקיימים עלות תועלת יכולת לקלוט כישורים וידע העברת ידע מפורש (explicit) ומרומז (tacit)

מקור: Santoro & Chakrabarti (1999), Table no. 1

Peerbaye & Mangematin (2004), זיהו שלושה אופנים לשימוש של התעשייה בתשתיות מחקר ובציוד, המצויים באקדמיה, בהתאם למידת הבשלות של הטכנולוגיה ולחוזק התעשייה (גודל החברה, קיום רשתות וחברות הזנק):

שימוש נקודתי בתשתיות מחקר - מהווה אמצעי לפתרון בעיות. חברת תעשייה פונה לאוניברסיטה כדי לקבל גישה לציוד או להכשרה מסוימת ולהפך, קבוצת חוקרים מהאקדמיה, שעובדת בתעשייה, במטרה לבצע סדרה מסוימת של ניסויים. בשני המקרים, השיתוף בתשתיות המחקר מאפשר לשני הצדדים להיות יעילים יותר ומבוסס על הסכמי מחקר ו/או חוזים.

שיתוף זמני בתשתיות מחקר - השימוש שעושה התעשייה בציוד ובתשתיות מחקר אקדמיות הוא זמני, בדרך כלל במהלך השלבים הראשוניים של הקמת החברה. שיתוף מסוג זה מתרחש לרוב עם חברות הזנק שלא יכולות להרשות לעצמן לקנות את הציוד החדש ביותר הקיים בשוק. שיתוף הפעולה עם האקדמיה מאפשר להן גישה לציוד יקר וחדש. כשלחברת הזנק יש מספיק רווחים, או כשהפעילות המחקרית שלה גדלה, עד כדי כך שהיא לא יכולה להתחלק בציוד, היא משקיעה ברכישת ציוד משלה.

שיתוף קבוע בתשתיות מחקר - מיועד לציוד יקר כדוגמת synchrotrons או מיקרוסקופים אלקטרוניים. כשההשקעה גבוהה ביחס לשוק, או כשיזמים טרם זיהו נישא מסוימת כשוק פוטנציאלי, השימוש של התעשייה בתשתיות מחקר באקדמיות, יכול להיות לטווח ארוך וקבוע. בכל מקרה, שיתוף בתשתיות מחקר דורש גמישות - גמישות במעבר בין המגזר הציבורי והפרטי ולהפך, גמישות בהסתגלות לתקנות השימוש בהתאם לשלב שבו נמצאת הטכנולוגיה ולמידת הבשלות של החברה המעורבת (Peerbaye & Mangematin, 2004).

חברות תעשייה שונות מאוד באופן שבו הן משתמשות במו"פ. הבדלים אלה משפיעים על הקשר שלהם עם האקדמיה. Geiger (2008) זיהה ארבעה דפוסים בעלי מאפיינים ייחודיים של שיתוף בין האקדמיה לתעשייה בקרב מגזרי תעשייה שונים:

ביוטכנולוגיה ופארמה – תעשיית הפארמה נשענת במידה רבה על מקורות חיצוניים, על פטנטים וזקוקה למחקר בסיסי בתחום הביולוגיה. תעשייה זו מקיימת את שיתופי הפעולה הרבים ביותר עם האקדמיה במגוון צורות, החל מביצוע ניסויים קליניים במרכזי קמפוסים אקדמיים ועד ל-material transfer agreement - חקר משותף של מולקולות או רכיבים. בדור האחרון, חברות הפארמה נאבקו על מנת להסתגל למהפכת הביוטכנולוגיה. חברות אלו בנו את המעבדות שלהם סביב הנושא של אנליזה כימית (מולקולות קטנות), בעוד שהמחקר בתחומי הביוטכנולוגיה מתרכז במולקולות גדולות וחלבונים. לפיכך, חברות אלו התקשו בגיוס מדענים מובילים למעבדות המחקר שלהם ולצורך כך חתמו על חוזים עם אוניברסיטאות. במקביל, בהתבסס על תגליות ממעבדות אוניברסיטאיות, נוסדו חברות הזנק, ששמרו על קשרים קרובים עם האקדמיה. חברות ההזנק עוסקות במחקר בסיסי ומטרותן לפתח טכנולוגיות בבעלותן, כאשר הנכס החשוב ביותר עבורן הוא הקניין הרוחני. רוב חברות ההזנק קטנות ולא בהכרח רווחיות. מבנה השוק של תעשיית הפארמה כולל חדשנות, סיכונים ומימון ספקולטיבי. התגמול הוא פיתוח מוצר, דבר שיכול להביא לרכישה על-ידי חברה גדולה, בין השאר באמצעות רישוי והסכמי שיווק. תעשיית הפארמה הפכה למגזר מסחרי גדול הנשען על מקורות מימון רבים ומהווה שלב ביניים בין מחקר אקדמי לפיתוח ומכירה של מוצרים.

אלקטרוניקה ומחשוב - בחברות בתחומים אלה התפתח דפוס שונה של רכישת ושילוב ידע חדש. תחום האלקטרוניקה והמחשוב מבוסס על מדע וטכנולוגיה, אך לתעשיות בתחומים אלה האחוז הנמוך ביותר של חוזי מו"פ חיצוניים. התחרות הקשה שקיימת בין החברות, גרמה להסתמכות על ידע פנימי הנוצר בתוך החברות ועל קשרים מועטים עם מקורות חיצוניים כדוגמת האקדמיה. במשך השנים, תעשיות אלה נשענו יותר על מיומנויות יצור ופחות על פריצות דרך מדעיות. בתחומי האלקטרוניקה והמחשוב, לפטנטים יש ערך מוגבל. הם נועדו, בדרך כלל, להאט את קצב התקדמות של המתחרים. לדוגמה, במשך שנים הייתה התנגדות בחברת אינטל להקמת מעבדה מרכזית. צוות המו"פ של חברת אינטל היה קטן יחסית והתמקד בנושאי הליבה של פעילות החברה - מיקרו מעבדים ומוליכים למחצה.

כימיה וחומרים – כימיה הייתה הדיספלינה האקדמית הראשונה שפיתחה קשרים ישירים עם התעשייה, ששגשו במהלך המאה ה-20. החברות, בתחומים אלה, מייצגות דרך ביניים בין תעשיית הפארמה לתעשיית האלקטרוניקה והמחשוב. בשיתופי הפעולה עם האקדמיה, חברות בתחום הכימיה נוטות להעדיף הסדרים לא רשמיים וקשרים לטווח ארוך. קשרים אלה נוצרו עם מדענים בודדים ותוצאותיהם היו שילוב של יעוץ, חוזי מחקר, תמיכה במעבדות והעסקת סטודנטים.

לסיכום, מנקודת המבט של התעשייה, שימוש בידע וטכנולוגיה חיצוניים נועד להשלים תהליכים פנימיים של חדשנות. הצוות של החברה נרתע לעיתים מ-input חיצוני. לכן נדרשת דמות מובילה (צ'מפיון) מתוך הארגון שתפקידו לנהל את הקשרים עם האוניברסיטה ולהזכיר לאנשי החברה את היתרונות לטווח ארוך של שיתופי פעולה אלו. אחד השיקולים המרכזיים בהחלטה לגבי שיתופי פעולה עם האקדמיה הוא המחיר. שיקול מרכזי נוסף הוא המומחיות של אנשי האקדמיה. באופן כללי, כשחברות מחפשות גישה למחקר בסיסי הן מחפשות שותפות עם אוניברסיטה מובילה שנמצאת בקרבת מקום. במחקר יישומי, אוניברסיטאות המצויות בקרבת מקום, נתפסות ככדאיות מבחינת עלות תועלת ונוחות. לחברות גדולות, המתבססות על מחקר, חשובה גם הגישה לחדשנות בנושאים ה"חמים" שעל הפרק. לעיתים קרובות המניע של חברות אלה הוא יצירת קשרים עם חוקרים מובילים בתחום עיסוקם (Geiger, 2008).

1.4. המלצות לעידוד שיתופי פעולה בין אקדמיה לתעשייה

דו"ח של תת הוועדה המייעצת של ה- NSF לקשרי אקדמיה-תעשייה תולה את המחסום העיקרי לשיתופי פעולה, בין המגזר האקדמי לתעשייה, בחוסר מודעות של המגזר הפרטי לפוטנציאל הקיים בשיתופי הפעולה עם האקדמיה. חברות רבות לא מודעות ליתרונות שבשיתופי פעולה אלה ונרתעות בשל הקושי הכרוך במשא ומתן על קניין רוחני. חלק מהחברות מעוניינות בשיתופי פעולה אך אינן יודעות איך ליזום אותם ואינן מודעות לתוכניות שיכולות לסייע להן. באופן דומה, חלק מחברי הסגל באוניברסיטאות אינם מודעים ליתרונות של שיתופי פעולה עם התעשייה. באקדמיה, קיימת גישה מוטעית לפיה שיתופי פעולה אלה לא תורמים להשגת קביעות וקידום. בין המלצות של הוועדה שהוצעו על מנת לגשר על פערים אלו:

- הרחבת תוכניות של שיתופי פעולה כך שיתאימו למציאות הקיימת בשטח והקמת תוכניות "פיילוט" חדשות שיטפלו בהבדלים שבין האקדמיה לתעשייה.
 - פיתוח תוכניות וחומרי outreach המדגישים את היתרונות שיש לשיתופי פעולה אלו לחברות תעשייה.
 - "עדויות" מחברות שהשתתפו בשיתופי פעולה מוצלחים בין התעשייה והאקדמיה.
 - השקת קמפיין שיעורר מודעות לתוכניות הקיימות (NSF, 2008).
- אוניברסיטאות רבות הקימו ועדות שמטרתן מציאת דרכים לקידום שיתופי הפעולה בינן לבין התעשייה. להלן חלק מהמלצות של Gieger (2008) מאוניברסיטת פנסילבניה ושל הוועדה בנושא הסכמי מחקר בין האוניברסיטה לתעשייה באוניברסיטת קולומביה הבריטית בקנדה (2006):
- תקשורת מהווה את החלק החשוב ביותר בשיתופי הפעולה - שמירה על ערוצי תקשורת פתוחים עם מחלקת המו"פ בחברות. כדאי שהאוניברסיטה תמנה אדם, שתפקידו יהיה לטפל בשיתופי הפעולה עם התעשייה ויהיה הכתובת לבעיות שצצות בתחום.
 - הקונפליקט בנושאי IP הוא אחד הנושאים הבעייתיים בקשר בין האקדמיה לתעשייה. יש להקדיש לנושא זה תשומת לב רבה. האמון מצד החברות קטן, כאשר הן חוששות לנושא הקניין הרוחני. יש להגן על מידע רגיש מבחינה מסחרית, תוצאות בעלות ערך פוטנציאלי ומידע השייך לתעשייה מחשיפה לא זהירה, שאינה בזמן המתאים. מומלץ להחליט על בעלות וגישה לזכויות של קניין רוחני בתחילת ההתקשרות בין האקדמיה לתעשייה.
 - פרסום של יוזמות של האקדמיה בתחום - מומלץ לפרסם ולהפיץ את המחויבות של האוניברסיטאות לספק שירותים לתעשייה במספר רב ככל האפשר של ערוצי תקשורת.
 - עריכת מחקרים משותפים עם התעשייה תהיה בהתאם למדיניות המחקר של האוניברסיטה בנוגע לשימוש בנבדקים, חיות, חומרים רדיו-אקטיביים וחומרים מסוכנים ביולוגית.
 - שמירה על ערכים של חופש אקדמי. חוקרים באקדמיה נוהגים לפרסם באופן חופשי את תוצאות מחקריהם. עם זאת, ניתן לדחות את זמן הפרסום על מנת להבטיח את זכויות הקניין הרוחני.
 - יש לערב אנשי מפתח באקדמיה ביצירת הקשרים עם התעשייה.
 - על מרכזי התשתיות והמחקר באקדמיה לפעול בהתאם ללוח הזמנים של חברות התעשייה (כלומר לאפשר שעות פעילות ארוכות יותר).

Santoro & Chakrabarti (1999) התייחסו גם הם למימדים הבאים ביחסי אקדמיה – תעשייה:

קיום "דמות מובילה" ("צ'מפיין") – אדם האחראי על קידום רעיונות וטכנולוגיות חדשות ועל יצירת הקשרים בין האנשים בארגונים, על "תרגום" המידע הרלבנטי בהקשר המתאים ועל צמצום הפערים שבין שני הארגונים.

מדיניות גמישה בנוגע לזכויות קניין רוחני, פטנטים ורישיונות – קניין רוחני, פטנטים והסכמי רישוי מהווים גורם

משמעותי ביחסים שבין האקדמיה לתעשייה. שני הגופים תופסים נושאים אלו כדרכים אפשריות להגדלת הרווחים שלהם, השגת יתרון תחרותי וקבלת הכרה. אוניברסיטאות רבות מעוניינות לקבל זכויות על פטנטים לכל תגלית טכנולוגית שפותחה באמצעות שימוש בתשתיות האוניברסיטה או בשירותיה. בדרך כלל, האוניברסיטאות לא מעוניינות בהענקת רישיון בלעדי לשותפים שלהם מהתעשייה, מכיוון שרישיונות בלעדיים מגבילים את הפצת המידע לציבור הרחב. מרכזים אקדמיים, בעלי רקורד מרשים ביצירת שותפויות עם התעשייה, הם אלו שנענים יותר לדרישות התעשייה – דחייה ככל האפשר של פרסום תוצאות המחקר, מתן אפשרות לשותפים מהתעשייה לקבל תמלוגים ומתן רישיון בלעדי במידה וזו הדרך היחידה למסחר המצאה מסוימת.

יצירת אמון – בשיתופי פעולה בין האקדמיה לתעשייה, שני הצדדים חושפים את עצמם למידה מסוימת של חוסר ודאות, הדבר נכון במיוחד בתעשייה, שבה שליטה על משאבים היא המפתח להשגת יתרון תחרותי. לשם כך, יש לבנות יחסי אמון בין הצדדים על מנת להפחית את מרכיב חוסר הודאות – הדבר יאפשר לשני הצדדים להתרכז בפעילויות מחקר ופיתוח. כאשר חברה רואה במרכז המחקר באוניברסיטה גוף אמין, היא מוכנה יותר לשתף פעולה, לחלוק בידע ובדרישות הטכנולוגיות שלה. זהו צעד ראשון הכרחי, מכיוון שיצירת אמון בין הגופים, מאפשרת בניית קשרים לטווח ארוך וממושך. כמובן שנדרשת גם תקשורת יעילה, דיאלוג מתמשך ומשוב בנוגע לתוצאות המחקר.

יוזמת ה-National Nanotechnology Initiative (NNI)⁸ האמריקאית כוללת את ההמלצות הבאות לחיזוק הקשר בין האקדמיה לתעשייה ולעידוד מחקר מולטי-דיספלינארי ובין-מוסדי:

- תמיכה בפגישות בין חוקרים מהאקדמיה, התעשייה ומוסדות מחקר ממשלתיים בהן יוחלפו מידע ותוצאות של מחקרים.
- עידוד אינטראקציות בין חוקרים מהאקדמיה, התעשייה והממשלה באמצעות הקמה או תמיכה בתשתיות הזמינות לחוקרים מגזרים שונים (ציבורי ופרטי).
- עידוד חילופי חוקרים בין האקדמיה לתעשייה – עידוד של אנשי סגל אקדמי לשהות במשך תקופת זמן מסוימת בתעשייה ולהפך.
- הקמת מנגנונים חדשים שנועדו לתמוך בהעברה של טכנולוגיות דרך מתן רישיון לקניין רוחני הנוצר במחקרים הממונים על-ידי ה-NNI. מנגנונים אלה כוללים יצירת מאגדים שבהם חברים אוניברסיטאות ומוסדות מחקר אחרים ו/או יצירת נהלים אחידים ופשוטים להעברה של טכנולוגיות.
- מתן אפשרות לתעשייה להביע את הצרכים שלה בשלב מוקדם, כדי להגדיל את הסיכוי שרעיונות חדשים יפותחו וימוסחרו (Fluckiger, 2006).

Busnaina & Lash המליצו על מספר צעדים שניתן לנקוט על מנת להגדיל את שיתופי הפעולה עם התעשייה:

- מומלץ למרכזים באקדמיה ליצור "מפת דרכים" שתציג את אפשרויות ויכולות המחקר במרכז בפני שותפים אפשריים מהתעשייה. הדבר יאפשר לתעשייה לראות את היקף הטכנולוגיה המצויה במרכז ואת התחומים שבהם ניתן לשתף פעולה.
- "סדנאות חשיבה" משותפות לאנשי הסגל האקדמי ולתעשייה. סדנאות אלה יאפשרו לאנשי הסגל להציג בצורה טובה יותר את היכולות והטכנולוגיות שברשותן לאנשי התעשייה. בסדנאות יתקיימו תהליכים של "סיעור מוחות" על מנת לזהות יישומים או פרויקטים משותפים שניתן לעבוד עליהם.
- בשל השלב המוקדם של המחקר בתחומי הננוטכנולוגיה, המודל המסורתי של העברת טכנולוגיות/מתן רישיון שבו משתמשות אוניברסיטאות רבות אינו אטרקטיבי לשותפים פוטנציאליים מהתעשייה, במיוחד לחברות ננו-טכנולוגיה

⁸ <http://www.nano.gov>

- קטנות, דבר הפוגם באפשרויות לשיתופי פעולה. מומלץ לחשוב על יצירת מודל חדש.
- הקמת מועצה מייעצת, שתכלול נציגים מהתעשייה, ותסייע במסחור תוצרי המחקר מהאקדמיה.

לסיכום, הנקודות העיקריות שעולות בהמלצות השונות הן: הפחתת הקונפליקט בנושאי קניין רוחני, חשיפה ופרסום של מרכזי התשתית באוניברסיטה לחברות התעשייה ומינוי של אדם באקדמיה שתפקידו להיות אחראי על יצירת ותחזוקת הקשרים עם חברות התעשייה.

1.5. שיתופי פעולה בין התעשייה לאקדמיה בתחום הננוטכנולוגיה

הננוטכנולוגיה עוסקת במחקר וביישומים המבוססים על מבנים קטנים מאד (1 עד 100 ננומטר), שלהם מאפיינים המושפעים מהמימדים שלהם. התחום מציג הזדמנויות לפריצת דרך טכנולוגית ולפיתוח כלכלי ומהווה אחד מששת תחומי המחקר הממומנים על-ידי ה-NSF והתוכנית השישית של האיחוד האירופאי למחקר ולפיתוח. תעשיית הננו מוגדרת כקבוצה של חברות, המתמקדות בתהליכים המבוססים על ננו-חלקיקים. חברות הזנק מהוות שחקניות ראשיות במסחור של טכנולוגיות ובחדשנות, בעוד שחברות מבוססות משקיעות בננו-טכנולוגיה על מנת לשלב אותה בפלטפורמת הטכנולוגיות הקיימת אצלן, אך הן לא מתמקדות בפיתוח ובשיווק מוצרים המבוססים על ננו. ההתפתחות המהירה של תעשיית הננו-טכנולוגיה מיוחסת גם לתרומה של החוקרים מהאוניברסיטאות. רוב הרשימות, הניתנים לחברות הזנק, בתחום הננו, מקורם באוניברסיטאות וניתן למסחר כ-70% מהמצאות של האקדמיה בתחומי הננו (Wang, 2003).

תחום הננו מהווה תחום ייחודי ופורה להתפתחותם של מרכזי מחקר בין-מגזריים ושיתופי פעולה. הסיבות לכך הן מימון מיוזמות לאומיות שונות, והיות ננוטכנולוגיה תחום מולטי-דיספלינארי הנשען על החידושים האחרונים בתחומי הכימיה, הפיסיקה, מדע החומרים, ביולוגיה ותחומי ההנדסה השונים. כמו כן, יישומי הננו-טכנולוגיה הינם מגוונים ובעלי פוטנציאל להביא לפריצות דרך בתחומים שונים ובתעשיות שונות: תרופות, כימיקלים, מזון, אלקטרוניקה, חומרים, אנרגיה ועוד.

תחום הננוטכנולוגיה דורש השקעות נרחבות בתשתיות ובציוד יקר. למשל, חדירים נקיים, מיקרוסקופים מסוג SEM⁹, TEM¹⁰, e-beam lithography ועוד. אלה תשתיות שלוקח זמן לבנות ולהתמחות בהן, והן דורשות השקעות גדולות (רכש ציוד, מבנים, הכשרת כוח אדם ותחזוקה) לאורך תקופת זמן. בנוסף, תחום הננו מציב אתגר בהיבט הארגוני, כיצד לשלב קבוצות מולטי דיספלינריות של מהנדסים וחוקרים בתוכניות אקדמיות.

בטכנולוגיות מבוססות מדע כמו ננוטכנולוגיה, אוניברסיטאות מהוות מוקד עיקרי ליצירת ידע, וחברות תעשייה נוטות להסתמך על האקדמיה בתהליך הפיתוח. מו"פ, המבוצע בתחומי הננוטכנולוגיה, נע בין תשתיות הדרושות למניפולציה של ה-nanoscale כדוגמת STM¹¹, AFM¹², nano fabrication, surface analysis instrumentation, עד לתשתיות מורכבות יותר הדרושות לפיתוחים טכנולוגיים נוספים ולתהליכי ייצור מורכבים יותר (Robinson & Mangematin, 2006; Sa, 2011).

התקדמות בננוטכנולוגיה נשענת על מדע בסיסי ודורשת משוב מדיספלינות רבות שניתן למצוא באוניברסיטאות מחקר גדולות. בשנים האחרונות, חל בתחומי הננוטכנולוגיה והביוטכנולוגיה, גידול בציוד הנחוץ למחקר ותחומים אלו נשענים

Scanning Electron Microscope⁹
Transmission Electron Microscope¹⁰
Scanning Tunneling Microscope¹¹
Atomic force microscopy¹²

יותר ויותר על תשתיות גדולות מסוג LSRF¹³. תשתיות מחקר גדולות מוגדרות כמקבץ של מערכות ניסוי גדולות, הזמינות באקדמיה ובמידה מסוימת בתעשייה. המדובר לא רק במכשור עדכני או במתקנים חדישים, אלא גם בקהילה מדעית וטכנולוגית בעלת יכולות המרוכזות באזור גיאוגרפי מסוים. תשתיות אלו יכולות להוות אמצעי לארגון העברת טכנולוגיות מהמגזר הציבורי לתעשייה. הן ממלאות תפקיד מפתח בהתפתחות המחקר בתחומים שונים אולם, תפקידן תלוי בשטח המדעי אליו הן משתייכות. בפיזיקה, תשתיות מחקר גדולות דורשות השקעות נרחבות ועיקר המשתמשים מגיעים מהמגזר הציבורי. בביוטכנולוגיה, הפוטנציאל הכלכלי גרם ליצירת לחצים מצד חברות תעשייה למתן גישה לתשתיות אלה. גישה לתשתיות מחקר היא גורם מפתח בהתפתחותן של חברות. כאשר מתגלה הפוטנציאל המסחרי הטמון בטכנולוגיה, חברות יכולות לפתח ולהשקיע בתשתיות מחקר משלהן. בשלבים מוקדמים, שיתוף בתשתיות מחקר מהווה דרך לעיסוק במחקר מדעי, עבור קבוצות מהאקדמיה וחברות פרטיות בהתאם לרמת הבשלות של הטכנולוגיה (Peerbaye & Mangematin, 2004).

הפוטנציאל הרחב והמחסור בתשתיות, בתחילת הדרך, גרם לכך שמספר גדול של חברות תעשייה התעניינו בשיתוף פעולה עם האקדמיה לשם הורדת הסיכונים והעלויות הקשורות בפיתוח תהליכי ייצור ומוצרים המבוססים על ננו. (Bozeman et al., 2008), ערכו סקר שכלל ארבעים חברות במדינת צפון קרוליינה בארה"ב, בנוגע לדיפוזיה של תחום הננוטכנולוגיה לתעשייה. הם מצאו שני חסמים עיקריים למעבר של טכנולוגיות בתחומי הננו לתעשייה. המחסום הראשון הוא מחסור בגישה להון ראשוני והמחסום השני הוא מחסור בגישה למתקנים וציוד המצויים באוניברסיטאות. הפתרון שהוצע היה, שהממשל המקומי יספק תמריצים לאוניברסיטאות באמצעות מרכזי מצוינות ציבוריים/פרטיים, על מנת לעודד שיתוף בציוד ובמתקנים בין האקדמיה לחברות הננו-טכנולוגיה.

מרכזי מחקר של אוניברסיטאות בתחום הננו הינם מגוונים מטבעם - הם נבדלים בנושאי המחקר שלהם ובמידה שבה הם משתפים פעולה עם התעשייה. בחלק מהמקרים, אנשי האקדמיה עובדים על מחקרים הממומנים על-ידי התעשייה, ובחלק מהמקרים אנשי התעשייה מבצעים את מחקרם באקדמיה. מרכזים אלו שונים בגודלם, ביכולותיהם ובמקורות המימון שלהם (Schultz, 2010).

במחקר, שערכו Wang & Shapira (2009), על מדגם של 230 חברות, העוסקות בתחומי הננוטכנולוגיה בארה"ב, נמצא ששיתוף פעולה עם האוניברסיטאות סייע לחברות במיצוי הפוטנציאל הטכנולוגי שלהן וסיפק גישה למשאבים נוספים. הדבר תורם במיוחד לחברות קטנות וצעירות, היות שהקשרים שלהן עם מדענים מהאקדמיה מחזקים את יכולות המחקר שלהן. יחסים אלה הם הדדיים, מכיוון שהם מאפשרים למדענים, המשתפים פעולה עם התעשייה, לבדוק את הפוטנציאל היישומי של תוצאות המחקר שלהם. ממצאי הסקר הראו שהחוקרים מהאקדמיה, שלהם התפוקה המחקרית הגדולה ביותר, נמצאו כיעילים ביותר בשיפור הפוטנציאל הטכנולוגי של החברות, בעוד שגודל הרשת החברתית שלהם והמוניטין של המוסד אליו השתייכו לא נמצאו משפיעים.

Merz & Biniok (2010), בדקו את המודלים השונים בשימוש בתשתיות ננוטכנולוגיה של האקדמיה והתעשייה. לשם כך, הם השתמשו במונח 'פלטפורמות טכנולוגיות' (technological platforms) - תשתיות ומתקנים המשרתים משתמשים מהאקדמיה ומהתעשייה. בתחומי המיקרו והננו טכנולוגיה. פלטפורמות טכנולוגיות נועדו לקדם צורות חדשות של שיתופי פעולה בין האקדמיה לתעשייה, מכיוון ששני התחומים מערבים מדענים ממגוון רחב של דיספלינות (פיזיקה, כימיה, מדעי החיים, מדעי החומרים והנדסה). חלק מהפלטפורמות הטכנולוגיות ייחודיות לתחומים אלה (למשל חדרים נקיים), בעוד שאחרות, כמו מיקרוסקופים, רלבנטיות גם לחוקרים מתחומים אחרים. פלטפורמות אלה מגוונות במספר היבטים: ייחודיות השירות שהן מציעות, מגוון המשתמשים והמעמד שלהן במוסד האקדמי שבו הם מצויים. Merz &

Biniok בדקו במחקרם מודלים של שימוש בשלוש פלטפורמות טכנולוגיות שונות (¹⁴CMI, ¹⁵SLS, ¹⁶SUL) עבור משתמשים מהאקדמיה ומהתעשייה בתחומי המיקרו והננוטכנולוגיה בשווייץ. החוקרים זיהו מודלים שונים של שימוש בקרב משתמשים מהאקדמיה ומהתעשייה עבור אותה פלטפורמה.

אחד המודלים שנמצאו עבור ה-CMI למשתמשי תעשייה הוא ה"מודל האדיש" (indifference model) – השימוש בתשתית מווסתת לפי סדר קדימויות – כאשר ישנה עדיפות לחוקרים המועסקים במקום, ולאחר מכן למשתמשים חיצוניים מהאקדמיה ומהתעשייה. התשלום עבור השימוש במתקן למשתמשים מהתעשייה הוא על בסיס שעה ואינו גבוה באופן משמעותי מהתעריף המשולם על-ידי משתמשים מהאקדמיה. הפלטפורמה הטכנולוגית "אדישה" למשתמשים מהתעשייה מכיוון שהיא אינה מתאימה את עצמה לצרכיהם המיוחדים. אמנם כל אפשרויות השימוש וההכשרה פתוחות בפניהם אבל לא נעשה מאמץ להתייחס לצרכיהם המיוחדים. לדוגמה, בנושא סודיות הפרויקטים, מטרותיהם ותוצאותיהם – האחריות למחיקת התוצאות משרת המחשב מוטלת על המשתמשים מהתעשייה. כל עוד משתמשים מהתעשייה פועלים לפי הנהלים הנהוגים באקדמיה, הם מתקבלים בברכה. הבעיה מתעוררת אם יש להם צרכים מיוחדים.

לשם השוואה, המודל עבור משתמשים מהאקדמיה בפלטפורמה זו הוא ה"מודל החינוכי" (educational model) – המשתמשים הם בעיקר סטודנטים לתואר שלישי ופוסט-דוקטורנטים. המאפיין העיקרי של מודל זה הוא ליווי צמוד ואישי של צוות התשתית - צוות המעבדה בודק את הצעות המחקר של המשתמשים ומבקר אותן ומציע תיקונים. למשתמשים מהאקדמיה מועבר סמינר בנושא כללי בטיחות והם מקבלים הדרכה מפורטת לגבי השימוש בציוד.

בפלטפורמה טכנולוגית כמו ב-SLS, המודל המאפיין את משתמשי התעשייה הוא "מודל הרכישה" (purchase model) – השימוש והגישה לתשתיות ניתן בשני אופנים: או שאחוז מסוים מהתשתית (לדוגמה 10% מה-beam time) נמכר לחברות, או שמתקיים משא ומתן עם החברות, לפיו הן מממנות חלק מהשימוש בתשתית (למשל, שתי חברות תרופות מימנו במשותף כ-50% מה-beam line המוקדש לקריסטלוגרפיה של חלבונים). המדיניות במודל זה היא להיענות לצרכים המיוחדים של התעשייה בנושא סודיות וקניין רוחני. לדוגמה, חברות התרופות מביאות לתשתית את אנשי הצוות הטכני שלהן, ואין להן צורך ליידע את הצוות הטכני של התשתית לגבי הפרויקטים שהם עובדים עליהם. מודל זה נוצר כתוצאה ממאמץ של ה-SLS למשוך משתמשים מהתעשייה.

מודל מקביל לאנשי אקדמיה הוא ה"מודל התחרותי" (competitive model) – ה-SLS פתוח למשתמשים מהאקדמיה מכל מדינות העולם ללא תשלום. הליך הויסות של הגישה לתשתית כולל ביקורת על-ידי מומחים חיצוניים- חוקרי האקדמיה, המעוניינים להשתמש במכשיר, מגישים את הפרויקט לביקורת של פאנל חיצוני, בלתי תלוי ובין-לאומי. הפאנל, המורכב מחמש ועדות, מתכנס פעמיים בשנה ומדרג את הפרויקטים לפי המצוינות המדעית שלהם. לפי דרוג זה, מוקצה beam time לפרויקטים השונים. בניגוד לתשתית ה-CMI, שבה יש דומיננטיות למשתמשים מהאקדמיה, ה-SLS מספק מודלים סימטריים יותר – שני סוגי המשתמשים מתקבלים בברכה ומתייחסים לצרכים הייחודיים שלהם. בעוד שהמשתמשים מהאקדמיה רוכשים beam time על-ידי הפגנת מצוינות מדעית, המשתמשים מהתעשייה רוכשים beam time בכסף. קיימת אפשרות למשתמשים מהאקדמיה להשתמש גם ב"מודל הרכישה" ולשלם עבור beam time באותם תנאים של משתמשים מהתעשייה. המניע של אנשי האקדמיה להשתמש ב"מודל הרכישה" הוא כאשר הם מעוניינים לחקור תחום חדש מבלי לחשוף את רעיונותיהם למתחרים פוטנציאליים או לביקורת.

בפלטפורמה טכנולוגית מסוג SUL, המודל עבור משתמשים מהתעשייה הוא "מודל השירות" (service model) – במודל זה מאפיינים רבים של השירות לתעשייה הם סטנדרטים, לדוגמה: טפסים, מחירים קבועים, חוזים, הסכמי סודיות

¹⁴ CMI-Center of MicroNano Technology at the Swiss Federal Institute of Technology (EPFL)

¹⁵ SLS-Swiss Light Source at the Paul Scherrer Institute

¹⁶ SUL-Swiss Scanning Probe Microscopy User Laboratory at Empa

ועוד. הצוות של ה-SUL פועל באופן נמרץ במטרה לשכנע את חברות התעשייה שה-AFM אינו כלי מחקרי בלבד, אלא מתאים גם ליישומי התעשייה והמטרה היא להגביר את שיתופי הפעולה בין המדענים העובדים במקום לחברות התעשייה.

החוקרים את המודלים השונים הסיקו כי שימוש באותם משאבים לא מביא בהכרח לשיתופי פעולה ולקרבה בין המשתמשים השונים, לפעמים אפילו להפך. תשתיות מסוימות מושכות משתמשים מהתעשייה על-ידי כך שהן מספקות להם דרכים להגן על תוצאות המחקר שלהם. מודלים של השימוש עבור האקדמיה והתעשייה פועלים לעיתים במקביל, ללא התערבות שלילית, אבל גם ללא הפריה הדדית.

אבות טיפוס של מודלים נוספים לשימוש בתשתיות רחבות היקף בתעשיית הביוטכנולוגיה הוצגו במחקרם של Peerbaye & Mangematin (2004). בדומה לננוטכנולוגיה, תחום הביוטכנולוגיה עבר בשנים האחרונות, עלייה במספר ובהיקף התשתיות והציוד הנדרש על מנת לחקור את האורגניזם החי ברמת הגן והחלבון. הציוד דורש יותר ויותר משאבים (כסף, מומחיות), ויש צורך בשימוש משותף בתשתיות מחקר על-ידי האקדמיה והתעשייה כדי שתחום הביוטכנולוגיה יתפתח באופן יעיל.

במחקר מוצגים שלושה מודלים לשימוש משותף של האקדמיה והתעשייה בתשתיות גדולות: המודל הראשון הוא המודל **האקדמי** – מודל זה מיועד לתשתיות שאינן למטרות רווח כדוגמת ה-SRF¹⁷. לפי המודל האקדמי, למשתמשים מהאקדמיה, הגישה לתשתית ניתנת בחינם והם זכאים גם לתמיכה כספית עבור נסיעות והוצאות אחרות הקשורות לניסויים. אולם הגישה ניתנת על סמך הערכה של מצוינות מדעית ולפי הערכה של וועדה – למשתמשים בתשתית חובה עיקרית אחת של פרסום תוצאות המחקר והגשת דו"ח. עבור משתמשים מהתעשייה, התשתית נגישה רק באופן חלקי (לדוגמה, beam-time המוקדש ליישומי תעשייה בקריסטלוגרפיה של חלבונים מוגבל ל-2% מפעילות התשתית). אין למשתמשים מהתעשייה חובת פרסום, והצוות המסייע להם מוגבל על-ידי הסכמי סודיות. משתמשים מהתעשייה נדרשים לשלם עבור השימוש באופן שיכסה את מלוא העלות. מודלים נוספים שהוצגו במאמר הם המודל **הפרטי** – לדוגמה MMP - The private model Multimodal platform, שנוסד בשנת 1985 כ-spin off של אוניברסיטת ליאז' בבלגיה, ומטרתו להביא מוצרים ושירותים חדשנים לקהילת מדעי החיים כספק מוביל בתחומי המחקר הגנומי והפרוטאומי. בניגוד למודל האקדמי, מדובר בחברה פרטית למטרות רווח. החברה מציעה ללקוחותיה, מהאקדמיה ומהתעשייה, פתרונות זהים. מדובר במודל גמיש אך מסחרי.

מודל שלישי הוא המודל **הציבורי-פרטי**, לדוגמה ה-GenoHybrid (GH) – spin off של אוניברסיטה בצפון צרפת. מכיוון שלאוניברסיטה אין את היכולת להציע שירותים לכל הגורמים והגופים המעורבים במחקר הביולוגי, היא משכירה את הציוד ל-GenoHybrid, חברת שירות שמציעה את שירותיה בתחום הגנומיקה למחקר תעשייתי ואקדמי. מיקור חוץ זה מהווה גם פתרון יעיל ביחס לתחזוקת הציוד וחידושו, הורדת עלויות ייצור וניהול משאבי אנוש. האוניברסיטה מרכזת את הבקשות לשימוש בתשתית עבור פרויקטים אקדמיים ותעשייתיים, מכיוון שה-GenoHybrid מהווה חלק מהתוכנית הגנומית של צרפת, הגישה לפלטפורמה זו מובטחת קודם כל לארגונים מהמגזר הציבורי ובמיוחד למעבדות הממוקמות באזור. אב טיפוס זה הוא מודל היברידי, שבו חלק מהתפעול של התשתית נעשה על-ידי חברה פרטית, ואילו סדר העדיפויות והגישה לתשתית נקבע על-ידי גורמים ציבוריים.

קיומן של תשתיות מחקר גדולות נמצא קשור להופעת אשכולות בתחום הננוטכנולוגיה. תשתיות אלו מספקות דרכים להעברת טכנולוגיה בהתבסס על שימוש משותף בתשתיות מחקר ומו"פ משותף (Sa, 2011).

אחת התופעות, המאפיינות את הננוטכנולוגיה, היא התפתחותן של אשכולות של מוסדות מחקר וחברות בתחום הננוטכנולוגיה הממוקמות באזור גיאוגרפי אחד (nanodistrict) (Shapira et al. (2008), מנו את הגורמים המשפיעים על הופעת אשכולות אלו באזור מסוים. גורמים אלו כוללים השקעה במתקנים גדולים כדוגמת חדרים נקיים ותשתיות מסוג lithography ו-particle scattering. גורם נוסף הוא השקעת האזור בעוגן כלשהו - תמיכה בתשתיות מחקר או במרכז מצוינות מסוים. יש אפשרות להשקעה במספר מוקדים של פעילות מחקר בתחום הננו טכנולוגיה באזור גיאוגרפי מסוים, כדי שהמגוון והחילופין בין המוקדים הללו יקדמו יצירת ידע חדש. אפשרות נוספת היא השקעה בהון אנושי - מדענים או חוקרים בולטים שיקימו חברות הזנק וימשכו חברות אחרות או תשתיות מו"פ. צורה נוספת של השקעה בהון אנושי היא יצירת רשת חוקרים בתחומי הננו טכנולוגיה שתעודד חילופי ידע בין חוקרים ממחלקות אקדמיות וממוסדות אקדמיים שונים.

לסיכום, התשתיות היקרות בתחום הננוטכנולוגיה מביאות לכך שחברות תעשייה משתמשות במרכזי תשתית באקדמיה לצורך פעילות המחקר והפיתוח שלהן. קיים שוני בצורה ובאופן השימוש בתשתיות בין חברות תעשייה לאקדמיה ובין חברות ממגזרים שונים.

1.6. יוזמות לאומיות לשיתופי פעולה בין האקדמיה לתעשייה בתחומי הננו

מדינות רבות כוללות במפת הדרכים שלהן בתחומי הננו כמטרה בולטת את הגדלת מספר שיתופי הפעולה בין האקדמיה לתעשייה בתחומי הננוטכנולוגיה, כדי למצות את הפוטנציאל המסחרי של פעילות המחקר והפיתוח המתבצעת באקדמיה. להלן יובאו מספר דוגמאות לקידום שיתופי פעולה אלו במדינות שונות: ארה"ב, גרמניה ויפן.

ארה"ב – בשנת 2001 ארה"ב היתה המדינה הראשונה שהקימה יוזמה לאומית רשמית, שמטרתה לקדם ולפתח את תחום הננו והיישומים הקשורים אליו, ה-NNI. יוזמה זו כוללת 25 סוכנויות ממשל שונות ופועלת תחת חסותה של תת-וועדה של המועצה הלאומית למדע וטכנולוגיה ה-NSET¹⁸. אחת ממטרות היוזמה היא לספק מסגרת לתוכניות מו"פ בתחום הננוטכנולוגיה באמצעות יצירת יעדים משותפים, סדר עדיפויות ואסטרטגיה משותפת. מטרות היוזמה מושגות, בין השאר, באמצעות קידום שותפויות בין האקדמיה, התעשייה ומעבדות לאומיות כאמצעי לשיתוף בתשתיות פיסיות, בידיע וברעיונות.

ואכן, בארה"ב מתקיימים שיתופי פעולה רבים בין המגזר הפרטי לאקדמיה בתחומי הננוטכנולוגיה. בשנת 2007, יותר ממחצית החברות הפעילות בתחום הננו שתפו פעולה עם מדענים מהאקדמיה בפרסום מאמר בתחום הננוטכנולוגיה. בין השנים 1990-2006, לכ-40% מהאוניברסיטאות העוסקות במחקר בתחומי הננוטכנולוגיה היו פרסומים משותפים עם התעשייה. המגמה באקדמיה היא לשתף פעולה עם חברות גדולות ומבוססות. חברות תעשייה מובילות גם במספר הפטנטים, ואוניברסיטאות מהוות מקור עיקרי למתן רישיונות של קניין רוחני לחברות הזנק בתחומי הננו טכנולוגיה השונים (TERI, 2009).

קידום המו"פ בתחום הננוטכנולוגיה בארה"ב מערב ארבעה מרכיבים: 1. מידע על Nanomaterials, תקנים וכדו', הנחוץ לתהליכי התכנון והיצור; 2. ציוד ומתקנים המאפשרים יצור מסחרי; 3. ידע (know how) של מהנדסים וטכנאים, הכולל הכשרה מקצועית במהלך תקופת עבודתם ו-4. תקשורת בין האקדמיה והתעשייה והממשלה, שמושג באמצעות פורומים ומפות דרכים משותפות (NNI, 2009).

מרכיב חיוני בעידוד שותפויות אלו הוא מימון ממשלתי. קיימות מספר יוזמות של הממשל הפדרלי לעידוד הקשרים בין האקדמיה והתעשייה המיושמות גם בתחומי הננוטכנולוגיה, ביניהן:

STTR¹⁹ - מיועדת להרחבת השותפות בין חברות קטנות למוסדות מחקר ומעבדות לאומיות בארה"ב.
 STTR/SBIR²⁰ - מיועדת לתמיכה בפעילות מחקרית בעלת פוטנציאל למסחר ומתבצעת בעסקים קטנים.
 הקריטריונים של STTR/SBIR ליימון יוזמות בתחום הנווטכנולוגיה הם חדשנות ופוטנציאל מסחרי או יזמי לטובת החברה האמריקאית. בשנת 2010, במסגרת ה-STTR/SBIR חולקו כ-140 מענקים לפרויקטים בנושאי נווטכנולוגיה וכ-40 מענקים נוספים לחברות קטנות בסך 29 מיליון דולר (Rudd et al., 2010). בנוסף לתוכניות אלו, הוקם גוף בשם CBAN²¹ – הכולל נציגים מה-NNI ונציגים ממגזרי תעשייה שונים שמטרותיו:

- עידוד שיתופי פעולה בין האקדמיה לתעשייה.
- הפצת תוצאות מו"פ לתעשייה על מנת לעודד העברת טכנולוגיות.
- זיהוי ופתרון של פערים וחסרים בתוכניות המחקר הקיימות.
- עידוד חילופי מידע – הפצת רעיונות של התעשייה בנוגע לפעילות מו"פ.

רשת מרכזית, שהוקמה במימון ה-NNI היא ה-National Nanotechnology Infrastructure Network - NNIN, הכוללת מעבדות ותשתיות מחקר ב-14 אוניברסיטאות (ביניהן אוניברסיטאות הרווארד, טקסס, קולורדו, סטנפורד, ושינגטון ועוד), היוצרות רשת לאומית של תשתיות, התומכת במחקר ובחינוך ומאפשרת למשתמשים מהאקדמיה, מחברות תעשייה גדולות וקטנות ומגופים ממשלתיים (מוסדות מחקר), לבצע מחקר פיתוח ויישום בתחומי הננו וההנדסה. ה-NNIN מספקת למשתמשים גישה מרחוק ומקומית לתשתיות ולציוד ומכסה שטחים רבים: פיזיקה, כימיה, חומרים, אלקטרוניקה, מדעי החיים, אופטיקה ועוד. התשתיות מבזרות גיאוגרפית ולדיספלינות שונות. דגש מיוחד מושם על הכשרה של כוח העבודה העתידי ועל שיתופי פעולה עם מעבדות ומוסדות מחקר לארה"ב. באתרים השונים של רשת התשתיות מתקיימת פעילויות חינוכיות, הן ברמה המקומית (סדורים בתשתיות, יום פתוח לקהילה, סמינרים והרצאות לציבור, חומרים עבור תוכניות לימודים לבתי ספר יסודיים, הכשרה של מורים, ניסויים והדגמות), והן ברמה הלאומית (כנסים, תוכניות לימוד, פורטל באינטרנט ועוד). הנהלת הרשת כוללת מתאם האחראי על תיאום בנושאי חינוך ו-outreach, מתאם האחראי על תיאום בנושא חברה ואתיקה, מתאם בנושא בריאות ובטיחות ומתאם בנושא מחשוב.

איור 1: אתרי ה-NNIN



מדיניות השימוש במתקני התשתית לגבי משתמשים חיצוניים – הרשת מתמקדת באספקת תשתיות ותמיכה במחקר בתחומי הנווטכנולוגיה עבור משתמשים חיצוניים. התשתיות כוללות בנוסף לציוד מתקדם, צוות מיומן ומחויב העוסק בהדרכת משתמשים, תחזוקת הציוד ותמיכה במשתמשים באמצעות ידע וניסיון. לכל אתר יש מומחיות בתחומים ייחודיים.

¹⁹ Small Business Technology Transfer- STTR
²⁰ Small Business Innovation Research- SBIR
²¹ Consultative Boards for Advancing Nanotech

ה-NNIN לא מבצע מחקר משל עצמו ומטרתו לשרת אחרים. האחריות על קניין רוחני ונושאי סודיות חלה על המשתמש והתשתיות זמינות 24 שעות ביממה. הצוות מכשיר את המשתמשים החיצוניים להשתמש במתקנים בעצמם. כל פרויקט חדש של משתמש חיצוני משויך לאיש צוות המשמש כאיש הקשר העיקרי עבור תמיכה טכנית. הצוות של ה-NNIN מתפקד רק כמסייע ומכוון. הכיוון הטכנולוגי של כל פרויקט נקבע על-ידי המשתמשים החיצוניים. ככל שהפרויקט מתקדם, המשתמשים נהיים עצמאיים יותר ותלויים פחות בתמיכה הטכנית של הצוות. שעות המעבדה מחושבות באמצעות שני מדדים: זמן שימוש ישיר בציוד או זמן השימוש בחדרים נקיים. התשלום עבור השימוש נגבה מכל משתמש על בסיס מחיר לשעה בהתאם למחירון של המוסד האקדמי, ואין ניסיון להביא לסטנדרטיזציה של התשלום במעבדות השונות. למשתמשים חיצוניים יש תעריף זהה לזה של המשתמשים הפנימיים וקרנות ה- NSF מממנות את השימוש האקדמי. כלומר משתמשי התעשייה משלמים את המחיר המלא, בעוד שהמשתמשים מהאקדמיה נהנים מסבסוד של ה-NSF. בשנת הפעילות 2008-2009, ה- NNIN סיפקה שירותים לכ-5,100 משתמשים מ-180 מוסדות, התפוקה כללה 3,100 פרסומים. במהלך המחצית הראשונה של 2009, השתמשו ב-NNIN 590 חברות, מהן 270 חברות קטנות.

גרמניה – גרמניה היא אחת המדינות המובילות בתחום הננוטכנולוגיה באירופה, בעלת תשתיות מפותחות בשטחי הננו השונים. בגרמניה יש יותר מ-1,000 חברות בתחום הננו, וההשקעה הציבורית בשנת 2008 מוערכת בכ-420 מיליון יורו. אחד המאפיינים של מערכת המחקר בגרמניה הוא קיומם של מוסדות מחקר מחוץ לאקדמיה (לדוגמה: Max Fraunhofer, Planck) המשמשים כממשק בין מחקר בסיסי למחקר יישומי בתעשייה. קיימים מספר סוגים של שיתופי פעולה רשמיים ולא-רשמיים בתחום הננוטכנולוגיה בגרמניה. שיתופי פעולה רשמיים כוללים חוזים לשיתוף פעולה בין מוסדות המחקר עבור שימוש בתשתיות וציוד וחילופים של אנשי צוות. צורות לא רשמיות של שיתוף פעולה כוללות פגישות של ראשי המוסדות וחילופים של סטודנטים לתואר שלישי בין המוסדות. המניעים לשיתופי פעולה אלו כוללים הרחבת היכולת המחקרית; גישה לציוד ולתשתיות, ואפשרות להקמת מאגדים שיתחרו על מענקים.

חברות התעשייה בגרמניה הן המובילות במספר הפטנטים בתחום הננו טכנולוגיה ולאחריהן מוסדות המחקר החוץ-אוניברסיטאיים. חברות (במיוחד חברות היי-טק) מעדיפות לשותף פעולה עם מוסדות מחקר חוץ-אוניברסיטאיים, מכיוון שבנוסף ליכולות מדעיות חזקות, יש להם גם יכולות בפתרון בעיות טכניות. כלומר, לחברות תעשייה יש אינטראקציה רבה יותר עם מוסדות מחקר שמבצעים בנוסף למחקר בסיסי גם מחקר יישומי. חברות נוטות גם לשותף פעולה עם מספר מוסדות מחקר על מנת לקדם את בסיס הידע שברשותן ולהפגין נראות מדעית. חברות בתחום הננוטכנולוגיה תלויות בידע שנוצר במוסדות ציבוריים. ההתקדמות הטכנולוגית שלהן תהיה פחותה ללא שיתופי פעולה מסוג זה (TERI, 2009).

ב-1998 המשרד לחינוך ומחקר בגרמניה (BMBF) ייסד שישה מרכזי מצוינות לאומיים במימון שנתי של 2 מיליון יורו. כל מרכז כזה מתמקד בנושא בולט אחד בתחום הננו (לדוגמה: ביולוגיה, חומרים ועוד) ומצוי במקום גיאוגרפי אחד. המטרה של הקמת מרכזים אלו היתה מתן תנאים אופטימאליים למשתמשים ולחוקרים שיאפשרו להפוך את הידע של חברי המרכז לפיתוחים תעשייתיים. מטרת נוספות היו: הכשרת הדור הבא, לימודי המשך ושיתופי פעולה בנושא סטנדרטיזציה ותקנים. המרכזים כוללים חוקרים מהאקדמיה, ממוסדות מחקר, מחברות קטנות וגדולות וכן שירותים פיננסיים ושירותי ייעוץ. מרכזים אלו רלבנטיים במיוחד עבור חברות קטנות, מכיוון שהם מאפשרים להן להיות מעודכנות בהתפתחויות האחרונות והעדכניות בתחומי הננוטכנולוגיה ובתחומים רלבנטיים אחרים Rieke & Bachmann, (2004).

יפן – לפני שנת 1998 השותפויות הציבוריות-פרטיות ביפן, בין האוניברסיטאות לתעשייה, היו מעטות ובלתי רשמיות ולרוב כללו את חברות התעשייה הגדולות והמבוססות. מחסור בתגמול מתאים עבור פעילויות של שיתופי פעולה מנע מחוקרים באקדמיה לשותף פעולה עם התעשייה. חברות תעשייה יפניות, שהיו מעוניינות לפתח את יכולותיהן, נהגו לשלוח

את עובדיהן למעבדות באוניברסיטה ולקיים מחקרים משותפים עם חוקרי האקדמיה, גם ללא הסכמי רישוי. מאז שנת 1998 נוצרה ביפן מסגרת חוקית חדשה, בדומה לארה"ב, שנועדה לגשר על הפערים בין האקדמיה לתעשייה. הדבר גרם לעלייה במעבר הטכנולוגיות בין האקדמיה לתעשייה וליצירת מספר גדול של חברות מסוג spin off, שהתבססו על פעילות המחקר הבסיסי באוניברסיטה. גופים ממשלתיים וחברות גדולות הם המממנים העיקריים של פעילות בתחום הננוטכנולוגיה ביפן, חברות בגודל בינוני וקטן ממלאות תפקיד משני בלבד. יפן אמנם משקיעה רבות בפעילות מו"פ בתחום הננוטכנולוגיה, אולם השקעות אלה אינן תואמות לתוצרים המתקבלים. הדבר יכול לנבוע מכשלים מבניים, משיתופי פעולה מועטים בין האקדמיה וארגוני מחקר ציבוריים לתעשייה, מקשרים בין-לאומיים מועטים ומהשקעות הון סיכון מועטות. על מנת לטפל בנושא הקשרים החלשים שבין האקדמיה לתעשייה, משרד התעשייה והמסחר היפני מחלק מענקים לפרויקטים באקדמיה הכוללים גם מומחים מהתעשייה. בנוסף, הוקמו משרדים להעברת טכנולוגיה באוניברסיטאות היפניות ומאגדים בנושא המוליכים למחצה (TERI, 2009).

1.7. יוזמות מקומיות לשיתופי פעולה בין האקדמיה לתעשייה בתחומי הננו

להלן יובאו דוגמאות של מספר יוזמות מקומיות ויוזמות של מוסדות אקדמיים במדינות שונות (ארה"ב, אוסטרליה, שבדיה והולנד) והמודלים שהם מציגים לשיתוף פעולה עם חברות בתחומי הננוטכנולוגיה, בנושאים שונים: תשתיות מחקר, ציוד, הכשרת כוח אדם והעברת טכנולוגיה.

College of Nano Scale Science & Engineering (CNSE)²² – בשנת 2001, מדינת ניו-יורק שיתפה פעולה עם חברת IBM בהקמת קולג' ומרכז מחקר המוקדש לנושא הננוטכנולוגיה באוניברסיטת אלבני. המרכז מבוסס על מודל ה-Triple helix. המטרות בהקמת ה-CNSE היו הרחבת מעבר הטכנולוגיות מהאקדמיה לתעשייה ופיתוח כלכלי של האזור. המניע של מדינת ניו יורק בשיתוף הפעולה היה יצירת משרות, ואילו המניע של IBM בהקמת המרכז היה פיתוח טכנולוגיות והגדלת התחרותיות בשוק. המרכז מבוסס על ארבעה עקרונות: תשתית עדכנית, life long learning, שותפויות פרטיות-ציבוריות ו-IP בין-דיספלינארי. תשתיות המחקר בתחום הננוטכנולוגיה הקיימות במרכז מהוות אבן שואבת לשיתופי פעולה בין האקדמיה לתעשייה. חברות נוספות כגון Tokyo Applied Materials, TEL, ASML, SEMATECH ו-Electron²³, הקימו במקום מרכזי מחקר משלהם על מנת להשתמש בתשתיות ובציוד החדיש. כמו כן, הוקמו במרכז מספר מאגדים בנושאי ליתוגרפיה, תכנון שבבים ועוד. מאז הקמתו, נוצרו ב-CNSE, שותפויות עם 250 חברות ב-19 מרכזי מחקר בנושאי ננו-אלקטרוניקה, אנרגיה וננו ביוטכנולוגיה. במרכזי המחקר הנמצאים ב-CNSE, מועסקים כ-2,000 עובדים מהתעשייה. ההצלחה בשיתופי הפעולה, שהתקיימו במרכז, נובעת מהגמישות ומהיכולת להתאים את הסכמי שיתוף הפעולה לצרכים של השותפים, כך שישקפו את החוזק והיתרונות של השותפים להסכם. אנשי האקדמיה במרכז לא מתייחסים רק לדרישות האקדמיות המסורתיות, אלא מצופה מהם לעסוק גם בהעברת טכנולוגיות ובקידום קשרים עם חברות התעשייה. ליותר משליש מ-40 חברי הסגל יש ניסיון בתעשייה, שמאפשר להם להבין את הצרכים של השותפים שלהם מהתעשייה ולזהות שיתופי פעולה פוטנציאליים. אחד מהאתגרים הבולטים למסחר תוצאות של מחקר אקדמי, הוא התקדמות מעבר לשלב ההיתכנות (proof of concept) לתהליך של ייצור מוצרים. קיימים מספר מכשולים במעבר זה, כולל היבטים טכניים המעורבים בתהליכי הייצור, באופן שיהיו יעילים מבחינת עלות-תועלת.

²² <http://cnse.albany.edu>

²³ מאגד של חברות תעשייה מארה"ב שמטרתו לקדם את פעילות של תעשיית השבבים - <http://www.semtech.org>

תשתיות, המצויות ב-CNSE והמתאימות לסטנדרטים של התעשייה, אמורות להקל על מעבר זה (Sa, Scultz, 2010;2011).

MIT Institute for Soldier Nanotechnologies (ISN)²⁴ - נוסד בשנת 2002 במטרה לשפר את יכולת ההישרדות של חיילים, על-ידי הורדת המשקל שהם נושאים ושיפור ההגנה שלהם מפני איומים בליסטיים, כימים וביולוגים, באמצעות מחקר בסיסי בתחומי הננו המיושם על-ידי צבא ארה"ב ועל-ידי שותפים מהתעשייה. המכון כולל מאגד של חברות תעשייה, המהוות שותפות חשובות בהפיכת המצאות למוצרים שניתן ליצרם בכמויות גדולות. הדבר דורש מעורבות הן של חברות קטנות והן של חברות גדולות – כדוגמת: Raytheon, DuPont ו- Partners Healthcare.

על החברות, המעוניינות להשתתף במאגד, לבצע מחקר פורץ דרך בתחומים הרלבנטיים לפעילות המכון ולהיות מסוגלות להעביר את המצאות של המאגד לייצור בכמויות גדולות ובעלויות מתאימות. החברות, המשתתפות במאגד, מקבלות גישה לטכנולוגיות חדשות, שיתוף פעולה עם חוקרי MIT ואפשרות להתחרות על קבלת מימון מהצבא. קיימות שלוש רמות של חברות במאגד, בהתאם לגודל החברה ולרמת המעורבות: Major Industrial Members, Small Business Industrial Members ו- Interested Industrial Participants. החברות בקטגוריה הראשונה והשנייה אמורות להיות בעלות יכולת מרכזית שתתרום לחברי המאגד, לספק צוות, שיעבוד על הפרויקטים של המאגד ב-MIT ולהשתתף בישיבות השנתיות ובפגישות עם חוקרים וסטודנטים של המכון. בנוסף, חברות בקטגוריות אלה משתתפות במימון העלויות (בכסף, ציוד, כוח אדם או שילוב כלשהו). החברות בקטגוריה השלישית משתתפות בישיבות שנתיות ובפגישות עם חוקרים וסטודנטים.

Oregon Nano Science and Micro Technologies Institute (ONAMI)²⁵ - מהווה דוגמה לחממה בתחום הננו - המכון נוסד בשנת 2003 במטרה לקדם את יכולת המחקר של מדינת אורגון בתחום. המכון מעודד שותפויות עם התעשייה ועם חברות הזנק על מנת ליצור משרות חדשות. המימון מגיע ממדינת אורגון, ממשד האנרגיה ומתוכנית ה-SBIR. למוסד שתי תוכניות: הראשונה - ONAMI High Tech Extension (HTE) המקשרת בין המעבדות הפזורות, כך שהמכשור והציוות יהיו בתעריף אחיד לכל חוקרי התעשייה ובתעריף קבוע לכל החוקרים מהאקדמיה. כל מתקן מנוהל על-ידי מוסד האם שלו ויש לו מדיניות משלו בנוגע למחיר, לתנאים, לתשלום וכו'. משתמשי התעשייה משלמים מחיר שוק תחרותי וניתנת להם עדיפות בתור על פני משתמשים פנימיים. ריכוז הציוד ב"תשתית משתמשים משותפת" shared (user facility), מאפשרת השגת מימון בצורה פשוטה יותר והרחבת שיתופי פעולה בין המוסדות השונים. הדבר אטרקטיבי במיוחד לתעשייה, המשתמשת בשירותי האקדמיה, מבחינת קלות הנגישות, יעילות ועמידה במבחן של עלות-תועלת. כיום, האתגר הוא למצוא את האיזון בין הצרכים של המשתמשים מהאקדמיה למשתמשים החיצוניים. יש לציין, כי התשלום ממשתמשים חיצוניים לא מספיק כדי לכסות את עלויות התפעול של התשתיות ויש צורך בתמיכה של המוסדות האקדמיים. התוכנית השנייה היא ה-Commercialization Gap Fund (CGF), שמטרתה לסייע לחברות הזנק כאשר הן עוברות משלב המחקר לשלב פיתוח המוצר. מעבר זה הוא מכשול, שעל החברות לחצות על מנת להפוך את הטכנולוגיה שלהן למסחרית. קרן זו מסייעת בפיתוח המוצר ובגיוס הון. בשל ההיקף הנרחב של המחקר בננוטכנולוגיה, ONAMI התמקדה בחמישה תחומים המתאימים לנקודות החוזק של האוניברסיטאות, הסגל והתעשייה המקומית. כל תחום כזה כולל שלושה מרכיבים: מדע ומחקר יישומי, שיתוף פעולה עם התעשייה ומסחר של תוצאות המחקרים, שמטרתו ליצור חברות ומשרות חדשות במדינת אורגון. מרכזי התשתיות פתוחים לתעשייה ולחוקרים על בסיס

²⁴ <http://web.mit.edu/isn>
²⁵ <http://www.onami.us>

שווה. בשנת 2009, השתמשו יותר ממאה חברות במרכז תשתית אחד או יותר (Roco, 2009; Teshima & Rung, 2010).

Australian National Fabrication Facility (ANFF)²⁶ - הוקם בשנת 2007, בהתאם להמלצת מפת הדרכים לתשתיות מחקר של ממשלת אוסטרליה NCRIS²⁷. ה-ANFF כולל עשרים מוסדות המאוגדים בשבעה מוקדים גיאוגרפיים ומספק לחוקרים גישה פתוחה למתקני הייצור החדשים ביותר. המשתמשים הם סטודנטים, חוקרים מהאקדמיה וחברות תעשייה מכל רחבי אוסטרליה ומחוצה לה. אחד מהממדים להצלחת המוקדים ב-ANFF הוא מספר המשתמשים שאינם חברים במוסד האם. ה-ANFF פועל לפי מדיניות תמחור וגישה לאומית, שמטרתה הפחתת המחסומים בגישה לתשתיות מחקר. המשתמשים עובדים בהדרכת מומחה, או לפי חוזה במחיר סביר. הבקשה לשימוש מועברת בין כל המוקדים, עד שהמוקד המתאים מזהה. לעיתים נדרש שיתוף פעולה בין המרכזים השונים. האתגרים המרכזיים העומדים בפני ה-ANFF בחמש השנים הבאות הם מחסור במימון תפעולי וצוות מיומן ומתאים. התשלום של המשתמשים מבוסס על *marginal costing scheme* – מוקדי הפעילות יכולים לדרוש מהמשתמשים תשלום בעקבות שימוש נוסף בתשתית (לדוגמה, חומרים נוספים). לסטודנטים יש תעריפים מוזלים. החוקרים מהאקדמיה מקבלים מימון ציבורי ונגבה מהם תעריף זהה ללא קשר למוסד האם שלהם. גם פה נדרש למצוא איזון בין התשלום שנגבה מהמשתמשים והתמיכה המתקבלת מקרנות. הגורם הקריטי ביותר להצלחת המוקדים הוא צוות טכני מוכשר. ה-NCRIS, מספק מימון לצוות טכני, דבר שהביא ליצירת תקנים חדשים. אולם עדיין גיוס של כוח אדם מיומן מהווה בעיה. בנוסף, יש שיעור עזיבה גבוה של הצוות הטכני בשל התלות שלהם במימון מה-NCRIS, שמסתיים לאחר תקופה מסוימת, ובשל הפער בין דרישות התפקיד לציפיות שלהם (Hicks, 2010).

Nano Connect Scandinavia²⁸ – דוגמה ליוזמה אזורית, שהחלה לפעול בשנת 2009, הכוללת שמונה אוניברסיטאות ומוסדות מחקר בדנמרק ובשבדיה שהתאגדו ביחד במטרה לחזק את מעמדן של המדינות הסקנדינביות כציר מרכזי בפעילות הננו באירופה ולהגביר את העברת הידע בין האקדמיה לתעשייה. הגברת שיתופי הפעולה נעשית באמצעות התאמה בין המחקר שנעשה באקדמיה לבין צרכי החברות, תמיכה ברשתות של מומחים וארגון כנסים וסדנאות. בנוסף, התוכנית כוללת גם התייחסות לתשתיות השונות, הנמצאות במוסדות האקדמיים, סטנדרטיזציה של תוכניות הדרכה למשתמשים וחילופים של אנשי הצוות הטכני המתפעלים את החדרים הנקיים במוסדות השונים, כך שירכשו ניסיון בתהליכים וציוד חדש. היוזמה ממומנת על-ידי המוסדות האקדמיים המשתתפים, גופים ציבוריים והאיחוד האירופי.

MESA+²⁹ - מהווה דוגמה לאשכול אזורי בתחום הננוטכנולוגיה. MESA נוסדה בשנת 1999 על-ידי קבוצות ומוסדות באוניברסיטת טוונטה בהולנד, שפעלו בתחומי החיישנים והמיקרו מערכות. לאחר מכן, הצטרפו אליהן קבוצות מחקר נוספות בתחומי האלקטרוניקה, האופטיקה והחומרים שיצרו את MESA+. נוספה לכך השקעה בחדרים נקיים, בתשתיות ובפארק טכנולוגי. היזמים שמאחורי הפרויקט החליטו להתמקד בשני מסלולים לפיתוח MESA+ – מסלול אחד כלל תמיכה בחברות הזנק וגיוס השקעות מגורמים רלבנטיים כדוגמת המשרד לענייני כלכלה, והמסלול השני כלל קידום סדר עדיפות לאומי לננו-מדע וננוטכנולוגיה. לשם כך, הם שתפו פעולה עם שני מרכזים אחרים בהולנד: BIOMADE (אוניברסיטת חרונינגן) ו-DIMES (האוניברסיטה הטכנית של דלפט). בהמשך, MESA+ הצטרפה למאגד הלאומי של הולנד לננוטכנולוגיה ה-NanoNed. ל-MESA+ יש תוכנית מיוחדת, המיועדת לשיתופי פעולה עם חברות הזנק, ויותר

²⁶ <http://anff.org.au>

²⁷ <http://ncris.innovation.gov.au> - National Collaborative Research Infrastructure Strategy

²⁸ <http://www.nano-connect.org>

²⁹ <http://www.utwente.nl/mesaplus>

מארבעים חברות הזנק הוקמו במקום. ב-MESA+ מועסקים 500 אנשים, שמתוכם 275 הם בעלי תואר שלישי ולה מחזור כספי של 45 מיליון יורו בשנה. מרכז התשתית הבולט הוא ה-NanoLab, המהווה תשתית מחקר לאומית, הפתוחה לכל המשתמשים, ומבוצעים בה פרויקטי מחקר משותפים עם חברות בין-לאומיות. לתשתית מדיניות המכוונת לשיתופי פעולה עם חברות קטנות ובינוניות. המשתמשים בתשתית מסווגים לשלוש קבוצות: משתמשים מתוך המוסדות, משתמשים מחוץ למוסדות השייכים למאגד NanoNed ומשתמשים אחרים. לכל המשתמשים זכויות וגישה שווה לתשתיות. במקרה של עומס, למשתמשים מהקטגוריה הראשונה והשנייה יש עדיפות. תקנות השימוש בתשתיות הן לפי מדיניות המוסד הספציפי (Mangematin et al., 2005).

לסיכום, קיימות צורות שונות ומגוונות לשיתופי פעולה של האקדמיה עם התעשייה בתחומי הננוטכנולוגיה הכוללים חממות, מאגדים הפועלים במסגרת מוסד אקדמי, מאגדים בין מדינות ועוד.

1.8. שיתופי פעולה בין האקדמיה לתעשייה בישראל

לפני שנות ה-80 של המאה שעברה היה היקף המחקר, שיזמה התעשייה באוניברסיטות בישראל, מצומצם ביותר. אולם, כבר אז היה מספר קטן של מחקרים שנערכו בשיתוף פעולה עם התעשייה. מחקרים אלה נערכו ביוזמת החוקרים עצמם והיו גם מחקרים שנערכו בתמיכת תעשיות מחו"ל. בשל היוזמות הפרטיות של חוקרים בודדים בהעברת תוצאות המחקר שלהם לאפיקים תעשייתיים ובשל הקשרים המתפתחים עם תעשיות מחו"ל וההכרה של האוניברסיטאות בערך המסחרי של חלק מהמחקר המתבצע בתחומן, הקימו האוניברסיטאות גופים עסקיים לטיפול בהעברת טכנולוגיה מהאוניברסיטה לתעשייה. מכון ויצמן למדע והאוניברסיטה העברית בירושלים היו החלוצים בנושא, כבר בתחילת שנות ה-60, ואילו בטכניון השתלבה הפעילות הכרוכה בהעברת טכנולוגיה בתוך מוסד הטכניון למחקר ופיתוח. אוניברסיטאות אחרות הלכו בעקבותיהם והקימו חברות-בת להעברת טכנולוגיה. הקמת חברות אלה נעשתה בתחילה כמענה לכך שמספר מדענים החלו לבצע פרויקטים בעלי פוטנציאל מסחרי, והאוניברסיטאות רצו להגן על הרכוש האינטלקטואלי של המדענים ועל האינטרסים הכלכליים שלהן, באמצעות רישום פטנטים על תוצאות המחקר. בנוסף, מספר תעשיות זרות תמכו במחקר אוניברסיטאי עם אוריינטציה לתעשייה, והאוניברסיטאות רצו להבטיח את הזכויות המסחריות משיתופי פעולה אלה. תהליכי העברת הידע התפתחו בשנות ה-70 במקביל להתפתחות תעשייה עתירת ידע בישראל, שבתחילה התבססה על העברת ידע ואנשים ממערכת הביטחון, אך עם הזמן חזקה את קשריה עם האוניברסיטאות. בשלהי שנות ה-60, הוקם משרד המדען הראשי בתמ"ת והועמדו לרשותו תקציבים לתמיכה בפעילויות מו"פ בתעשייה.

הקשרים בין האוניברסיטה לתעשייה התרחבו משמעותית, והעניין בהם גבר בעשור האחרון של המאה ה-20, עם פריחת תעשיית האלקטרוניקה והתקשוב בישראל, שניזונה במידה רבה מהתשתית האנושית והטכנולוגית, שפותחה במערכת המו"פ הביטחוני, ועם ההתפתחויות שחלו בתחום הביו-טכנולוגיה. גורמים נוספים שתרמו להתרחבות הקשרים בין האקדמיה לתעשייה היו: הגידול חסר-התקדים בכוח-האדם המדעי כתוצאה מגל העלייה מבריה"מ לשעבר, תהליך השלום, שבעקבותיו חדל החרם הערבי ונפתחו שווקים חדשים לייצוא הישראלי וצמיחתו של שוק הון סיכון בישראל (האקדמיה הלאומית למדעים, 2005).

הגוף העיקרי המעודד את הקשרים בין האקדמיה לתעשייה, הוא לשכת המדען הראשי במשרד התמ"ת. להלן פרוט קצר של תוכניות רלבנטיות המופעלות על-ידי המדען הראשי:

תוכנית מגנט"ט (מחקר גנרי טכנולוגי) - החלה לפעול בשנת 1994, תוכנית המבוססת על יצירת שיתוף פעולה, בין חברות מהתעשייה למוסדות מחקר, לביצוע פיתוח של טכנולוגיות טרום-תחרותיות והטמעתן. המסלול העיקרי הוא מסלול המאגדים (consortia), שנועד ליצור אשכולות של חברות וקבוצות מחקר, במטרה לפתח אבני בניין טכנולוגיות לדור

המוצרים הבא. מאגדים אלה היו התוכניות המשותפות הרציניות הראשונות בסדר גודל רב-היקפי בין אוניברסיטאות ותעשיות. במקביל, מתקיים מסלול איגודי משתמשים בטכנולוגיות מתקדמות, שנועד להשלים את מסלול המאגדים, לאותן טכנולוגיות שלא צריך לפתח מחדש וניתן לחשוף, לקלוט ולהטמיע בחברות.

תוכנית "מגנטון" - החלה את פעילותה בשנת 2000, במטרה לעודד העברת טכנולוגיות שפותחו במוסדות המחקר באקדמיה, לשימושן של החברות התעשייתיות. התוכנית מערבת שיתוף פעולה דו-צדדי בין קבוצת מחקר במוסד מחקר בישראל לבין קבוצת פיתוח בתאגיד תעשייתי, לביצוע בדיקת היתכנות טכנולוגית מערכתית של הישגי מחקר אקדמי מסוים, שבסיומה התאגיד התעשייתי יוכל לקבל החלטה על כניסה לתהליך עצמאי של פיתוח מוצר תעשייתי, או על אי יכולת או חוסר כדאיות להיכנס לתהליך פיתוח מלא.

תוכנית נופר - התוכנית החלה את פעילותה בשנת 2002 ונבנתה כך שתהווה גשר בין המחקר הבסיסי למחקר היישומי, שטרם הוכר על-ידי התעשייה כבעל פוטנציאל מסחרי. התוכנית מאפשרת לקבוצת מחקר באקדמיה להמשיך בביצוע תוכנית מחקר יישומי, שכבר אינו מתאים לתמיכה מקרנות מחקר תחרותיות המיועדות לקידום המחקר הבסיסי, והבאתו לשלב בו גורמים תעשייתיים יגלו בו עניין. התוכנית רלבנטית לתחומים בהם יש מחקר בסיסי רב (ביוטכנולוגיה וננוטכנולוגיה).

קמ"ף (קידום מחקר יישומי נבחר) - מסלול חדש זה מופעל על-ידי לשכת המדען הראשי במשרד התמ"ת החל משנת 2011. התוכנית מאפשרת לחוקרים ממוסדות מחקר אקדמיים, מכוני מחקר ובתי חולים, לקבל מענקי מחקר לביצוע מחקר, שייתכן שיתפתח למחקר תעשייתי ומסחרי בתעשייה הישראלית. מדובר בטכנולוגיות ותגליות חדשות וייחודיות, שלצורך העברתן לתעשייה, נדרשת פעילות מקדימה, בה התעשייה עדיין לא מעורבת, לביצוע מחקר יישומי ופעילות מו"פ נוספת להוכחת היתכנות ראשונית ו/או תיקוף הישגי המעבדה בכלים מבוקרים המקובלים בתעשייה. במסגרת המסלול ניתנים מענקים לתקופה של עד שלוש שנים, כאשר התקציב המאושר לשנת פעילות אחת הוא 400 אלף שקל.

1.1. שיתופי פעולה בין האקדמיה והתעשייה בתחומי הננוטכנולוגיה בישראל

עד כה פעלו במסגרת מגנטון המאגדים הבאים בתחומי הננו טכנולוגיה:
MOEMS³⁰ - מאגד שפעל בשנים 2002 עד 2006, ועסק בפיתוח התקנים ממוזערים. המאגד כלל 10 חברות תעשייה ושני מוסדות אקדמיים.

NFM³¹ - מאגד שפעל בשנים 2003 עד 2008, ועסק בחקר תהליכי ייצור חדשים ושילוב של ננו-חלקיקים וחומרים חדשים בתהליכים ובמוצרים בתעשייה. המאגד כלל 12 חברות תעשייה ושלושה מוסדות אקדמיים.

NES³² - מאגד שהחל לפעול בשנת 2009. המאגד כולל 13 חברות תעשייה ו-7 מוסדות אקדמיים. המאגד עוסק בפיתוח אבני בניין טכנולוגיות המאפשרות שימוש בננו צינוריות מפחמן ליישומים נבחרים.

בנוסף, הפעילות המרכזית בתחום הננוטכנולוגיה היא של תוכנית מרכזי הננוטכנולוגיה באוניברסיטאות INNI³³ - תוכנית הפועלת במסגרת פורום תל"ם³⁴ משנת 2005. פרופ' יעקב זיו, שעמד אז בראש האקדמיה הישראלית למדעים, הבין שיש צורך באיגום משאבים על מנת שפעילות הננו באקדמיה ובתעשייה בישראל, תישר קו עם הפעילות העולמית בתחום. התוכנית התבססה על תמיכה משלושה גורמים שכל אחד מהם מימן שלישי: תמיכה ממשלתית, מקורות אוניברסיטאיים,

³⁰ Micro-Opto-Electro-Mechanical System

³¹ Nano Functional Materials

³² <http://www.nano-nes.org> - Nanotubes Empowerment Solutions

³³ <http://www.nanoisrael.org> - Israel National Nanotechnology Initiative

³⁴ תשתיות לאומיות למדע

ותורמים. נכון לסוף שנת 2010, בששת מרכזי הננו באוניברסיטאות בישראל, פועלים כ-350 קבוצות מחקר, 300 אנשי סגל בכירים ו-1,170 חוקרים. התוכנית מחייבת כל מרכז לקלוט בכל שנה לפחות שני מדענים חדשים שחוזרים מחו"ל. המרכזים ייצרו כ-3,200 פרסומיים מדעיים, 400 בקשות לפטנטים וקרוב ל-400 שיתופי פעולה בין התעשייה לאקדמיה (בליזובסקי, 2010).

המטרות בהקמת INNI היו יצירת תוכנית לאומית להקצאת משאבים בתחום הננוטכנולוגיה; קידום תשתיות ברמה בינלאומית; קידום החדשנות בתחום הננוטכנולוגיה וקידום תוכניות מו"פ באקדמיה ובתעשייה. מרכזים אלו קבלו מימון מיוחד מות"ת, ממשרדי התמ"ת, המדע והטכנולוגיה והאוצר לתקופה של חמש שנים. המחזור הראשון של חמש שנים הסתיים וכיום, ישנו מחזור נוסף של תמיכה במרכזי הננו. המטרה היא שחלק מהפעילות במרכזים תעסוק בתוכניות מחקריות שיש להן סיכויים יישומיים יותר טובים. כיום פעילים באוניברסיטאות בישראל שישה מרכזי הננו הבאים:

- המכון לננוטכנולוגיה על שם ראסל ברי בטכניון.
- המרכז לננומדע ולננוטכנולוגיה באוניברסיטה העברית בירושלים.
- המרכז לננומדע ולננוטכנולוגיה באוניברסיטת תל-אביב.
- יוזמת מכון ויצמן למדע לננוטכנולוגיה.
- מכון ע"ש אילזה כץ לננו מדע וננוטכנולוגיה באוניברסיטת בן-גוריון.
- מכון לננוטכנולוגיה וחומרים מתקדמים באוניברסיטת בר-אילן.

כל תשתיות הננוטכנולוגיה פתוחות למשתמשים מהתעשייה וניתנת הדרכה למשתמשים חיצוניים לגבי אופן השימוש במכשור הנמצא בתשתיות (דו"ח מיפוי תשתיות מחקר בישראל, 2010).

הטבלה הבאה מציגה נתונים לגבי מדיניות השימוש בתשתיות של מרכזי הננו השונים בישראל (מלבד המכון לננוטכנולוגיה על שם ראסל ברי).

טבלה 3: מדיניות גישה למשתמשים חיצוניים של מרכזי הננו השונים בישראל

חוזי מחקר	מקורות מימון לתפעול התשתית	מדיניות גישה למשתמשים חיצוניים	
	התפעול של חלק מהתשתיות נעשה באופן מלא באמצעות התשלום של המשתמשים בתשתית ואילו באחרות חלק מהמימון לתפעול התשתית מגיע ממשאבים פנימיים.	נדרש תשלום עבור גישה למשתמשים פנימיים וחיצוניים.	מרכזי התשתית בננוטכנולוגיה בטכניון הפעילים במסגרת RBNI
הסכמי שיתוף פעולה ו/או מתן שירותים לתעשייה נעשים ישירות עם המרכז לננו מדע וננוטכנולוגיה. חוזי מחקר בהם נעשה שימוש בתשתית הם ברמת החוקרים ומטופלים על-ידי הרשות למחקר ופיתוח של האוניברסיטה העברית בירושלים.	תל"ם, הכנסות ותרומות.	תשלום עבור גישה למשתמשים חיצוניים ופנימיים לפי שלוש קבוצות: האוניברסיטה העברית, אקדמיה ותעשייה. המרכז מעמיד לכולם ציוד ושירות מקצועי (ללא דרישות לגבי קניין רוחני), כולל נכונות ל-NDA.	המרכז לננומדע ולננוטכנולוגיה, באוניברסיטה העברית בירושלים
	כ-80% מתפעול התשתית ממומן באמצעות התשלום של המשתמשים.	נדרש תשלום עבור גישה למשתמשים חיצוניים ופנימיים. קביעת תורים נעשית און ליין על בסיס מקום פנוי. משתמשים פנימיים מקבלים מחיר מסובסד לשימוש בתשתית. משתמשים מהתעשייה יכולים לעבור הכשרה ולהשתמש במעבדה בעצמם, או להזמין עבודה באמצעות מהנדסי תהליך.	המרכז לננו מדע וננוטכנולוגיה, אוניברסיטת תל-אביב – שירותי יצור ואפיון (שי"א)
הגישה לתשתיות המחקר, מותנת בין השאר, במידת שיתוף הפעולה המדעי עם מדעני המכון ומכאן נגזר נושא ה-IP.	כ-20% מתפעול התשתית ממומן באמצעות התשלום של המשתמשים בתשתית. מקור המימון המרכזי הוא מכון ויצמן למדע.	נדרש תשלום עבור גישה למשתמשים חיצוניים ופנימיים.	יוזמת מכון ויצמן למדע לננוטכנולוגיה
	כ-50% מתפעול התשתית ממומן באמצעות תשלום של המשתמשים בתשתית. מקורות מימון נוספים הם אוניברסיטת בן-גוריון ומימון ממשלתי ייעודי.	פתוח לשימוש משתמשים חיצוניים ופנימיים. עלות השירות שונה למשתמשים פנימיים וחיצוניים. השימוש בציוד נעשה בשני מסלולים: תפעול על-ידי צוות המומחים ותפעול עצמאי לאחר הדרכה.	מכון ע"ש אילזה כץ לננו מדע וננו טכנולוגיה, באוניברסיטת בן-גוריון
	תקציבים ממשלתיים (ות"ת), הכנסות מתשלום עבור השימוש בציוד, אוניברסיטת בר-אילן ותרומות.	נדרש תשלום עבור גישה למשתמשים חיצוניים ופנימיים. קיימת מערכת אינטרנטית לקביעת תורים ומערכת בקרת כניסה למכשירים.	מכון לננו טכנולוגיה וחומרים מתקדמים, באוניברסיטת בר-אילן

1.10. המכון לננוטכנולוגיה ע"ש ראסל ברי

המכון לננוטכנולוגיה ע"ש ראסל ברי הוקם בינואר 2005 כמאמץ משותף של קרן ראסל ברי באמצעות ATS (American Technion Society), ממשלת ישראל דרך פורום תשתיות לאומיות למו"פ (תל"מ), INNI (Israel National Nanotechnology Initiative) והטכניון. חזון המכון הוא מיצוב הטכניון ומדינת ישראל בחזית המחקר והפיתוח העולמיים בתחומי הננוטכנולוגיה.

במפוס הטכניון התגבשה קהיליית ננו המונה כ-139 חברי סגל ו-300 סטודנטים לתארים מתקדמים ופוסט דוקטורנטים, מ-14 פקולטות שונות. פעילות המכון נשענת על יוזמות המכון ועל היענות הקמפוס לקולות הקוראים שמפרסם המכון במגוון תחומים, המזמינים את החוקרים לקחת חלק פעיל בפעילויות RBNI. בשנת 2010, המכון לננוטכנולוגיה נכנס לשלב השני של פיתוחו, שאמור להימשך עד שנת 2014. שלב זה כולל השקעות בתחומים הקיימים ובנוסף אליהם השקעות בתחומים הבאים: אנרגיה, NanoMed, Photovoltaics ועוד.

חיזוק הקשר עם התעשייה הישראלית עומד בראש מעייניו של RBNI. כדי לצמצם את הפער שזוהה בין התקדמות מחקרית של החוקרים והנקודה שממנה התעשייה יכולה להתחיל בפיתוח טכנולוגיה, פותח "קול קורא" יעודי. על מנת לאתר שיתופי פעולה פוטנציאליים ולחזק את הקשר שבין התעשייה לחוקרי הטכניון, ארגן מכון RBNI עשרות פגישות עם התעשייה במהלך חמש השנים האחרונות, שכללו ימים פתוחים עם נציגים של חברות שונות כגון אינטל, IBM, אלביט, רפאל, התעשייה האווירית, Applied Materials ועוד. פגישות אלה התרכזו במציאת יישומים פוטנציאליים לתעשייה הישראלית המבוססים על ננוטכנולוגיה ובחודשים האחרונים מונה והחל לפעול אחראי לקשרי המכון עם התעשייה.

RBNI השקיעה רבות בהקמה ובשדרוג מרכזי תשתית. השקעה זו כללה תמיכה בשדרוג ורכישה של ציוד בעשרה מרכזי תשתית בפקולטות השונות בטכניון. השימוש בציוד התשתיתי פתח לקהל החוקרים בישראל מהאקדמיה ומהתעשייה, ומספר רב של אוניברסיטאות וחברות מהתעשייה משתמשות בציוד שנרכש בתמיכת RBNI. מרכזי התשתית הבאים נתמכים על-ידי RBNI ומשרתים את האקדמיה והתעשייה בישראל:

Electron Microscopy Center (Faculty of Materials Engineering)

The Zisapel Nanoelectronics Center (MNFU) (Faculty of Electrical Engineering)

Infrastructure Center for Life Sciences & Engineering (Emerson Life Sciences Building)

The Russell Berrie Nanoparticles and Nanometric Systems Characterization Center (Faculties of Chemical Engineering Biotechnology and Food Engineering)

The Smoler Proteomics Center (Emerson Life Sciences Building)

Electron Microscopy Center for Soft Matter (Faculty of Chemical Engineering)

Surface Characterization Center (Solid State Institute)

Center for Computational Nanoscience and Nanotechnology (Computer Center)

Biomechanics and Tissue Engineering Center (Faculty of Bio-Medical Engineering)

X-ray and Particle Characterization Facilities (Faculty of Chemical Engineering)

The Joint GTEP & RBNI Technion Photovoltaic Laboratory (Zisapel building)

Technion Center for Structural Biology (Emerson Life Sciences Building)

2. מתודולוגיה

2.1. מטרת המחקר:

במטרה להגביר את שיתוף הפעולה של התעשייה עם מרכזי התשתית בנוטכנולוגיה בטכניון, מכון ראסל ברי לנוטכנולוגיה בטכניון מעוניין לבחון את צרכי התעשייה בנוגע לשימוש במרכזי התשתית ומהו מודל שיתוף הפעולה, בין הטכניון לתעשייה, המתאים ביותר לצרכים ולאינטרסים של שני הגופים.

המשימות שהוגדרו למחקר:

1. להרכיב רשימה של חברות מהתעשייה, שלהן עניין בשיתופי פעולה ושימוש במרכזי התשתית בנוטכנולוגיה בטכניון ולאפיין אותן (מבחינת: גודל החברה, תחום הפעילות, שנת ההקמה וכדו').
2. לערוך סקירת ספרות של מודלים לשיתוף פעולה אקדמיה-תעשייה בנושאי נוטכנולוגיה.
3. לנתח את צרכי התעשייה בנוגע לשימוש במרכזי התשתית בנוטכנולוגיה בטכניון (מבחינת שביעות רצון של חברות שהיו מעורבות בשיתוף פעולה עם מרכזי התשתית, ציפיות לשיפור, חסמים, ערוצי שיתופי פעולה אפשריים נוספים, השוואה לשיתופי פעולה שמקיימות החברות עם מרכזים אחרים בארץ וכדו').
4. להמליץ על דרכים להרחבה ולהגברה של שיתוף פעולה בין מרכזי התשתית בנוטכנולוגיה בטכניון לבין התעשייה.

2.2. אוכלוסיית המחקר

אוכלוסיית המחקר כוללת שתי קבוצות. הקבוצה הראשונה הן חברות תעשייה ששיתפו בעבר פעולה עם תשתיות הננו בטכניון. שמות החברות הכלולות בקבוצה זו הועברו למוסד נאמן ממכון ראסל ברי. הרשימה כוללת כ-100 חברות אשר שיתפו פעולה עד היום עם תשתיות הננוטכנולוגיה בטכניון. מתוכם שלחנו שאלונים ל-73 חברות שאת פרטי אנשי הקשר בהם הצלחנו לאתר: את אנשי הקשר של 52 חברות קבלנו ממכון ראסל ברי ואילו את פרטיהם של 21 אנשי קשר נוספים איתרנו באתרי האינטרנט של החברות, ב- IVC וברשימות משתתפי הכנסים של מכון ראסל ברי.

בקבוצה השנייה חברות בתחום הננוטכנולוגיה או שלא בתחום הננוטכנולוגיה, שאותרו כבעלות פוטנציאל לשימוש במרכזי תשתית הננו בטכניון.

במסגרת קבוצה זו, נשלחו שאלונים ל-26 חברות שעוסקות בתחום הננוטכנולוגיה. רשימת החברות הורכבה מחברות שנטלו חלק במאגדים של מגנט: NES, NFM, וכאלו שנציגיהן השתתפו בימי עיון/סמינרים שאורגנו על ידי מכון ראסל ברי.

בנוסף נשלחו כ-17 שאלונים לחברות שאינן עוסקות בתחום הננוטכנולוגיה – את רשימת החברות האלה קיבלנו מפרופ' טלמון ומר עופר גרינברגר.

2.3. שיטת המחקר

נבנו שני שאלוני מחקר, האחד לחברות ששיתפו פעולה עם מרכזי התשתית והשני לחברות שאותרו כבעלות פוטנציאל לשיתוף פעולה עם מרכזי התשתית. לאחר קבלת משוב מפרופ' אישי טלמון ומר עופר גרינברגר השאלונים עודכנו.

הפיילוט לשאלוני המחקר כלל ראיונות עם אנשי קשר מעשר חברות.

בעקבות הראיונות נערכו תיקונים בשאלונים והם הועלו למערכת שאלונים מקוונת (Opinio), שמאפשרת את שליחת השאלונים ומעקב אחריהם. בשל המענה הנמוך יחסית לשאלונים באינטרנט, מולאו חלק מהשאלונים בראיונות טלפוניים אישיים שנערכו עם אנשי הקשר בחברות.

במקביל הוכן קובץ נתונים, שבו מופו החברות המהוות את אוכלוסיית המחקר. לגבי כל החברות נאספו נתונים המאפיינים אותן מבחינת: גודל החברה, תחום הפעילות, שנת ההקמה וכדו'. המידע נאסף ממקורות מידע שונים.

בטבלה 4 מפורטות השאלות שנשאלו בכל אחד משני השאלונים.

טבלה 4: שאלוני המחקר

חברות בעלות פוטנציאל לשימוש במרכזי תשתית הננו בטכניון	חברות תעשייה ששיתפו בעבר פעולה עם תשתיות הננו בטכניון	
שם ותפקיד	שם ותפקיד	נתוני רקע של העונה לשאלון
שם החברה, תאור הפעילות המרכזית המתבצעת בחברה, תאור פעילות מו"פ בתחומי הננו המתבצעת בחברה	שם החברה, תאור תחום הפעילות המרכזית המתבצעת בחברה, פעילות מו"פ בתחומי הננו המתבצעת בחברה	נתוני רקע על החברה
	מרכזי תשתית הננו שאיתם היה לחברה שיתוף פעולה, הציוד בו השתמשה החברה, תדירות השימוש, כיצד התבצע שיתוף הפעולה, כיצד נודע לחברה על התשתית, מטרות החברה בשימוש בתשתית ועד כמה הן הושגו ומה כלל שת"פ.	מאפייני שיתוף הפעולה עם מרכזי תשתית הננו בטכניון
האם החברה משתפת פעולה עם מרכז מחקר בארץ?		שת"פ עם מרכז תשתית כלשהו בארץ
האם החברה מכירה את מרכזי תשתית הננו בטכניון? במידה וכן ציון מרכזי התשתית ו/או הציוד בהם החברה יכולה להעזר.		הכרות עם מרכזי תשתית הננו בטכניון
	מרכזים נוספים בארץ או בחו"ל בהם קיים ציוד דומה. השוואת התשתית בטכניון לאלטרנטיבות שעומדות בפני החברה במגוון קריטריונים.	אלטרנטיבות לשיתוף הפעולה
	דרוג הרמה הקיימת בתשתית/ שביעות הרצון מבחינת: תהליך ההתקשרות לשת"פ, מומחיות צוות התשתית בהפעלת הציוד, מתן שירותי יעוץ מקצועיים, איכות הציוד ותחזוקתו, Ease of use, עלות מבחינת מיקום גאוגרפי, זמני שימוש ו-IP. עלות כספית, עלות מול תועלת, שביעות רצון מהשרות שקבלה החברה במרכז ובאופן כללי משת"פ בין החברה למרכז.	הרמה הקיימת בתשתית/ שביעות הרצון במגוון קריטריונים
מהם הצרכים של החברה שיכולים לקבל מענה בשיתוף פעולה עם מרכזי תשתית הננו בטכניון, הצעות למהלכים שיקדמו את שיתוף הפעולה	נקודות חוזק, נקודות חולשה והצעות לשיפור	חוות דעת כללית/הצעות לשיפור

2.4. תרומת המחקר

בעזרת ממצאי המחקר וניתוחם נספק תמונה לגבי צרכי התעשייה בנוגע לשימוש במרכזי תשתית בננוטכנולוגיה בטכניון ונמליץ על דרכים להרחבה ולהגברה של שיתופי הפעולה.

3. ממצאי המחקר

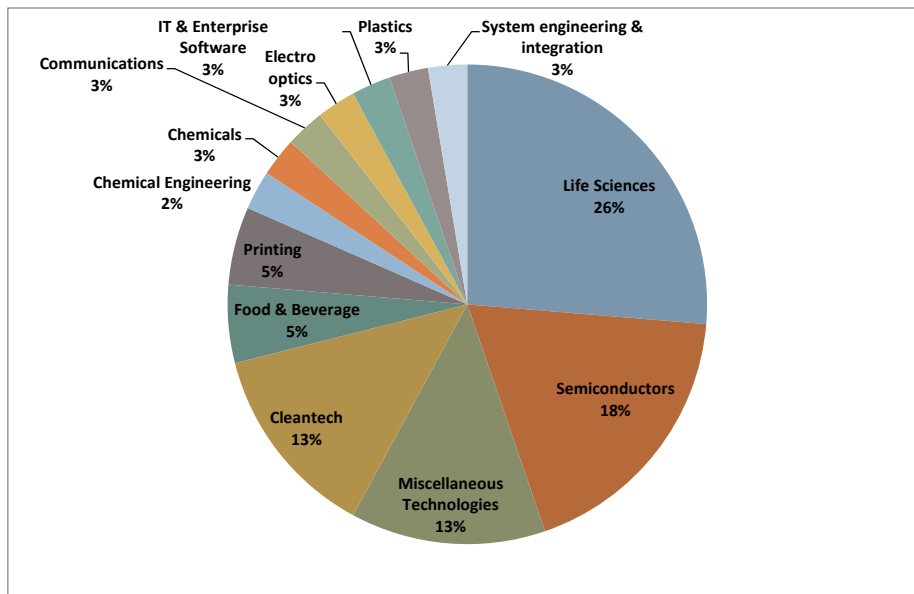
פרק זה מציג את ניתוח נתוני התשובות לשאלונים של חברות שהיו מעורבות בעבר בשיתוף פעולה עם מרכזי התשתית בננוטכנולוגיה בטכניון ושל חברות בעלות פוטנציאל לשיתוף פעולה עם המרכזים.

3.1 מאפייני החברות שענו לשאלון ושיתפו פעולה בעבר עם תשתיות הננו בטכניון

מתוך 73 שאלונים שנשלחו לחברות התקבל מענה מ-38 חברות. כמחצית מהחברות ענו לשאלונים באמצעות תוכנת שאלונים ממוחשבת ועם מחציתם קיימו ראינות פנים אל פנים או בטלפון. שיעור המענה על השאלונים הוא 52%. ניתחנו את מאפייני החברות שענו לשאלונים ושיתפו פעולה עם תשתיות מחקר הננו בטכניון בפרמטרים של: תחום הפעילות של החברות, גודל החברות, מיקום גיאוגרפי, באיזה שלב נמצאת החברה ובאיזו בעלות.

איור 2 מציג את התפלגות החברות, ששיתפו פעולה עם תשתיות הננוטכנולוגיה בטכניון, לפי תחום הפעילות של החברות כפי שהוא מצוין ב-IVC. כפי שניתן לראות בתרשים, תחומי הפעילות העיקריים של חברות שהשתמשו בתשתיות וענו לשאלון הם: 26% מדעי החיים, 18% מוליכים למחצה, 13% טכנולוגיות שונות ו-13% קלינטק.

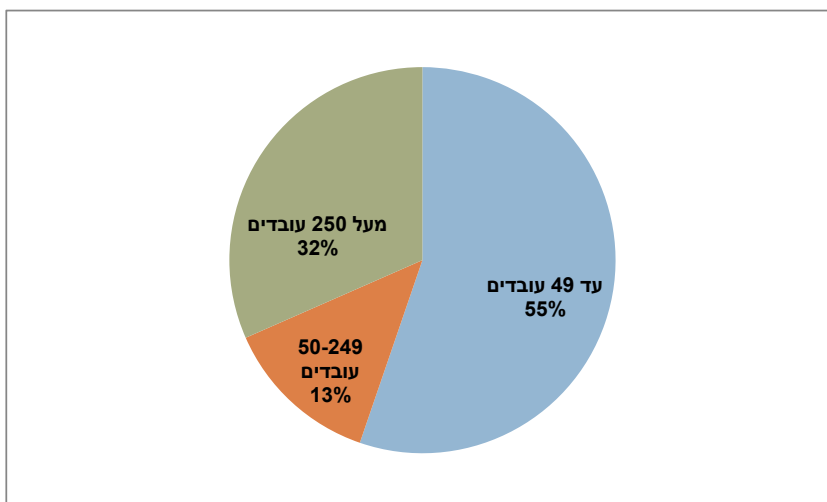
איור 2: תחום הפעילות של החברות (לפי IVC)



40% מהחברות שענו לשאלון והשתמשו בתשתיות המחקר בננוטכנולוגיה בטכניון ציינו שלא מתבצעת בהן פעילות מחקר/מו"פ בתחומי הננוטכנולוגיה (n=15).

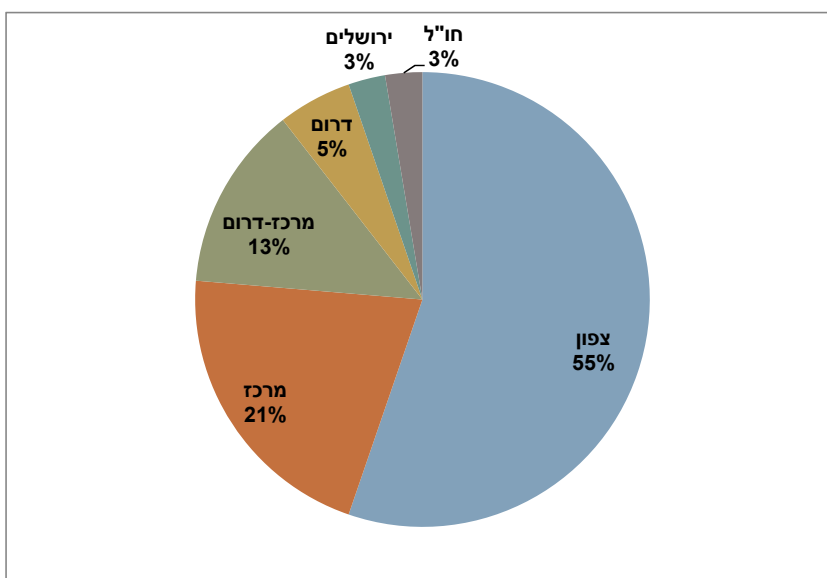
באיור 3 מוצג פרופיל החברות מבחינת גודלן. כפי שניתן לראות 55% מהחברות שענו לשאלון ושיתפו פעולה עם מרכזי תשתית הננו בטכניון הן חברות קטנות המעסיקות פחות מ-50 עובדים (n=21), 32% חברות גדולות המעסיקות מעל 250 עובדים (n=12) ורק 13% הן חברות בינוניות המעסיקות בין 50 ל-249 עובדים (n=5). שיעור החברות הגדולות מפתיע, היות שחברות גדולות נוטות לרכוש את הציוד הנחוץ להן, ופחות להסתמך על שימוש בתשתיות חיצוניות.

איור 3: גודל החברות ששיתפו פעולה עם מרכזי תשתית הננו בטכניון



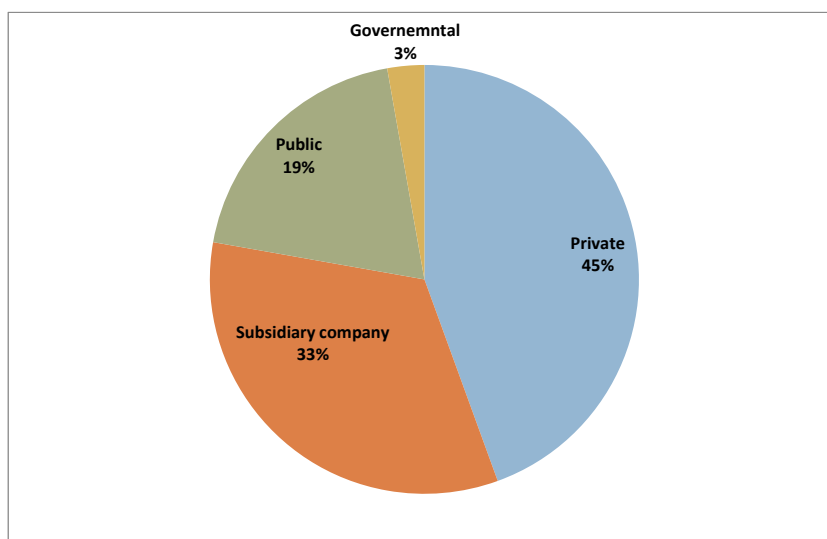
באיור 4 מוצג המיקום הגיאוגרפי של החברות שענו לשאלון ושיתפו פעולה עם מרכזי תשתית הננו בטכניון. מעניינת קבוצת החברות של 45% (n=17) שיש להן אלטרנטיבות הממוקמות קרוב יותר לחברה, מאשר תשתיות מחקר הננו בטכניון, ועדיין בוחרות להשתמש בתשתיות בטכניון.

איור 4: מיקום גיאוגרפי של החברות ששיתפו פעולה עם מרכזי תשתית הננו בטכניון



באיור 5, ניתן לראות ש-45% מהחברות שענו לשאלון והשתמשו בתשתיות הן חברות פרטיות (n=16), 33% חברות בת (n=12), 19% חברות ציבוריות (n=7) וחברה אחת ממשלתית.

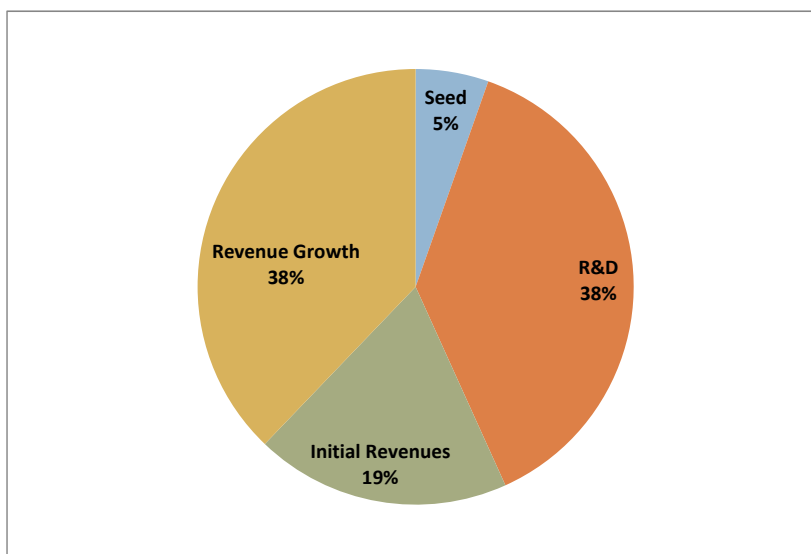
איור 5: באיזה בעלות נמצאות החברות ששיתפו פעולה עם מרכזי תשתית הננו בטכניון³⁵



32% מהחברות (n=12) הן חברות הזנק.

מבחינת השלב בו נמצאות החברות, שענו לשאלון והשתמשו בתשתיות הננו בטכניון, ניתן לראות באיור 6 שרוב החברות נמצאות בשני השלבים של ה-R&D וה-Revenue growth, 38% מהחברות (n=14) בכל אחד מהשלבים האלה.

איור 6: השלב (stage) בו נמצאות החברות



רוב החברות השתמשו בציווד הקיים ביותר ממרכז תשתית אחת.

³⁵ חברת בת הינה חברה שבה מחזיקה חברה אחרת ב-50 אחוזים ומעלה מהבעלות, אם על ידי אחזקה ב-50 אחוזים או יותר מהון המניות המונפק שלה, או על ידי החזקת 50 אחוזים או יותר מכוח ההצבעה שבה, או שהיא רשאית למנות 50 אחוזים או יותר מחברי מועצת המנהלים שלה, או שהיא רשאית למנות את המנהל הכללי. מבחינה עסקית ומשפטית, חברה בת היא אישיות משפטית עצמאית. http://www.maot.co.il/lex14/glossary/g_384.asp

3.2. ניתוח שאלוני החברות בעלות פוטנציאל לשיתוף פעולה עם מרכזי תשתית הננו בטכניון

מתוך 43 שאלונים שנשלחו לחברות (26 לחברות העוסקות בננו ו-17 לחברות שאינן עוסקות בננוטכנולוגיה), ענו על השאלון 25 חברות (18 ננו ו-7 לא ננו). שיעור המענה על השאלונים הוא 58% (69% מענה של החברות שעוסקות בננו ו-41% של חברות שאינן עוסקות בננו).

28% (7 מ-25 חברות) ציינו שהן יודעות מה מציע כל מרכז לשימוש התעשייה מבחינת ציוד, מומחיות וכד'. 40% (10 מ-25 חברות) ציינו ששמעו על מרכזי התשתית בננוטכנולוגיה בטכניון ושליש מהחברות (8 מ-25 חברות) ציינו שאינן מכירות את מרכזי תשתית הננו בטכניון.

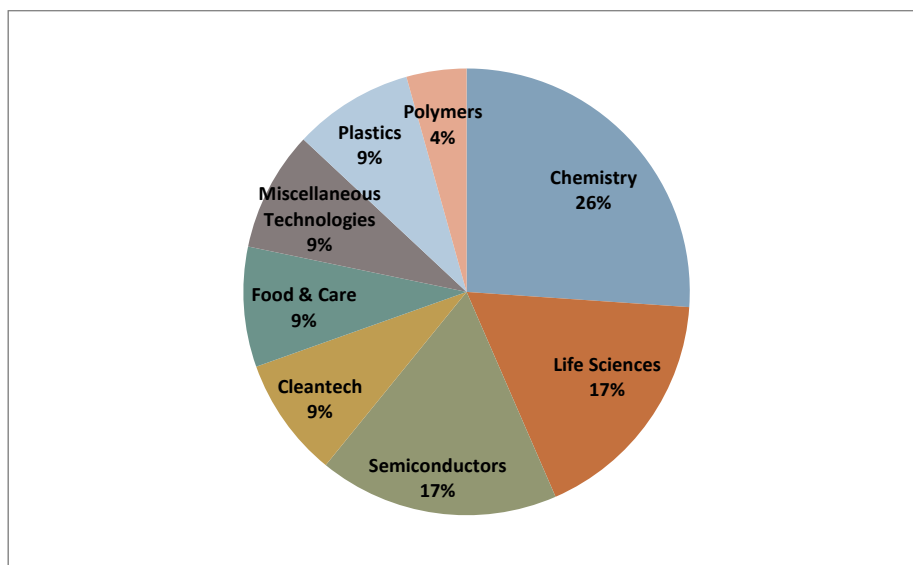
פעילות מו"פ בתחומי הננוטכנולוגיה: ב-36% מהחברות, שענו לשאלון וזהו כבעלות פוטנציאל להשתמש בתשתיות (9 מ-25), לא מתבצעת פעילות מו"פ בתחומי הננוטכנולוגיה.

שיתוף פעולה עם תשתיות מחקר בארץ: 12 מהחברות (48%) עשו שימוש כלשהו בתשתיות או במכוני הטכניון במסגרת מאגדי מגנט"ט או בדיקות כלשהן שערכה החברה. 8 חברות השתמשו בתשתיות אחרות בארץ או בעולם ו-5 חברות ציינו שאינן משתמשות באף תשתית מחקר.

מאפייני החברות שענו על השאלון לחברות בעלות פוטנציאל לשיתוף פעולה עם מרכזי תשתית הננו בטכניון
בחלק זה ניתחנו את מאפייני החברות שענו לשאלונים ואותרו כחברות בעלות פוטנציאל לשיתופי פעולה עם תשתיות מחקר הננו בטכניון, בפרמטרים של: תחום הפעילות של החברות, גודל החברות, מיקום גיאוגרפי, באיזה שלב נמצאת החברה ובאיזה בעלות.

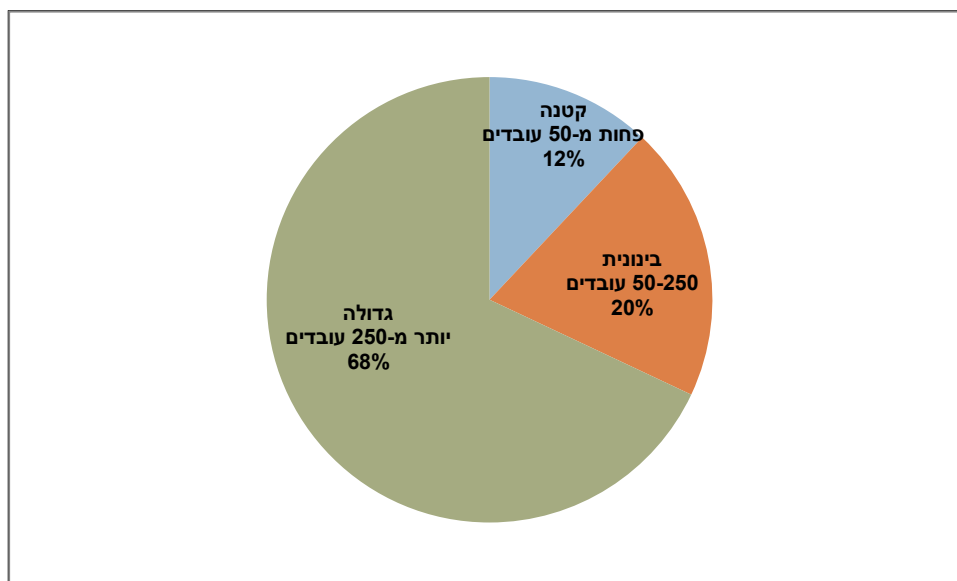
איור 7 מציג את התפלגות החברות, בעלות הפוטנציאל לשיתופי פעולה עם תשתיות הננו בטכניון, לפי תחום הפעילות של החברות כפי שהוא מצוין ב-IVC. כפי שניתן לראות בתרשים, תחומי הפעילות של החברות הם: 26% כימיה, 17% מדעי החיים, 17% מוליכים למחצה, 9% קלינטק, 9% מזון וטיפול, 9% טכנולוגיות שונות, 9% פלסטיק ו-4% פולימרים.

איור 7: תחום הפעילות של החברות (לפי IVC)



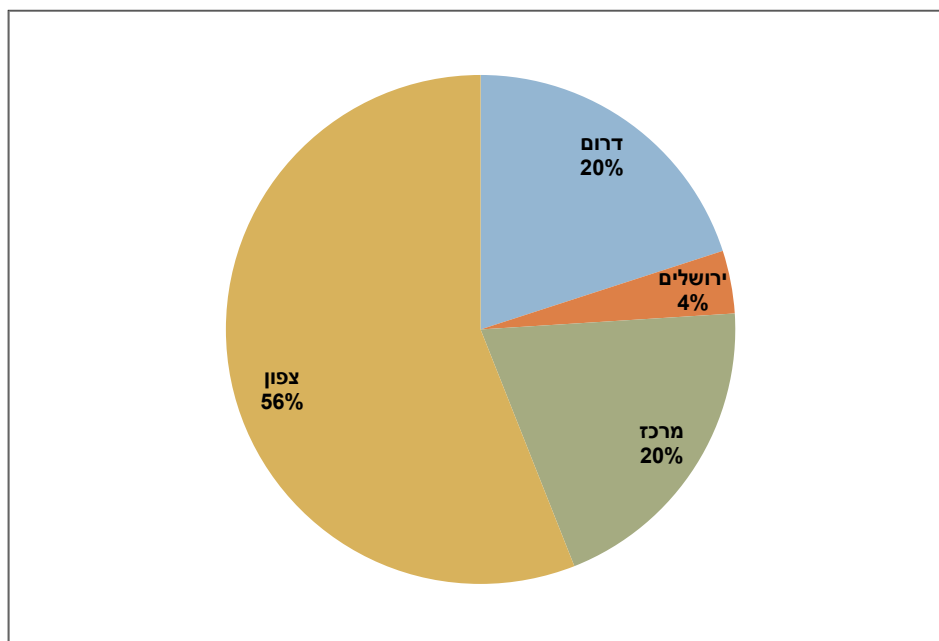
קבוצת החברות שענתה לשאלון מורכבת ברובה מחברות גדולות המעסיקות יותר מ-250 עובדים.

איור 8: גודל החברות שענו לשאלון ולהן פוטנציאל לשיתוף פעולה עם מרכזי תשתית הננו בטכניון



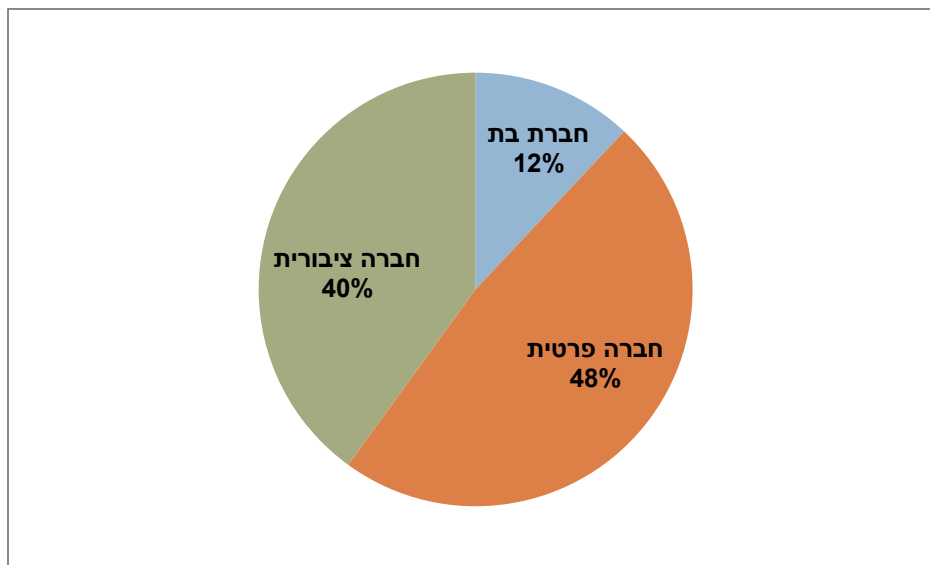
באיור 9 ניתן לראות שרוב החברות שרואיינו כבעלות פוטנציאל לשיתוף פעולה עם מרכזי תשתית הננו בטכניון ממוקמות באזור הצפון.

איור 9: מיקום גיאוגרפי של החברות בעלות הפוטנציאל לשיתוף פעולה עם מרכזי תשתית הננו בטכניון



באיור 10, ניתן לראות ש-48% מהחברות שענו לשאלון והן בעלות פוטנציאל לשיתוף פעולה עם תשתיות הננו בטכניון הן חברות פרטיות (n=12), 40% חברות ציבוריות (n=10), 12% חברות בת (n=3).

איור 10: באיזה בעלות נמצאות החברות ששאלו לחברות בעלות פוטנציאל לשיתוף פעולה עם מרכזי תשתית הננו בטכניון



מבחינת השלב בו נמצאות החברות, כל החברות, מלבד שלוש, נמצאות בשלב ה- Revenue growth.

טבלה 5: סיכום המשוב שנתנו חברות התעשייה לגבי נושאים הקשורים לשימוש שעשו בתשתיות*

Issue	Feedback
Equipment	<p>(+) The equipment in some of the infrastructure centers is new and considered top of the line.</p> <p>(-) In other cases, the equipment is “old”, needs a more often service due to high rate of malfunctions.</p> <p>(-) The equipment readiness for usage needs improvement, and should be on a higher level.</p>
Manpower	<p>(+) The staff expertise level is high and they have vast knowledge.</p> <p>(-) In several cases, a higher level of expertise is required in solving specific problems/running specific processes . The staff should have a more broad and up to date knowledge.</p>
Service	<p>(+) In several centers the service is broad and includes one or more services: consultation, operation of the equipment, help in preparing the sample for analysis, analysis of the results.</p> <p>(+) The staff is cooperative and has a positive attitude toward the industry representative.</p> <p>(-) In other centers this is not the case.</p> <p>(-) Results delivery time is not quick enough and can be delayed by malfunctions.</p> <p>(-) Industry representatives cannot always be present in the service lab</p>

Issue	Feedback
Schedule	(-) In most center, the schedule is full and there is a waiting period of a week or more. (-) The centers opening hours/days are not sufficient. The centers should be open for the Industry 7 days a week, after 15:30. (-) There is preference for Technion users. Industry clients should have an even opportunity to schedule a session. (-) Client attendance during the process is sometimes prevented due to the opening hours of the center.
Pricing	(+) Reasonable. (-) In some cases the pricing is high, and a discount is requested for heavy duty users.
Intellectual property	(-) The issue is a barrier in many cases. The subject is blurry and industry representatives report that they have many difficulties in signing the Technion IP agreement.
Information availability	(-) The information of the Technion infrastructure centers and pricing is not available enough. Some users could not find it.

* הסיכום הוצג על-ידי פרופ' טלמון בפורום מנהלים טכנולוגיים בכירים מהתעשייה וחוקרים מהטכניון שהתקיים ב- 29.5.2012

3.3 דרכים להגברת שיתוף הפעולה בין חברות תעשייה למרכזי תשתית הננו בטכניון

להלן יובאו תשובות שקיבלנו מנציגי חברות התעשייה לגבי דרכים שיכולות לסייע להגברת שיתוף הפעולה בין חברות התעשייה למרכזי תשתית הננו בטכניון. חילקנו את התשובות לכאלה המתייחסות לשלב שלפני השימוש בתשתית (הגברת מודעות, PR), במהלך השימוש בתשתית (זמני השימוש, עלות, מומחיות, איכות הצידוד, שירות, IP וכד') ולאחר השימוש בתשתית (שמירת קשר עם החברות).

נכון לזמן פרסום הדו"ח (ינואר 2013) נמסר לנו מהנהלת RBNI שחלק מההצעות והבקשות שעלו במהלך ההערכה שביצע מוסד נאמן, כבר מיושמות בהצלחה. התייחסות RBNI מובאת כלשונה כ-Footnote בסמוך להצעות הרלוונטיות.

הצעות שקיבלנו מנציגי חברות התעשייה לגבי דרכים שיכולות לסייע להגברת שיתוף הפעולה:

לפני השימוש בתשתית

דרכים להגברת המודעות בחברות לגבי התשתיות:

1. המידע לגבי הצידוד הקיים בתשתיות קיים וזמין באתר האינטרנט של מכון ראסל ברי. כדאי להוסיף אפשרות חיפוש, בצורה שונה מהקיים היום, לפי רשימה של כל פריטי הצידוד הקיימים במרכזי התשתית והפתוחים לתעשייה, למה הם משמשים, היכן הם נמצאים, איש קשר, עלויות וזמני שימוש וכן לוודא שבחיפוש אחר צידוד באינטרנט (למשל בגוגל) הצידוד בטכניון עולה.

2. נציג RBNI שיגיע לחברות לספר מה השירותים המוצעים לתעשייה בתשתיות הננו בטכניון³⁶.
3. רשימת תפוצה של החברות שתקבל עדכונים לגבי מכשור חדש, שימושים וישומים.
4. ימי עיון בהם יוצגו השירותים שמוצעים לתעשייה³⁶.
5. יידוע של ספקים ושל חברות שמספקות חומרים לעבודה בציד, לגבי השירותים שחברות יכולות לקבל בתשתיות הננו בטכניון מכיוון שלקוחות שואלים אותם מי יכול לספק להן שירות.
6. יידוע סטודנטים בשנה האחרונה ללימודיהם מה קיים- מהווים שגרירים בחברות בהן יעבדו בעתיד.

PR לגבי ייחודיות התשתיות:

1. לפרסם איזה ציוד קיים באופן בלעדי בטכניון וכן לגבי שילוב של פריטי ציוד שניתן למצוא רק בטכניון.
2. לפרסם מי המומחים שנותנים ייעוץ בתשתיות³⁶.
3. שירות לחברות מרוחקות מהטכניון- לבדוק אפשרות מתן שירות הכולל: שליח שיגיע לחברה יקח דוגמאות למרכז התשתית, שם יעשו את הבדיקות, יחזירו אותן לחברה וישלחו תוצאות באימייל³⁷.

במהלך השימוש בתשתית

זמני השימוש:

- להתגמש לקראת התעשייה בזמני השימוש בתשתית. להפעיל משמרת שנייה בשעות אחה"צ³⁸.
- לקצר זמני המתנה.
- להעביר הכשרות לשימוש עצמי של החברות בתשתיות. החברות מעוניינות להפעיל חלק מהמכשירים בעצמן- יכול לקצר זמני המתנה ולהוביל להוזלת עלויות³⁹.
- לאפשר נוכחות של אנשי החברה בזמן הבדיקות- יחסוך זמן

עלות:

- לשקול הוזלת עלויות בעיקר לחברות שמשמשות בתכיפות רבה בתשתיות.

מומחיות:

- ניתנו שבחים רבים למומחיות של ד"ר ראובן ברנר, ד"ר אלכסנדר איומין וד"ר ציפי כהן-היימס. לנסות להעמיד מומחים בראש התשתיות שיעמדו לשרות התעשייה- קריטריון זה מהווה את עיקר הערך המוסף בעיני החברות בשיקוליהן לבחירת התשתית בה ישתמשו.
- להכשיר ולעדכן את הידע של צוות התשתיות על מנת שירכוש מיומנות בטכניקות שונות בטיפול בחומרים שונים.

איכות הציוד:

- רכישת ציוד שחסר בטכניון ויש לו ביקוש בתעשייה. שיפור ציוד קיים (למשל שדרוג FIB מבחינת רזולוציות, צורך ברכישת ציוד משופר ועדכני לתשתית במכון למצב מוצק), לוודא שלא חסרים חומרים בתשתיות⁴⁰.

³⁶ נכון לזמן פרסום הדו"ח (ינואר 2013) הצעה זו מיושמת על-ידי RBNI

³⁷ נכון לזמן פרסום הדו"ח (ינואר 2013) נמסר מהנהלת RBNI שחברות הרוצות בכך יכולות להשתמש בשירותי שליחים להעברת הדוגמאות לבדיקה

³⁸ נכון לזמן פרסום הדו"ח (ינואר 2013) נמסר מהנהלת RBNI שמרכזי התשתית פועלים גם בשעות אחה"צ תוך תשלום שעות נוספות לחוקרים העושים את העבודה, בכפוף לשיקול מנהל מרכז התשתית

³⁹ נכון לזמן פרסום הדו"ח (ינואר 2013) הצעה זו מיושמת בהצלחה רבה על-ידי RBNI

⁴⁰ נכון לזמן פרסום הדו"ח (ינואר 2013) נמסר מהנהלת RBNI שהטכניון בכלל, ומרכזי התשתית בפרט משפרים ומשדרגים תשתיות באופן שוטף. הדבר תלוי, כמובן, במשאבים הזמינים. צרכי התעשייה מובאים תוך כדי כך בחשבון, אם כי עדיפות ראשונה ניתנת לצרכי הטכניון כאוניברסיטת מחקר מובילה.

תחזוקה:

- לוודא תחזוקה טובה יותר

שירות:

- החברות לא רוצות לקבל את התחושה שהן לא בעדיפות ראשונה ושהן יכולות להשתמש בתשתית רק בזמן שנותר לאחר השימוש של חוקרי הטכניון⁴¹.
- החברות מעוניינות ביותר מעורבות של צוות התשתית והתעניינות בתוצאות.
- לאפיין את סוגי השירותים: לאלה שבהן צוות התשתית מבצע את הבדיקות לעומת ציוד שבו החברה יכולה לבצע את הבדיקות בעצמה לאחר הכשרה; בדיקות שאין צורך שנציג החברה יהיה נוכח ואפשר לשלוח דגמים ולקבל תוצאות במייל לבדיקות שבהן יש צורך בנוכחות של נציג החברה.
- לידע את החברות בצורה ברורה לגבי הידע שיש לצוות התשתית בביצוע הבדיקות המבוקשות.
- נתינת שירות לחברות על-ידי מומחים שעובדים בשכר ולא על-ידי סטודנטים- זה חשוב לחברות הן מבחינת רמת המומחיות והן מבחינת התחזוקה של הציוד⁴².

IP:

- לנסות להקל בנושא ה-IP. חלק מהחברות ציינו שהחסמים המשפטיים מאוד גדולים⁴³.

לאחר השימוש בתשתית

שמירת קשר:

- שמירה על קשר עם חברות ששיתפו פעולה והשתמשו בציוד בתשתיות. להתקשר אחת לתקופה, להתעניין במה שבצעו, לברר אם יש להם צרכים נוספים, להציע ייעוץ.

לפי ניתוח מאפייני החברות שמשתמשות בתשתיות כדאי למקד את המאמץ במשיכת חברות בעלות המאפיינים הבאים:

- חברות שעוסקות בתחומים: מדעי החיים, מוליכים למחצה, טכנולוגיות שונות (צבא, תעשייה, ננוטכנולוגיה, חומרה) וקלינטק.
- הן חברות שמבצעות פעילות מו"פ בתחומי הננוטכנולוגיה והן חברות שלא מבצעות פעילות כזו.
- חברות קטנות המעסיקות פחות מ-50 עובדים.
- חברות מכל הארץ ולא דווקא מאזור הצפון.
- חברות בבעלות פרטית, בעיקר כאלה שנמצאות בשלב ה-R&D.

41 נכון לזמן פרסום הדו"ח (ינואר 2013) נמסר מהנהלת RBNI: "אנחנו משתדלים, ובד"כ מצליחים לתת לחברות הרגשה שהן אורחות שותפות רצויות. יחד עם זאת, על הטכניון כאוניברסיטת מחקר לתת עדיפות למחקר ולהוראה. ראוי לציין כי הדבר לא מהווה הפרעה רצינית למתן שירות לתעשייה".

42 נכון לזמן פרסום הדו"ח (ינואר 2013) נמסר מהנהלת RBNI: "מרכזי התשתית משתדלים לתת את השירות הטוב ביותר. לעיתים זה ניתן דווקא ע"י סטודנטים, להם המיומנויות הטובות ביותר".

43 נכון לזמן פרסום הדו"ח (ינואר 2013) נמסר מהנהלת RBNI: "הטכניון מנסה מאד להתגמש בנושא ה-IP. יחד עם זאת, ראוי לו שיהנה גם הוא מפירות IP המפותח ע"י החוקרים שלו".

- Bozeman B., Hardin J. & Link A.L (2008) Barriers to the Diffusion of Nanotechnology. *Economics of Innovation and New Technology*, 7-8, 749-761
- Busnaina A. & Lash D. (n.d). Nanotechnology Commercialization Strategy: Building Collaboration Bridges to Industry. NSF Nanoscale Science and Engineering Center for High rate Nanomanufacturing.
http://www.eda.gov/PDF/137_NSF%20Nanoscale%20Science.pdf
- Council on Governmental Relations (2007). University – Industry Relations.
- Demain A.L (2001). The Relationship between Universities and Industry: The American University Perspective. *Food Technology Biotechnology*, 39(3), 157-160.
- Feller I., Ailes C.P & Roessner J.D (2002). Impacts of research universities on technological innovation in industry: evidence from engineering research centers. *Research Policy*, 31(3), 457-474.
- Fluckiger S.L. (2006). Industry's Challenge to Academia: Changing the Bench to Bedside Paradigm. *Experimental Biology and Medicine* (Maywood), 231(7), 1257-61.
- Gieger R.L (2008). Corporate-Sponsored Research at Penn State: Report to the Office of the vice president for Research. Pennsylvania State University
[http://www.ed.psu.edu/educ/cshe/working-papers/1%20\(Geiger\).pdf](http://www.ed.psu.edu/educ/cshe/working-papers/1%20(Geiger).pdf)
- Gray D.O, Linndblad M. & Rudolph J. (2001). Industry –University Research Centers: A multivariate Analysis of Member Retention. *Journal of Technology Transfer*, 26(3), 247-254.
- Hall B.H (2004). University - Industry Research Partnerships in the United States. NBER Economics Working Papers
http://elsa.berkeley.edu/~bhhall/papers/BHH04_Kansai.pdf
- Hicks R. (2010). The challenges facing open access nanofabrication facilities
18th Biennial University/Government/Industry Micro/Nano Symposium (UGIM), June 28 2010- July 1 2010.
- Jackson D.J. (n.d). What is an Innovation Ecosystem?
http://www.erc-assoc.org/docs/innovation_ecosystem.pdf

Mangematin V., Rip A., Delemarle, A. & Robinson, D.K.R. (2005). The role of regional institutional entrepreneurs in the emergence of clusters in nanotechnologies.

<http://www2.druid.dk/conferences/viewpaper.php?id=386&cf=8>

Merz M. & Bniok P. (2010). How Technological Platforms Reconfigure Science-Industry Relations: The case of Micro and Nano Technology. *Minerva*, 48(2), 105-124.

National Nanotechnology Infrastructure Report: Annual Report March 2009-Jan 2010

http://www.nnin.org/doc/NNIN_annual_report_Feb_2010_abridged.pdf

NSF(2008). Encouraging Industry-University Partnerships. Report from the Engineering Advisory Committee. Subcommittee on Industry-University Partnerships.

http://www.kauffman.org/uploadedFiles/EAC_UIP_report_v4.pdf

National Nanotechnology Infrastructure. Committee on Technology, National Science and Technology Council. Nanoscale Science, Engineering and Technology Subcommittee (2009). Regional, State and local Initiatives in Nanotechnology: Report of the National Nanotechnology Initiative Workshop, April 1-3, 2009

http://www.nano.gov/sites/default/files/pub_resource/nni_2009_rsl_workshop_report.pdf

Peerbaye A. & Mangematin V. (2004). Sharing Research Facilities: Towards a New Mode of Technology Transfer? *Innovation: Management Practice*, 7(1), 23-38.

Rudd T.J., Wang G.J. & Schrag B. (2010). Nanotechnology at the SBIR/STTR Programs at NSF.

http://www.nseresearch.org/2010/presentations/Day2_Rudd_Wang_Schrag%20SBIR%20STTR%202010%20Final%20Nanotechnology%20Portfolio.pdf

Sa C.M. (2011). Redefining university roles in regional economies: a case study of university-industry relations and academic organization in nanotechnology. *Higher Education*, 61(2), 193-208.

Santoro M.D & Chakrabarti A.K (1999). Building University – Industry research centers: some strategic considerations. *International Journal of Management Reviews* 1(3), 225-244.

Santoro M.D & Chakrabarti A.K (2001). Firm Size and Technology Centrality in University – Industry Interactions. Massachusetts Institute of Technology. Industrial Performance Center

<http://web.mit.edu/ipc/publications/pdf/01-001.pdf>

Santoro M.D & Chakrabarti A.K (2001). Corporate Strategic Objectives for Establishing Relationship with University Research Centers. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 48(2), 157-163.

Schultz L.I (2010). Nanotechnology's triple helix: a case study of the University of Albany's College on Nano Scale Science & Engineering. *Journal of Technology Transfer*, 36(5), 546-564.

Schultz L.I (2010). Nanotechnology Research Centers as a Catalyst for regional Growth

Shapira P., Youtie J. & Carley S. (2008). Prototypes of emerging metropolitan nanodistricts in the United States and Europe. NBER Conference on Emerging Industries: Nanotechnology and NanoIndicators

Siegel D.S Et al. (2001). Organizational Issues in University – Industry Technology Transfer: An Overview of the Symposium Issue. *Journal of Technology Transfer* 26(1-2), 5-11.

Teshima J. & Rung R.D (2010). ONAMI Shared User Facilities and Commercialization Programs. 18th Micro/Nano Symposium Biennial University/Government/Industry (UGIM), June 28 2010- July 1 2010.

The Energy and Resources Institute- TERI (2009). Review of International nanotechnology developments and policy concerns.

http://www.teriin.org/nano-uploads/D1_Review_of_international_nanotechnology_developments_and.pdf

University of British Columbia. University -Industry liaison Office (2006). Task Force on University-Industry Sponsored Research Arrangements: Final Report

http://www.uilo.ubc.ca/_shared/assets/Task_Force_University-Industry_Sponsored_Research7038.pdf

Wang J. (2003). Resource Spillover from Academia to nanotech Industry: Evidence from start up enterprises

http://www.spp.gatech.edu/faculty/WOPRpapers/Wang_WOPR.pdf

Wang J. & Shapira P. (2009). Partnering with universities: a good choice for nanotechnology start-up firms? *Small Business Economy*.

http://www.spp.gatech.edu/faculty/WOPRpapers/Wang_WOPR.pdf

האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים (2005). קשרי אוניברסיטה תעשייה: דין וחשבון של הוועדה לקשרי אוניברסיטה – תעשייה של האקדמיה הישראלית למדעים והוועדה לתכנון ולתקצוב (ות"ת) של המועצה להשכלה גבוהה

http://www.academy.ac.il/data/reports_data/44/31.pdf

בליזובסקי א. (1 בנובמבר 2010). האקדמיה כבר מדברת ננו- עכשיו גם התעשייה. אוחזר בתאריך 5 בספטמבר 2011

מתוך

[/http://www.hayadan.org.il/nano-israel-heads-panel-0111107](http://www.hayadan.org.il/nano-israel-heads-panel-0111107)

גץ ד., קאופמן ד., בן אהרון נ. ועוד (2010). מיפוי תשתיות מחקר בישראל. מוסד שמואל נאמן

http://www.neaman.org.il/publications/publication_item.asp?fid=970&parent_fid=488&iid=17917

וולפסון א. (31 בינואר 2011). הושק מסלול חדש לחיזוק הקשר בין האקדמיה לתעשייה. אוהזר בתאריך 5 בספטמבר

2011 מתוך: <http://www.news1.co.il/Archive/001-D-260217-00.html>

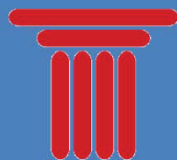
אתר מגנ"ט

<http://www.magnet.org.il>

אתר INNI

<http://www.nanoisrael.org>

13/003



מוסד שמואל נאמן
למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה
הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל
טל. 04-8292329, פקס 04-8231889
קרית הטכניון, חיפה 32000
www.neaman.org.il